



ESCUELA DE DISEÑO

AEROZEER

CONDENSADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL MEDIANTE ENFRIAMIENTO RADIATIVO

Memoria para optar al título de DISEÑADOR CON MENCIÓN EN DISEÑO DE PRODUCTOS

PABLO BAEZA L.

PROFESOR GUÍA: RAIMUNDO HAMILTON C.

TALCA - CHILE

2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022

**Autorización para la publicación
de memorias de Pregrado y tesis de Postgrado**

“Es este nuevo mundo lleno de adversidad el cual forjará los caracteres fuertes del mañana, individuos verdaderamente capaces de adaptarse a su entorno y transformarlo según sus necesidades.”
Pablo Baeza, 2020

Para la humanidad, completa.

Yo, PABLO ANTONIO BAEZA LARA cédula de identidad N°19.389.924-2, autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, autorizo a la Universidad de Talca para publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

Título de la memoria o tesis	AEROZEER CONDENSADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL MEDIANTE ENFRIAMIENTO RADIATIVO
Unidad Académica	Facultad de Arquitectura, Música y Diseño
Carrera o Programa	Diseño
Título y/o grado al que se opta	Diseñador
Nota de calificación	

Firma del alumno:



RUT: 19.389.924-2

ÍNDICE

introducción	7
1. Investigación creativa	8
1.1. Contexto nacional.....	9
1.2. Oportunidad de diseño	10
1.3. Hipótesis de solución.....	14
1.4. Factores y requerimientos.....	15
2. Conceptos de diseño	17
2.1. Marco teórico	18
2.2. Referentes conceptuales	20
2.3. Desarrollo conceptual	23
2.4. Funciones del diseño	24
3. Soluciones formales	25
3.1. Solución general	26
3.2. Principio de funcionamiento	30
3.3. Instalación	32
4. Especificaciones.....	34
4.1. Materiales y fabricación	35
4.2. Mercado y usuarios	36
4.3. Posicionamiento	38
4.4. Planimetrías.....	39
5. Anexos	44
5.1. Experimento 1	45
Conclusiones	48
Bibliografía	49

INTRODUCCIÓN

Existimos en un mundo que ha sido víctima de la depredación de los recursos naturales desde hace ya varios siglos. El modelo de mercado actual, el consumo y la producción en masa están arrasando con el delicado ecosistema del planeta, sometiendo a los países menos desarrollados a la miseria. Según Maureira et al. (2018), la sequía representa el 35% de las muertes a nivel global, concentrándose en las regiones áridas de los países en desarrollo. Por otra parte, el gasto derivado de la inseguridad hídrica asciende a los US\$94.000.000.000 al año sólo en el sector del riego agrícola.

Es en este escenario donde se hace necesario el planteamiento de soluciones para ayudar a resolver este predicamento social, económico y ecológico en el ámbito local. Nuevamente citando a Maureira et. al. (2018), el 76% de la superficie nacional está afectada por la sequía, lo que se refleja en 140 Decretos de Escasez Hídrica emitidos a febrero de 2020. Por otra parte, la mayor proporción del gasto hídrico es consumido por la agricultura, de igual modo, de acuerdo a la ODEPA (2019), el 90% de este gasto corresponde a la agricultura familiar campesina (AFC).

Con respecto a la metodología utilizada, sin duda ha sido imposible evitar el contexto mundial dentro del cual se ha desarrollado este proyecto. La forzosa distanciamiento física ha presentado una dificultad adicional para acercarnos efectivamente al usuario, sin embargo, se logró entrevistar a 5 agricultores distintos dentro de la región, los cuales marcaron la hoja de ruta del desarrollo conceptual. De esta forma, nos damos cuenta de la importancia de incrementar la oferta de

agua fresca destinada al regadío para la AFC, aportando a la seguridad hídrica de 120.910 hogares que pertenecen a este sector (Berdegué y Pizarro, 2014).

A lo largo de la historia, la humanidad siempre ha estado atenta a la disponibilidad de agua. Estructuras y objetos tanto ancestrales como modernos, principios físicos e imaginación han sido las herramientas del desarrollo conceptual y formal de este proyecto, reimaginando los antiguos artefactos de captación de agua para traerlos de vuelta a este nuevo mundo. Esperamos lograr una síntesis equilibrada entre lo arcaico y lo contemporáneo.

Por otra parte, el proyecto está pensado para implementarse en cualquier lugar del mundo que cumpla con unas características ambientales similares a la Región del Maule. A pesar de que aún es un sistema relativamente costoso y de rendimiento sub óptimo, la proyección es que estas cuestiones puedan superarse mediante un desarrollo adecuado en cuanto a la fabricación y tecnología disponible.

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

CONDENSADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL MEDIANTE ENFRIAMIENTO RADIATIVO

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

1.1. CONTEXTO NACIONAL



Desde 2010, Chile enfrenta la megasequía más grande de su historia.



Déficit de PP^[1]

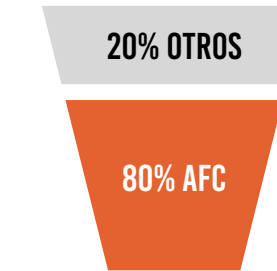


Déficit de caudal^[2]

140

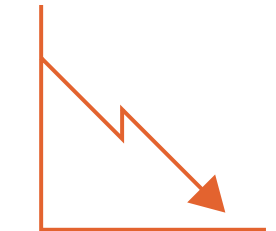
Decretos de Escasez Hídrica emitidos hacia febrero de 2020^[3]

La agricultura es el sector productivo de mayor consumo de agua en el país, dentro del cual la mayor parte corresponde a la agricultura familiar campesina (AFC).



- AFC: 80%
- Sector pecuario: 0.4%
- Sector industrial: 0.6%
- Electricidad: 0.6%
- Minería: 3.8%
- Agua potable y saneamiento: 6.3%
- Otros gastos agrícolas: 8%^[4]^[5]

La sequía ha tenido repercusiones en la agricultura.



US\$1.000.000.000

Pérdidas agrícolas producto de la sequía

-60%

Productividad agrícola^[6]

5%

Contracción actividad agropecuaria^[7]

^[1] Center for Climate and Resilience (2015) "La megasequía 2010-2015".

^[2] MOP (2019) "Pronóstico de caudales de deshielo 2019-2020".

^[3] DGA (2020) "Decretos de escasez hídrica vigentes febrero 2020".

^[4] H. Maureira et. al. (2018) "Radiografía del agua".

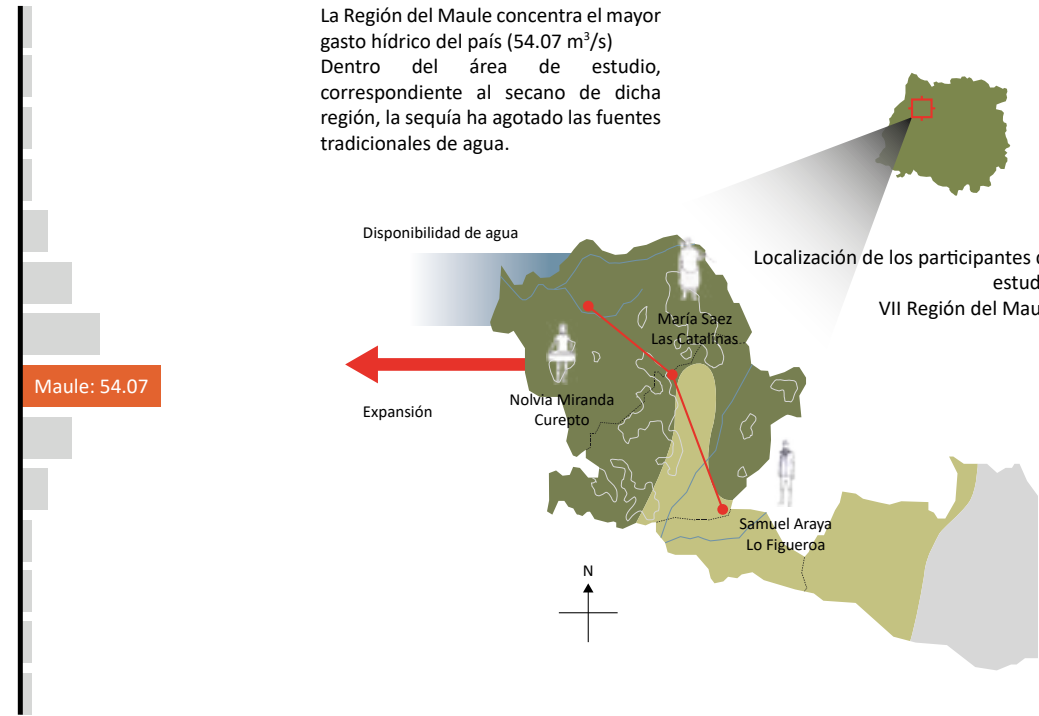
^[5] Odepa (2019) "Panorama de la agricultura chilena".

^[6] N. Díaz (2020) "Productores del Valle del Aconcagua cifran en casi mil millones de dólares las pérdidas por sequía".

^[7] Fundación Terram (2019) "Los cuantiosos costos de los periodos de sequía".

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

1.2. OPORTUNIDAD DE DISEÑO



Consumo de agua por región (m³/s)^[8]



A pesar de que los agricultores de este sector han tomado medidas de tecnificación, esto no ha sido suficiente para contrarrestar la escasez.

^[8] H. Maureira et. al. (2018) "Radiografía del agua".

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

CASO N°1: SAMUEL ARAYA



Cultivo de cilantro, espinaca, perejil, cebollín y acelga.



Fuente de agua: 3 norias y acceso a canal de regadío.



Problemas con el agua: Existen temporadas de racionamiento, por lo que ha tenido que disminuir la producción.



Usa sistemas de alta eficiencia. Microjet (60 L x hora), microaspersores (43 L x hora, cinta por goteo (2 L x hora, aspersores.

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

CASO N°2: MARÍA SAEZ



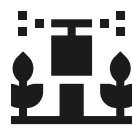
Plantaciones de almendra y avellana europea.



Fuente de agua: 3 tranques y acceso a vertientes.



Problemas con el agua: La productividad de la plantación ha disminuido mucho. Es difícil proyectarse.



Usa sistemas de alta eficiencia. Cinta por goteo (4 L x hora) Consumo de agua semanal: 100.000 L El costo es elevado.

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

CASO N°3: NOLVIA MIRANDA



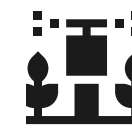
Cultivo de maíz, papa, tomate, berenjena, poroto verde, zapallo, noni, ají, albahaca, ciboulette.



Fuente de agua: 2 norias.



Problemas con el agua: Menor frecuencia del riego. Pérdida de cantidad y calidad de los vegetales.



Utiliza riego tradicional por surco. Es el sistema más económico que dispone.

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

1.3. HIPÓTESIS DE SOLUCIÓN

Para ayudar a satisfacer la demanda de agua de riego para la AFC, es necesario implementar nuevas fuentes de agua que no dependan de las precipitaciones. El cultivo de agua atmosférica es una alternativa de solución, ya que es una fuente de agua asequible que no depende de las precipitaciones.

13.000.000.000

Metros cúbicos (m³) de agua en estado gaseoso presente en la atmósfera^[9]



Figura 1: Métodos extractivos de agua atmosférica (atrapanieblas).



Figura 2: Métodos extractivos de agua atmosférica (superficie radiativa).



Figura 3: Métodos extractivos de agua atmosférica (desecante solar).

^[9] C. Vera y I. Camilloni (s/a) "El ciclo del agua".

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

1.4. FACTORES Y REQUERIMIENTOS

Se debe generar un producto que cumpla con las siguientes características.

Requerimientos:

1. Extraer suficiente agua fresca para irrigar 1 Ha. de hortalizas durante 1 hora de riego.
2. Operar dentro del clima propio de la temporada seca del secano interior maulino.
3. Manejable por un máximo de 2 operarios no especializados.
4. Desmontable y almacenable durante temporadas de abundancia hídrica.
5. Adecuado para el medio socioeconómico y cultural del mundo campesino.

Factores:

1. Factores productivos:
Cantidad de agua consumida por 1 hortaliza durante 1 hora de riego.
 - Número de hortalizas disponibles en 1 Ha. de huertos.
2. Factores ambientales:
 - Temperatura
 - Humedad relativa.
 - Precipitaciones.
3. Factores humanos:
 - Peso máximo manejable por 2 operarios no especializados.
 - Entorno socioeconómico y cultural.

CONDENSADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL MEDIANTE ENFRIAMIENTO RADIATIVO

1. INVESTIGACIÓN CREATIVA

Tabulación de factores y requerimientos, según G. Rodríguez en “Manual de diseño industrial”

Requerimiento	Factor	Subparámetro	Cuantificación
Extraer suficiente agua fresca para irrigar 1 Ha. de hortalizas durante 1 hora de riego.	<ul style="list-style-type: none">Cantidad de agua consumida por una hortaliza durante 1 hora de riego: 4 litros.Número de hortalizas disponibles en 1 Ha. de cultivos: 120 hortalizas.^[10]	Litros de agua extraídos por día.	480 litros de agua al día.
Operar dentro del clima propio de la temporada seca del secano interior maulino.	<ul style="list-style-type: none">TemperaturaHumedad relativaPrecipitaciones	<ul style="list-style-type: none">Rango de oscilación térmicaHumedad presente en el aireCantidad de agua caída	<ul style="list-style-type: none">T° máxima: 40°C T° mínima: 5°Ch/r mínima: 15%0 mm^[11]
Manejable por un máximo de 2 operarios no especializados.	Peso máximo transportable por 2 operarios.	Peso máximo del producto.	40 kg ^[12]
Adecuado para el medio socioeconómico y cultural del mundo campesino.	Entorno socioeconómico y cultural.	<ul style="list-style-type: none">Ingreso per cápita mensualNivel educacional	<ul style="list-style-type: none">Promedio: \$631.176Bajo^{[13][14]}

^[10] Investigación propia

^[11] Dirección Meteorológica Civil (2020). Extracción de datos de la estación Pehachue entre enero y febrero 2020.

^[12] Ley 20.949. Diario Oficial de la República de Chile, 17 de septiembre de 2016.

^[13] Berdegué, J. y Pizarro, F. (2014) “La agricultura familiar campesina en Chile”.

^[14] Ministerio de Desarrollo Social (2018) “Síntesis de resultados CASEN 2017”.


2. CONCEPTOS DE DISEÑO

2. CONCEPTOS DE DISEÑO

2.1. MARCO TEÓRICO


Existen ciertos principios físicos que son la base de desarrollo del proyecto.

Humedad ambiental




Es la cantidad de agua presente en el aire. La capacidad de retención de agua en el aire aumenta con la temperatura.

Humedad relativa




Cuando existe un 100% de humedad relativa, el agua restante condensará sobre una superficie.

Punto de rocío




Cuando existe cierta diferencia de temperatura, el aire es forzado a ceder el agua que contiene.

Enfriamiento por evaporación:



Propiedad que permite que las moléculas de los líquidos pasen al estado gaseoso.




Mediante la evaporación de un líquido éste disminuye su propia temperatura.

2. CONCEPTOS DE DISEÑO


Por otra parte, se dispone de varias tecnologías de aprovechamiento del agua atmosférica.

Captación de niebla




Limitado a sectores con presencia de niebla.
Rendimiento: 3,125L - 15,625L x día.

Enfriamiento radiativo




El desarrollo tecnológico aún no proporciona un suministro estable.
Rendimiento: 0,3L - 19,4L x día

Desecante



Es un sistema experimental que requiere mayor desarrollo.
Rendimiento: 0,5L - 2,5L x día

Enfriamiento eléctrico



El sistema es caro y depende de la disponibilidad eléctrica.
Rendimiento: 15L - 2000L x día

La siguiente tabla muestra una comparación sobre los métodos mencionados anteriormente.

Tecnología	Rendimiento	Versatilidad	Estabilidad	Costo
Desecante	1	2	2	2
Captación de niebla	2	1	2	3
Enfriamiento radiativo	2	1	1	3
Enfriamiento eléctrico	3	3	3	1

- Rendimiento: Cantidad de agua extraída.
- Versatilidad: Capacidad de trabajo con bajos niveles de humedad presente en el aire.
- Estabilidad: Fiabilidad del suministro en el tiempo.
- Costo: Gastos de instalación y operación.

Comparación hecha en base a Harimi H. et. al. (2020) según la siguiente escala:



El enfriamiento radiativo es una alternativa que puede ser utilizada en ausencia de niebla, de bajo costo y rendimiento optimizable .

2. CONCEPTOS DE DISEÑO

2.2. REFERENTES CONCEPTUALES

Existen diversas propuestas de captación de agua que se ajustan a un contexto cultural determinado y que nos van a orientar a conseguir una forma que responda al territorio dentro del cual se desarrollará el proyecto.

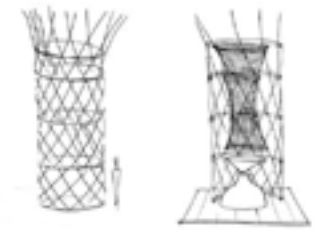
Figura 4: Warka Tower, Etiopía.



Figura 5: Puit aërien, Francia.



Figura 6: Destiladera, España & Chile.

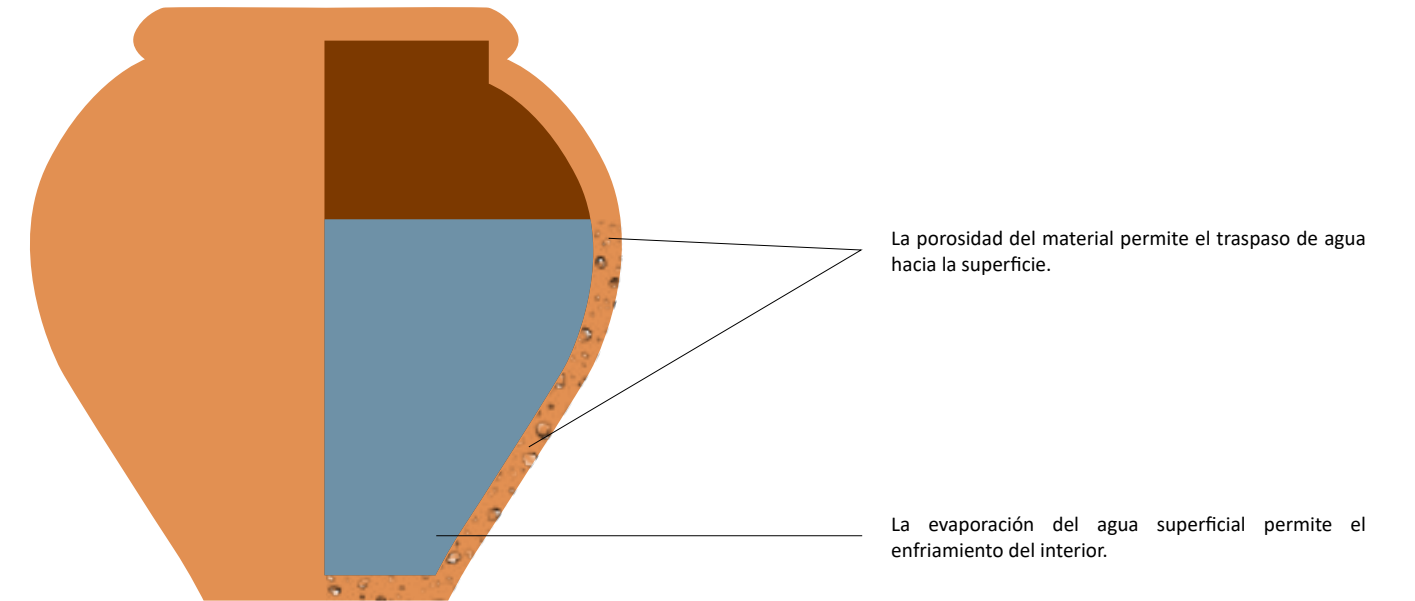


In this way towers could be built and data about water collection could be shared around the world.



2. CONCEPTOS DE DISEÑO

De la misma manera, existe un elemento ancestral de captación de agua; la tinaja de greda. Este objeto tiene la propiedad de mantener fría el agua en su interior debido a un principio conocido como "efecto botijo"^[15].



^[15]Ortiz, C. (2017) "Enfriamiento por evaporación de agua en recipientes cerámicos porosos para conservación de alimentos".

2. CONCEPTOS DE DISEÑO

Otros referentes conceptuales y estéticos.

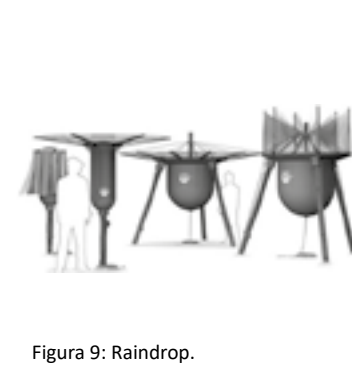


Figura 7: Elidomestico.

Figura 8: Waterfull.

Figura 9: Raindrop.

Figura 10: Waterseer.

2. CONCEPTOS DE DISEÑO

2.3. DESARROLLO CONCEPTUAL

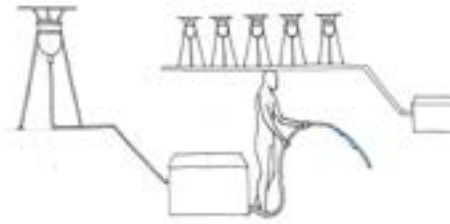
El desarrollo del proyecto estuvo marcado por la generación de varias versiones de mejora incremental del mismo, con el perfeccionamiento de la proporción, mejoramiento del funcionamiento y adición de partes y piezas.



2. CONCEPTOS DE DISEÑO

2.4. FUNCIONES DEL DISEÑO

Función práctica:



Se trata de un elemento para ser usado en cadena con el fin de aumentar su rendimiento. Una pantalla le entregará el feedback de funcionamiento necesario al usuario.

Función estética:



El núcleo del sistema se basa en el color, materialidad y forma de la artesanía tradicional de la zona central.



Función simbólica:



La propuesta integra dos mundos aparentemente contradictorios: ancestral y moderno.

Esta integración se ve reflejada en el potenciamiento mediante técnicas modernas del principio de funcionamiento ancestral.



3. SOLUCIONES FORMALES

3. SOLUCIONES FORMALES

3.1. SOLUCIÓN GENERAL



Se trata de un condensador de humedad ambiental, mediante enfriamiento radiativo "Aerozeer", para la AFC. El sistema capta el agua presente en el ambiente gracias a un condensador metálico enfriado por la evaporación del agua.



3. SOLUCIONES FORMALES



3. SOLUCIONES FORMALES



3. SOLUCIONES FORMALES

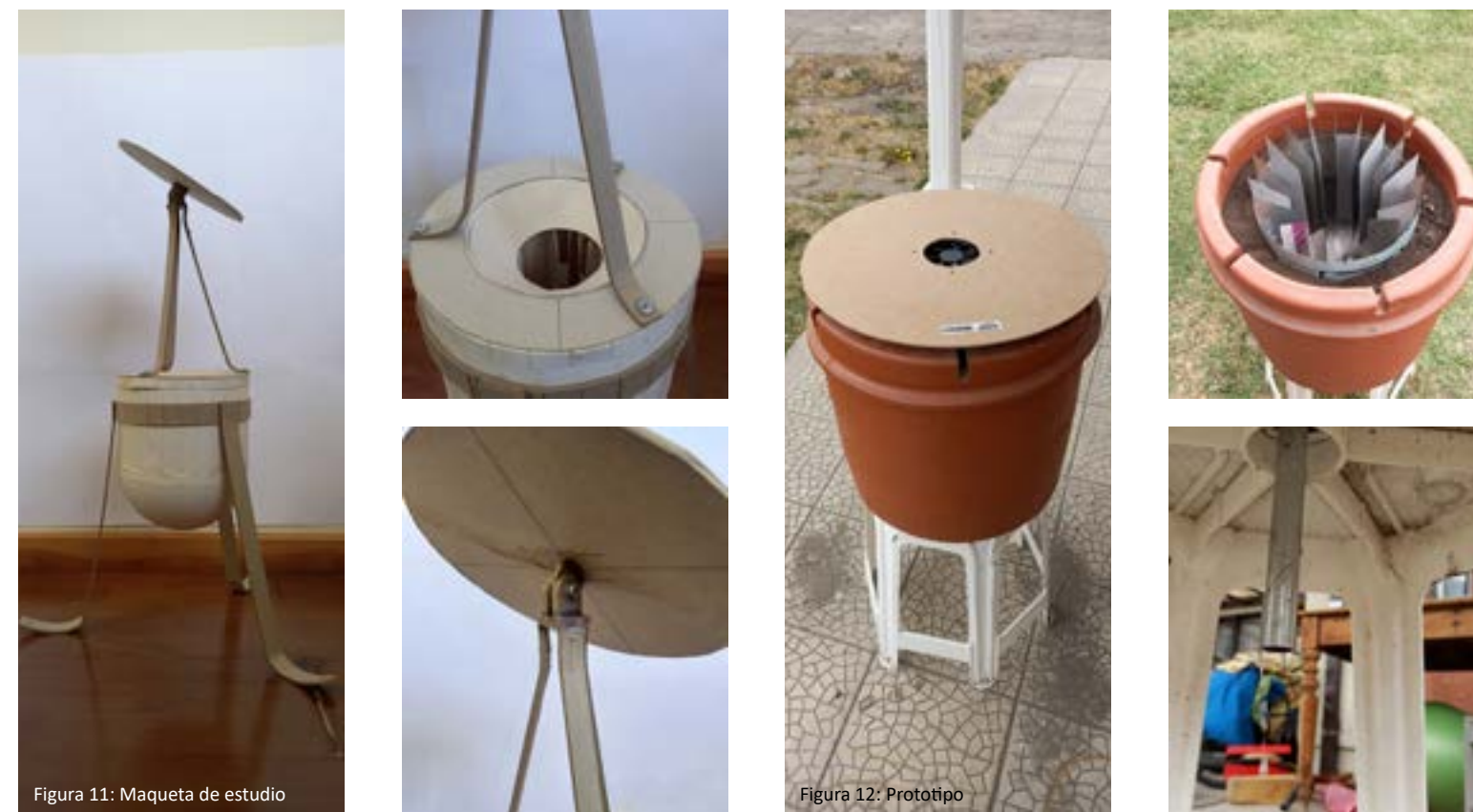


Figura 11: Maqueta de estudio

Figura 12: Prototipo

3. SOLUCIONES FORMALES

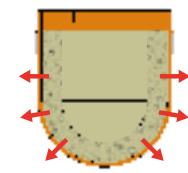
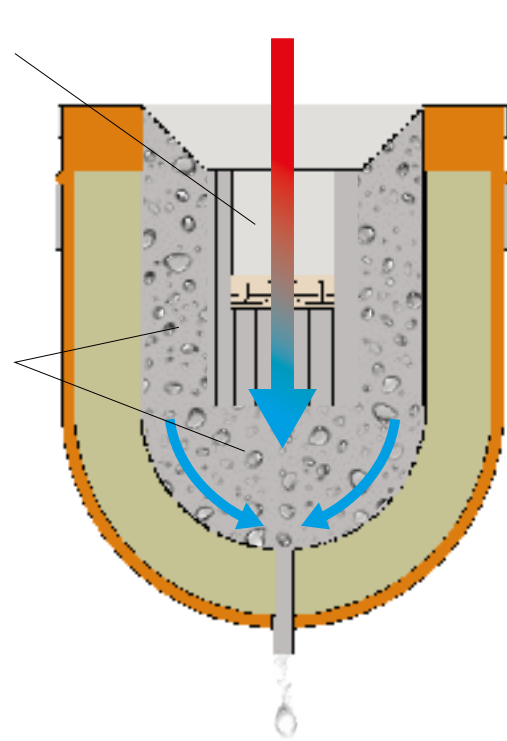
3.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

1. Un ventilador inyectará aire húmedo al interior del condensador.



2. Al entrar en contacto con una superficie más fría, pequeñas gotas de agua se formarán sobre las paredes del condensador.

3. El agua escurrirá hasta la salida.



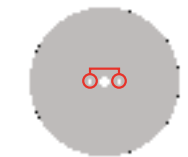
El condensador se mantiene frío gracias a la evaporación del agua contenida en la arena.



El aire seco es expulsado mediante unas escotillas secundarias.



Disipadores de calor; estas estructuras aumentan la eficiencia del sistema.



Unas perforaciones al fondo del condensador permiten que la arena se mantenga húmeda.

3. SOLUCIONES FORMALES

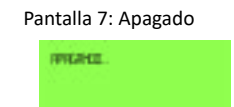
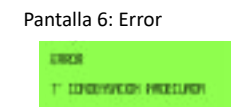
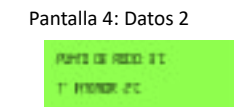
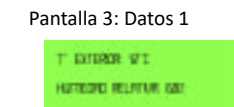
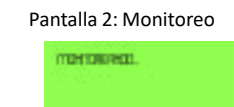
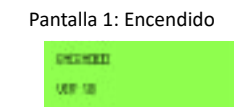
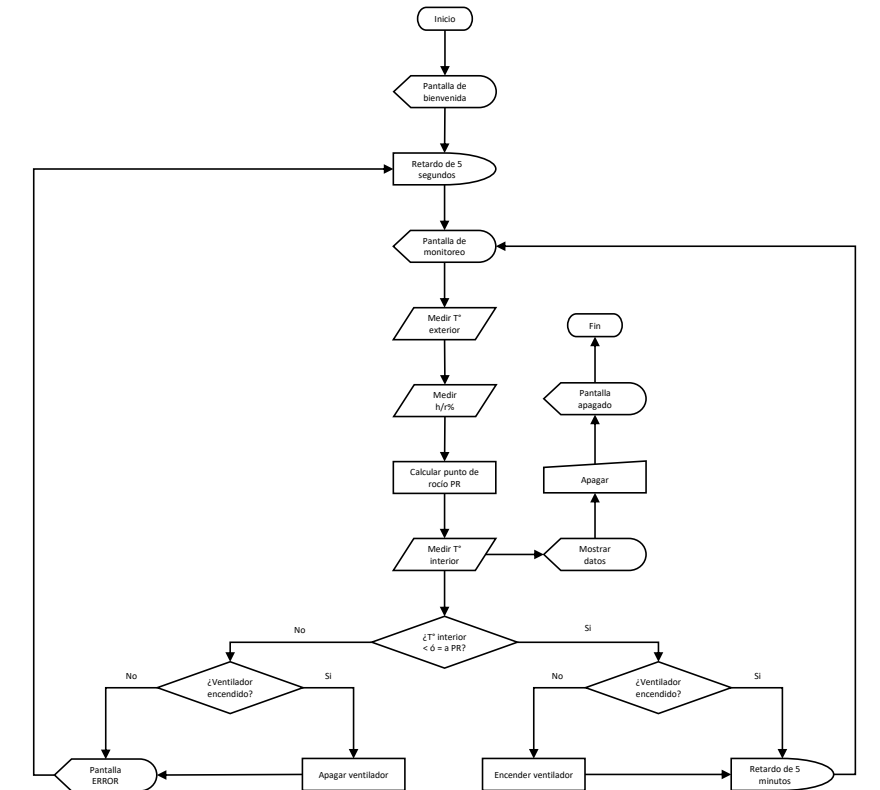
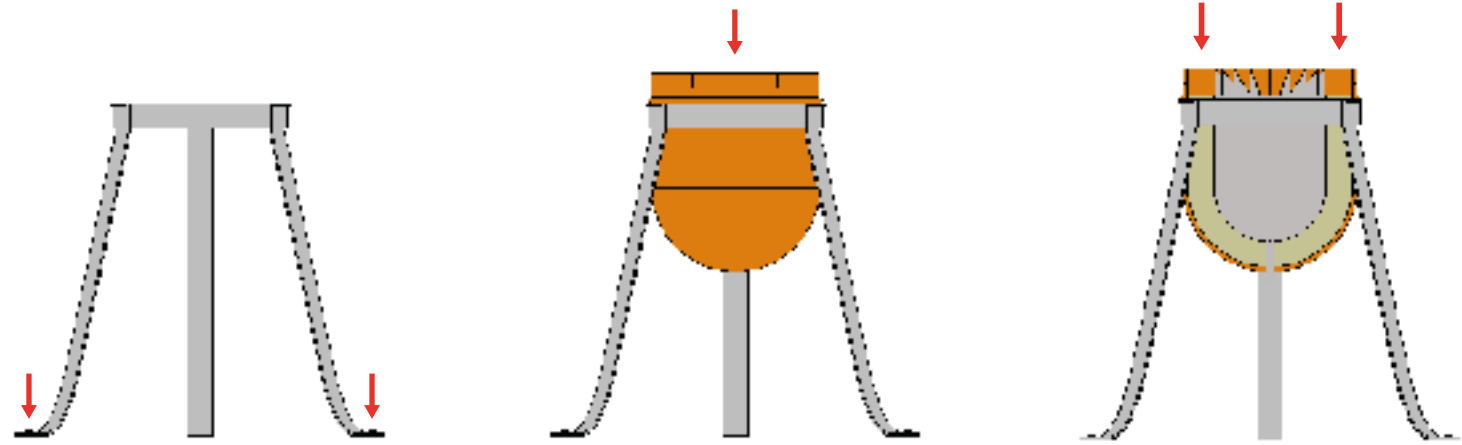


Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema:



3. SOLUCIONES FORMALES

3.3. INSTALACIÓN

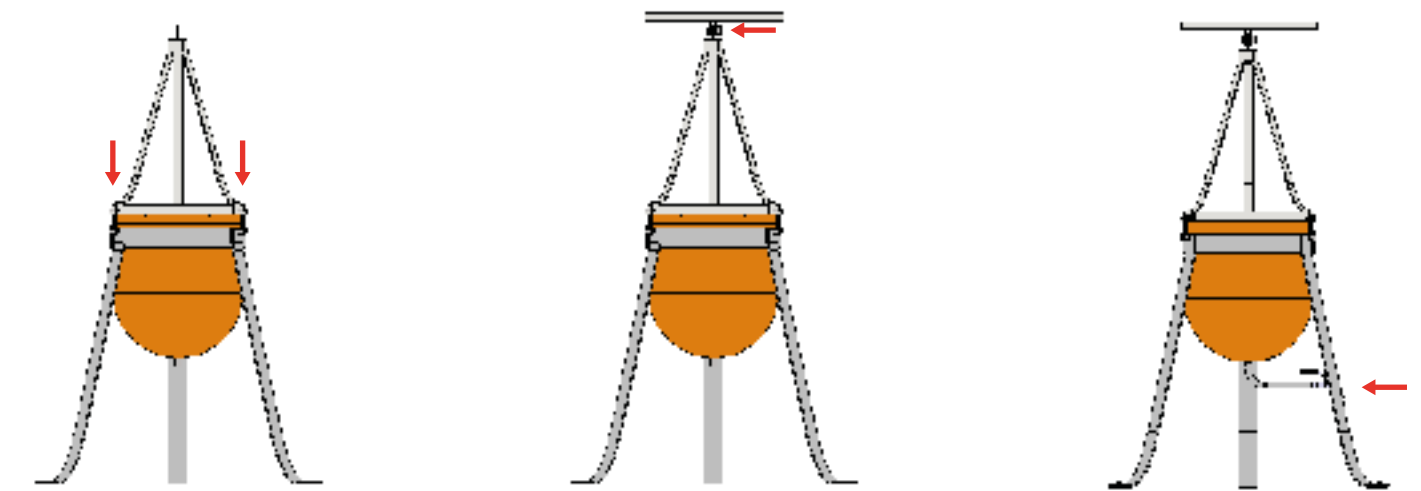


1. Instalación del trípode de apoyo.

2. Instalación vasija de greda.

3. Instalación del condensador y relleno de arena.

3. SOLUCIONES FORMALES



4. Instalación y apertado del cierre superior.

5. Fijación del panel solar.

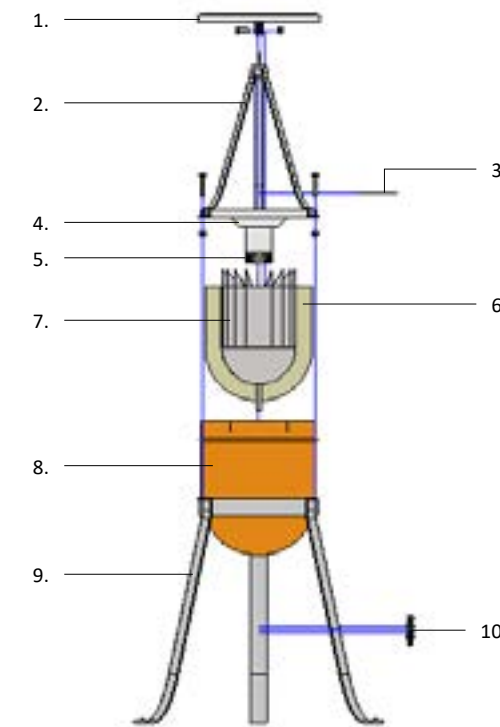
6. Instalación del surtidor de agua.

4. ESPECIFICACIONES

CONDENSADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL MEDIANTE ENFRIAMIENTO RADIATIVO

4. ESPECIFICACIONES

4.1. MATERIALES Y FABRICACIÓN



1. Panel solar	6. Arena
2. Elementos de sujeción: Acero 5 mm. Trozado, curvado y soldado.	7. Condensador: Lámina acero inoxidable 0,5 mm. Embutido
3. Filtro	8. Vasija: Greda Producción seriada en torno
4. Tapa del ventilador: Lámina acero 2 mm. Embutido	9. Trípode: Acero 5 mm. Trozado, curvado y soldado.
5. Ventilador	10. Surtidor

- Especificaciones Técnicas:
- Rendimiento: ≈0,12 L/hora (en condiciones óptimas)
 - Consumo: 14 kW/hora
 - Costo: +\$120.000 por unidad

4. ESPECIFICACIONES

4.2. MERCADO Y USUARIOS



- “El agua es nuestra”
- “Cada vez planto menos vegetales debido a la falta de agua”
- “La producción ha disminuido mucho producto de la sequía”
- “El agua a veces se corta y no podemos regar”
- “Hoy en día no se alcanza a regar ni la mitad del huerto”



- Ha implementado algunas medidas de tecnificación.
- Tiene que sembrar menor cantidad de vegetales.
- Tiene que regar e base a cuotas u horarios.

Algunas reflexiones sobre el usuario, correspondiente con sus necesidades, incluyen:

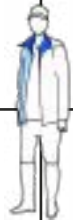
- Contar con una fuente de agua abundante y segura en el tiempo.
- Mejorar la calidad y cantidad de los vegetales.
- Asegurar el estilo de vida tradicional campesino.



- Espera seguir cultivando aún frente a la menor disponibilidad de agua.
- Desea contar con mayor cantidad de agua.
- Espera continuar con su estilo de vida campesino.
- Quiere sembrar más cultivos de mejor calidad.



- Miedo frente a la desaparición del recurso hídrico.
- Resignación en cuanto a la menor oferta de agua.
- Inseguridad con respecto a la calidad de los vegetales.
- Incertidumbre sobre el futuro de las cosechas.



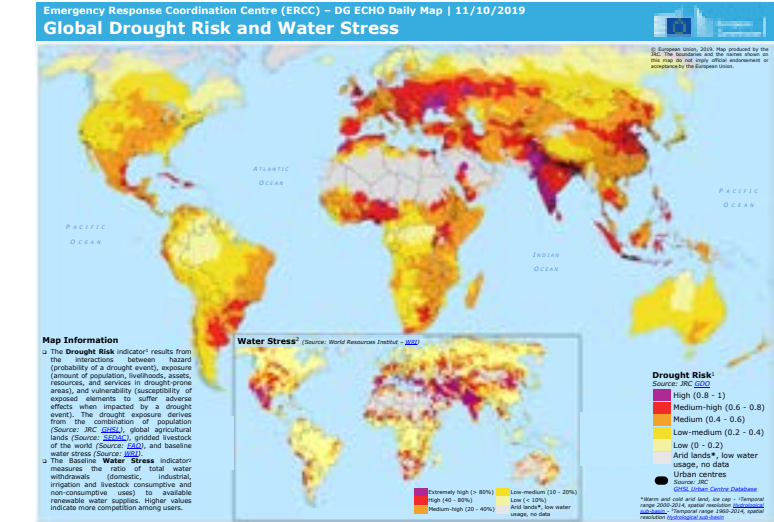
4. ESPECIFICACIONES



Nuestro usuario objetivo corresponde al agricultor campesino tradicional.

En Chile, existen 120.910 hogares pertenecientes a la AFC ^[15].

Sin perjuicio de lo anterior, el proyecto puede ser implementado en cualquier región del mundo que presente características ambientales similares y sequía.



De igual modo, Europa Oriental posee los países con mayor riesgo hídrico a nivel mundial: Moldavia y Ucrania ^[16]. Ambos países presentan características ambientales similares a la Región del Maule.

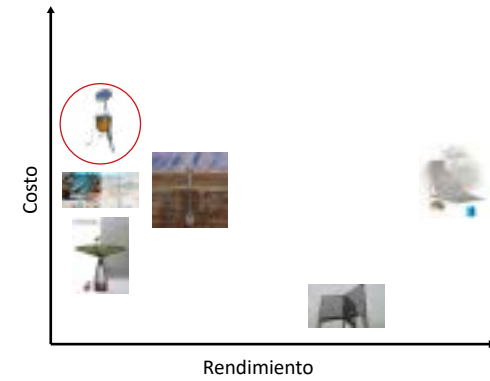


^[15] Berdegué, J. y Pizarro, F. (2014) “La agricultura familiar en Chile”

^[16] Tiseo, I. (2020) “Drought risk score worldwide 2019, by key country” recuperado de <https://www.statista.com> el 01-01-2020

4. ESPECIFICACIONES

4.3. POSICIONAMIENTO



- Atrapanieblas convencional**
- Rendimiento: 21,8 L/hora
 - Costo: Muy bajo



- Cloud harvester**
- Rendimiento: 45,6 L/hora
 - Costo: Bajo
 - Tecnología: Atrapanieblas



- Yakka**
- Rendimiento: 0,1 L/hora
 - Costo: Bajo
 - Tecnología: Atrapanieblas



- Water seer**
- Rendimiento: 1,6 L/hora
 - Costo: Bajo
 - Tecnología: Condensador



- Waterfull**
- Rendimiento: 0,1 L/hora
 - Costo: Bajo
 - Tecnología: Condensador



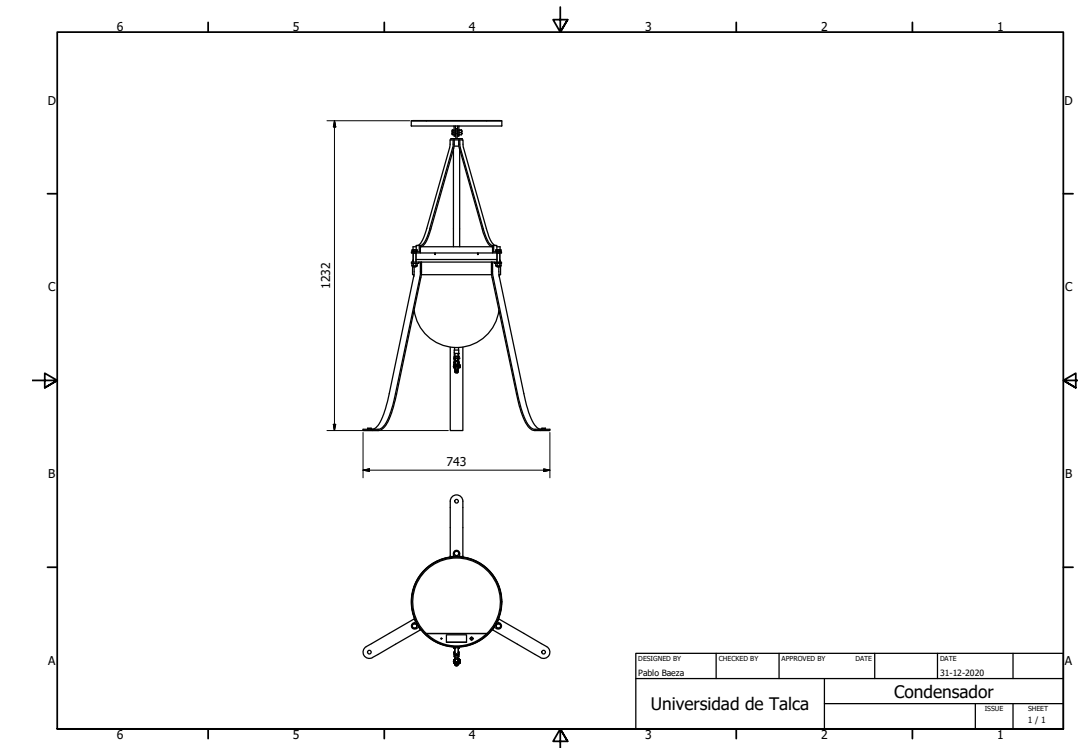
- Condensador**
- Rendimiento: ≈0,12 L/hora
 - Costo: Medio
 - Tecnología: Condensador

Dentro de las características del proyecto se incluyen:

- Condensa el agua presente en el aire de manera autosustentable.
- Utiliza un principio de funcionamiento ancestral, el "efecto botijo".
- Fabricado con materiales propios del sector.

4. ESPECIFICACIONES

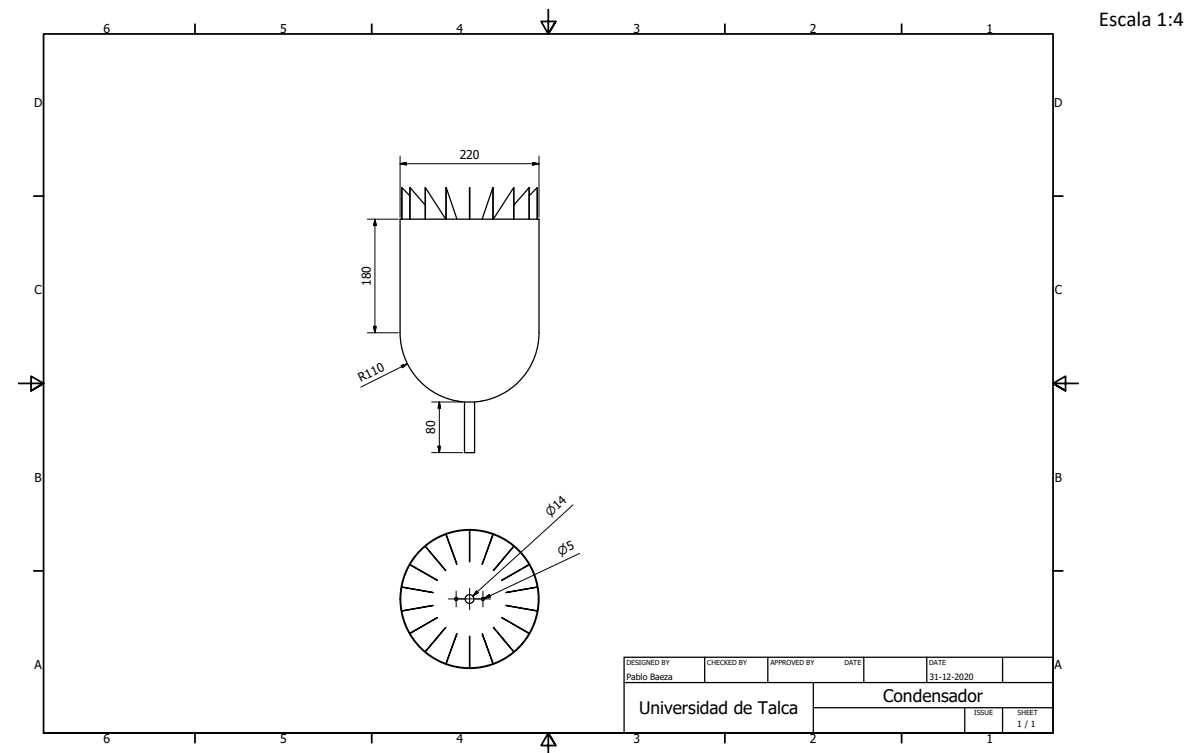
4.4. PLANIMETRÍAS



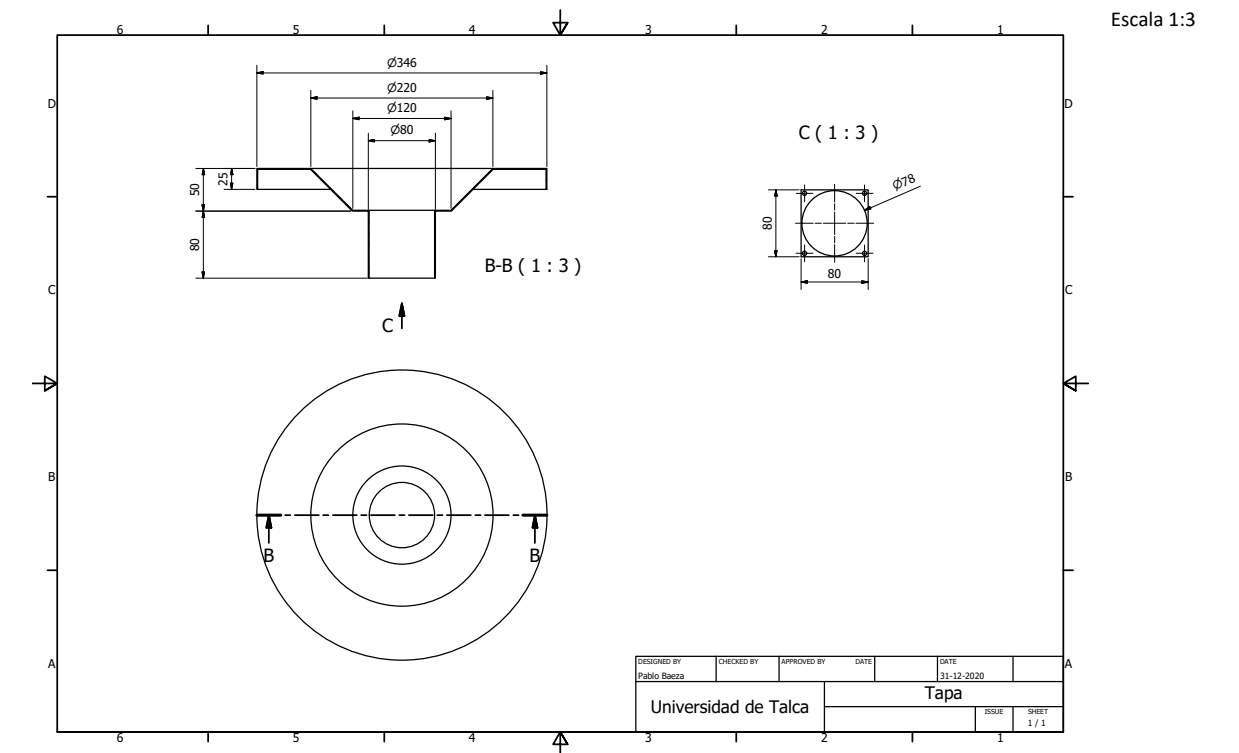
DESIGNED BY Pablo Baeza	CHECKED BY	APPROVED BY	DATE 31-12-2020	DATE
Universidad de Talca			Condensador	
			ISSUE	SHEET 1 / 1

Escala 1:10

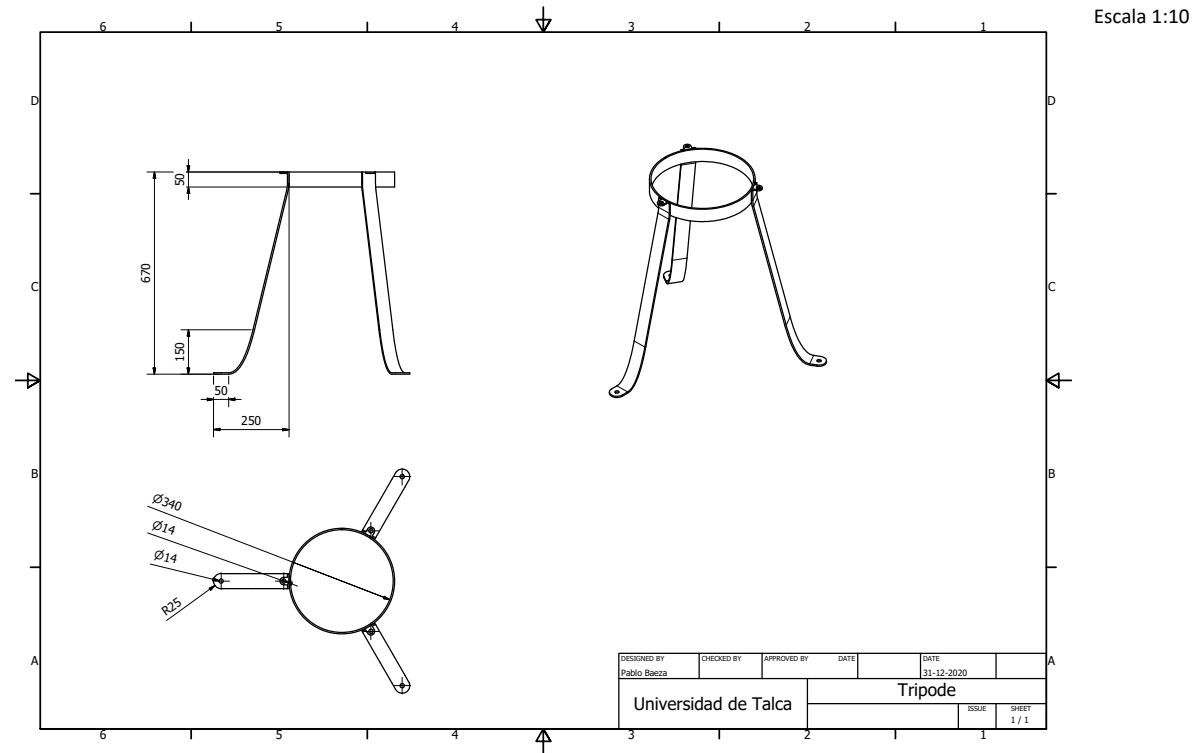
4. ESPECIFICACIONES



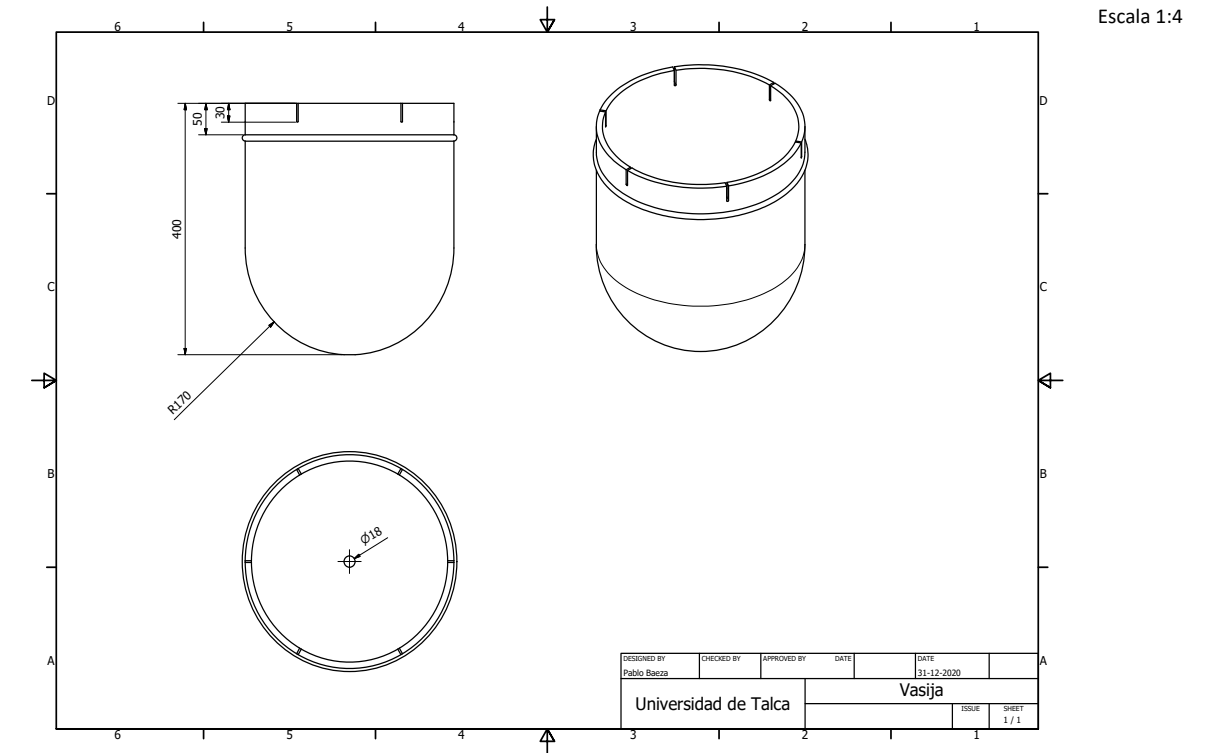
4. ESPECIFICACIONES



4. ESPECIFICACIONES



4. ESPECIFICACIONES



5. ANEXOS

CONDENSADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL MEDIANTE ENFRIAMIENTO RADIATIVO

5. ANEXOS

5.1. EXPERIMENTO 1

Objetivos: Determinar el rendimiento de un condensador de humedad ambiental.

Procedimiento:

- Dentro de un contenedor cerrado, se instaló un prototipo del condensador sobre un recipiente graduado.
- Para disminuir la temperatura del condensador, se utilizaron 2 bolsas de hielo en gel. Eventualmente, se utilizó una bolsa de hielo al interior del condensador para disminuir aún más la temperatura.
- Para aumentar de manera artificial la humedad ambiental del contenedor, se utilizó una olla de agua en ebullición.
- Cada 5 minutos y durante 15 minutos se evaluó la temperatura interior del condensador y la temperatura y humedad ambiental.

Resultados:

Datos iniciales:

- Humedad ambiental: 46%
- Temperatura ambiental: 19°C
- Temperatura del condensador: 16°C

Tiempo 5 minutos:

- Humedad ambiental: 42%
- Temperatura ambiental: 23°C
- Temperatura del condensador: 22°C

Tiempo 10 minutos:

- Humedad ambiental: 41%
- Temperatura ambiental: 23°C
- Temperatura del condensador: 23°C

Tiempo 15 minutos:

- Humedad ambiental: 40%
- Temperatura ambiental: 23°C
- Temperatura del condensador: 23°C

En un comienzo, fue imposible lograr la condensación debido a que la temperatura interior del condensador no fue lo suficientemente baja como para llegar al punto de rocío. Debido a lo anterior, se reemplazaron las bolsas de hielo en gel colocadas en el exterior del condensador por una bolsa de hielo colocada directamente en el interior del mismo, bajando la temperatura cerca a los 10°C. Una vez reiniciado el experimento, este método fue eficaz para lograr una condensación de ≈10 ml. de agua a los 5 minutos.

5. ANEXOS



Figura 14: Contenedor cerrado



Figura 16: Instrumentos de medición



Figura 13: Prototipo del condensador



Figura 15: Condensador con bolsas de hielo en gel



Figura 17: Setup del experimento

CONCLUSIONES

Trabajar sobre el problema de la escasez hídrica es una idea ambiciosa, pero no menos fascinante. Durante toda la historia, la humanidad ha dependido del agua para su supervivencia y desarrollo, siendo en la actualidad un recurso extremadamente valioso y escaso.

En el estado de desarrollo actual, es posible que el proyecto pueda aportar al suministro de agua para la AFC, al menos de manera parcial. Se ha demostrado un principio, sin embargo, aún es un sistema costoso y que depende en gran medida de unas condiciones ambientales óptimas. Por otra parte, se requieren más pruebas empíricas y desarrollo tecnológico, no obstante, no es algo que esté fuera de nuestro alcance. La mayor dificultad se ha presentado al momento de demostrar de manera tangible los principios físicos involucrados en el proyecto, sobre todo en cuanto a la fabricación de piezas y materiales disponibles. Particularmente, lograr un enfriamiento pasivo de manera tal de alcanzar un punto de rocío fue especialmente complejo, ya que es difícil mantener una temperatura tan baja por un tiempo prolongado. Quedará a la posteridad el desarrollo de nuevas ideas que permitan obtener una refrigeración eficiente y barata.

De la misma manera, es un desafío pendiente obtener nuevas fuentes renovables de agua. Pareciera ser que el problema de la escasez hídrica es algo que se mantendrá en el tiempo, cada vez con mayor fuerza. Las tecnologías disponibles deben optimizarse y lanzarse de manera masiva al público. En cuanto al aporte al diseño, se espera contribuir al acercamiento científico de este último.

En un mundo complejo, es necesario diseñar con un trasfondo científico que ofrezca soluciones concretas a los problemas del mundo contemporáneo, sobre todo en una sociedad tan dañada como la nuestra. Dentro del futuro cercano, es posible que las posibilidades de intervención se multipliquen, por lo que el conocimiento empírico racional es fundamental para abordar tales cuestiones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Berdegú, J. y Pizarro, F. (2014) “La agricultura familiar campesina en Chile”.
- Center for Climate and Resilience (2015) “La megasequía 2010-2015”.
- DGA (2020) “Decretos de escasez hídrica vigentes febrero 2020”.
- Dirección Meteorológica Civil (2020), Extracción de datos de la estación pencahue entre enero y febrero 2020.
- Díaz, N. (2020) “Productores del valle del aconcagua cifran en casi mil millones de dólares las pérdidas por sequía”.
- Fundación Terram (2019) “Los cuantiosos costos de los períodos de sequía”.
- Ley 20.949. Diario Oficial de la República de Chile, 17 de septiembre de 2016.
- Maureira, H. et. al. (2018) “Radiografía del agua”.
- Ministerio de Desarrollo social (2018) “Síntesis de resultados casen 2017”.
- MOP (2019) “Pronóstico de caudales de deshielo 2019-2020”.
- ODEPA (2019) “Panorama de la agricultura chilena”.
- Ortiz, C. (2017) “Enfriamiento por evaporación de agua en recipientes cerámicos porosos para conservación de alimentos”.
- Tiseo, I. (2020) “Drought risk score worldwide 2019, by key country” recuperado de <https://www.statista.com> el 01-01-2020

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Donoso, G. y Franco, G. (2013), “La huella hídrica de la agricultura en Chile”. recuperado de <https://www.opia.cl> el 13-05-2020
- FAO, Aquastat (2015), “Hoja de superficies de riego, Chile”
- Harimi, H; Powell, R. y Riffat, S. (2020) “Review of sustainable methods for atmospheric water harvesting”
- Rodríguez, G. (s/a) “Manual de diseño industrial”

