



WATER HARVESTERS IN SUMMER

WRO 2023

DESCRIPCIÓN BREVE

Este proyecto busca resolver el problema causado por la sequía, puntualmente de la disminución de los niveles del agua en el Lago Gatún que es donde se ubican las Esclusas de Miraflores, mediante el desarrollo de un sistema de generación de agua en temporada seca, que permita cosechar agua de manera automatizada y así abastecer de agua del lado Alajuela de forma permanente en todo los meses del año y de esta forma garantizar que el Lago Gatún tenga los niveles de agua óptimos que garanticen la conectividad del Canal de Panamá.

*Los integrantes y representantes del equipo son: Louis Ortega
Eduardo Meléndez
Joseph Arcia*

Profesor Asesor:
Magister. Dillian Staine

WATER HARVESTERS IN SUMMER

PRESENTACIÓN DEL EQUIPO

¿Quiénes forman parte del equipo?

Los integrantes y representantes del equipo son:

Louis Ortega

Eduardo Meléndez

Joseph Arcia



¿De dónde son?

Somos estudiantes del Instituto Profesional Técnico e Industrial de Aguadulce ubicado en el Distrito de Aguadulce de la provincia de Coclé.

¿Cómo se han dividido las tareas dentro del equipo?

Para los efectos de tener éxito en el desarrollo del proyecto, el mismo se a distribuido de la siguiente forma:

Para los efectos de tener éxito en el desarrollo del proyecto, el mismo se a distribuido de la siguiente forma:

- **Coordinador de Diseño y Construcción de la Maqueta:** Joseph Arcía, desarrollo de estructura y pintura, en colaboración con el resto del equipo de trabajo.
- **Coordinador el Diseño Electromecánico:** Eduardo Meléndez, desarrollo de los diagramas electrónicos y la integración de la estructura de tuberías y tanques de agua en colaboración con el resto del equipo de trabajo.
- **Coordinador de desarrollo de algoritmos y códigos en Arduino:** Louis Ortega: Desarrollo del algoritmo y del código de programación en lenguaje C ++(Arduino), y configuración de las cuentas en la plataforma web de thingSpeak, para la conectividad de datos en la nube (IoT).

Cabe destacar que los tres integrantes participamos colaborativamente en la construcción del rompecabezas del set del Canal de Panamá (LEGO) y la mampara para la presentación final.

IDEA RESUMIDA DEL PROYECTO

¿Cuál es el problema que resuelve su proyecto y porqué lo ha elegido?

Este proyecto busca resolver el problema causado por la sequía, puntualmente de la disminución de los niveles del agua en el Lago Gatún que es donde se ubican las Esclusas de Miraflores.

Hemos elegido este proyecto por los escasos de agua del cauce interoceánico en este año en el canal de Panamá, el cual pone en peligro la conectividad, esto ha generado que algunos buques de gran calado no puedan transitar, esta acción resulta en pérdidas económicas al heraldo público afectando el **PIB** (EL PRODUCTO INTERNO BRUTO).

¿Cómo resolverá la solución robótica el problema que ha establecido?

Nuestro prototipo es un modelo a escala de un sistema de automatización de generación y reserva de agua, con el propósito de mitigar los escasos del vital líquido en el Lago Alajuela en la temporada seca de nuestro país, este lago es uno de los lagos que suministra agua al lago Gatún el cual es el que sostiene el tránsito de buque y naves acuáticas en el cauce interoceánico del Canal de Panamá.

La solución robótica busca automatizar un sistema de generación de agua mediante el proceso de condensación del aire caliente empujado a 20 metros de profundidad debajo de la superficie del Lago Alajuela, para los cuales se dispone de un ventilador que cumple la tarea de impulsar masas de aire caliente por una tubería de PVC revestida de material termo conductible, aprovechando la capacidad de retener valores de temperaturas bajas, facilitando la transferencia de calor de las masas de aire al terreno circundante a la tubería, de esta forma se aprovecha la diferencia geotérmica entre la superficie terrestre en el área aledaña al lago Alajuela, la cual oscila entre 32 °C a 37 °C y las profundidades terrestres a 20 metros debajo del lago Gatún que según la fórmula de Kosuda se promedia en 14°C en los seis meses (de Enero a Junio) de la temporada seca en Panamá.

A continuación, se presentan las ecuaciones matemáticas que utilizamos para calcular el punto de condensación del Agua (100 °C) de las masas de aire caliente y la ecuación de Kosuda, empleada para calcular la profundidad a la que se alcanza la temperatura de 14°C (20m bajo tierra), de igual forma se presenta la gráfica del promedio de temperaturas

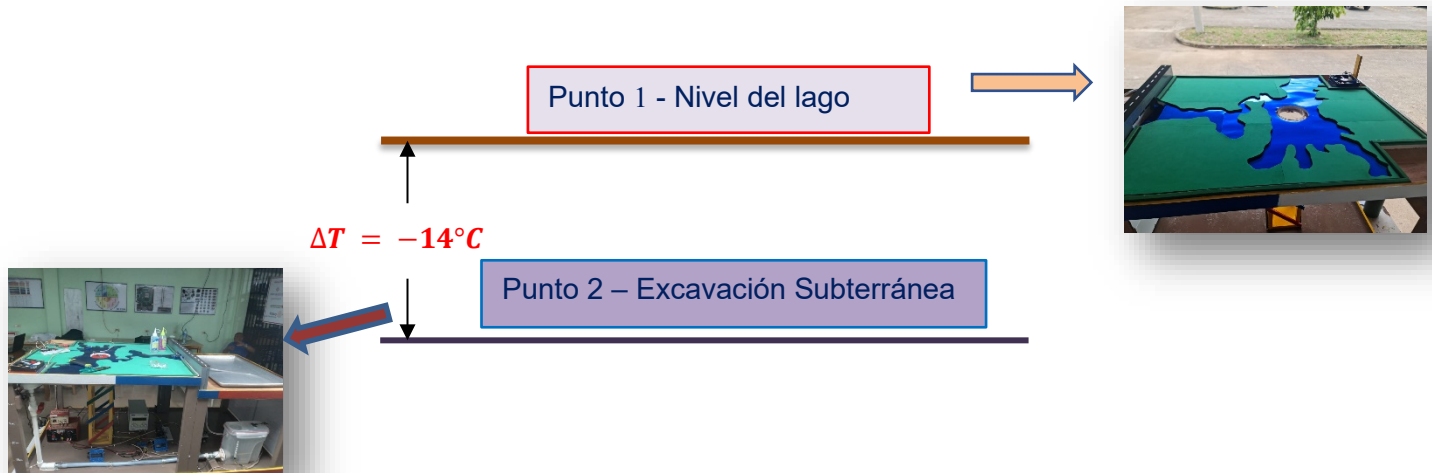
alcanzada según las profundidades terrestres.

<p>Punto de condensación</p> $T_p = \frac{b(\frac{aT}{b+T} + \ln RH)}{a - (\frac{aT}{b+T} + \ln RH)}$ <p>Donde: a= 17.27 b= 237.7 ln – logaritmo natural RH – humedad relativa del aire Tp – punto de condensación</p> <p>TECNOIPTIA</p>	<p>Técnica de pozos provenzales (ecuación de Kusuda)</p> $T(z,t) = T_0 - A_0 * e^{-z * \sqrt{\frac{\pi}{365*a}}} * \cos \cos \left(\frac{2*\pi}{365} * \left(t - t_0 - \frac{z}{2} * \sqrt{\frac{\pi}{365*a}} \right) \right)$ <p>ecuación 2</p> $Tmin(z) = T_0 - A_0 * e^{-z * \sqrt{\frac{\pi}{365*a}}} \text{ ecuación 3}$ $Tmin(z) = T_0 + A_0 * e^{-z * \sqrt{\frac{\pi}{365*a}}} \text{ ecuación 4}$ <p>Donde</p> <ul style="list-style-type: none"> • T(z, t), es la temperatura del terreno en función de la profundidad "Z" en metros, y el día del año "i" • T₀, es la temperatura media anual del terreno en °C que corresponde con la temperatura media anual del aire ambiente sobre la superficie del terreno • A₀, corresponde a la máxima diferencia de temperatura anual del aire sobre la superficie del terreno • a, es la difusividad térmica del terreno en m2/día, depende del tipo de suelo y el contenido en agua • t₀, es el desfase en días, se refiere al desplazamiento de la temperatura superficial con la profundidad; un valor típico de este parámetro es 35-10+ según el análisis de Kusuda.
--	--

Gracias a la aplicación de la ecuación matemática de **Kosuda**, podemos determinar los valores de temperatura y la humedad de la superficie del Lago Alajuela podemos determinar los valores temperatura y humedad a 20 metros de profundidad bajo tierra y así poder determinar cuanto volumen de aire es necesario impulsar a dicha profundidad para obtener un litro de agua condensada y almacenada en el reservorio de agua que abastecerá el Lago Alajuela.

PROCEDIMIENTO FÍSICO – MATEMÁTICO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE PUEDE OBTENER DE UN VOLUMEN DE 1 m^3 DE AIRE IMPULSADO A 20 m BAJO TIERRA DEBAJO DEL LAGO ALAJUELA.

Cálculo de Agua condensada



Punto 1:

Humedad Relativa: HR_1
Temperatura: T_1
Humedad Absoluta: HA_1
Punto de Rocío: PR_1

Punto 2:

Humedad Relativa: HR_2
Temperatura: T_2
Humedad Absoluta: HA_2

Consideraciones:

- Se considerará como Volumen de aire 1 m^3 , y este se mantendrá constante en todo el proceso de circulación.
- La variación de presión es despreciable.
- El agua condensada es aprovechada en su totalidad debido a la impermeabilización de las paredes.
- Se considera una diferencia de temperatura de 14°C .

Cálculo.

1. Con ayuda de una **carta psicrométrica** obtenemos los valores del punto 1, para esto necesitamos la temperatura y la humedad relativa del aire en la superficie del lago Alajuela.

<https://www.herramientasingeneria.com/onlinecalc/spa/psicrometricos/psicrometricos.html>

DIAGRAMA Y CALCULADORA DE PARÁMETROS PSICROMÉTRICOS ONLINE

Calculadora

Esta calculadora proporciona los resultados del bulbo húmedo y de otros parámetros psicrométricos, mostrando al mismo tiempo un diagrama o **carta psicrométrica**. Como datos de entrada se introduce la temperatura (seca) y el bulbo húmedo o la humedad relativa. También debe de introducirse la altitud, ya que este dato es necesario para corregir los valores en función de la presión atmosférica. Para los valores a nivel del mar se considera una presión normalizada de 1013.25 hPa.

Una vez seleccionado el punto, desde el diagrama de la parte inferior puede generarse un segundo punto, pulsando sobre las flechas. En la tabla insertada en el gráfico se reflejan los valores para cada uno de los dos puntos, así como la diferencia entre ambos puntos para cada parámetro.

Introducir temperatura y altitud:

Temperatura: °C

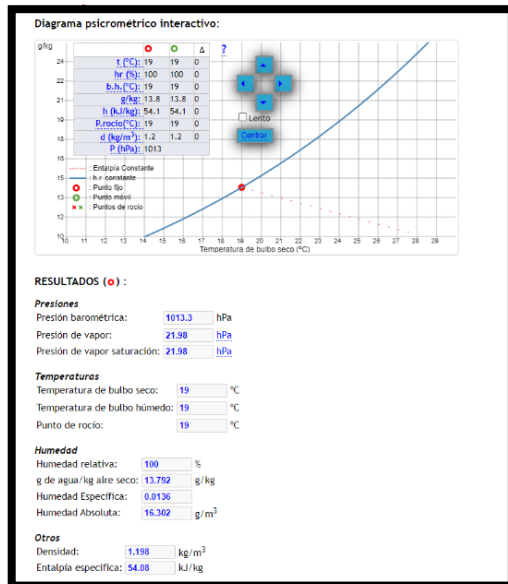
Altitud: m

Introducir el parámetro conocido:

☐ Temperatura Bulbo Húmedo

☒ Humedad Relativa

Valor:



Punto 1:

Humedad Relativa: $HR_1: 85\%$

Temperatura: $T_1: 33^\circ\text{C}$

Humedad Absoluta: $HA_1: 30.283 \text{ g/m}^3$

Punto de Rocío: $PR_1: 30.1^\circ\text{C}$

- Para poder que exista condensación, la temperatura en el punto 2 debe ser menor a la temperatura de rocío del punto 1.

$$T_2 = T_1 - 14^\circ\text{C} = 33^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C} = 19^\circ\text{C} \therefore T_2 \text{ es menor que el punto de rocío del punto 1}$$
- Como se consideró un volumen constante y una presión con variación despreciable, el aire se satura "humedad relativa de 100%" y se condensa el exceso de agua que compensa la disminución de temperatura y causa el equilibrio térmico.
- A continuación, utilizamos nuevamente la carta psicrométrica y obtenemos los valores del aire considerando una humedad relativa del 100% y una temperatura de 19°C.

Menú Herramientas de Ingeniería RECOMENDADO: Dibujo técnico online_Libre

DIAGRAMA Y CALCULADORA DE PARÁMETROS PSICROMÉTRICOS ONLINE

Calculadora

Esta calculadora proporciona los resultados del bulbo húmedo y de otros parámetros psicrométricos, mostrando al mismo tiempo un diagrama o carta psicrométrica. Como datos de entrada se introduce la temperatura (seca) y el bulbo húmedo o la humedad relativa. También debe de introducirse la altitud, ya que este dato es necesario para corregir los valores en función de la presión atmosférica. Para los valores a nivel del mar se considera una presión normalizada de 1013.25 hPa.

Una vez seleccionado el punto, desde el diagrama de la parte inferior puede generarse un segundo punto, pulsando sobre las flechas. En la tabla insertada en el gráfico se reflejan los valores para cada uno de los dos puntos, así como la diferencia entre ambos puntos para cada parámetro.

Introducir temperatura y altitud:

Temperatura: 33 °C

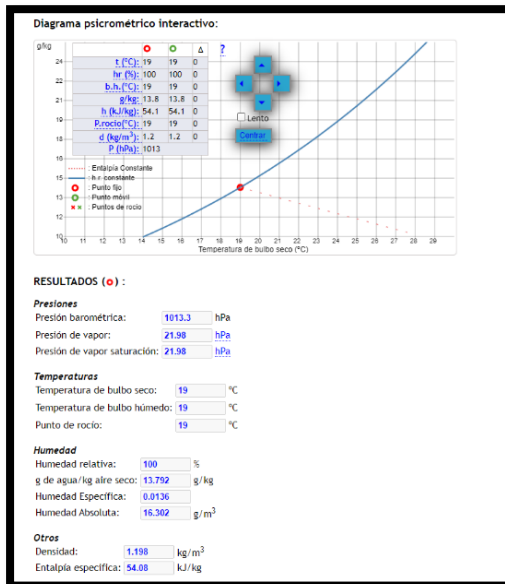
Altitud: 0 m

Introducir el parámetro conocido:

☐ Temperatura Bulbo Húmedo

☒ Humedad Relativa

Valor: 85



Punto 2:

Humedad Relativa: HR₂: 100%

Temperatura: T₂: 19°C

Humedad Absoluta: HA₂: 16.302 g/m³

5. A continuación, utilizaremos las humedades absolutas ya que al mantener el volumen y la presión constante podemos conocer cuántos gramos de agua se condensaron.

Masa de agua condensada

$$m = (HA_1 - HA_2)(1 \text{ m}^3) = (30.283 \text{ g/m}^3 - 16.302 \text{ g/m}^3)(1 \text{ m}^3) = 13.981 \text{ g}$$

6. Con la cantidad de masa del agua condensada, podemos transformarla a un valor más amigable como lo es su volumen y para eso utilizaremos la densidad del agua “ρ” a la temperatura 2: 19°C. para eso utilizaremos el siguiente enlace:

<https://www.herramientasingeneria.com/onlinecalc/spa/densagua/densagua.html>

Menú Herramientas de Ingeniería

RECOMENDADO: Dibujo técnico online, Libre

CALCULO DE LA DENSIDAD Y CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA LÍQUIDA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Calculadora

Temperatura: 19 °C

Densidad: 998.4 kg/m³

Calor Específico: 4.182 kJ/kg-K

Volumen del agua condensada

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{13.981 \text{ g} \left(\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \right)}{998.4 \text{ kg/m}^3} = 1.40034 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \left(\frac{1 \times 10^6 \text{ ml}}{1 \text{ m}^3} \right) = 14.0034 \text{ ml}$$

7. Por último, determinamos que, por cada m^3 de aire, bajo las consideraciones establecidas, se puede extraer aproximadamente **14 ml** de agua condensada.
8. **A continuación, se presentan los cálculos para obtener un litro de agua:**
Considerando que **1 litro** de agua contiene **1 000 ml** de agua, y sabiendo que en nuestro modelo queda determinado que **1 m³** de aire puede generar **14 ml de agua**, A hora solo queda determinar cuántos **m³** de aire se requiere impulsar bajo tierra a **20 metros** de profundidad para obtener **1 litro** de agua que se almacenara en el reservorio de agua subterráneo.

Primero determinamos cuanto el equivalente de litros de agua.

$$\frac{1000 \text{ ml}}{14 \text{ ml}} = 71.42 \text{ m}^3,$$

*Es decir, podemos concluir que impulsando **71.42 m³** de aire, **20 metros** bajo tierra en el lago Alajuela, se conseguirá obtener un litro de agua, que se almacenará en el reservorio de agua subterránea para luego bombear esta agua al Lago Alajuela para abastecerlo y así poder proveer agua al lago Gatún que sostiene las operaciones de **conectividad del Canal de Panamá**.*

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE AGUA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE COSECHA DE AGUA PARA ABASTECER EL LAGO ALAJUELA

Partiendo del hecho que para obtener **1 Litro** de Agua producto de la condensación, se requiere que el ventilador impulse **71.42m³** de aire bajo tierra hacia los ductos que condensarán el agua.

Tambien que da establecido que cada segundo el ventilador impulsa **1 m³** de aire caliente en los ductos canalizadores.

1 Segundo → m³

Con los datos mencionados podemos establecer el tiempo que requiere producir 1 Litro de Agua, tal como se muestra a continuación

$$(71.422 \text{ m}^3) (1 \text{ segundo}) = 71.42 \text{ segundo}$$

Es decir, se requiere **71.42** segundos para producir **1 Litro** de Agua, ósea considerando que un minuto tiene **60 segundos**.

Conociendo que 1 minuto tiene 60 segundo, y que en cada día de verano la temperatura de **32° C** se presenta en **6 horas** por día (**de 11 a.m. a 5:00 p.m.**), podemos calcular el tiempo de producción de agua en segundos, por día aproximadamente como se indica:

Primero calculamos el tiempo en segundo así:

$$6 \text{ horas} \left(\frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} \right) \left(\frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} \right) = 21,600 \text{ segundos}$$

Como podemos constatar que disponemos de **21, 600 segundos** diarios para producir agua en los meses de verano (**estación seca**).

Ahora con el tiempo encontrado podemos calcular cuantos litros de agua condensada es capaz de producir por día, nuestro sistema automatizado de cosecha de agua, Así.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ litro} & 71.42 \text{ segundos} & \\ \swarrow & \nearrow & \\ X & 21,600 \text{ segundos} & \end{array}$$

$$X (71.4 \text{ segundos}) = (1 \text{ litro}) (21\ 600 \text{ segundos})$$

$$X = \frac{(1 \text{ litro}) (21\ 600 \text{ segundos})}{71.42 \text{ segundos}}$$

$$x = 302,44 \text{ litros}$$

Estaremos en capacidad de producir 302, 44 litros de agua diarios, en periodos de 6 horas de calor con temperatura de 32 ° C.

Ahora estaremos en capacidad de calcular cuantos litros de agua es capaz de producir el sistema en los 5 primeros meses del año, es decir de temporada seca de nuestro país.

Conociendo que un mes tiene 30 días, entonces 5 meses tiene 150 días aproximadamente, procederemos a calcular cuantos litros de agua se obtendrán, sabiendo que en un día la producción de agua es de 302.44 litros.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ día} & 302.44 \text{ litros} & \\ \swarrow & \nearrow & \\ 150 \text{ días} & x & \end{array}$$

$$X (1 \text{ día}) = (302.44 \text{ litros}) (150 \text{ días})$$

$$X = \frac{(302.44 \text{ litros}) (150 \text{ días})}{(1 \text{ día})}$$

$$(1 \text{ día})$$

X = 45 366 litros, es decir litros por año, cada temporada de verano.

Es decir que 5 meses pudiéramos producir 45 666 litros de agua.

Ahora podemos convertir los litros a Galones, para así manejar las cantidades de forma más amigable.

$$45\ 366 \cancel{\text{ litros}} \left(\frac{1 \text{ Galón}}{3.785 \cancel{\text{ litros}}} \right) = 11\ 986 \text{ Galones}$$

o sea 12 000 Galones, es decir el sistema es capaz de producir 12 000 Galones de agua por año.

La cosecha de agua en temporada seca se realizará en las riberas del Lago Alajuela desarrollada mediante una estructura de automatización conformadas por tres etapas o áreas de funcionamiento:



1. **Etapa de Infraestructura**
2. **Etapa de Diseño Electromecánica**
3. **Etapa de circuitos electrónicos y telecomunicaciones:**




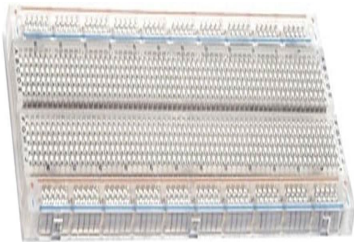

Nuestro modelo cuenta con 4 sub circuitos microprogramables de control y automatización del sistema eléctrico de forma integral, para empezar, contamos con:

- 3.1 **un primer microcontrolador** de la familia **Arduino ESP 8266**, con capacidad de conectarse a Internet.
- 3.2 **Un segundo microcontrolador**, que recibe información de un primer sensor de temperatura DHT11.
- 3.3 **Un tercer microcontrolador**, que se encarga de accionar la bomba de agua sumergible del tanque de almacenamiento de agua producto de la condensación del gas caliente conducido mediante tuberías desde la superficie terrestre.
- 3.4 **Un cuarto microcontrolador**, accionar la bomba de agua sumergible del tanque de Lago Alajuela de agua.

¿Cuál es el valor de su solución robótica?

El valor estipulado para este proyecto es de **B/.600.00**

Cantidad	Descripción de los componentes	Modelo	Costo
una unidades	ESP8266 NodeMCU CP2102 ESP-12E		B/. 10.00
Dos unidas	Sensor DHT11 Para medir variables ambientales tales como: Presión, Temperatura y humedad Ambiental Sensor de radiación ultra violeta UVM30A		B/. 10.00

Dos unidades	Mini bomba de agua sumergible (240 L/H, 3.6 W), bomba eléctrica sin escobillas, potentes bombas de agua ultra silenciosas, peceras, estanques,etc...		B/. 20,00
Dos unidades	Kit de inicio más completo de UNO R3 Project actualizado con tutorial compatible con Arduino IDE (63 artículos) V2.0		B/.170.00
Tres unidades	PLACA ARDUINO UNO		B/. 90.00
	bb830t transparente Soldadura plug-in Protoboard, 830 puntos, 4 Raíles de alimentación		B/. 10.00
dos unidades	Relé Para Arduino Uno		B/. 20.00

dos unidades	Pantalla LCD		B/. 30.00
una unidad	Bandeja de repostería		B/. 10.00
Una unidad	Ventilador de refrigeración ultra fuerte, 4.7", CC 12 V Modelo: 200 CFM.		B/. 30.00
Una unidad	Fuente de alimentación de CC variable (30 V 5 A), fuente de alimentación ajustable CC (0-30 V 0-5 A),		B/. 50.00
	Maqueta del proyecto con instalación de mangueras y accesorios para el sistema de cosecha de agua.		B/. 100.00

	<i>materiales variados como pintura, cables, madera, tubos PVC, etc...</i>		B/. 50.00
Costo Total Aproximado para la implementación del proyecto			B/. 600.00

¿Qué pasaría si se utilizara en la vida real?

Panamá es un país que conecta el mundo, por lo que es un punto de vital importancia para la conectividad esto gracias a su vía inter oceánica la cual conecta Asia y Europa así también la costa este y oeste de los Estados Unidos, por lo cual si las sequías logran afectar al canal, la conectividad se vería degradada por lo tanto, mediante la implementación de este proyecto lograremos cosechar agua en la estación seca en los meses de verano, y así podríamos evitar efectos negativos sobre el canal mantener la conectividad deseada.

De igual manera al implementar este proyecto podemos sostener la rentabilidad economía de nuestro país y la conectividad evitando los efectos de las sequías en el canal, con el proceso de condensación, y así mantener un flujo continuo de barcos en el canal.

¿Por qué es importante su proyecto?

La innovación de nuestro prototipo modelo de autogeneración de agua para el lago Alhajuela, en tiempo de sequía, garantizaría los niveles óptimos de agua en dicho lago que alimenta el caudal del flujo de agua del Lago Gatún, siendo así que, contando con un sistemas automatizado y económico basado en microcontroladores, nuestro proyecto se constituye en la única alternativa para cosechar agua en estación seca, basado en la técnica de pozos provenzales a gran escala.

PRESENTACIÓN DE SU SOLUCIÓN ROBÓTICA

¿Cómo se le ocurrió esta idea?

Esta idea nace por la necesidad de mantener los niveles óptimos de agua en el cauce del canal de Panamá debido a valores mínimos registrados en los últimos meses.

¿Qué otras ideas has investigado?

En el proceso de rastreó de información se dieron algunos hallazgos tales como:

1. También estudiamos otras ideas tales como los pozos canadienses y la de los pozos provenzales los cuales son principalmente utilizados para la refrigeración de casas mediante la condensación del aire.

¿Ha encontrado ideas similares disponibles?

Sí, existen proyectos similares que usan este método de condensación y son los pozos provenzales o pozos canadienses, aunque la idea es similar la principal diferencia es que los pozos canadienses son sistemas de climatización de interiores, en cambio nuestro proyecto busca recolectar agua para el canal de Panamá.

¿Qué tiene de diferente su propuesta?

La diferencia radica que nuestro proyecto cuenta con una infraestructura de automatización integral cuyo corazón lo componen los 4 microcontroladores de la plataforma Arduino además del monitoreo de la temperatura vía internet como aplicación del Internet de las Cosas (IoT).

Describir la construcción electromecánica de automatización de la solución

1. **Etapas de Infraestructura:** Nuestro modelo a escala está conformada por la estructura de madera que representa la geografía del Lago Gatún, el Canal de Panamá, el Lago Alajuela y la represa hidroeléctrica MADEN, todo esto se encuentra ubicado en la parte superior la sub-maqueta, luego en la parte inferior o base de la maqueta se encuentra ubicada las tuberías de PVC que representan los conductos de aire que transportaran al mismo a 20 m bajo la superficie del Lago Gatún. Los materiales utilizados fueron Plywood, madera reutilizada, pintura, hojas de fomi, pegamentos entre otros.
2. **Etapas de Diseño Electromecánica:** En nuestro modelo a escala se implementó el uso e interconexión de tuberías de PVC con vasijas de plásticas para almacenar agua y se también se emplean bombas de peceras sumergibles para impulsar el agua fuera de los recipientes que representan el reservorio de agua generada por condensación y otro recipiente que representa el Lago Alajuela, es decir el ciclo de trabajo inicia y se describe de la siguiente forma:

Cuando el aire caliente de las áreas aledañas al Lago Alajuela alcanza una temperatura de 34 °C, este valor es censado por un sensor de temperatura (DHT 11), el cual genera una señal que recibe un primer microcontrolador Arduino ventilador que empuja el aire caliente hacia una profundidad de 20 m bajo tierra hipotéticamente, este aire caliente a 34 °C según las leyes de la termodinámica, disminuye a 14°C y condensándose y produciendo agua que se almacena en un reservorio ubicado en la base del sistema a los 20 m de profundidad, luego que el agua alcanza cierto nivel determinado por el un sensor ultrasónico de proximidad ubicado en la parte superior del tanque de reserva, que envía una señal de accionamiento de la bomba de pecera sumergibles de forma automática, el agua es transportada por mangueras hasta la parte inferior del lago Alajuela (segundo recipiente), aumentando de esta manera los niveles de agua del mismo, una vez que se alcanzan los niveles deseados y determinado por el circuito Arduino que recibe la señal de detección de nivel del Lago, mediante un segundo sensor ultrasónico de proximidad, el Plywood segundo Arduino envía una señal de activación de la segunda bomba de pecera sumergida en el estanque de agua que representa a el Lago Alajuela, extrayendo de esta manera el agua hacia el cause que conecta la represa e Hidroeléctrica MADEN y el Lago Gatún el cual sostiene la conectividad interoceánica del canal de Panamá.

3. Etapa de circuitos electrónicos y telecomunicaciones:

Nuestro modelo cuenta con 4 sub circuitos microprogramables de control y automatización del sistema eléctrico de forma integral, para empezar, contamos con:

3.1 un primer microcontrolador de la familia **Arduino ESP 8266**, con capacidad de conectarse a Internet, que tiene conectado en su entrada un sensor de temperatura **DHT11**, para luego enviar estos datos a la nube, específicamente a la plataforma de **Internet de las cosas (IoT) ThingSpeak**, dando acceso a conocer la temperatura del lago Alajuela en tiempo real a los usuarios.

3.2 Un segundo microcontrolador, que recibe información de un segundo sensor de temperatura DHT11, de tal manera que cuando se alcanza el valor de temperatura programado, en este caso es de 34 °C, el Arduino envía una señal de accionamiento del ventilador encargado de impulsar el aire caliente del ambiente hacia dentro de tuberías que conducen este gas caliente hasta profundidad de 20 metros.

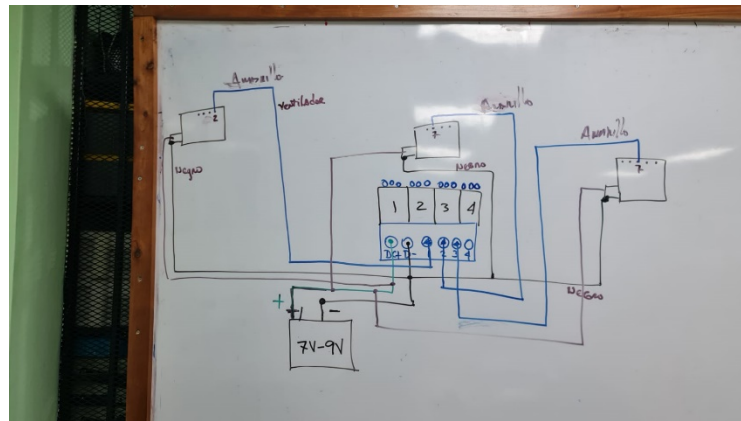
3.3 Un tercer microcontrolador, que se encarga de accionar la bomba de agua sumergible del tanque de almacenamiento de agua producto de la condensación del gas caliente conducido mediante tuberías desde la superficie terrestre. El microcontrolador recibe señal de un primer sensor ultrasónico, el cual informa cuando el nivel del agua ha alcanzado los valores máximos en el tanque de reserva, es decir cuando el agua se encuentra a 2 centímetros del sensor ultrasónico, el mismo hace que el microcontrolador número dos envíe un pulso de accionamiento en su salida conectada a la interface de Relé que acciona la primera bomba sumergible de agua, impulsando de esta manera agua fuera vía el lago Alajuela.

3.4 Un cuarto microcontrolador, accionar la bomba de agua sumergible del tanque de Lago Alajuela de agua. El microcontrolador recibe señal de un segundo sensor ultrasónico, el cual informa cuando el nivel del agua ha alcanzado los valores máximos en el tanque de reserva, es decir cuando el agua se encuentra a 1 centímetro del sensor ultrasónico, el mismo hace que el microcontrolador número tres envíe un pulso de accionamiento en su salida conectada a la interface de Relé correspondiente que acciona la primera bomba sumergible de agua, impulsando de esta manera el agua fuera vía la represa MADEN y el cauce del río Chagres vía el Lago Gatún.

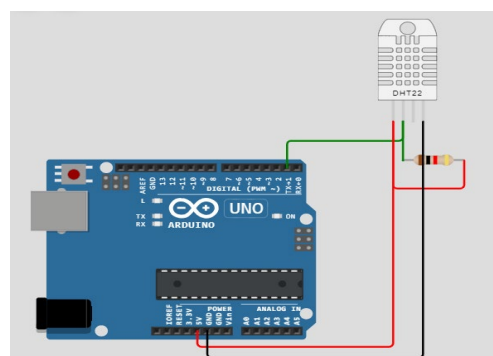
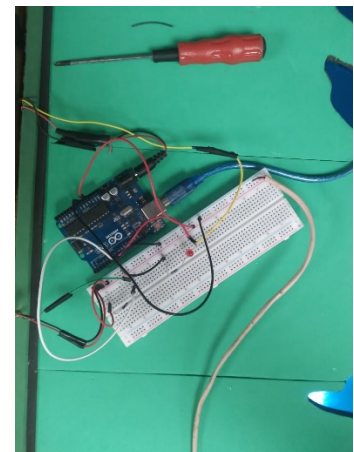
Imágenes de la construcción mecánica **Etapa de Infraestructura**



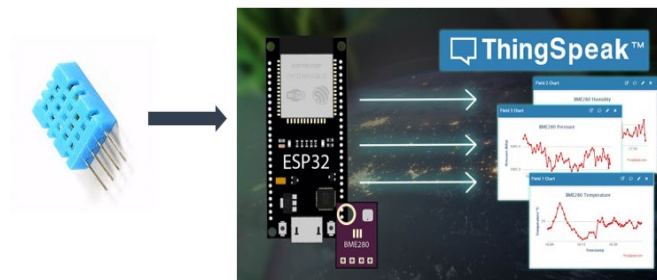
Etapa de Diseño Electromecánica:



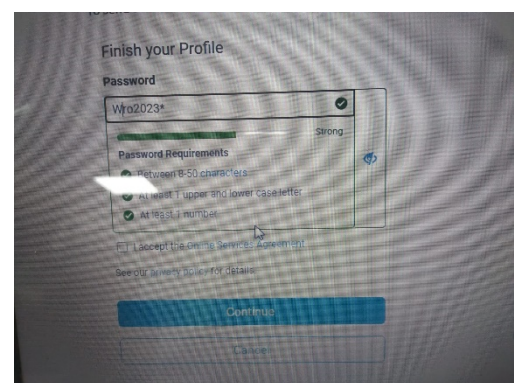
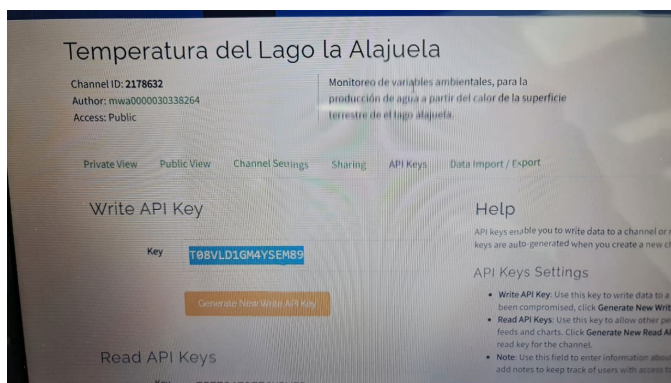
Etapa de circuitos electrónicos y telecomunicaciones Segundo Microcontrolador (ESP 8266 y Arduino Uno que controla el ventilador)



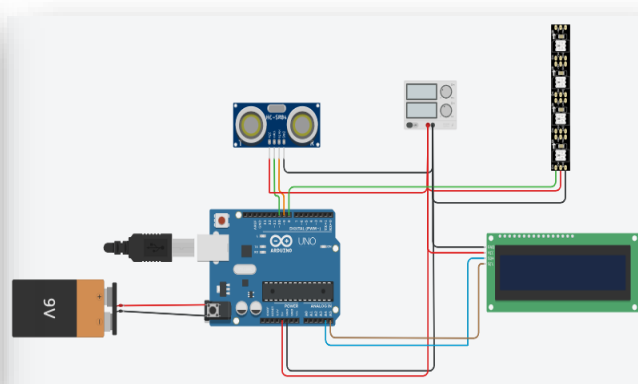
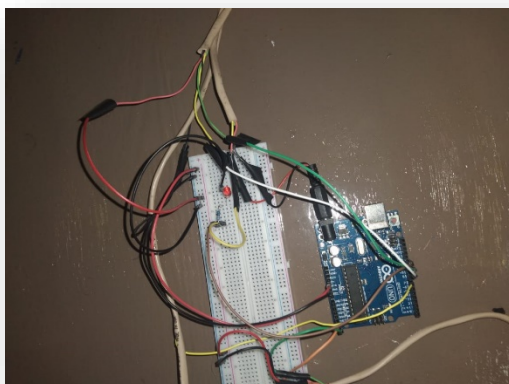
Aplicación de Internet de las cosas (IoT) ThingSpeak



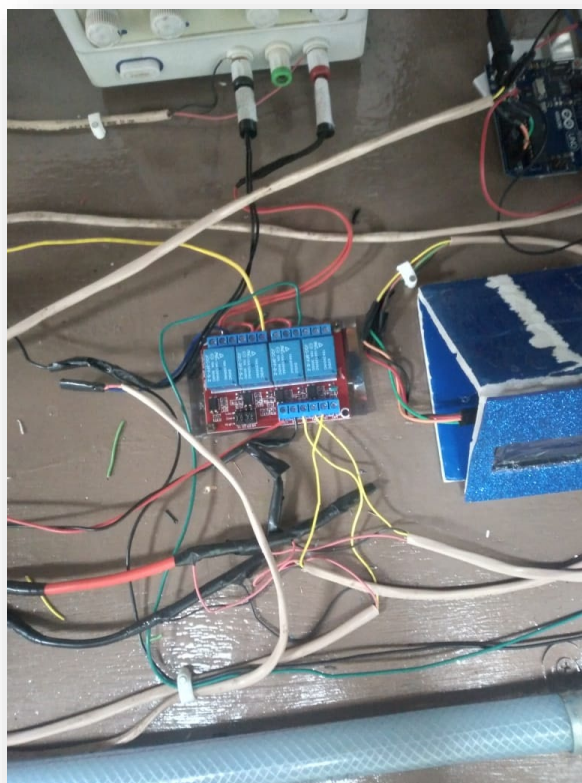
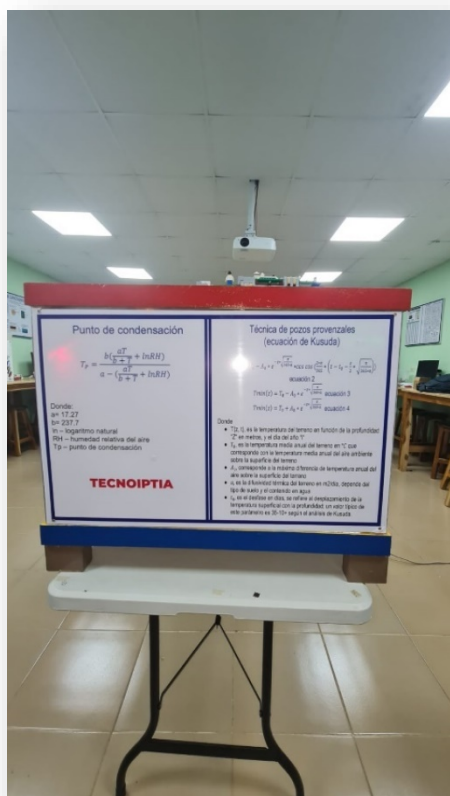
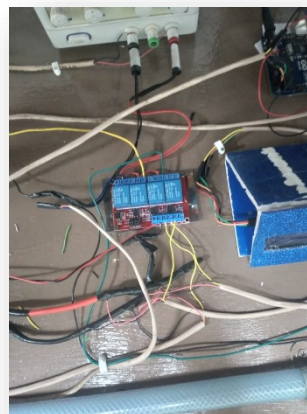
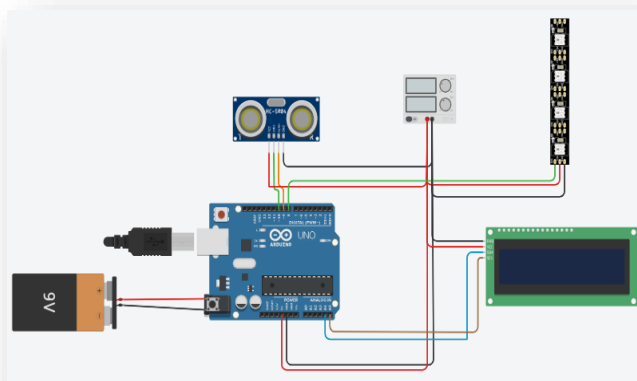
Configuración de cuenta en la plataforma Web ThingSpeak



Tercer Microcontrolador Que Controla El Nivel De Agua Y La Bomba Sumergible en el Tanque de reserva



Cuarta Microcontrolador Que Controla El Nivel De Agua Y La Bomba Sumergible del Lago Alajuela



Describe la codificación de la solución

Código de Aplicación de Internet de las cosas (IoT) ThingSpeak

Código para sensor de temperatura (Dht11) para subir a la página web thingspeak

```
#incl_azq1111ude <DHT.h> // Including library for dht

#include <ESP8266WiFi.h>

String apiKey = "H38TEGNC0XKW43BB"; // Escriba el API key from ThingSpeak
const char *ssid = "how2electronics"; // identificación de la red wifi ssid and wpa2 key
const char *pass = "alhabibi";
const char* server = "api.thingspeak.com";

#define DHTPIN 0 //pin where the dht11 is connected

DHT dht(DHTPIN, DHT11);

WiFiClient client;

void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    delay(10);
    dht.begin();

    Serial.println("Connecting to ");
    Serial.println(ssid);

    WiFi.begin(ssid, pass);

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
    {
        delay(500);
        Serial.print(".");
    }
    Serial.println("");
    Serial.println("WiFi connected");
}

void loop()
{
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();

    if (isnan(h) || isnan(t))
    {
        Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
        return;
    }

    if (client.connect(server,80)) // "184.106.153.149" or api.thingspeak.com
    {
        String postStr = apiKey;
        postStr += "&field1=";
        postStr += String(t);
        postStr += "&field2=";
        postStr += String(h);
        postStr += "\n\n\r\n\r\n";

        client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
        client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
        client.print("Connection: close\n");
        client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+apiKey+"\n");
        client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
        client.print("Content-Length: ");
        client.print(postStr.length());
        client.print("\n\n\r\n\r\n");
    }
}
```

```

        client.print(postStr);
        Serial.print("Temperature: ");
        Serial.print(t);
        Serial.print(" degrees Celcius, Humidity: ");
        Serial.print(h);
        Serial.println("%. Send to Thingspeak.");
    }
    client.stop();

    Serial.println("Waiting...");

    // thingspeak needs minimum 15 sec delay between updates
    delay(1000);
}

```

Código de Arduino Uno que controla el ventilador (microcontrolador dos)

```

///Programa realizado por Super AgroFighter para el canal
//de youtube de Agricultura Electrónica

//https://youtu.be/57ErcC6xQuY

//Suscribirse, que no cuesta naaaaaa :D

#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

int sensor = 2;
int ventilador = 13;
int temp, humedad;

LiquidCrystal_I2C lcd (0x27,2,1,0,4,5,6,7); //Direccion, E, RW, RS, D4, D5, D6, D7

DHT dht (sensor, DHT11);

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    dht.begin();
    pinMode(ventilador, OUTPUT);

    lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE);
    lcd.setBacklight(HIGH);
    lcd.begin(16,2);
    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("CLIMA DEL LAGO ALAJUELA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("TECNOIPTIA WRO");
    delay(1000);
    lcd.clear();
}

void loop() {

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("TEMP:");
    lcd.setCursor(7,0);
    lcd.print(temp);
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.print("°C");

    lcd.setCursor(0,1);

```



```

lcd.print("HUMEDAD:");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print(temp);
lcd.setCursor(11,0);
lcd.print("%");

humedad = dht.readHumidity();
temp = dht.readTemperature();
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temp);
Serial.print("°C Humedad: ");
Serial.print(humedad);
Serial.println("%");
delay(1000);

if (temp >= 23) { digitalWrite (ventilador, HIGH);
Serial.print("Ventilador activo. Temperatura: ");
Serial.print(temp);
Serial.print(" °C ");
delay(5000);}

else { digitalWrite (ventilador, LOW);}

lcd.setCursor(7,0);
lcd.print(" "); // Para borrar los datos que se actualizan y evitar el parpadeo de la pantalla.
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(" ");
}

```

Código del Microcontrolador Que Controla El Nivel De Agua Y La Bomba Sumergible del Tanque de y el Lago Alajuela

```

#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

int TRIG = 10;
int ECHO = 9;
int TimeOn; // Tiempo en estado alto señal ultrasonido
int Nivel; // Determina la distancia segun la velocidad del sonido y la duracion TimeOn
int DinTira = 7; //Pin digital de entrada tira led
int LEDs = 8; // Número de LEDs de la tira led
int BombaRecerba = 12; // Número de LEDs de la tira led

Adafruit_NeoPixel tira = Adafruit_NeoPixel(LEDs,DinTira, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27,2,1,0,4,5,6,7); //Direccion, E, RW, RS, D4, D5, D6, D7

void setup()
{
  lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.clear();

  tira.begin();
  tira.show();

  pinMode(TRIG,OUTPUT);
  pinMode(ECHO,INPUT);

```

```

pinMode(BombaRecerba,OUTPUT);
BombaRecerba = 0;
Serial.begin(9600);

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("NIVEL DEL TANQUE DE RECERVA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("TECNOIPTIA WRO");
delay(1000);
lcd.clear();
}

void loop()
{
  tira.setBrightness(100); //0-255 Brillo general de la Tira LED

  digitalWrite (TRIG,HIGH);
  delay(1);
  digitalWrite (TRIG,LOW);

  TimeOn= pulseIn(ECHO,HIGH);
  Nivel=TimeOn/58.2; //Nivel en CM
  Serial.println(Nivel);

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Nivel:");
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(Nivel);
  lcd.setCursor(11,0);
  lcd.print("CM");
  //delay(150);

  if (Nivel>=20 ) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" NIVEL BAJO!");
  }
  if (Nivel<20 && Nivel>=10) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" NIVEL MEDIO!");
  }
  if (Nivel<10) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" NIVEL ALTO!");
  }
  if (Nivel>=22 ) {
    tira.setPixelColor(0,255,0,0);// LED, R , G, B
    digitalWrite (12,HIGH);
  }
  if (Nivel>=20 && Nivel<21 ) {
    tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
    tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
  }
  if (Nivel>=18 && Nivel<19 ) {
    tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
    tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
  }
  if (Nivel>=16 && Nivel<18 ) {
    tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
    tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
    tira.setPixelColor(2,255,64,0); // LED, R , G, B
  }
  if (Nivel>=14 && Nivel<16 ) {
    tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
    tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
    tira.setPixelColor(2,255,64,0); // LED, R , G, B
    tira.setPixelColor(3,255,96,0); // LED, R , G, B
  }
}

```

```

if (Nivel>=12 && Nivel<14 ) {
  tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(2,255,64,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(3,255,96,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(4,255,124,0); // LED, R , G, B
}
if (Nivel>=10 && Nivel<12 ) {
  tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(2,255,64,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(3,255,96,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(4,255,124,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(5,255,160,0); // LED, R , G, B
}
if (Nivel>=7 && Nivel<10 ) {
  tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(2,255,64,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(3,255,96,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(4,255,124,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(5,255,160,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(6,255,197,0); // LED, R , G, B
}
if (Nivel>=5 && Nivel<7 ) {
  tira.setPixelColor(0,255,0,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(1,255,32,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(2,255,64,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(3,255,96,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(4,255,124,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(5,255,160,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(6,255,197,0); // LED, R , G, B
  tira.setPixelColor(7,255,234,0); // LED, R , G, B
  digitalWrite (12,LOW);
}

tira.show();
delay(500);
tira.clear();

lcd.setCursor(7,0);
lcd.print(" "); // Para borrar los datos que se actualizan y evitar el parpadeo de la pantalla.
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(" ");
//lcd.clear();
//tira.show();
//delay(200);
}

```

¿Se enfrentó a algún reto durante el proceso de desarrollo?

<i>Problemas</i>	<i>Soluciones</i>
<i>Cuando quisimos interactuar con la app ThingSpeak no nos quería mostrar la información del sensor de temperatura.</i>	<i>la solución fue que una de las cuentas hechas no funcionaba y tuvimos que hacer otra.</i>
<i>Cuando queríamos probar que uno de los sensores que encendía el ventilador, el ventilador no quería encender.</i>	<i>la solución fue cambiar algunos códigos y el Arduino mega que tenía puesto, primeramente a un arduino uno ya que el arduino mega tenía algunos pines dañados y después de ese cambio todo funcionó a la perfección.</i>

EL IMPACTO DE SU SOLUCIÓN PARA LA SOCIEDAD

¿A quién ayudará y qué importancia tiene?

Este proyecto ayudará a todo el país y en especial al funcionamiento del Canal de Panamá y a la represa Madden con el método de pozos provenzales que alimentará al lago Alajuela y por lo tanto aumenta la producción eléctrica en la represa Madden, y el canal subirá los niveles del agua y podrán pasar grandes buques con carga pesada y eso ayudará a la economía del país.

Pon un ejemplo concreto de cómo o dónde podría utilizarse tu idea (piensa en quién la utilizará y cuántas personas se beneficiarían de ella).

Nuestro proyecto se podría utilizar en cualquier parte, siempre y cuando tenga un lugar seguro para mantener segura la parte electrónica del mismo.

Si nuestro proyecto llegase a ser un impacto para la cosecha de agua en el lago Alajuela, puede ser utilizado por las grandes empresas agricultoras para producir agua en tiempo de sequía, es muy seguro la alimentación de todas las personas, todo esto gracias a nuestra implementación de sensores.

No solo grandes empresas sino en lugares remotos donde la producción de agua es escasa y la temperatura ambiente es excesiva.

Modelo de Negocio

Propuesta de Valor



Proveer de recursos hídricos en tiempo de verano y en sequía.

Segmento de clientes



Empresa privada, Gobierno y Particulares.

Canales



Ferias , concursos y redes sociales.

Actividades Claves



Presentación del proyecto mediante volanteo, videos y docencia.

Recursos Claves



Personas con el conocimiento y compromiso (equipo de trabajo) e insumos necesarios.

Socios Claves



Inversionistas que aporten valor y crean en el proyecto.

FUENTES BIBLIOGRÁFICA

- 1.Monk, Simón (2017) O'Reilly (2022), Arduino Curso Completo, segunda Edición, Madrid España
- 2.Schmidt, Daniel (2022), Ejercicios Prácticos con Electrónica, segunda Edición, Editorial Ra-Ma, Madrid España.
3. Calidad y disponibilidad del recurso hídrico del Lago Gatún, Provincia de Colón, República de Panamá.
4. ¿Qué es un pozo canadiense o provenzal?,
<https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/que-es-un-pozo-canadiense-o-provenzal/>
5. La Realidad del Agua
<https://pancanal.com/agua/>