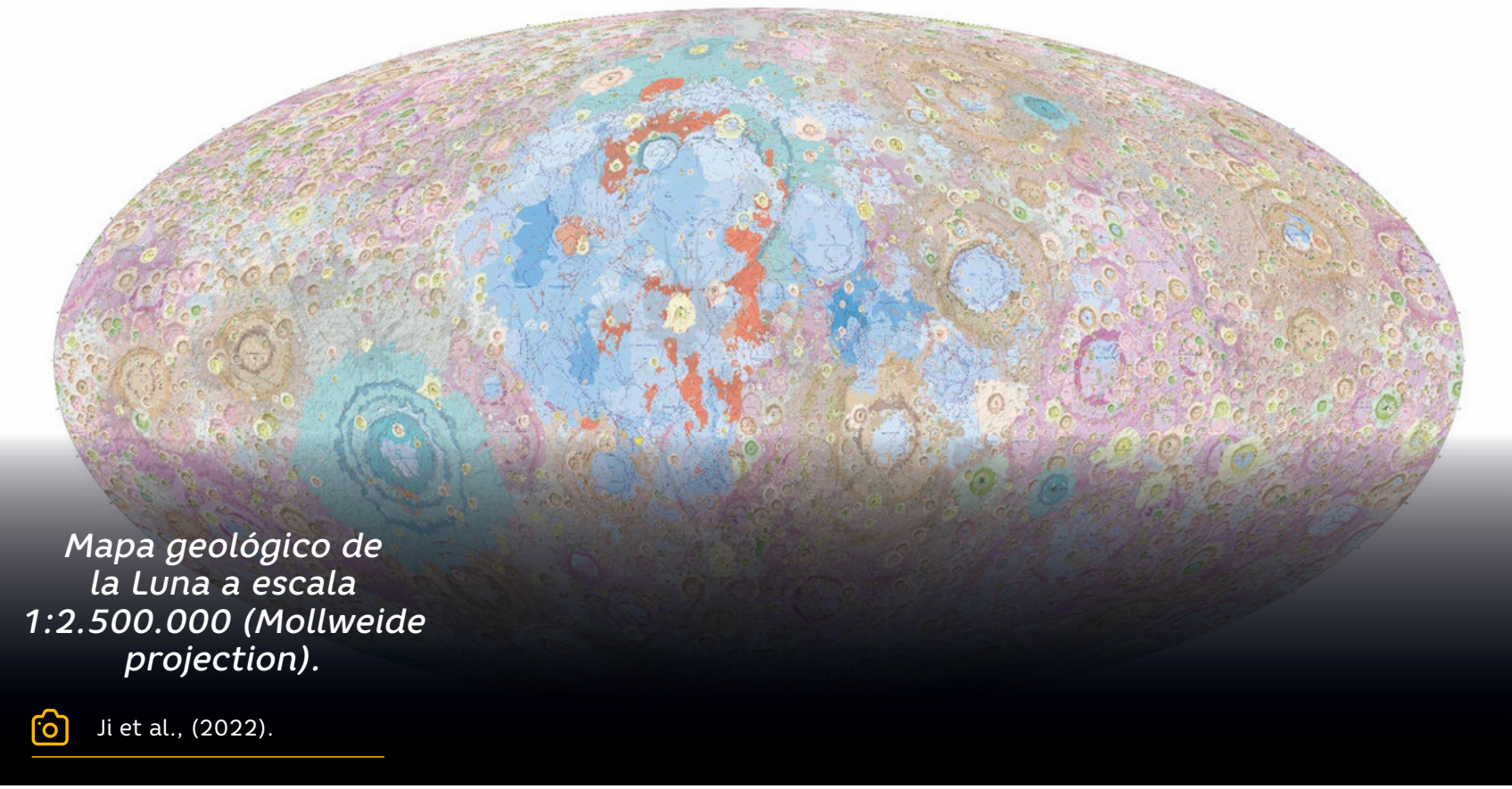
BOLETÍN ACGGP

EDICIÓN 17 - JULIO 04 DE 2022



Mapa geológico de la Luna a escala 1:2.500.000 (Mollweide projection).

Ji et al., (2022).

Estudio de factibilidad técnica y ambiental de coproducción de petróleo y energía eléctrica a partir de recursos geotérmicos: primera prueba de campo en Colombia.

Mapa geológico de la Luna a escala 1:2.500.000.

Producción de agua dulce a partir de la deshumidificación del aire utilizando un nuevo material soportado basado en SiO2 y energía solar: estudio de caso de Colombia.

1. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL DE **COPRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE RECURSOS GEOTÉRMICOS: PRIMERA PRUEBA DE CAMPO EN COLOMBIA.**

El potencial de energía geotérmica en Colombia se ha estimado en 1170 MWe (Junrong et al., 2015). Las Investigaciones realizadas a la fecha, se han centrado en la explotación directa de depósitos geotérmicos hidrotermales convencionales. Se estima que para el año 2025, la energía geotérmica cubrirá el 1,65% de la demanda eléctrica nacional al igual que su capacidad de generación puede alcanzar los 17.400 GWh año−1 (Salazar et al., 2017). Este estudio, representa una alternativa viable en la generación de energía geotérmica en campos petroleros logrando una disminución tanto de costos, como de la huella de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el suministro de energía del campo; de la misma manera que puede representar un abastecimiento de electricidad en zonas remotas.

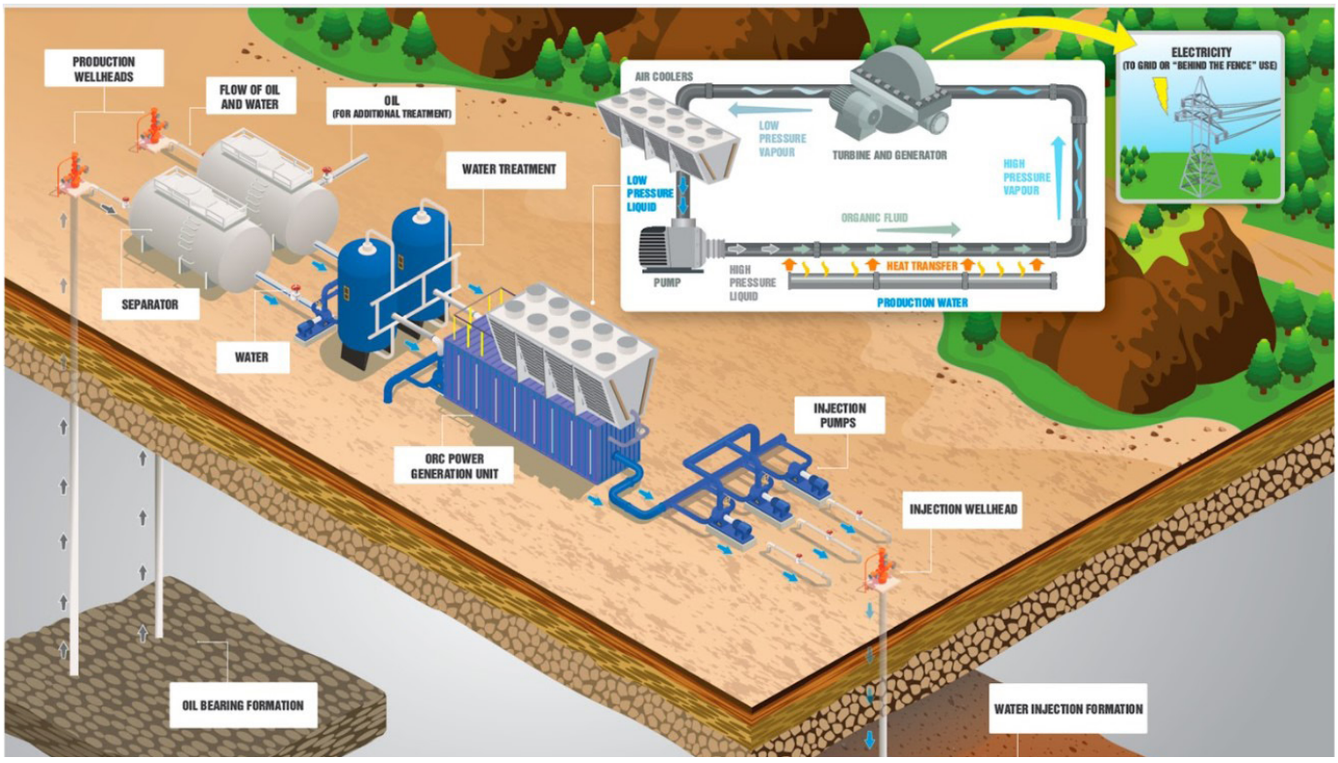


Figura 1: *Unidad de generación de energía (ORC). Flujo de agua (flechas azules), flujo de calor (flechas naranjas), cambio de fase del fluido de trabajo (líneas verdes claras), fluidos producidos (flechas grises). Tomada de: Parex Resources, Céspedes et al., (2022).*

En su desarrollo se seleccionaron dos campos petroleros, OFB y OFA. Estos presentan condiciones climáticas similares y están separados por una distancia de 149 km, allí, se recopilaron datos durante un periodo de un mes. La estimación del potencial de producción de energía geotérmica, se realizó mediante el uso de un sistema de generación de energía por ciclo Rankine orgánico (ORC), en el cual la producción de vapor, se logra mediante un ciclo cerrado que utiliza intercambiadores de calor para transferir la energía térmica de las aguas producidas, a un fluido de trabajo de bajo punto de ebullición. La presión obtenida de este vapor se utiliza para impulsar una turbina y un generador produciendo así energía eléctrica (Fig 1).

Considerando una eficiencia termodinámica del ORC en 9%, se obtuvieron valores de producción entre 50 y 70 kWe para el campo OFB y entre 180 y 200 kWe para el campo OFA. La mayor producción se obtuvo en horas de la noche debido a las bajas temperaturas ambientales, las cuales alcanzaron un mínimo de aproximadamente 23 °C entre las 22:00h y las 5:00h. En contraste, la menor producción se obtuvo entre las 10:00h y las 17:00h con temperaturas máximas de 30 °C, esto se debe a la influencia de la temperatura ambiente en la condensación del fluido de trabajo (comúnmente un refrigerante o un hidrocarburo) (Feng et al., 2015).

En el campo OFB, la temperatura superficial del flujo puede alcanzar hasta 98 °C, mientras que en el campo OFA alcanza los 104 °C; alcanzando el umbral para la generación eléctrica mediante los sistemas ORC, mostrando una relación directa entre la producción y la temperatura (Fig 2).

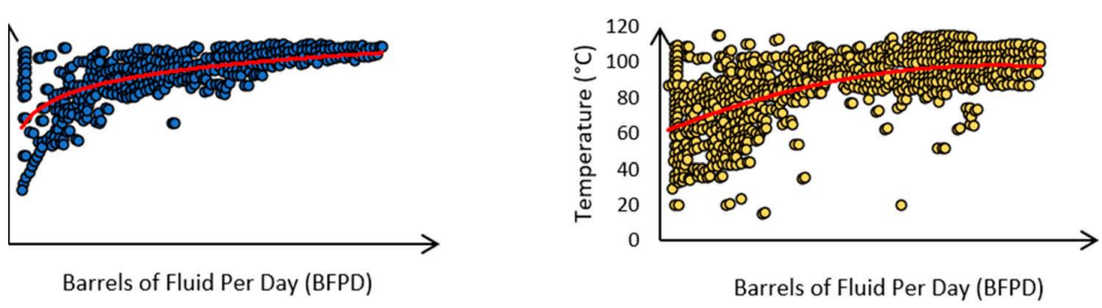


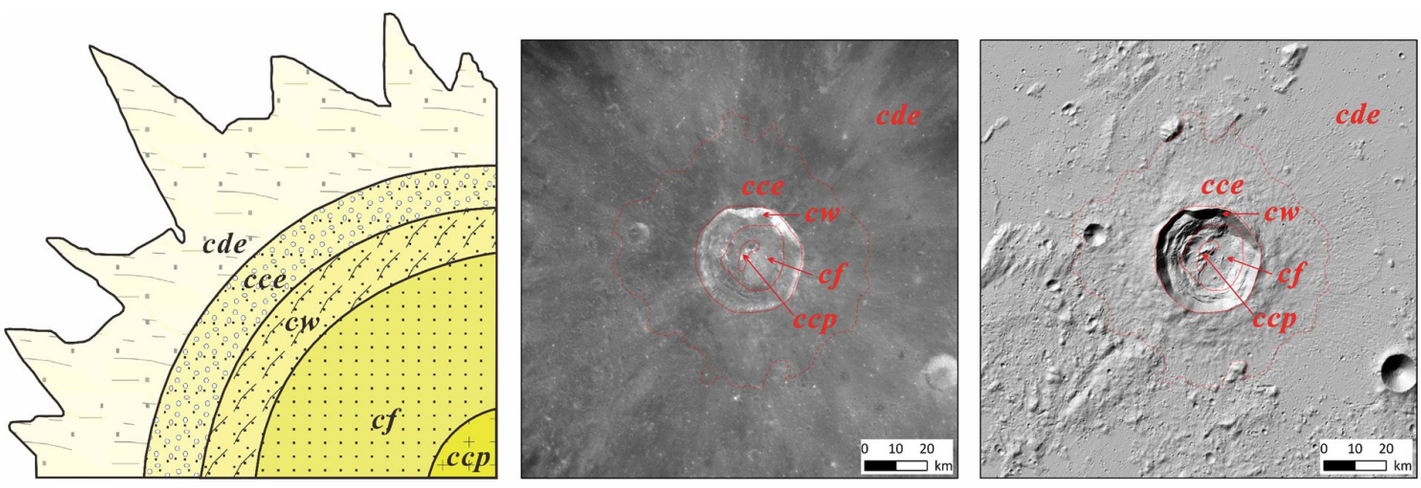
Figura 2: *Medición de Magnitud del flujo de agua vs temperaturas del agua* ***(a)*** *OFA y* ***(b)*** *OFB.*

Por otra parte, el cálculo de la huella de carbono se realizó mediante el análisis de ciclo de vida (LCA). Sus resultados demuestran que la etapa del tratamiento de gases, es el proceso que produce el mayor impacto en la intensidad de las emisiones derivadas de la producción de energía, las cuales se estimaron para el campo OFA en 260 toneladas de CO2eq/kWh, y para el OFB, en 185 toneladas de CO2eq/kWh. En la implementación de la cogeneración con la energía geotérmica, estos valores podrían disminuir en un 19% y 11% respectivamente; representando así una ventaja en la búsqueda de la descarbonización de las actividades de la industria de los hidrocarburos al tiempo que se satisfacen las necesidades energéticas del país.

Oil Field	Energy Production from Non-Renewable Resources (Tons CO_{2eq}/kWh)	Geothermal Energy Co-Generation System (Tons CO_{2eq}/kWh)	Percentage Reduction in Carbon Footprint (%)
OFA	260	212	19
OFB	185	165	11

Figura 3: *Toneladas de CO2 equivalentes por kWh generado*

MAPA GEOLÓGICO DE LA LUNA A ESCALA 1:2.500.000.



cde: Crater discontinuous ejecta; ***cce***: Crater continuous ejecta; ***cw***: Crater wall; ***cf***: Crater floor; ***ccp***: Crater central peak.

Figura 4: *Izquierda: Diagrama esquemático de la clasificación y distribución del material del cráter (sin escala). Centro y derecha: facies de material de cráter (cráter Kepler). Tomada de Ji et al., (2022).*

El Centro de Ciencias Lunares y Planetarias de la Academia China de Ciencias, publicó el mapa geológico del satélite a una escala de 1:2.500.000, ampliando así el nivel de detalle y con ello el número de cráteres cartografiados a 12.341, de los cuales 7548 muestran su composición y 4793 se marcaron con formas circulares.

En la cartografía de las unidades geológicas, se utilizaron como insumo principal los datos y productos del Programa de Exploración Lunar de China (CLEP), complementados con información procedente de misiones de exploración internacionales. En su desarrollo se subdividió el total de la superficie lunar en 30 cuadrángulos, los cuales se cartografiaron de manera individual bajo los mismos estándares y esquemas de unidades, variando el uso de diferentes proyecciones cartográficas dependiendo del rango latitudinal; logrando así cartografiar 6153 cráteres de impacto datados y 1395 no datados, representados en cinco facies: discontinuous ejecta, continuous ejecta, wall, floor y central peak (Fig 4).

Mediante el uso de datos morfológicos de alta resolución, presenta la clasificación de 81 cuencas de impacto. Estas estructuras primarias tuvieron origen hace 4,3-3,8 Ga, y comprenden 24 proto-cuencas, 31 peak-ring, 25 multiring y la super cuenca South Pole-Aitken (SPA). A partir de edades isotópicas y distribuciones cráter size-frequency, se le asigna a 49 de estas la edad aitkeniana, 25 nectarianas y 7 de edad imbriana. En su estratigrafía se establecen 6 unidades geológicas: central peak, peak-ring, basin-floor, basin-wall, basin-rim y basin-ejecta, las cuales cubren cerca del 70% de la superficie lunar. Algunas basin-ejecta representan el equivalente a los puntos estratigráficos globales estándar (GSSP), siendo dichos puntos la Formación Das de la cuenca Spa, la Formación Janssen de la cuenca Nectaris, Formación Fra Mauro de la cuenca Imbrium y la Formación Hevelius de la cuenca Orientale.

En cuanto a las litologías propias, se presentan 17 tipos de rocas distribuidas en tres grupos: 5 tipos de basaltos mare, 7 tipos de rocas non-mare y 5 afloramientos especiales (Fig 5-a). Por otra parte, se presentan 14 tipos de estructuras geológicas clasificadas a partir de su origen en endógenas y exógenas, las cuales a su vez se clasifican según su geometría en lineales y circulares, para un total de 24.214 (Fig 5-b).

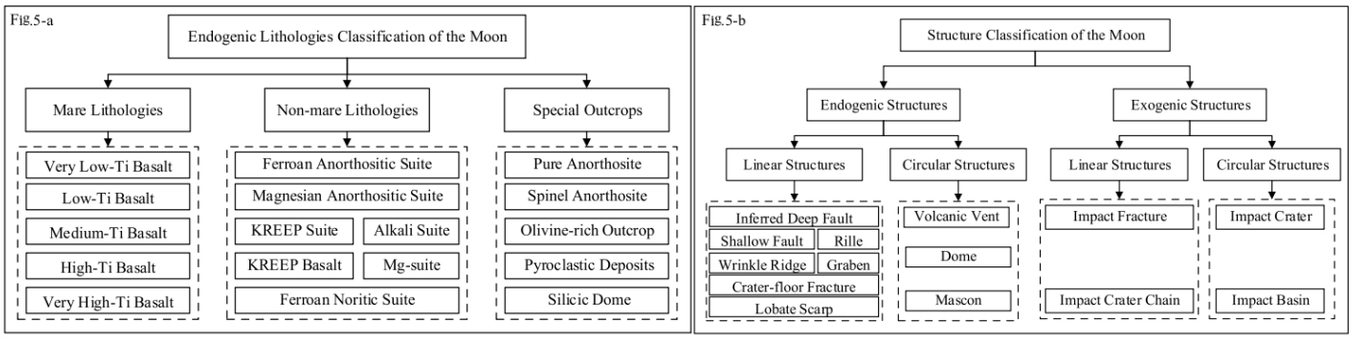


Figura 5: *Clasificación de las litologías endógenas lunares* ***(a)*** *Clasificación de estructuras lunares* ***(b)*** *Tomada de Ji et al., (2022).*

Por su parte, la historia geológica de la Luna está dividida en tres eones: Eolunarian, Paleolunarian y Neolunarian, determinados a partir de los procesos presentes dominantes, ya sean exógenos o endógenos. En primer lugar, se presentó solidificación magmática, seguida de un evento de transición que dio origen a la cuenca de impacto SPA, posteriormente tanto los impactos de meteoritos como la actividad ígnea, estuvieron presentes sin distinción de prevalencia; dicha actividad empezó a decrecer hasta la última fase donde los cráteres de impacto son más significativos.

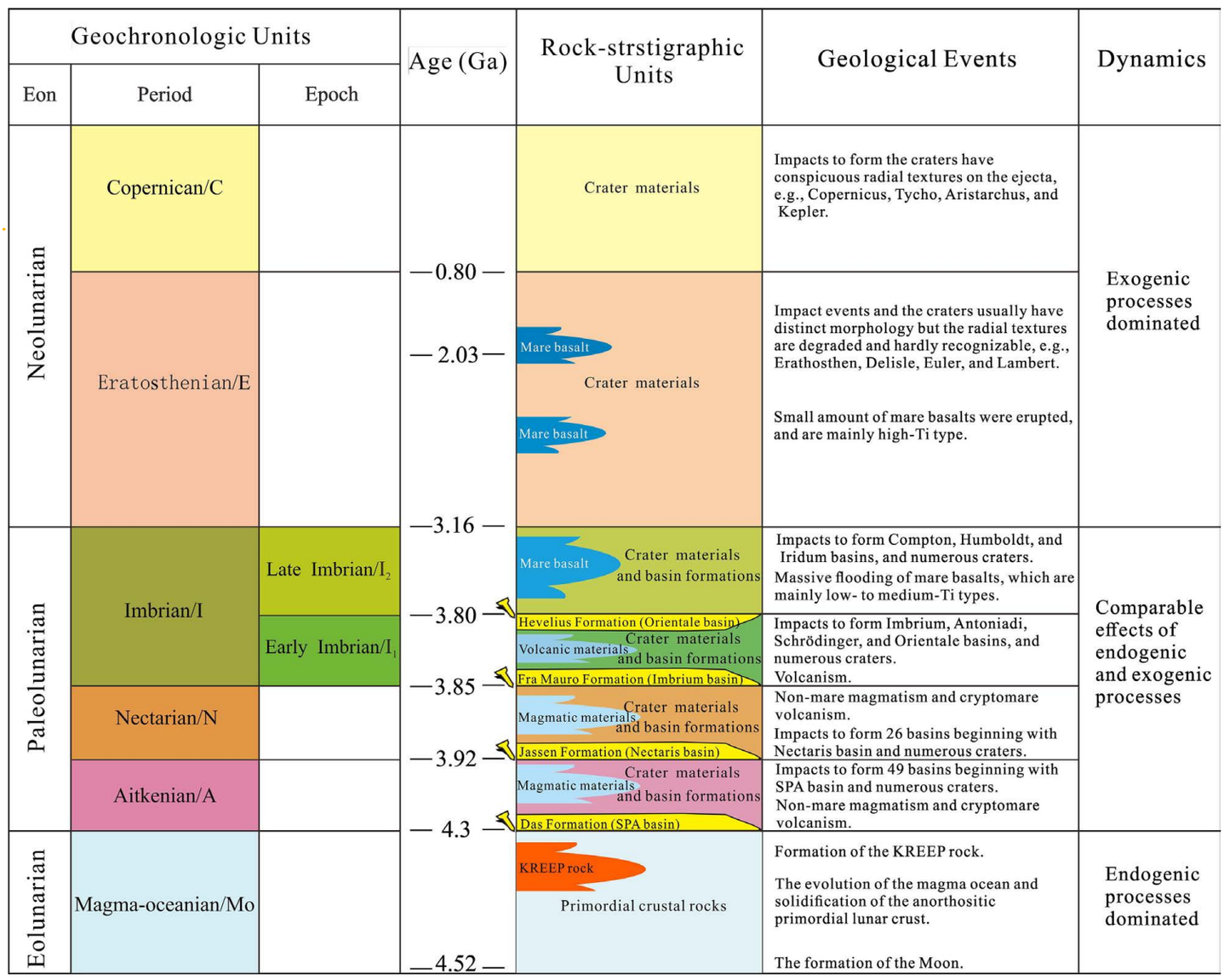


Figura 6: *Escala de tiempo actualizada (perspectiva de la evolución dinámica). Tomada de (Ji et al., 2022).*

PRODUCCIÓN DE AGUA DULCE A PARTIR DE LA **DESHUMIDIFICACIÓN DEL AIRE UTILIZANDO UN NUEVO MATERIAL SOPORTADO BASADO EN SIO2 Y ENERGÍA SOLAR: ESTUDIO DE CASO DE COLOMBIA.**

La falta de agua es un problema que con el paso del tiempo va aumentando y se va haciendo cada vez más notable, especialmente en las poblaciones más vulnerables que no cuentan con servicios públicos, sistema de agua potable, acueducto y alcantarillado, entre otros servicios esenciales derivados del recurso hídrico y por esto tienen más problemas de salud, desarrollo social y economía.

Colombia es uno de los países afectados por la escasez; según el Departamento Nacional de Estadística las regiones de Guainía, Amazonas, Magdalena, Chocó y La Guajira tienen muy poco acceso a agua potable. En consecuencia, son necesarios nuevos estudios, prácticas y tecnologías que ofrezcan soluciones para que las poblaciones tengan un recurso tan esencial para la vida como lo es el agua.

Dentro de estas prácticas está la deshumidificación, proceso para extraer el vapor de agua contenida en el aire o también llamado humedad. Existen diferentes formas de remover la humedad del aire, estas son:

- Deshumidificación por enfriamiento.
- Deshumidificación por incremento de presión.
- Deshumidificación por secantes o industriales.

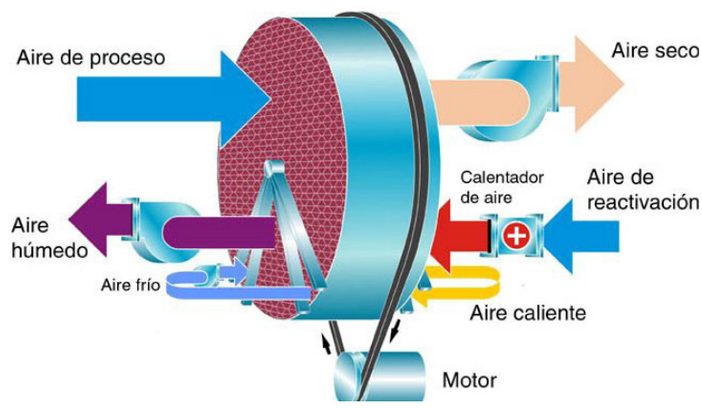


Figura 7: *Modelo de deshumidificador Industrial. Tomada de («Principios de adsorción de la rueda desecante de los deshumidificadores», 2021).*

En un reciente estudio realizado por investigadores colombianos y extranjeros, se analizó un proceso de deshumidificación industrial, el cual consiste en combinar la producción de agua dulce con sorción/desorción que se lleva a cabo en un dispositivo simple empleando energía solar como fuente de electricidad; proceso que se ve como una alternativa prometedora para la producción de agua potable de forma sostenible y renovable.

El estudio fue realizado en dos zonas de Colombia: Santafé de Antioquia y el Desierto de la Tatacoa. Se utilizó como material absorbente una base de óxido de silicio(SiO_2) con cloruro de calcio al 30% (SC30), para aumentar la cantidad de agua absorbida durante la noche y facilitar el proceso de desorción durante el día utilizando la energía solar.

Durante las pruebas realizadas al dispositivo diseñado, se comprobó que es altamente eficiente en el laboratorio y fuera de él (en campo), no se ve disminuida su eficiencia sino a lo largo de 10 ciclos de sorción y desorción.

Dentro de los resultados del estudio, se encontró que el material SC30 tiene una alta capacidad en sinergia con el dispositivo diseñado para producir agua a partir de deshumidificación del agua. La eficiencia (agua condensada/agua absorbida) fue de 67% en Santa Fe de Antioquia y de 62,8% en el Desierto de la Tatacoa. Esto se da por la diferencia de la velocidad del viento y la humedad relativa, pues la sorción es menor cuando la velocidad del aire es baja porque hay menos flujo de aire en la cámara de sorción.

Adicionalmente, el material SC30 permitió la sorción de agua bajo un amplio rango de humedad relativa y temperatura.

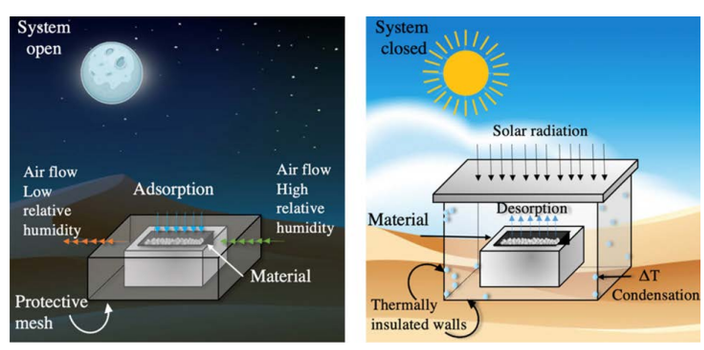


Figura 8: *Etapa de sorción nocturna (baja temperatura y alta humedad relativa) - Etapa de desorción (alta radiación solar). Tomada de Galeano-Caro et al., (2022).*

Finalmente, las pruebas realizadas en el desierto de la Tatacoa muestran que la sinergia dispositivo/material, es muy efectiva incluso en condiciones de velocidad mínima del viento en la fase de absorción. El material SC30 abre así un panorama alentador para Colombia y los departamentos donde se puede dar la producción de agua dulce en condiciones semidesérticas, utilizando únicamente energía solar.

A C T U A L I D A D A C G G P

Si quieres ser uno de nuestros Geólogos visitantes, regístrate haciendo clic aquí:

https://www.acggp.org/el-geologo-visitante/

O si te interesa que uno de nuestros Geólogos te visite, haz clic en el enlace en la pestaña agendar visita.

https://www.acggp.org/el-geologo-visitante/

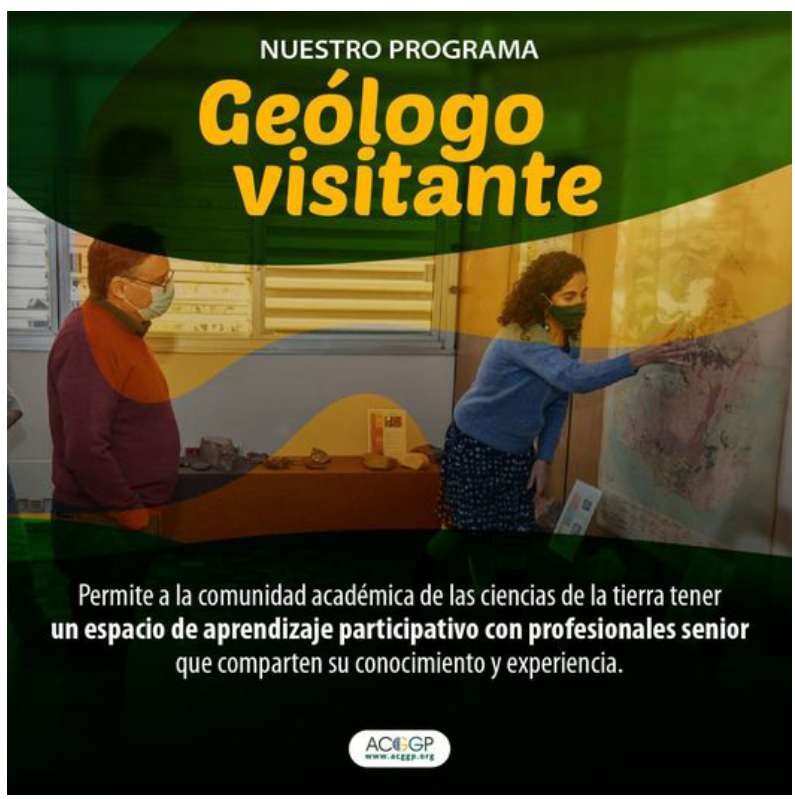


Figura 9: *Tomada del portal ACGGP.*

Nuevo podcast disponible: 'Me saca la piedra'. Un espacio de geocuriosidades producido por nuestra Asociación y Hur4ce.

Figura 10: *Podcast 'Me saca la piedra'.*

LITOTECA NACIONAL

Figura 11: *Tomada del portal AAPG.*

La litoteca Nacional, administrada por el Servicio Geológico Colombiano, tiene la función de recibir, conservar, integrar, almacenar y manejar todas las muestras geológicas del subsuelo colombiano.
Si quieres acceder a la información completa, ingresa al sitio web de la AAPG o haz clic **aquí** para conocer todos los detalles.

CONFERENCIA VIRTUAL DE ESTUDIANTES SEG, AMÉRICA LATINA

Figura 12: *Tomada de SEG América Latina.*

3ª Conferencia Virtual de Estudiantes de SEG América Latina, un evento gratuito organizado por el Comité Asesor Regional de SEG América Latina, el cual se llevará a cabo los días 13 y 14 de octubre del 2022.

Para más información:

https://go.seg.org/3uzjr8w

PERFIL DE LOS AUTORES

NÉSTOR FERNEY ABAUNZA

Geólogo e Ingeniero Ambiental en formación de la Universidad de Caldas y la Universidad de Antioquia respectivamente. Actualmente se encuentra vinculado a la Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo (ACGGP) en calidad de pasante.

FELIPE DE LEÓN

Estudiante de último semestre de Ingeniería Ambiental y Sanitaria en la Universidad del Magdalena. Está realizando su práctica en la Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo (ACGGP) en el desarrollo de un proyecto que vincula la Geología, la energía renovable y la difusión del conocimiento para favorecer a comunidades agrícolas de Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

Céspedes, S., Cano, N. A., Foo, G., Jaramillo, D., Martinez, D., Gutiérrez, M., Pataquiba, J., Rojas, J., Cortés, F. B., & Franco, C. A. (2022). Technical and Environmental Feasibility Study of the Co-Production of Crude Oil and Electrical Energy from Geothermal Resources: First Field Trial in Colombia. Processes, 10(3), 568. https://doi.org/10.3390/pr10030568

Feng, Y., Hung, T., Greg, K., Zhang, Y., Li, B., & Yang, J. (2015). Thermoeconomic comparison between pure and mixture working fluids of organic Rankine cycles (ORCs) for low temperature waste heat recovery. https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2015.09.042

Galeano-Caro, D., Ríos, A. A., Chejne, F., Moreno-Castilla, C., Pérez-Cadenas, A., Carrasco-Marín, F., Maya, J. C., Gómez, C. A., Franco, C. A., & Cortés, F. B. (2022). Freshwater production from air dehumidification using novel SiO2-based supported material and solar energy: Colombia case study. Energy Reports, 8, 3115-3126. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.02.010

Ji, J., Guo, D., Liu, J., Chen, S., Ling, Z., Ding, X., Han, K., Chen, J., Cheng, W., Zhu, K., Liu, J., Wang, J., Chen, J., & Ouyang, Z. (2022). The 1:2,500,000-scale geologic map of the global Moon. Science Bulletin. https://doi.org/10.1016/j.scib.2022.05.021

Junrong, L., Rongqiang, L., & Zhi-xue, S. (2015). Exploitation and Utilization Technology of Geothermal Resources in Oil Fields. https://www.semanticscholar.org/paper/Exploitation-and-Utilization-Technology-of-in-Oil-Junrong-Rongqiang/479fccb5e4d97f21a555b70696afbc2698b313bf

Principios de adsorción de la rueda desecante de los deshumidificadores. (2021, febrero 23). Deshumidificadores H2O Tek. https://deshumidificador.mx/tips-y-noticias/principios-de-adsorcion-de-la-rueda-desecante-de-los-deshumidificadores/

Salazar, S. S., Muñoz, Y., & Ospino, A. (2017). Analysis of geothermal energy as an alternative source for electricity in Colombia. Geothermal Energy, 5(1), 27. https://doi.org/10.1186/s40517-017-0084-x