

Treball final de màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol:

Disseny d'un sistema autònom per la dessalinització
d'aigua de mar alimentat amb energies renovables

Document: Resum

Alumne: Clàudia Carabellido Noguer

Tutor: Dr. Lino Montoro Moreno

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Màquines i motors tèrmics

Tutor: Sr. Alexandre Deltell Carbonell

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de fluids

Convocatòria (mes/any): Setembre 2020

RESUM DEL PROJECTE

Actualment, moltes zones del planeta estan patint una alta escassetat d'aigua potable degut a l'augment de la població i als canvis climàtics que s'estan experimentant. Aquesta situació està provocant un desequilibri global, en el que la demanda d'aigua potable supera l'oferta, no només pel consum de la població, sinó també per l'agricultura i la indústria.

Les dades d'avui indiquen que més de 2.000 milions de persones no tenen al seu abast aigua potable, de les quals la majoria es troba en zones en les que abunda l'aigua de mar o salobre i es caracteritzen per presentar alts nivells de radiació solar i altes temperatures, factors que provoquen sequera al territori i deshidratació de la població. Aquesta problemàtica pot arribar a ser contradictòria ja que la superfície de la Terra està coberta amb un 71% d'aigua, de manera que d'aquest recurs no n'hauria de faltar. La contradicció s'entén al veure que d'aquest percentatge el 97,5% és aigua salada dels mars i oceans, i només un 0,26% és dolça que es troba accessible a l'ésser humà en llacs i rius.

Davant d'aquesta situació, apareix l'objectiu d'aquest projecte, dissenyar un aparell per dessalinitzar aigua de mar i obtenir aigua dolça mitjançant energies renovables i viable per aquelles zones aïllades amb recursos limitats. Per assolir-lo s'ha realitzat un estudi de les tècniques de dessalinització disponibles actualment, s'ha proposat un disseny econòmic i viable i s'ha realitzat un primer prototip per avaluar-ne la seva eficiència tant a nivell constructiu com termodinàmic.

La solució plantejada per complir amb l'objectiu d'abastir d'aigua dolça zones que es troben aïllades i amb pocs recursos utilitzant l'aigua de mar, es basa en un destil·lador que combina la tecnologia bàsica del destil·lador solar amb el sistema de multietapa (MED) i és alimentat només amb energia solar tèrmica. Es pot veure l'esquema de funcionament a la *figura 1*.

Aquest disseny està format per dues cambres on s'hi ubica l'aigua salada alimentada per un dipòsit que es troba a més altura i és on es produeix la seva evaporació i condensació. L'energia solar tèrmica, és absorbida a partir d'un col·lector solar de 1,25 m² el qual es troba directament en contacte amb l'aigua salada que conté el dipòsit inferior, i també de la coberta transparent

del dipòsit superior. A més a més, s'aprofita la calor que desprèn l'aigua durant la seva condensació al tocar amb el sostre per escalfar l'aigua del pis superior.

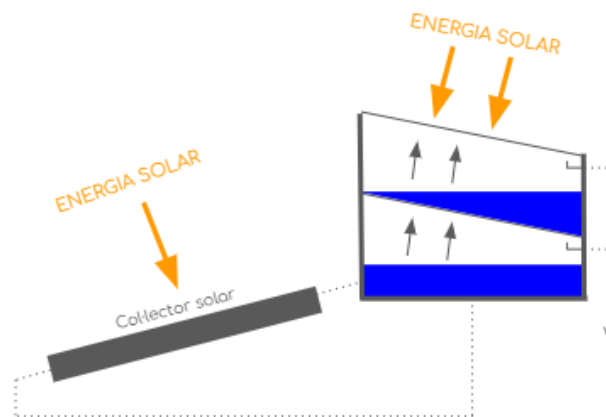


Figura 1. Esquema bàsic del funcionament de l'aparell.

El resultat ha estat un aparell per produir entre 5 i 10 l/dia amb una estructura compacte que no ocupa molt d'espai, fàcil d'utilitzar, de fabricar i que no requereix necessàriament d'energia elèctrica. Les seves dimensions són de 1.300 x 1.000 x 950 mm i un pes de 205 kg, la qual pot ser alimentada amb un dipòsit de fins a 60l d'aigua. L'estructura està dissenyada per poder-se plegar i transportar fàcilment amb l'ajuda d'un carretó. Aquest és independent a la carcassa de l'aparell així l'usuari el pot usar per anar a recollir l'aigua salada amb el dipòsit corresponent en cas que aquest recurs es trobi lluny.

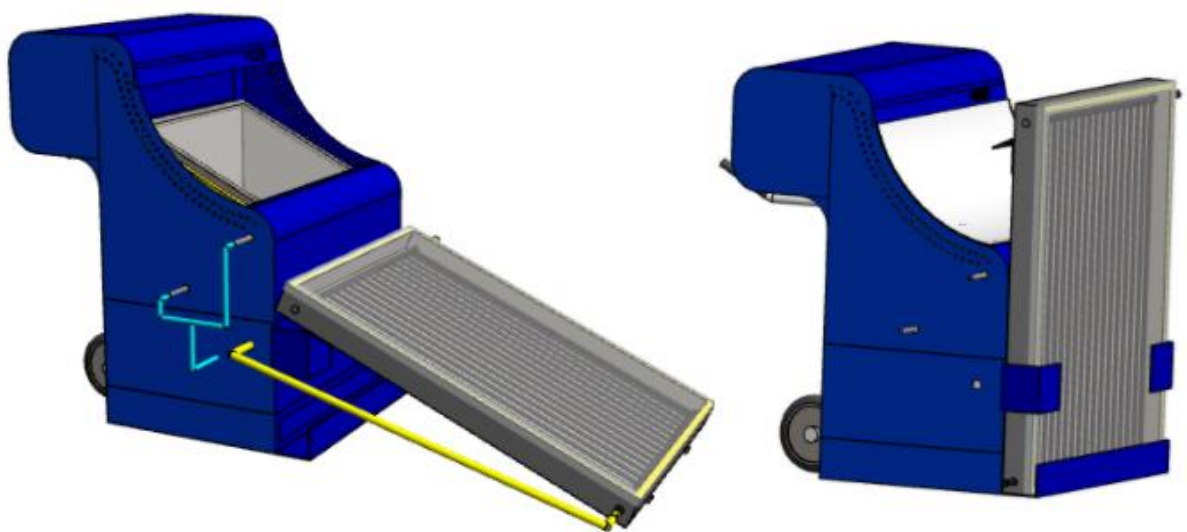


Figura 2. Prototip final de la dessalinitzadora.

Pel que fa al seu funcionament, el sistema regula el nivell d'aigua que té cada destil·lador mitjançant una vàlvula flotador mecànica oferint autonomia en l'operació i també més eficiència. Seguint amb la línia de facilitar a l'usuari l'operació, s'ha incorporat un sistema electrònic alimentat per una placa fotovoltaica per tal de controlar els nivells d'aigua dels dipòsits amb una pantalla exterior així com per alimentar una petita bomba d'aigua per evitar pujar a força bruta el dipòsit d'alimentació ple d'entre 40 i 60l a dalt de l'estructura.

Amb tot això l'aparell està format per cinc conjunts molt diferenciats, dels quals es poden veure gran part a la *figura 3*. Per un costat el conjunt destil·lador format per les dues cambres, per altre, el col·lector solar, els dipòsits d'emmagatzematge d'aigua salada i destil·lada, l'estructura exterior i finalment la part electrònica. Cada un dels components de l'aparell han estat pensats per poder-se fabricar amb materials reciclats.

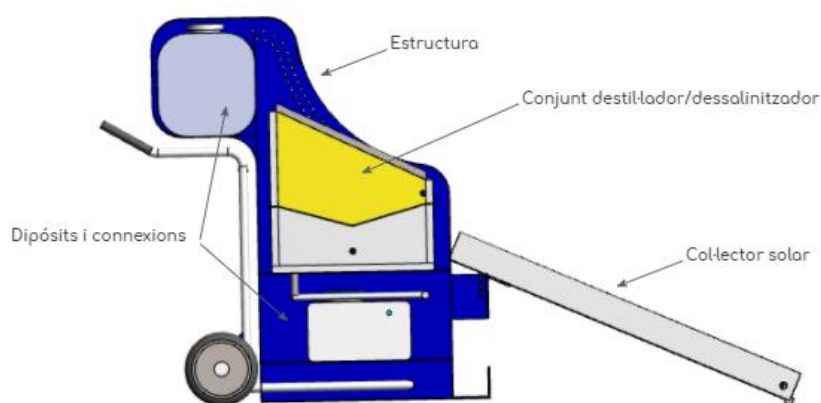
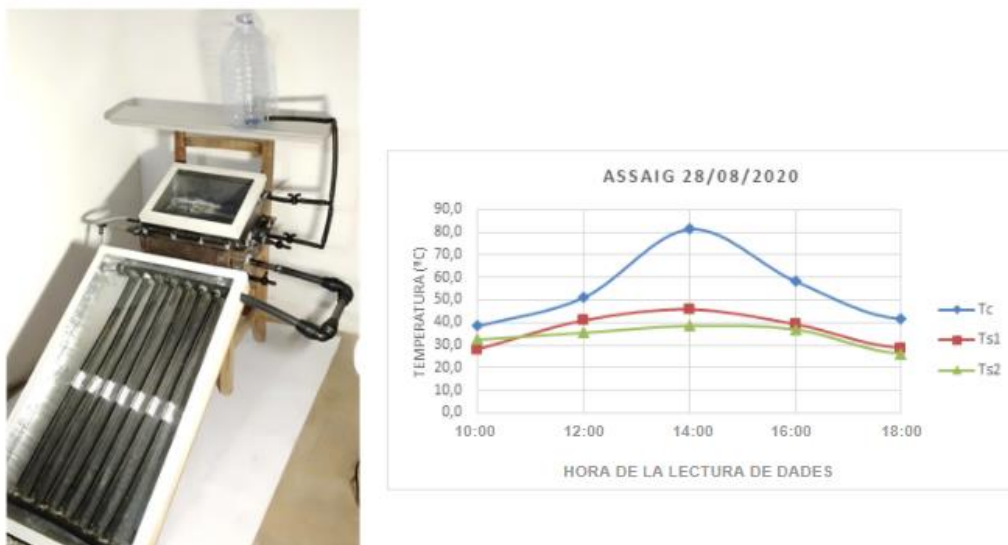


Figura 3. Elements que formen el conjunt.

Amb aquest disseny de dessalinitzadora s'ofereix un aparell per produir aigua dolça a partir d'aigua de mar, i utilitzar-la en accions quotidianes com netejar o cuinar, que només funciona amb energia solar, que ocupa un espai reduït comparat amb altres sistemes i amb un disseny agradable. D'acord amb els càlculs termodinàmics del disseny i establint unes condicions mitjanes d'operació, la seva capacitat de producció d'aigua destil·lada és de 7,3 l/dia. S'estima que considerant l'entrada continua d'aigua i la variació de les condicions ambientals pot anar del 0 als 10 l/dia.

El pressupost per l'elaboració de tot el conjunt ascendeix fins els 803,86€, no obstant això, es considera que amb la incorporació de materials reciclats i reduint el preu de la fabricació, aquest es pot reduir a més de la meitat.

El projecte incorpora una part experimental que ha consistit en la construcció d'un prototip mitjançant materials reciclats i en l'avaluació del seu funcionament amb un assaig de tres dies. Amb la fabricació s'han pogut detectar aquells punts dèbils del disseny a nivell constructiu els quals han estat incorporats al projecte. Pel que fa a les proves de funcionament, els resultats han estat inferiors als esperats, el volum obtingut no ha arribat al 50% del desitjat degut a pèrdues tèrmiques i problemes de fabricació. No obstant això, s'ha obtingut el model de comportament de les temperatures de cada element. En aquest sentit, es considera que la finalitat de la part experimental s'ha complert correctament. La *figura 4* mostra el resultat de l'assaig.



*Figura 4. Resultat de la construcció del prototip i els valors de l'assaig de temperatures.
(Tc: col·lector solar, Ts1: aigua del primer dipòsit, Ts2: aigua del segon dipòsit).*

Amb aquest resultat, es considera que els objectius de l'estudi tècnic s'han assolit de forma satisfactòria complint amb cada una de les especificacions imposades a l'inici i es plantegen diferents línies futures d'actuació per seguir amb la millora del disseny.

Girona, 3 de setembre de 2020

Clàudia Carabellido Noguera