

## Freshwater: Pozos de agua en el aire

### Autores:

MSc. Alberto González Ramos<sup>i</sup>, [agonzram@uc.cl](mailto:agonzram@uc.cl)  
Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

Ing. Héctor Pino<sup>ii</sup>, [agonzram@uc.cl](mailto:agonzram@uc.cl)  
Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

Ing. MSc. Carlos Blamey<sup>iii</sup>, [agonzram@uc.cl](mailto:agonzram@uc.cl)  
Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

### RESUMEN

“Nuestro planeta contiene más de mil millones de billones de litros de H<sub>2</sub>O, pero poca de esa agua se puede beber, más del 97% del agua en la Tierra es salada, dos tercios del agua dulce está retenida en glaciares y capas de hielo polar. De lo que queda, la mayor parte está atrapada en el suelo o en acuíferos subterráneos. Eso deja disponible para la mayoría de los seres vivos una fracción mínima de agua”.

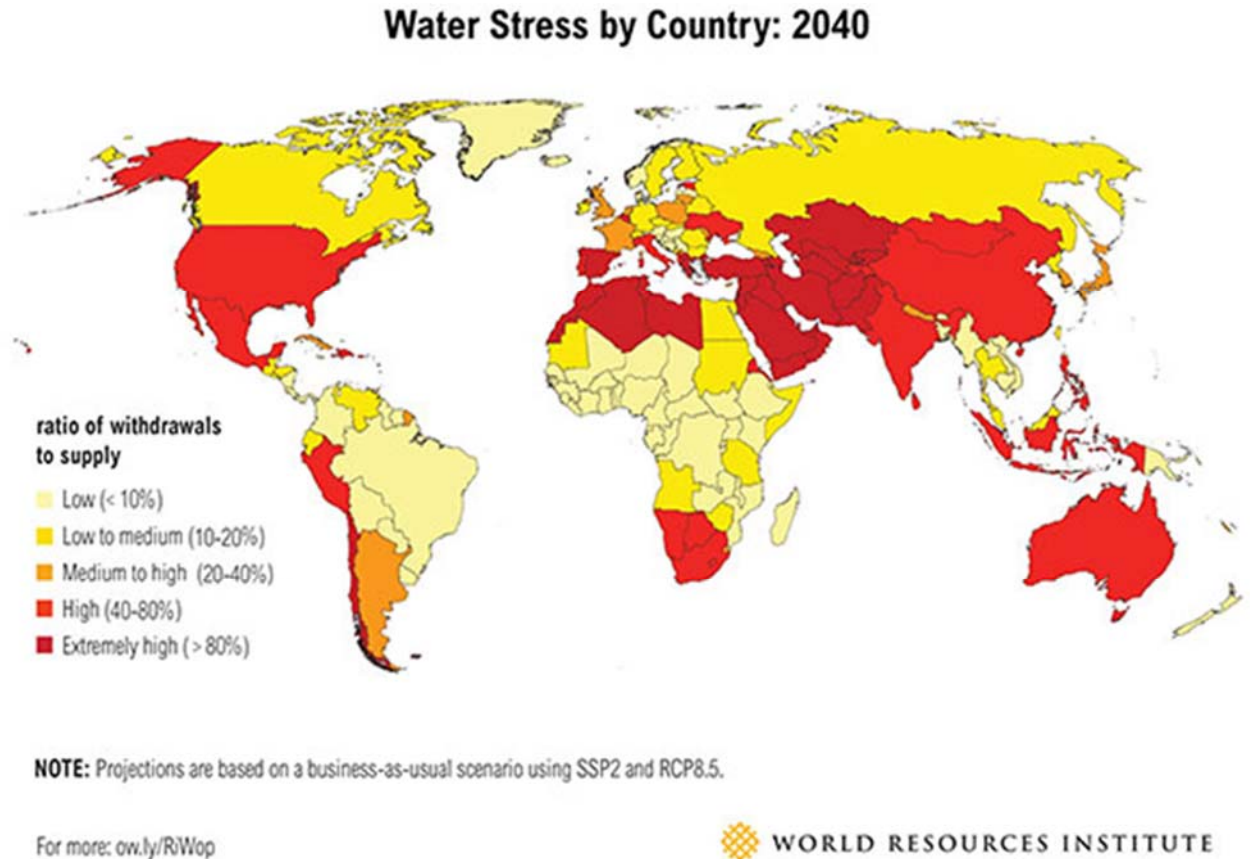
Esta situación nos llevó a investigar una solución sustentable para la escasez de agua en el mundo. La solución, el dispositivo *FreshWater*, transforma la humedad contenida en el aire en agua purificada disponible en un par de horas con sólo conectar el dispositivo a una fuente eléctrica, o bien, a través de una batería o fuente solar. Mediante la aceleración del proceso natural del Ciclo del Agua, este pozo de agua le brinda a una familia entre 9 a 28 litros de agua purificada al día. De manera ilimitada y sin caducidad en el tiempo, el agua obtenida es libre de sodio, preservantes, metales o químicos, en zonas donde es de mala calidad o escasa, mejorando la calidad de vida y la salud de las personas.

#### 1. Crisis de agua en el mundo

“Nuestro planeta contiene más de mil millones de billones de litros de H<sub>2</sub>O, pero poca de esa agua se puede beber, más del 97% del agua en la Tierra es salada, dos tercios del agua dulce está retenida en glaciares y capas de hielo polar. De lo que queda, la mayor parte está atrapada en el suelo o en acuíferos subterráneos. Eso deja disponible para la mayoría de los seres vivos una fracción mínima de agua”. (AY Hoekstra y MM Mekonnen, 2012; MM Mekonnen y AY Hoekstra, 2011; AK Chapagain y AY Hoekstra, 2007 y MM Mekonnen y AY Hoekstra, 2010). La humanidad no sólo la necesita para tomar, todo lo que hace el hombre necesita de agua, este es un recurso fundamental para la vida y el desarrollo humano.

En el mundo casi dos millones de personas mueren anualmente por falta de agua potable y es probable que en 15 años más, la mitad de la población mundial viva en áreas en las que no habrá suficiente agua para todos. En América Latina y el Caribe, cerca de 34 millones de personas no tienen acceso a fuentes seguras de agua potable, y en Chile, alrededor de 540 comunidades rurales las que albergan a más de 195 mil personas se encuentran desprovistas de las redes necesarias para el abastecimiento de agua, debiendo depender de terceros para poder obtener este elemento. A lo anterior se suma el fenómeno de Calentamiento Global, que ha provocado que este recurso se haya visto mermado en un 20% en los últimos años, agravando aún más el problema, un ejemplo de estos es la prolongada sequía que ha afectado a nuestro país que ya tiene carácter permanente, las que han dejado sin agua para beber a un sinnúmero de personas que antes la disponían de manera abundante, especialmente en Panguipulli, región ubicada en la Provincia de Valdivia, zona históricamente reconocida por sus lagos y abundantes lluvias.

Según el *World Resources Institute* elaboro, *The Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040* (Andrew Maddocks, Robert Samuel Young and Paul Reig - August 26, 2015), utilizando un conjunto de modelamientos climáticos y escenarios socioeconómicos, desarrollo un ranking de los 33 países a nivel mundial que sufrirán el stress hídrico al 2040, donde Chile está en el lugar 24 y será el mayor país con escasez de agua en América, después de Irán, Armenia y Pakistán, que están ubicados en el lugar 21, 22, y 23 respectivamente.



**Figura 1: Mapa de la escasez de agua pronosticada en el mundo 2040.**

**Fuente: World Resources Institute**

## Water Stress by Country: 2040

RANK	NAME	ALL SECTORS	RANK	NAME	ALL SECTORS
1	Bahrain	5.00	18	Azerbaijan	4.69
1	Kuwait	5.00	19	Morocco	4.68
1	Qatar	5.00	20	Kazakhstan	4.66
1	San Marino	5.00	21	Iraq	4.66
1	Singapore	5.00	22	Armenia	4.60
1	United Arab Emirates	5.00	23	Pakistan	4.48
1	Palestine	5.00	24	Chile	4.45
8	Israel	5.00	25	Syria	4.44
9	Saudi Arabia	4.99	26	Turkmenistan	4.30
10	Oman	4.97	27	Turkey	4.27
11	Lebanon	4.97	28	Greece	4.23
12	Kyrgyzstan	4.93	29	Uzbekistan	4.19
13	Iran	4.91	30	Algeria	4.17
14	Jordan	4.86	31	Afghanistan	4.12
15	Libya	4.77	32	Spain	4.07
16	Yemen	4.74	33	Tunisia	4.06
17	Macedonia	4.70			

<http://ow.ly/RiWop>

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

**Figura 2: Listados de países con estrés hídrico al 2040. Fuente: World Resources Institute**

## 2. El problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 80% de todas las enfermedades en el mundo en desarrollo, son causadas por la falta de agua limpia y saneamiento adecuado, siendo ésta una de las causas principales de enfermedades, tales como el incremento de la morbilidad, relacionada con las enfermedades entéricas y muertes sobre todo en los niños.

Como consecuencia de lo anterior, se requiere adoptar e implementar medidas no sólo para superar la situación en un corto plazo, sino también para abordar la escasez de forma más permanente y segura. Actualmente, existen alternativas tradicionales como la construcción de embalses, camiones aljibes, APR o agua potable rural. La calidad de esta fuente depende de la continuidad de la napa subterránea que nutre al pozo y de la mantención del sistema por parte de la comunidad, existen otros sistemas no tradicionales que incluyen la desalación y ductos submarinos o terrestres para la conducción de caudales de agua desde otras cuencas a zonas con escasez. Sin embargo, estas soluciones macros quedan obsoletas en el corto o mediano plazo, debido a que requieren de ciertas condiciones climáticas para la obtención de agua, como lo son la presencia de neblina para es el caso de las mallas recolectoras de humedad o atrapa nieblas que en Chile fueron instaladas a principio de los años 90 en el pueblo Chungungo, a 73 km al norte de la ciudad de La Serena o como las plantas desalinizadoras instaladas en algunas ciudades y pueblos del norte de nuestro país, que necesitan de un alto consumo energético para su funcionamiento y recursos humanos

permanentes para su mantención y operación, además del impacto ambiental provocado por el vertido al mar de la salmuera resultante del proceso de descarte.

### 3. La oportunidad:

El ciclo hidrológico comprende una serie de procesos que desarrolla diariamente el agua en su viaje entre la atmósfera y la superficie terrestre. Estos procesos son los siguientes:

Los que 'envían' agua a la atmósfera:

- **Evaporación:** Es la etapa de conversión del agua desde estado líquido al estado gaseoso. Se produce por el calor del sol que golpea día a día al planeta produciendo vapor de agua, que por su composición tiende a subir a la Atmósfera. Alrededor del 80% de este vapor se produce de la evaporación de los océanos. Otro 10% es aportado por el fenómeno de transpiración de las plantas y de la sudoración de las especies animales (transpiración o evapotranspiración).

Los que tienen lugar en la atmósfera:

- **Condensación:** Todo el vapor conseguido del primer proceso sube a la Atmósfera. Es en este sitio, por encontrarse el aire más frío se producen las gotas que juntas forman las nubes.
- **Precipitación:** Cuando el frío existente supera el umbral de condensación del agua en las nubes, provoca que baje nuevamente a la tierra. En esta etapa el agua puede volver como lluvia, granizo, aguanieve o nieve, dependiendo de la temperatura.

Los que tienen lugar en la superficie de la tierra:

- **Escorrentía:** Se le llama al movimiento del agua que se desplaza por la fuerza de gravedad hacia las cotas más bajas como ríos, lagos u océanos.
- **Infiltración:** Se genera por el movimiento del agua de forma subterránea, esto es gracias a la gravedad que permite que el agua de las precipitaciones sea absorbida por el suelo, a través de grietas, cavidades o rocas permeables, formando cursos subterráneos y acuíferos.

La oportunidad surge entendiendo el ciclo del agua para replicarlo, simulando los procesos de condensación y precipitación que ocurren en la naturaleza, dentro de un ambiente controlado. La condensación se produce de varias maneras, una de ellas es por enfriamiento por contacto, que se forma cuando pasa aire cálido y húmedo por

sobre una superficie fría, originando condensación del vapor de agua del aire en

forma de rocío sobre la superficie, fenómeno similar al que se experimenta en verano cuando un vaso de agua con hielo que comienza a exudar agua en sus paredes porque en su interior posee una temperatura inferior, a la del exterior.

Este principio de obtención de agua es el resultado de un efecto secundario de algunos dispositivos electrónicos relacionados con temperatura, como es el caso de los equipos de aire acondicionado y refrigeración, sistemas que son la base tecnológica del principio que permite extraer agua del aire a FreshWater.

El dispositivo FreshWater captura en forma continua el agua de la humedad ambiental. En su interior genera una suerte de lluvia, cuya agua luego filtra y purifica para su consumo.

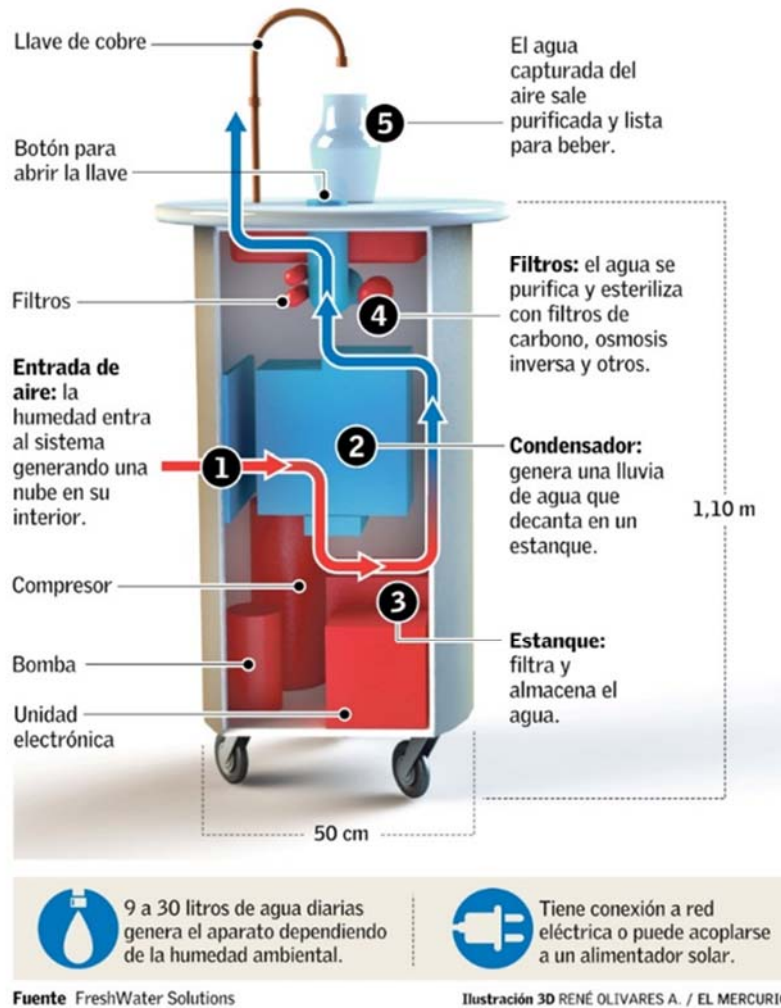


Figura 3: Infografía del ciclo del agua en dispositivo FW. Fuente: FreshWater / Diario El Mercurio

#### 4. La solución:

*FreshWater*, es una solución sustentable para la escasez de agua, que transforma por condensación, el aire en agua y mediante la aceleración del proceso natural del Ciclo del Agua, capturando la micro partícula presente en la atmósfera para formar una nube dentro del dispositivo y provocar lluvia, generando un río al que se incorporan los minerales para obtener agua del tipo vertiente. Este dispositivo funciona conectándolo a una fuente eléctrica, o bien, a través de una batería o fuente solar. Este pozo de agua permanente, es controlado por un microcomputador y sensores que proporcionan un consumo eficiente de energía, donde una familia obtiene entre 9 a 30 litros de agua al día.

El agua que *FreshWater* produce es purificada por un sistema de filtros que aseguran su calidad. Este diseño está constituido por un cuerpo ortogonal vertical que contiene el sistema generador de agua constituidos por un condensador y un compresor, en el nivel superior se encuentra el microprocesador y los sensores que entregan inteligencia al artefacto, además

del estanque de acero inoxidable con luz UV germicida, en su vista superior se encuentra la cubierta fabricada con desechos plásticos domiciliarios reciclados, este dispone de un rebaje circular cóncavo que hace de recipiente y receptáculo de gotas, además del pulsador de extracción y el tubo o grifo dispensador de agua de cobre bactericida como último paso purificador. Y en su base inferior están unas ruedas que permiten el desplazamiento del equipo por el suelo.

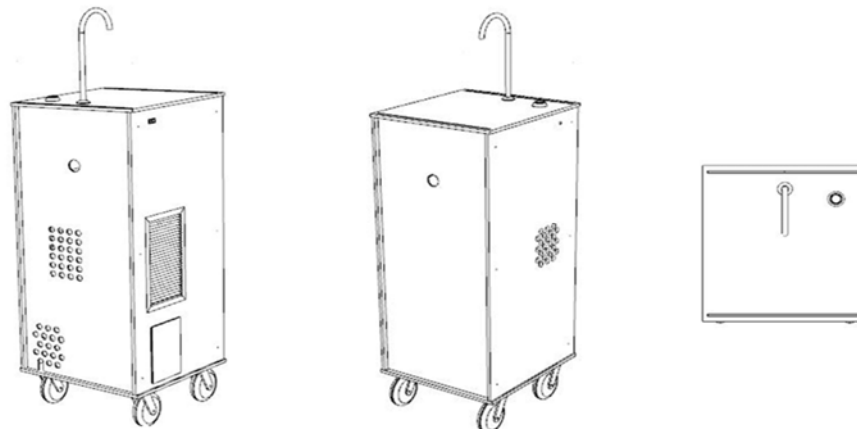
El cuerpo ortogonal de este diseño es cubierto por dos paredes laterales opacas, en su vista lateral izquierda se alojan el botón de encendido, los espacios de ingreso del aire y la bandeja inferior, en su vista lateral derecha se encuentra el sensor de humedad y los orificios de ventilación que expulsan nuevamente al exterior el aire deshumedecido.

Su elevación frontal delantera y posterior está constituida por dos placas traslucidas, la placa frontal contiene solo el orificio de deslizamiento y la posterior contiene los orificios de deslizamiento y la ventilación del compresor.

Los materiales que cubren las paredes exteriores del equipo son genéricos y económicos, fáciles reemplazar y reponer. Sus partes se pueden adquirir en el comercio tradicional a lo largo de Chile.



**Figura 4: Ilustración en explosión de las placas laterales. Fuente: FreshWater**



**Isométrica posterior**

**Isométrica frontal**

**Planta superior**

**Figura 5: Dibujos vistas isométricas y planta superior del equipo.**

**Fuente: FreshWater**

El desierto Chile es el lugar más árido del planeta con un promedio de lluvias anuales en algunas zonas de tan solo 0,5 milímetros, es en esta zona donde *FreshWater*, apoyados por empresas y fundaciones ha implementado 5 casos de éxitos en comunidades remotas, de escasos recursos y sin disponibilidad de agua.

- Cachiyuyo, provincia del Huasco, Región de Atacama de encuentran 2 sistemas que entregan agua a los niños y la comunidad asociada al jardín infantil del pueblo.
- Caserones, cordillera de Copiapó, en la Región de Atacama se encuentran 2 sistemas que entregan agua a la comunidad.
- Copaquire, Región de Tarapacá, en el altiplano de Iquique se encuentra 1 sistema que atiende a un núcleo familias que van de paso por la zona.
- Localidad de la Chimba, Antofagasta, se encuentran 4 sistemas que entregan agua al jardín infantil y la sede comunitaria del campamento.
- Cantidad de beneficiarios: 200 personas.

Stakeholders involucrados:

Gobierno local: Región de Atacama

Gobierno nacional: CORFO

Organizaciones públicas locales: CCIRA

Organizaciones públicas nacionales: Protein Lab

Organizaciones no gubernamentales (ONG) / Fundaciones locales: Fundación Vivienda / Fundación Socialab.

Organizaciones no gubernamentales (ONG) / Fundaciones internacionales: Fundación Avina.

Representantes de comunidades locales: Junta de Vecinos Cachiyuyo / Junta de Vecinos La Chimba.



**Figura 6.1 Fotografía de niños de Cachiyuyo y 6.2 equipo en Copaquire**  
**Fuente: FreshWater**

### Nota

<sup>1</sup> Profesional de vasta experiencia en empresas de servicio, TIC y especialista en el negocio del agua en Chile.

<sup>1</sup> Con experiencia en proyectos de defensa y submarinos de alto grado de complejidad tecnológica.

### BIBLIOGRAFÍA.

Arjen Y. Hoekstra<sup>1</sup> and Mesfin M. Mekonnen, (2012) The water footprint of humanity, Hoekstra and Mekonnen [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1109936109](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1109936109)

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO (2003): Water for people, water for life, Executive Summary of the UN World Water Development Report. UNESCO/Mundi-Prensa Libros, Paris, Francia, 1a edición.

#### Sitio web:

<http://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040>

<http://www.floodup.ub.edu/>

<http://www.ecoceanos.cl>

<http://www.freshwatersolutions.org>

#### Anexos:

[www.freshwatersolutions.org](http://www.freshwatersolutions.org)

[www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-29/inside-chile-s-magical-startup-scene](http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-29/inside-chile-s-magical-startup-scene)

<http://video.aljazeera.com/channels/eng/videos/chileans-invent-machine-that-creates-fresh-water/4124228332001>

Facebook: <https://www.facebook.com/FreshWatercl/>

Twitter: <https://twitter.com/FreshWaterCL>

Avonni 2015 - Premio Nacional de Innovación, categoría Recursos Naturales ARAUCO, con proyecto Freshwater, 31 de noviembre 2015.  
[http://www.avonni.cl/ganadores/quienes\\_son/2015](http://www.avonni.cl/ganadores/quienes_son/2015)

Nominado como uno de los autores más relevantes del año en el área del diseño en el tercer CityLab Santiago diciembre 2015, una iniciativa conjunta de Santiago Creativo y Citypulse, con Proyecto Fresh Water.

Seleccionado entre los 3 finalistas al Sello de excelencia en Diseño, categoría innovación, con Proyecto FreshWater, Ministerio de la Cultura, Gobierno de Chile. 25 de septiembre 2015.  
[www.facebook.com/Areadedisencnca/photos/pb.355248827863747.-2207520000.1443616203./865214590200499/?type=3&theater](http://www.facebook.com/Areadedisencnca/photos/pb.355248827863747.-2207520000.1443616203./865214590200499/?type=3&theater)

BID Bienal de Madrid 2016, Mención de Honor en categoría Diseño y Sostenibilidad, con proyecto Freshwater. La Bienal Iberoamericana de Diseño (BID), organizada por la Fundación



Diseño Madrid, tiene lugar cada dos años en la Central de Diseño de Matadero Madrid y es la cita más importante del diseño contemporáneo iberoamericano. [http://www.bid-dimad.org/seleccionados\\_bid/#1378](http://www.bid-dimad.org/seleccionados_bid/#1378)

### Nota

---

<sup>i</sup> Diseñador Industrial y Licenciado en Diseño de Pontificia Universidad Católica de Chile, Master en Diseño de Vehículos de Transportes, título expedido por la Universitat Pompeu Fabra e impartido por Elisava Escola Superior de Disseny, Barcelona España, Profesor Asociado Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Pontificia Universidad Católica, El Comendador 1916, Providencia, Santiago de Chile, teléfono (56-2 26865624)

<sup>ii</sup> Profesional de vasta experiencia en empresas de servicio, TIC y especialista en el negocio del agua en Chile

<sup>iii</sup> Con experiencia en proyectos de defensa y submarinos de alto grado de complejidad tecnológica.