

# Proyecto Agu.AR

*Informe técnico*



## **Focus Group**

9 de septiembre de 2022

Taller IHeCSI, Universidad Nacional de La Matanza

## ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN
- FUNCIONAMIENTO
- PRINCIPIO TERMOSIFÓN
- PURIFICACIÓN POR RAYOS ULTRAVIOLETAS (UV)
- INFORMACIÓN SOBRE EL CONSUMO DEL AGUA
- REMINERALIZACIÓN DEL AGUA
- FILTRADO
- SISTEMA DE MEDICIÓN DE AGUA
- CONCLUSIÓN

## INTRODUCCIÓN

El siguiente informe contendrá todas las investigaciones y justificaciones matemáticas y técnicas relacionadas al proyecto Agu.AR. Se tendrán en cuenta todos los procesos que se llevarán a cabo durante el proceso de recolección, purificación y mineralización del agua.

## FUNCIONAMIENTO

Para explicar el funcionamiento debemos analizar distintos fenómenos físicos que afectan al dispositivo, su entorno, y su tiempo de uso.

Si bien sabemos que el calentamiento y hervor es un método muy conocido para eliminar bacterias, podemos decir que para purificar el agua debemos calentarla hasta el punto de eliminar todos los organismos microscópicos dañinos para el cuerpo humano, sin embargo, nos topamos con una tarea inmensamente complicada al querer calentar inmensas cantidades de agua, y a la vez que sea amigable para con el medio ambiente.

En base a este problema, pensamos llevar a cabo un tipo de calentamiento especial llamado **calentamiento por termosifón**, el cual nos permitirá aprovechar la radiación solar para calentar el agua de manera natural.

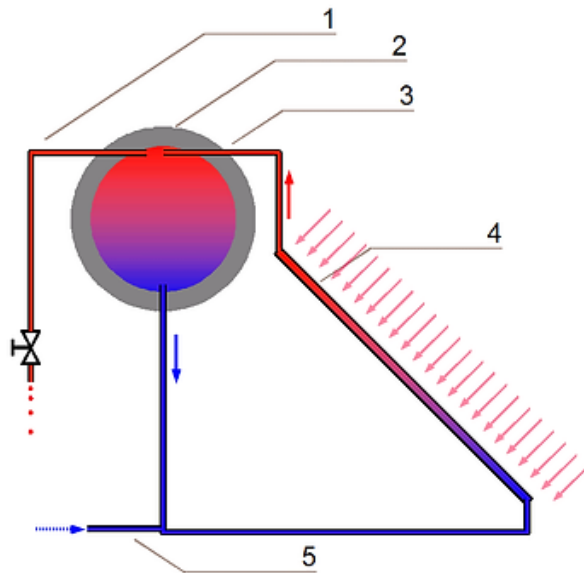
Pero, ¿cómo funciona ese método? ¿Qué necesitamos para llevarlo a cabo?

A continuación, se procede a explicar estas cuestiones con fin de aclarar dichas interrogantes.

## PRINCIPIO TERMOSIFÓN

Es un fenómeno natural que es el principio de la función de un sistema solar termosifón. Simplemente explicado, un líquido caliente tiene menor densidad que uno frío, por lo tanto, el líquido más caliente dentro de una misma masa, tenderá a subir, y el más frío,

tenderá a bajar.



1: hacia el grifo

2: depósito aislado

3: entrada de agua caliente

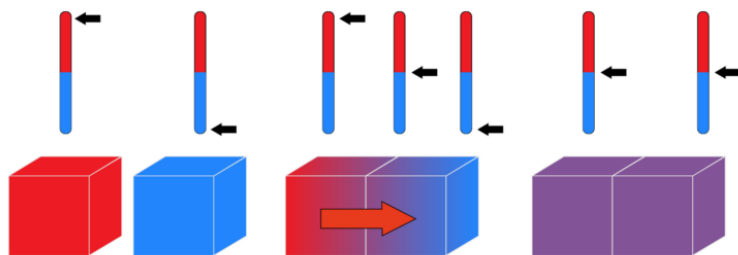
4: colector solar plano

5: entrada de agua fresca

Sabiendo esto, podemos asumir que eventualmente las temperaturas dentro de los recipientes tenderá a igualarse, y el flujo de movimiento producido por la diferencia de densidades dentro del mismo cuerpo de agua, hará que la misma se estanque dentro del recipiente. Sabemos que esto ocurre gracias a la ecuación del equilibrio térmico de la termodinámica.

$$m_A \cdot c_A \cdot (T - T_A) = m_B \cdot c_B \cdot (T_B - T)$$

La misma nos muestra como luego de determinado tiempo, la temperatura de 2 cuerpos diferentes se equilibrara. Esto significa que el agua se estancara al llegar a su punto de equilibrio térmico. Esto presenta el grave problema de que al estancarse, el agua comienza a ponerse turbia, y al tener luz solar, esta generará plantas acuáticas dentro de los contenedores (este problema será tratado más adelante en este informe).



Con esto, sabemos que los días calurosos tendremos una excelente fuente de calor, el agua alcanzará altos niveles de temperatura, y nos permitirá eliminar bacterias del agua de lluvia fácilmente. Sin embargo, en los días de frío, será otra historia, el calor no será tan fuerte y costará más trabajo poder eliminar dichas bacterias, planteando un riesgo extremadamente alto de que no se pueda purificar el agua de manera eficiente. entonces, ¿cómo purificamos el agua?.

## PURIFICACIÓN POR RAYOS ULTRAVIOLETA (UV)

Para poder calentar el agua del recipiente necesitamos distintos materiales especiales para la construcción la cámara de acumulacion. Sin embargo, la clave para el calentamiento del agua consiste en tubos de vidrio templado los cuales permitirán el flujo del fluido a través del sistema. Estos absorberán la radiación solar transmitiendo la energía calorífica al agua.

Como antes mencionamos, esto no es suficiente para la purificación completa del agua, así que la manera ideal para poder eliminar dichos organismos vivos es el aprovechamiento de los rayos UV que otorga el sol en nuestro planeta.

Los rayos UV contienen la suficiente energía para romper enlaces químicos, útiles para diferentes procesos químicos, pero sumamente perjudiciales para la vida.

## INFORMACIÓN SOBRE EL CONSUMO DEL AGUA

¿Cuánta agua se necesita?

Es una pregunta difícil de responder, ya que hay que establecer la cantidad de personas ( $p$ ) que hay en dicha comunidad, y la cantidad que cada individuo utiliza al día (cantidad por persona,  $C_p$ ). Sabiendo esto podemos definir lo siguiente: el consumo diario ( $C_d$ ) es directamente proporcional al consumo individual de cada persona y la cantidad de individuos dentro del área que queremos alimentar, o dicho de otra manera:  $C_d = p \cdot C_p$ .

Sin embargo, esto no es suficiente, ya que para cocinar ( $C_c$ ) también debemos utilizar agua, y en esta utilizaremos más cantidad de agua, ya que están contempladas diferentes situaciones las cuales pueden desperdiciar agua de esta manera (desde descongelar el agua bajo la canilla, hasta la evaporación de la misma en el momento de la cocción). Al igual que antes, la cantidad de agua utilizada es directamente proporcional a la cantidad de personas, y en este caso, directamente proporcional a un estimado de litros de agua por persona:  $C_d = p \cdot C_c$ .

Muy bien, conocemos la cantidad de agua utilizada por persona de manera diaria, pero, ¿cuántos litros de agua consumirá dicha comunidad en un día común?. Si unimos lo antes mencionado podemos establecer la siguiente lógica:

$$C_d = C_d \Rightarrow p \cdot C_p + p \cdot C_c = p \cdot (C_p + C_c)$$

Así estableceremos una cantidad estimada de agua para alimentar a una comunidad, sin embargo, aún no terminamos. Al estar hablando de un fluido en estado líquido, el agua escurre por muchos lados, se evapora, o incluso se desperdicia de diferentes maneras a lo largo del día. Podemos decir, que debemos estimar pérdidas del sistema y desperdicios de agua en todo momento, para esto, estimamos que el desperdicio es de entre el 10% y el 15% del sistema que analizamos. A este rango, le llamaremos tolerancia ( $t$ ):

$$C_d = p \cdot (C_p + C_c) + t$$

Establecida la cantidad de agua que necesitamos, pero, ¿cual es el volumen del tanque que necesitamos emplear para este sistema?. Por una proporción de equivalencia, sabemos que dentro de 1 metro cúbico caben 1000 L de agua. Entonces para determinar el volumen del tanque de agua necesario empleamos la siguiente ecuación:

$$Cd = \frac{[p.(Cp + Cc) + t]}{1000L}$$

De esta manera, conocemos la cantidad de litros de agua diarios necesarios para alimentar a una población.

Supongamos un caso hipotético:

Una comunidad de 5000 habitantes con poco acceso al agua potable la cual en promedio cada persona tiene un gasto de consumo (para beber) de unos 7 litros diarios, mientras que para cocinar utilizan unos 20 litros diarios de agua. Para este caso se estimó que la tolerancia es del 11,11% de la cantidad de agua utilizada, obtenemos que el consumo diario es de 150000 L, por lo que necesitaremos un tanque de agua de 150 metros cúbicos para esta comunidad. Todo esto únicamente estableciendo que la jerarquía del consumo es la fundamental según la OMS, que es solo para el consumo de ingesta.



**Figura 1. Jerarquía de las necesidades de agua**



## REMINERALIZACIÓN DEL AGUA

Debemos remineralizar el agua que recolectemos de la lluvia por el hecho de que tienen distintos efectos adversos que podrían ser muy dañinos para el cuerpo humano. Efectos tales como el alto potencial corrosivo o altas probabilidades de padecer cardiopatía isquémica y enfermedades cardiovasculares se hacen presentes al beber agua sin un alto contenido de minerales.

Procesos para la remineralización del agua:

Procesos	Descripción	Minerales
1	Mezclar con 1% de agua de mar clarificada + neutralización de pH	15 mg/L Mg + 5 mg/L Ca + 125 mg/L Na + 220 mg/L Cl + 25 mg/L SO <sub>4</sub> pH 7-7.5
2	Adición de CO <sub>2</sub> + Percolación a través de Calcita (CaCO <sub>3</sub> , MgO) + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	80 mg/L CaCO <sub>3</sub> pH 7-7.5
3	Adición de CO <sub>2</sub> + Percolación a través de Calcita y dolomita (CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub> ) + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	80 mg/L CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub> pH 7-7.5



4	Adición de $\text{CaCl}_2 + \text{NaHCO}_3$	100 mg/L $\text{CaCO}_3$ 100 mg/L Na + 50 mg/L Cl pH 7-7.5
---	---	--

## FILTRADO

Para llevar a cabo el filtrado de agua se propusieron 2 ideas diferentes, las ideas son: un filtrado previo de hilados de polipropileno de  $5\ \mu\text{m}$  capaces de bloquear el paso incluso a los sedimentos más pequeños que resultan letales para el ser humano.



Y el segundo método de filtración discutido es por decantación, producida por el efecto de gravedad, el cual nos permitirá filtrar el agua cuando el agua se encuentra con demasiadas impurezas y no hay presión en el flujo de la misma.



Esta última idea debe ser estudiada e implementada para la adaptación del sistema en el proceso de recolección del agua.

## SISTEMA DE MEDICIÓN DE AGUA

Los medidores ultrasónicos se usan en aplicaciones en donde no se puede insertar un instrumento y además no se puede instalar un medidor en línea. El oído humano puede oír frecuencias de hasta 20 kHz, los medidores de flujo son llamados ultrasónicos porque operan a frecuencias mayor que ésta.

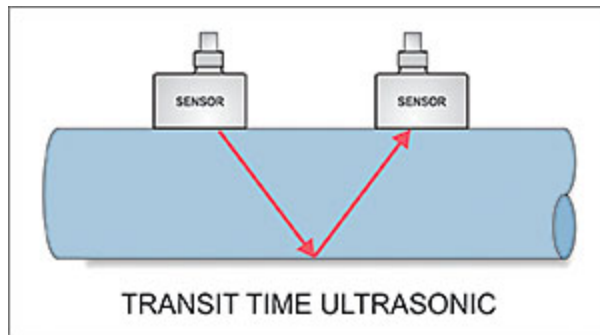
Cada transductor ultrasónico tiene un cristal piezo eléctrico. Los cristales emiten una señal ultrasónica cuando se les aplica una diferencia de potencial. La señal atraviesa la tubería y llega hasta un transductor pasivo y se produce una diferencia de potencial.

Los medidores de flujo ultrasónicos de tiempo de tránsito utilizan una señal de sonido que viaja desde un sensor emisor a otro que recibe la señal y la envía de vuelta.

El tiempo de tránsito entre la señal enviada es comparada con el tiempo de tránsito de la señal recibida. Los medidores utilizan dos transductores, uno actúa como emisor y el otro como receptor. Cuando no hay flujo el tiempo de tránsito de las dos señales es el mismo.

Cuando hay flujo el tiempo de tránsito en el sentido de flujo es menor que el tiempo en sentido contrario al flujo.

Debido a que la señal debe atravesar la tubería varias veces, la presencia de burbujas o sólidos debilita la señal.



Utilizaremos estos medidores para transmitir la cantidad de agua disponible a una base de datos la cual será conectada por medio de una API a una página web, le permitirá que todo ciudadano que desee conocer la cantidad de agua disponible tenga fácil acceso a la información.

## CONCLUSIÓN

Gracias a las numerosas investigaciones podemos establecer que el sistema resultaría eficiente para alimentar pueblos pequeños en los cuales es necesaria la distribución del agua potable. Se brindará un servicio de agua potable, mineralizada y purificada apta para el consumo humano. Este mismo sistema ofrecerá a la comunidad maneras de conocer la cantidad de agua disponible para la comunidad en tiempo real, por medio de una página web.