

# DISEÑO DE PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE POZO, POR MEDIO DE OSMOSIS INVERSA, USANDO ENERGIA FOTOVOLTAICA EN LA COMUNIDAD DE POROMANA, MUNICIPIO DE MANAURE

*Autores: Hernán David Fuentes García 21131521879  
Roberth Mauricio Huertas González 21131529346  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.  
Ingeniería Electromecánica  
Universidad Antonio Nariño  
Riohacha, La Guajira  
hfuentes28@hotmail.com  
Rhuertas23@uan.edu.co  
Director  
Alain Valery Buendía Aguirre  
CC.85458611  
alainbuendi@uan.edu.co*

**RESUMEN:** El presente anteproyecto investigativo tiene como objetivo el diseño de una planta desalinizadora de agua de pozo, por medio de osmosis inversa, usando energía fotovoltaica en la Comunidad de Poromana, Municipio de Manaure, buscando con ello brindar una solución óptima al problema del agua en dicha comunidad, la cual viene padeciendo la carencia del preciado líquido. Este anteproyecto de investigación busca dar una posible solución a la necesidad básica de esta comunidad con un sistema de purificación de agua y distribuirla de manera eficiente a la población.

**PALABRAS CLAVE:** Desalinización, agua, ósmosis inversas, energía fotovoltaica

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La energía fotovoltaica ha acompañado a la humanidad desde la aparición del mundo y de las distintas civilizaciones, así lo anuncia el libro bíblico Génesis 1:16 “E hizo Dios las dos grandes lumbreras; la lumbrera mayor para que señorease

en el día, y la lumbrera menor para que señorease en la noche; hizo también las estrellas.”. Secuencialmente, la historia habla del físico e ingeniero griego Arquímedes, quien, utilizando los espejos ustorios y la concentración de los rayos solares, quemó los bajeles romanos al mando de Marcelo, en la Batalla de Siracusa.

Estas citas ponen de manifiesto la utilidad de la energía fotovoltaica en todas las épocas de la sociedad, en la que se hace necesario cambiar de paradigmas en cuanto a la utilización de las energías tradicionales, las cuales están llevando a altos niveles de contaminación y daño en los ecosistemas, en la salud de las personas,

en el desarrollo y crianza de los animales domésticos, que, en su conjunto, sufren las consecuencias del uso indiscriminado de este tipo de energía.

En consonancia con ese principio útil de la energía solar y la gran luminosidad que se registra de manera permanente en el Departamento de La Guajira, lleva a plantear la necesidad de diseñar una planta desalinizadora por medio de osmosis inversa, que utiliza energía fotovoltaica para transformar el agua de los pozos profundos en potable, dulce y usarla en el consumo humano, cría de animales y en riego de cultivos tradicionales que realizan las comunidades wayuu.

En los dos últimos años se podrían contabilizar unos \$50.000 millones destinados a la construcción de pozos, reservorios, molinos y hasta proyectos de desalinización con tecnología de punta. Sin embargo, los indígenas se siguen quejando por la falta de agua, la cual no llega aún a muchas rancherías. Estas inversiones han sido anunciadas y ejecutadas por diferentes entidades, tanto del gobierno nacional, como departamental y municipal (Guerrero, 2018).

El anuncio más reciente fue el del ministro de Agricultura, Juan Guillermo Zuluaga, quien estuvo en este municipio de la Alta Guajira para oficializar un proyecto, a través del cual se construirán 37 pozos con una inversión de \$14.000 millones, en diez municipios de La Guajira y varios de ellos estarán ubicados en Manaure a través de un contrato interadministrativo entre la Agencia de Desarrollo Rural y Findeter (Guerrero, 2018).

La comunidad de Poromana, se encuentra ubicada en el kilómetro 12, en la vía que conduce de Riohacha a Maicao, está compuesta por una población de 65 familia para un total de 325 habitantes, cercana al corregimiento de La Gloria, Municipio de Manaure y sus habitantes pertenecen a la etnia wayuu, tribu nativa del Departamento de La Guajira y que se ha adaptado a las condiciones del desierto; desarrolla en el territorio las actividades de cría de ganado caprino y ovino, pesca, elaboración de artesanías, cultivos de especies nativas como yuca, maíz, frijol, sandía, melón, entre otras, pero solo de manera temporal, es decir cuando hay época de lluvias, con semillas que se reproducen en un tiempo de cuarenta días.

La realidad es que la comunidad viene presentando una intensa escasez del preciado líquido, muy a pesar de encontrarse a corta distancia del mar Caribe, en el norte de Colombia, se debe abastecer de agua de dos pozos artesianos que fueron construidos en la década de los años 50, siendo presidente de la República, Gustavo Rojas Pinilla. La producción de agua de muy mala calidad, conteniendo estos, altos niveles de salinidad; situación que afecta a todo el grupo comunitario, especialmente a niños, adultos mayores y mujeres gestantes que al hacer uso de este tipo de agua sufren múltiples enfermedades como diarrea, dengue hemorrágico, cólera y otras enfermedades gastrointestinales, producto del consumo de aguas no aptas para consumo humano.

Teniendo en cuenta estas carencias se ha establecido como objetivo el diseño de una planta desalinizadora de agua por medio de osmosis inversa, usando energía fotovoltaica en la comunidad para suministrarle agua de calidad que sirva, no solo para su consumo humano sino que tenga aplicación en la realización de cultivos tradicionales en todas las estaciones del año, sino en el abrevadero de las cabras y ovejas que crían de manera permanente en la comunidad y las cuales sirven de sustento y negocio para comercializarlos no solo en el mercado local sino en el vecino país de Venezuela.

Según lo expresa Ortega (2001), “El agua, como recurso natural, es un compuesto químico muy abundante en la naturaleza, y, salvo por su desigual distribución en la superficie terrestre, no presenta problemas de escasez en cuanto a recurso globalmente considerado. Sin embargo a la hora de considerar el agua como recurso directamente utilizable para las diversas facetas de la “actividad humana”, esta “abundancia” se convierte en déficit” (Ortega, 2001, pág. 1).

Continúa Ortega (2001), manifestando que “la propia “actividad humana” contribuye en gran medida a reducir enormemente esa disponibilidad para el uso del agua. Esta reducción de la “disponibilidad” está convirtiendo el agua en un recurso económico de valor creciente.

- El agua ocupa la  $\frac{3}{4}$  partes del planeta

- El 97% del agua disponible se encuentra en océanos y mares. - Solo el 3% restante se puede considerar disponible para el uso humano.

- De este 3%, según diversos estudios, sólo el 13% se puede considerar realmente disponible” (Ortega, 2001, pág. 1).

Cuando el autor se refiere a la disponibilidad de un 3%, este porcentaje corresponde a la porción de agua dulce aprovechable en el globo terráqueo y el restante porcentaje (97%) se concentra en las aguas de mar y espacios de aguas salobres a nivel mundial. Precisamente este es el caso de la comunidad de Poromana, que solo se abastece de agua de pozo artesiano, con un alto grado de salinidad, influenciado este por la cercanía del terreno con el Mar Caribe; presentando la población altas necesidades del preciado líquido y teniendo problemas de salud, especialmente enfermedades gastrointestinales.

Según el Servicio Geológico Colombiano, para el área de la Media Guajira, se presentan valores de salinidad en el rango de 0.089 hasta valores atípicos de 59.8 psu (Practical Salinity Units) con un valor promedio de 1.785 psu. Los valores más altos, ubicados en captaciones sobre la llanura aluvial del río Ranchería. Con respecto a la clasificación de la salinidad del agua de los puntos inventariados en la Media Guajira, la mayoría de los puntos se encuentran en el rango de salobre

(Servicio Geológico Colombiano, 2019), por lo que requiere de la aplicación de la osmosis inversa, por ser el método más adecuado para desalinizar el agua de pozos profundos, que presentan altos contenidos de sal.

Cuando dos fluidos, de distinta densidad, se encuentra separados por una membrana semipermeable existe una diferencia de presión entre ambos, y el fluido menos denso tiene a pasar a través de la membrana hasta equilibrar dicha presión. Este es el fenómeno conocido como Ósmosis. En la industria, esa tendencia natural se fuerza a actuar en sentido inverso en lo que lo haría la naturaleza. Este hecho es el que da el nombre al sistema que al llamamos Ósmosis Inversa (Ortega, 2001).

Esto es lo referente a la osmosis inversa, que es un método de desalación muy utilizado por su coherencia con el medio ambiente y la naturaleza. Adicional a este

proceso técnico, se dan otros procedimientos de nuevas tecnologías, ya que según lo expuesto por un grupo de investigadores de la Universidad de Rice en Houston, Texas, se ha desarrollado una nueva técnica empleando nanomateriales que no sólo reduce significativamente el consumo a la hora de hervir el agua, sino que se puede hacer directamente usando tan sólo energía solar y al margen de la red eléctrica gracias a su diseño modular (ADL ZONE, 2017). Esta nueva técnica puede ser un buen referente para las zonas de escaso recurso hídrico en el Departamento de La Guajira y especialmente en la zona alta

Según los investigadores con este método, el agua fría y caliente están separadas por una fina membrana. El vapor de agua atraviesa la membrana del lado frío al caliente, eliminando en el proceso la sal. Esto usa mucha menos energía que la destilación normal, gracias a que el agua sólo es necesario que esté caliente sin que tenga que hervir (ADL ZONE, 2017). Esta tecnología puede ser una de las plantas que pueden implementarse y llevar el agua dulce a estas comunidades que vienen padeciendo escasez y afectaciones en su calidad de vida

Por su parte el Massachusetts Institute of Technology (MIT), junto a Jain Irrigation Systems, han creado un proyecto que utiliza paneles solares para cargar un banco de baterías. Estas alimentan un sistema que elimina la sal del agua a través de electrodiálisis. Además de la eliminación de la sal que hace que el agua sirva para los cultivos y para beber (El Periodico de la Energía, 2015). Teniendo como aspecto positivo la disponibilidad de terrenos en la comunidad wayuu, es importante aprovechar que ella hace parte de un Resguardo Indígena Wayuu desde 1984 y teniendo en cuenta que la misma viene siendo azotada por la falta de agua y alimentos, el diseño de la planta es una adecuada solución.

Se considera que allí está la mayor aportación del presente trabajo investigativo. Otro factor que debe aprovecharse es la existencia del Internado

Indígena de Aremasain, para iniciar la capacitación de los mismos indígenas para que sean ellos quienes administren y manejen con eficiencia los equipos a la vez que puedan realizar el mantenimiento preventivo y correctivos de los mismos.

Como pregunta de investigación se hace fundamental la siguiente: Analizando toda la serie de necesidades, ¿Qué tan necesaria es el diseño de una planta desalinizadora por medio de osmosis inversa, usando energía fotovoltaica, en la comunidad de Poromana, y su posterior uso en cultivos tradicionales, consumo humano y de animales?

## II. JUSTIFICACIÓN

Desde un punto de vista práctico el trabajo investigativo se lleva a cabo con el objetivo de diseñar una planta desalinizadora del agua de mar y su uso en cultivos tradicionales, para consumo humano y cría de animales en la comunidad de Poromana y de paso combatir la crisis alimentaria en la comunidad. Este es la justificación más importante, porque en realidad las estadísticas en el departamento de La Guajira, sobre la escasez de agua y de muertes de los niños y mujeres gestantes, así como de adultos por consumir agua no potable es la más alta del país.

Desde el punto de vista social esta investigación es necesaria, puesto que se concibe, como una herramienta para la búsqueda del mejoramiento de la situación alimentaria en los niños, mujeres gestantes y en los adultos mayores. Busca proveer los elementos propios que la naturaleza ofrece para contribuir a mejorar las condiciones nutricionales de la población wayuu en el sector analizado. Sobre todo, va a generar toda una serie de beneficios sobre estas comunidades carentes de los servicios fundamentales para mejorar su calidad de vida teniendo en cuenta que estas no son atendidas adecuadamente por el Estado.

Teóricamente, se espera que esta investigación produzca aportes que sirvan como bases científicas para la construcción de nuevas investigaciones sobre las consecuencias de los altos niveles de

desnutrición en la primera etnia del departamento y los métodos científicos que ayuden a proveer de agua potable a la población wayuu.

Metodológicamente permitirá poner en práctica los pasos del proceso científico de la investigación, tomando como base las técnicas que facilita el análisis del proceso como son: la observación, la encuesta y la entrevista que, a través de su experiencia, se obtiene la información necesaria. También servirá como modelo y guía a otras investigaciones realizadas por profesionales.

## III. OBJETIVOS

### A. OBJETIVO GENERAL

Diseño de planta desalinizadora de agua de pozo subterráneo, por medio de osmosis inversa, usando energía fotovoltaica en la comunidad de Poromana, municipio de Manaure, La Guajira, Colombia.

### B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar cuál es el modelo de planta desalinizadora apropiada para la zona, según sus características físicas y climáticas.
- Especificar las necesidades de capacitación para la población en el manejo de las celdas fotovoltaica y su mantenimiento.
- Cuantificar el número de celdas fotovoltaicas que deben instalarse en la comunidad de Poromana para la captación de la energía solar y funcionamiento de la planta desalinizadora en la comunidad, según la población, cultivos y cría de animales.
- Precisar el tamaño óptimo de la planta desalinizadora, de acuerdo con las necesidades de la población de Poromana, en el municipio de Manaure.

## IV. MARCO TEORICO

El marco teórico es el conjunto de teorías y conceptos que dan el soporte a la investigación y circunscribe todo el andamiaje contextual a una realidad específica, es decir centra su eje de acción

en las variables descritas en el planteamiento del problema y en los objetivos que este persigue. En otras palabras, puede definirse este marco como las consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto.

12 Diseño de planta desalinizadora de agua de pozo, por medio de osmosis inversa, usando

energía fotovoltaica en la comunidad de Poromana, municipio de Manabí

## 2.1 Osmosis

La ósmosis es el fenómeno que se produce cuando dos medios con diferente concentración son aislados por un revestimiento semipermeable y el solvente impulsa a través de la membrana del líquido de menor al de mayor concentración hasta igualar las concentraciones. Este proceso se genera de manera directa sin consumo de energía (Costa, 2019).

De acuerdo con el anterior autor, la ósmosis es el mecanismo donde el agua pasa a través de una membrana semipermeable, desde una solución de baja concentración a una más alta.

En otras palabras, si se tiene dos disoluciones de agua y sal separadas por una membrana semipermeable el agua de menor tenor se moverá a la de mayor concentrado, sin gastar energía.

En relación con la cantidad de solvente y soluto, estos medios pueden clasificarse en:

- Hipotónicos: cuando la concentración de sal es menor que la del agua.
- Hipertónico: si el tenor de la sal es mayor con relación a la del agua.
- Isotónico: cuando ambos medios tienen la misma concentración.

La presión del agua ejercida sobre la parte de la membrana donde hay menor concentración, hasta el lugar donde la concentración es mayor se llama presión osmótica. (Costa, 2019).

La ósmosis es un proceso natural y es empleado por los organismos vivos para llevar a cabo una serie de actividades metabólicas

### 2.1.1 Osmosis inversa

Si dos líquidos de diferentes concentraciones, separados por un tegumento semipermeable, existe una presión distinta entre los líquidos, ocurre que el líquido menos denso y el fluido menos denso tiende a pasar a través de la membrana hasta equilibrar dicha presión. Esto es lo que se llama ósmosis. Para el sector industrial este fenómeno se produce de manera contraria y es lo que se conoce como ósmosis inversa (Ortega, 2001). Este es lo referente a osmosis inversa, que es un método de desalación muy utilizado por su coherencia con el medio ambiente y la naturaleza. Es el método de desalación que puede aplicarse con tranquilidad en el medio del departamento de La Guajira, pues al ser el que menos afecta al medio ambiente, tiene aceptación en el frágil ecosistema del territorio de Poromana.

La ósmosis inversa tiene multiplicidad de usos como la desalación de aguas de mar, aguas de desecho industrial, aguas de alcantarilla, en la industria láctea, en la industria vinícola de pozos y corrientes subterráneas. También se emplea para la elaboración cerveza de bajo contenido alcohólico. (Ortega, 2001).

### 2.2 Desalinización

Un paso para dispersar el agua o sal, a partir de agua salada, es un proceso donde se utiliza calor y presión con adición de energía. La desalinización es calificada como un proceso reversible, es decir que, así como se separa el soluto y el solvente, se pueden volver a unir, pues los ingresos y egresos del líquido están en similares condiciones de presión y temperatura, a pesar del calor y/o trabajo aplicados. (Claudio, 2018). En pocas palabras, separar el agua de la sal es lo comúnmente se llama desalación y permite hacer uso de acuíferos superficiales y subterráneos.

Para desalar el agua y extraer los sólidos disueltos de 3500 mg/l, requiere un mínimo 0.7 kWh/m<sup>3</sup>, suponiendo una reversibilidad termodinámica completa. En la práctica, los procesos de desalinización, no son tan reversibles como se

crea. Pues al aplicar calor y presión, pues de salida, se logra un líquido con distinta presión y temperatura, en relación

con el flujo de entrada. En este caso las tecnologías las más eficientes de desalación, requieren el equivalente a 4-5 kWh/m<sup>3</sup>. (Claudio, 2018).

### 2.2.1 Captación de agua

Este procedimiento consiste en recoger y almacenar agua que se origina en diferentes fuentes para ser utilizada en beneficio de las personas, animales o cultivos. Los métodos más usuales para la captación de aguas subterráneas, se usan los métodos los siguientes:

A. Zanjas y drenes

B. Galerías de agua

C. Pozos y Sondeos

D. Sondeos no verticales

E. Pozos híbridos (Vega, 2006).

Como se puede observar, existe una variedad de métodos para obtener aguas de origen subterráneo, pero para el caso que se investiga, se trata de agua extraída de pozos profundos en la comunidad de Promana, en el Municipio de Manaure.

Las fases, para desalar el agua son las siguiente:

Primera: Captación

Contempla los siguientes elementos:

-Pozos/Sondeos verticales: Son conductos realizados con equipos especializados para llegar hasta los acuíferos ubicados a determinadas profundidades de la tierra con el fin de permitir el acceso a ellos y usarlos en actividades en el consumo humano, cultivos o usos agropecuarios. Este sistema es utilizado a campo abierto, donde los flujos de aguas superficiales son pocos o nulos.

-Drenes horizontales: Los drenes horizontales consisten de tubos de PVC, recubiertos con tela sintética, ranurados o con agujeros circulares a

determinadas distancias; estos tubos se introducen en perforaciones practicadas en el terreno con pendiente y longitud establecidas en el diseño (Erosion.com, 1997).

-Tomas mixtas: Son alternativas o combinaciones técnicas que se utilizan para la recolección de agua. Entre ella se pueden citar sondeos verticales, perforaciones horizontales dirigidas (PHD), túneles paralelos a la costa con taladros laterales, zanjas drenantes. (Pulido-Bosch & Rodríguez, 2007)

Según el Ministerio de Sanidad y Política Social de España (2009), se distinguen dos procedimientos básicos de captación:

- Captación cerrada (pozos profundos, pozos playeros, drenes horizontales, cántaras).
- Captación abierta (captación superficial, torres sumergidas, escollera)

La primera captación se refiere a la investigación que se adelanta y corresponde precisamente a pozos profundos, los cuales fueron construidos en la administración del General Gustavo Rojas Pinilla en la década de los años 50, administrados por la empresa PROAGUAS, con sede en el municipio de Uribia y que, al ser desmantelada, quedaron los pozos sin el debido mantenimiento ni con el personal necesario para llevar a cabo esa labor. La captación abierta está dirigida a la recepción del preciado líquido mediante la utilización de recursos hídricos superficiales como escorrentías, arroyos, manantiales, ojos de agua y jagüeyes. Es importante aclarar que la captación de tipo abierto es mucho más económica, porque la inversión es muy poca.

Segunda: Pre-tratamiento

Luego que el agua se encuentra en la planta desaladora, hay que aplicar un tratamiento previo que comprende diferenciados procesos físicos y químicos según la calidad del agua. Por lo general se aplica un coagulante que congrega a los flocos o partículas, que luego son eliminadas en el filtro. Luego se hace un proceso de desinfección. (AEDyR, 2019). Luego, el agua pasa a distintas presiones por una serie de filtración y ultrafiltración donde se elimina el material en

suspensión. Luego el agua es sometida bajo condiciones fisicoquímicas adecuadas y pasa a las membranas semipermeables. Las cuales son muy sensibles a las variaciones en la calidad del agua, las temperaturas, por lo que el diseño de este sistema de tratamiento previo es clave para su funcionamiento de la planta desaladora. (AEDyR, 2019).

Este pretratamiento es necesario pues en él se logra eliminar los elementos que pueden afectar el correcto funcionamiento de la planta y sus accesorios y para cumplir con ese requisito y los procesos con membranas se debe evitar:

- Sólidos que bloqueen y ensucien las membranas
- Degradación de las membranas por oxidación, o alguna otra forma.
- Algunos organismos biológicos que pueden deteriorar las membranas (sites.google.com,2020)

El pretratamiento es importante en el funcionamiento de la puesta en marcha de la planta Osmosis Inversa o cualquier otro tipo que utilice membranas. Los equipos utilizados son costosos e incrementan los costos de instalación y operación. Por lo tanto, se debe evitar que las membranas con metales como el hierro, magnesio, sulfuro de hidrógeno, sólidos en suspensión, material biológico y bacterias (sites.google.com, 2020).

### Tercera fase: Membranas

Tras el paso del agua por las membranas se obtienen dos corrientes diferentes: una de agua desalada y otra de salmuera, que es la misma agua de entrada con una mayor concentración de sales, al estar éstas diluidas en menor cantidad de agua. (AEDyR, 2019).

Adicional a este proceso se debe buscar mecanismos de utilizar estas salmueras para la producción de sal comestible o de uso industrial, pues al verterla en el ambiente o en acuíferos, de cualquier tipo puede afectar el medio biótico.

Las membranas se ensucian muy fácilmente con la operación continuada y necesita un pretratamiento intensivo, que comprende entre otros:

-Clorado para reducir los desechos orgánicos del agua.

-Filtración con arena para reducir la turbidez.

-Acidificación para reducir el pH y limitar la formación de costras.

-Inhibición con poli fosfatos para que no se forme sulfatos de calcio y bario.

-Declorado para eliminar el cloro sobrante.

-Cartuchos para filtrado de partículas de hierro (sites.google.com, 2020).

La clasificación de las membranas se da bajo dos criterios: según la naturaleza y según su estructura. Dentro del criterio de la naturaleza, se encuentra membranas biológicas, no biológicas) y sintéticas, dentro de ellas se encuentra inorgánicas (metálicas o cerámicas), poliméricas, líquidas (de volumen, emulsión) y compuestas (por capas, por inclusión o por mezcla de polímeros) (AEDyR, 2020). Como se puede analizar es muy amplio el compendio de membranas utilizadas para el proceso de desalación de agua salobre.

De acuerdo a su estructura se encuentran las siguientes

- Membranas porosas (o micro porosas): Estructuras porosas con una estrecha distribución de tamaño de poros. Las membranas que se encuadran en este grupo tienen una distribución de diámetros de poro de 0.001mm – 10mm. Se basan en impedir por exclusión el paso a través de la membrana de aquellos contaminantes de mayor tamaño que el mayor diámetro de poro de la membrana, siendo parcialmente rechazadas aquellas sustancias cuyo tamaño está comprendido entre el mayor y el menor de los diámetros del poro (Condorchem Envitech, 2019). Su función es la llevar el agua a un estado de filtración

y ultrafiltración, buscando con ello la máxima eliminación de residuos que puedan afectar la salud de los consumidores del líquido.

- Membranas densas no porosas

Están formadas por una película densa a través de la que las sustancias permeantes son transportadas por difusión bajo un gradiente de presión, concentración o eléctrico. La separación de los diversos componentes de una mezcla depende de su velocidad de transporte relativa dentro de la membrana. (Aguas residuales.info, 2020)

- Membranas simétricas (o isotrópicas): Su sección transversal ofrece una estructura porosa uniforme a lo largo de todo su espesor, no existiendo zonas de mayor densidad en una o ambas caras de la membrana. Las membranas simétricas presentan una elevada permeabilidad al solvente y un bajo rechazo de sales. (Wateractionplan.com, 2015). En este tipo de membrana, los poros o intersticios tienen la misma dimensión, por lo tanto, aquellos elementos que sean de menor tamaño, pueden permear la membrana, por lo que se hace necesario de disponer de otras de menor tamaño.

- Membranas asimétricas (o anisotropías): Están constituidas por una delgada capa, denominada comúnmente piel, donde reside la capacidad selectiva, sobre un sustrato más grueso, muy poroso, que actúa de soporte. A su vez, y dependiendo del proceso de obtención, dicha piel o capa activa, puede tener estructura micro porosa, o por el contrario, no porosa, densa. (Hernández, Tejerina, Arribas, Martínez, & Martínez, 1990).

Con estas membranas asimétricas es posible conseguir espesores de inferiores a 200  $\mu\text{m}$ , que son las medidas de las membranas convencionales y con ellas se obtienen mayores flujos de agua, situación que puede beneficiar a la producción más extensa del líquido y su tratamiento.

#### Cuarta fase: Post-tratamiento

Dado que el sistema de osmosis inversa tiene gran capacidad de eliminación, el agua producto no es apta para el consumo humano, ya que sólo queda un poco de cloruro sódico disuelto. Por este motivo es necesario añadir al agua determinadas sustancias mediante un proceso de remineralización. Los requisitos a cumplir para que un agua sea considerada apta para el consumo humano en Chile vienen en la conocida como “Norma NCH 409/1” también llamada “Norma de calidad del agua potable”, esta norma se comenzó

a aplicar en el 2006 y sigue vigente. Los parámetros que se deben tener en cuenta para una correcta remineralización en una instalación desalinizadora son: Boro <

1.0 mg/l, Trihalometanos  $\leq$  1 mg/l, Sólidos disueltos (STD)  $\leq$  1500 mg/l, pH comprendido entre 6.5 y 8.5, Sodio < 200 mg/l, Conductividad < 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Cloruros  $\leq$  400, Índice de Langelier (LSI) o carácter incrustante del agua  $\pm$  0.5. (Colomina, 2016) Cuando el agua desalinizada se utiliza para consumo humano, el pos tratamiento incluye procesos tales como:

Aireación y mineralización: La aireación es un método para purificar el agua. Mediante un proceso por el cual se lleva al agua a un contacto íntimo con el aire. Con esto se logra aumentar el contenido de oxígeno (Valera, Campanini, & Chirinos, 2012).

Estabilización: La estabilización se encarga de que la calidad se mantenga constante en el suministro y almacenamiento del agua. (ProMinent, 2020)

Desinfección: Consiste en la eliminación de agentes patógenos como bacterias y elementos contaminantes que pueden alterar la calidad del agua para consumo humano

#### 2.3 Energía fotovoltaica

Esta clase de energía transforma la radiación solar en electricidad. Convierte de forma directa la luz solar en electricidad, para ello utiliza una tecnología que se basa en el efecto fotovoltaico. Esta transformación se realiza en los paneles solares. Los módulos están compuestos de unas fotocélulas con unos materiales semiconductores. Los materiales más habituales son compuestos de silicio. Sus aplicaciones La principal aplicación es la producción de electricidad a partir de la radiación solar (Planas, 2020).

Los sistemas fotovoltaicos vienen en una variedad de diseños y tamaños y se pueden establecer sobre casas, edificios, estructuras de hormigón y cemento, así como en la superficie del mar y otras construcciones que permita su anclaje a cualquier superficie donde el sol pueda reflejarse.



Según Planas (2020). Los principales usos de esta tecnología son las siguientes:

- Sistemas integrados en tejados y edificios.
- Colector solar fotovoltaico híbrido. La luz solar pasa a energía térmica y eléctrica.
- Concentrador fotovoltaico. Usan lentes y espejos curvos para enfocar la luz solar en células solares pequeñas.
- Electrificación rural.
- Centrales eléctricas.
- Solar flotante. Ubicada en áreas acuáticas.
- Sistemas independientes. Uso en calculadoras solares.
- En transporte.
- Telecomunicaciones y señalización.
- Aplicaciones de naves espaciales.

Baterías solares: tienen como función la de acumular la energía producida por los paneles fotovoltaicos durante las horas de sol para poderla utilizar en la noche o en días nublados. Su uso suministra una intensidad de corriente superior a la de un panel en funcionamiento.

Este sería el caso si se utilizaran varios aparatos eléctricos en un mismo instante (Solar Energía.net, 2017). Pueden identificarse como acumuladores de la energía lumínica para su uso posterior en labores domésticas, comerciales e industriales y son diseñadas teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada actividad a realizar. Hay dos clases de baterías según su ciclo:

**Baterías monoblock:** Las baterías Monoblock están destinadas a pequeñas instalaciones solares y donde se busque una relación calidad-precio equilibrada. Al tener evaporación de gases, las baterías monoblock necesitan mantenimiento anual del nivel de electrolito y no pueden ser instaladas en caravanas, ni en lugares cerrados sin ventilación. (Tecnosolab.com, 2019). Este tipo de baterías también se conocen como de bajo

consumo en instalaciones domésticas. Se llaman monoblock porque trae incorporada en un solo bloque todos sus componentes, con dos terminales: uno positivo y otro negativo.

**Baterías de ciclo profundo:** no soportan bien unas descargas mayores del 20% y se suele producir la descarga rápidamente, en poco tiempo. Suelen tener una vida de 500-1000 ciclos. De este tipo son las de arranque de los coches o motos. Las de los coches dura muy poco el ciclo (el arranque) y es poco profundo para que dure muchos años. (Rodríguez E. , 2020). Lo de ciclo profundo se refiere a que la descarga inicial es muy amplia, pero solo para el caso de necesidades inmediatas, tal como ocurre con la batería de los automóviles y posteriormente se recarga mediante un alternador de corriente.

Se clasifican de acuerdo a la técnica empleada en su manufactura:

**Baterías de ácido-plomo para aplicaciones solares:** son las más utilizadas en las instalaciones solares, su elevada relación calidad-precio con esperanzas de vida de hasta 20 años y con precios muy competitivos, hacen de estas baterías las más aconsejables para uso fotovoltaico (Monsolar.com, 2020). Tiene la ventaja de requerir un mínimo mantenimiento y al colocar en sus depósitos agua destilada puede funcionar adecuadamente. Tiene la cualidad de fallar tempranamente cuando no son recargadas completamente después de cada ciclo. Si se deja descargada por una larga temporada, puede sufrir una pérdida permanente de su eficiencia.

**Baterías líquidas - electrolito líquido:** Es la de mayor uso por su larga duración, aunque el costo es elevado debido al alto costo del litio. La batería funciona a 350-430°C. Almacena la carga eléctrica con eficiencia del 70%. La descarga máxima es de 275 mA/cm<sup>2</sup>. En 10 años retiene el 80% de su capacidad inicial. La energía se almacena en el electrolito y los componentes están separados por membranas-filtro de iones. (Bolufer, 2016). Poseen un mecanismo que transporta los electrolitos con una baja potencia de impulso. Los electrodos generados prensan el líquido dentro del marco de la membrana donde los iones flotan, de esa manera producen energía.

Baterías AGM - Absorption Glass Mat: AGM.- (Absorbed Glass Mat -fibra de vidrio absorbente-), son baterías totalmente herméticas, libres de mantenimiento;. El electrolito se encuentra absorbido en finas esferas de fibra de vidrio, de manera que nunca fluye de un lado a otro. Presenta las siguientes ventajas: doble de vida útil a las de gel; no es afectada por profundas descargas y procesos de carga rápida; no requiere agua (bmasdigita.com, 2020). Debido a que los iones se mueven rápidamente, permite que la carga y descarga de corriente se más efectiva. La tensión de carga es muy baja y no requiere cargadores especiales.

VRLA.- (Valve Regulated Lead Acid Battery - baterías de plomo-ácido con válvulas de regulación), es una batería hermética; resistentes a los escapes excepcionales y se pueden utilizar en todas las aplicaciones. Las baterías AGM/VRLA. Por ser de tecnología sellada, no producen emanaciones de gases corrosivos, eliminando la posibilidad de nieblas ácidas y/o concentraciones de hidrógeno, haciéndolas óptimas en los equipos electrónicos.

Paneles solares: Un panel solar es una estructura de aluminio formada por células solares compuestas de silicio, en las cuales, mediante el efecto fotovoltaico, se convierte la radiación recibida del sol en energía eléctrica (damia solar.com, 2018). El uso del silicio en este tipo de dispositivos obedece a que maximiza la captación de la radiación solar, lo cual permite un mejor desempeño energético en los equipos de desalación.

Estos dispositivos han venido creando todo un andamiaje de favoritismo debido a que no generan daño al medio ambiente, no contaminan ni afectan la salud de los seres vivos como lo hace la energía producida por los combustibles fósiles. Su uso se está intensificando por lo económicos y versátiles, incluso pueden captar energía en las noches y en días nublados.

Las clases de celdas fotovoltaicas más usuales son:

El silicio monocristalino: El silicio monocristalino también se utiliza para dispositivos fotovoltaicos (PV) de alto rendimiento. Dado que existen demandas menos estrictas sobre las

imperfecciones estructurales en comparación con las aplicaciones de microelectrónica, el silicio de calidad solar de menor calidad (Sog-Si) se utiliza a menudo para las células solares. A pesar de esto, la industria fotovoltaica de silicio monocristalino se ha beneficiado enormemente del desarrollo de métodos más rápidos de producción de monoSi para la industria electrónica (hisour.com, 2020).

El silicio policristalino: Los paneles solares formados por células de silicio policristalino, están fundamentados en la unión de varios cristales de silicio. Las células de silicio policristalino que forman el panel solar, se consiguen enfriando artificialmente el material de silicio fundido. El silicio en bruto se funde y se vierte en un molde cuadrado. A continuación, se enfría y se corta en láminas perfectamente cuadradas. Todo este proceso se realiza con el silicio en bloque, que luego es cortado en placas para formar las células que aparecen en los módulos fotovoltaicos de tecnología policristalino (InnovaQR, 2018). Lo que especifica esta tecnología es que se unen varios módulos o cristales, lo que le da más consistencia y mayor poder de absorción de la energía solar.

Silicio amorfo depositado por fase de vapor: Las películas de silicio dopadas se utilizan en semiconductores y son a menudo depositadas por una técnica de evaporación PVD muy sofisticada llamada epitaxia por haces moleculares – molecular beam epitaxy (MBE)- o por la técnica de la baja presión CVD de epitaxia en fase de vapor – vapor phase epitaxy (VPE). El silicio amorfo para celdas solares es depositada por PECV sobre redes de material y sustratos rígidos (Mattox & Sequeda, 2019). Es un proceso químico empleado en la producción de láminas con un alto rendimiento en su actividad, para este caso los materiales sólidos. El procedimiento es empleado en la industria de semiconductores para producir películas delgadas, las cuales son expuestas a gases volátiles para producir un efecto específico.

CIS: Son celdas elaboradas por superposición de capas delgadas de distintos materiales, en este caso las capas son de cobre, indio y selenio. Tienen un Rendimiento máximo del 18%. Se usan para estructuras de película muy delgada (Thin film), ya que se fabrica por deposición de vapor. La

desventaja es que el selenio es un elemento tóxico. (Click Renovables, 2016)

**Células foto electroquímicas:** Una célula fotoelectroquímica, es un dispositivo que permite la generación de manera simultánea o independiente tanto de energía eléctrica como de una sustancia química de interés, mediante una reacción electroquímica inducida por un efecto fotoeléctrico (Wikipedia.org, 2018).

**Célula fotovoltaica híbrida:** Este tipo de célula puede producir electricidad cuando llueva o truene, utilizando el efecto triboeléctrico para extraer energía del movimiento de las gotas de lluvia en su superficie (Energialis.com, 2018). El efecto triboeléctrico es un tipo de electricidad producido por el contacto de dos materiales.

**Celda fotovoltaica concentrada:** Este tipo de celdas concentra la luz solar que recibe el panel, a través de elementos económicos como espejos y lentes, en uno o varios espacios reducidos dentro del panel, que serán en los que se disponga el material fotovoltaico. Con ello se consigue emplear una mucho menor cantidad de material fotovoltaico y reducir los costes de forma importante. El material fotovoltaico transforma parte de la energía contenida en los fotones de la luz solar en impulsos eléctricos (Sitiosolar.com, 2013). Aún se encuentra en fase de experimentación en laboratorios, con ensayos muy positivos, pues hasta el momento los proyectos instalados en el mundo no alcanzan las cifras de un megavatio.

**Silicio monocristalino:** El silicio es el material base de la industria electrónica y está compuesto de silicio en el que la estructura cristalina de la totalidad del sólido es continua, ininterrumpida a sus bordes. Se puede preparar de manera pura o combinado con pequeñas cantidades de otros elementos añadidos para cambiar de una manera controlada sus propiedades semiconductoras (Wikipedia.org, 2019).

**Módulo fotovoltaico con silicio policristalino:** Los paneles solares formados por células de silicio policristalino, están fundamentados en células formadas mediante la unión de varios cristales de silicio. (InnovaQR, 2018). Se llama policristalino porque está compuesto por varias partículas de

silicio cristalizadas. Su desventaja es su menor eficiencia de conversión de los rayos solares y bajo costo.

Se considera que allí está la mayor aportación del presente trabajo investigativo. Otro factor que debe aprovecharse es la existencia de Internado Indígena de Aremasain, para iniciar la capacitación de los mismos estudiantes para que sean ellos quienes administren y manejen con eficiencia los equipos a la vez que puedan realizar el mantenimiento preventivo y correctivos de los mismos.

**Inversores de corriente:** Este dispositivo es el que convierte la electricidad generada por los paneles solares en la electricidad de corriente alterna (AC). (Celsia.com, s.f.)

Los convertidores de corriente continua/corriente alterna (inversores, onduladores) permiten convertir los 12, 24, 48 voltios de corriente continua que producen los módulos solares y almacenados en la batería, en corriente alterna de 125 o 220 V (actualmente, 230 V), como el que se usa normalmente en lugares donde está la red eléctrica convencional. Estos inversores pueden ser de dos tipos: inversores monofásicos y trifásicos.

### 2.3.1 Beneficios de la energía fotovoltaica.

La energía solar posee unas ventajas enormes: es una fuente inagotable, es limpia y no contamina, lo que contribuye a la sostenibilidad, es generadora de empleo productivo a todos los niveles. Su uso puede ser a nivel rural o urbano, con la ventaja que puede ser distribuida a los usuarios por medio de las redes convencionales y a precios más bajos.

Por ello, es un sistema particularmente adecuado para zonas rurales o aisladas donde el tendido eléctrico no llega o es dificultosa o costosa su instalación o para zonas geográficas cuya climatología permite muchas horas de sol al año. El coste de instalación y mantenimiento de los módulos, cuya vida útil media es mayor a los 30 años, ha disminuido ostensiblemente en los últimos años, a medida que se desarrolla la tecnología fotovoltaica. Requiere de una inversión inicial y de pequeños gastos de operación, pero,

una vez instalado el sistema fotovoltaico, el combustible es gratuito y de por vida.

Como pregunta de investigación se hace fundamental la siguiente: Analizando toda la serie de necesidades, ¿Qué tan necesaria es la implementación de una planta desoladora de agua de pozo, por medio de osmosis inversa, usando energía fotovoltaica, en la comunidad de Poromana, en el municipio de Manaure, y su empleo para potabilizar agua para sus pobladores?

## V. ALCANCE

El alcance del proyecto busca brindar la solución adecuada en el suministro del agua en las condiciones más seguras y efectivas para solucionar las carencias presentadas en la comunidad de Poromana, municipio de Manaure en el Departamento de La Guajira, contribuyendo de una manera amplia con la preservación de la salud, bienestar en la economía y realización de actividades propias de la comunidad.

El abastecimiento constante del preciado líquido es uno de los alcances más notorios, pues se busca suministrar agua a unas 325 personas que vienen sufriendo las carencias del líquido en su zona. Otro aspecto es la dotación de los equipos más apropiados para la comunidad teniendo en cuenta las condiciones desérticas y ambientales del sector.

## VI. METODOLOGIA

Se establece que la metodología está compuesta por todos los procedimientos escrutables pertinentes, es decir, todos los procedimientos dirigidos por las reglas que arrojan conocimiento objetivo y que pueden justificarse tanto teórica como empíricamente (Bunge, 2008). Para el caso, la investigación es aplicada, pues busca dar solución a un problema social práctico mediante el diseño de planes o cursos de acción, que tenga algún valor práctico para un grupo social (Torres & Navarro, 2007) (Torres & Navarro, 2007).

Esta investigación inicia con un enfoque cualitativo y posteriormente se orienta hacia lo cuantitativo, pues en las etapas iniciales es conveniente realizar investigaciones exploratorias o descriptivas de tipo cualitativo que permitan

generar hipótesis que se contrastan en las etapas más avanzadas con base en métodos cuantitativos

(Malhotra & Grover, 1998) (Malhotra & Grover, 1998).

La presente investigación es de tipo aplicada, pues deben llevarse a cabo una serie de actividades prácticas y técnicas que ponen de relieve aspectos de ingeniería necesarios para poder ejecutar adecuadamente el proyecto mediante la realización de tareas de diseño del tipo de planta más ajustado a la realidad del ambiente y debe tenerse en cuenta las características del suelo, el nivel de salinidad de las aguas, el impacto del salitre sobre los equipos, los módulos de protección de equipos y accesorios necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Las distintas actividades a realizadas, antes y durante el proceso de la investigación, serán las siguientes:

- Selección de la idea para desarrollar el tema.
- Búsqueda de la bibliografía y teorías para elaborar la propuesta. - Visita a la comunidad de Poromana, para levantar información de la población y sus necesidades de recursos hídricos, planta desalinizadora y el sitio de ubicación de los equipos.
- Desarrollo de la propuesta con los aspectos teóricos y técnicos. - Presentación de la propuesta al director del proyecto para sus observaciones y mejoras.
- Aprobación de la propuesta por parte de las autoridades universitarias. - Establecer contacto con los proveedores de los implementos requeridos para cotización de la planta y sus accesorios
- Desarrollo del proyecto con los diferentes componentes (teórico – práctico) de manera ordenada y lógica
- Presentación del trabajo al director del mismo para su evaluación - Realización de correcciones y sugerencias emanadas del director - Aprobación del proyecto por parte de las autoridades académicas de la Universidad Antonio Nariño.

- Diseño y puesta en marcha del proyecto en sus distintas fases hasta su conclusión con la asesoría permanente del director y evaluación. - Sustentación del proyecto ante autoridades académicas.

## VII. RECURSOS FISICOS

Para garantizar un óptimo funcionamiento en un sistema de desalinización por RO, unificado a un sistema de generación de energía solar fotovoltaica aislado y autónomo, este debe disponer de la realización de métodos donde se logre calcular el tamaño ideal de la instalación, es decir, la cantidad de paneles y sus configuraciones, la capacidad, cantidad de baterías y de inversores de tal manera que funcionen con la mayor fiabilidad y al menor costo posible

## VIII. RESULTADOS ESPERADOS.

Las necesidades de capacitación se relacionan con la disponibilidad de mano de obra calificada, se procederá a darle una serie de instrucciones básicas al líder de la comunidad; las indicaciones deben ser específicas en cuanto al encendido y apagado de la máquina, los dos tanques de almacenamiento tienen la capacidad de captación de 4.000 litros de agua de pozo. Es de indicar que el sistema automático de la planta efectúa los procesos mediante una serie de mecanismos que se activan cuando los depósitos están llenos e inicia el procesamiento del agua y solo requiere algunas tareas sencillas en las cuales interviene el líder.

De otro lado, como ya se capacitaron a 25 técnicos en el SENA Regional Guajira de la etnia wayuu, en mantenimiento de pozos y sistemas fotovoltaicos para esta zona del departamento, es solo realizar las coordinaciones para que se realice un plan de mantenimiento y limpieza de las membranas, filtros y otros accesorios que requieren mano de obra especializada, como el recambio de piezas y otros elementos. Este aspecto corresponde al segundo objetivo de la investigación.

Para el tercer objetivo se dispone de un total de 10 paneles de silicio de 1,65 metros de largo por 0,99 metros de ancho, los cuales van conectados a un inversor multifuncional de corriente, y de allí pasa a las dos baterías, que actúan como acumuladores de la corriente.

Estas alimentan adecuadamente a los mecanismos eléctricos que tienen como función, realizar todos los procesos de transformación del agua de pozo en agua potable.

Mediante el estudio de necesidades de consumo de agua en la comunidad, se procedió a realizar una serie de cálculos, que permitió el diseño óptimo de planta: En este sentido se estableció que la planta de osmosis inversa a implementarse en la Comunidad de Poromana, debe producir 15-20 litros por hora de agua por metro cuadrado. Según los cálculos esta planta es suficiente para abastecer las necesidades de la comunidad en los momentos actuales y tiene la capacidad de ser ampliada de acuerdo a las necesidades de mayor consumo hacia el futuro, no solo para la población sino para realizar cultivos y dar de beber a los animales.

Por otra parte, se determinó que, financieramente, es viable llevar a cabo el proyecto de implementación en la comunidad de Poromana, debido a la pronta recuperación de la inversión en unos 55 días, debido a que en los actuales momentos las autoridades tradicionales adquieren el agua tratada en las empresas establecida en Riohacha, con un costo de \$200, el litro, más el gasto de transporte y combustible.

## IX. UBICACIÓN DENTRO DE LAS LÍNEAS DE TRABAJO DEL PROGRAMA

El proyecto se circunscribe dentro de la línea de Generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables; teniendo en cuenta que se van a diseñar paneles solares y accesorios que permitan la captación, almacenamiento y uso de la energía fotovoltaica para el tratamiento de desalinización



## XII. PRESUPUESTO

Descripción de Recurso Físico	Recursos Estudiante			
	cant	unid	Valor unitario	Valor total
Panel solar poli cristalino 255w	10	10	436.000	4.360.000
Inversor Phoenix, Ref.12/375-110V	1	1	393.822	393.822
Terminal final femenino AC	1	1	19.000	19.000
Cable extensor 2mt	1		153.000	153.000
AC end cable	1	1	126.000	126.000
Batería leoch lpg 12- 200 (12V200Ah)	2	2	1.019.734	2.039.468
Regulador de carga 812/24V	1	1	637.065	637.065
Bombas centrifugas	2	2	150.000	300.000
Planta desalinizadora	1	1	2.000.000	2.000.000
Tanques de almacenamiento de 2000 Lts	2	2	507.000	1.014.000
<b>Subtotal Equipos</b>				<b>11.042.355</b>
Servicios profesionales			5.000.000	4.000.000
Mano de obra			4.000.000	2.000.000
Transporte			2.500.000	1.500.000
imprevistos				2.254.235
<b>Subtotal mano de obra, imprevisto</b>				<b>9.754.235</b>
<b>IVA(19%)</b>				<b>2.098.047.45</b>
<b>TOTAL</b>				<b>22.894.637.45</b>

### XIII. BIBLIOGRAFIA

#### Libros:

Bunge, Mario. En busca de la filosofía en las ciencias sociales. 3ª edición. México: Siglo XXI, (2008).

Ortega, Juan. La osmosis inversa como proceso de potabilización en España. XXII Congreso de Centroamérica y Panamá de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: El Reto 2001. págs. 1-32. Tegucigalpa: AIDIS.

Torres, Zacarías; Navarro, José. Conceptos y principios fundamentales de Epistemología y Metodología. México: IIEE, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2007.

#### Artículo de Periódico:

Guerrero, Sandra. Uribia: Un ‘chorro’ de plata y nada de agua. El Heraldillo. Barranquilla, 30 de abril de 2018. Edición electrónica.

Moreno, Mauricio. Pese a fallos que ordenan llevar agua, La Guajira sigue con sed. El Tiempo, Bogotá, 17 de junio de 2019. Edición electrónica.

#### Artículo de revista:

González, Martín. La eterna batalla por el agua que se libra en La Guajira. La Silla Vacía, Edición electrónica. 2019.

Grandas, Sergio. ¿Qué sucede en La Guajira que no llega el agua? Las 2 Orillas, Edición electrónica, 2014.

Malhotra, Manoj, Grover, Varun. An assessment of survey research in production and operations management: From constructs to theory. Journal of Operations Management, Vol. 16,1998; p. 407–425.

#### Artículo Web:

ADL ZONE. Consiguen desalar agua, usando directamente la energía del sol. Consultado el 20 de junio de 2017. Disponible

en:<https://www.adslzone.net/2017/06/20/consiguen-desalar-agua-usando-directamente-la-energia-del-sol>

El Periódico de la Energía. El MIT consigue desalinizar agua a través de energía solar. Consultado el 24 de abril de 2015 Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-mit-consigue-desalinizar-agua-a-traves-de-energia-solar/0>

Servicio Geológico Colombiano. Salinidad guajira. Consultado 26 de febrero de 2020. Disponible en [http://datos.sgc.gov.co/datasets/182ec73875ff4d9c8c24f7c1630acf58\\_0](http://datos.sgc.gov.co/datasets/182ec73875ff4d9c8c24f7c1630acf58_0)