



MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO TITULADO:

“ALLEN”

que presentan:

<i>Hernández Hernández Ricardo</i>	<i>220172286</i>
<i>Hernández Hernández Sarhai</i>	<i>220172786</i>
<i>Tapia Martínez Ana Karen</i>	<i>201700032</i>
<i>Zapatero Pintor Anayeli</i>	<i>220172809</i>

**Estudiantes de 7° semestre de la carrera de Ingeniería
Mecatrónica de la Universidad Mondragón México,
como parte del proceso de Evaluación del Proyecto Fin
de Semestre.**

El Marqués, Querétaro, Noviembre de 2020

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Resumen	3
Introducción.....	3
Propuesta de trabajo.....	4
Diagnóstico y justificación.....	6
Ideación y desarrollo conceptual.*.....	8
Memoria descriptiva.*	10
Plan de fabricación.....	16
Lista de piezas, materiales y herramientas.....	18
Planos.....	22
Cálculos técnicos.....	27
Presupuesto.....	29
Pruebas.....	30
Problemas encontrados y solución adoptada.....	31
Resultados y conclusiones.....	31
Valoración del proyecto.....	32
Anexos.....	33
Anexo 1. Criterios implementados para el diagnóstico del usuario.....	33
Anexo 2. Propiedades del disulfuro de molibdeno	35
Anexo 3. Render del prototipo.....	36
Anexo 4. Cronograma de actividades.....	37
Anexo 5. Poster	37
Anexo 6. Coevaluación	38
Referencias bibliográficas	38

RESUMEN

Allen es un proyecto que lleva consigo una metodología digital debido a las condiciones sanitarias actuales, el objetivo de este proyecto estriba en conceptualizar mediante un diseño 3D el funcionamiento de un sistema de reutilización de aguas grises con el que se pueda generar energía eléctrica (por medio de un proceso nuevo conocido como ósmosis) que ayude a reducir el consumo eléctrico de una familia promedio (4 personas).

Esta idea nace a raíz de una problemática identificada años atrás, la cual consiste en el consumo desmedido de agua potable y la demanda excesiva de energía eléctrica derivada de un crecimiento acelerado de la población mundial.

Durante el desarrollo de esta propuesta se tomaron en cuenta soluciones innovadoras que pudieran dar término a las problemáticas mencionadas con anterioridad, por lo que este proyecto se inició con investigaciones previas sobre mecanismos o experimentos que generan electricidad por osmosis así como la investigación de los componentes que ayudan al buen funcionamiento del sistema en general.

El diseño del prototipo 3D y el desarrollo de todo este documento se ha realizado a través de un método lógico inductivo, ya que se inició el prototipo tomando en cuenta que se utilizarían las tuberías que actualmente están el hogar y que las mismas deberían cumplir con un sistema de filtrado para obedecer la NOM -180-SSA1-1998 y poder de esta manera reutilizar el agua de forma segura proveyendo al usuario la confianza que todo el sistema y/o mecanismo diseñado está dentro de las normas de funcionamiento correctas.

1. INTRODUCCIÓN.

El siguiente proyecto consiste en desarrollar un prototipo conceptual que muestre el funcionamiento general de un sistema de reutilización de aguas grises que se utilice para transformarla en energía limpia que pueda ser utilizada en una casa. La definición del proyecto se centra en desarrollar un concepto de hogar “eco friendly” que cuente con un sistema automático de generación de energía eléctrica mediante un mecanismo de energía limpia (energía osmótica).

Como es sabido el agua es esencial para la vida y es vital como recurso económico ya que es utilizada para varias actividades industriales como sedimentación, ablandamiento y filtración, los cuales ocupan altos porcentajes de agua para poder finalizar sus procesos de fabricación, en algunos de estos procesos e incluso en varios aspectos de la vida cotidiana se puede observar que se hace un uso inadecuado de este recurso natural y en ocasiones es imposible re utilizarla por los altos índices de contaminación que posee. Por otro lado es importante mencionar que el agua como recurso dado por la naturaleza se ha utilizado en los últimos años como una fuente generadora de “Energía hidroeléctrica”, y se ha dado pie a desarrollar investigaciones relacionadas con la generación de energía eléctrica por medio de dos sustancias con diferentes grados de salinidad, haciendo uso de un proceso osmótico.

Los sub objetivos más específicos que se estarán abarcando en el desarrollo de este documento son los siguientes:

1. Automatizar el Proceso general de la obtención de energía. (Tubería y transformación de energía)
2. Monitorear de manera constante las variables del proceso (Tiempo de llenado y agua contenida en el tanque)

Investigaciones previas muestran que al utilizar una membrana de 1m² con un 30% de superficie cubierta con nano poros se puede generar un megavatio de energía eléctrica que sería suficiente para iluminar 50,000 bombillas eléctricas modernas. Lo cual nos lleva a plantear los siguientes indicadores de éxito:

1. Producir la suficiente energía para alimentar algunas bombillas eléctricas dentro o fuera de un hogar. (5kw/hr)
2. Reutilizar de manera efectiva el 50% del agua recolectada (7500 L).

El presente proyecto se desarrolla en un ambiente virtual, utilizando como apoyo y guía las clases y asesorías de los docentes asociados al proyecto fin de semestre así también como hacer uso de algunos softwares entre los que destaca SolidWorks y AutomationStudio (programa en el que se va a elaborar el diagrama escalera de todo nuestro proceso). El presente documento tiene como objetivo informar a los docentes cómo fue el proceso de desarrollo del proyecto por lo que no está de más informar que en las páginas siguientes se encontrará información y cálculos que den soporte a nuestra investigación y propuesta de trabajo además de mostrar planos, modelados 3D y materiales del prototipo que se pretende desarrollar si las condiciones de trabajo actuales fueran más favorables.

2. PROPUESTA DE TRABAJO.

La propuesta de trabajo se centra en conceptualizar mediante un diseño 3D un prototipo que simule el funcionamiento de un sistema de reutilización de aguas grises para generar energía eléctrica por medio de un proceso conocido como ósmosis. Para esto es necesario hacer uso de los siguientes materiales: membrana de disulfuro de molibdeno (MoS₂), turbina de 5kw/hr dispensadores de sal y tuberías (teniendo en cuenta que las mismas cuentan ya con un sistema de filtrado en caso que se desee filtrar el agua que se va a reutilizar).

Las condiciones que se deben tomar en cuenta al momento de realizar el diseño y la simulación son:

1. Se deben monitorear las variables del proceso :
 - i. Tiempo de llenado
 - ii. Nivel de flujo
2. La energía eléctrica debe almacenarse para su posterior uso.

3. El acomodo de los materiales principales debe ser eficiente de modo que el espacio disponible se aproveche de la mejor manera.

Todo esto con la finalidad de reducir el consumo eléctrico de una familia promedio.

Para cubrir las condiciones mencionadas anteriormente y obtener así un buen diseño y simulación de nuestro prototipo a continuación se muestran los requisitos de cada una de las materias asociadas y lo que implementaremos de las mismas en nuestro proyecto:

- Materia líder “Proyectos mecatrónicos”:

Se identificará el tipo de sistema eléctrico-electrónico a integrar, así como saber identificar las posibles soluciones sustentables dentro del ciclo tecnológico (mantenimiento y actualizaciones); además del proceso de diseño, fabricación del producto o prototipo.

- Materia asociada 1, “Sistemas de adquisición y monitoreo de datos”:

Se hará la correcta selección de sensores esto de acuerdo a la necesidad y al uso adecuado, de esta manera se dará el diseño de interfaces electrónicas para el acoplamiento de las señales mediante el monitoreo constante de datos de entrada y salida que existen dentro del sistema.

- Materia asociada 2, “Ingeniería térmica”:

La materia apoyará a desarrollar un análisis de materiales a utilizar para aprovechar las características térmicas de los mismos, de esta forma el proyecto podrá sustentarse mejor, por otro lado, será importante para el proyecto conocer cómo aprovechar la energía contenida de manera eficiente para mejorar el funcionamiento del prototipo, este es otro punto que se podrá sustentar con los conocimientos de esta materia.

- Materia asociada 3, “Diseño mecánico e hidráulico”:

Establecer la relación entre los métodos mecánicos en conjunto con el control industrial para la propuesta de automatización del proceso, esto mediante la identificación de los posibles elementos a utilizar para la transferencia de potencia de movimiento, así como su debida simulación.

- Materia asociada 4, “Diseño y ensayo de máquinas”:

Desarrollar una investigación adecuada sobre las etapas del diseño a utilizar para posteriormente realizar el diseño y validación del funcionamiento mecánico respecto a su aplicación.

- Materia asociada 5, “Ingeniería de control”:

Desarrollar e identificar las variables involucradas dentro del sistema para su procesamiento, monitoreo y control de las variables, realizar el estudio y programación de pruebas del sistema para la obtención de resultados.

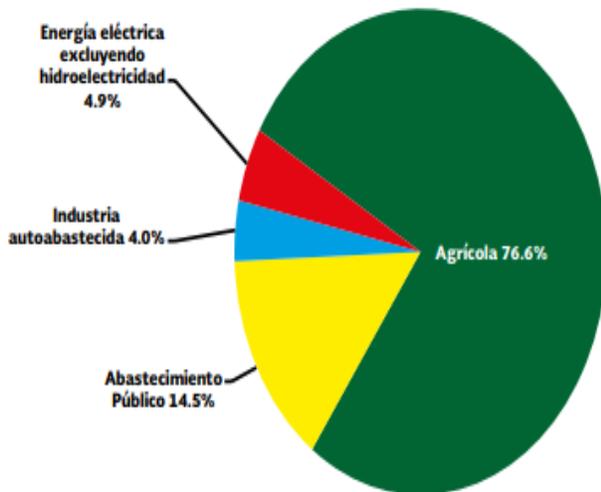
3. DIAGNÓSTICO Y JUSTIFICACIÓN.

La problemática:

El consumo desmedido de agua es uno de los problemas más grandes al que nos enfrentamos en la actualidad. El top 3 de actividades en las que se desperdicia más agua son:

- Ducharse (de 50 a 100 litros por persona).
- Lavar los trastes (10 litros/ 10 minutos).
- Lavarse las manos (12 litros/ 1 minuto).

Según la CONAGUA el consumo promedio de agua por persona en México está entre 360 y 380 litros al día (Cuidemos y valoremos el agua que mueve a México, p.23), a la semana una persona consume un total de 2,660 litros de agua dando como resultado 10,640 litros de agua por mes y 127,680 litros de agua al año y si suponemos que en una casa viven cuatro personas, al año esta familia estaría gastando un total de 510,720 litros de agua y solo el 4% de ese consumo de agua se utiliza para beber o en higiene personal. Todo esto sin contar la cantidad de agua que es empleada en diversas actividades humanas, en la gráfica número uno se puede observar que en México el consumo de agua se clasifica en 4 usos principales y en la imagen número 1 se observa la cantidad de agua que es utilizada en actividades diarias.



Gráfica 1. Clasificación de uso de agua en México
(Nota: Los datos corresponden a volúmenes concesionados al 31 de diciembre de 2012. Agrícola incluye 1.30 km³ de agua correspondientes a distritos de riego pendientes de inscripción. Fuente: Conagua. Subdirección General de Administración del Agua. 2013. (s. f.). [Gráfico]. <http://www.conagua.gob.mx/>. http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/carrera_agua_20

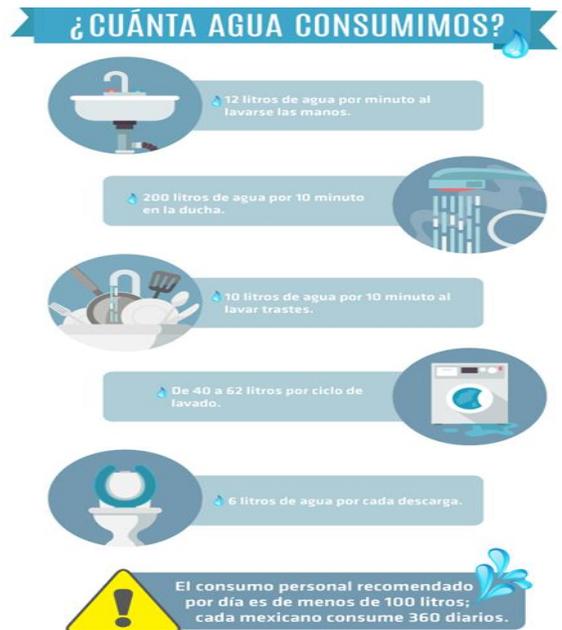


Imagen 1: Agua utilizada en actividades diarias ([Cuanta agua consumimos?]. (2020, 21 diciembre). milenio. <https://www.milenio.com/politica/comunidad/cuanta-agua-gasta-un-mexicano-al-dia>)

Si se supone que una persona se baña siete veces a la semana y su ducha dura 10 minutos y se lava de 7 a 8 veces las manos por día (siguiendo las recomendaciones de la OMS) y una familia lava trastes 2 veces al día durante 10 minutos el consumo de agua es el siguiente:

	Cantidad de agua utilizada en un solo uso	Cantidad de agua consumida por semana	Cantidad de agua consumida por mes	Cantidad de agua consumida por año
Consumo de agua por persona				
Lavado de manos	12 litros	672 litros	2688 litros	32256 litros
Duchas	200 litros	1400 litros	5600 litros	67200 litros
Consumo de agua por familia				
Lavado de trastes	10 litros	140 litros	560 litros	6720 litros

Con lo mencionado anteriormente se puede concluir que se tendría un aproximado de 106,176 litros de agua para ser reutilizada y generar energía eléctrica que pueda ayudar a reducir el consumo eléctrico de focos tipo led (a los cuales se pretende alimentar con la energía generada) ya que en México hay 226.4 millones de focos de los cuales el 84% son led y cada uno consume 0.1 kW/h todo esto teniendo en cuenta que en promedio hay de 25 a 30 focos de este tipo en una casa.

Tomando en consideración todos los datos mencionados anteriormente se puede inferir que el proyecto es “viable” en términos relacionados con la cantidad de agua disponible para realizar el proceso de osmosis, y como para realizar este proceso es necesario contar con una cantidad de agua salada nuestras principales restricciones son:

1. Como los datos mencionados anteriormente de consumo de agua pueden variar dependiendo el tipo de familia, es posible que se disponga de una mayor o menor cantidad de agua para llevar a cabo nuestro proceso de generación de energía eléctrica.
2. Es probable que la familia cuente con un espacio reducido para el montaje de todo el sistema de generación de energía por lo que el diseño del mismo deberá ser compacto.
3. La sal requerida para generar la diferencia de salinidad entre ambas sustancias debe diluirse completamente en el líquido cuando ambos materiales entren en contacto.
4. Posible corrosión de tuberías y contenedor por la sal introducida al líquido.

Algunas de las ventajas que tiene el generar energía por medio de ósmosis son:

1. Es una energía renovable (nunca se agota).
2. Es una energía constante (se puede obtener independientemente de las condiciones climáticas).
3. Las plantas para obtener este tipo de energía no emiten CO₂.

Por lo mencionado anteriormente se puede deducir que el proyecto es viable en relación a que este nuevo método de producción de energía no contamina el medio ambiente con CO₂.

4. IDEACIÓN Y DESARROLLO CONCEPTUAL.*

El proyecto va dirigido al mercado inmobiliario específicamente, al nicho de mercado de dueños de residencias. Este usuario fue seleccionado bajo el criterio del objetivo del proyecto, porque se pretende crear un concepto de vivienda “eco friendly” que pueda ayudar a reducir los consumos bimestrales de luz reutilizando el agua desperdiciada en actividades cotidianas (si se quiere saber más sobre el proceso de selección del usuario ir a el anexo 1).

Nuestro proceso de ideación se basó principalmente en la identificación de aspectos primarios para el desarrollo de nuestro prototipo, en la imagen que se muestra a continuación (figura 2) se puede observar que se identificó primeramente la problemática, y después se definió el usuario para limitar de esta forma el alcance del proyecto, como tercer punto se pensó en una solución innovadora para la problemática identificada anteriormente, en la cuarta fase se seleccionó el diseño de producto dando como resultado únicamente a un prototipo de generación de energía 3D.

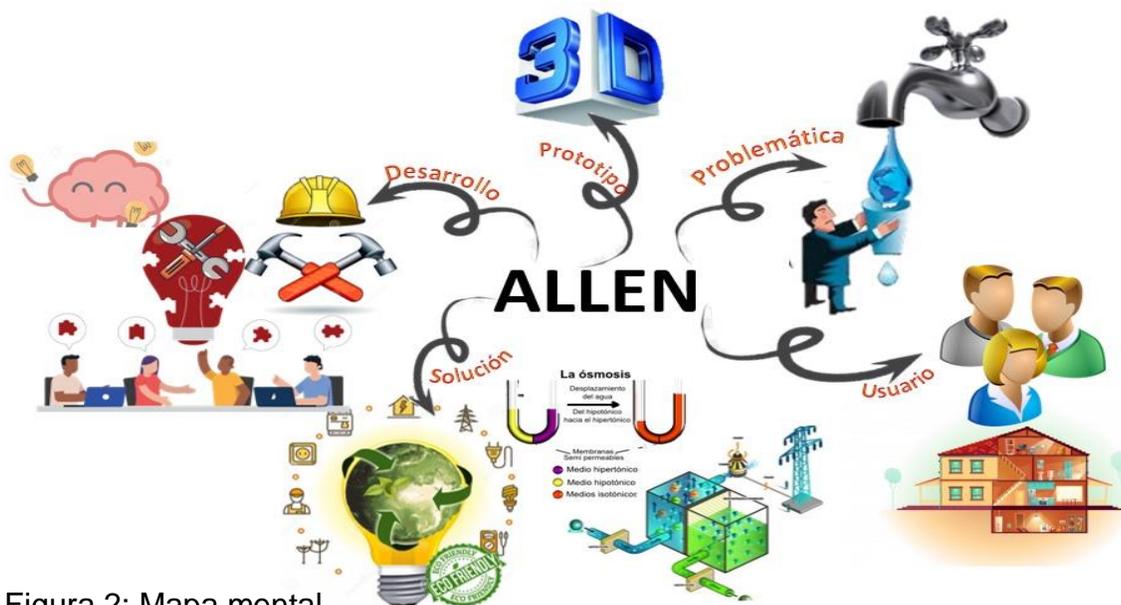


Figura 2: Mapa mental

Las partes principales en las que se divide nuestro proyecto son:

1. Obtención de materia prima (obtención y almacenamiento de aguas grises).
2. Producción de energía eléctrica.
3. Almacenamiento y direccionamiento de la energía producida.

La obtención de la materia prima (en este caso el agua a utilizar) será obtenida por medio de las tuberías que se tienen instaladas en el hogar, solo que en lugar que estén direccionadas al drenaje, lo estarán a nuestro sistema osmótico, ya que de esta forma se espera que el agua se mueva por medio de gravedad, sin necesidad de utilizar algún sistema extra o de hacer uso de una bomba

En la figura número 3, se puede observar un diseño del funcionamiento general de la fase número 2 “producción de energía eléctrica”, la imagen muestra en forma de “plano” la forma en la que están organizados todos los elementos que componen nuestro sistema de obtención de energía y muestra además la posición de los componentes principales de esta fase.

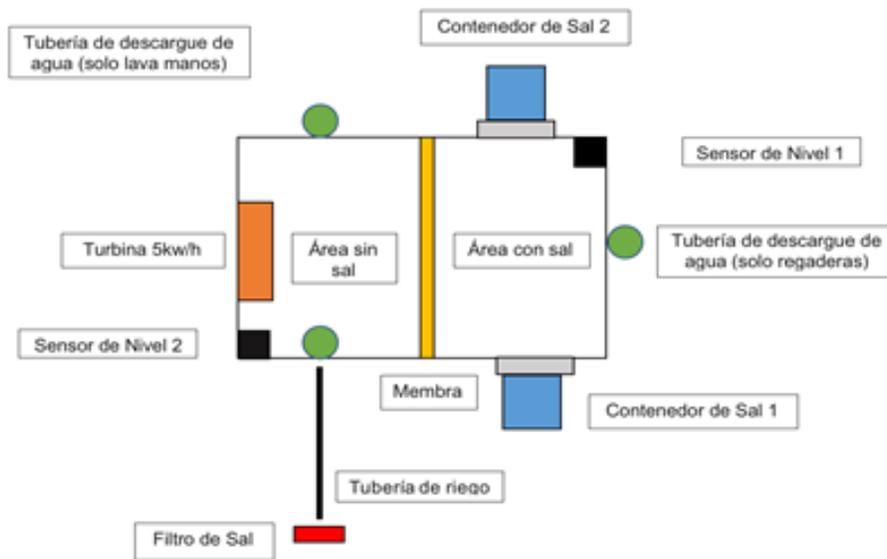


Figura 3. Acomodo de elementos principales para la obtención de energía eléctrica.

El almacenamiento y re direccionamiento de la energía obtenida se realizará haciendo uso de un sistema electrónico que nos permita almacenar la energía, tal como se ve en la figura 4.

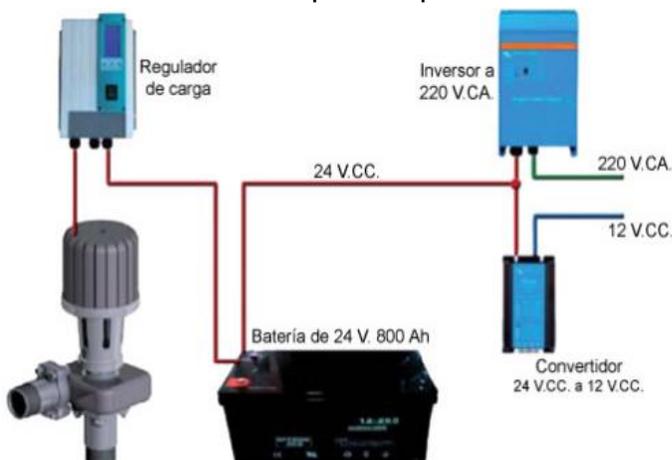


Figura 4. Almacenamiento de energía eléctrica (Traxco. (2011, 21 diciembre).

Conjunto de dispositivos para producir electricidad aprovechando el flujo de agua de una tubería [Ilustración]. TRAXCO. <https://www.traxco.es/blog/productos-nuevos/mini-turbina-hidraulica-con-generador>

Mientras que para el sistema de control (que tiene como función monitorear las variables de llenado, nivel de agua y controlar el funcionamiento de todo nuestro mecanismo), se hará uso de un PLC y AutomationStudio para simular el funcionamiento de todo el sistema.

Para el proceso de selección de materiales se tomó en consideración la corrosión así como características que se tiene en cuenta al momento de realizar una central hidroeléctrica debido a que en ambos sistemas de generación de energía tienen en común el agua como recurso principal para su funcionamiento.

5. MEMORIA DESCRIPTIVA.*

El prototipo 3D que se realizó se es un sistema que genera energía eléctrica por medio de un proceso de ósmosis directa, el cual utiliza como fuerza impulsora la presión osmótica generada entre una solución extractora y una diluida este proceso engloba la fuerza química ya que funciona por la diferencia de salinidad entre dos sustancias que entran en contacto con una membrana, la cual al participar en este proceso permite que se genere una presión dentro del contenedor ocasionando de esta manera que el nivel del agua suba y mueva una turbina que genera energía eléctrica convirtiendo energía cinética en mecánica, la cual es tratada para su uso posterior. Este sistema de adquisición de energía está en proceso de investigación y experimentación en Suiza e Italia estando en planes de ser utilizada en desembocaduras de ríos. De acuerdo a resultados experimentales se puede obtener una buena cantidad de energía eléctrica, aproximadamente 5 KW (aplicándolo a nuestro arreglo). Nuestro sistema será utilizado para generar energía eléctrica dentro de una casa utilizando como recurso principal aguas que van directamente al desagüe. El sistema funciona en base con tres etapas principales:

- a. Adquisición de aguas grises: En esta fase el agua del lavabo, regadera y fregadero irá directamente al contenedor donde se realiza el proceso osmótico, una vez que el agua esté en el contenedor se abren dos compuertas que están instaladas en el mismo para que entre la cantidad de sal necesaria para llevar a cabo el proceso de obtención de energía.
- b. Producción de energía: Está es la segunda fase de nuestro sistema, una vez que el agua haya entrado en contacto con la membrana se comenzará a realizar el proceso de osmosis hasta que ambas sustancias (la salada y sin sal) hayan estado en equilibrio.
- c. Almacenamiento y direccionamiento de la energía: En esta fase se pretende únicamente almacenar la energía que se obtiene por medio de la turbina en una batería para posteriormente ser utilizada cuando sea necesaria o ser direccionada a algunas lámparas colocadas dentro o fuera de la casa.

El diseño en solidworks está compuesto por un contenedor cuadrado de dimensiones considerables (que no son muy grandes ni pequeñas para poder ser colocado de forma no invasiva en el hogar) que está dividido en dos partes, las cuales separan el agua con diferentes salinidades, en una de estas partes están colocadas las compuertas de sal y en el otro lado no hay ninguna, este contenedor está separando las dos sustancias por medio de la membrana, cabe mencionar que nuestro recipiente es cerrado, para que al momento

que suba el nivel del agua está no se desborde y pueda ir directamente a donde está la turbina, la cual está colocada en la parte superior de una de las caras del contenedor. Los componentes estrella que nos van a permitir realizar este proceso son 3:

- d. El agua
- e. La membrana
- f. La turbina

Ya que sin ellos sería imposible llevar a cabo nuestro proceso, porque estos componentes dependen unos con otros para el funcionamiento correcto de nuestro prototipo.

En la figura número 4 se puede observar el funcionamiento general de todo nuestro proceso de energía.

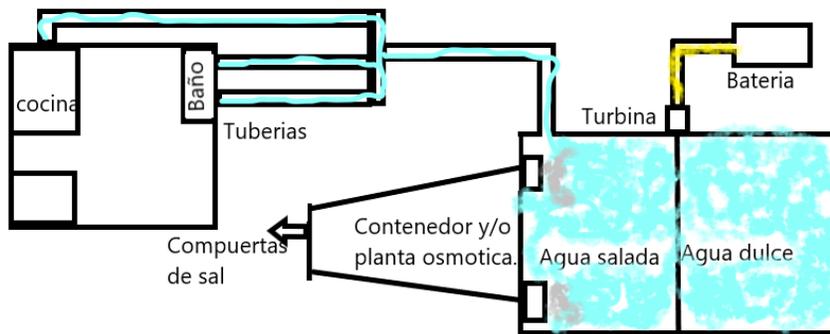


Figura 4: Funcionamiento general

En la imagen número 5 se puede observar un diagrama general de nuestro proceso.

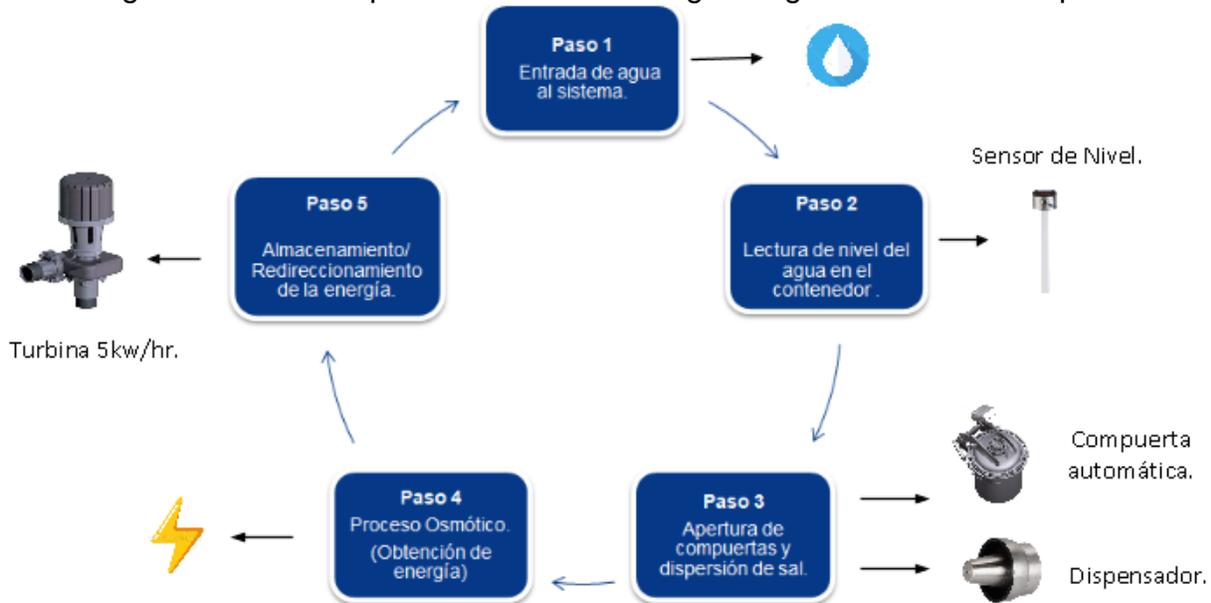


Imagen 5: Pasos generales del proceso de obtención de energía.

Debido a que nuestra propuesta de trabajo es meramente conceptual y de investigación, a continuación se muestran 3 tipos de investigaciones referentes a la obtención de energía eléctrica por medio de osmosis y a las cuales tomamos como referencia para justificar nuestra propuesta:

1. Investigación y propuesta de aplicación hecha por el Laboratorio de Biología Nanométrica de la Escuela Politécnica Federal de Lausana, Suiza (EPFL), dicha propuesta destaca el uso de una membrana semipermeable de disulfuro de molibdeno que tiene dos usos dentro de este proceso de energía, el primero, separar dos concentraciones de agua con diferentes salinidades cada una y el segundo, ayudar a generar energía eléctrica la cual se produce por el movimiento de los iones al atravesar la membrana ya que como es sabido, los iones contienen una carga eléctrica que puede ser utilizada para generar corriente. En la imagen 6 se puede observar un diagrama que muestra de forma más precisa el funcionamiento de la propuesta hecha por la universidad.

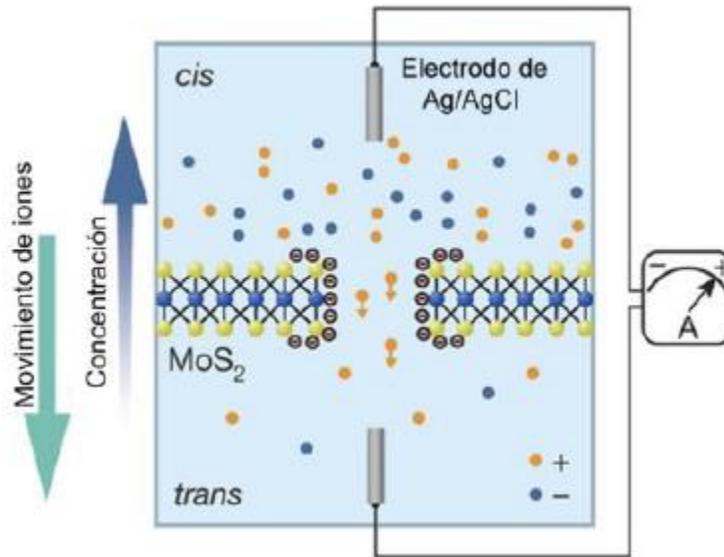


Imagen 6. Energía osmótica por electrodos ([Soluciones de agua con diferentes concentraciones de sal se separaron por una membrana de MoS₂]. (2016, 15 julio). www.bbc.com. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36805727>)

De la imagen anterior se puede inferir que hay dos compartimentos (cada cual con la salinidad necesaria para el proceso), los líquidos están colocados dentro de estos compartimentos y se encuentran separados por medio de una membrana muy delgada hecha del material mencionado anteriormente, dicha membrana cuenta con nanoporos que facilitan el paso de los iones sobre ella hasta que ambas sustancias se encuentren equilibradas, mientras los iones atraviesan la membrana los electrones son transferidos a un electrodo que ayuda a producir la energía eléctrica. Algunos de los puntos clave que obtuvimos de esta investigación son los siguientes:

- Entre más delgada sea la membrana se puede producir más corriente.

- El material del que está hecha la membrana permite que pasen más iones dentro de ella, mientras que rechaza la carga negativa que pueda existir dentro de las soluciones con y sin sal, esto contribuye a que una de las sustancias contenga carga negativa mientras que la otra contiene carga positiva esto trae como consecuencia la obtención de energía eléctrica por medio de el voltaje adquirido por ambas sustancias.

Con esta investigación se puede inferir que el funcionamiento del contenedor que alberga ambas sustancias tiene una forma de trabajo similar a la de una pila convencional.

2. Investigación de ROBERT L. M C GINNIS y MENACHEM ELIMELECH* de la universidad de YALE en su artículo llamado *“Global Challenges in Energy and Water Supply: The Promise of Engineered Osmosis”* (Desafíos globales en energía y suministro de agua: la promesa de la ósmosis de la ingeniería) mencionan los desafíos globales que enfrenta la raza humana en la actualidad, los que destacan son los siguientes:
 - a. Crecimiento de la población.
 - b. Cambio climático.
 - c. Aumento de consumo per cápita.
 - d. La necesidad de agua y energía.

En su artículo mencionan que si se intentan suplir las necesidades de energía y agua por medio de combustibles fósiles y llevando a cabo una gestión de recursos naturales es poco probable que funcione debido al crecimiento acelerado de la población mencionado anteriormente. La sugerencia que tienen para completar de forma “innovadora” y “eficaz” el consumo de agua y energía es haciendo uso de métodos no convencionales pero con potencial para resolver estos problemas, por lo que proponen hacer uso de *“procesos de membranas impulsadas por osmótico”*

En su investigación mencionan que el proceso de ósmosis en la ingeniería es *“el diseño de sistemas de generación de energía y separación de agua basados en membranas, que aprovechan el fenómeno natural de la ósmosis en lugar de tratarlo como una restricción limitante.”* (Robert L. McGinnis and Menachem Elimelech, 2008,p.1)

Comentan además que *“los sistemas de separación por membrana actuales...se basan en la presión hidráulica para impulsar el flujo de agua a través de una membrana semipermeable y, en tales sistemas, la presión osmótica se considera una fuerza resistiva inhibidora. En la ósmosis...el flujo de agua osmótica natural es el principal impulsor para el transporte de la membrana, y la presión hidráulica...es una fuerza resistiva intencional que se usa para realizar trabajo mecánico. Los sistemas de este tipo pueden diseñarse para producir agua dulce a partir de fuentes no potables que pueden ser muy salinas y/o tener un alto potencial de ensuciamiento de la membrana, para producir energía eléctrica a partir de gradientes de salinidad naturales.”* (Robert L. McGinnis and Menachem Elimelech, 2008,p.1)

La primera solución que presentan es para el abastecimiento de agua potable, tal como se ve en la imagen 7.

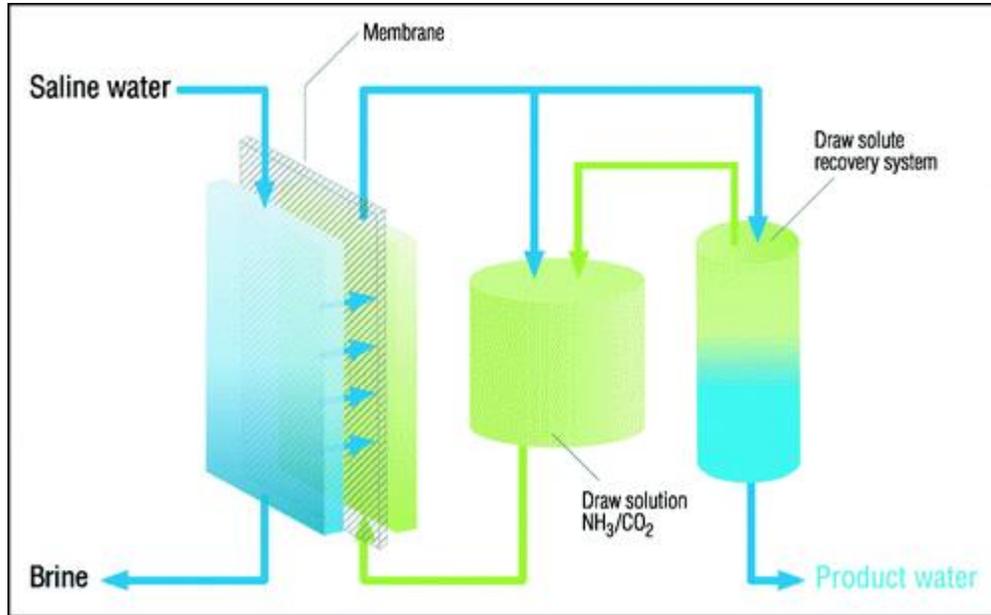


Imagen 7. Solución para abastecimiento de agua

(L. McGinnis/Elimelech, R. M. (2008, 1 diciembre). *The NH₃/CO₂ forward osmosis desalination process*. Adapted from Refs. 20 and 21. [Figura]. pub.s.acs.org. <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es800812m>)

De la imagen anterior ellos explican que es un proceso de NH₃ /CO₂ FO, siendo está una solución que funciona de forma de extractor para poder inducir el flujo osmótico producido de forma natural en el agua a través de una membrana con características semipermeables. Para el proceso de desalinización “*el agua marina se diluye con la solución mencionada anteriormente produciendo un flujo alto en el proceso que es similar al proceso de ósmosis inversa “a medida que el agua fluye a través de la membrana desde el agua de mar, la membrana rechaza...las sales de agua de mar como los solutos de la solución de extracción, de modo que la alimentación de agua de mar se concentra en salmuera y la solución de extracción concentrada se diluye...una porción de la solución de extracción diluida se dirige a una columna de destilación...conocida como separador rehervido, donde se usa calor a baja temperatura para eliminar los gases de NH₃ y CO₂ de la solución de extracción para su reutilización, produciendo un producto de agua dulce que contiene <1 ppm de NH₃ .”* (Robert L. McGinnis and Menachem Elimelech, 2008,p.2)

La solución que proponen para el abastecimiento de energía eléctrica se ve reflejada en la imagen número 8, siendo este uno de las distintas propuestas hechas por investigadores para poder hacer uso de la energía osmótica:

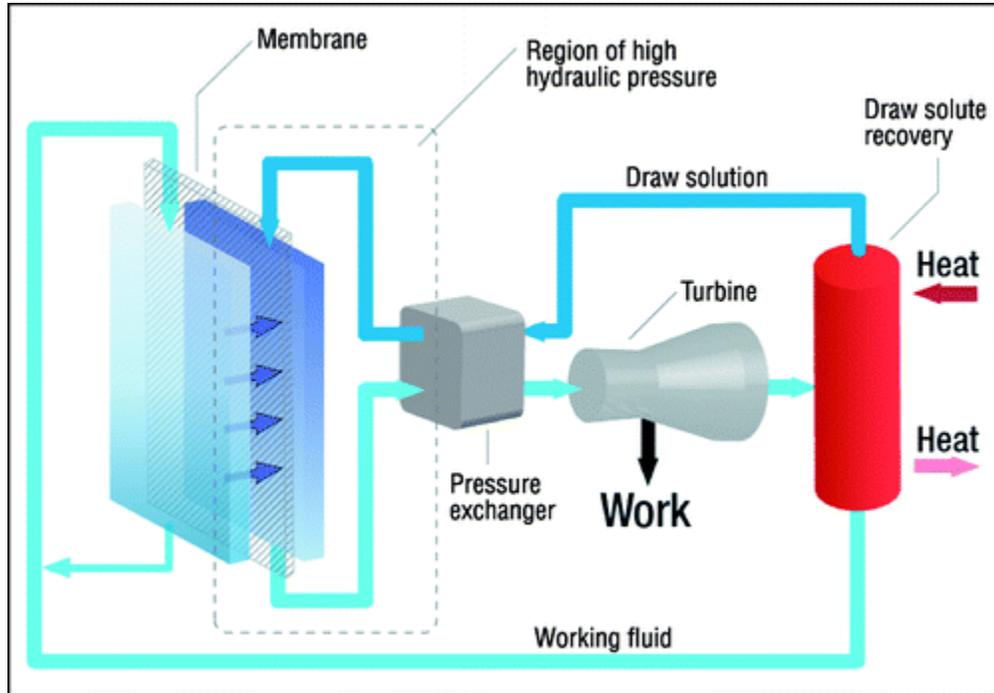


Imagen 8: Generación de energía eléctrica basado en proceso de desalinización
 (L. McGinnis/ Elimelech, R. M. (2008, 1 diciembre). *The NH₃/CO₂ osmotic heat engine*. Adapted from Ref. 35. [Figura]. pubs.acs.org. <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es800812m>)

Este proceso (de la imagen número 8) está altamente ligado al proceso de desalinización anterior (por lo mismo se consideró necesario mencionarlo) el funcionamiento es el siguiente:

“La solución diluida es un fluido casi des ionizado que contiene 1 ppm de NH₃. La solución de extracción es...altamente concentrada de NH₄ +sales del tipo utilizado en FO, pero sometidas a alta presión hidráulica. A medida que el agua pasa a través de la membrana y diluye la solución de extracción, una parte de su volumen se reduce en presión a través de una hidroturbina, produciendo energía eléctrica. Sin embargo, antes de llegar a la turbina, la solución de extracción presurizada, diluida, expandida en volumen, pasa a través de un intercambiador de presión, que transmite la mayor parte de la presión hidráulica de esta corriente saliente a la extracción reconstituida de bajo volumen, alta concentración y entrada. El uso de este intercambiador de presión y una pequeña bomba de refuerzo permite el mantenimiento de una presión hidráulica constante en el sistema de membranas. Una vez que la solución de extracción diluida se ha despresurizado en el intercambiador de presión y la turbina,³ y CO₂ extraen solutos del agua, produciendo un fluido de trabajo casi des ionizado y una solución concentrada reconstituida, para su reutilización en el OHE. Al igual que con el sistema FO, el calor utilizado por la columna de destilación puede ser de muy baja calidad, tan bajo como 40 ° C con una temperatura ambiente de 20 ° C.”(Robert L. McGinnis and Menachem Elimelech, 2008,p.3)

“La eficiencia térmica de este sistema no es alta...acercándose al 10-15% de la eficiencia de un motor Carnot ideal en un rango de temperaturas de de 40 ° C a 150 ° C”(Robert L. McGinnis and Menachem Elimelech, 2008,p.3)

3. Primera planta PRO (Proceso de osmosis retardado) se instaló en Noruega en el año 2009 por la empresa Statkraft, La planta se diseñó con una potencia teórica de 10 KW, se dijo que se podría alcanzar una eficacia de 5 W/m² en la membrana durante su periodo de vida útil, se hizo uso de membranas de acetato de celulosa, con módulos de 8" y la superficie de la membrana era de 2000 m². La alimentación que se le dio a esta planta fue agua de mar con caudal de 20 l/s y agua dulce con caudal de 10 l/s las cuales fueron sometidas a algunos tratamientos posteriores para mejorar el rendimiento de la membrana, dentro de su prototipo ellos hicieron uso de una bomba Pleton que se acopló a un generador eléctrico y utilizaron dispositivos de recuperación de energía. Mencionan que los resultados que obtuvieron fueron potencias específicas de 1W/m² y una potencia global real de 2 KW. Mencionan además que se realizó un proceso de optimización a la membrana y que alcanzaron una eficiencia 10 veces mayor, por lo que este resultado los ha motivado a desarrollar un proyecto nuevo para obtener potencias de 1-2 MW. En la Imagen 9, se ve una ilustración del prototipo.

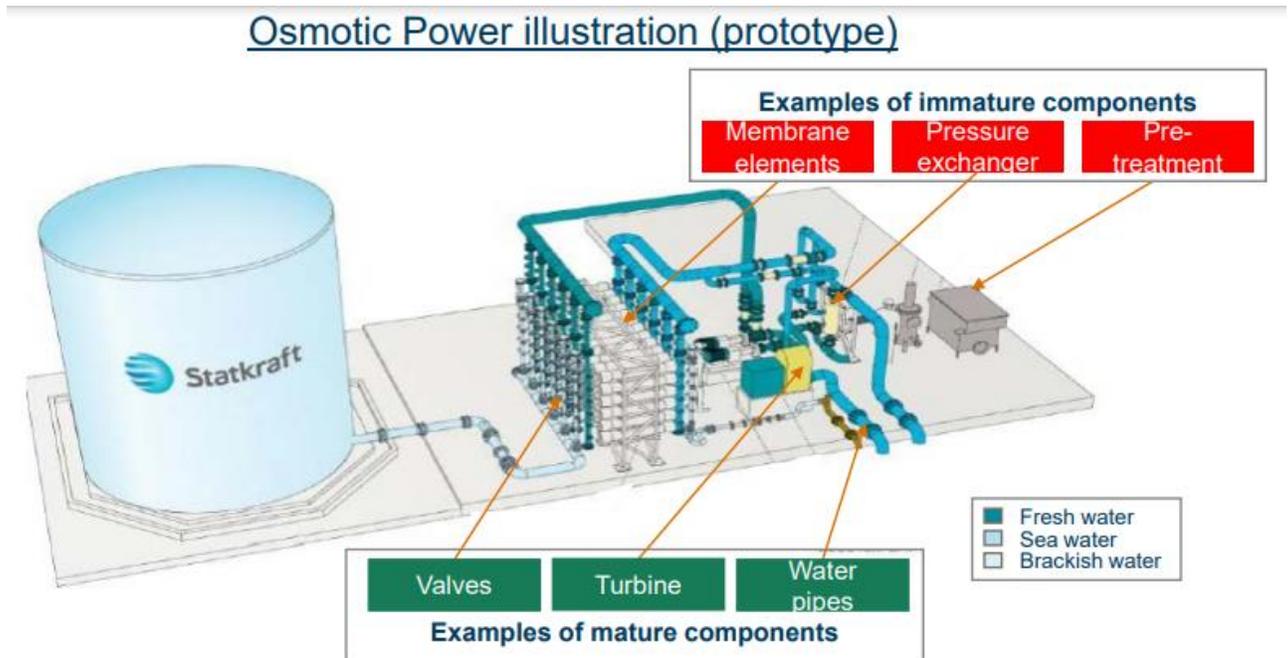


Imagen 9. Ilustración del prototipo

(S.E.S. (2012, julio). *Osmotic Power illustration (prototype)* [Ilustración]. www.statkraft.com. https://www.statkraft.com/globalassets/old-contains-the-old-folder-structure/documents/osmotic-power-at-platts-erem-26012012_tcm9-19284.pdf)

6. PLAN DE FABRICACIÓN.

Nuestro prototipo 3D se construyó en 3 fases:

La primera fue únicamente el diseño del prototipo en solidworks, esta fase a su vez se divide en cuatro partes principales y las herramientas que se utilizaron dentro del software fueron:

1. Para piezas:
 - a. Planos (comúnmente alzado y planta).

- b. Extrusión.
 - c. Corte.
 - d. Vaciado.
 - e. Transparencia.
 - f. Matriz de componentes.
 - g. Aplicación de material.
2. Para ensamble:
 - a. Relaciones de posición.
 3. Para planos:
 - a. 1. Tipo de hoja.
 - b. 2. Tabla de materiales.
 - c. 3. Vistas diferentes de cada componente.
 4. Proceso de renderizado.

La segunda fase fue toda la investigación relacionada a futuras implementaciones de sistemas osmóticos, de entre las que destacan sistemas de generación de energía eléctrica aprovechando los procesos de desalinización (tal como se menciona en el apartado de memoria descriptiva) y sistemas ya implementados, tal es el caso de la planta piloto localizada en el sur de Italia, la cual está compuesta *“...por 125 pares de celdas, con superficie total de membranas de 50 m²”* que además *“Durante cinco meses de operación la planta suministró una potencia de unos 40 vatios (1,6 vatios/m² de par de celdas) y no se destacan problemas importantes de comportamiento por 19 ensuciamiento de las membranas.”* (Dr. D. Sebastián Delgado Díaz, 2017, p.18)

Y la tercer fase se enfocó en el funcionamiento de la membrana semipermeable ya que sin esta información el proceso de fabricación del prototipo 3D hubiese sido complicado ya que no se sabía con exactitud qué tipos de materiales y cuántos son necesarios para el funcionamiento de este sistema de producción de energía, algunos de los datos importantes que se encontraron dentro del funcionamiento de la membrana son:

1. En estas membranas el agua puede pasar con mayor facilidad que otras sustancias que puedan estar dentro de la solución.
2. El paso de las sustancias por la membrana dependen de factores relacionados con la misma, como afinidad química por los solutos, los solutos, el tamaño de la membrana, o la solubilidad, aunque puede depender también de actores relacionados con el entorno, como *“la presión osmótica, la concentración, el gradiente electroquímico o la temperatura en cualquiera de los lados de la membrana”*. (Javier Dufour, 2015)
3. Las membranas son asimétricas con espesores de $\approx 50 \mu\text{m}$, lo que genera permeabilidad al agua y conserva una elevada retención de sales.
4. Cuando la membrana esté funcionando tiene que manifestar baja polarización de la concentración y buena estabilidad química.

Un dato que vale la pena mencionar es que actualmente se están realizando investigaciones en base con la creación de membranas más eficientes ya que las que se tienen actualmente están muy limitadas en el intercambio iónico. Actualmente se arrojaron

datos del desarrollo de una membrana hecha con disulfuro de molibdeno, las cuales, según los resultados obtenidos pueden proporcionar potencias específicas y muy superiores a las que proveen las membranas convencionales (como la de acetato de celulosa).

7. LISTA DE PIEZAS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

En la siguiente tabla se muestra el número de material, la cantidad de piezas requeridas para el desarrollo del prototipo, una descripción, su función y si es nuevo reciclado.

Cantidad	Descripción	Función	Nuevo o reciclado
1 Pieza	Depósito de concreto	Almacenar el agua	Nuevo
2 Pieza	Compuertas automáticas	Almacenar sal	Nuevo
2 Pieza	Sensores de nivel ultrasónicos	Medir nivel de agua	Nuevo
2 Pieza	Dispensadores de sal	Proveer sal a las sustancias	Nuevo
2 Pieza	Sensores de presencia inductivos	Verificar si hay sal	Nuevo
2 Pieza	Motores a pasos	Abrir la puerta de las compuertas	Nuevo
1 Pieza	Turbina de 5 KW/hr	Para convertir la energía adquirida	Nuevo
1 Pieza	Regulador de carga	Controlar el estado de carga de la batería	Nuevo
1 Pieza	Batería	Para almacenar la energía	Nuevo
1 Pieza	Inversor a 220 V.C.A	Para transformar el voltaje	Nuevo
1 Pieza	Convertidor de energía directa	Para convertir energía alterna en directa	Nuevo
1 Pieza	PLC Unictronics	Para controlar el proceso	Nuevo

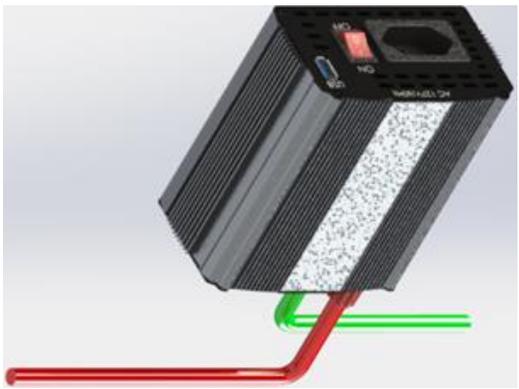
1 Pieza	Materia prima (Disulfuro de molibdeno)	Para estabilizar ambas sustancias y obtener energía	Nuevo
---------	--	---	-------

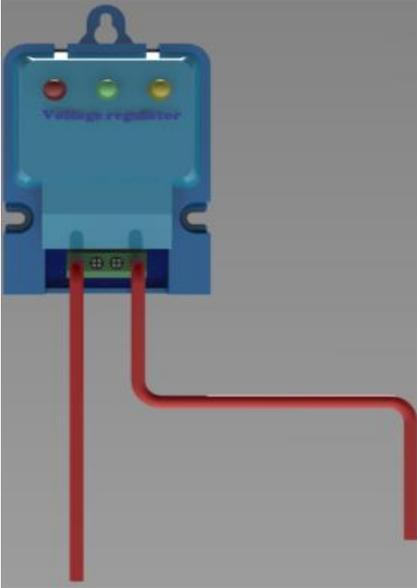
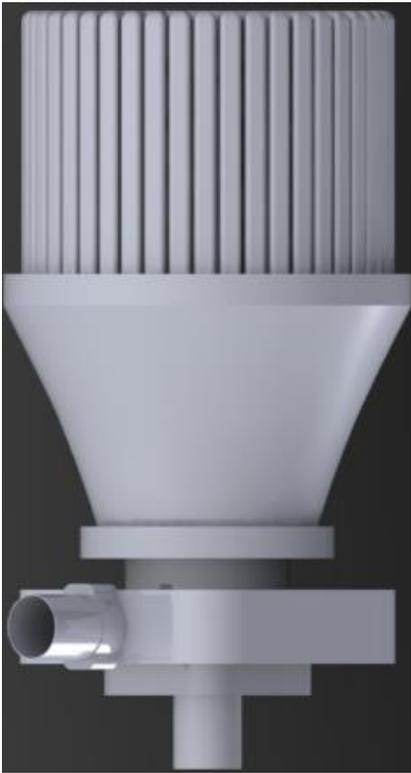
Herramienta de laboratorio utilizadas (si se elabora prototipo):

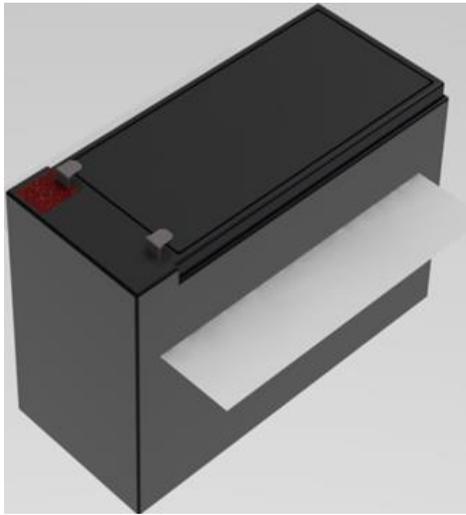
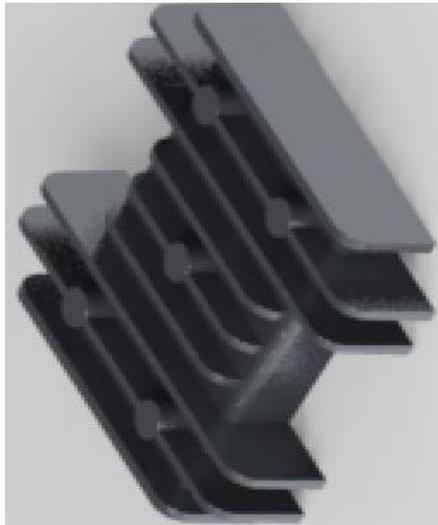
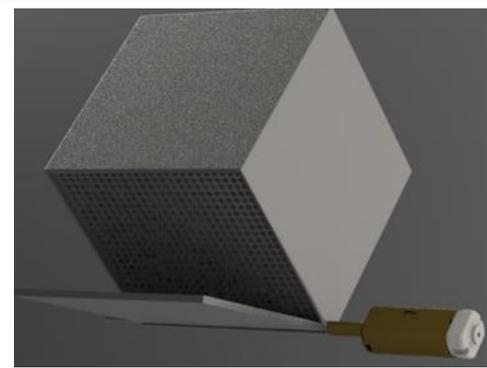
1. Máquina para soldar.
2. Cortadora láser.

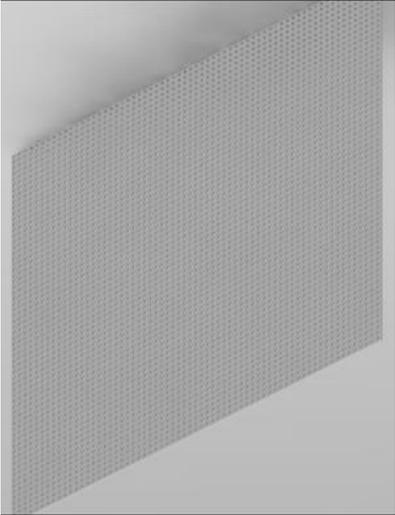
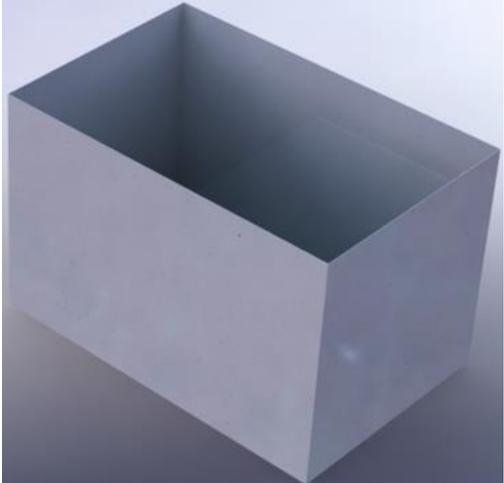
Herramientas extra y otros materiales (si se elabora prototipo):

1. Resistol industrial
2. Cuter
3. Soldadura
4. Tubos PVC
5. Pegamento para PVC

Componente	Descripción	Material en solidworks	Función
	Inversor a 220 V. CA	<ul style="list-style-type: none"> -Extrusión de Aluminio -Switch y entrada trifásica de plástico ABS -Cables de cobre 	Generar un cambio de voltaje. la corriente pasa a ser de entrada de corriente continua a salida de corriente alterna.

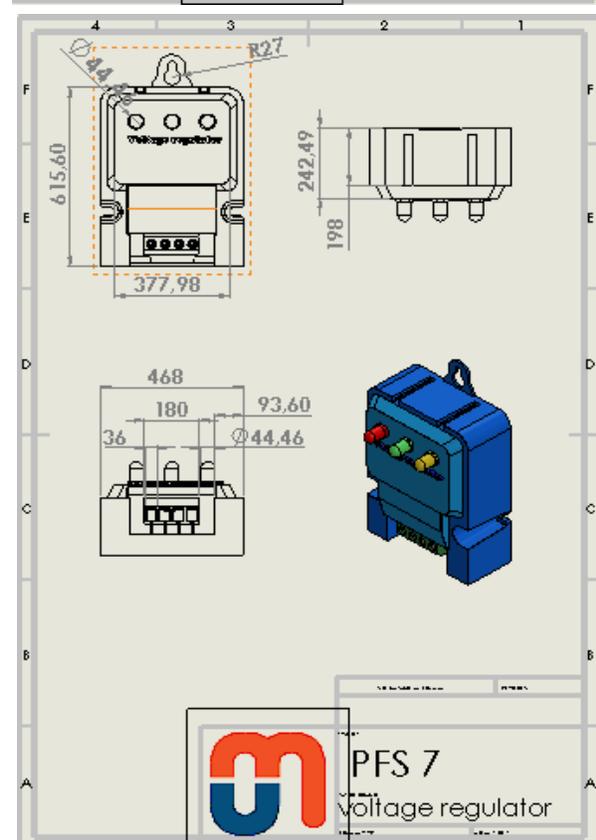
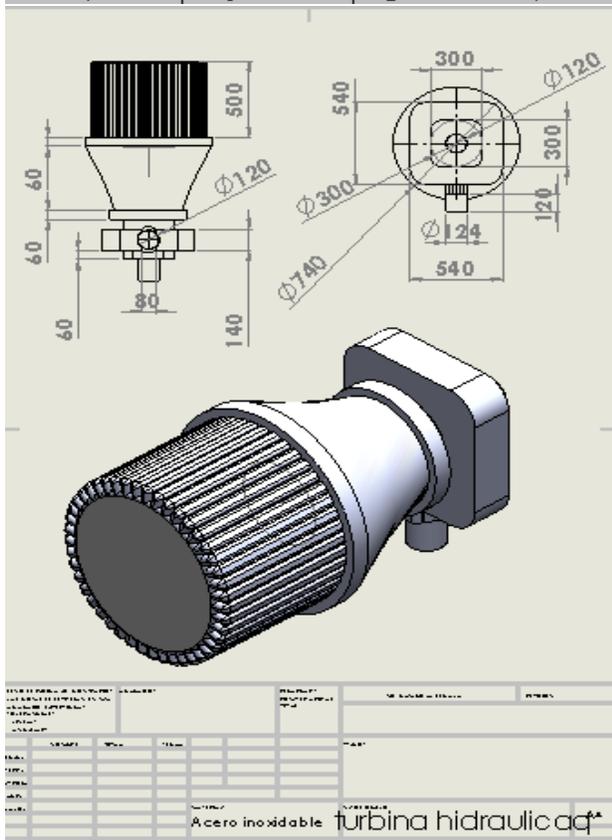
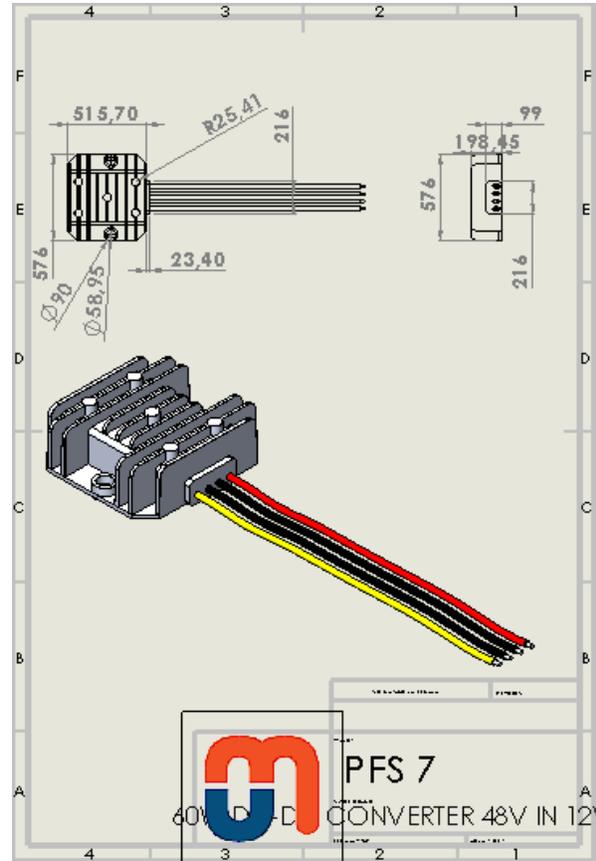
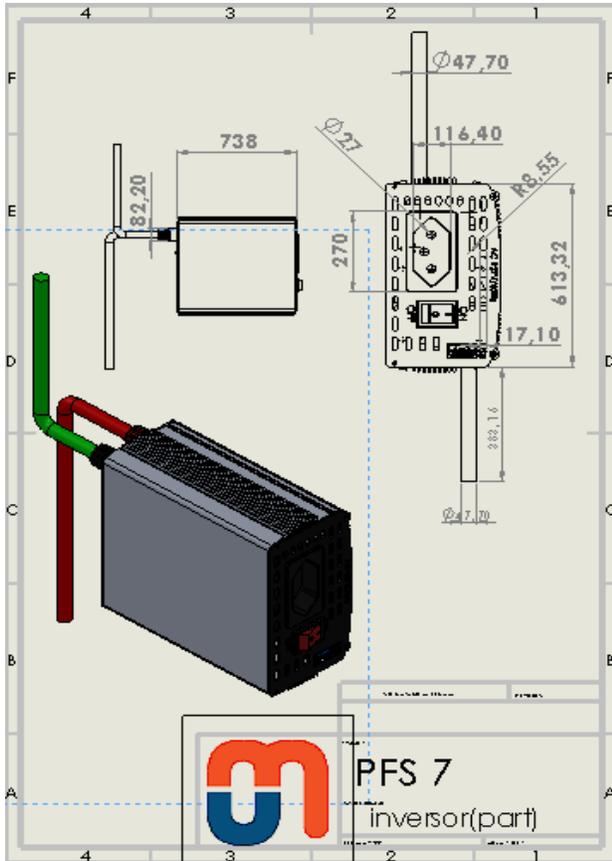
	<p>Regulador de carga</p>	<p>-Plástico ABS para cover, leds y cover de clemas</p> <p>-clemas y tornillos de cobre</p>	<p>Recibirá la tensión eléctrica generada por la turbina hidráulica. La turbina hidráulica le dará al regulador un voltaje variable a la entrada, dentro de un parámetro predeterminado y mantendrá a la salida una tensión constante</p>
	<p>Turbina hidráulica con generador eléctrico</p>	<p>-Eje de acero inoxidable</p> <p>-palas de polímero</p> <p>-Cuerpo de aluminio aleación 1060</p>	<p>Aprovechan el flujo y presión del agua dentro de las tuberías para producir energía eléctrica.</p>

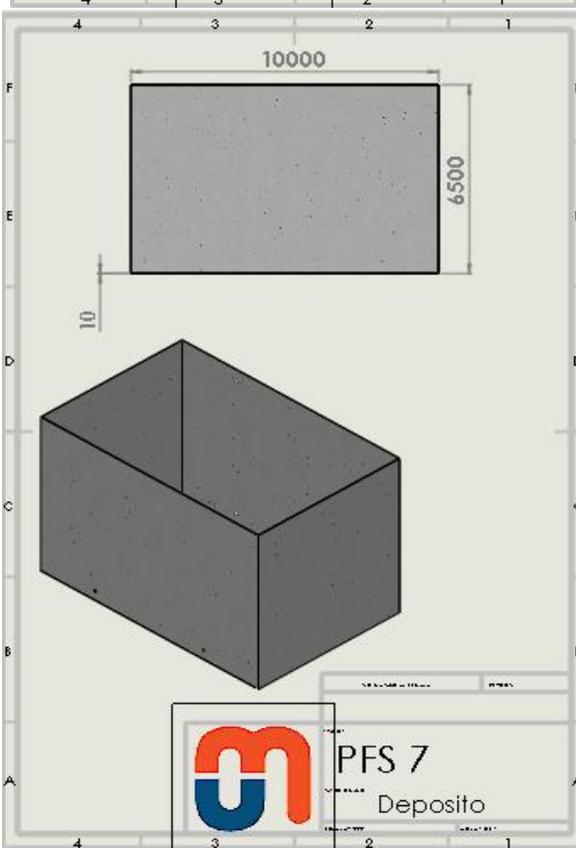
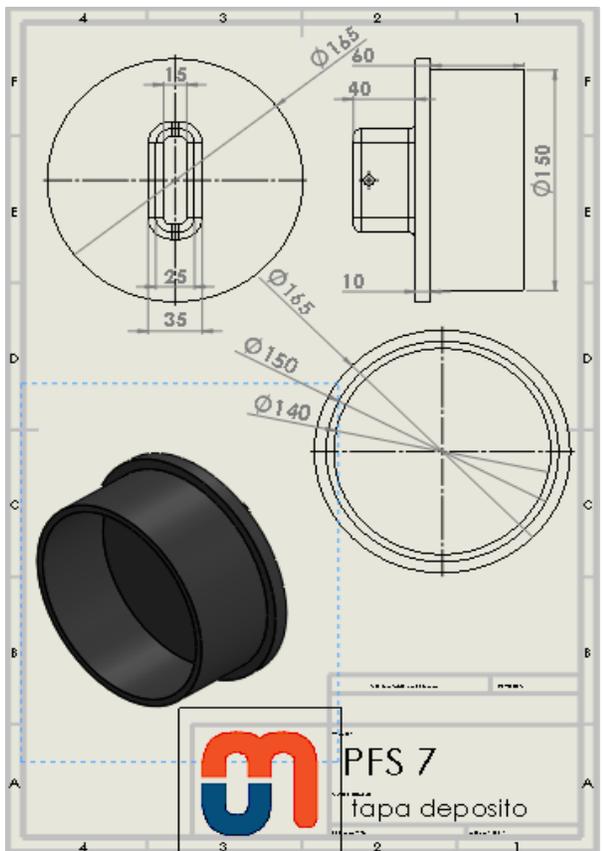
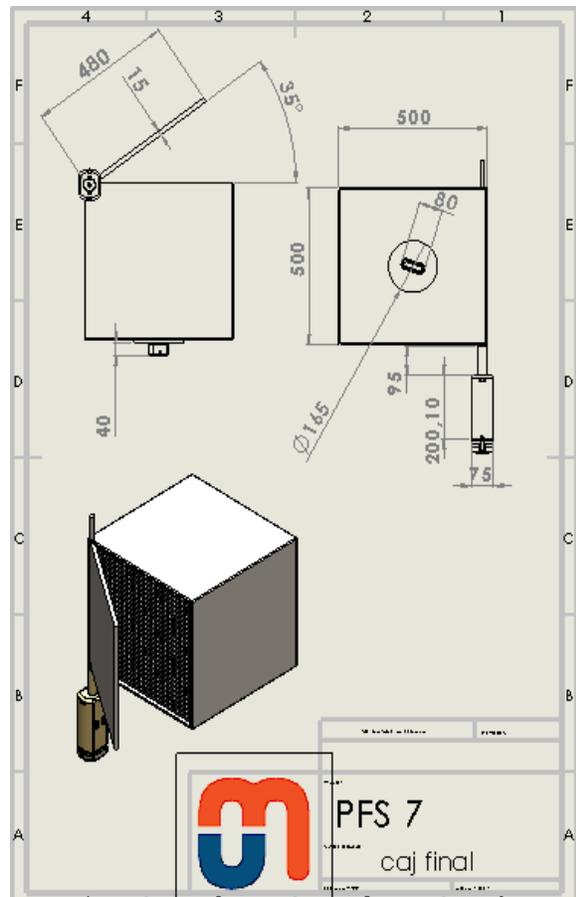
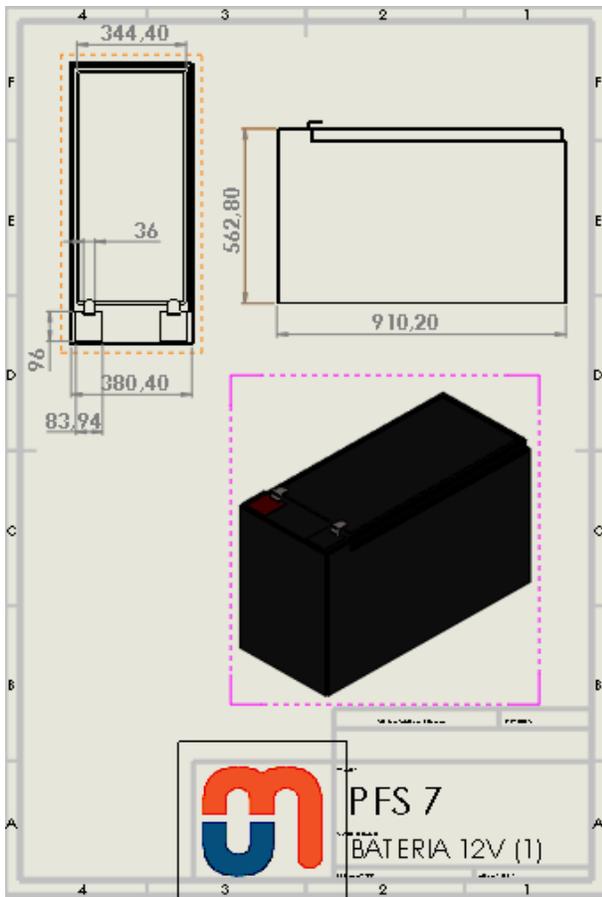
	<p>Batería de 24 V 800 Ah</p>	<p>-Níquel en placa positiva -Hierro en placa negativa -tapa y recipiente de polipropileno</p>	<p>Recibirá un voltaje constante que almacenará por un determinado tiempo. El voltaje será suministrado posteriormente a un conversor de energía.</p>
	<p>Convertidor 24 VCC a 12 VCC</p>	<p>-Cover de hierro</p>	<p>Nos permitirá convertir voltaje de 24 V CC a voltaje de 12 V CC, para alimentar dispositivos de 12 V</p>
	<p>Contenedor de sal</p>	<p>-Cover AISI 316L acero inoxidable</p>	<p>Almacenará la sal que será vaciada proporcionalmente en el depósito de sal</p>

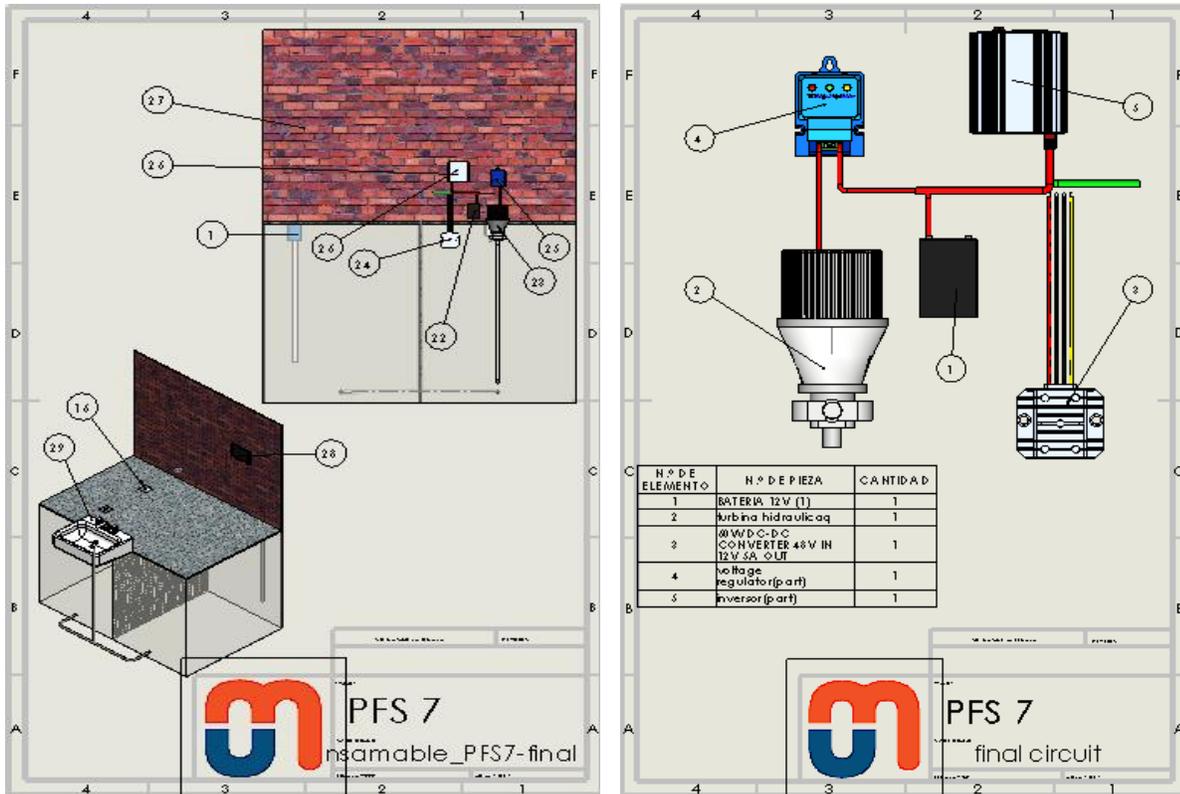
	<p>Motor a pasos</p>		<p>Abrirá y cerrará la puerta del depósito de sal. Mantendrá la puerta abierta a 35 grados.</p>
	<p>Membrana</p>		<p>Permitirá que ciertas moléculas o iones pasen a través de ella por difusión. Pasarán moléculas de la solución menos concentrada a la solución más concentrada, es decir, que pasarán al lado del depósito con mayor salinidad.</p>
	<p>Depósito de agua</p>	<p>-Concreto</p>	<p>Almacenará el agua</p>

8. PLANOS.

A continuación se muestran los planos de cada una de las piezas que conforman nuestro prototipo 3D:







A continuación se muestra la tabla 2, con todos los componentes de nuestro prototipo:

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Depósito	1
2	MEMBRANA	1
3	Tee Inch 4 Sch160	1
4	4 in, Schedule 40, 3	1
5	4 in, Schedule 40, 4	1
6	4 in, Schedule 40, 5	1

7	90L 3R Inch 4 Sch 160	1
8	4 in, Schedule 160	1
9	4 in, Schedule 160, 1	1
10	90L 3R Inch 4 Sch 120	1
11	4 in, Schedule 40	1
12	4 in, Schedule 40, 1	1
13	pared superior	1
14	Regulador de voltaje.SLDASM	1
15	rotor	2
16	tapa depósito	2
17	membrana 2	2
18	puerta deposito sal	2
19	depósito sal	2
20	part_2_cover	2
21	part_1_housing	2

22	BATERIA 12V (1)	1
23	turbina hidráulica	1
24	<ul style="list-style-type: none"> • 60W DC-DC • CONVERTER 48V IN • 12V 5A OUT 	1
25	voltage: regulator(part)	1
26	inversor(part)	1
27	pared	1
28	3.5inch RPi LCD	1
29	sink	1
30	sensor	1

Tabla 2: Componentes de prototipo

*Para ver renders ir a el anexo 7

9. CÁLCULOS TÉCNICOS

La membrana semi permeable de 1 m2 cuando contiene un 30% de nanoporos es capaz de generar 1 mega volt, por lo tanto para este proyecto se está considerando una membrana que contenga el 5% de nanoporos para producir una energía límite de 5 kW/h.

Tabla de variables propuestas		
Variable:	Valor:	Valor real:
Tamaño de malla	1 M2	1 M2

Porcentaje de porosidad:	5%	30%
Energía a obtener:	5000 W/HR	100,000 W/HR
Salinidad en solución 1:	5 gr cada 200 Litros	
Salinidad en solución 2:	7 gr cada 200 Litros	
Cantidad de agua:	7,500 litros totales	20,000 litros totales
Flujo:	10 l/s	

Tabla 1. Tabla de variables propuestas

A continuación se muestran los cálculos necesarios para saber cuántas baterías se necesitan para almacenar la energía que será producida:

$$\frac{AH}{Día} = \text{consumo de energía} = \frac{Ced \times Dr}{V_{batería}}$$

AH/Día=consumo de energía; Amperios-hora/Día

$$NBCP = \frac{AH/Día}{A_{max} \times PD_{max}}$$

Ced=Consumo estimado diario, en watts;

DR= Días de respaldo de energía, generalmente 2 días

$$\frac{AH}{Día} = \frac{500w * 2}{12V} = 83.333$$

V_Batería=Voltaje de sistema de baterías.

$$NBCP = \frac{83.333}{33.33A * 0.80} = 3 \text{ baterías}$$

NBCP=cantidad de baterías de ciclado profundo requeridas

Amax=Amperaje máximo o capacidad de almacenaje de la batería propuesta

PDmax=Profundidad de descarga máxima diaria, 0.80.

N=número de días de autonomía, 2 días

10. PRESUPUESTO.

Estimación del costo de todos los materiales y componentes empleados para realizar el prototipo, y aproximación del precio comercial del producto/servicio.

Cantidad	Material	Costo neto	Total
1 Pieza	Depósito de concreto	\$18,527.00	\$18,527.00
2 Pieza	Compuertas automáticas	\$705.32	\$705.32
2 Pieza	Sensores de nivel ultrasónicos	\$4,000.00	\$4,000.00
2 Pieza	Dispensadores de sal	\$2,476.44	\$2,476.44
2 Pieza	Sensores de presencia inductivos	\$884.64	\$884.64
2 Pieza	Motores a pasos	\$567.00	\$567.00
1 Pieza	Turbina de 5 KW/hr	\$19,999.00	\$19,999.00
1 Pieza	Regulador de carga	\$1,000.00	\$1,000.00
1 Pieza	Batería	\$3,500.00	\$3,500.00
1 Pieza	Inversor a 220 V.C.A	\$2,750.53	\$2,750.53
1 Pieza	Convertidor de energía directa	\$1,017.88	\$1,017.88
1 Pieza	PLC Unictronics	\$7,826.94	\$7,826.94
1 Pieza	Materia prima (Disulfuro de molibdeno)	\$272.00	\$272.00
Costo aproximado del prototipo:			\$63,535.75

Tabla 2. Gastos de mantenimiento e instalación

Ítem	Precio
Mantenimiento	\$272.00
Instalación	\$9,632.00
Personal (4 personas)	\$7,320.00

11. PRUEBAS.

Debido a las condiciones sanitarias en las que nos encontramos actualmente, fue imposible realizar pruebas o simulaciones del funcionamiento del prototipo si fuera llevado a una escala real. También es importante mencionar que el uso de la membrana y su maquinado nos haría imposible realizar pruebas a menos que se hiciera uso de una membrana de acetato de celulosa (ya que esa si se encuentra a la venta) pero se tendría que tomar en consideración que la energía que se obtiene con la membrana de disulfuro de molibdeno es diferente a la que se obtendría con la de acetato de celulosa, lo que haría un poco ineficiente nuestro sistema de generación de energía eléctrica.

Para validar este apartado de pruebas, se elaboró un diagrama escalera (Imagen 10) en AutomationStudio, el cual muestra todo el control de los componentes de nuestro sistema, entre los que destacan los sensores de agua y sal, la pantalla del PLC, una electroválvula, el regulador del voltaje, el motor a pasos y la batería. El funcionamiento correcto de este programa así como su simulación correcta nos indica que todos los componentes que conforman el prototipo funcionan de manera correcta en el tiempo establecido, por lo que se puede concluir que el control de todo el sistema es correcto.

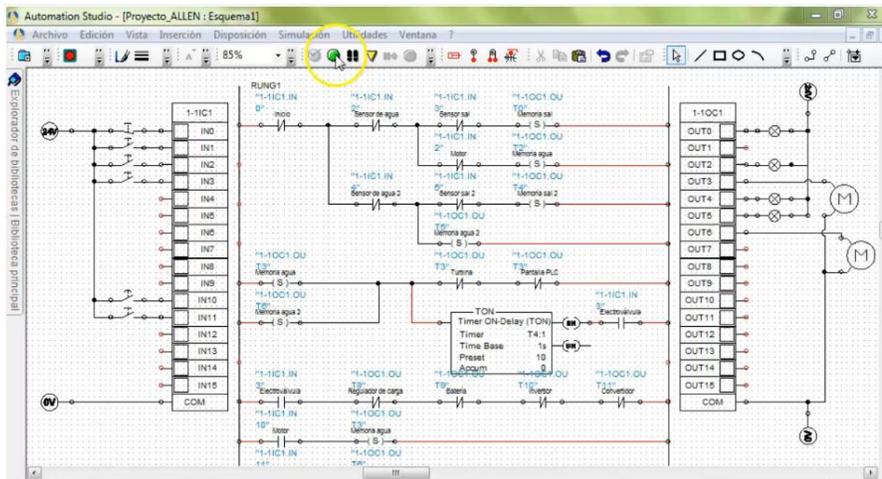


Imagen 10. Diagrama escalera (control del proceso)

12. PROBLEMAS ENCONTRADOS Y SOLUCIÓN ADOPTADA.

Los problemas principales que se encontraron en el desarrollo del proyecto son los siguientes:

1. Poca información en relación a la generación de energía por medio de osmosis.
2. No se sabía que microcontrolador elegir para el control de todo el sistema.
3. No se sabía cuánta porosidad debía llevar la malla.
4. Se quería controlar que la abertura de las compuertas de sal fuera poco a poco.
5. No se sabía de qué material realizar el contenedor que contiene el agua y la membrana.
6. Sistema de filtrado de agua en tuberías.
7. No se sabía si conectar la electricidad directamente a los focos o almacenarla.

Las soluciones a los problemas citados anteriormente fueron:

1. Se investigó sobre este tema en portales científicos y se obtuvieron datos de experimentos sobre esta nueva forma de energía.
2. Se optó por un PLC que controlara todo el sistema ya que se tiene más dominio sobre su funcionamiento.
3. La porosidad de la malla se basó en resultados experimentales de la universidad de Suiza (adecuándola a la cantidad de energía que nosotros queríamos producir).
4. Se hizo uso de un motor a pasos que pudiese ayudar a realizar esta tarea relacionada a la abertura de las compuertas de sal.
5. El material que se usó fue concreto ya que de está material están hechas las presas hidroeléctricas, además que aumentaría su periodo de vida útil.
6. El sistema de filtrado de agua y tuberías se basó en la norma **NOM-180-SSA1-1998**.
7. Se optó por almacenarla ya que de esta manera se podría hacer uso de ella en las partes del hogar que se considere más necesario.

13. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

El resumen de los resultados gira en torno al desarrollo conceptual del prototipo, mismo que se utiliza para ayudar a dar un segundo uso al agua que es empleada en actividades cotidianas. Cabe mencionar que uno de los aspectos más relevantes dentro del desarrollo del prototipo son la selección de materiales (para el contenedor de agua) y el acomodo de los sensores y compuertas de sal dentro del dispositivo, ya que si no estaban colocados de manera correcta y/o estratégica no se podrían obtener datos precisos para monitorear todo el sistema de manera correcta.

También es importante mencionar que a pesar de no haber mucha información relacionada a la generación de energía eléctrica por medio de centrales o procesos osmóticos se pudo desarrollar un proyecto de innovación con diferencias en variables propuestas, soluciones, procesos y materiales para poder automatizar un proceso con muchas limitantes, ya que como es mencionado en apartados anteriores de este documento aún está en proceso de experimentación esta nueva forma de generar energía eléctrica, así mismo como el desarrollo y la búsqueda de un buen material que no se desgaste y ensucie tan rápido para

la creación de una membrana eficiente que ayude a generar una buena cantidad de energía eléctrica.

A Pesar de que el costo para el desarrollo de nuestro dispositivo es algo elevado, consideramos que alcanza una viabilidad alta desde el punto de vista funcional ya que se logró integrar en un solo sistema todos los componentes necesarios para un buen funcionamiento. Queremos mencionar también que puede ser probable que el costo del prototipo disminuya si se hace uso de algún otro microcontrolador con una pantalla LCD para mostrar el valor de llenado y nivel de flujo, pero para esto es necesario ahondar más en información relacionada con estos microcontroladores (como la memoria que tienen disponible y su tiempo de vida útil) ya que nuestro sistema de generación de energía funciona todo el tiempo y está colocado a la intemperie.

14. VALORACIÓN DEL PROYECTO.

Lo que más nos ha gustado del desarrollo de todo este proyecto ha sido toda la parte investigativa porque nuestro proyecto está basado en el proceso de energía osmótica, fue un reto encontrar información relacionada con el tema que nos proporcionará datos concretos para basar nuestras hipótesis de funcionamiento del sistema. Otro de los puntos que más nos gustaron fue el hacer uso de SolidWorks para presentar nuestro diseño y también practicar el desarrollo del programa en escalera. Lo que menos nos gustó de este proyecto fue que a pesar de largas búsquedas no logramos encontrar mucha información relacionada con osmosis que fuera de carácter científico.

15. ANEXOS

Anexo 1. Criterios implementados para el diagnóstico del usuario.

Definición de Usuario meta y Producto

¿A quién va dirigido?

El proyecto va dirigido al mercado inmobiliario específicamente, al nicho de mercado de dueños de residencias. Este usuario fue seleccionado bajo el criterio del objetivo del proyecto, ya que se pretende crear el concepto de una vivienda “eco friendly” que pueda reducir los consumos bimestrales de luz reutilizando el agua desperdiciada en actividades cotidianas.

Es necesario aclarar que los cálculos que se utilizarán en el proyecto se basan en familias de 4 personas debido a que la mayoría de los censos de información se centran en este número de integrantes, sin embargo la intención de esto no es delimitar el usuario final solo tener una referencia numérica aproximada.

¿Cuáles son sus necesidades?

1. Necesidad de ahorrar energía y que este ahorro se vea reflejado en su cuota bimestral de energía eléctrica.
2. Necesidad de que sus tareas sean autónomas debido al tiempo que pasan en otras actividades.
3. A mucha gente le interesa innovar dentro de su casa pero su requerimiento o necesidad principal es que la instalación no sea muy compleja, y que sea segura antes y después de la instalación.
4. Refacciones baratas para cuando se requiera cambiar.

¿Cuáles son sus beneficios?

El ahorro para el usuario que genera el proyecto se divide en dos partes. Cabe mencionar que uno es dependiente del otro:

1. Ahorro Económico: Esto se ve reflejado en el consumo bimestral de luz, Al producir un sistema que genere energía eléctrica con otros recursos (Aguas grises) se está evitando que el usuario dependa directamente de la energía eléctrica para poder alimentar su sistema de iluminación. Por lo tanto, de manera bimestral se consume menos energía y existe un ahorro significativo.

Definición del Producto:

¿Qué ofrece la competencia?

En el mercado no existe algún producto o servicio parecido, hasta ahora se ha hecho un esfuerzo por recolectar las aguas grises de los fraccionamientos para reutilizarlas específicamente en riego, para asegurar esto utilizan filtros en las diferentes viviendas que están pensados para detener cualquier tipo de suciedad que se pueda filtrar al depósito común de agua.

¿Cuál es mi diferenciador o valor agregado?

1. Las aguas grises que se obtienen de lugares como la tarja de la cocina, lavamanos y regadera son comúnmente desechadas, con el proyecto se busca reutilizar el 50%

- de la cantidad total de agua grises de una vivienda con el fin de poder generar energía eléctrica que va a ser consumida en el sistema de iluminación de la casa.
2. El usuario no tendrá que intervenir en ningún momento con el proceso, ya que será autónomo.
 3. Replica un fenómeno muy importante que solo se pueda dar en lugares cercanos al mar, y del cual el ser humano puede tomar ventaja para crear grandes cantidades de energía eléctrica. (Osmosis)

Normas y aspectos legales:

¿Cuál es la normativa que debe cumplir mi producto?

La normativa que debe cumplir el proyecto es el estándar IP65 que habla de los equipos/componentes electrónicos que pueden ser utilizados para estar en contacto directo con algún líquido, este estándar asegura que durante el tiempo de exposición del líquido el componente no se dañará y por lo tanto no representará algún riesgo para el usuario.

Por otro lado, para poder implementar un sistema de reutilización de agua es necesario cumplir con la **Norma Oficial Mexicana NOM-180-SSA1-1998**, esta norma cita los tipos de agua que se pueden reutilizar, qué uso se le puede dar y un proceso estándar de filtración por el que forzosamente debe pasar el agua antes de ser utilizada.

Conclusiones:

El QFD (imagen Anexo 1) fue un ejercicio que sirvió bastante para obtener los puntos críticos del proyecto, esto es importante porque permite que el equipo tenga visión de los puntos en los que se deben trabajar ya que son los requerimientos más importantes para el usuario.

En este caso los requerimientos en los que se debe trabajar para mejorar la implementación del proyecto son:

1. Funcionamiento autónomo
2. Ahorro Monetario
3. Refacciones sin costo elevado
4. Implementación segura en el hogar

Dichos requerimientos también juegan un papel muy importante en la opinión que tiene el usuario con respecto a nuestro producto. En caso de que estos requerimientos no cumplan con los máximos estándares de calidad, el proyecto puede verse afectado en gran medida, restándole popularidad en el mercado y credibilidad al momento de exponer los beneficios al usuario final.

QFD Proyecto Allen.															
Requerimientos del Cliente	Requerimientos del Diseño:						Prioridad del Cliente	Competencia en el Mercado:			Visión del Proyecto:			Importancia absoluta	Porcentaje de Importancia
	Automatización del prototipo	Desgaste del material	Complejidad de Instalación (sencilla)	Materiales con buena relación costo/calidad	Seguridad de operación (Alta)	Apego a Normativas Legales		Proyecto Allen	Competidor A	Competidor B	Influencia en venta	Objetivo de mejora	Mejora en ganancia		
Funcionamiento autónomo	9			4			5	4	5	5	1.5	5	1.25	6.25	0,1865671642
Ahorro Monetario	10	5		6			5	4	4	4	1.5	4	1	5	0,1492537313
Refacciones sin costo elevado		8		6			5	5	3	3	1.2	5	1	5	0,1492537313
Implementación segura en el hogar				7	6	9	5	4	2	2	1.5	5	1.25	6.25	0,1865671642
Instalación adaptable a los espacios del usuario			8				3	4	2	2	1.2	4	1	3	0,08955223881
Precio accesible	4			8			4	4	2	1	1.2	4	1	4	0,1194029851
Instalación sencilla (No modificaciones complejas)			9				4	5	3	2	1.5	5	1	4	0,1194029851
															33.5

Matriz de Prioridad		Matriz de Competencia (Mercado)		Matriz de Influencia	
5	Muy Alta	5	Cumple en 100%	1.5	Alta
4	Alta	4	Cumple en 80%	1.2	Media
3	Media	3	Cumple en 60%	1	Baja
2	Baja	2	Cumple en 40%		
1	Muy baja	1	Cumple en 20%		

Anexo 1. QFD

Anexo 2. Propiedades del disulfuro de molibdeno

Propiedades físicas del MoS2	
Punto de fusión:	1185 °C
Densidad:	4,80g / cm3 (14 °C)
Dureza Mohs:	1,0-1,5

Propiedades químicas:

No se disuelve en:

- Agua
- Ácido diluido
- Ácido sulfúrico concentrado

Es soluble en:

° Ácido sulfúrico caliente

Es utilizado en condiciones de alta temperatura, baja temperatura y vacío.

Anexo 3. Render del prototipo



Imagen 1: Vista del Alzado en prototipo

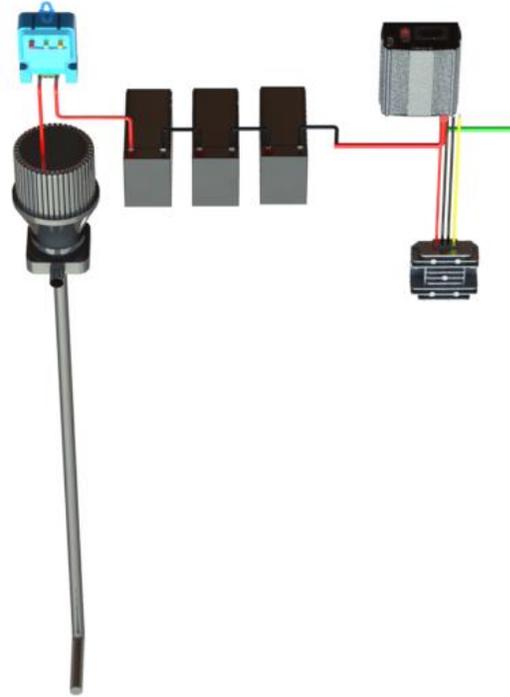


Imagen 2. Render del circuito eléctrico



Imagen 3. Render del prototipo completo

Anexo 6. Coevaluación

En una escala de 1 a 5, donde 1 es la **calificación mas baja** y 5 la **máxima**, evalúa el desempeño de los integrantes de tu equipo incluyendote a ti

	1 Responsabilidad , uso del tiempo	2 Adaptabilidad	3 Creatividad y originalidad	4 Habilidad para la comunicación	5 Habilidad general para el trabajo en grupo	6 Habilidades técnicas	Total
Anayeli Zapatero Pintor	5	5	5	5	5	5	100,0%
Ricardo Hernandez Hernandez	5	5	5	5	5	5	100,0%
Sarhau Hernandez Hernandez	5	5	5	5	5	5	100,0%
Ana Karen Tapia Martinez	5	5	5	5	5	5	100,0%

16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *El consumo de agua en casa: ¿en qué la gastamos?* (2019, 28 noviembre). Culligan. <https://www.culligan.es/blog/consumo-de-agua>
2. BBC News Mundo. (2016, 15 julio). *Energía osmótica: cómo crear energía limpia con agua, sal y una membrana de 3 átomos de espesor.* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36805727>
3. *Propiedades del Disulfuro de Molibdeno - Molibdeno Fabricante y proveedor - Chinatungsten Online.* (s. f.). <http://www.molybdenum.com.cn/>. Recuperado 19 de noviembre de 2020, de [http://www.molybdenum.com.cn/spanish/molybdenum-disulfide-physical-properties-and-chemical-properties.html#:~:text=El%20disulfuro%20de%20molibdeno%20\(MoS2,qu%C3%ADmica%20y%20ultra%2Dvac%C3%ADo%20moderno](http://www.molybdenum.com.cn/spanish/molybdenum-disulfide-physical-properties-and-chemical-properties.html#:~:text=El%20disulfuro%20de%20molibdeno%20(MoS2,qu%C3%ADmica%20y%20ultra%2Dvac%C3%ADo%20moderno)
4. Dufour, J. (2015, 22 mayo). *Membranas de intercambio con aplicaciones energéticas | Energía y Sostenibilidad.* www.madrimasd.org. <https://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2015/05/22/132491>
5. World Health Organization. (2013, 9 julio). *OMS | La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud.* www.who.int. https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/
6. Portillo, S. R. (2020, 25 febrero). *Energía azul: qué es, ventajas y desventajas.* ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/energia-azul-que-es-ventajas-y-desventajas-2596.html>
7. T. (2020, 5 noviembre). *Mini turbina hidráulica con generador eléctrico incorporado.* Traxco, S.A. <https://www.traxco.es/blog/productos-nuevos/mini-turbina-hidraulica-con-generador>
8. S.E.S. (2012a, junio). www.statkraft.com. https://www.statkraft.com/globalassets/old-contains-the-old-folder-structure/documents/osmotic-power-at-platts-erem-26012012_tcm9-19284.pdf

9. PRIMERA ENCUESTA NACIONAL SOBRE CONSUMO DE ENERGÉTICOS EN VIVIENDAS PARTICULARES (ENCEVI). (2018, 7 noviembre). www.inegi.org.mx. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/ENCEVI2018.pdf>
10. *Cuidemos y valoremos el agua que mueve a México*. (s. f.). <http://www.conagua.gob.mx/>. Recuperado 22 de noviembre de 2020, de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/carrera_agua_2015.pdf
11. *Agua en el mundo*. (s. f.). <http://www.conagua.gob.mx/>. Recuperado 22 de noviembre de 2020, de http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/sina/capitulo_8.pdf
12. Urquieta García, C. (2018, julio). *Ósmosis Directa en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales*. <http://repositorio.conicyt.cl/>. <http://repositorio.conicyt.cl/bitstream/handle/10533/232918/TFM%20Cristobal%20Urquieta%20Garcia.pdf?sequence=1>
13. Minera, S. (2016, 31 octubre). *Usos del agua en procesos industriales*. Revista Seguridad Minera. <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/usos-del-agua-en-procesos-industriales/#:%7E:text=El%20uso%20del%20agua%20es%20crucial%20en%20muchos%20procesos%20industriales.&text=Adem%C3%A1s%20implica%20el%20conocimiento%20de,y%20de%20procesos%2C%20entre%20otros>
14. AGUA PARA UN MUNDO SOSTENIBLE. (s. f.). <http://www.unesco.org/>. Recuperado 22 de noviembre de 2020, de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf
15. Rodrigo Riquelme 27 de marzo de 2017, 14:29, Horas, H. G. L. P. M. P. Y., Horas, H. M. E. P., Horas, H. A. P., Horas, H. M. P. D. M. P., R., A., R., PilarMartínez, M., PilarMartínez, M., González, L. P. M. Y., & PilarMartínez, M. (2017, 4 octubre). *8 datos sobre producción y consumo de energía mundial*. El Economista. <https://www.economista.com.mx/empresas/8-datos-sobre-produccion-y-consumo-de-energia-mundial-20170327-0126.html>