

Baterías costeras basadas en micro reactores como la décima (# 10) alternativa en energías renovables para la disminución de la huella de carbono en la región caribe colombiana

Freddy Goyeneche L.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2554-7382>. Licenciado en Biología y Química y Especialista en Gestión de Laboratorios, Egresado de la Universidad del Atlántico y del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; Instructor/docente Regional Atlántico Centro Nacional Colombo Alemán CNCA, Programas Especiales, Líder del Semillero Sipa adscrito a SENNOVA e-mail: fgoyenechel@misena.edu.co

Resumen - Se consideran energías renovables aquellas que se obtienen de fuentes naturales inagotables y generan corriente eléctrica sin contribuir al cambio climático. Estas energías deben ser “limpias y competitivas” diferenciándose de los combustibles fósiles derivados del petróleo por su multi pluralidad, abundancia o potencial de aprovechamiento en cualquier parte del mundo, pero sobre todo por no producir gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes de dióxido de carbono (CO₂) causantes del calentamiento global. Además, sus bajos costos de operación se transforman a una forma sostenible y de fácil acceso.

Las energías renovables van en aumento, según las estadísticas aportadas anualmente por la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la participación de las energías renovables en el suministro eléctrico global pasará del 26% en 2018 al 44% en 2040, y proporcionarán 2/3 de la demanda eléctrica registrado en ese tiempo, principalmente a través de tecnologías normalmente conocidas como eólica (viento) y fotovoltaica (solar). Las energías limpias son fundamentales para luchar contra el cambio climático y limitar sus efectos destructores. El 2019 fue el segundo año más cálido desde que existen registros, por detrás de 2016. La temperatura media de los últimos cinco años ha sido aproximadamente 1,2 grados centígrados °C superior al nivel preindustrial, según el servicio de cambio climático de Copernicus (C3S). El objetivo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) es lograr el acceso universal a la electricidad en 2030, y en paralelo unos 860 millones de personas en el planeta carecen todavía de acceso a la electricidad (2018), lo que requiere un amplio esfuerzo adicional en el despliegue de las energías limpias.

Por tal motivo, es imprescindible entrar en esta carrera hacia la búsqueda de nuevas y novedosas alternativas en la implementación de energías no convencionales con un menor grado de contaminación, con el propósito de contribuir a mitigar o disminuir el cambio climático a través de Baterías costeras basadas en micro reactores como la décima (# 10) alternativa en energías renovables para la disminución de la huella de carbono en la Región del Caribe Colombiano.

Palabras clave: energía, formación, investigación, metal

I. INTRODUCCIÓN

Coloquialmente el termino baterías de costa se acuñaba para unidades militares que se situaban a la orilla del mar y su propósito principal era defender un sitio o ubicación frente a los ataques de ejércitos enemigos. Del anterior concepto y justificado en el preámbulo introductorio del presente proyecto de investigación formativa y aplicada, surgió la idea en la necesidad de fabricar “Baterías Costeras” basadas en micro reactores para el uso de energías limpias en la reducción de la huella de carbono para la región caribe colombiana, con el objetivo de usarlas e implementarlas en zonas como (malecones, desembocaduras de ríos, puertos, bahías, playas, municipios y zonas en difícil acceso que no cuentan con corriente eléctrica).

La media de CO₂ generada por un colombiano promedio es de aproximadamente 4 toneladas al año. Para compensar la emisión de estos gases, se calcula que habría que plantar por lo menos 1 o 2 árboles por persona, ya que cada uno sería capaz de capturar 4 toneladas de CO₂ en el mismo periodo de tiempo.

Entre las energías convencionales tenemos la siguiente clasificación:

1. **Energía eólica:** la energía que se obtiene del viento.
2. **Energía solar:** la energía que se obtiene del sol. Las principales tecnologías alternativas actualmente son la solar fotovoltaica (aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (aprovecha el calor del sol).
3. **Energía hidráulica o hidroeléctrica:** la energía que se obtiene de los ríos y corrientes de agua dulce (según interpretación – esta tecnología está siendo evaluada y generadores de gas metano (CH₄), producto del represamiento por la descomposición

vegetal, que convierte la energía potencial del agua acumulada a cinética en caída libre).

4. **Biomasa- biogás:** extraída de la materia orgánica que compone los seres vivos.

5. **Energía geotérmica:** el calor almacenado en el fondo de nuestro planeta.

6. **Energía mareomotriz:** obtenida de las mareas del océano.

7. **Energía undimotriz u ola motriz:** proveniente de las olas del mar.

8. **Bioetanol:** combustible para la locomoción sintetizado por medio de la fermentación como productos vegetales.

9. **Biodiésel:** combustible orgánico obtenido de aceites extraídos de planta, sirve para la automoción.

Por lo anterior, partimos a dar solución a la necesidad de buscar nuevas formas o alternativas diversas a través de fuentes o tecnologías que generen energías limpias diferentes a las ya existentes, que nos permitan cubrir la demanda local y global actual de dicho requerimiento, partiendo desde la siguiente pregunta problema:

¿Qué iniciativa que involucre el uso de energías limpias se podría implementar para la reducción de la huella de carbono en la región caribe colombiana?

II. PROCEDIMIENTO METODOLOGICO

Nuestra investigación parte desde una metodología experimental, bajo el marco normativo colombiano del decreto 829 del 2020 y la ley 2099 del 2021, que buscan brindar incentivos para una transición energética del país, basados en el estudio y aplicación de una décima (#10) alternativa en energía renovable, en este caso independiente que se suma a las anteriormente descritas y cuya tecnología está basada en micro reactores de energía limpia denominados genéricamente como “Baterías Costeras Ecológicas”, usando la “energía química” del agua de mar o salina, gracias a su ciclo hidrológico natural o mineral, a diferencia de las pilas o baterías tradicionales de litio.

El agua salada es conocida como una mezcla o solución (soluto + solvente) que forma nuestros mares, ejemplo el océano atlántico, el mar caribe o pacífico que rodea nuestra geografía. Es salada por la alta concentración de minerales de Sodio (Na⁺), Cloro (Cl⁻).

) Magnesio (Mg⁺⁺), Calcio(Ca⁺⁺) entre otras más, contiene en su totalidad un 3,5 %, * 1000 gramos de la disolución, en otras palabras hay 35 gramos de sales disueltas por cada litro, y la densidad promedio del agua de mar en la superficie es de aproximadamente 1,025 g/ml, siendo más densa que el agua dulce y el agua potable.

A mayor concentración en minerales, menor es su punto de enfriamiento, debido a esto el agua del mar se congela bajo los -2 °C. Los océanos contienen un 97,25 % del total de agua que compone la hidrosfera de nuestro planeta.



Figura No. 1: Materiales y reactivos utilizados para la fabricación del prototipo de baterías costeras basados en micro reactores de energías renovables. Fuente: propia

Como se observa en la figura 1, el elemento conductor que se utiliza para el desarrollo inicial de este prototipo es el Cobre. El cobre de fórmula química (Cu⁺⁺) es el metal más reciclado, buena parte de la demanda de este material se cubre a través del reciclaje.

El protagonismo del cobre para la industria y la vida cotidiana supone una gran ventaja desde el reciclado como chatarra que permite producir productos semielaborados como por ejemplo tubos de cobre, laminas e hilo, etc., por ser un material semiconductor y maleable, para su posterior uso en sectores tecnológicos de la energía, la salud y de la construcción.

El cobre es 99% reciclable, por lo general no pierde sus características fisicoquímicas. El rendimiento energético que produce este metal es muy importante en comparación con otros y en contraposición a su mayor grado de oxidación. El proceso logístico para la extracción minera, el transporte, su fundición y/o refinación del (Cu), favorece a la no emisión de grandes toneladas de CO₂ convirtiéndose en fuente valiosas para el resguardo de gas y carbón, beneficiando a los sistemas acuáticos, terrestres y aéreos de nuestros ecosistemas. Según la Copper Development Association, un 12% del cobre mundial

ha sido explotado a lo largo de la historia, cuya cantidad estimada indica que la variación del 80% todavía circula en el comercio.

Es poco probable que el Cu se agote: aunque la extracción disminuya, continuará circulando al poder reciclarse por completo. En países como Colombia actualmente hay empresas que cuentan con posibles proyectos para la exploración y explotación del metal en la cordillera de los Andes, claro está que esto solo sería probable aun mediano plazo bajo los estudios previos de aprobación y autorizaciones por parte de la Agencia de Licencias Ambientales ANLA.

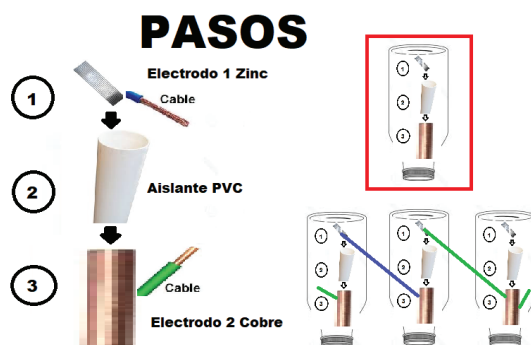


Figura No. 2: Montaje eléctrico para la fabricación del prototipo inicial de batería costera basada en micro reactores de energía renovables. Fuente: propia

Como se observa en la figura 2, se muestra de forma didáctica el montaje para el diseño del prototipo desde la estructura del cableado y su organización secuencial por donde serán redirigidos los electrones o corriente eléctrica (voltios) generados por la reacción entre el agua de mar con los electrodos positivo y negativo del circuito dentro del micro reactor en la batería.

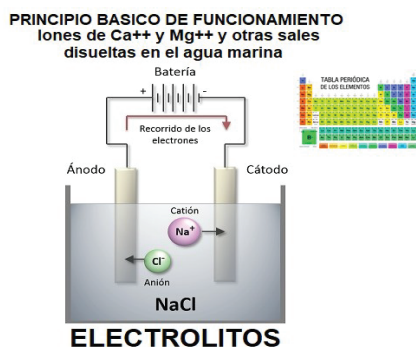


Figura No. 3: Fig. 3. Explicación del funcionamiento y operación básica del dispositivo. Fuente: internet

Como se observa en la figura 3, se explica el principio básico fisicoquímico del funcionamiento del dispositivo, donde los iones de Cloro (Cl^-) y Sodio (Na^+) interactúan con los polos positivo y negativo del ánodo de Cobre (Cu^{++}) y el cátodo de Hierro (Fe^{+++}) con una capa de galvanizado de Zinc (Zn) para generar electricidad. La reacción anteriormente descrita, desde la concepción práctica, basados en el término de “contaminación cero” es difícil de alcanzar a un 100%, debido que el residuo o el sub producto generado de Cloruro de Cobre (CuCl_2) o de Hierro (FeCl_3) en solución acuosa con una concentración media de metales pesados, debe ser pasado a un tratamiento posterior. (Ley N°19300 "Bases Generales del Medio Ambiente").

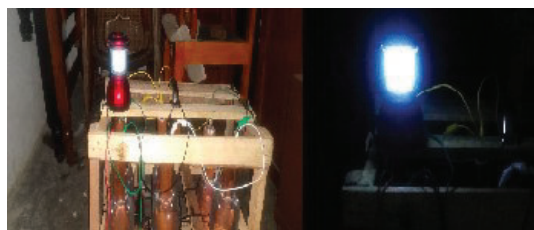


Figura No. 4: Detalle en la demostración de la implementación y pruebas del dispositivo. Fuente: propia

Como se observa en la figura 4, se demuestra el funcionamiento del prototipo de batería costera basado en micro reactores de energías renovables para la disminución de la huella de carbono en la región caribe colombiana, por medio de una lámpara de 12 led de consumo energético de 1.5 voltios cada uno y capaz de iluminar un cuarto u habitación de aproximado de 30 metros cúbicos para su iluminación, producto de la interacción iónica entre las sales disueltas del agua de mar o salina con el ánodo del cobre y cátodo del hierro galvanizado.

Partiendo desde un nuevo concepto de “Ciencia Productiva” que integre a la comunidad científica, académica y empresarial en el desarrollo e innovación de nuevas tecnologías que dinamicen la empleabilidad laboral de sus conciudadanos, no solo desde un punto de vista investigativo, si no desde la generación de ingresos económicos a sus pobladores y de los beneficios tangibles que estos puedan obtener, como lo es el acceso a la información vía internet gracias a la alimentación eléctrica para sus dispositivos móviles como computadores, tables o celulares, por lo cual este proyecto fue inspirado en una película de ciencia ficción.



Figura No. 5: Foto alusiva, inspirada en la película Iron Man, para la fabricación del prototipo de batería costera basado en micro reactores de energía renovable. Fuente: internet

En el marco del Programa Fortalecimiento Atlántico, nace FOCUS 2.0 como una estrategia de innovación abierta para solucionar retos empresariales en el departamento con el apoyo del Sistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SRCTeI), la cual busca ideas en la ciudadanía que permitan no solo a sus municipios, sino también a toda la región caribe, el visionarse y fortalecerse como piedra angular desde la mirada de un territorio inteligente y sostenible, bajo la correcta planeación y competitividad a 2035.

El calentamiento global o cambio climático, es una realidad que afecta a todos los seres vivos del planeta, diariamente los seres humanos y organizaciones utilizan de manera desmedida algún tipo de recurso como el hídrico, el energético, logísticos o de transporte, entre otros, sin tener en cuenta la cantidad de emisiones contaminantes que se originan a partir de estas actividades y aun de las más complejas como el fabricar o producir a gran escala muchos de los productos que hoy utilizamos.

Todas estas actividades van dejando a su paso una marca que se conoce como la huella de carbono o la huella hídrica, caso de la primera interpretada como la cantidad de gases emitidos que causan el famoso efecto invernadero, relevantes al cambio climático y asociadas a los sistemas de producción de las empresas y al consumo por parte de los seres humanos.

Es importante mencionar que la neutralidad del carbono se presenta al expulsar dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera de la misma manera que esta debe ser extraída. Se distinguen diferentes maneras de lograr este equilibrio, por ejemplo, producir menos CO_2 , para que las plantas que realizan funciones catalizadoras del carbono a través de la fotosíntesis, lo transforman en oxígeno y así ayudar a reducir dichas emisiones.

También se puede reducir estos gases por medio de la neutralidad del carbono a través de la llamada “compensación de carbono”, que consiste en equilibrar las emisiones emitidas en un sector determinado mediante la reducción de CO_2 en otro lugar. Esto puede lograrse a través de la generación de alternativas como la eficiencia de la energía y otras tecnologías no contaminantes.

Por lo anterior, es importante que los territorios empiecen a apostarle a la generación de energías a partir de la biomasa, de las radiaciones solares, el viento, las olas del mar, entre otras. Se calcula que energías efectivas pueden minimizar el consumo eléctrico en torres residenciales y de la industria en un aproximado de alrededor el 15%.

En función de lo anterior, se mencionaba que la ciudadanía priorizo como línea estratégica para la competitividad del departamento, la reducción de la huella de carbono. Por tal razón se presentó el reto denominado: Qué iniciativa que involucre el uso de energías limpias se podría implementar para la reducción de la huella de carbono en el departamento del atlántico, del cual con el proyecto de “Baterías Costeras” fuimos ganadores en el año 2021 ocupando el 3° lugar con un premio o incentivo por valor de \$1.000.000 COP, lo cual puede ser consultado vía web.

III. RESULTADOS

Según los datos obtenidos experimentalmente en los ensayos arrojados con el prototipo inicial para el escalamiento a mediano y largo plazo en el uso de baterías costeras basado en micro reactores de energía renovable a través del combustible líquido inagotable como lo es el agua de mar, encontramos los siguientes resultados:

Tabla 1:

DATOS OBTENIDOS	
Rendimiento Agua Marina	Rendimiento Agua Salina (NaCl)
Voltios generados: 2.5 -5 V ($\pm$) 2	Voltios generados: 2.5 -5 V ($\pm$) 2
Tiempo de iluminación promedio: Mayor a 72 Horas	Tiempo de iluminación promedio: Mayor a 72 Horas
N° de Botellas Plásticas * L: 3 - 6 - 9	N° de Botellas Plásticas * L: 3 - 6 - 9
Eficacia / Rendimiento: 70 - 80 %	Eficacia / Rendimiento: 70 - 80 %
Observaciones: para el agua marina el % de sales disueltas * L es de 35 g. La batería es portable con un peso de 10 Kg aproximadamente.	

Como se especifica en la tabla 1, se muestra un rendimiento de aproximadamente 1 voltio (V) producido por cada litro de agua marina, lo cual indica el aumento secuencial del voltaje al incrementar la cantidad de botellas plásticas con capacidad de 1000 mL o cc cada una, utilizadas en la experimentación, arrojando un voltaje final entre 5 - 7.5 voltios (V) por cada 9 litros, teniendo en cuenta la pérdida de corriente por el cableado y cuyo voltaje inicial es suficiente para el cargue de pequeños dispositivos electrónicos e iluminación. Según los resultados generales de los datos obtenidos, se visiona la funcionalidad, viabilidad y el escalamiento a un corto mediano o futuro plazo, por medio de un posible apoyo o patrocinio financiero por parte del sector público y/o privado para la puesta en marcha de equipos portátiles o a gran escala de las tres ideas seleccionados como ganadoras.

Por otro lado, se llega al resultado cualitativo y subjetivo para el caso de las soluciones que aportan y brindan nuevas herramientas y estrategias en contra de la escasez energética y a la crisis climática actual, la importancia sobre la explotación responsable de metales tan importantes como el Cobre (Cu) en Colombia y a nivel mundial, siendo este elemento el principal protagonista del actual desarrollo tecnológico para las energías renovables.

IV. CONCLUSIÓN

En conclusión, según los resultados obtenidos se fabrica el 1° prototipo funcional, viable y escalable a bajo costo con material reciclable, como alternativa para el fortalecimiento de tecnologías verdes que generan un impacto social en la región, disminuyendo en un pequeño porcentaje la huella de carbono en el planeta desde ciénagas salinas, desembocadura de ríos, costas y playas en el departamento del atlántico así como en zonas, caseríos, pueblos o municipios de difícil acceso donde no se cuenta con servicio de energía eléctrica.

Gracias al uso de las "Baterías Costeras basadas en micro reactores de energías renovables" las personas pueden contribuir al ahorro del gasto eléctrico y economizar dinero usándolas como alimentadores de corriente - voltaje para focos, bombillas o lámparas que iluminen sus entornos inmediatos, así como para el cargue de sus pequeños dispositivos móviles electrónicos como celulares, tables o computadores, ayudando a la disminución del CO2 producido por las plantas hidroeléctricas de su ciudad, región o territorio. En la actualidad se ha comprobado que en las plantas de turbinas o represas de agua hidroeléctricas se generan muchas más emisiones de CO2 con una alta contaminación arrojadas al ambiente que el de otras fuentes de carbón o gas.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Agencia internacional de la energía, revista national geographic en su número especial del cambio climático (noviembre de 2015), 10 argumentos a favor de las energías renovables - sostenibilidad para todos.
- [2] Anderson, d.m. and f.m.m. morel, 1978. copper sensitivity of gonyaulax tamarensis. limnol. oceanogr., 23: 283-295.
- [3] Efectos del cobre sobre la salud. Lenntech [30 de abril de 2007].
- [4] Fichas internacionales de seguridad química. Cobre N° CAS 7440-50-8 Archivado el 15 de junio de 2016 en Wayback Machine. [30 de abril de 2007]
- [5] FERGUSSON, J.F., 1990. The heavy Elements. Chemistry, Enviromental Impact and Health Effects. Pergamon Press.
- [6] HARTE, J., C. HOLDEN, R. SCHENEIDER, C. SHIREY, 1991. Toxics A to Z. A guide to everyday pollution hazards. Univ. of California Press.
- [7] Ley N°19300 "Bases Generales del Medio Ambiente".
- [8] Reciclaje de cobre: recuperación y reutilización enviado por alsimet el mié, 05/10/2017 - 07:16

<http://www.alsimet.es/es/noticias/reciclaje-cobre-recuperacion-reutilizacion>

[9] Sharma, v.k. and f.j. millero, 1988b. the oxidation of cu(i) in electrolyte solutions. journal of solution chemistry. 17 (6): 581-599.

[10] Sociedad Nacional Minera de Chile. «Precio Histórico del Cobre». SONAMI.

[11] William F. Smith (1998). Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. Madrid: Editorial Mc Graw Hill. ISBN 84-481-1429-9.

[12] Zika, R.G., 1981. Marine Organic Photochemistry. In: E.K. Duursma and R. Dawson (Editors), Marine Organic Chemistry. Elsevier, Amsterdam, pp. 299-325.