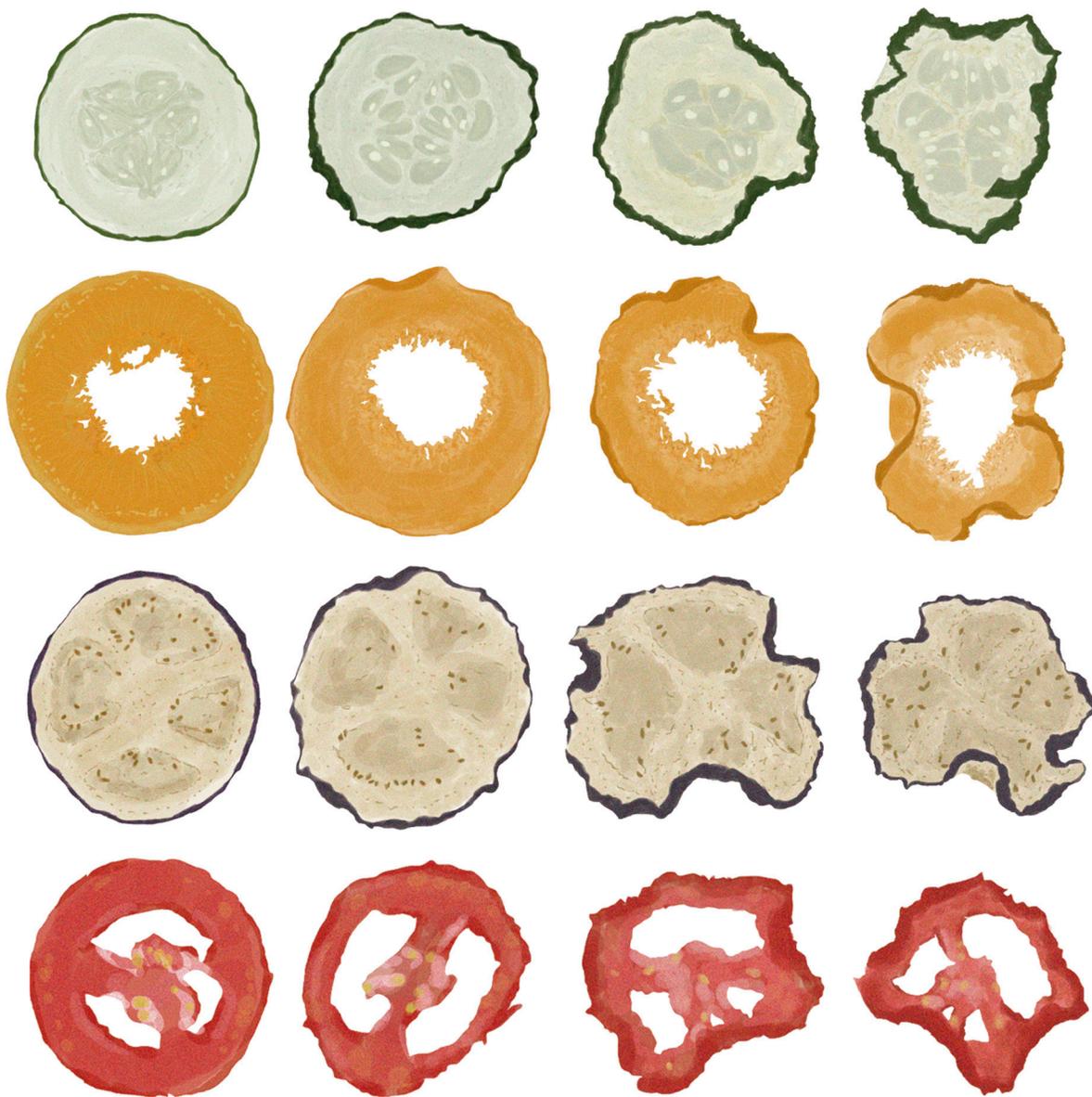


# REDISEÑO DE UN **DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS** DIY DE BAJO COSTE PARA PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO



BORJA MORAGUES MARTÍNEZ · BEGOÑA SÁIZ MAULEÓN · JUAN ÁNGEL SAIZ JIMÉNEZ



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



«Aspiramos a un mundo en el que cada país disfrute de un crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible y de trabajo decente para todos; un mundo donde sean sostenibles las modalidades de consumo y producción y la utilización de todos los recursos naturales, desde el aire hasta las tierras, desde los ríos, los lagos y los acuíferos hasta los océanos y los mares; un mundo en que la democracia, la buena gobernanza y el estado de derecho, junto con un entorno nacional e internacional propicio, sean los elementos esenciales del desarrollo sostenible, incluidos el crecimiento económico sostenido e inclusivo, el desarrollo social, la protección del medio ambiente y la erradicación de la pobreza y el hambre; un mundo en que el desarrollo y la aplicación de las tecnologías respeten el clima y la biodiversidad y sean resilientes; un mundo donde la humanidad viva en armonía con la naturaleza y se protejan la flora y fauna silvestres y otras especies de seres vivos.»

*Transformar nuestro mundo: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.*  
Asamblea Nacional de las Naciones Unidas. A/RES/ 70/1.



A mi familia por el apoyo y por haber hecho posible todo esto.  
Y en concreto a mi padre, por su plena disposición y ayuda.

A Laura por estar ahí siempre.

A mi tutora Begoña Sáiz Mauleón, por su gran ayuda y su gran implicación en este proyecto, desde el principio hasta el final.

A mi cotutor Juan Ángel Saiz, por darme la oportunidad de rediseñar su deshidratador y una estimulante dosis de realidad.

A Roturama Rótulos por prestarme sus instalaciones.

A Javier Valero Relloso por sus fotografías de Burkina Faso.

Y a todas esas personas que con su interés por el proyecto y ayuda desinteresada han aportado su granito de arena.

# Índice

<b>1.</b>	<b>Introducción</b> .....	6
1.1	Contextualizan del proyecto .....	8
1.2	Justificación y objetivos del proyecto .....	9
<b>2.</b>	<b>Estudios previos</b> .....	13
2.1	Introducción a los deshidratadores .....	14
2.1.1	Definición ¿Que es una secadora o deshidratador de alimentos? .....	14
2.1.2	Tipologías de desecadores .....	16
2.1.2.1	Solares .....	16
2.1.2.2	Eléctricos .....	20
2.1.2.3	Industriales .....	25
2.1.2.4	<i>Do it yourself</i> .....	28
2.1.3	Conclusiones .....	33
2.1.4	Secado de alimentos .....	34
2.1.5	Mercado de productos deshidratados .....	35
2.1.6	Estudio de la radiación solar según la localización .....	42
2.2	Análisis del deshidratador actual .....	46
2.2.1	Descripción del equipo .....	46
2.2.2	Aspectos Técnicos .....	48
2.2.3	Testeo .....	64
2.2.4	Medición y curvas .....	81
2.2.5	Mejoras de cara a darle un valor añadido .....	89
2.2.6	Conclusiones previas .....	90
2.2.7	Pre-Briefing .....	90
<b>3.</b>	<b>Requerimientos iniciales /Briefing</b> .....	94
<b>4.</b>	<b>Desarrollo conceptual</b> .....	98
4.1	Moodboards y mapa conceptual .....	98
4.2	Bocetado .....	102
4.3	Matriz de valoración .....	110
<b>5.</b>	<b>Especificaciones técnicas</b> .....	116
5.1	Pliego de condiciones .....	118
5.2	Planimetría .....	123
<b>6.</b>	<b>Diseño del prototipo</b> .....	167
6.1	Construcción del prototipo .....	168
6.2	Aspectos mejorados .....	189

<b>7.</b>	<b>Ensayos del deshidratador rediseñado</b> .....	194
7.1	Medición y curvas .....	214
7.2	Conclusiones .....	219
<b>8.</b>	<b>Presupuesto</b> .....	220
<b>9.</b>	<b>Manual de instrucciones</b> .....	226
<b>10.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	254
<b>11.</b>	<b>Futuras líneas de trabajo</b> .....	258
<b>12.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	262





# INTRODUCCIÓN

## 1.1 Contextualización del proyecto

El proyecto de rediseño de un deshidratador solar de alimentos de bajo coste y con criterios *Do it Yourself* (DIY) se realiza dentro del marco de los trabajos de investigación realizados por el Grupo de Energía Solar (GES) de la Universitat Politècnica de València, dirigido por Juan Ángel Sáiz Jiménez, del Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Desde el año 2013 el GES y un conjunto de PAS y PDI están llevando a cabo trabajos de cooperación en países en vías de desarrollo empleando la energía solar y un producto de bajo coste para la deshidratación de alimentos. El primer objetivo es contribuir a la erradicación el hambre y al desarrollo sostenible, cumpliendo con algunos de los preceptos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, (UN, 2015. 70/1). Un segundo objetivo adicional es sensibilizar e implicar a la comunidad universitaria en el empleo de tecnologías para el desarrollo social mediante el uso de tecnologías apropiadas.

Los trabajos de cooperación se han desarrollado en Burkina Faso con la *Association pour la Promotion Feminine à Gaoua* (APFG), una agrupación de mujeres que desde 1991 tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de las mujeres en un contexto rural duro y adverso. Combatiendo el analfabetismo, la ignorancia y la pobreza se aspira a integrar a la mujer en el proceso de desarrollo económico, social y cultural de su entorno.

La APFG trabaja muy concienzudamente en la formación para el emprendimiento de mujeres en el ámbito rural de Gaoua.



Figura 1. Mujeres cocinando, Gaoua, Burkina Faso

Es en este marco en el que conjuntamente estamos desarrollando, implementando y mejorando constantemente una herramienta útil y de bajo coste para el desecado de alimentos, proyecto en el que ellas están trabajando y apostando, tanto como vía para el almacenamiento de excedentes como vía de ingreso económico.

Este trabajo de fin de grado continua los trabajos realizados ya y plasmados en el TFG “Mejora del estado nutricional de la población infantil de Burkina Faso mediante huertos escolares y secadores solares” del alumno Javier Valero Relloso.



Figura 2. Riego y cuidado de los cultivos, Gaoua, Burkina Faso

## 1.2 Justificación y objetivos del proyecto

El régimen alimentario de Burkina Faso está directamente vinculado al ciclo de las estaciones. Los meses de octubre a diciembre configuran la estación de las cosechas; los meses de enero a abril la estación de la abundancia; y los meses de mayo a septiembre la estación de la escasez. Burkina Faso está especialmente castigada en esta última estación por la precariedad del suelo y las lluvias insuficientes y poco regulares a lo largo del año, mostrando además un comportamiento muy diferenciado a lo largo de las diferentes zonas del país.

Esta situación tiene consecuencias directas de gran repercusión en el panorama alimenticio del país, afectando de forma particular a la desnutrición de los niños.

Por un lado, tenemos el reflejo en el comportamiento económico de los productos en los mercados y, por otro, una situación alimentaria muy desigual durante el año para toda la población, que afecta con mayor repercusión a los niños.

En la estación de recogida de cultivos hay una producción importante que genera una doble situación: por un lado el precio del producto fresco en los mercados desciende y, por otro lado,

el excedente que se pueda generar de la no venta de dicho producto se acaba desechando por no disponer de medios para su conservación de forma segura y duradera.

Esta situación supone una pérdida de tiempo, esfuerzos, recursos y dinero en un entorno de máxima pobreza.



*Figura 3. Mujeres trabajando la tierra, Burkina Faso*

Además a este contexto, hay que añadir que en el período de mayor escasez se alimentan mayoritariamente con cereales, que no llegan a cubrir la demanda necesaria, (Savy et al., 2006). Si a esto le sumamos que este período coincide con la época de lluvias y que esto acarrea un aumento de enfermedades como el paludismo, el hecho de tirar comida fresca en otra de las estaciones se convierte en una gran aberración.

Lo aquí descrito justifica la remodelación y desarrollo (en nuestro caso una mejora o rediseño) de una herramienta que permite desecar para conservar y almacenar las frutas y verduras, pudiendo disponer de ellas en la estación de las cosechas y, sobretodo de escasez, de modo que la dieta alimentaria pueda enriquecerse y ser variada durante todo el año.

Los objetivos generales del proyecto son:

- Contribuir a la lucha por erradicar el hambre y la pobreza empleando energías renovables y cumpliendo con los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que sean más afines a nuestra área de estudio.
- Empoderar a las personas vulnerables, como es el caso de las mujeres africanas, representadas

en nuestro caso por la APFG

- Reducir la malnutrición infantil y mejorar las posibilidades alimenticias del resto de la población, priorizando aspectos de seguridad alimentaria y acogiéndonos a la Declaración de Roma sobre la Nutrición y el Marco de Acción, (UN 2015. 69/290)

Los objetivos concretos del proyecto son:

- Testar el deshidratador de alimentos empleado hasta el momento desde su traslado y montaje, tiempos de secado, desmontaje y almacenamiento.
- Analizarlo desde sus fortalezas y debilidades con el fin de proponer mejoras de las prestaciones ofrecidas desde la perspectiva de su uso integral, no solo de desecado.
- Propuesta de rediseño formal.
- Reducir tiempos de deshidratado de alimentos con el fin de optimizar al máximo su uso.
- Aumentar su capacidad .
- Ser un producto de bajo coste.
- Fácil y accesible de construir con las tecnologías apropiadas de un país en vías de desarrollo.
- Manual de fabricación y montaje.
- Incitar a la comunidad universitaria a trabajar en proyectos de desarrollo humano empleando tecnologías para la transformación social.

Los objetivos como estudiante son:

- Realizar un producto que cubra una necesidad básica para la sociedad.
- Construirlo, testarlo, encontrar debilidades y mejorarlo.
- Tener siempre el concepto de que todo lo que existe se puede mejorar y mostrar que a lo largo de la carrera he adquirido las competencias necesarias para idear y construir un producto con capacidad de autocritica y mejora.
- Ofrecer un diseño gratuito a la sociedad, de fácil fabricación y bajo coste.
- Aprender y desarrollar nueva visión del diseño.



*Figura 4. Mujeres transportando harina y leña, Burkina Faso*





**ESTUDIOS PREVIOS**

## 2.1 Introducción a los deshidratadores

En los países en vías de desarrollo a dificultad más grande con la que se encuentran los agricultores de países en vías de desarrollo, a parte de la producción de sus legumbres, granos u hortalizas, es la preservación de dicha cosecha. Puesto que en estos países las condiciones climáticas pueden llegar a ser muy extremas, las cosechas suelen ser puntuales y no excesivamente voluminosas por lo que no se puede permitir el deterioro del poco alimento sobrante. Una solución a esto se encuentra en el secado de los alimentos.

### ¿Pero por que secar los alimentos?

Según, Almada, M., Cáceres, M. S., Machaín-Singer, M., Pulfer, J. C. (2005), existen muchas razones por las que es importante secar los alimentos:

- Conservar alimentos durante mucho tiempo y consumirlos en momentos de escasez o cuando se encuentran fuera de temporada.
- Asegurar una alimentación de calidad durante todo el año.
- Aprovechar la energía del sol.
- Generar trabajo e ingresos. Los alimentos, se pueden secar, empaquetar adecuadamente y preparar para su venta, de esta forma se puede conseguir una fuente de trabajo para los habitantes de la zona.

La elaboración de frutas secas para consumo directo o en harinas para elaborar papillas, panes o galletas está actualmente muy valorado por el azúcar y las vitaminas que contienen.

Para todo este tipo de productos, se suelen usar deshidratadores de alimentos.

### 2.1.1 Definición. ¿Qué es una secadora o deshidratador de alimentos?

Un deshidratador es un dispositivo que elimina la humedad de los alimentos para ayudar a su conservación por largos períodos de tiempo. Una secadora de alimentos usa una fuente de calor y una corriente de aire para eliminar el contenido de agua que tiene el alimento. A diferencia de otras formas de conservación como la esterilización o la congelación, el deshidratado es un método muy respetuoso con las propiedades y el contenido nutricional de los alimentos.

La mayor parte de las frutas y vegetales tienen un elevado contenido de agua, que en condiciones normales esta entre el 80 y 95% en la gran mayoría. Por otro lado, las carnes tienen un contenido de agua que oscila entre el 50 y el 75%. Al eliminar el agua se logra evitar el desarrollo de bacterias que acaban descomponiendo los alimentos, por lo que es beneficioso para su conservación. Además, reduce drásticamente el peso de los alimentos, por lo que se hace más fácil su almacenamiento y transporte. En general, los deshidratadores de alimentos son un modo eficaz de conservar y alargar la vida de gran variedad de alimentos.

Un deshidratador consiste fundamentalmente en un elemento calorífico, un ventilador y una buena circulación del aire, además de los estantes o bandejas donde son colocados los alimentos. El elemento calefactor calienta los alimentos consiguiendo que la humedad se elimine de su interior. El ventilador desplaza el aire caliente y húmedo, haciéndolo circular por los conductos de la secadora. No es imprescindible el uso de un ventilador, puesto que el aire caliente tiende a ascender, con una buena distribución se consigue el mismo efecto.

Este proceso se suele llevar a cabo durante horas, hasta que los alimentos quedan con un nivel de agua notablemente más bajo, del orden de 15 a 20%, o menos. La mayoría de los alimentos son deshidratados a temperatu-

ras alrededor de 54 °C, sin embargo, esta temperatura varía según las propiedades físicas y químicas de cada tipo de alimento.

Puesto que el sol es una fuente de calor inagotable y gratuita, es razonable que se trate de aprovechar como fuente de energía en muchos modelos de secadoras.

Los deshidratadores o secadoras solares son un medio efectivo, eficiente y económico para conservar los alimentos. Hay una gran variedad de diseños de deshidratadores o secadoras solares, tanto modelos caseros bajo el lema *do it yourself*, como secadoras solares industriales o comerciales de gran capacidad y eficiencia.

Con un diseño adecuado se puede alcanzar una gran eficiencia aprovechando la energía solar y con ello, un ahorro considerable en el costo de la energía. Además, tienen numerosas ventajas, como un mínimo mantenimiento y la posibilidad de ser usadas en áreas de difícil acceso cercanas a las áreas de producción de los alimentos, donde hay una mínima disponibilidad de combustible. Al deshidratar los alimentos cerca de los campos de producción se obtiene un ahorro considerable en el transporte, ya que se consigue un producto con un peso mucho menor al del alimento original. Por todo ello, los deshidratadores solares son una opción económica y eficiente que se debe tener en cuenta.

### Partes de un deshidratador solar

Los deshidratadores solares cuentan todos con partes comunes para que el secado de los productos sea eficaz. Tanto su forma como su ubicación es distinta en función del modelo que se trate. Las áreas fundamentales que se observan en el gráfico superior son:

**Área de captación.** Recibe la radiación solar y la transforma en calor con el cual se va a calentar el aire y por lo tanto deshidratará los productos.

**Área de desecado.** Donde se coloca el producto a secar.

**Área de entrada de aire fresco.** Zona por la que entra el aire del exterior.

**Área de evacuación de la humedad.** Donde el aire cargado de humedad es ventilado.



### Sistema de circulación del aire

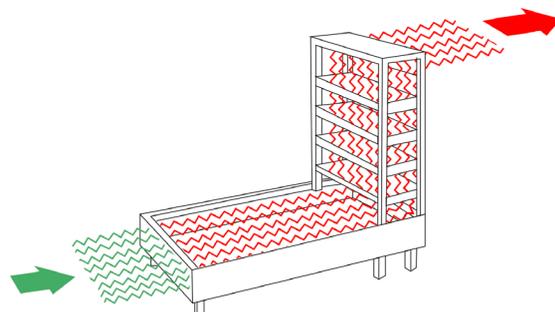
La circulación del aire es muy importante, ya que mueve el aire cargado de humedad hacia el exterior consiguiendo un ambiente seco.

Atendiendo a la técnica empleada para mover el aire, distinguimos dos sistemas:

#### **Circulación natural.**

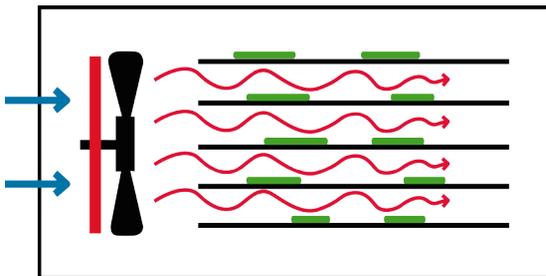
Consiste en el movimiento natural de ascensión del aire caliente, conocido como convección natural. El aire al calentarse disminuye su densidad y al ser más ligero tiende a ascender tal y como se observa en la imagen inferior. Este movimiento natural del aire es utilizado para hacerlo pasar por donde se encuentra el producto a secar. La salida del aire crea un circuito que provoca que el aire fresco del exterior entre y sea de nuevo calentado reciclando el proceso. Este método funciona mientras la fuente de calor permanezca.

Esta técnica es apropiada para pequeños sistemas de deshidratación natural. La ventaja es que no supone ningún costo, pero la desventaja es que en deshidratadores con estructuras complejas la fuerza del movimiento del aire caliente puede no ser suficiente para conseguir renovar el ambiente de forma adecuada.



### Circulación forzada.

Utilizando dispositivos eléctricos como un extractor o un ventilador se puede forzar la circulación del aire. Deshidratador solar y secado solar de alimentos. (s. f.). Este sistema se suele utilizar en sistemas más grandes y complejos. Tiene el inconveniente de que necesita una fuente externa de energía, aunque con el uso de paneles fotovoltaicos toda la energía del sistema podría proceder del sol.



## 2.1.2 Tipología de deshidratadores

Por lo que respecta a estos dispositivos, existe una variedad en la que se distinguen por su estructura, alimentación, tamaño y capacidad. No obstante, se podría hacer una clasificación en tres grupos: solares, eléctricos e industriales.

### 2.1.2.1 Solares

Existen dos formas de realizar el secado solar de alimentos, al aire libre o con un deshidratador solar. Ambos métodos dan lugar a los mismos resultados en caso de que se siga un adecuado proceso de deshidratado.

#### Secado solar natural o el aire libre

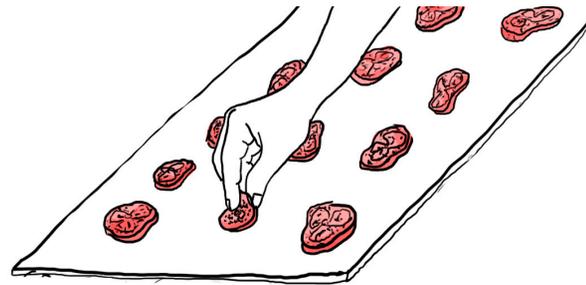
El secado solar natural o secado al aire libre es un método simple que consiste en aprovechar las condiciones ambientales para deshidratar los alimentos. El calor del ambiente elimina lentamente la humedad de los alimentos con la ayuda del movimiento del aire. Es una forma de deshidratado artesanal que ha sido

utilizada desde hace siglos.

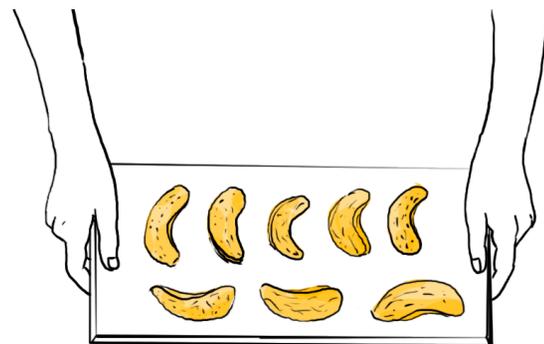
Para llevar a cabo el secado al aire libre se necesitan varios días consecutivos de tiempo válido. El número de días estará en función del tipo de producto que se vaya a deshidratar, sus características y su corte. Las condiciones ideales se alcanzan en días con una temperatura mínima de 30 °C y valores de humedad menores al 60 %. Por lo tanto, antes de iniciar una labor de este tipo es recomendable consultar las condiciones del tiempo local para intentar iniciarlo cuando se tenga la certeza de que se van a encadenar varios días válidos.

Según el tipo de alimento y la disponibilidad de los recursos materiales, se suelen deshidratar empleando diversas técnicas:

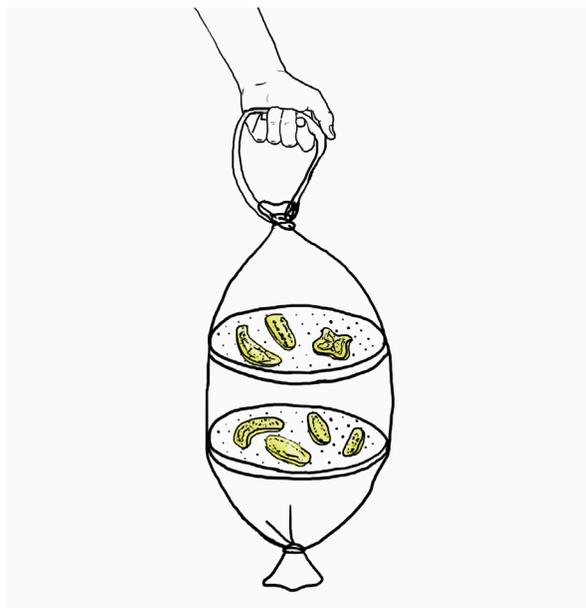
1. Colocando el producto directamente en el suelo utilizando una manta o lona.



2. Utilizando bandejas planas, o directamente sobre una mesa.



3. Poniendo los alimentos en rejillas o bastidores cubiertos de malla, y dispuestos de modo que estas queden suspendidas en el aire para facilitar la circulación del aire.



4. Atando el producto con hilo o ganchos y colgándolo al aire libre.



En cuanto a las técnicas anteriores, colocar los alimentos en el suelo no es recomendable por razones de higiene. Por otro lado, ubicar los alimentos en superficies planas como mesas o bandejas no es favorable para un deshidratado que asegure una buena calidad final y el tiempo mínimo de procesado. Hacerlo de esta forma conlleva a la evaporación del agua de solo aquella zona del alimento expuesta al aire, suponiendo un secado poco homogéneo. Además, este sistema origina que el producto

quede pegado en la superficie de contacto y cueste retirarlo.

El uso de bandejas metálicas es totalmente desaconsejable para secar alimentos, todavía más cuando estas son negras o de un color oscuro. Una bandeja metálica negra expuesta al sol absorbe mucho calor y puede alcanzar temperaturas que puede llegar a los 70°C, valores muy elevados para deshidratar alimentos. El producto final obtenido con esta temperatura, será un alimento tostado, de poca calidad y habrá sufrido una elevada pérdida de nutrientes y vitaminas.

Sin duda alguna, las técnicas más recomendables para llevar a cabo el secado solar al aire libre son aquellas que utilizan bastidores provistos de malla o rejilla, ya que de esta forma se facilita el paso de la corriente de aire y se favorece la eliminación de la humedad del alimento por toda su superficie por igual.

Colgar alimentos mediante hilos o ganchos, es también un método adecuado, que suele ser muy empleado en pimientos, uvas de racimo y hierbas aromáticas.

El secado solar al aire libre es la forma más natural que existe para deshidratar alimentos y presenta una gran ventaja por su sencillez y economía a la hora de ser construida. No obstante sus principales inconvenientes se deben a su total dependencia de las condiciones climatológicas y al hecho de presentar riesgos de seguridad alimentaria debido a que los alimentos están expuestos a la intemperie y al contacto con insectos o roedores.

### **Deshidratador solar**

El deshidratador solar, también llamado secador solar, es un aparato que permite aprovechar la energía solar para secar alimentos, con resultados similares o superiores en calidad a los que se obtienen mediante el secado natural, pero en un tiempo reducido y en óptimas condiciones de higiene.

En un deshidratador solar la energía del sol se transforma en calor por medio del efecto invernadero, este calor eleva la temperatura del aire de dentro de la cámara donde se encuen-

tran los alimentos dispuestos sobre rejillas. El proceso de secado se realiza mediante la acción del aire caliente cuando circula y pasa entre los alimentos, lo cual provoca la evaporación del agua del producto y lleva esa humedad hacia el exterior del deshidratador. Este proceso se conoce como convección natural.

Los dos elementos básicos de un deshidratador solar son:

- **El colector**, donde se capta la radiación solar que calienta el aire mediante efecto invernadero
- **La cámara de secado**, la zona donde se colocan los alimentos para ser secados por el aire caliente.

Existen muchos modelos de secadores solares, los cuales se diseñan con el objetivo de incrementar la velocidad de deshidratado y garantizar una buena calidad de los alimentos; en función de cómo están dispuestos sus elementos básicos se clasifican en:

#### **Deshidratador solar indirecto**

En este tipo de deshidratador, el colector y la cámara de secado se encuentran separados. El aire es calentado en el colector y la radiación solar no incide directamente sobre los alimentos colocados en la cámara de secado. Debido a su forma y dimensiones generalmente necesitan de un sistema de ventilación que garantice una adecuada circulación del aire en su interior.

#### **Deshidratador solar directo**

En este tipo caso, el colector y la cámara de secado están juntos, por lo que el espacio que contiene los alimentos también funciona como colector recibiendo la radiación solar.

En los deshidratadores solares directos la radiación solar también es absorbida por el propio producto, con lo cual la energía se aprovecha mejor para la eliminación de la humedad, acelerando de esta forma el proceso.

#### **Deshidratador solar casero**

La mayoría de los deshidratadores solares

comerciales se diseñan para la industria o para pequeños comercios agrícolas. Por lo que respecta a España la oferta de estos aparatos caseros es prácticamente inexistente.

Si lo que se desea es deshidratar alimentos desde casa con energía solar y poder así aprovechar productos de temporada o los productos de un pequeño huerto, se tienen las siguientes opciones:

- Utilizar alguna técnica apropiada de secado natural o al aire libre
- Construir de forma artesana un modelo de deshidratador solar que cumpla con las necesidades requeridas. Se pueden encontrar diseños en Internet o en bibliografía especializada.
- Utilizar un horno solar para trabajar como un deshidratador solar casero modificando sus parámetros. Esta es una buena opción para llevar a cabo el secado de alimentos sin necesidad de construir o comprar un dispositivo.

#### **Ventajas del deshidratador solar casero**

Un deshidratador solar casero permite secar de forma natural una gran variedad de alimentos, lo que permite el control sobre la calidad del producto final.

Comparando su uso con el secado solar natural, las ventajas que se aprecian son:

- El secado utilizando un deshidratador solar es un proceso completamente higiénico, ya que los productos están protegidos del exterior y de animales indeseables.
- El tiempo de secado del alimento es mucho menor en un deshidratador solar que en el secado natural.
- Se puede deshidratar en cualquier momento del año aunque la temperatura ambiental no sea elevada. Sólo es necesario que haya sol.
- El secado se realiza en rejillas apiladas, así se emplea menos espacio.

El uso de un deshidratador eléctrico es una buena alternativa, sin embargo, el uso de un deshidratador solar tiene estas ventajas:

- Puesto que un deshidratador eléctrico funciona con una resistencia y un ventilador, se intuye que tendrá un consumo de energía notable y por lo tanto un costo asociado a ese gasto. Por otra parte el deshidratador solar utiliza únicamente energía solar, la cual es gratuita y no contaminante.

- Por lo general, durante su uso, el aire húmedo es expulsado a temperaturas que llegan a los 60°C. En uno eléctrico, puesto que es utilizado en la cocina, puede crear una atmósfera llena de humedad en la vivienda lo cual puede resultar molesto.

### Desventajas del deshidratador solar casero

- Depende totalmente de las condiciones meteorológicas. En días nublados o lluviosos no se pueden conseguir los resultados esperados.
- Para regular la temperatura en el secado de un deshidratador solar se necesita control y una experiencia previa en el uso de estos dispositivos. Sin embargo en los deshidratadores eléctricos es mucho más fácil e intuitivo.
- La capacidad de alimentos a secar está limitada al tamaño del dispositivo y de la eficacia de su colector.

Existen diversos tipos de deshidratadores solares. Desde los más sencillos y rudimentarios a los más sofisticados e industriales.

Los deshidratadores solares. (s. f.)

### Deshidratadores solares de gabinete.

Este deshidratador tiene forma de caja compacta por lo que área del colector solar es la misma que la de secado. Dispone de una apertura inferior por donde entra el aire fresco y una apertura superior por donde sale el aire caliente cargado de la humedad de los alimentos. En este tipo de dispositivos, tanto las partes como los productos se encuentran en un espacio muy concurrido con lo que la corriente de aire es bastante lenta. Por este motivo estos deshidratadores están pensados para

pequeñas cantidades.



Figura 5. Deshidratador solar de gabinete

### Deshidratadores solares de colector y armario

Constituidos por un colector solar donde el aire es calentado y asciende hasta llegar a la zona del armario donde se encuentran los alimentos a deshidratar.

La zona de captación de radiación es además por donde entra el aire del exterior, ya que suele encontrarse en la zona más baja y dispone de una rejilla de entrada.

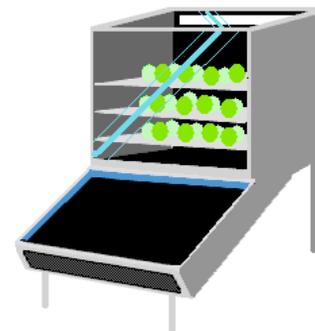


Figura 6. Deshidratador de panel y armario

La salida está situada en la parte superior del armario. La inclinación del colector facilita que el aire calentado ascienda y genere la corriente que sirva para secar el alimento.

Estos deshidratadores son recomendados para alimentos, hierbas y flores. Las cantidades vendrán en función del tamaño y la capacidad del dispositivo. Aunque utilizando varios a la vez se puede llegar a conseguir deshidratar cantidades industriales.

### Deshidratadores solares de colectores y silo

Este dispositivo funciona de forma similar al de colector y armario pero en grandes dimensiones. En lugar de un armario dispone de un silo donde caben cantidades mucho mayores. Puesto que se necesita más calor para deshidratar más alimentos la parte del colector de radiación es de mayores dimensiones. Este tipo de dispositivos dispone de un sistema de circulación forzada de aire debido a su dificultad para fluir.



Figura 7. Deshidratador solar de colector y silo

### Deshidratadores de invernadero

Consiste en un gran invernadero en el cual el calor generado se utiliza para secar los productos. Su esquema es similar al deshidratador de gabinete pero con materiales diferentes. Debido a que se trata de equipos de gran tamaño su movilidad es compleja por lo que alguno disponen de ruedas. También necesitan circulación forzada de aire para conseguir una adecuada renovación del aire.

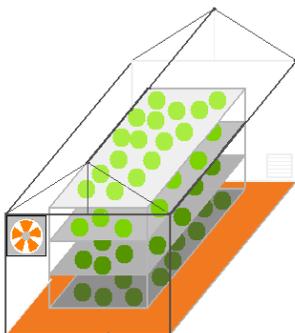


Figura 8. Deshidratador solar de invernadero

### Deshidratadores con colectores indirectos

Estos equipos ubican los colectores solares y la zona de secado por separado. El aire caliente es enviado desde los colectores a la cámara mediante unos conductos de aire. Dispone de un sistema de circulación de aire forzado.

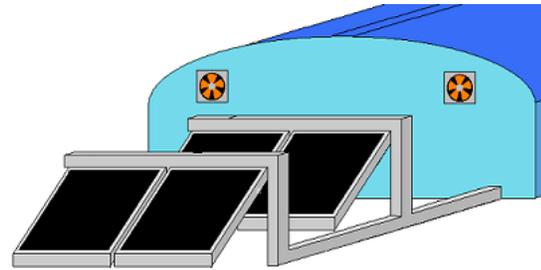


Figura 9. Deshidratadores con colectores indirectos

## 2.1.2.2 Eléctricos

La segunda tipología que existe se trata de los deshidratadores eléctricos. Éstos se pueden encontrar a gran escala, como son los utilizados en la industria alimentaria o a pequeña escala, que son los destinados al uso doméstico. Su tamaño está pensado para que se pueda utilizar en las cocinas ocupando el tamaño de un pequeño electrodoméstico, facilitando así su uso y su almacenaje.

El estándar de estos aparatos eléctricos están formados por los siguientes componentes:

**Ventilador:** es el encargado tanto de absorber el aire del exterior como de empujarlo al interior del aparato, creando una corriente de aire continua que permitirá un desecado en muy buenas condiciones.

**Resistencia:** su función es calentar el aire que envía el ventilador a través de ella.

**Termostato:** dispositivo conectado a la fuente de calor que permite al usuario regular la temperatura de manera automática impidiendo que suba o baje del grado adecuado.

**Bandejas:** conjunto de bandejas que se pondrán separadas y cuyas bases están perforadas para optimizar el paso de la corriente de

aire y así permitir un deshidratado uniforme de todos los productos.

Estos deshidratadores se han consolidado en el mercado, puesto que son muy útiles y sobre todo muy eficaces. Esto hace que actualmente podamos encontrar esta tipología en cualquier tienda de electrodomésticos y a un precio asequible para la mayoría de la población pueda ser adquirido.

Por ello, se ha llevado a cabo un estudio de mercado de los distintos deshidratadores eléctricos que podemos adquirir hoy en día.

## Deshidratador 1

**Producto:** Deshidratador Solemio

**Tienda:** Deshidratadores.com

**Precio:** 59,90 €

### Descripción del producto:

Deshidratador de la casa italiana Bavicci de gran cabida, con sistema de deshidratación horizontal inspirado en los mejores deshidratadores americanos.

### Características:

- Termostato ajustable de 30 a 65° C.
- 5 bandejas extraíbles independientes.
- Materiales y fabricación de estándar europeo.
- Garantía de 5 años para averías eléctricas o de motor.
- Medidas: 29x29x51cm.
- Peso: 10 kg.



Figura 10. Deshidratador Solemio

## Deshidratador 2

**Producto:** Klarstein Bananarama

**Tienda:** Amazon.com

**Precio:** 74,99 €

### Descripción del producto:

El Bananarama de Klarstein es un potente deshidratador que seca frutas, verduras, carnes y otros muchos alimentos, creando ingredientes y aperitivos deliciosos y duraderos en un tiempo récord.

### Características:

- Rango de temperaturas: 40 a 70 °C.
- Temporizador: 1 - 48 horas.
- Pantalla LCD.
- Panel de control sencillo con 3 botones.
- Asas laterales de transporte.
- Potencia 550 W.
- Fuente de alimentación: 220-240V
- Dimensiones: 29,5x29x43,5cm
- Peso 3,4 kg.



Figura 11. Klarstein Bananarama

## Deshidratador 3

**Producto:** Clatronic Deshidratador  
DR 2751

**Tienda:** Amazon.com

**Precio:** 34,73 €

### Descripción del producto:

El potente deshidratador de Clatronic deshidrata fruta, verdura y otros alimentos. De

esta forma se obtienen ingredientes para la cocina y sabrosos tentempiés. Fruta deshidratada, chips de manzana y plátano, tomates secos o carne seca.

#### Características:

- 5 bandejas apilables.
- Sistema de circulación de aire.
- Distribución uniforme del calor a través de las bandejas.
- Protección contra sobrecalentamiento.
- Interruptor ON / OFF.
- Voltaje 230 V 50 Hz.
- Potencia 250 W.
- Peso 1,7 kg.
- Dimensiones: 31,5x28,5x16 cm.



Figura 12. Clatronic Deshidratador

### Deshidratador 4

**Producto:** Clatronic DR 3525

**Tienda:** Amazon.com

**Precio:** 31,99 €

**Descripción del producto:**

Deshidratador de Clatronic deshidrata fruta, verdura y otros alimentos de una forma eficaz y respetuosa con las propiedades de los alimentos.

#### Características:

- 5 bandejas apilables.
- 2 niveles de temperatura
- Sistema de recirculación de aire
- Distribución uniforme del calor
- Protección contra sobrecalentamiento

- Voltaje 230 V 50 Hz
- Potencia 300 W
- Peso 1,8 kg



Figura 13. Clatronic DR 3525

### Deshidratador 5

**Producto:** Beper 90.506

**Tienda:** Amazon.com

**Precio:** 43,99 €

**Descripción del producto:**

Deshidratador circular cuya forma facilita un deshidratado eficaz y uniforme. Permite el secado de frutas, verduras y carnes para poder llevar a cabo todo tipo de recetas.

#### Características:

- 245 W de potencia.
- Cuerpo en plástico ABS.
- 5 contenedores transparentes.
- Capacidad por contenedor 1 kg.
- Temperatura ajustable 35-70° C.
- Dimensiones: 33x33x27 cm
- Peso: 3 kg



Figura 14. Beper 90.506

## Deshidratador 6

**Producto:** Klarstein Yofruit

**Tienda:** Amazon.com

**Precio:** 61,99 €

### Descripción del producto:

Aparato combinado para secar fruta y verdura y para la preparación de yogurt. Utiliza el mismo calor de la elaboración del yogurt para deshidratar las frutas. Permite disfrutar de un delicioso yogurt con tropezones de fruta seca.

### Características:

- Control temperatura 35-70 ° C.
- Altura entre bandejas: 3 cm.
- Altura zona de Yogurt: 10cm.
- Potencia 250 W.
- Fuente de alimentación: 230 V, 50 Hz
- Dimensiones: 29x32x29 cm.
- Peso: 2,6 kg.



Figura 15 Klarstein Yofruit

## Deshidratador 7

**Producto:** Princess 112380

**Tienda:** Mediamarkt / Carrefour /El Corte Inglés

**Precio:** 59 €

### Descripción del producto:

La solución para preservar la comida tradicional con el olor y el sabor original. Seis niveles diferentes, con suelo de rejilla de secado simultáneo. No se necesitan conservantes y todavía dura semanas o meses.

### Características:

- Deshidrata fruta, verduras, hierbas y pescado
- 6 niveles, capas desmontables y tapa extraíble
- Termostato regulable, luces piloto
- Voltaje: 220-240 V
- Potencia: 245 W
- Dimensiones: 31x31x20 cm
- Peso: 3 kg



Figura 16. Princess 112380

## Deshidratador 8

**Producto:** Klarstein Valle di Frutta

**Tienda:** Amazon.com

**Precio:** 71,99 €

### Descripción del producto:

Este potente deshidratador de Klarstein seca fruta, verdura, carne y otros alimentos en un tiempo récord para que puedas disfrutar de unos aperitivos e ingredientes sabrosos y duraderos. El Valle di Frutta de Klarstein puede con todo, como chips de manzana o plátano ricos en vitaminas, tomates secos, etc.

### Características:

- Rango de temperaturas: 40 a 70°C
- Temporizador: 0 - 36 horas
- Pantalla LCD
- Diseño desmontable y fácil de limpiar
- Alimentación: 220-240V, 50/60Hz
- Parte principal: 33x28,5x26cm
- Peso: 2,4kg



Figura 17. Klarstein Valle di Frutta

## Deshidratador 9

**Producto:** Klarstein Fruit Jerky 10  
**Tienda:** Amazon.com / hifi-tower.ie  
**Precio:** 169,99 €

### Descripción del producto:

Potente deshidratador con para secar frutas, verduras o carne, para calentar productos panificados o para elaborar golosinas para mascotas con gran superficie de secado.

### Características:

- 800W de potencia
- 10 bandejas para grandes cantidades
- Superficie de secado de más de 1 m<sup>2</sup>
- Campo de temperatura: hasta 68°C
- Programador: ajustable hasta 40 horas
- Pantalla LCD
- Alimentación: 220-240V/ 50-60Hz
- Medidas: 38,5x51x49 cm



Figura 18. Klarstein Fruit Jerky 10

## Deshidratador 10

**Producto:** Klarstein Fruit Jerky Pro 10  
**Tienda:** Amazon.com  
**Precio:** 284,99 €

### Descripción del producto:

Potente deshidratador para secar alimentos, un modo de conservación natural para mantener las vitaminas y minerales de verduras, frutas y carnes. Su gran capacidad permite procesar grandes cantidades.

### Características:

- Potencia 1000W
- 10 grandes bandejas
- Superficie de secado de casi 1,5 m<sup>2</sup>
- Carcasa estable de acero inoxidable
- Peso: aprox. 14,1 kg
- Medidas: 43,5x40,5x51,5 cm
- 10 niveles de secado tamiz de malla gruesa y de malla fina
- Campo de temperatura: hasta 68°C



Figura 19. Klarstein Fruit Jerky Pro 10

## Deshidratador 11

**Producto:** Ufesa DA 5000  
**Tienda:** Mediamarkt  
**Precio:** 82,90 €

### Descripción del producto:

Una forma natural de que tus alimentos se mantengan por más tiempo para consumir, con el deshidratador de alimentos Ufe-

sa DA5000 y sus 4 bandejas apilables, podrás comprobar como mantienen sus propiedades intactas. Sus 2 temperaturas de secado lo hacen apto para todo tipo de alimentos.

#### Características:

- Control electrónico
- 2 temperaturas de secado: 42°-60°C
- 4 bandejas apilables
- Protección anti-sobrecalentamiento
- Apto para lavar en el lavavajillas
- Potencia 520W
- Peso: 12,5 kg
- Medidas: 40,5x38,5x50,5 cm



Figura 20. Ufesa DA 5000

### 2.1.2.3 Industriales

El último y tercer grupo es el de los deshidratadores de tipo industrial. Estos suelen ser de tamaño superior al de los convencionales y están destinados al procesado de grandes cantidades de producto como verduras, frutas y carnes. En cuanto a la alimentación de estos dispositivos se puede hacer una clasificación entre los alimentados por electricidad y los alimentados por energía solar mediante el uso de paneles solares, los conocidos como placas fotovoltaicas.

### Alimentación mediante corriente eléctrica

#### Deshidratador 12

**Modelo:** HD 120-1000 AG B

#### Características del equipo:

- Dimensión: 200x170x200 cm
- Material: Acero inoxidable AISI 304 L
- Cantidad de bandejas: 44 bandejas
- Formato de bandejas: 600x400x50 mm
- Capacidad : 500 kg
- Alimentación : Trifásica
- Potencia: 18 Kw.
- Temperatura de trabajo: 50 – 120 °C
- Tiempo de deshidratado : 2 ½ horas
- Fabricación: Ingeniería Térmica Aingetherm Ltda.



Figura 21. HD 120-1000 AG B

#### Deshidratador 13

**Modelo:** HD 120-300 AG

#### Características del equipo:

- Dimensión: 120x130x170 cm
- Material: Acero inoxidable AISI 304
- Cantidad de parrillas: 20 parrillas
- Formato de parrillas: 800 x 600 mm
- Capacidad: 200 kg aprox.
- Alimentación: Trifásica
- Potencia: 6 Kw.
- Temperatura de trabajo: 50 – 120 °C

- Fabricación: Ingeniería Térmica Aingetherm Ltda.



Figura 22. HD 120-300 AG

## Deshidratador 14

**Modelo:** MARRODAN E12

### Características del equipo:

Dimensión: 1300 x 1500 x 2100 mm  
 Material: Acero inoxidable AISI 304  
 Cantidad de bandejas: 8 bandejas  
 Formato de parrillas: 1100 x 700 mm  
 Capacidad: 640 kg aprox.  
 Alimentación: Trifásica  
 Potencia: 8 Kw.  
 Temperatura de trabajo: 50 – 160 °C  
 Fabricación: Marrodan<sup>7</sup>



Figura 23. MARRODAN E12

## Alimentación mediante paneles Fotovoltaicos

### Deshidratador 15

**Modelo:** Deshidratador solar industrial Saecsa

#### Descripción:

Éste deshidratador captura la energía mediante los paneles solares y se envía a los núcleos de calor de la cámara de deshidratado por medio de líquido calotransportador, con estrategias del aprovechamiento del vapor de producto y la presión que se genera en el interior se aprovecha el calentamiento inicial de la pulpa y se automatiza la expulsión en el momento adecuado de temperatura y humedad.

#### Características del equipo:

- Capacidad: 500 kg
- Alimentación: Panel fotovoltaico
- Temperatura de trabajo: 50 – 100 °C
- Tiempo de deshidratado : 2 horas
- Fabricación: Saecsa



Figura 24. Deshidratador Industrial Saecsa

### Deshidratador 16

**Modelo:** Deshidratador solar semi-industrial Saecsa

#### Descripción:

El sistema está compuesto por un área de captación de radiación solar de 5,2 m<sup>2</sup>, constituido por una cubierta doble de cristal que transmite las calorías obtenidas mediante un sistema recirculador al serpentín ubicados en

el interior de la cámara se alcanzan temperaturas de 100 °C con un espacio volumétrico de 1,35m<sup>3</sup> en el interior de la cámara de deshidratado.

#### Características del equipo:

- Capacidad: 35 kg
- Alimentación: Panel fotovoltaico
- Temperatura de trabajo: 50 – 100 °C
- Tiempo de deshidratado: 2 horas
- Fabricación: Saecsa



Figura 24. Deshidratador Semi-Industrial Saecsa

### Deshidratador 17

**Modelo:** Deshidratador solar industrial básico, Saecsa

#### Descripción:

El sistema cuenta con un área de captación solar constituido por una cubierta doble de cristal, la cual transmite calor al sistema de núcleos de calor ubicados en el interior de la cámara de deshidratado, sistema encargado de proporcionar la temperatura adecuada para el proceso. Cuenta con un depósito contenedor con capacidad de 10 a 20 kg por tanda aproximadamente.

#### Características del equipo:

- Capacidad: 10-20 kg
- Alimentación: Panel fotovoltaico
- Temperatura de trabajo: 50 – 120 °C
- Tiempo de deshidratado: 2,5 horas
- Fabricación: Saecsa



Figura 25. Deshidratador Industrial Básico Saecsa

### Deshidratador 18

**Modelo:** Deshidratador solar automatizado programable

#### Descripción:

Apropiada para cualquier especie y producto de origen vegetal o animal, su dimensionamiento y automatización del secado va de acuerdo a la estructura celular de los productos por deshidratar y características finales deseadas. No contamina, en beneficio a la ecología. Usa principalmente energía limpia e inagotable del sol. El Producto final es orgánico, sin olores ni sabores de combustible. El Secado es uniforme y no se requiere rotación del producto en el proceso. Y tiene un bajo costo de producción, ya que en promedio el proceso completo es 90% a 95% SOLAR.

**Características del equipo:**

- Capacidad: 130-400 kg
- Alimentación: Panel fotovoltaico
- Temperatura de trabajo: 50 – 120 °C
- Tiempo de deshidratado: 2 horas
- Fabricación: Energía solar México



Figura 26. Deshidratador Automatizado Programable

**2.1.2.4 Do it yourself**

Para ello se ha realizado un estudio de los diferentes deshidratadores solares “Do it yourself” que se pueden encontrar en Internet en la actualidad. Con esto se analizará como se han llevado a cabo estos proyectos, la forma de construirse, la elaboración de guías o la forma en la que está explicado el proceso, etc.

**DIY 1**

**Nombre:** Cómo hacer un deshidratador solar casero.

**Link: Youtube** - [https://www.youtube.com/watch?v=ijcdRj\\_\\_ahE](https://www.youtube.com/watch?v=ijcdRj__ahE)

**Materiales:** Madera, plástico, tela mosquitera.

**Medidas:** 2x1,05x1,50 m.

**Formato del manual del proceso:** Video explicativo.



Figura 27. DIY 1

**DIY 2**

**Nombre:** Cómo hacer un deshidratador de alimentos solar casero.

**Link: Ecoinventos.com** - <http://ecoinventos.com/como-hacer-un-deshidratador-de-alimentos-solar-casero/>

**Materiales:** Madera, plástico.

**Medidas:** 1,4x0,95x1 m.

**Formato del manual del proceso:** Explicación mediante fotografías, con poco texto.



Figura 28. DIY 2

### DIY 3

**Nombre:** Hazlo tú mismo. Construir un deshidratador solar

**Link:** Ecoinventos.com - <http://www.elco-reodelsol.com/articulo/construir-un-deshidratador-solar>

**Materiales:** Madera, cristal, chapa metálica.

**Medidas:** 1,5x1x1,2 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto explicativo sin fotos del proceso.



Figura 29. DIY 3

### DIY 4

**Nombre:** Secadora solar, sistema de convección natural. Esquema de montaje.

**Link:** Amics de la terra - <http://www.amics-terra.org/cache/03/60/8a121e36d-7491b2312e6236ec950547a4eba/guia-para-montar-un-secador-de-frutas.pdf>

**Materiales:** Madera, corcho, cristal, chapa metálica.

**Medidas:** 1,6x2x0,8 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto con imágenes explicativas de baja calidad.



Figura 30. DIY 4

### DIY 5

**Nombre:** Manual deshidratador Aureliano Buendía.

**Link:** Inti - <http://www.inti.gob.ar/pdf/deshidratador.pdf>

**Materiales:** Ladrillos, Madera, plástico, tubo metálico.

**Medidas:** 6,5x2,85x1,4 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto con imágenes explicativas y planos.

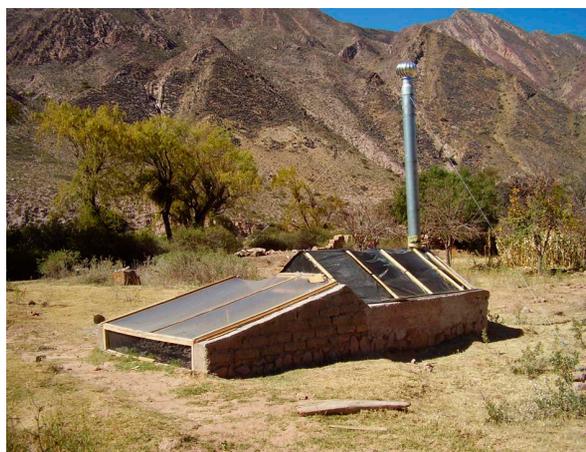


Figura 31. DIY 5

## DIY 6

**Nombre:** Secador solar.

**Link:** Huerto de urbano - <http://huerto-deurbano.com/autosuficiencia/secador-solar/>

**Materiales:** Madera, cristal.

**Medidas:** 1,3x1,4x0,95 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto poco explicativo.



Figura 32. DIY 6

## DIY 7

**Nombre:** Proyecto seco, deshidratador solar.

**Link:** Alihuen - <http://www.alihuen.org.ar/proyectos-alihuen/proyecto-seco-deshidratador-solar.html>

**Materiales:** Madera, cristal, plástico.

**Medidas:** 1,4x0,9x0,95 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto poco explicativo sin indicaciones.



Figura 33. DIY 7

## DIY 8

**Nombre:** Diseño y construcción de un secador solar para frutas.

**Link:** Feria de las ciencias - [http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria22/feria327\\_01\\_diseno\\_y\\_construccion\\_de\\_un\\_secador\\_solar\\_de\\_fruta.pdf](http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria22/feria327_01_diseno_y_construccion_de_un_secador_solar_de_fruta.pdf)

**Materiales:** Madera, cristal.

**Medidas:** 0,4x0,32x0,15 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto explicativo con pocas imágenes del proceso.



Figura 34. DIY 8

## DIY 9

**Nombre:** Deshidratador Solar de Alimentos, Sermanat

**Link:** Conafor - <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manual-Deshidratador-Solar-de-Alimentos.pdf>

**Materiales:** Madera, mosquitera, plástico.

**Medidas:** 1,6x2x1 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto explicativo con pocas imágenes.



Figura 35. DIY 9

## DIY 10

**Nombre:** Construcción de un secador solar de frutas y verduras: una experiencia ciudadana

**Link:** Mi Calentador Solar - [http://micalentadorsolar.com/pdf/ReporteGCC\\_DS\\_final.pdf](http://micalentadorsolar.com/pdf/ReporteGCC_DS_final.pdf)

**Materiales:** Madera, alambre, plástico.

**Medidas:** 0,4x0,5x0,7 m.

**Formato del manual del proceso:** Texto explicativo con pocas imágenes del proceso.



Figura 36. DIY 10

## DIY 11

**Nombre:** Deshidratador solar casero.

**Link:** Mi Calentador Solar - <http://agricultorenalasfalto.blogspot.com.es/2015/05/deshidratador-solar-casero.html>

**Materiales:** Madera, cartón, corcho, cristal.

**Medidas:** 0,6x0,4x0,4 m.

**Formato del manual del proceso:** Poco texto explicativo y pocas imágenes.

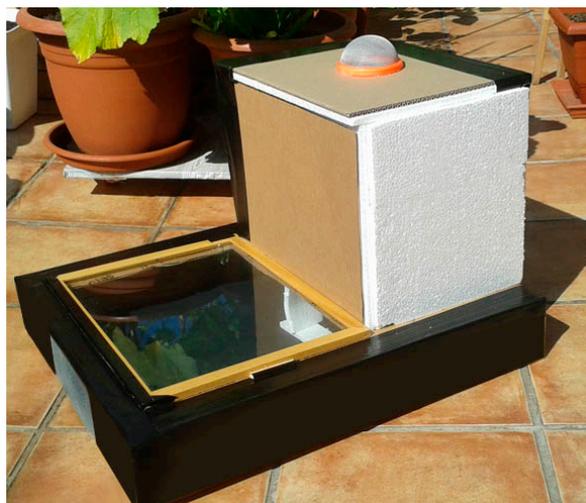


Figura 37. DIY 11

## DIY 12

**Nombre:** Deshidratador solar, recursos naturales.

**Link: Youtube** - <https://www.youtube.com/watch?v=R2n-D8wreaU>

**Materiales:** Madera, plástico, mosquitera.

**Medidas:** 1,6x2,5x1 m.

**Formato del manual del proceso:** Video sin explicación del proceso.



Figura 38. DIY 12

## DIY 13

**Nombre:** Deshidratador solar casero.

**Link: Youtube** - [https://www.youtube.com/watch?v=Vfv7I0PsV\\_c](https://www.youtube.com/watch?v=Vfv7I0PsV_c)

**Materiales:** Cartón, plástico, mosquitera.

**Medidas:** 0,6x0,5x0,4 m.

**Formato del manual del proceso:** Video de la explicación de su uso.



Figura 39. DIY 13

## DIY 14

**Nombre:** Deshidratador solar de frutas y verduras.

**Link: Youtube** - <https://www.youtube.com/watch?v=l5jeHGkpfXI>

**Materiales:** Madera, plástico, mosquitera, manguera, barril metálico.

**Medidas:** 1,5x0,7x1,3 m.

**Formato del manual del proceso:** Video explicativo de su fabricación.



Figura 40. DIY 14

## 2.1.3 Conclusiones

Después de haber realizado un estudio de los deshidratadores de alimentos divididos por su tipología, se ha conseguido entender como de arraigados están estos productos en la sociedad, sus diferentes estructuras, dimensiones, materiales y precios.

Con todo ello, se observa que el mercado de los deshidratadores de alimentos es realmente pequeño. Por una parte, el mercado de los deshidratadores eléctricos, los considerados pequeños electrodomésticos de cocina, ocupan un mínimo lugar en las tiendas, siendo incluso difícil de encontrarlos en pequeños comercios. El lugar más adecuado para adquirir un equipo y tener la opción de comparar y elegir entre varios modelos es únicamente Internet.

En cuanto a los deshidratadores solares, únicamente se pueden adquirir en empresas especializadas, las cuales son muy escasas, y la oferta está más enfocada a productos de gran tamaño cuya finalidad es la industria. Una alternativa a la compra de los deshidratadores es la construcción propia, la conocida como *Do it yourself*.

Actualmente se pueden encontrar gran cantidad de vídeos, planos, explicaciones y tutoriales en Internet. Toda esta información tiene como objetivo la construcción propia de los equipos, con los que el usuario podrá secar alimentos para su propio consumo.

Por último los deshidratadores industriales, como los solares, se encuentran únicamente en empresas especializadas. Son de grandes dimensiones, con materiales robustos y están alimentados mediante electricidad, combustible o energía solar captada por paneles fotovoltaicos.

Toda esta información resulta muy útil a la hora de realizar el rediseño del actual deshidratador solar y puesto que su finalidad principal es el montaje y uso en Burkina Faso se busca dotar el diseño de un carácter *Do it yourself* que permita su construcción y montaje de una forma fácil y que se pueda entender por cualquier usuario.

Sin embargo, en todos los ejemplos encontrados hay una falta de información que hace que no quede totalmente definido el proceso de construcción. No se especifica la totalidad de herramientas utilizadas, la cantidad de herrajes ni la cantidad exacta de material que se necesita.

Por lo tanto, pese a que se trata de un proyecto "*Do it yourself*", lo que se busca es un método de estandarización del proceso que asegure que, sea donde sea el país en el que se construya, se consiga un deshidratador de las mismas características y que consiga los mismos resultados en el secado de los alimentos. Para ello se necesita elaborar un manual muy detallado que contenga como mínimo:

- Texto explicativo fácil de entender.
- Imágenes que refuercen la visualización del proceso.
- Materiales necesarios y cantidad requerida.
- Herramientas necesarias para tu fabricación y montaje.
- Medidas exactas de pieza y de conjunto.

Con todo esto se pretende que la tarea de la construcción, montaje y utilización del deshidratador solar se pueda llevar a cabo por cualquier persona sin necesidad de conocimientos previos.

## 2.1.4 Secado de alimentos

Según Almada, M., Cáceres, M. S., Machaín-Singer, M., Pulfer, J. C. (2005), para llevar a cabo el secado de alimentos, éstos deben ser preparados o tratados de forma que se consiga deshidratarlos de un modo efectivo, higiénica y que mantenga todas sus propiedades nutritivas.

Para ello hay que seguir los siguientes pasos:

1. Escoger productos en buen estado y descartar los que estén muy maduros o con manchas.

2. Lavar con agua limpia para eliminar la suciedad exterior de los alimentos a secar.

3. Cortar las partes inservibles del alimento como las cáscaras, raíces, tallos, semillas y las partes en mal estado, magulladas o inmaduras.

4. Según la geometría del producto, cortar en forma de gajo, rodajas o tiras. El espesor del corte no debe ser superior de 0,5 a 1 cm de grosor, para favorecer un deshidratado uniforme y adecuado en todos los trozos por igual.

5. Lavar los alimentos cortados con abundante agua limpia para eliminar cualquier trozo de cascara, pepita o suciedad que pueda haber.

6. Según el tipo de producto se llevarán a cabo diferentes tipos de tratamientos como salado, blanqueado, baño en jugo de limón, baño en solución de metabisulfito de sodio o potasio, etc.

7. Colocar los alimentos separados, sin montar uno sobre otro, en las rejillas de secado. Es conveniente poner los alimentos a secar temprano para así poder aprovechar las máximas horas de sol del día. Durante el proceso se debe llevar a cabo un control del producto. Una vez secados los productos, retirarlos del deshidratador.

8. Antes de almacenarlos retirar aquellos trozos mal secados o quemados.

9. Para una buena conservación de los alimentos secos, deben ser almacenados en buenas condiciones:

- Guardar el producto en un lugar seco, aireado, fresco y resguardado de la luz.

- El lugar debe ser limpio y protegido de insectos y roedores.
- Con regularidad, es conveniente controlar el estado del producto.
- Evitar colocar el producto almacenado en contacto directo con el suelo ni con las paredes para prevenir el riesgo de absorción de humedad.
- Si el producto deshidratado es de buena calidad y está adecuadamente almacenado, su duración será de muchos meses.

### Métodos para asegurar la calidad del deshidratado

Se lleva a cabo un pre-tratamiento que tiene como finalidad evitar o minimizar el deterioro del producto durante y después del proceso de secado para conseguir una mejor calidad.

A continuación, se explica cada uno de los tipos de tratamientos:

#### Blanqueado o escaldado

Consiste en sumergir el alimento en agua hirviendo poco tiempo, dependiendo del tipo, madurez y tamaño del producto. Finalidad:

- Inactivación de las enzimas.
- Ablandamiento del alimento.
- Reducción parcial de agua en los tejidos.
- Fijación y acentuación del color natural.
- Potencia el sabor y olor característico.
- Reducción parcial de los microorganismos presentes.
- Favorece la retención de algunas vitaminas, como la vitamina C.

Se utiliza frecuentemente para la inactivación de los sistemas enzimáticos inhibiendo las reacciones de oscurecimiento o pardeamiento. Estas reacciones son muy comunes en frutas y vegetales, dando como producto final pigmentos oscuros llamados melaninas.

El blanqueado debe realizarse de forma que los productos se calienten a una temperatura de 90 a 95°C hasta su centro o corazón. Seguidamente se deben enfriar rápidamente, sumergiéndolos en agua fría para evitar que continúe la cocción.

### Sulfitado

La adición de sulfitos inhibe las reacciones de oscurecimiento de los alimentos porque actúa sobre los azúcares. El sulfitado se realiza mediante la inmersión del producto en una solución acuosa de metabisulfito de sodio o potasio de 5 a 10 g por litro durante 5-10 minutos a temperatura ambiente. Se requiere el uso de recipientes de acero inoxidable o vidrio para evitar la corrosión.

### Tratamiento con ácidos orgánicos

El ácido cítrico y el ácido ascórbico o vitamina C conservan el color natural de ciertas frutas que sufren oscurecimiento enzimático. Debido a su acidez cambia ligeramente el sabor del producto.

La solución se prepara con el jugo de 1 limón mediano por litro de agua sumergiendo el alimento durante varios minutos.

### Bicarbonato de sodio

Estabiliza la clorofila haciendo más resistente a la acción directa de los rayos solares en el secado solar directo, manteniendo su color.

Además, ablanda las capas exteriores del producto, lo que facilita la salida del agua en el secado, evitando el endurecimientos.

Este tratamiento se aplica para hortalizas y leguminosas de color verde disolviendo 30 g de bicarbonato de sodio más 3 g de sal común por litro de agua.

La solución deberá alcanzar un pH de 9.

### Agrietado

Se utiliza con frutas que no se pelan antes de deshidratarlas, como ciruelas, uvas e higos, para conseguir un agrietado de la piel que facilita su secado. Consiste en la inmersión del alimento en una solución caliente (80°C) de hidróxido de sodio de 10 g por cada litro de agua unos 5-10 s, posteriormente lavar con agua potable y neutralizar durante 30 s con ácido cítrico con 2 g por litro de agua.

### Salado y almibarado

El salado consiste en la adición de cloruro de sodio (sal común) que puede acentuar su sabor original. En el almibarado, la adición es de sacarosa (azúcar común).

El resultado del salado y almibarado es la disminución o retraso del desarrollo microbiano.

## 2.1.5 Mercado de productos deshidratados

Aunque el proceso de secado o deshidratado es el mecanismo más antiguo y longevo de conservación de alimentos, continúa muy vigente y es cada día más utilizado. La tendencia en el aumento de su uso en regímenes de alimentación ha provocado que sus formas de consumo hayan variado, llegando a utilizarse de diversas formas como:

1. Mezcla de frutas con cereales para el desayuno.
2. Vegetales deshidratados en concentrados, aderezos, salsas, consomé, sopas y otros.
3. Hierbas aromáticas para la elaboración de aceites esenciales, perfumería, higiene, farmacéuticos y en condimentos y especias. Un ejemplo de esto es la industria de pizzas que demanda productos deshidratados o concentrados como el tomate, hierbas y hongos.
4. Hierbas medicinales deshidratadas para fisioterapia y la nueva industria médica homeopática.
5. Hierbas aromáticas “especiales” para la creciente demanda del mercado de los “SPA”.
6. Hábitos saludables con un mayor consumo de té e infusiones.

Observando la diversidad de usos que tienen los productos deshidratados a continuación se nombran los que en el mercado internacional tienen una demanda importante:

**Frutas:** Mango, banano, papaya, ciruelas, marañones, piña, uvas, albaricoques, etc.

**Hortalizas:** Zanahorias, cebollas, ajos, chiles picantes y dulces, tomates, etc.

**Hierbas:** Aromáticas (cilantro, perejil, apio, mentas, etc.) y medicinales.

**Infusiones:** Rosa de Jamaica, flor de naranja y otros cítricos, té de limón, manzanilla, etc.

**Espicias:** Laurel, romero, oréganos, tomillo, etc.

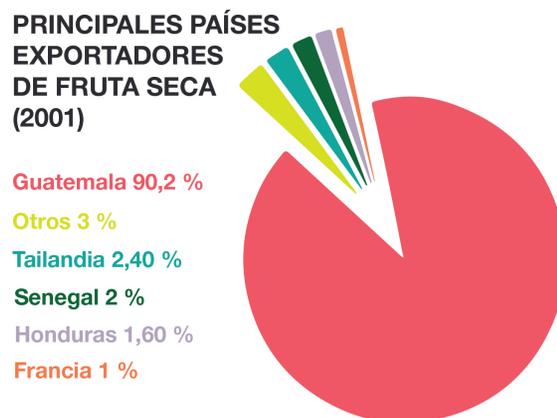
Según estudios realizados por el Observatorio Agrocadenas de Colombia y FAO (Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), es posible visualizar a grandes rasgos como está distribuido el mercado de productos deshidratados por todo el mundo.

Haciendo una separación por tipos de producto observamos:

En cuanto a las frutas, los **frutos tropicales** se caracterizan por ser un grupo cuyo valor en el comercio crece más que el promedio del total de las frutas. Con una participación del 27% registra una tasa de crecimiento anual promedio de 5,3%, seguidos por las uvas, 6%, y las bayas, 4,7%. El banano lidera la participación en el valor del comercio de frutas tropicales. Le siguen el melón, la piña, el mango y el aguacate. Del comercio mundial de procesados (mermeladas, encurtidos, almíbares, etc.), 68% corresponde a la categoría de frutas, del cual 8% son frutas secas o deshidratadas. Guatemala concentra sus exportaciones y de igual forma ha crecido a una tasa anual promedio del 30%. Dentro del resto de países se puede observar que destaca el crecimiento de Francia (65%) y Tailandia (43%). A nivel de continentes, África incursiona en el mercado de fruta tropical seca en el año 2001, lo que le confiere una destacada dinámica. Por su parte, Asia era el único continente que registraba crecimiento positivo para los siguientes cinco años.

#### Exportaciones:

Volumen de exportaciones 2001: 35 mil toneladas. Mayor exportador del mundo: Guatemala con 31.5 mil toneladas. Segundo exportador del mundo: Senegal con 846 toneladas.



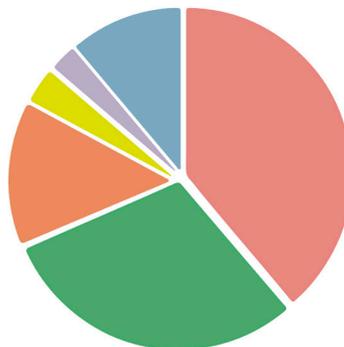
Gráfica 1. Gráfico de los principales países exportadores de fruta seca, Año 2001

### Importaciones:

Volumen de importaciones 2001: 32,7 mil toneladas. Mayor importador del mundo: Reino Unido con 12,7 mil toneladas. Segundo importador del mundo: Pakistán con 9,7 mil toneladas.

#### PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE FRUTA SECA (2001)

Reino Unido 39 %  
 Pakistán 29,70 %  
 Estados Unidos 14,10 %  
 Otros (32 países) 11,20 %  
 Canadá 3,40 %  
 Países Bajos 2,60 %



Gráfica 2. Gráfico de los principales países importadores de fruta seca, Año 2001

A continuación se citan algunos contactos comerciales de interés para frutas secas o deshidratadas con volúmenes que van de una a diez toneladas métricas:

1. Community Foods Limited, Inglaterra: Manzana, Albaricoque, Ciruela, Uva, Dátiles, Higos, Cáscara de Limón y Naranja, Banana, Mango, Papaya, Piña.
2. Rabeler Fruchtchips, Alemania: Mango, Papaya, Piña, Limón, Maracuyá.
3. Organic Planet, U.S.A.: Piña, Banana, Mango, Pa-paya.

Otra parte de mercado la tienen las **hierbas y especias**. Son conocidas como hierbas aquellas que provienen de plantas ya sea utilizando sus tallos, hojas, flores, semillas, corteza y hasta raíces, que son usadas con fines culinarios. La mayor parte de éstas se producen en países tropicales y subtropicales, incluyendo Europa oriental. Algunas de estas provienen de plantas perennes y son las calificadas como especias. La situación geográfica, además de las condiciones climáticas y topográficas son la principal ventaja competitiva que lleva a estos países a incursionar en éste mercado.

Por otro lado, el panorama mundial de las **hierbas aromáticas** según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), se estima que las dos terceras partes de la población del planeta, unos cuatro mil millones de personas, recurren a las hierbas aromáticas y medicinales para su alimentación y para curar sus dolencias psicofísicas. En Norteamérica, como mercado prioritario, revelan publicaciones de revistas como Newsweek y Medical Botany, que el mercado de las hierbas medicinales deshidratadas se expande en forma vertiginosa con crecimientos anuales de consumo entre 5 y 6 %. Igualmente las principales empresas de perfumes y cosméticos están invirtiendo hasta un 25% de sus ganancias en desarrollar productos de origen natural, en especial los que provienen de especies vegetales exóticas, en un mercado altamente competitivo. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América o USDA, va mostrando la tendencia en alza del consumo de aceites esenciales y oleorresinas en la composición de dietas del pueblo norteamericano. Años atrás, nadie esperaba encontrar

cantidades de productos saborizados en las grandes cadenas de supermercados. La base de muchos de estos extractos son las hierbas y especias.

### **Principales hierbas aromáticas en el mercado:**

- Albahaca
- Manzanilla
- Aloe Vera
- Artemisia dracunculus
- Calendada
- Hypercum perforatum
- Mellissa officinalis
- Memtha Piperita
- Salvia Officinalis
- Origanum Majorana
- Valeriana Officinalis

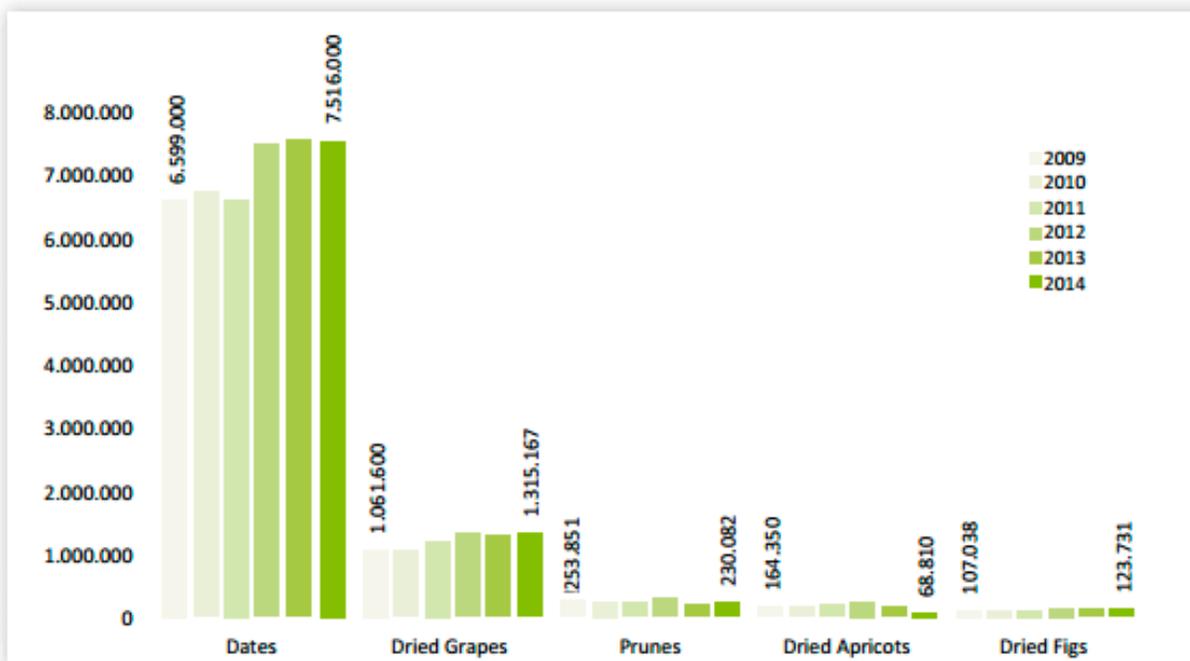
La lista de hierbas es mucho más extensa, pero solo se ha querido nombrar las principales que encabezan dicha lista.

En cuanto a las **hortalizas**, son productos cuyas características finales, refiriéndonos al producto ya secado, difieren bastante de la materia prima que lo origina, en términos de humedad y textura. Esto provoca la necesidad de un trato culinario diferente y esto ha creado una tendencia que ha crecido a pasos agigantados en la elaboración de comidas rápidas. El principal uso de hortalizas deshidratadas es como ingrediente en la elaboración de platos preparados, como sopas y otros con mayor valor agregado (arroz y fideos preparados, comidas étnicas, etc.), salsas, colorantes, condimentos, saborizantes y en general, productos de uso industrial. Los principales países consumidores de hortalizas deshidratadas en general son, EE.UU., algunos países de la Unión Europea y China, los que a su vez son los principales productores según Umaña Cerros E. (2003).

Existen estudios más recientes realizados por la INC, *The International Nut and Dried Fruit Council Foundation*, fuente internacional de información sobre frutos secos y fruta deshidratada tanto en salud, nutrición, seguridad alimentaria, estadísticas, normas gubernamentales y regulaciones con respecto a las barreras comerciales y las normas de calidad comercial.

Dicho informe recoge las estadísticas de la producción mundial de frutos secos y fruta deshidratada desde 2004 a 2015 y las importaciones a nivel mundial, las exportaciones y datos estimados de consumo.

**WORLD DRIED FRUIT PRODUCTION / METRIC TONS**

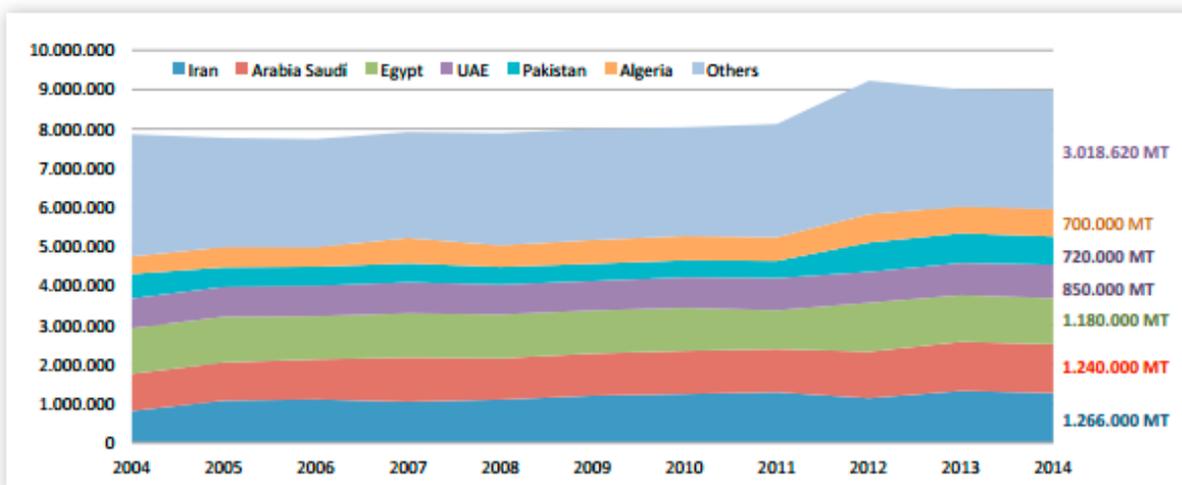


Gráfica 3. Producción mundial de fruta deshidratada (Cantidades)

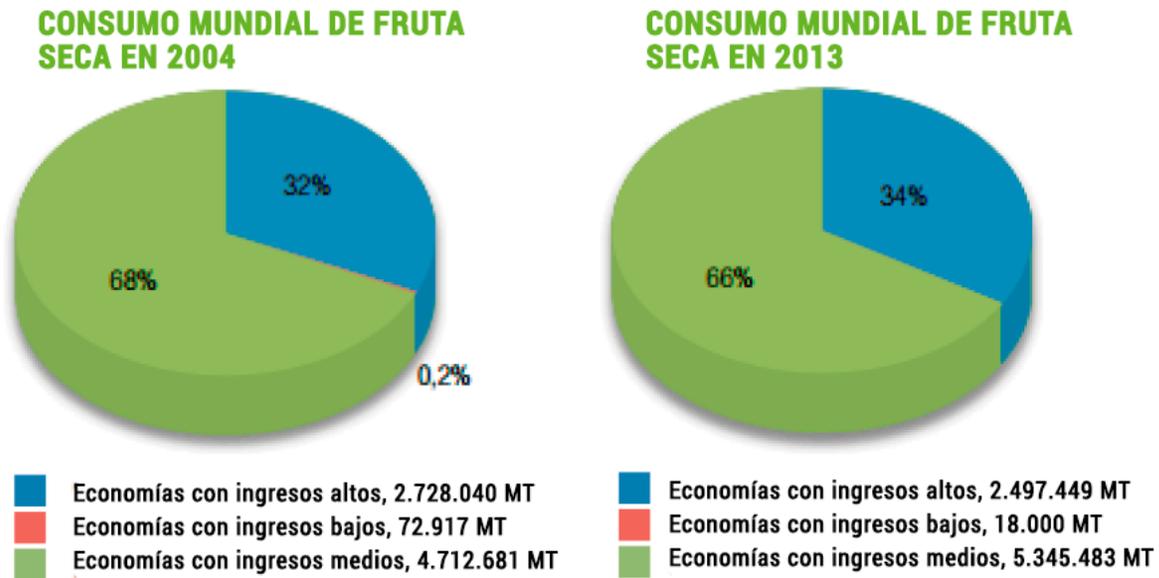
En la temporada 2013/14, la producción de fruta deshidratada logra 9 millones de toneladas, es decir, 0,3 por ciento más que el año anterior y un 10 por ciento más en comparación con 2009.

En 2014, Irán fue el mayor país productor de fruta deshidratada del mundo, con 1,26 millones de toneladas que representan 12,6 millones de toneladas los últimos diez años. Seguido por Egipto, con una producción de 1,18 millones de toneladas en 2014. Arabia Saudita, 1,24 millón de toneladas producidas en 2014. Estos tres países representaron el 40 por ciento de toda la producción de frutas deshidratadas en los últimos diez años.

**WORLD DRIED FRUIT PRODUCTION / METRIC TONS**

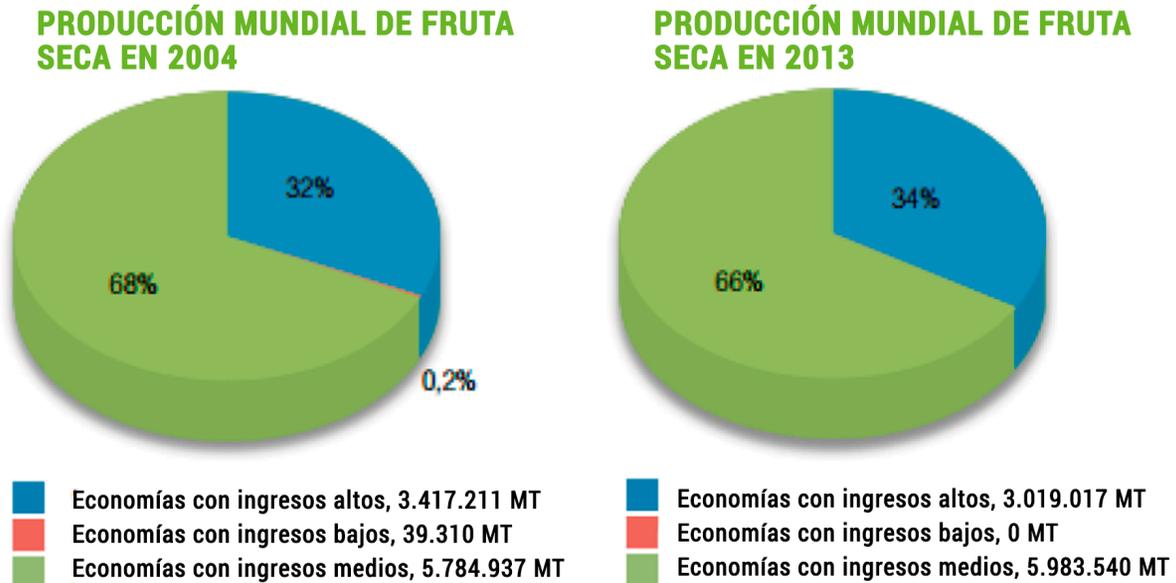


Gráfica 4. Producción mundial de fruta deshidratada (Países)



Gráfica 5. Consumo mundial de fruta deshidratada 2004 frente a 2013

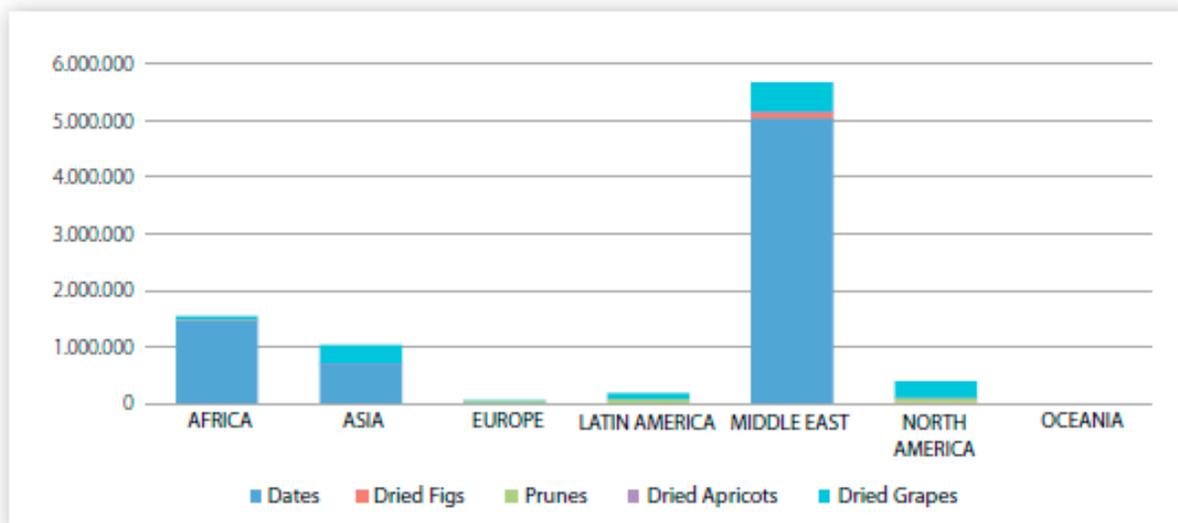
Como se observa en la Gráfica 5, se muestra el porcentaje de consumición de fruta deshidratada en países con economías de bajos, medios y altos ingresos. Se puede apreciar que tras 9 años se ha producido un leve aumento de consumo por parte de países con altos ingresos frente a una ligera disminución de los países con bajos ingresos.



Gráfica 6. Producción mundial de fruta deshidratada 2004 frente a 2013

Como se observa en la Gráfica 6, se muestra el porcentaje de producción de fruta deshidratada en países con economías de bajos, medios y altos ingresos. Se puede apreciar una reducción en la producción de los países de ingresos medios y la finalización de la producción de países con bajos ingresos.

## DRIED FRUIT PRODUCTION BY ZONE / 2014 METRIC TONS



Gráfica 7. Producción de fruta deshidratada por zonas 2004

Como se observa en la *Gráfica 7*, se muestra la producción de fruta deshidratada por zonas y se observa que Oriente Medio tiene casi el 70% de la producción.

Este último estudio refleja el mercado de los frutos secos y frutas deshidratadas como dátiles, albaricoques, pasas, ciruelas, higos etc., sin centrarse en el mercado de verduras.

### Conclusiones

Después de ver todas las oportunidades de mercado que ofrecen los productos deshidratados sacamos como conclusión que el secado de productos tiene un hueco cada vez más grande en el comercio internacional tanto de alimentación como de cosméticos y productos farmacéuticos. Por lo que en países subdesarrollados, el uso de deshidratadores podría suponer una baza importante para mejorar la vida de los habitantes.

Primero, el uso de estos equipos les permitiría el consumo dosificado de sus cosechas consiguiendo poder disfrutar de productos de temporada durante todo el año, disponer de alimento en épocas de escasez o cuando por cuestiones medioambientales se tienen problemas en las cosechas. Además una vía muy recomendable para estos productos es el molido de los alimentos deshidratados convirtiéndolos en harinas que luego puedan integrarse en papillas destinadas a los niños que actualmente son víctimas de la desnutrición infantil en estos países.

Segundo, una vez conseguida una estabilidad en el consumo, podría destinarse una parte de la producción al comercio y la exportación generando un mercado el cual sería una gran fuente de riqueza y de recursos para dichos países.

## 2.1.6 Estudio de la radiación solar según la localización

Debido a que el equipo es un deshidratador solar de alimentos, la fuente principal de alimentación de este dispositivo es la radiación solar.

Los rayos del sol inciden directamente sobre el colector calentando el aire que contiene y haciéndolo ascender por el área de secado, así es como se consigue un circuito por convección natural. Será determinante el grado de incidencia de los rayos del sol sobre el colector durante el proceso de secado, ya que, según su inclinación se conseguirá mayor o menor calor y por consiguiente una mayor o menor velocidad de aire caliente la cual determinará la efectividad de secado del equipo.

Sabiendo esto, será muy importante estudiar la radiación solar según la localización del equipo. Para ello utilizamos como herramienta el Sistema de Información Geográfica fotovoltaica con mapas interactivos de *European Commission Joint Research Centre*. Se trata de una web con datos de radiación solar para distintos países y puntos geográficos.

Con ella, se extraen datos muy importantes como la inclinación media diaria, por meses y por año en cualquier punto geográfico del mundo. Por lo tanto, como el deshidratador de alimentos está destinado a Burkina Faso, en África, se buscará en la localización en la que se vaya a realizar las mediciones, en este caso Valencia, España, el mes más propicio para que los datos que se extraigan sean los más parecidos a los de Burkina Faso. Es decir, se buscará el mes en el que la inclinación óptima necesaria sea similar a la inclinación óptima media de Burkina Faso.

The screenshot shows the 'Sistema de Información geográfica fotovoltaica - mapa Interactivo' web interface. The top navigation bar includes logos for JRC (European Commission) and CM SAF, and the title 'Sistema de Información geográfica fotovoltaica - mapa Interactivo'. Below the navigation bar, there are links for 'EUROPA > CE > CCI > IET > RE > SOLAREC > PVGIS > Mapa interactivo > África', 'Contacto', and 'Aviso jurídico importante'. The main interface is divided into two main sections: a map and a data panel. The map shows Burkina Faso with a red pin on Koudougou. The data panel on the right has tabs for 'Estimación FV', 'Radiación mensual' (selected), 'Radiación diaria', and 'FV autónomo'. Under 'Radiación mensual', there are checkboxes for 'Irradiación horizontal', 'Irradiación con el ángulo óptimo', 'Irradiación directa normal', 'Irradiación sobre el ángulo seleccionado: 90 grados', 'Turbidez de Linke', 'Radiación dif./global', and 'Ángulo de inclinación óptimo'. There are also checkboxes for 'Mostrar gráficas', 'Mostrar el horizonte', 'Página web', 'Fichero de texto', and 'PDF'. A 'Calcular' button and a '[ayuda]' link are at the bottom of the data panel.

Figura 41. Captura de pantalla del Sistema de Información Geográfica fotovoltaica, estudio de la radiación solar de Burkina Faso

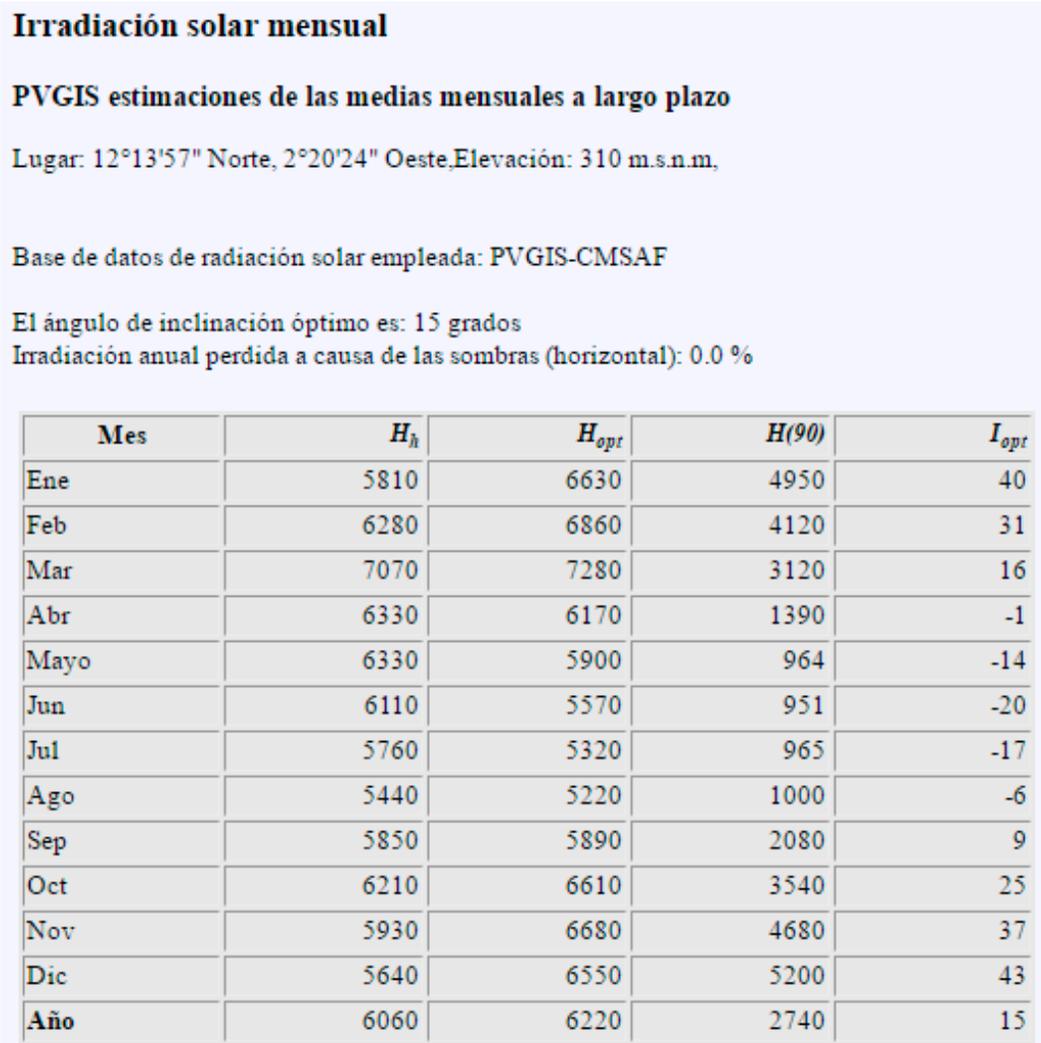


Figura 42. Captura de pantalla del Sistema de Información Geográfica fotovoltaica, irradiación solar mensual de Burkina Faso

Se observa que en los resultados mostrados por el Sistema de Información Geográfica fotovoltaica, el ángulo de inclinación óptimo medio durante todo el año en Burkina Faso es de 15 grados. Así que el siguiente paso es estudiar la radiación solar en Valencia.

The screenshot displays the 'Sistema de Información geográfica fotovoltaica - mapa Interactivo' web application. The interface is divided into a map area on the left and a control panel on the right. The map shows Valencia, Spain, with a red pin marking the 'Universitat Politècnica de València'. The control panel is titled 'Radiación mensual' and includes the following sections:

- Estimación FV:** Radiación mensual (selected), Radiación diaria, FV autónomo.
- Datos irradiación global mensual:**
  - Base de datos de radiación: Climate-SAF PVGIS
  - Irradiación horizontal
  - Irradiación con el ángulo óptimo
  - Irradiación directa normal
  - Irradiación sobre el ángulo seleccionado: 90 grados
  - Turbidez de Linke
  - Radiación dif./global
  - Ángulo de inclinación óptimo
- Datos de temperatura ambiente mensual:**
  - Temperatura media del día
  - Media diaria de temperatura
  - Número de grados día de calefacción
- Formatos de salida:**
  - Mostrar gráficas
  - Mostrar el horizonte
  - Página web
  - Fichero de texto
  - PDF

A 'Calcular' button is located at the bottom of the control panel. The map area includes a search bar, a 'Buscar' button, and a 'Va a lat/lon' button. The top navigation bar includes 'JRC', 'CM SAF', and 'Sistema de Información geográfica fotovoltaica - mapa Interactivo'.

Figura 43. Captura de pantalla del Sistema de Información Geográfica fotovoltaica, estudio de la radiación solar de Valencia

En el mapa interactivo marcamos la Universidad Politécnica de Valencia, que es de donde se van a llevar a cabo las mediciones, para así conseguir unos datos lo más precisos posibles.



Figura 44. Captura de pantalla del Sistema de Información Geográfica fotovoltaica, irradiación solar mensual de Valencia

En los resultados apreciamos que la media del ángulo de inclinación óptimo es 36 grados. Difiere bastante de la de Burkina Faso. Sin embargo, se pueden observar marcados en rojo los meses de Mayo, Junio y Julio en los que debido a su ángulo parecido, se podrían obtener resultados similares.

Por lo tanto, después de haber realizado este estudio, se extraen dos conclusiones importantes:

- El rediseño del deshidratador solar se pensará de forma que la inclinación del colector sea de 10 a 15 grados para que se adecue a las condiciones del país de destino.
- Las mediciones se realizarán el mes de Mayo, Junio o Julio, de forma que los resultados que se obtengan sean los más fiables con respecto a los que se obtendrán en Burkina Faso.

Los datos mostrados han sido obtenidos del Sistema de Información geográfica fotovoltaica del European Commission Joint Research Centre (2012).

## 2.2 Análisis del deshidratador actual

En el año 2014, en la Universidad Politécnica de Valencia y dentro del Grupo de Investigación en Energía Solar de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño, fue desarrollado por Juan Ángel Saiz Jiménez, profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universitat Politècnica de València, un equipo para deshidratar alimentos, que utiliza como fuente la energía del sol.

El proyecto del deshidratador surgió a partir de un primer contacto con el Grupo de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia. El objetivo que perseguían era deshidratar los alimentos a un coste muy reducido. Una vez deshidratados el objetivo era transformarlos en harina con la finalidad de mejorar las papillas con las que se alimenta a los niños, inicialmente con destino a zonas rurales de África, y en particular para Burkina Faso. Hay que señalar que en muchos países la electricidad no es un bien accesible para la mayor parte de sus habitantes. Esto tiene como consecuencia que los productos perezcan con rapidez por lo que la deshidratación se plantea como una alternativa importante. En estas zonas habitualmente secan alimentos por exposición directa al sol, dejando que el contenido en agua se evapore al incidir la radiación solar sobre el alimento. Este método es lento, no consigue un secado homogéneo y perjudica a las propiedades alimenticias del producto.

Para evitar los inconvenientes y mejorar las condiciones, se desarrolló un proceso más eficaz, con un equipo sencillo construido con madera y plástico, materiales de bajo coste, que se pueden encontrar prácticamente en cualquier lugar del mundo y pueden proporcionar un equipo de gran utilidad, especialmente en países en vías de desarrollo.

### 2.2.1. Descripción del equipo

La siguiente información es un extracto de la publicación de Saiz Jiménez, J. A. y Cornejo Royo, L. (2014, Diciembre 14). Secado de Alimentos mediante energía solar.

El deshidratador de alimentos desarrollado es un equipo formado por dos partes:

Un colector solar (B) que se dispone horizontalmente, buscando un ángulo de inclinación óptimo respecto al sol, de manera que la radiación incida de la manera más perpendicular posible, y un elemento vertical (A) en el que se depositan los alimentos en bandejas de rejilla, para que el aire caliente pase por ellos y realice el proceso de deshidratado.

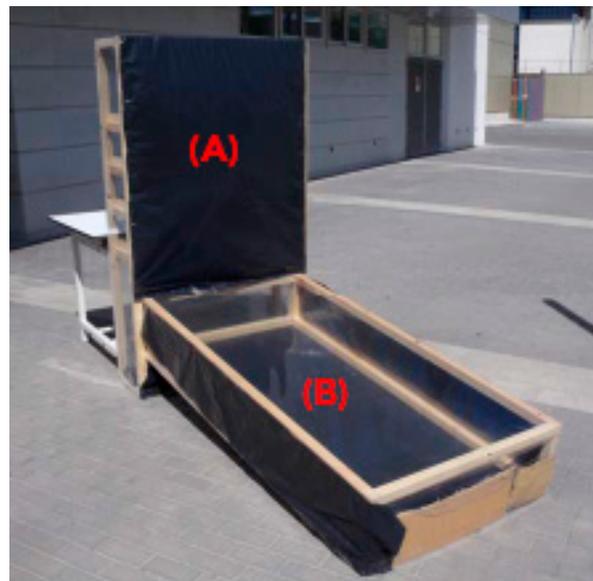


Figura 45. Deshidratador de alimentos del Grupo de Investigación en Energía Solar

Ambos elementos son independientes y desmontables, para facilitar el almacenamiento del equipo y su transporte. Se unen mediante unos pasadores que permiten dar consistencia al conjunto, una vez está montado. Ambos elementos están formados a partir de listones de madera, plástico PVC flexible transparente y plástico polietileno flexible negro. Por otra

parte, las bandejas están formadas por bastidores hechos de listones de madera y rejilla de plástico rígido, para que los alimentos puedan depositarse sobre dicha rejilla sin que se caigan.

El colector solar es la parte del dispositivo en la que se eleva la temperatura del aire que secará el alimento. Está compuesto por un armazón de madera en forma de prisma rectangular, cubierto con plástico transparente por la parte superior y plástico negro en la parte inferior y laterales. La parte frontal deja pasar el aire a través de una rejilla de plástico, este es el aire que entra para ser calentado. La parte posterior está abierta y deja que el aire caliente ascienda hasta el segundo cuerpo del equipo, donde se colocan las bandejas con los alimentos a deshidratar.

El colector se debe colocar de forma horizontal y nos permite situarlo con un ángulo de inclinación regulable, de forma que se optimice la captación de energía a través de la radiación solar. Esta radiación debe incidir con la mayor perpendicularidad posible sobre el mismo, de manera que penetre directamente en el colector y que la radiación que vuelva reflejada sea la menor cantidad posible.

La segunda parte del deshidratador es también un prisma rectangular que se coloca de forma vertical, tal como se ve en la Figura 27.



Figura 46. Vista trasera del deshidratador de alimentos del Grupo de Investigación en Energía Solar

Está compuesto de un armazón de madera cuya parte frontal está cubierta por un plástico negro, de forma que los rayos del sol no incidan directamente sobre los alimentos que están siendo deshidratados. El resto del prisma se cierra con plástico transparente para poder tener acceso visual directo al proceso de secado.

Las bandejas donde se colocan los alimentos se sitúan en el prisma vertical. En este primer equipo diseñado se dispusieron cuatro bandejas formadas por una rejilla rígida que soporta los alimentos y deja pasar el aire caliente procedente del colector. Este aire caliente por su menor peso tiende a ascender, de forma que va extrayendo la humedad de los alimentos a su paso. El aire sale del equipo por la parte superior del equipo, en la que se deja una pequeña área sin cubrir evitando que el aire húmedo condense.

## 2.2.2. Aspectos Técnicos

### Vista lateral

Rejilla de plástico en el frontal para dejar pasar el aire pero impedir el paso de insectos o suciedad. Ocupa la mitad del frontal, el resto está cubierto de plástico. Se puede poner un sistema de doble capa aprovechando el grosor de la madera para minimizar los efectos de las ráfagas de aire.

C2 referenciado en la *Tabla 1*.

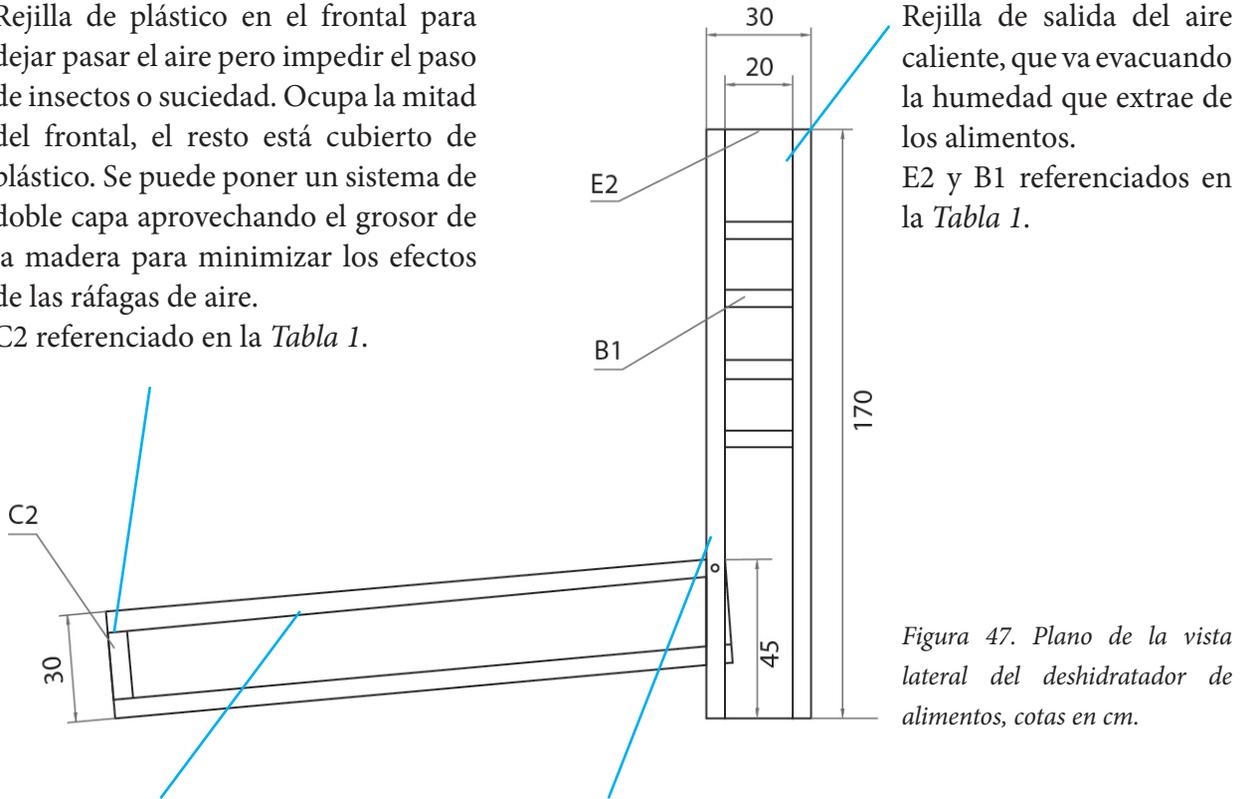


Figura 47. Plano de la vista lateral del deshidratador de alimentos, cotas en cm.

Colector solar para elevar la temperatura del aire. El aire caliente asciende y pasa por las bandejas, al tener menos peso que el aire del ambiente.

Agujeros para situar los pasadores con lo que se unen el colector y el dispositivo vertical que soporta las bandejas.

### Detalle Colector (Vista lateral)

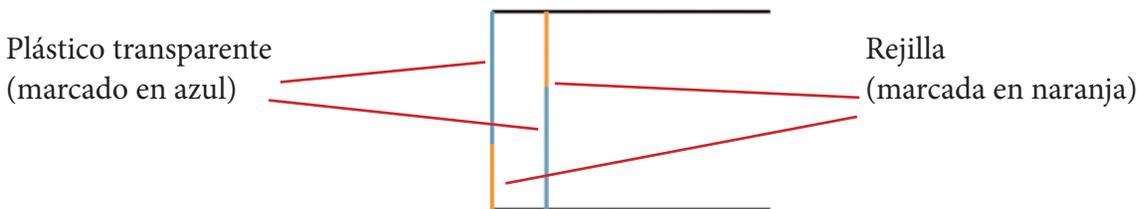


Figura 48. Detalle Colector

Posible disposición del frontal del colector (en vista lateral) por el que entra el aire a temperatura ambiente para calentarse en el interior del colector. Su finalidad es evitar la entrada de ráfagas de aire que reducen la temperatura del aire del interior del equipo, esto podría evitarse también utilizando una sola capa de rejilla y plástico transparente y añadiendo otro elemento como cartón o madera para impedir el paso de dichas ráfagas.

### Vista de planta

Situación de la rejilla de plástico en el frontal.

Situación de la rejilla de plástico en la parte superior trasera.

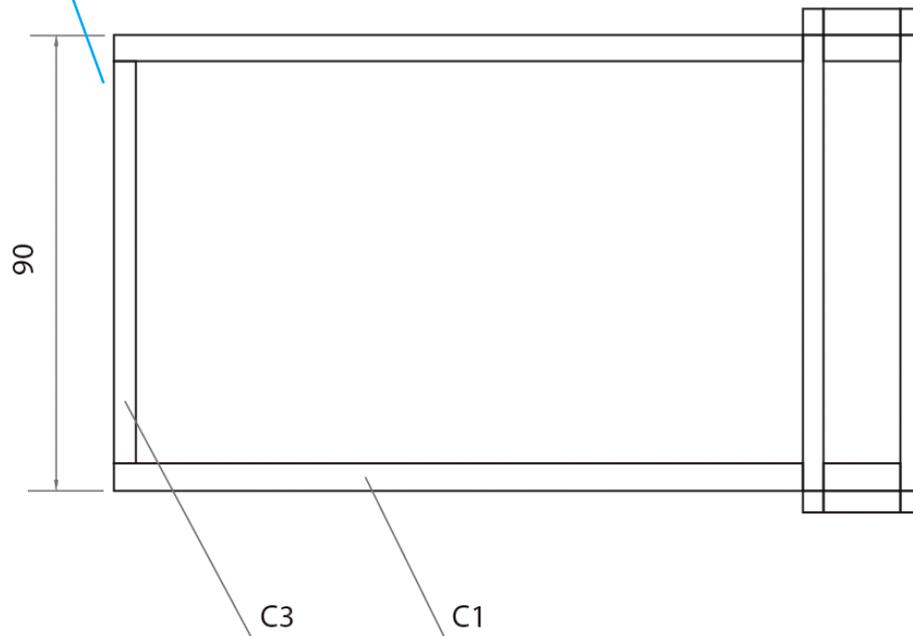


Figura 49. Vista de planta del deshidratador de alimentos, cotas en cm.

Puede utilizarse malla de mosquitera para sustituir la rejilla de plástico. Cuanto más fina sea menos insectos y suciedad entrara en el interior del colector. Con solo dejar pasar el aire ya es funcional. En cuanto a las dimensiones de cada uno de los elementos del deshidratador, se muestran en la tabla, sin embargo, estas medidas podrían ser modificadas en el caso de que se requiera un colector más grande para que caliente más aire o más estantes dónde colocar los alimentos. C1 y C3 referenciados en la *Tabla 1*.

PARTE	Nº	ID	LONGITUD (m)
COLECTOR HORIZONTAL	4	C1	1,80
	4	C2	0,80
	4	C3	0,20
ELEMENTO VERTICAL PARA LAS BANDEJAS	4	E1	1,70
	2	E2	0,20
	12	E3	0,30
BANDEJAS	10	B1	0,90
	2	B2	0,30

Tabla 1. Piezas y medidas del equipo

### Vista de alzado

Los apoyos laterales de las bandejas son de 5 cm de grosor. Podrían hacerse de menor grosor y fijarse a los laterales. También podrían empotrarse en el marco lateral y dejando un pequeño saliente sobre el que apoye la bandeja, quedando tal como se ve en la figura 31. De esta formada se consigue dotar de más estabilidad al conjunto. E1, E3 y B2 referenciados en la *Tabla 1*.

Situación de la rejilla de plástico en el frontal. Se ha dibujado en toda la dimensión frontal, pero debe ocupar solo la mitad de la misma. Tal y como se ha indicado anteriormente.

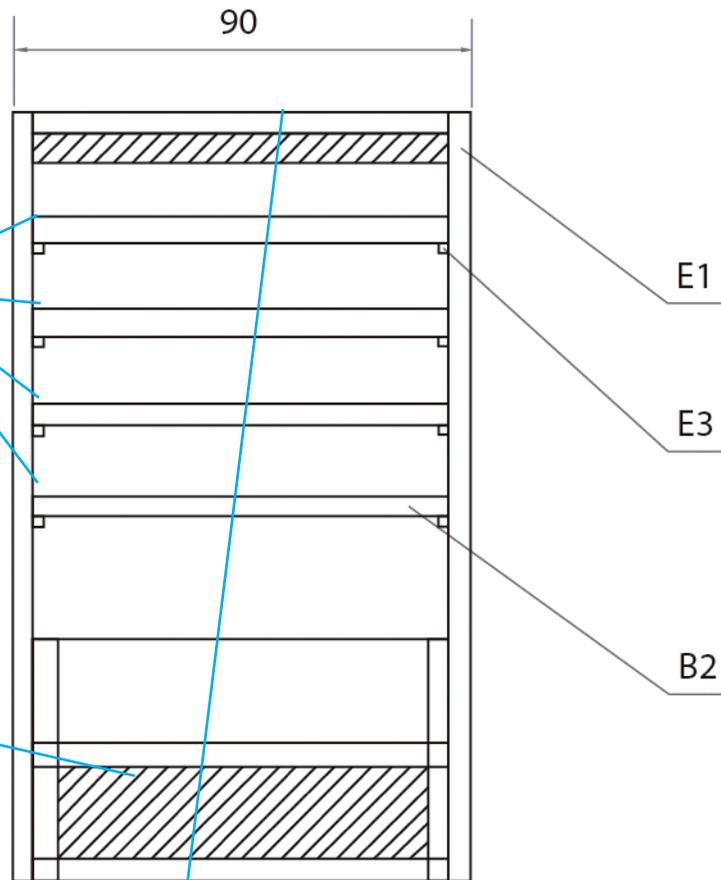


Figura 50. Vista frontal del deshidratador de alimentos, cotas en cm.

Situación de la rejilla posterior del dispositivo vertical. El plástico transparente que cubre la parte posterior está cortado de manera que pueda cubrir incluso la rejilla. De esta forma es posible fijar la altura a voluntad y permite regular la salida del aire. Este plástico es sujetado mediante velcro a las maderas, de forma que se pueda abrir la parte trasera para poner o quitar las bandejas con los alimentos. En zonas de temperaturas muy altas el velcro se despegue de la madera, por lo que es necesario poner en la parte posterior unas puertas con bisagras, en vez de cubrirlas con plástico.

Los plásticos utilizados son transparentes para el colector horizontal en la parte de arriba y negro para los laterales y la parte de abajo. Es negro para la parte frontal y superior del dispositivo vertical en el que se ubican las bandejas, para que el sol no incida directamente en los alimentos, dado que perjudica a las vitaminas que contienen los alimentos. Es transparente para la parte trasera del dispositivo vertical y también para sus laterales. Está fijado a la madera mediante grapas, dispuestas con regularidad. En las juntas se ha hecho la unión mediante cinta adhesiva transparente, que también puede servir para cerrar más el plástico sobre las maderas. En países con temperaturas altas la cinta adhesiva se despegue, por lo que es mejor utilizar solo grapas.

### Vista del equipo montado

Mesa situada en la parte posterior para dejar los aparatos de medida y poder manipular los elementos. No es necesaria.

Plástico negro en la parte frontal del dispositivo en el que se encuentran las bandejas.

Unión externa entre las dos partes del deshidratador fijada mediante cinta adhesiva transparente, para facilitar el desmontaje.

Apoyos para las bandejas y plástico transparente en los laterales.



Plástico negro cerrando el lateral del colector.

En la parte posterior se recomienda que el cierre de plástico no llegue hasta abajo, de manera que la madera quede libre y sirva para poner un contrapeso de piedra que haga que el equipo no vuelque cuando haga mucho viento.

Plástico negro cerrando el lateral del colector.

Parte frontal del colector donde se sitúa la rejilla. En este caso está tapada por cartones que minimizan el efecto de las ráfagas de aire.

Unión entre el colector y el dispositivo vertical. Está abierta para comunicar ambas cámaras y que el aire caliente suba hasta las bandejas.

Plástico transparente en la parte superior del colector y negro en la parte inferior.

*Figura 51.  
Equipo montado.*

### Vista posterior del equipo montado

Bandejas con alimentos deshidratándose, vistas a través del plástico posterior transparente.

Velcro que une el plástico posterior con la madera y que permite abrir la parte trasera para poner y quitar las bandejas.



Figura 52. Vista posterior equipo montado

Vista general del equipo montado, en el que se puede ver la mesa posterior utilizada para manipular aparatos de medida y elementos de trabajo. El plástico del lateral del colector llega hasta el suelo en este caso, pero puede cortarse al mismo tamaño del lateral del colector, dejando libre la parte baja dejando espacio para poner contrapesos de piedra.



Figura 53. Vista lateral del equipo montado

**Vistas posteriores del equipo montado**

*Figura 54. Vista posterior equipo montado*

La parte superior del dispositivo trasero está cerrada con plástico negro por delante para que los rayos del sol no incidan directamente sobre el alimento y plástico transparente por detrás para tener una fácil visión del producto. Como se aprecia en ambas imágenes el plástico trasero está sujeto con velcro.



*Figura 55. Vista posterior equipo montado*

**Equipo montado en Burkina Faso**

*Figura 56. Vista posterior equipo montado*

Debido a las altas temperaturas, la parte posterior se construyó con puertas y no directamente con plástico unido con velcro a la madera, puesto que acababa despegándose.



*Figura 57. Detalle 1 posterior equipo montado*

Detalle de la parte posterior de los equipos de Burkina, donde se aprecia el espacio que queda disponible para poner contrapesos con los que evitar que el aire vuelque el equipo.



*Figura 58. Detalle 2 posterior equipo montado*

Pese a colocar contrapesos para evitar vuelcos, es conveniente situar el equipo en una zona que este resguardada del viento, puesto que cuando el aire incide sobre el equipo hace que la temperatura de trabajo en el interior baje unos grados.



Figura 59. Segundo equipo montado en Burkina Faso.

Como se puede observar en la Figura 40, se trata del segundo equipo montado en Burkina Faso, este deshidratador ya dispone de cuatro ruedas y el plástico trasera con velcro ha sido sustituido por dos puertas abatibles.



Figura 60. Segundo equipo montado en Burkina Faso.



Figura 61. Segundo equipo montado en Burkina Faso, secado de calabaza.



Figura 62. Segundo equipo montado en Burkina Faso, secado de plátano y piña.



Figura 63. Varios equipos montados en Burkina Faso.



Figura 64. Preparación de los alimentos en Burkina Faso.



Figura 65. Mediciones de peso y humedad en Burkina Faso.



Figura 66. Sazonado del tomate en Burkina Faso.

**Imágenes del equipo que se va a rediseñar en la Universidad Politécnica de Valencia. Disposición de los alimentos sobre las bandejas y medición.**



*Figura 67. Vista trasera con el plástico posterior abierto*



*Figura 68. Detalle posterior equipo montado II*

Aparatos de medida para tomar temperaturas y radiación solar que incide sobre el colector.

**Bandejas con alimentos, dispuestos para el proceso de deshidratación.**

Mediante los ensayos realizados, se ha podido comprobar que en el proceso de secado un factor muy importante es la preparación del alimento. Se disponen en las bandejas tal como se puede ver en la Figura 41, 42, 43, etc. Están cortados a mano en láminas finas, con un grosor entre 2 y 3 mm de forma que el aire pueda secar con cierta rapidez, sin dar posibilidad al deterioro que se ha podido observar en algunos casos, cuando la climatología ha sido adversa y se han necesitado varios días para completar el proceso de secado. Es conveniente que el corte sea uniforme para que el tiempo de secado sea el mismo en todas. A la hora de colocarlas sobre las bandejas se debe dejar espacio entre unas y otras, para que pueda pasar el aire con facilidad entre ellas. Imágenes cedidas por Juan Ángel Saiz en ensayos anteriores. En el orden en que se pueden ver las bandejas, de arriba hacia abajo, tenemos: ciruela y plátano, tomate, pepino y kiwi y por último manzana.



*Figura 69. Disposición de verduras cortadas I*



*Figura 70. Disposición de verduras cortadas II*

**Alimentos al comienzo del proceso.**



*Figura 71. Estado de las verduras cortadas al principio del proceso I*



*Figura 72. Estado de las verduras cortadas al principio del proceso II*

**Alimentos al final del proceso.**



*Figura 73. Estado de las verduras cortadas al final del proceso I*



*Figura 74. Estado de las verduras cortadas al final del proceso II.*

### 2.2.3. Testeo

Para un mayor conocimiento y poder familiarizarse mejor con el equipo a rediseñar, se llevó a cabo un proceso completo de secado. Dicho proceso se realizó en un día y medio a finales del mes de Junio. Los alimentos que se utilizaron en el secado fueron: banana, uva, cereza, pepino, calabaza, tomate, berenjena, cebolla y mango.

Las condiciones climáticas fueron las siguientes:

- Día 30 de Junio de 2016: 28 °C, parcialmente nuboso y con algún chubasco por la mañana y soleado por la tarde.
- Día 1 de Julio de 2016: 30 °C, parcialmente nuboso por la mañana y soleado por la tarde.



#### Descripción del proceso:

1. Se retocaron con cinta adhesiva las juntas de los plásticos tanto del colector como del cuerpo de secado debido a que habían zonas por dónde se apreciaban fugas. Posteriormente se trasladó el equipo a la zona donde iba a ser colocado, se montó y se dejó expuesto al sol para atemperarlo.



Figura 75. Equipo desmontado

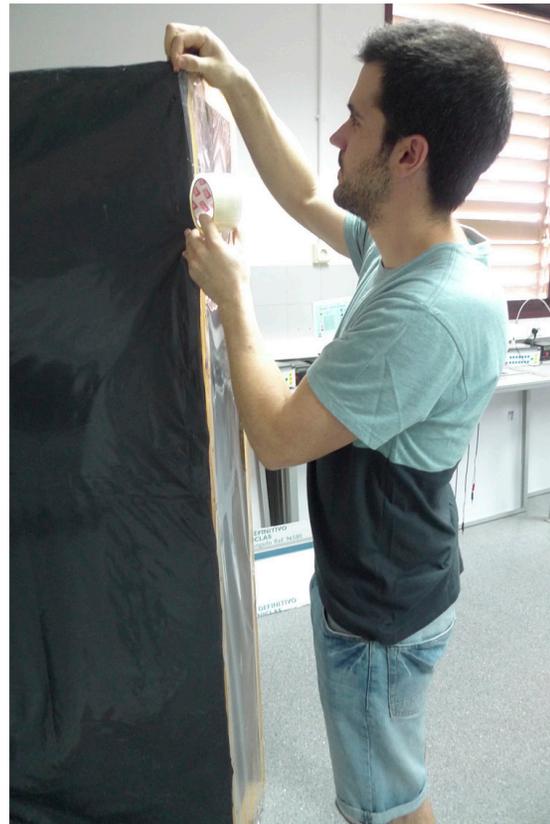


Figura 76. Retoque de las unión de los plásticos



Figura 77. Transporte del equipo



Figura 78. Montaje



Figura 79. Anclado del colector



Figura 80. Sellado de la unión del plástico



Figura 81. Colocación del piedras de contrapeso



Figura 82. Deshidratador montado

2. Se lavaron las bandejas del deshidratador, ya que contenían restos de frutas de un secado anterior. A continuación se cortaron las frutas y verduras con un grosor de 2 a 3 milímetros utilizando una máquina de corte y se colocaron en las bandejas.



Figura 83. Limpieza de las rejillas



Figura 84. Corte de la calabaza



Figura 85. Frutas y verduras utilizadas en el secado



Figura 86. Corte del pepino



Figura 87. Disposición en las bandejas

3. Después del corte de las frutas y verduras se realizó una primera pesada de cada tipo. Una vez colocados en las bandejas se introdujeron en el deshidratador ya precalentado. Sin embargo, ese día estuvo lloviendo cinco minutos antes de meterlos, por lo que el equipo perdió el calor que había conseguido. Hora de la primera pesada: 10:30 h.



Figura 88. Bandejas llenas colocadas dentro del deshidratador

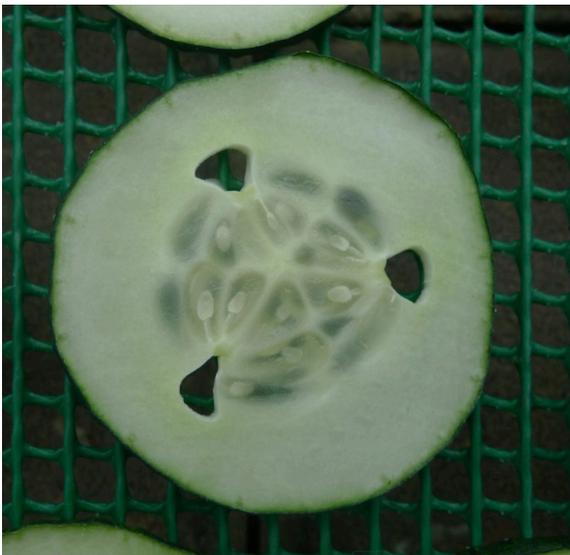
4. Después de dos horas y media dentro del deshidratador se sacaron y se pesaron para medir qué cantidad de agua habían perdido. Se observó un ligero cambio en el aspecto de los alimentos, el cual se puede apreciar en la imágenes de a continuación. Hora de la segunda pesada: 13:00 h.



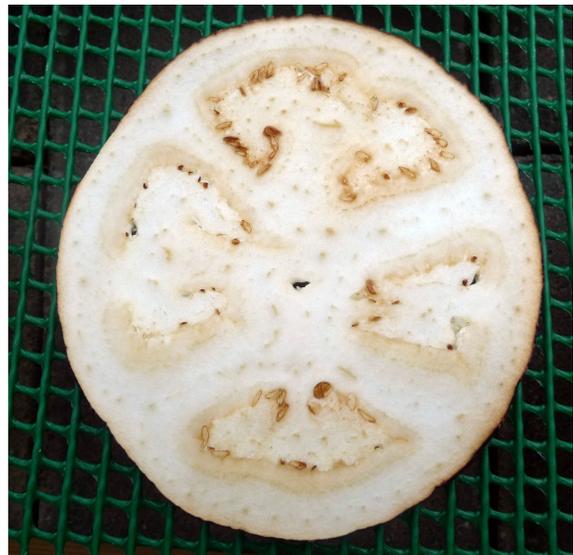
*Figura 89. Extracción de las bandejas*



*Figura 90. Estado del tomate*



*Figura 91. Estado del pepino*



*Figura 92. Estado de la berenjena*



Figura 93. Estado de la calabaza



Figura 94. Estado de la banana



Figura 95. Estado de la cebolla

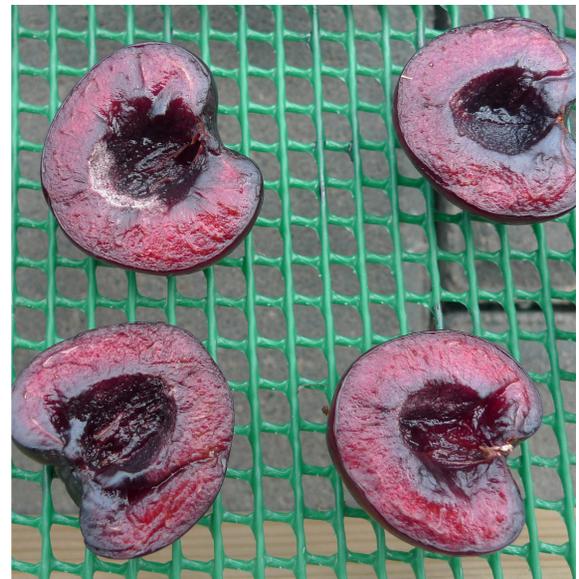


Figura 96. Estado de la cereza



Figura 97. Estado del mango



Figura 98. Medida del calor dentro del colector

5. Se volvieron a colocar las bandejas dentro del deshidratador y 4 horas después repetimos el proceso. Hora de la tercera pesada: 17:00 h.



*Figura 99. Segunda pesada*



*Figura 100. Estado de la berenjena*



*Figura 101. Estado de la uva*



*Figura 102. Estado del tomate*



*Figura 103. Estado de la banana*



*Figura 104. Estado de la cereza*



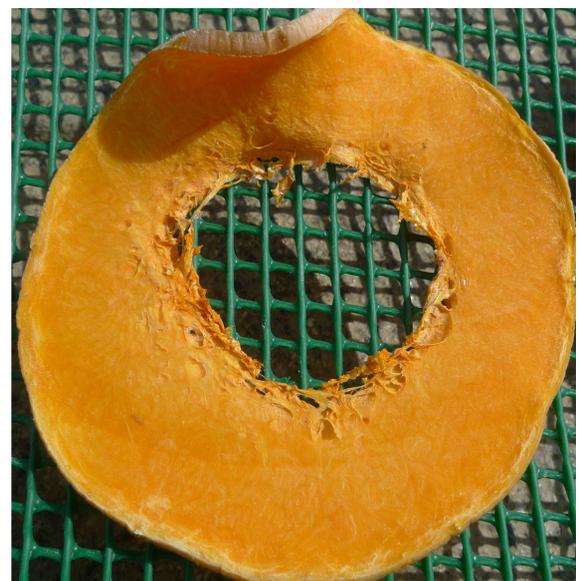
*Figura 105. Estado del mango*



*Figura 106. Estado de la cebolla*



*Figura 107. Estado del pepino*



*Figura 108. Estado de la calabaza*

6. La última pesada de ese día se realizó dos horas y cuarenta minutos después. Debido a que era el último momento con sol del día, después de pesarlas, las bandejas se almacenaron durante toda la noche hasta el día siguiente. Hora de la cuarta pesada: 19:40 h.



*Figura 109. Cuarta pesada*



*Figura 110. Bandejas*



*Figura 111. Estado de la cebolla*



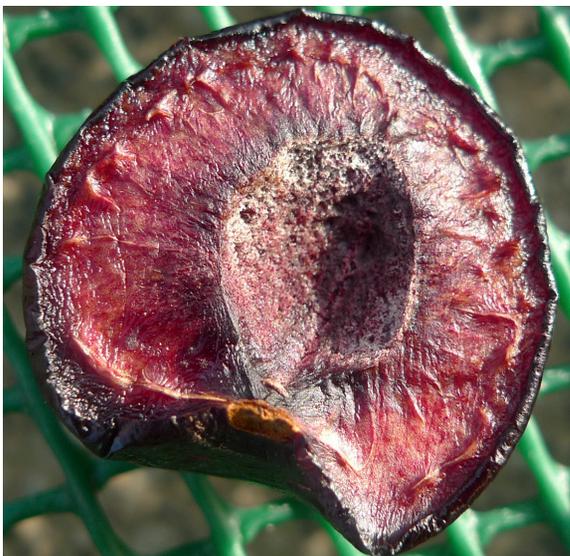
*Figura 112. Estado del mango*



*Figura 113. Estado de la banana*



*Figura 114. Estado de la uva*



*Figura 115. Estado de la cereza*



*Figura 116. Estado de la calabaza*



*Figura 117. Estado del pepino*



*Figura 118. Estado del tomate*

7. Durante toda la noche estuvieron en reposo. A la mañana siguiente se volvieron a pesar y se habían seguido secando aunque en menor medida, por lo que, para el estudio de su secado se cuenta como si hubiera pasado tres horas de secado desde la última pesada. Hora de la quinta pesada 9:30 h.



Figura 119. Colocación de los alimentos



Figura 120. Introducción de las bandejas



Figura 121. Cierre del plástico



Figura 122. Estado de los alimentos

8. Tres horas después se realizó el pesado de los alimentos y se observó que los pesos de algunos alimentos como el tomate, berenjena o cebolla empezaban a estabilizarse, es decir, empezaban a estar secos. Otros como la uva y la cereza necesitaban muchas más horas de secado. Hora de la sexta pesada: 12:30 h.



Figura 123. Sexto pesado

TIPO	UVA	CEREZA	PERA	CALABAZA	TOMATE	BERENJENA	CEBOLLA
18	364'4	192'8	158'5	143'4	157'9	126'9	125'2
15	359'2	174'8	122'2	118'4	101'2	83'4	102'5
11	315'3	143'6	99'4	68'4	79'4	35'2	40'4
9	290	128'6	15'5	29'9	13'4	14'2	27'4
2	259'3	111'3	9'5	19'5	12'1	11'1	16'1
			8'4	16'7	11	10	12'2

Figura 124. Anotaciones del peso



Figura 125. Estado de la berenjena

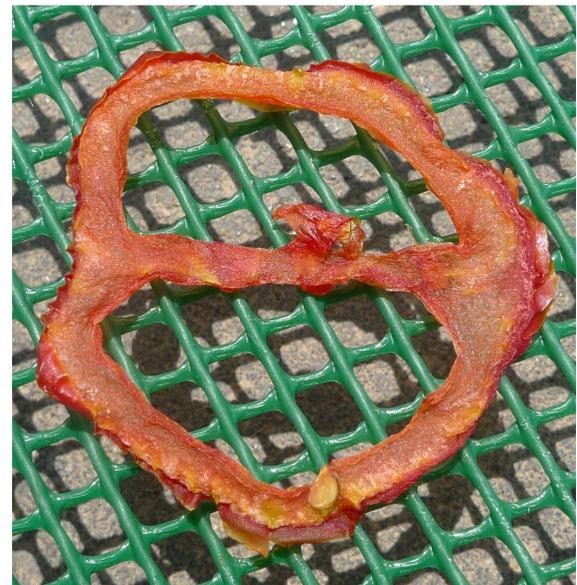


Figura 126. Estado del tomate



*Figura 127. Estado de la cebolla*



*Figura 128. Estado del mango*



*Figura 129. Estado de la calabaza*



*Figura 130. Estado del pepino*



*Figura 131. Estado de la banana*



*Figura 132. Estado de la cereza*

9. La última pesada se hizo tres hora y media después. En ella, todos los alimentos ya estaban estabilizados a diferencia de la uva y la cereza, que debido a su grosor mayor, no quedaron completamente secos y habrían necesitado más horas en el deshidratador. Después de pesar todas las frutas y verduras, se almacenaron en bolsas de plástico para que no absorbieran humedad del ambiente y un par de ellas se guardaron en botes con medidores de humedad para corroborar que ya estaban secos ya que la actividad del agua estaba por debajo del 60 %, ya que con valores superiores a esta cifra es posible la aparición de microorganismos.



*Figura 133. Estado de la calabaza*



*Figura 134. Estado del pepino*



*Figura 135. Estado de la berenjena*



*Figura 136. Estado del tomate*



Figura 137. Estado de la cebolla



Figura 138. Estado de la banana

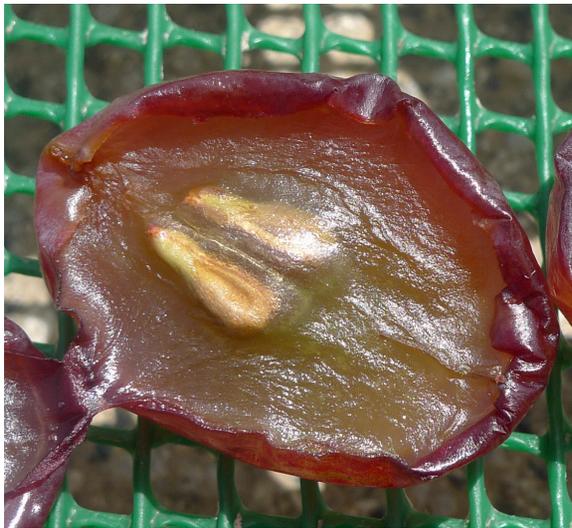


Figura 139. Estado de la uva

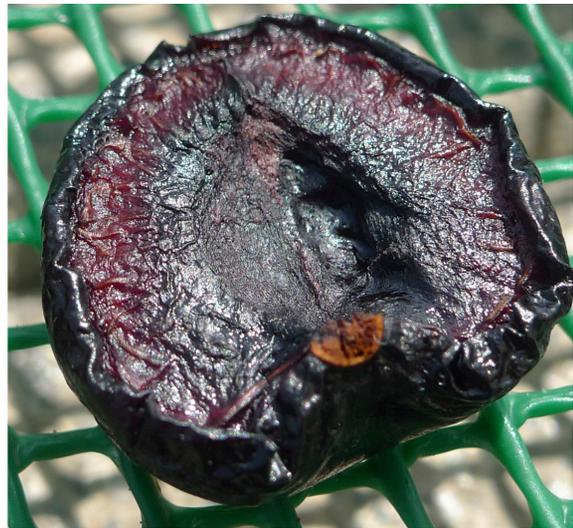


Figura 140. Estado de la cereza

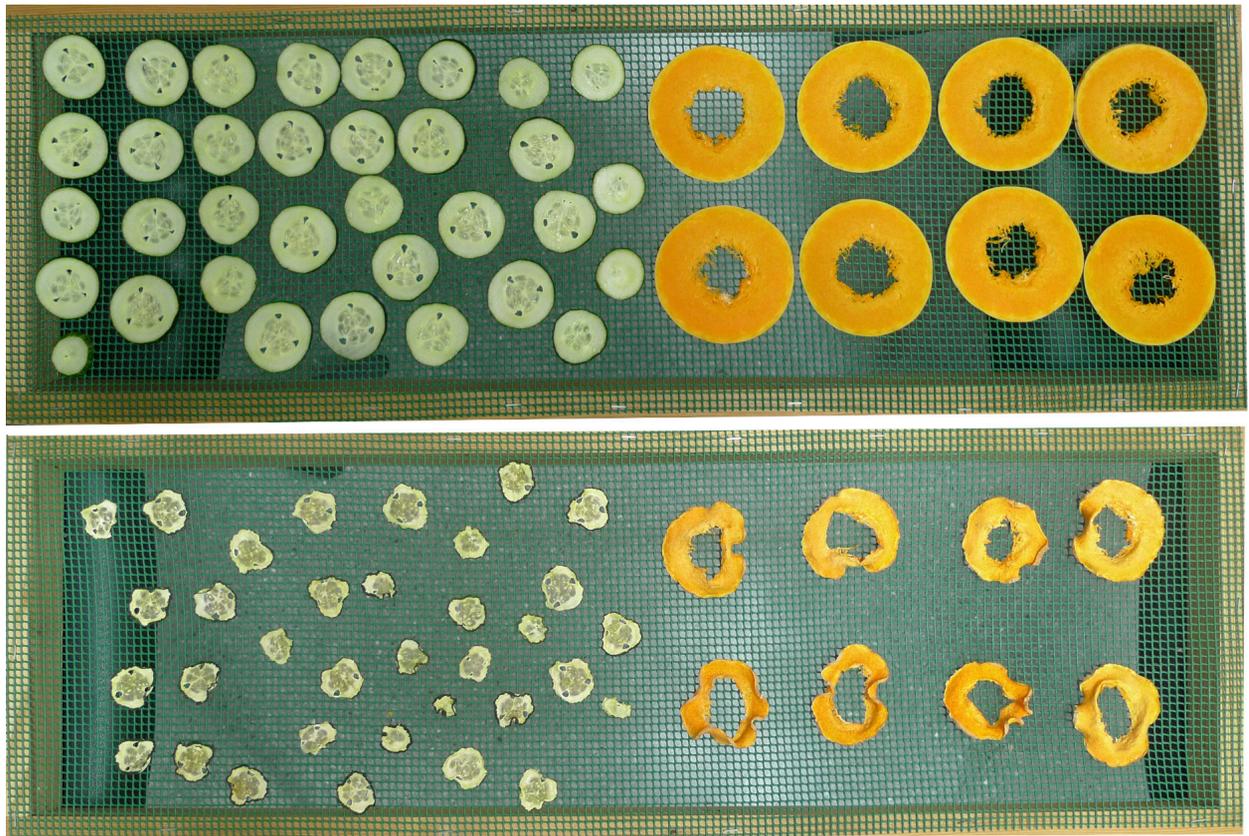


Figura 141. Medida de la actividad del agua



Figura 142. Almacenamiento

**Comparativa**



*Figura 143. Comparativa pepino y calabaza*



*Figura 144. Comparativa tomate y berenjena*

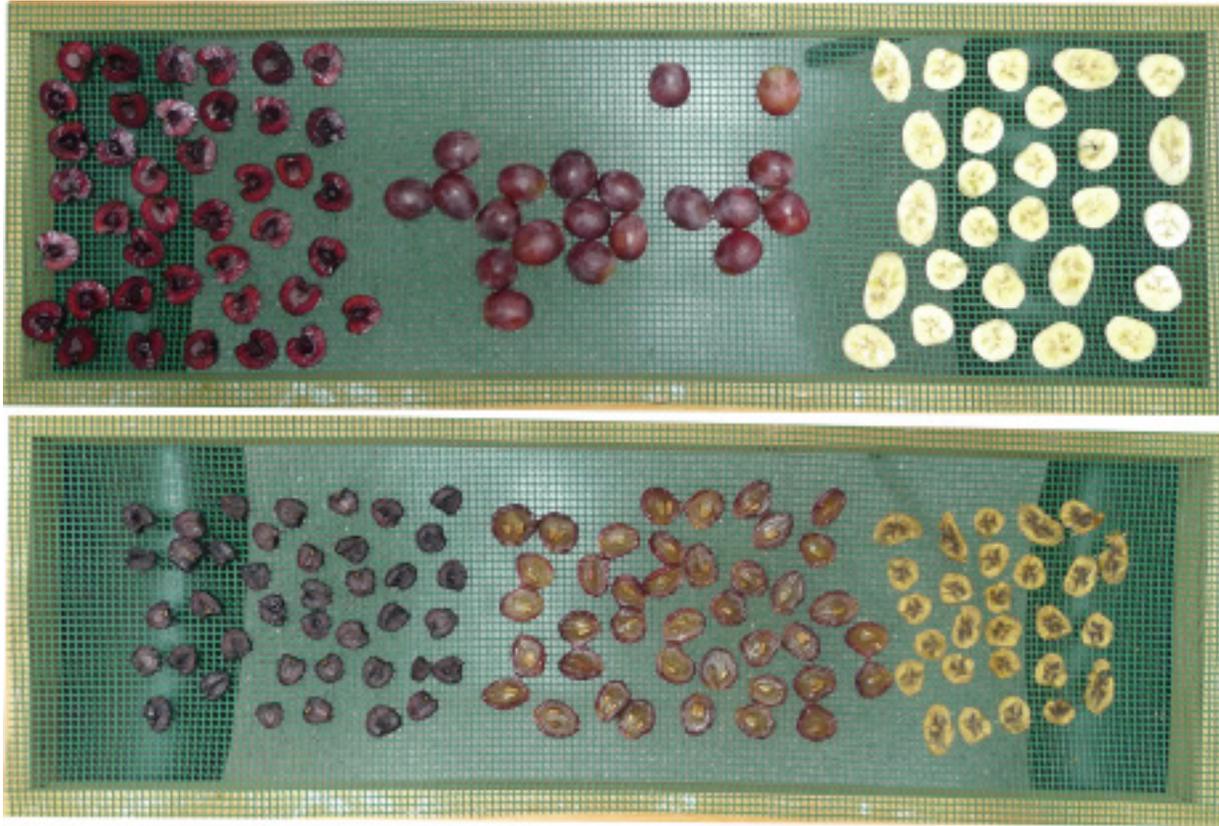


Figura 145. Comparativa cereza, uva y banana



Figura 146. Comparativa mango y cebolla

## 2.2.4 Medición y curvas de secado

A lo largo de cuatro años se han realizado numerosas medidas, tanto con el equipo cargado de alimentos, como descargado, para comprobar cuales son los parámetros de trabajo en los que se desarrolla el proceso.

Según los datos obtenidos por Saiz Jiménez, J. A. y Cornejo Royo, L. (2014), cuando el equipo no contiene alimentos a deshidratar, se han podido medir velocidades del aire de hasta 0,35 m/s en la zona de secado. En cuanto a las temperaturas, dependen de la hora del día, de la temperatura ambiente y de la época del año. Así se ha registrado que para una temperatura ambiente de 9 °C, el equipo consigue elevar la temperatura hasta 23 °C en el interior, mientras que para temperaturas exteriores de 20 °C la temperatura llega a alcanzar los 46 °C. Con temperaturas ambiente de 33 °C se han conseguido valores superiores a 60 °C en el interior del colector y 50 °C en la zona de las bandejas, valor que se sitúa en el límite de lo necesario, puesto que por encima de los 60 °C existe riesgo de que el proceso de secado pase a convertirse en cocción del alimento.

También se ha comprobado como las variaciones de las condiciones externas afectan de forma importante al funcionamiento del equipo. Las ráfagas de viento intensas hacen que baje de forma importante la temperatura interior del aire, hasta cinco grados en unos instantes, a pesar de la inercia térmica que posee el equipo.

Con el equipo cargado de alimentos las condiciones de funcionamiento cambian. La velocidad de circulación del aire disminuye situándose entre 0,15 – 0,19 m/s. La temperatura interior también baja en la zona en la que tenemos las bandejas donde se depositan los alimentos. Es variable en función de la temperatura del colector, pero puede llegar a estar hasta más de 10 °C por debajo de la temperatura alcanzada en éste.

Finalmente hay que indicar que el equipo debe ir moviéndose durante el día, puesto que el cambio de posición del sol en su evolución diaria hace que se deba buscar la orientación óptima para cada momento del día. Se gira el equipo buscando la perpendicularidad con el sol, sin embargo no es estrictamente necesario y puede dejarse fijo orientado a mediodía y al sur ya que de esta forma recibirá radiación solar todas las horas de sol del día, pero ajustándolo con la perpendicularidad adecuada se consigue calentar más el aire del colector y por lo tanto acelerar el proceso de secado de los alimentos.

### Curva de secado

Para realizar un control y estudio de la evolución del proceso, inicialmente se comenzó secando directamente los alimentos, tomando su peso al comienzo del proceso y al final de un día de secado, y comprobando después su estabilidad con el paso del tiempo. En general se pudo comprobar que en días soleados, con condiciones ambientales favorables, bastaba con un solo día para completar el proceso y que los alimentos permanecían estables a partir de ese momento. Se ha podido corroborar en alimentos como: tomate, kiwi, plátano, ciruela, manzana, mango, piña, cebolla, pimienta, pera, etc.

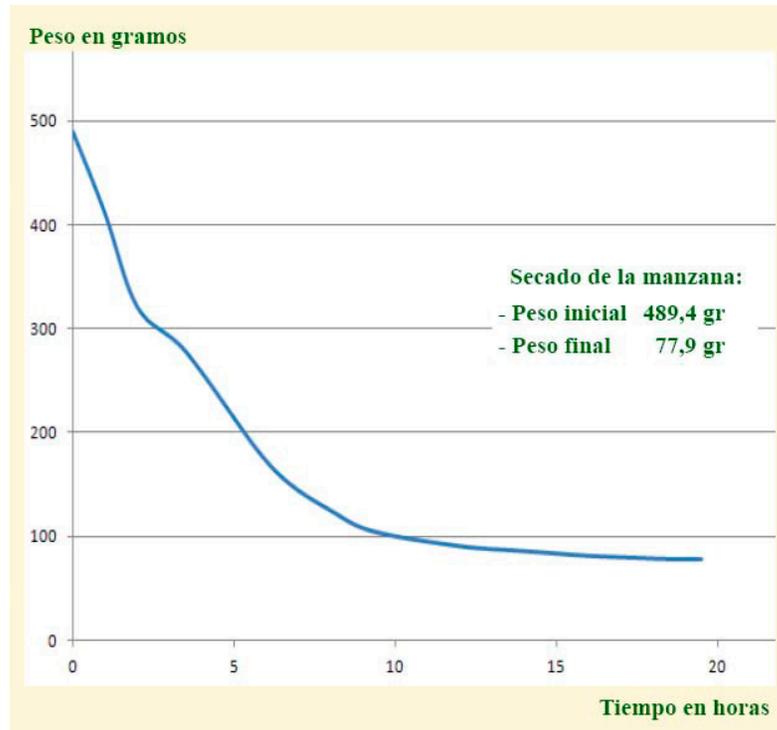
Con posterioridad y para poder comprobar cómo se produce el proceso de secado, se empezó a tomar datos de la pérdida de peso que se va produciendo en dichos alimentos a medida que pasa el tiempo. Se observa que en la fase inicial la pérdida de peso es rápida, mientras que a medida que avanza el tiempo la pérdida de peso es más lenta, algo previsible puesto que el alimento cada vez contiene menos agua.

A continuación se muestran las curvas generadas a partir de la toma de datos del peso del alimento a medida que pasan las horas.

En algunos casos el secado de los alimentos se ha llevado a cabo de forma incorrecta o no se ha dejado secar todo el tiempo que necesitaba, ya sea porque las condiciones climáticas de

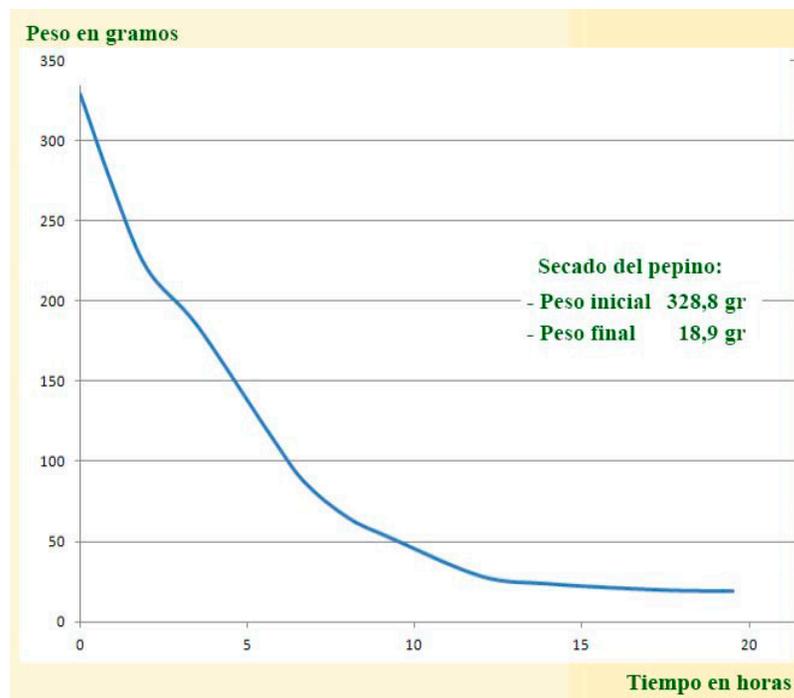
cada día son diferentes o por las características físicas y químicas de cada tipo de fruta y verdura.

En la *Gráfica 8*, se muestra el proceso de secado de la manzana. Al final del proceso el peso se estabiliza y casi no baja nada aunque se esté secando más horas. Datos extraídos de: Saiz Jiménez, J. A. y Cornejo Royo, L. (2014)



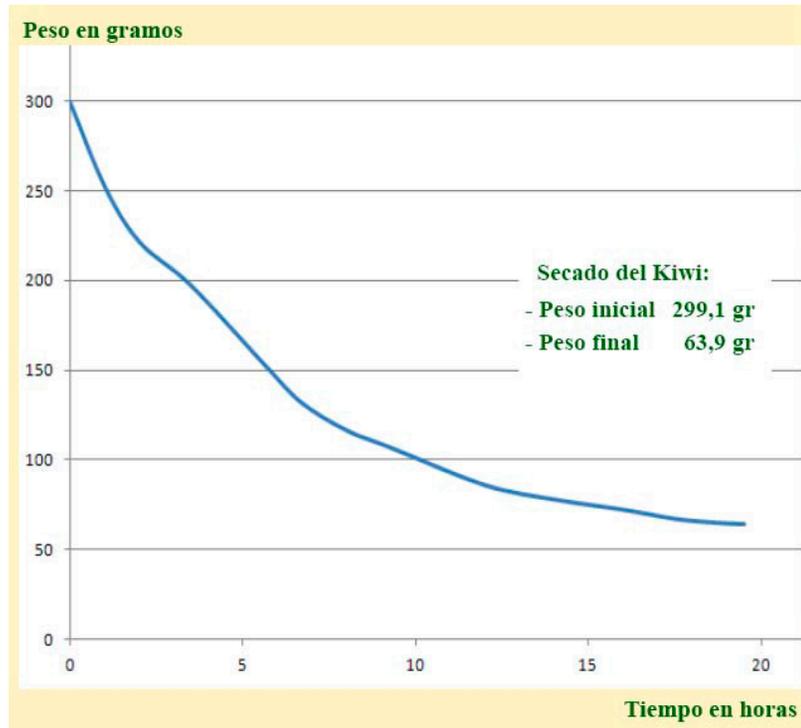
*Gráfica 8. Gráfica de secado de la manzana*

Proceso de secado de pepino. Al final del proceso el peso se estabiliza y casi no baja nada aunque se esté secando más horas.



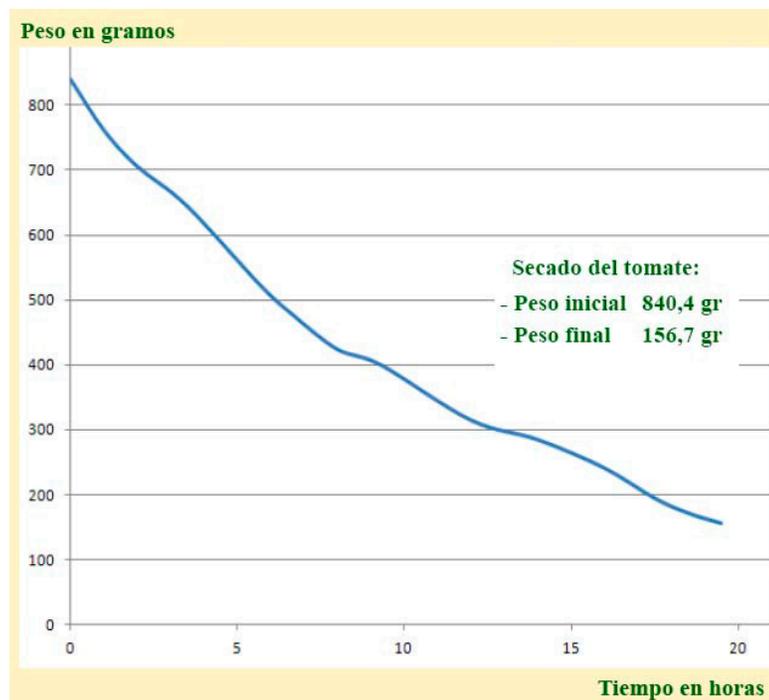
*Gráfica 9. Gráfica de secado del pepino*

Proceso de secado de kiwi. Todavía se podía haber secado un poco más, puesto que el final de la curva no es tan estable como en los dos casos anteriores.



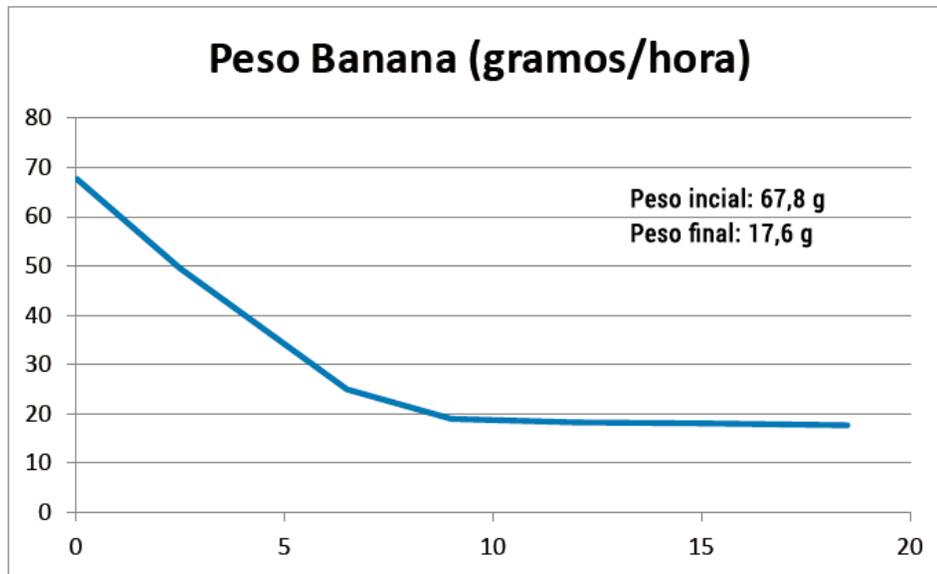
Gráfica 10. Gráfica de secado del kiwi

Proceso de secado de tomate. El final de proceso no se ha estabilizado. El secado se ha realizado de forma incorrecta. El alimento no queda estable y se acaba deteriorando.

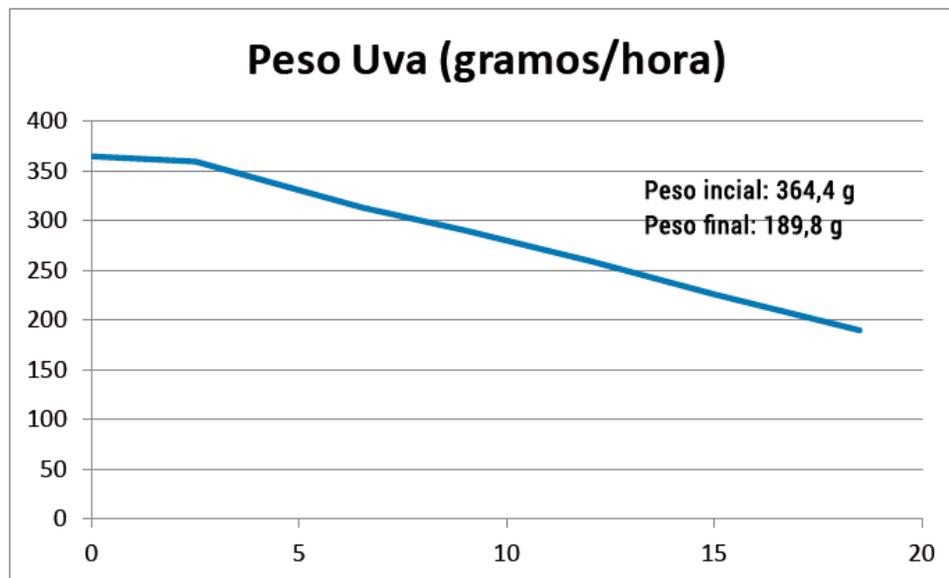


Gráfica 11. Gráfica de secado del tomate

A continuación, se muestran las gráficas del peso con el paso de las horas de los distintos alimentos estudiados en el testeo realizado en la Universidad Politécnica de Valencia los días 30 de Junio y 1 de Julio de 2016 con el deshidratador por rediseñar.

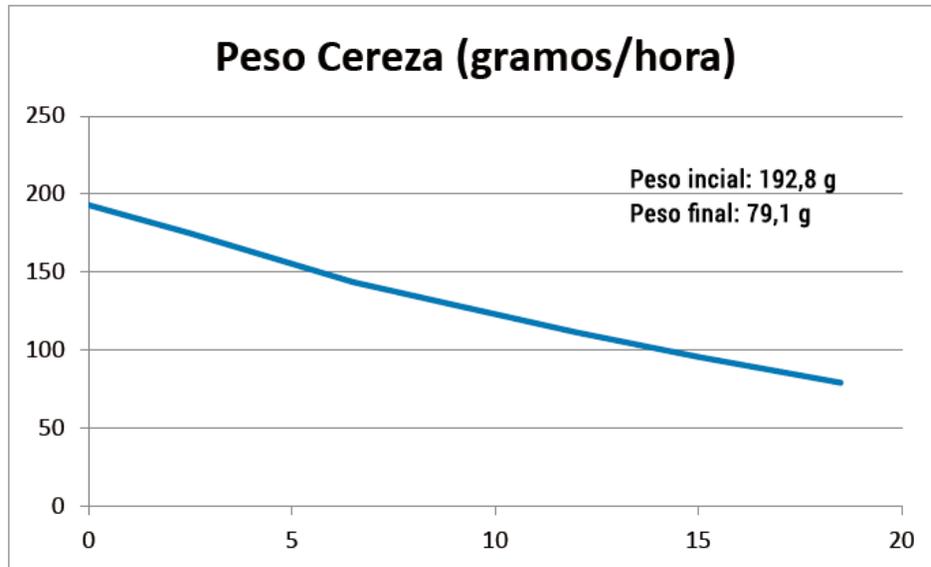


Gráfica 12. Curva de la banana

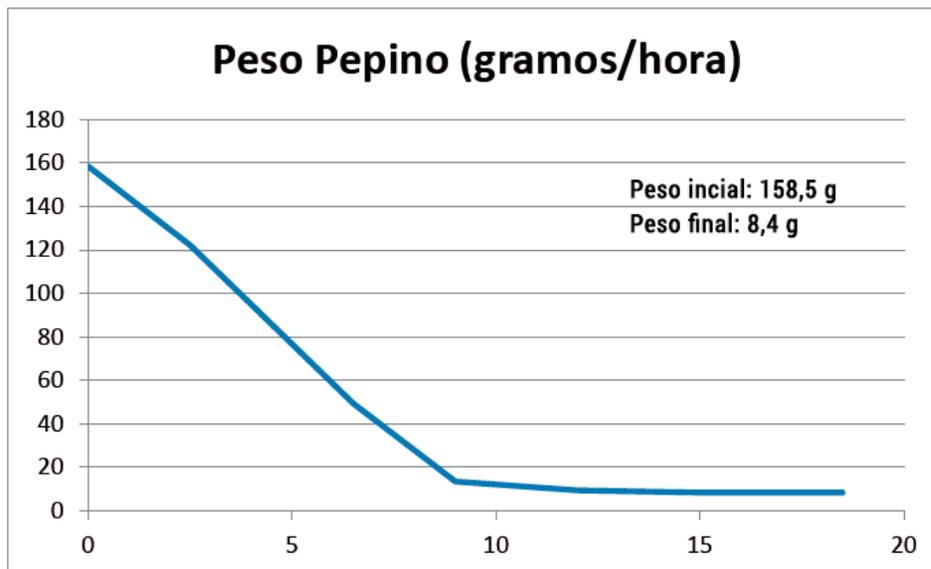


Gráfica 13. Curva de la uva

Se observa en las gráficas que la banana a partir de las 10 horas de secado entra en una fase estable en la que ya no pierde apenas peso, lo que indica que esta seca. Sin embargo, la gráfica de la uva muestra una curva que todavía no ha comenzado a estabilizarse, por lo tanto esto indica que todavía necesitaría más horas de secado además de replantearse el tamaño de corte.

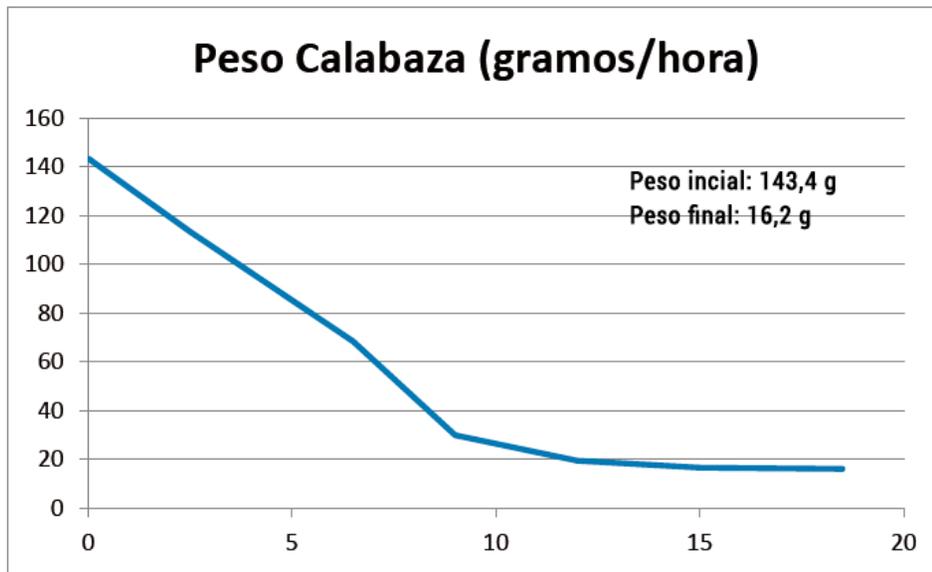


Gráfica 14. Curva de la cereza

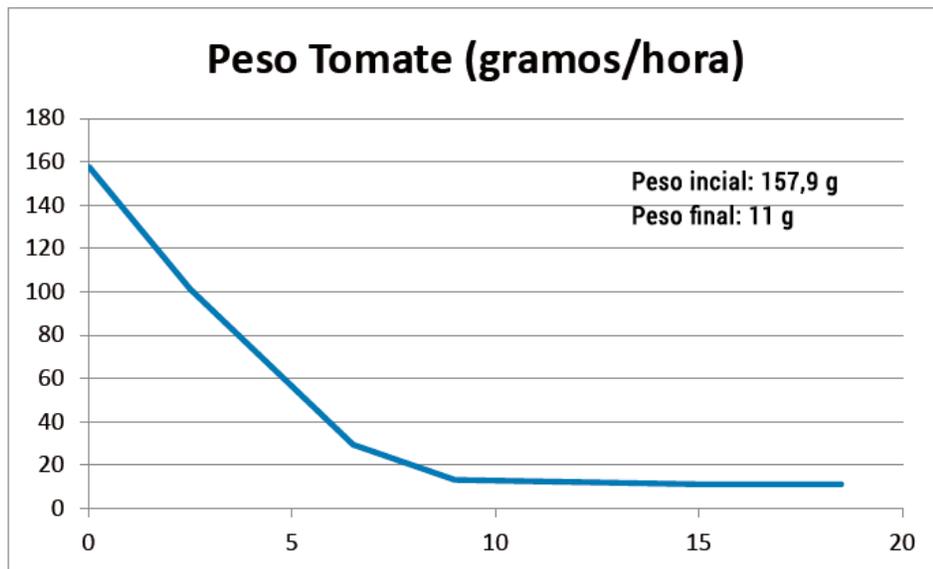


Gráfica 15. Curva de la pepino

Al igual que la uva, la curva de la cereza muestra que todavía no se ha estabilizado. El pepino a partir de las 10 horas ya entra en una fase en la que se considera seco.

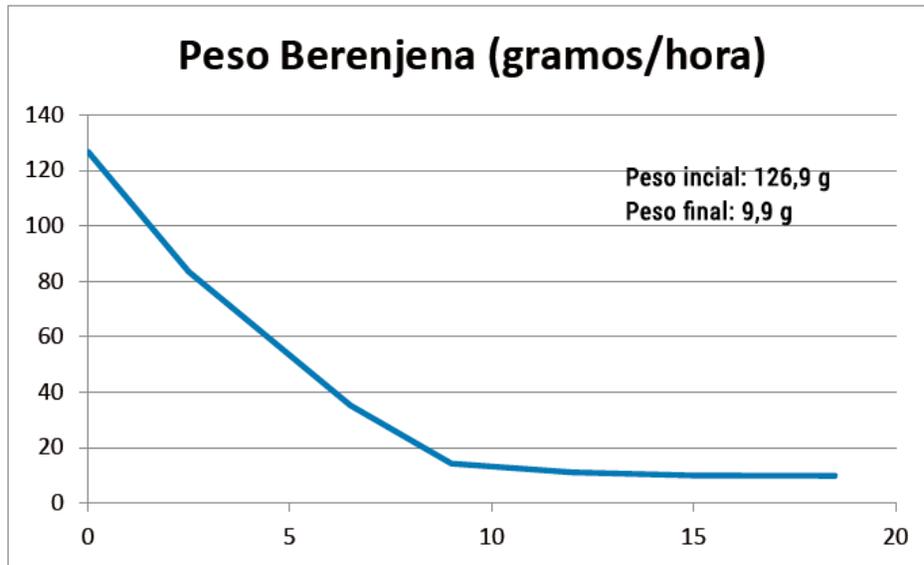


Gráfica 16. Curva de la calabaza

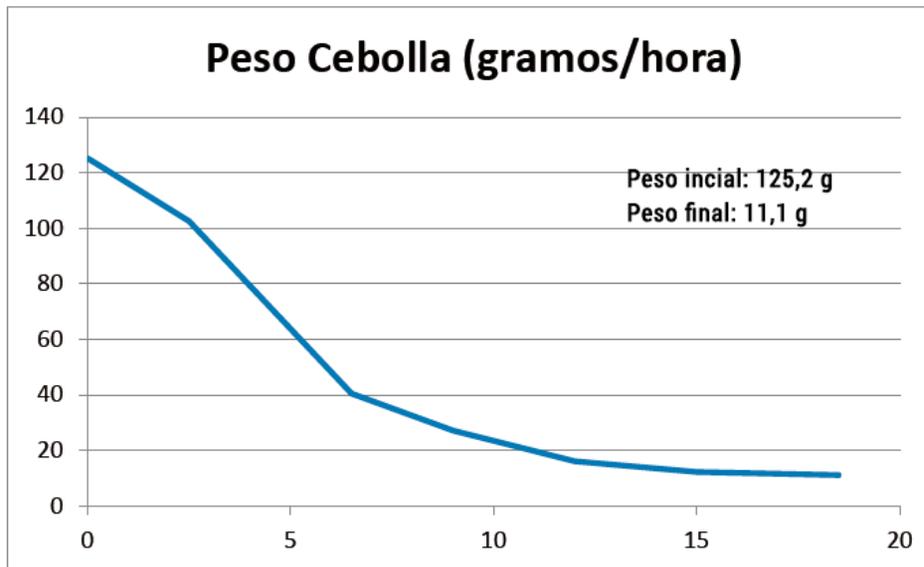


Gráfica 17. Curva del tomate

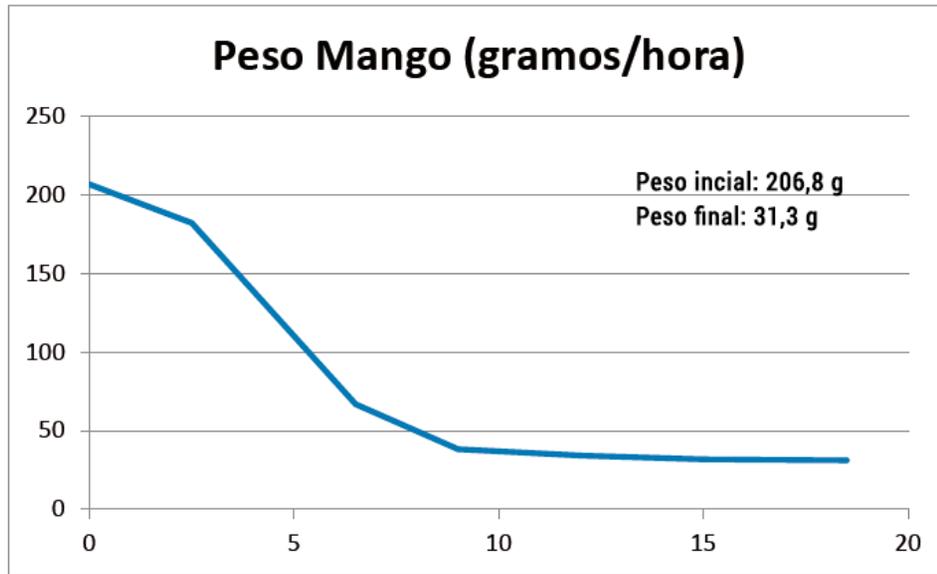
Tanto el tomate como la calabaza consiguieron estabilizarse hasta estar secos, aunque a la calabaza le llevó más tiempo.



Gráfica 18. Curva de la berenjena



Gráfica 19. Curva de la cebolla



Gráfica 20. Curva del mango

Por último, la berenjena, cebolla y mango muestran unos resultados estables que determinan que ya se encuentran secos a partir de las 10-15 horas.

Como se ha podido apreciar en todas las gráficas, durante las primeras horas de secado la curva no es todo lo vertical que debería y esto se debe a las condiciones climáticas de ese día, ya que las primeras horas de la mañana estaba nublado y llovió durante unos 15 minutos.

A pesar de todo, a excepción de la uva y la cereza todos los productos se consiguieron deshidratar, por lo que se entiende que el equipo es eficiente aún en condiciones climatológicas adversas. El deshidratador no se había testado en malas condiciones ambientales, de modo que el estudio realizado tiene un valor importante en tanto en cuanto que queda demostrada su utilidad en un gran rango de condiciones ambientales, tanto soleadas, como lluviosas y nubladas.

Estos son los datos de actividad del agua obtenidos:

Calabaza 56 %  
 Berenjena 57 %  
 Banana 56 %  
 Tomate 56 %  
 Cebolla 55 %  
 Mango 57 %  
 Pepino 57 %

Todos se encuentran por debajo del 60%, es decir, se encuentran estables. Sin embargo, la cereza y la uva debido a que no se llegaron a secar adecuadamente, con el paso de los días empezaron a pudrirse.

## 2.2.5 Mejoras de cara a darle un valor añadido

Una vez analizadas las características y cada una de las partes del deshidratador, se han detectado un serie de puntos a optimizar que mejorarían el rendimiento del equipo y facilitarían su uso.

Por lo tanto, a continuación se nombran los puntos débiles del deshidratador solar.

### Puntos a mejorar

1. La rejilla del colector por donde entra el aire del exterior ya que cuando hay ráfagas de viento permite su paso al interior del equipo. Esto provoca una bajada instantánea de la temperatura del aire del interior, lo cual es desfavorable para el proceso.

2. Para lograr la máxima efectividad de secado en una jornada, el equipo debe ser movido siguiendo la trayectoria del sol, esto obliga a estar continuamente pendiente del proceso.

3. El hecho de que el equipo esté construido con una estructura de madera y plásticos lo hace frágil lo que puede provocar que vuelque cuando hay viento.

4. La forma en la que se sujeta el plástico transparente de la parte posterior del deshidratador, mediante velcro, se ha comprobado que a altas temperaturas el adhesivo se despega y en algunos casos se ha tenido que sustituir por pequeñas puertas con bisagras.

5. En el momento del uso del equipo se le ha colocado una mesa en la parte posterior para utilizarla como apoyo en el manipulado de los alimentos o los aparatos de medida.

6. El transporte del equipo es aparatoso ya que se tiene que llevar a pulso.

### Posibles soluciones

1. Colocando una doble pared en la rejilla del colector y haciendo de este modo que el aire tenga que sortear la doble pared hasta llegar al interior del colector.

2. Añadir un mecanismo de giro o poner ruedas al equipo para facilitar el giro de este.

3. Habilitar una zona del deshidratador para poder colocar un contrapeso o modificar la estructura de forma que imposibilite el vuelco.

4. Cambiar el modo de sujeción del velcro o diseñar unas puertas que cumplan con la función y no supongan un coste añadido a la construcción del deshidratador.

5. Añadir un soporte o una zona de apoyo al equipo para que evite tener que colocar una mesa externa cada vez que se precise. Posibilidad de que la zona de apoyo sea abatible para que no ocupe espacio ni sea un estorbo.

6. Dotar de ruedas o diseñar un modo de transporte que lo haga sencillo y no suponga ningún esfuerzo.

## 2.2.6 Conclusiones previas

Por lo tanto, vistos los puntos a mejorar, se intentará tenerlos en cuenta en el rediseño del deshidratador de alimentos para conseguir un equipo lo más efectivo posible.

Para ello, se hará un esfuerzo por incluir las mejoras comentadas anteriormente siempre y cuando estas no afecten negativamente a la forma de construcción y los costes y suponga una mejora en el rendimiento del deshidratador.

Se buscará mejorar el proceso de secado, para conseguir unos resultados mejores a los obtenidos, reduciendo el tiempo o aumentando la cantidad de producto o de modo que mejore las prestaciones del actual.

Además, como se ha nombrado en puntos anteriores, debido a que la finalidad del deshidratador es ser construido y utilizado en países en vías de desarrollo, en este caso, Burkina Faso, un país de África Occidental, éste no será un producto industrial, sino que será un producto sencillo de montar, con poca complejidad y que utilice los materiales mínimos posibles, los cuales se puedan encontrar con facilidad en este tipo de países.

Es decir, se realizará desde el enfoque de las capacidades propias para el desarrollo local y mediante un trabajo de diseño participativo (Hussain, S., Sanders, E. B.-N., & Steinert, M., 2012).

Por lo tanto, se trata de un proyecto enfocado a una dinámica "*Do it yourself*", es decir, se pretenderá diseñar un producto a partir del actual, aportándole una serie de mejoras y desarrollarlo de forma que, elaborando una simple guía o manual, se pueda construir en países en vías de desarrollo por usuarios tales como los habitantes de la zona o los ayudantes voluntarios.

## 2.2.7 Pre-briefing

Después de las conclusiones extraídas, se procede a elaborar un briefing inicial de carácter general.

Por lo tanto, el deshidratador solar se rediseñará pensando en utilizar la mínima cantidad de material posible para evitar un coste elevado.

Se priorizará la sencillez tanto de su construcción como de su uso y para ello, dispondrá de una serie de instrucciones precisas y simples.

Estará destinado a todos los públicos, desde los más pequeños a los más mayores podrán hacer uso de él.

Sus cambios estarán destinados a la mejora de la características actuales del deshidratador, consiguiendo mejores resultados en el secado de los alimentos y mayores comodidades en su uso.







**REQUERIMIENTOS  
INICIALES**

### **3. Requerimientos iniciales - Briefing**

Una vez realizado el estudio exhaustivo de los deshidratadores, sus distintas tipologías, los existentes y el deshidratador actual, se tiene suficiente información para establecer un briefing inicial en el cual se establecen los puntos de partida más relevantes para llevar a cabo el rediseño del deshidratador solar de alimentos.

### Localización:

- Burkina Faso, África.

### Requerimientos del deshidratador solar:

- Material barato y fácil de encontrar en la zona en la que se va a construir.
- Uniones sencillas.
- Colector de mayor tamaño que la zona de secado, para una mayor corriente de aire.
- Ángulo de inclinación del colector entre 10 y 15 grados.
- Ejecución sencilla, mano de obra no cualificada.
- Fácil de manipular.
- Posibilidad de captación de radiación durante todas las horas sin necesidad de ser movido.
- Acceso cómodo a los alimentos.
- Aislamiento total de los productos durante el secado.
- Respeto de las condiciones higiénicas.
- Zona de preparación del alimento.
- Habilitar una zona para la colocación de un contrapeso.
- Evitar la entrada de ráfagas de aire.
- Carácter "*Do it yourself*".
- Elaboración de un manual de montaje.

### Usuarios (Construcción y uso):

- Población de 15 a 70 años.

### Objetivos:

- Conservación de las cosechas.
- Elaboración de harinas con los alimentos secos mediante los cuales preparar papillas para reducir la desnutrición infantil.

### Palabras Clave:

- Simplicidad
- Eficiencia
- Duradero
- Versátil
- Intuitivo





**DESARROLLO  
CONCEPTUAL**

## 4. Desarrollo conceptual

A continuación se lleva a cabo el desarrollo conceptual del proyecto, es la fase más temprana del diseño y consiste en hacerse las preguntas correctas y dar respuestas creativas, utilizar métodos creativos y elaborar estrategias para conseguir un producto eficiente, mejorado y que cumpla con sus expectativas.

### 4.1 Moodboards y mapa conceptual



Figura 147. Moodboard Deshidratadores solares

Para empezar, se ha realizado una serie de *Moodboards*. Los *Moodboards* son un *collage* de imágenes, objetos, textos, etc. Estas composiciones se utilizan como herramienta de inspiración para un proyecto, ayudan a aclarar ideas y hacer conexiones entre ellas de un solo vistazo. Estos pueden ser abstractos, es decir, que simplemente añadan un color, un paisaje, un detalle, etc. pero que sirva de inspiración para el diseño de nuestro proyecto.

Se han realizado composiciones de deshidratadores solares, eléctricos y de estructuras que pueden resultar interesantes.



Figura 148. Moodboard Deshidratadores eléctricos

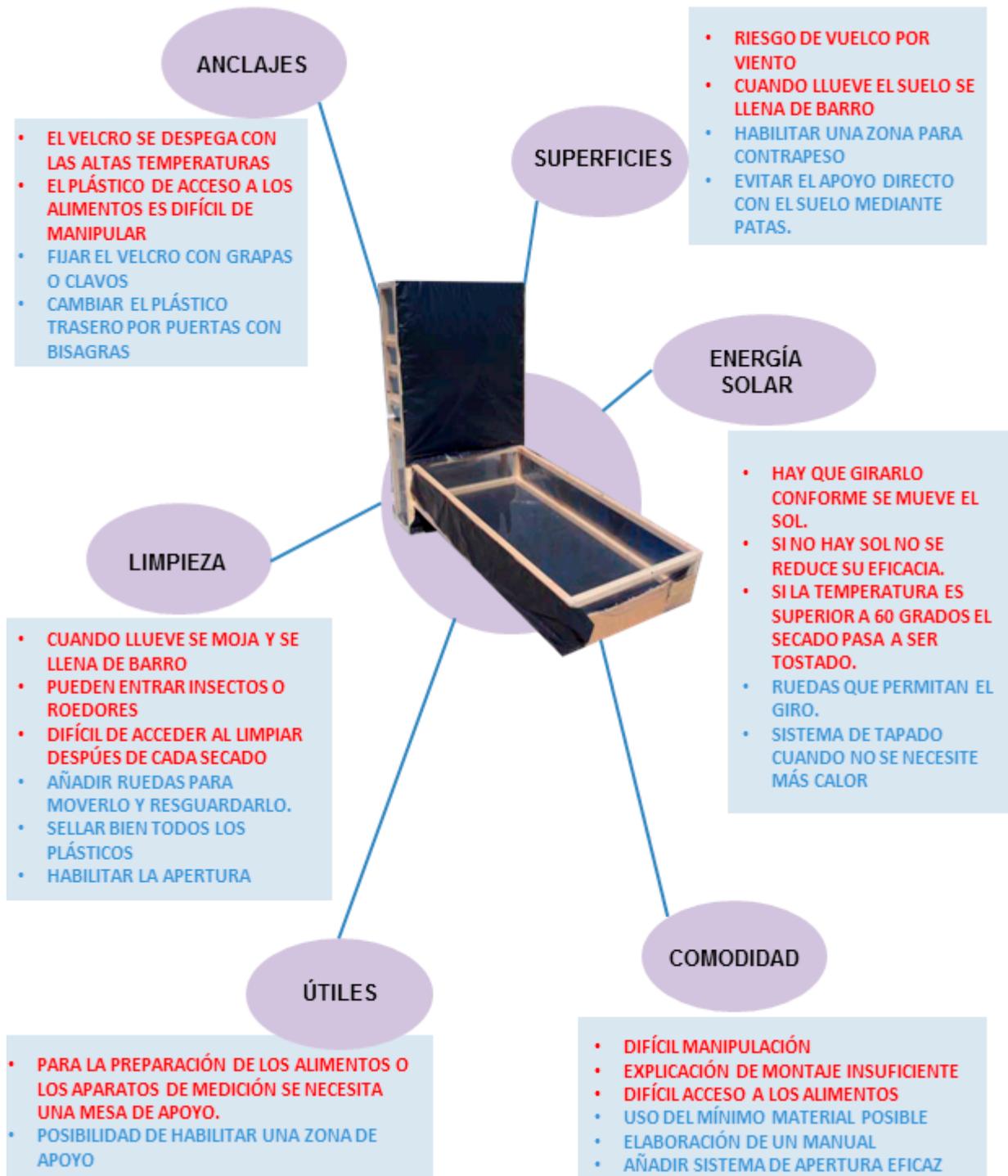
Tanto con la composición de los deshidratadores solares, artesanos e industriales, como con los deshidratadores eléctricos, conseguimos con una sola mirada ver cómo se están construyendo actualmente los equipos, qué similitudes tienen en su estructura, la distribución de sus distintas partes (captación, área de secado, entrada y salida del aire), lo compactos que son, sus geometrías cilíndricas y de prisma, etc.

Esto nos permite trazar las primeras estrategias, que va a seguir nuestro proyecto, tales como su forma, distribución de sus partes o sus materiales.



Seguidamente, se ha creado un mapa conceptual a partir de problemas, necesidades y oportunidades detectadas en el deshidratador solar actual. Un mapa conceptual es un tipo de diagrama que suministra un “lenguaje visual” con el que se consiguen propuestas de ideas y soluciones a problemas encontrados.

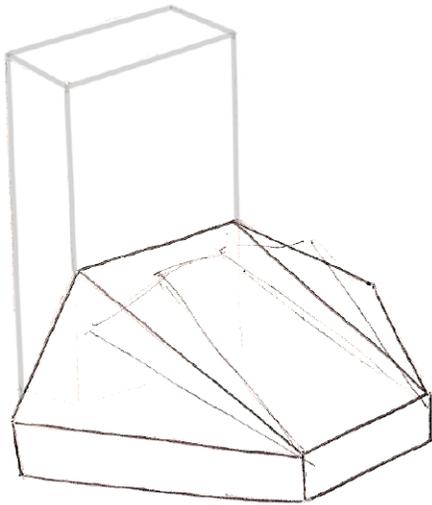
### MAPA CONCEPTUAL



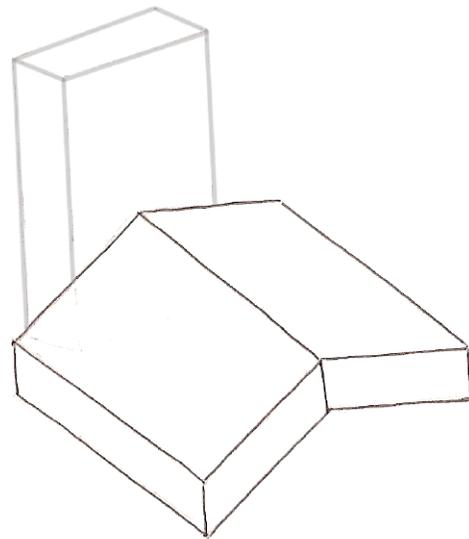
## 4.2 Bocetado

El paso siguiente es la elaboración de bocetos. Esta se realiza en el papel y con ella se busca dibujar tantas variantes como sea posible utilizando todo tipo de formas y trazos, para finalmente conseguir una selección de diseños que encajen con el briefing elaborado.

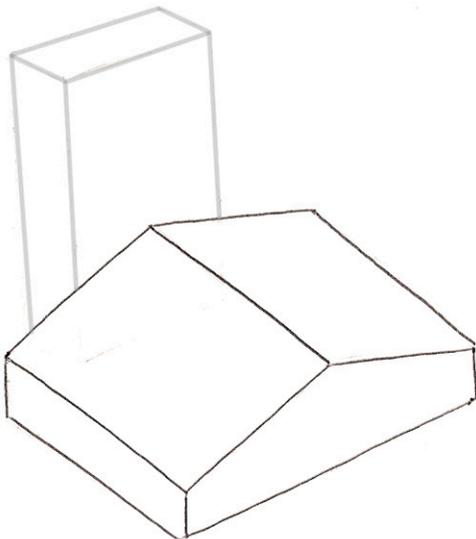
Puesto que el deshidratador consta de dos partes diferenciadas, como son el cuerpo donde se encuentran los alimentos a secar y el colector de radiación, se ha empezado dibujando distintos tipos de colectores.



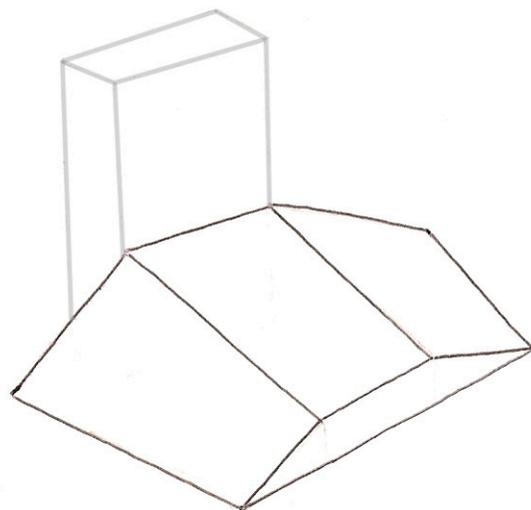
*Boceto 1*



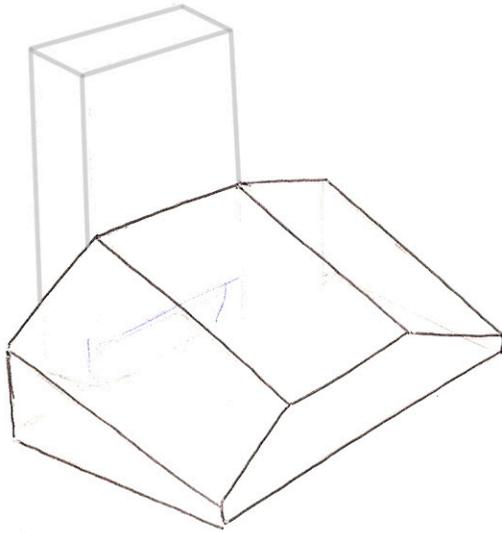
*Boceto 2*



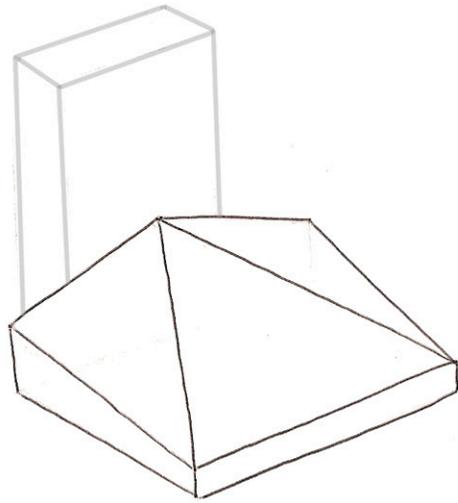
*Boceto 3*



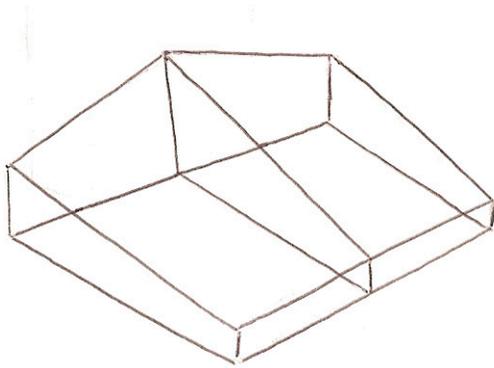
*Boceto 4*



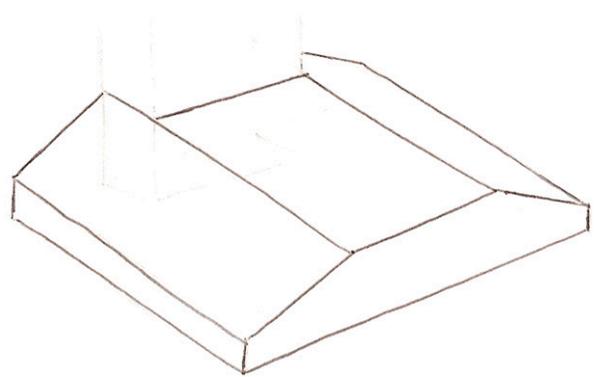
Boceto 5



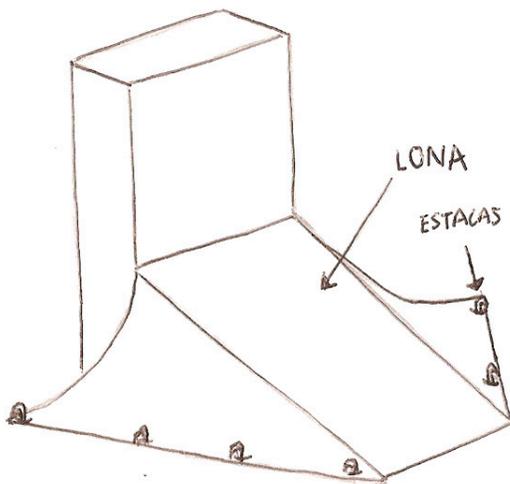
Boceto 6



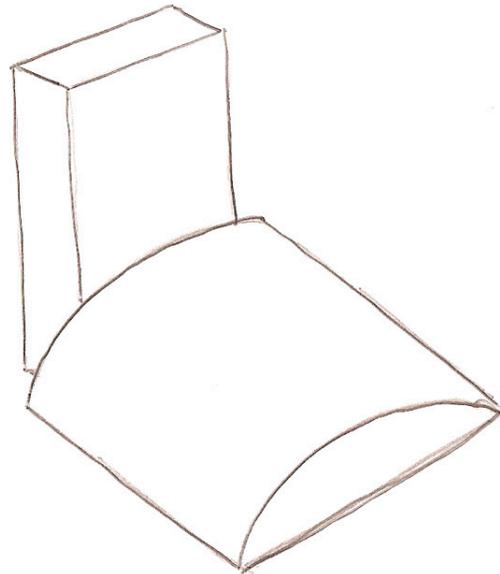
Boceto 7



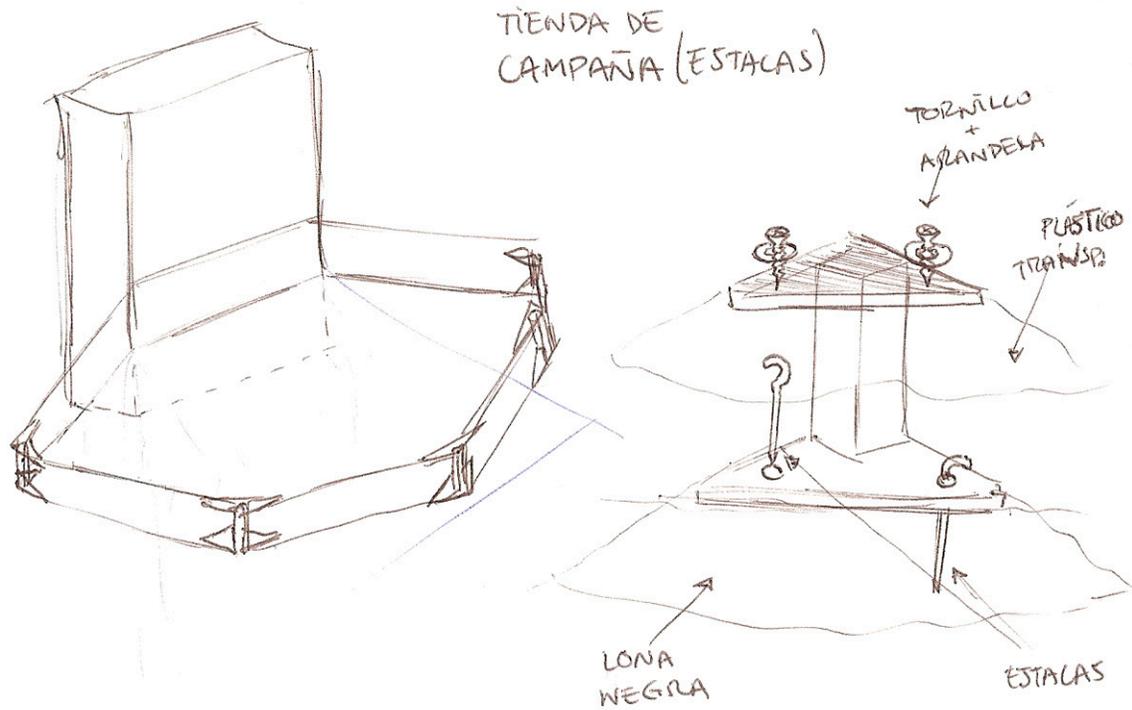
Boceto 8



Boceto 9

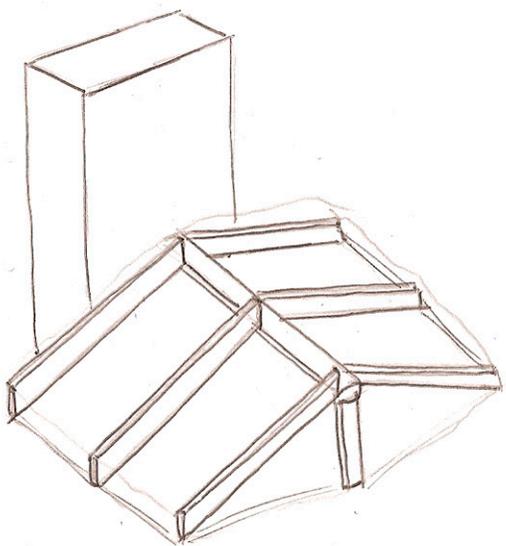


Boceto 10

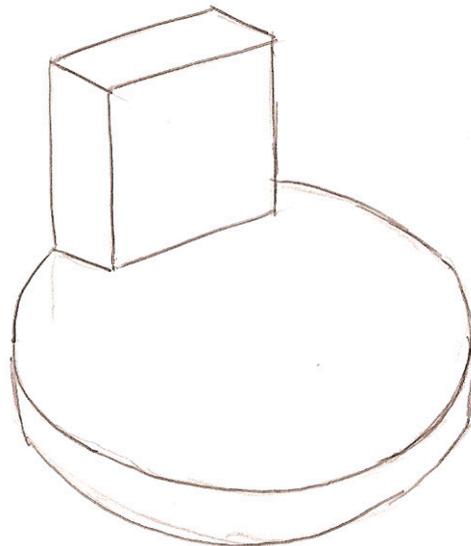


Boceto 11

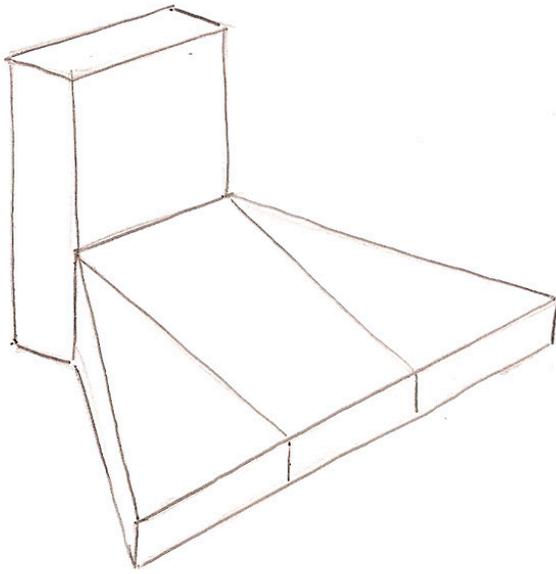
Como se aprecia, en los primeros bocetos se han probado distintas formas. En el *Boceto 11*, se pensó generar la estructura del colector utilizando unas escuadras de madera que se anclan al suelo y en las cuales irían fijados los plásticos.



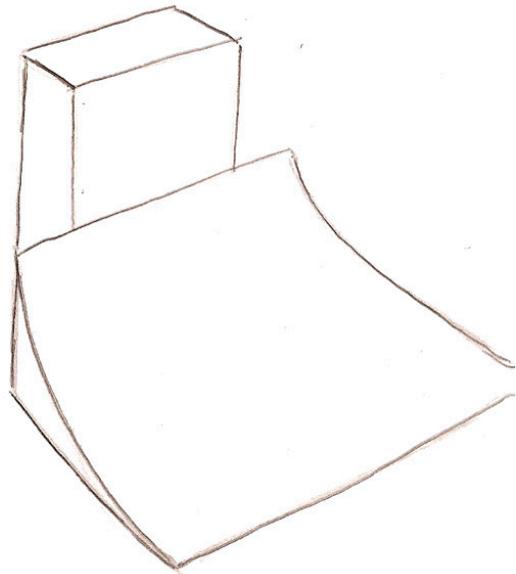
Boceto 12



Boceto 13

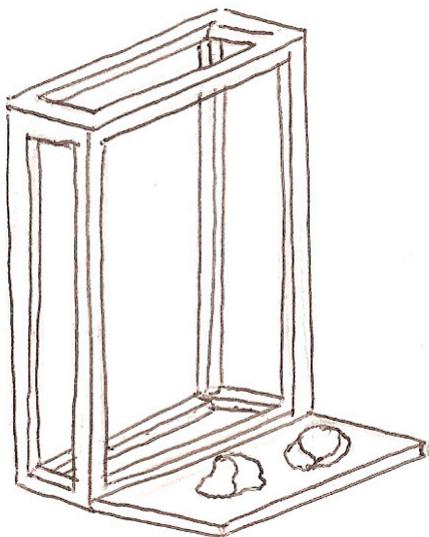


*Boceto 14*

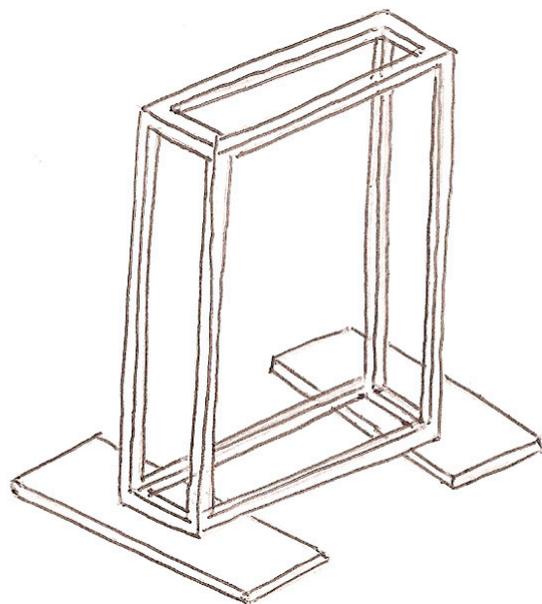


*Boceto 15*

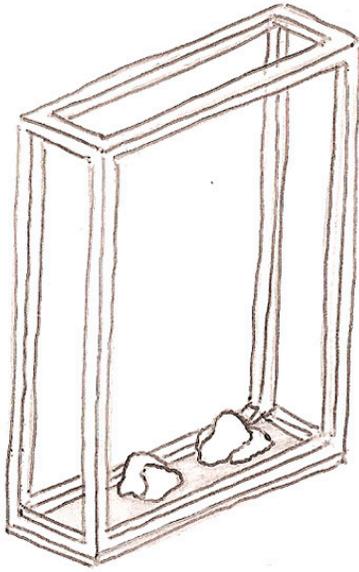
Seguidamente, se realizaron bocetos del área de secado, donde se añaden zonas para los contrapesos, puertas con bisagras y se prueban distintas estructuras.



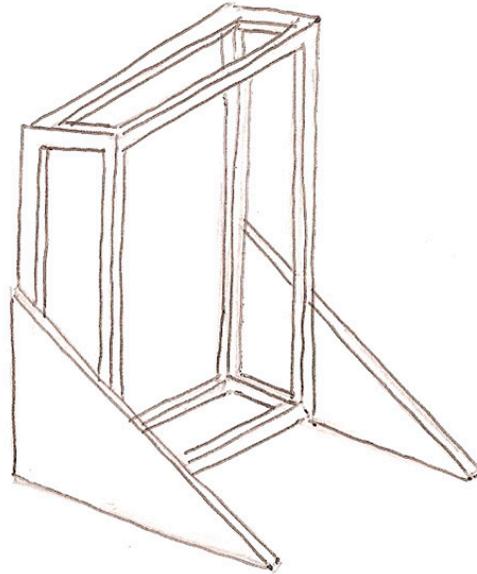
*Boceto 16*



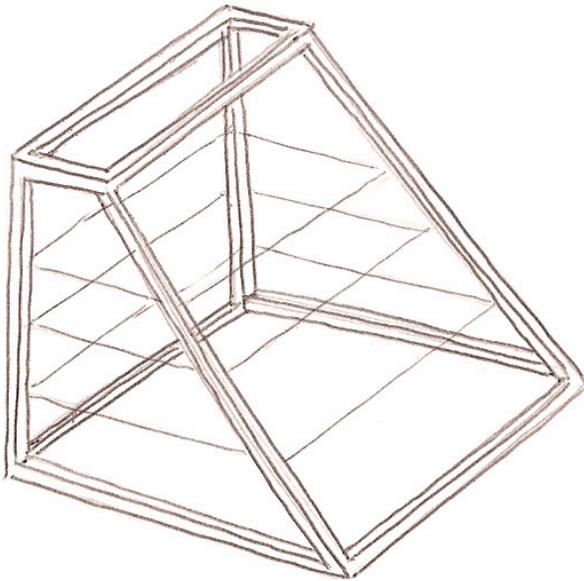
*Boceto 17*



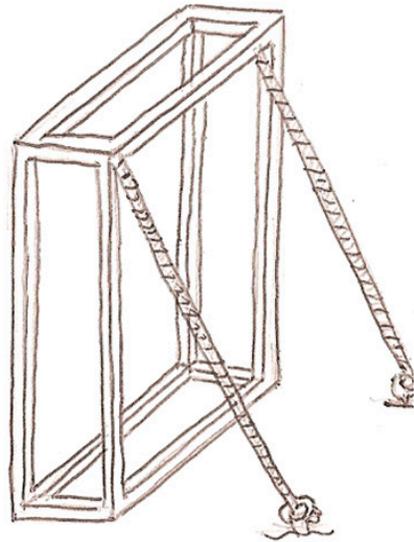
*Boceto 18*



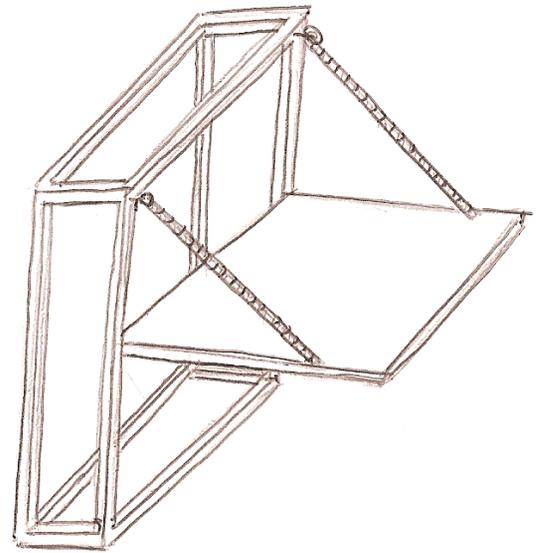
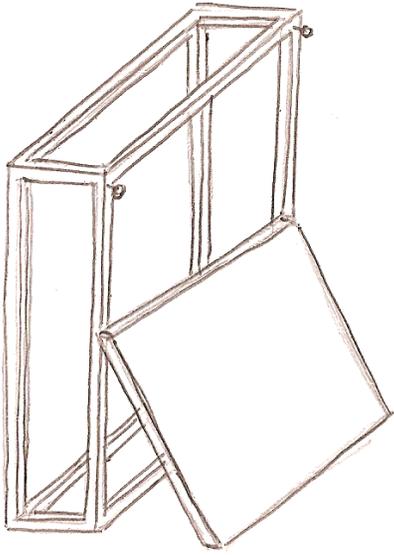
*Boceto 19*



*Boceto 20*

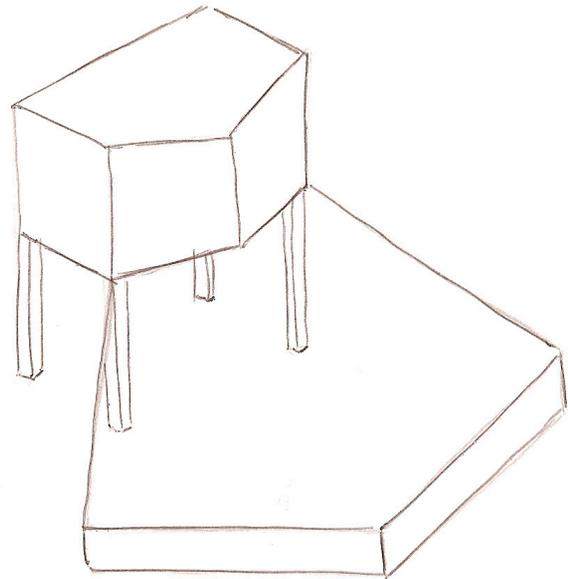
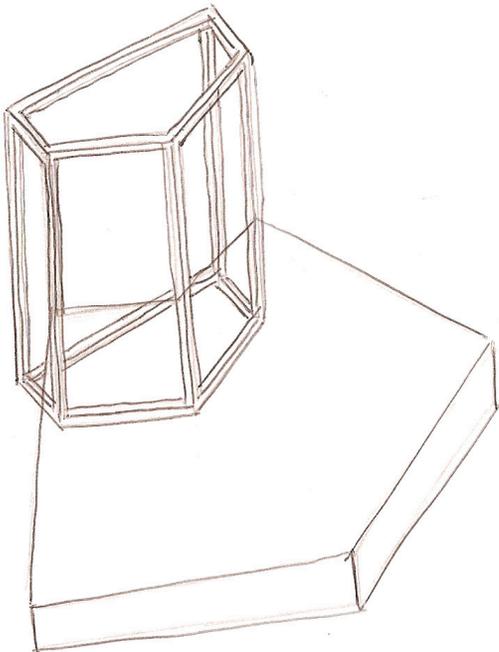


*Boceto 21*



*Boceto 22*

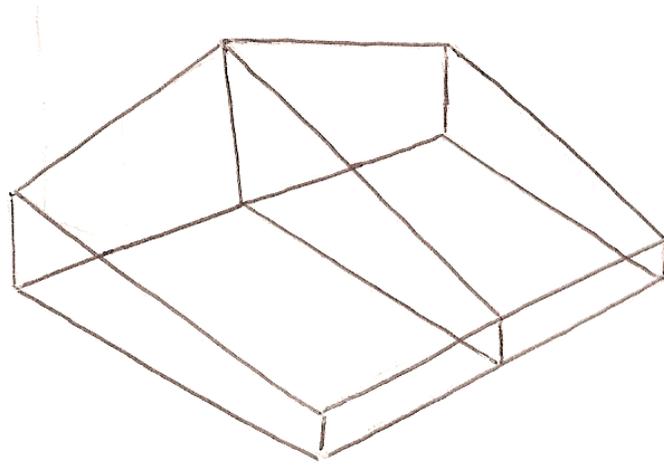
*Boceto 23*



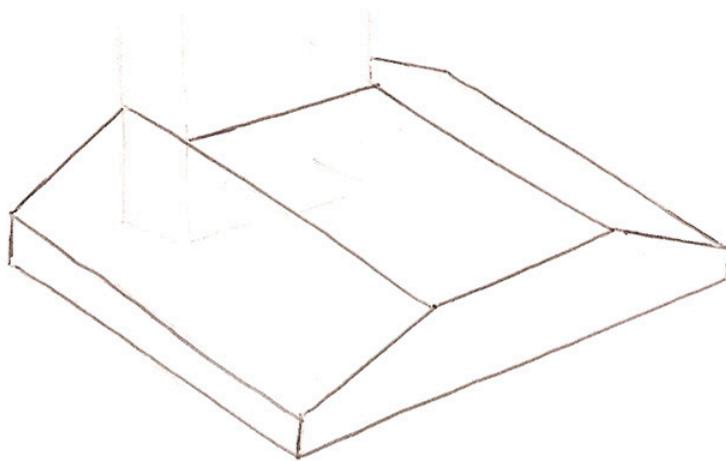
*Boceto 24*

*Boceto 25*

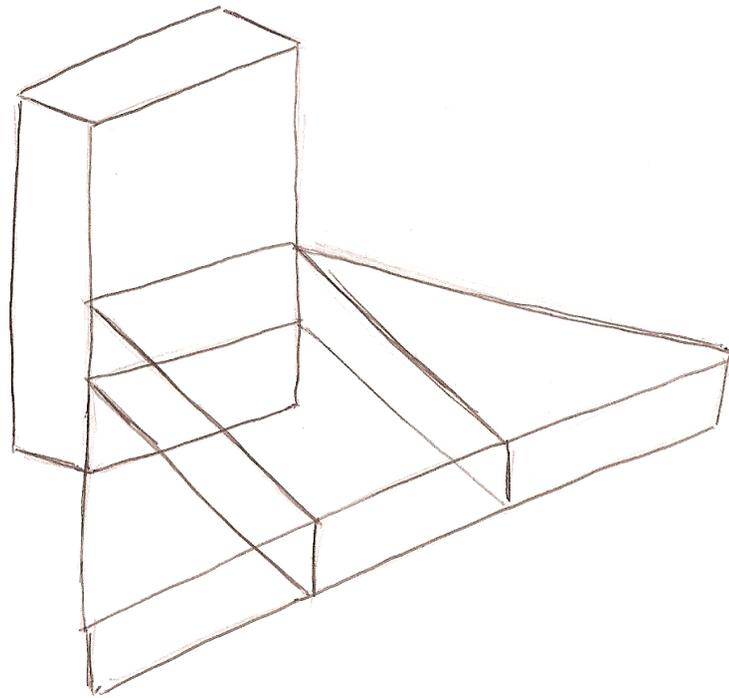
Después de haber realizado numerosos bocetos, se hace una primera selección de las estructuras de colectores solares que pueden ser más adecuadas o que suponen una mejora con respecto al colector del deshidratador actual. Los seleccionados son los siguientes:



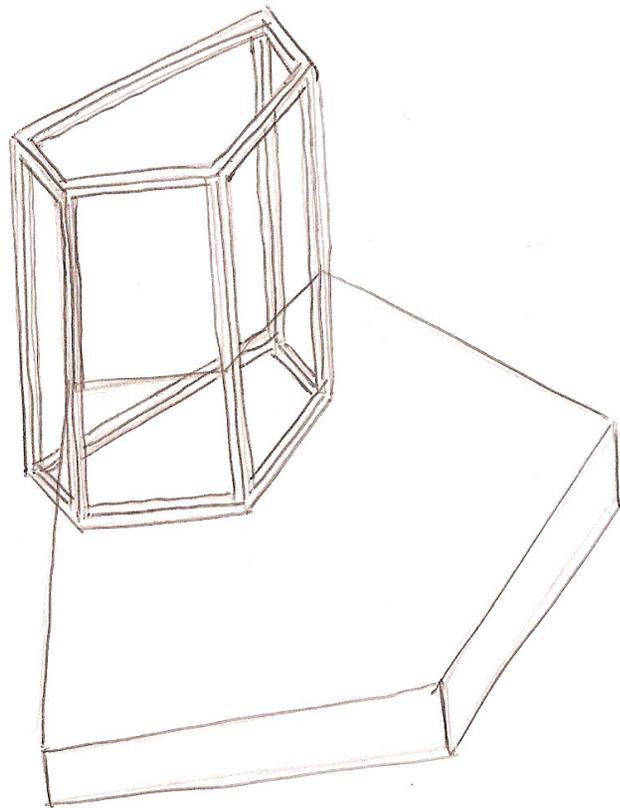
*Boceto 7*



*Boceto 8*



*Boceto 14*



*Boceto 24*

### 4.3 Matriz de valoración

Una vez realizada la selección de los colectores más adecuado, se siguen filtrando los diseños. Teniendo en cuenta los puntos del briefing, se valora que estructura es más afín a ellos. Para ello se ha elaborado una tabla donde se puntúa del 1 al 10 cada bocetos según su complejidad, cantidad de material requerido, captación solar y estabilidad. El que obtenga una mayor puntuación será el más adecuado.

CUADRO MORFOLÓGICO

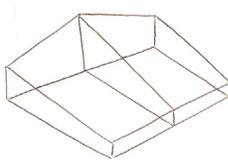
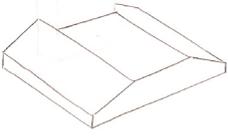
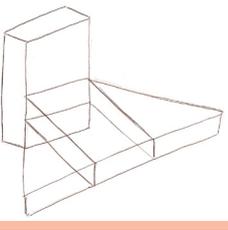
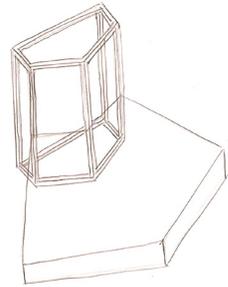
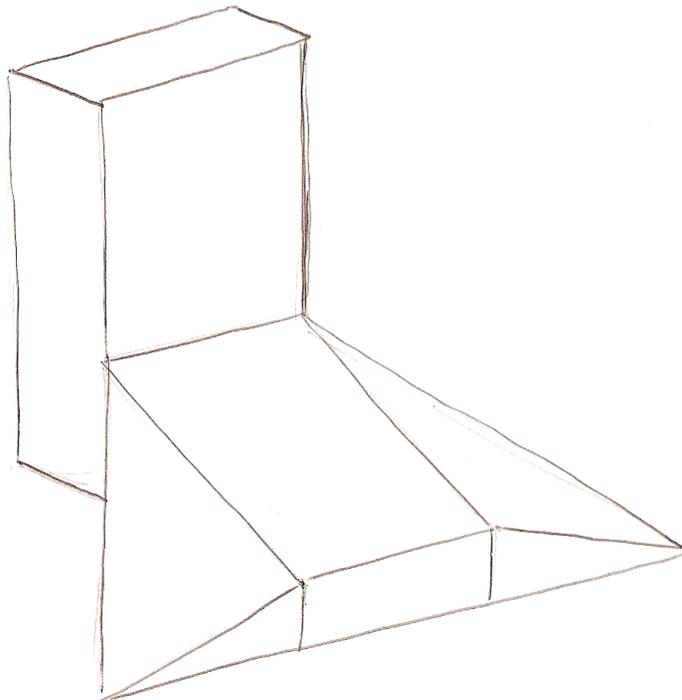
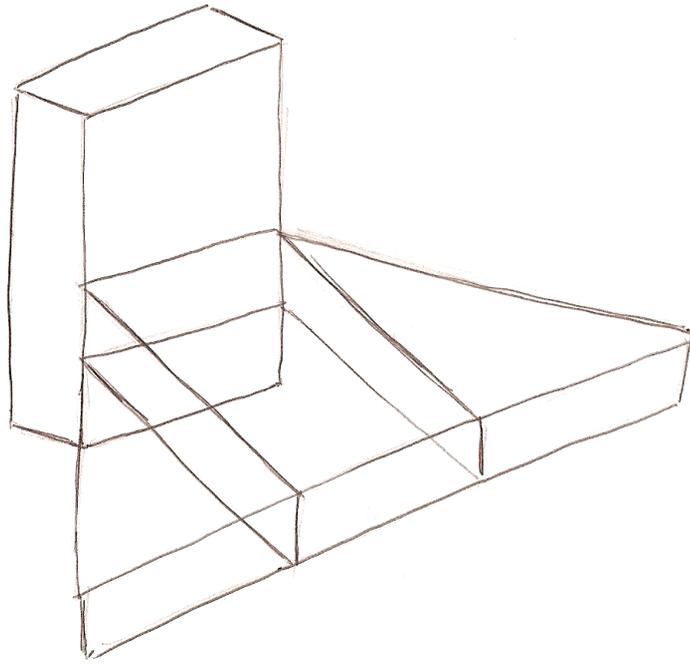
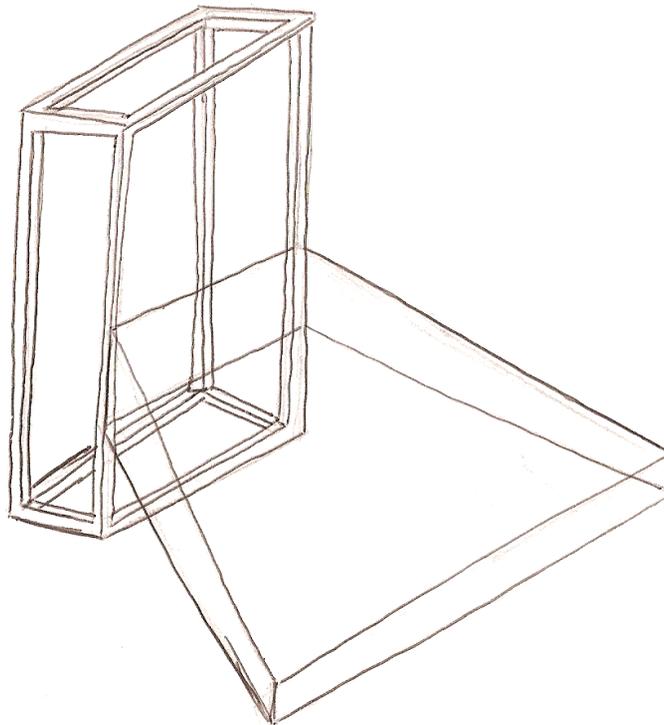
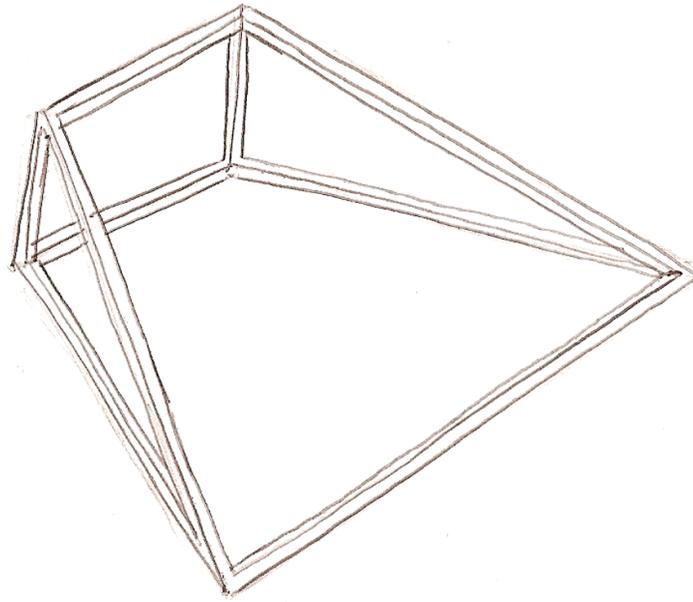
BOCETOS	POCA COMPLEJIDAD	MÍNIMA CANTIDAD DE MATERIAL	CAPTACIÓN SOLAR	ESTABLE	PUNTOS
	4	4	7	7	22
	2	3	8	7	20
	6	5	8	8	27
	2	2	9	9	22

Tabla 2. Cuadro morfológico

Observando la tabla se aprecia que el Boceto 14 es objetivamente el que más se adecua al briefing generado ya que ha obtenido la puntuación más alta. Seguidamente se examina y se define con mayor precisión la estructura escogida. Para esto se generan los últimos bocetos a fin de establecer el diseño final.



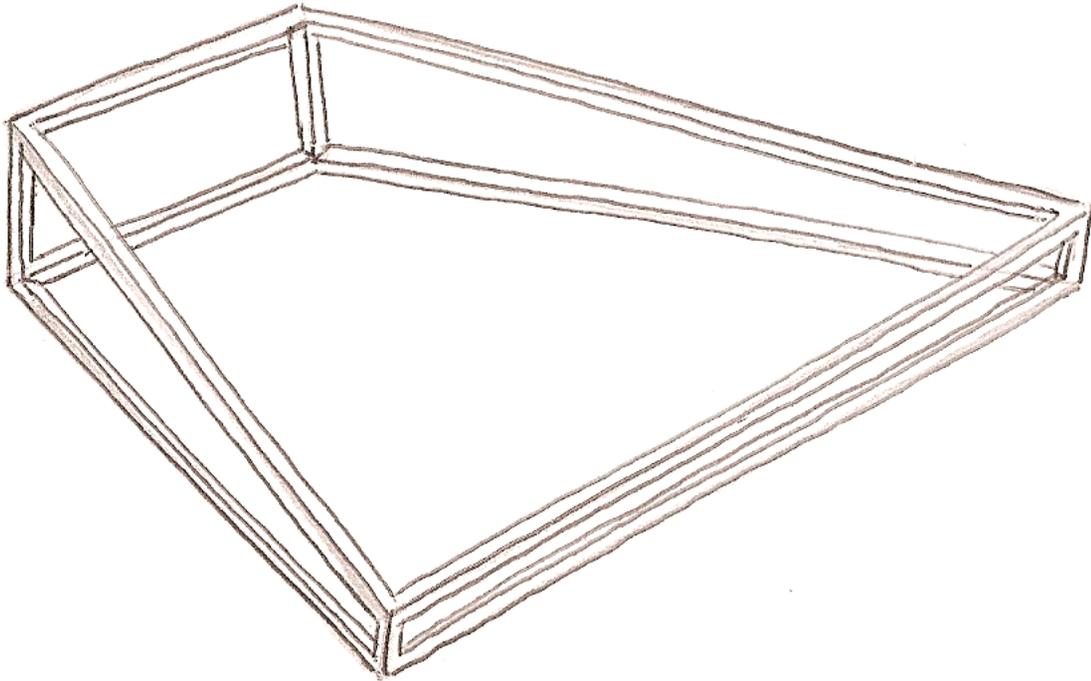
*Boceto 14 y 26*



*Boceto 27 y 28*

### Estructura final del colector

Finalmente, la estructura representada en el Boceto 29, será la estructura escogida del nuevo deshidratador solar. Después de todo el proceso, ésta es la estructura rediseñada con mayores mejoras, respetando los costes, complejidad y cantidad de material requerido para su construcción.



Boceto 29

#### ¿Qué mejoras se obtienen con dicha estructura?

- El área de captación solar ha sido ampliada más del doble de la anterior, por lo tanto, recibirá mayor radiación solar y se conseguirá calentar más aire y de forma más rápida. Además debido a su gran extensión no será necesario girar el deshidratador solar durante el secado.
- La cantidad de material empleado ha aumentado el mínimo posible con respecto al deshidratador actual. Simplemente se han alargado los listones de madera que lo forman. Por lo tanto, el coste no se verá notablemente aumentado.
- En cuanto al montaje, la complejidad es la misma. Únicamente cambia la forma en la que se tienen que cortar los listones de madera. A diferencia del anterior deshidratador algunos listones se tendrán que cortar en ángulo.
- Al duplicarse la parte frontal del colector se consigue mayor superficie de apoyo con el suelo. Por lo tanto se ha buscado que debería hacerse más estable a ráfagas de vientos
- Por último, la característica más importante que se consigue es su forma. Al tener la zona frontal mucho más grande que la posterior se consigue el llamado *Efecto Venturi*.

El *Efecto Venturi* consiste en un fenómeno en el que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor. El *Efecto Venturi* se explica por el *Principio de Bernoulli* y el *principio de continuidad de masa*. Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta tras atravesar esta sección.

Descubierto por Giovanni Battista Venturi de quien recibe su nombre.

Gracias a la forma de embudo, el aire que entra en el colector cuando se calienta tiende a elevarse, y por lo tanto tiende a pasar por la zona de menor sección del colector, que es la zona más elevada de este. En ese momento, lo que ocurre es una disminución de la presión y un aumento forzado de la velocidad del aire caliente. Este aire caliente con mayor velocidad entra en el cuerpo donde se encuentran los alimentos y lo que se consigue es un circuito constante de aire caliente con cierta velocidad que acelera el proceso de secado.



Figura 150. Representación gráfica del Efecto Venturi.

Por último, se ha realizado un cuadro morfológico con el cual se realiza una búsqueda de alternativas formales y visuales. Se han dispuesto en la tabla de abajo todas las opciones y alternativas que responden a las palabras clave: apertura, desplazamiento, colector y estabilidad. Con ella se efectúa una selección que determinará los ajustes finales del equipo. En este caso dicha selección la señala la línea roja.

APERTURA	DESPLAZAMIENTO	COLECTOR	ESTABILIDAD

Por lo tanto, la selección realizada es la siguiente: cuatro puertas de apertura, movilidad mediante un carro, colector con salientes y habilitar una zona donde colocar contrapesos sin añadir material.





## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## 5.1 Pliego de condiciones

A continuación se muestra el esquema del despiece total del deshidratador. Cada pieza ha sido numerada y nombrada con un código.

### 1. Deshidratador solar

#### 1.1 Subsistema 1: Cámara de secado (C)

##### 1.1.1 Conjunto 1: Estructura (CE)

- 1.1.1.1 Pieza 1 (2 ud.): Listón de madera (CEL1)
- 1.1.1.2 Pieza 2 (2 ud.): Listón de madera (CEL2)
- 1.1.1.3 Pieza 3 (9 ud.): Listón de madera (CEL3)
- 1.1.1.4 Pieza 4 (6 ud.): Listón de madera (CEL4)
- 1.1.1.5 Pieza 5 (8 ud.): Listón de madera (CEL5)
- 1.1.1.6 Pieza 6 (2 ud.): Listón de madera (CEL6)
- 1.1.1.7 Pieza 7 (2 ud.): Varilla (CEB1)
- 1.1.1.8 Pieza 8 (2 ud.): Rejilla (CER1)
- 1.1.1.9 Pieza 9 (16 ud.): Tornillo Tirafondo Tipo 1 (CET1)
- 1.1.1.10 Pieza 10 (22 ud.): Tornillo Tirafondo Tipo 2 (CET2)
- 1.1.1.11 Pieza 11 (2 ud.): Plástico Transparente (CEP1)
- 1.1.1.12 Pieza 12 (1 ud.): Plástico Negro (CEP2)
- 1.1.1.13 Pieza 13 (150 ud.): Grapas (CEG1)

##### 1.1.2 Conjunto 2: Bandejas (CB)

- 1.1.2.1 Pieza 14 (8 ud.): Listón de madera (CBL1)
- 1.1.2.2 Pieza 15 (8 ud.): Listón de madera (CBL2)
- 1.1.2.3 Pieza 16 (4 ud.): Rejilla (CBR1)
- 1.1.2.4 Pieza 10 (16 ud.): Tornillo tirafondo Tipo 2 (CBT1)
- 1.1.2.5 Pieza 13 (60 ud.): Grapas (CBG1)

##### 1.1.3 Conjunto 3: Puertas (CP)

- 1.1.3.1 Pieza 17 (8 ud.): Listón de madera (CPL1)
- 1.1.3.2 Pieza 18 (8 ud.): Listón de madera (CPL2)
- 1.1.3.3 Pieza 19 (4 ud.): Plástico Transparente (CPP1)
- 1.1.3.4 Pieza 20 (8 ud.): Bisagras (CPB1)
- 1.1.3.5 Pieza 10 (16 ud.): Tornillo tirafondo Tipo 2 (CPT1)
- 1.1.3.6 Pieza 13 (60 ud.): Grapas (CPG1)

#### 1.2 Subsistema 2: Colector (S)

##### 1.2.1 Conjunto 4: Estructura (SE)

- 1.2.1.1 Pieza 21 (2 ud.): Listón de madera (SEL1)
- 1.2.1.2 Pieza 22 (1 ud.): Listón de madera (SEL2)
- 1.2.1.3 Pieza 23 (1 ud.): Listón de madera (SEL3)
- 1.2.1.4 Pieza 24 (2 ud.): Listón de madera (SEL4)
- 1.2.1.5 Pieza 25 (2 ud.): Listón de madera (SEL5)
- 1.2.1.6 Pieza 26 (2 ud.): Listón de madera (SEL6)
- 1.2.1.7 Pieza 27 (2 ud.): Listón de madera (SEL7)
- 1.2.1.8 Pieza 28 (1 ud.): Lámina de DM (SEDM1)
- 1.2.1.9 Pieza 29 (1 ud.): Lámina de DM (SEDM2)
- 1.2.1.10 Pieza 30 (1 ud.): Rejilla (SER1)

- 1.2.1.11 Pieza 31 (1 ud.): Rejilla (SER2)
- 1.2.1.12 Pieza 32 (3 ud.): Plástico Transparente (SEP1)
- 1.2.1.13 Pieza 33 (3 ud.): Plástico Negro (SEP2)
- 1.2.1.14 Pieza 9 (16 ud.): Tornillo Tirafondo Tipo 1 (SET1)
- 1.2.1.15 Pieza 13 (150 ud.): Grapas (SEG1)

### 1.3 Subsistema 3: Carro (T)

#### 1.3.2.1 Conjunto 5: Estructura (TE)

- 1.3.1.1 Pieza 34 (1 ud.): Plancha de madera DM (TEB1)
- 1.3.1.2 Pieza 35 (4 ud.): Listón de madera, topes (TET1)
- 1.3.1.3 Pieza 36 (4 ud.): Ruedas (TER1)
- 1.3.1.4 Pieza 37 (6 ud.): Listón de madera, escuadras (TEE1)
- 1.3.1.5 Pieza 38 (4 ud.): Tornillo roscado (TES1)
- 1.3.1.6 Pieza 39 (8 ud.): Arandela (TEA1)
- 1.3.1.7 Pieza 40 (4 ud.): Tuerca (TEU1)
- 1.3.1.8 Pieza 10 (8 ud.): Tornillo Tirafondo Tipo 2 (TEC1)

## 1- DEFINICIÓN Y ALCANCE

El objeto del pliego es la definición de las condiciones técnicas para llevar a cabo la fabricación de un deshidratador solar de alimentos.

## 2- CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

Para el caso de un deshidratador solar de bajo coste para países emergentes no se ha definido normativa que determine las condiciones para su fabricación. Una vez estudiados y analizados los deshidratadores solares, eléctricos e industriales, podemos determinar las especificaciones a seguir como si se definiera la norma específica de un deshidratador solar. Por tanto, a continuación se enumeran los aspectos que se han considerado relevantes tanto a la hora de la fabricación (materiales), como en la manipulación de alimentos.

No obstante, las normas de carácter general que hemos consultado y que nos han permitido determinar los aspectos de nuestra propia normativa son las siguientes:

- UNE-EN 1927-2:2008/AC:2009 - Clasificación de calidad de la madera de coníferas. Parte 2: Pinos.
- UNE-CEN/TS 13130-14:2006 EX - Materiales y artículos en contacto con alimentos. Sustancias en materias plásticas sujetas a limitaciones.
- UNE-EN ISO 877-1:2011 - Plásticos. Métodos de exposición a la radiación solar.
- UNE 17047:1971 - Grapas para embalajes.
- Reglamento (CE) 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios.

## 3- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El conjunto de materiales que se van a emplear para la realización del deshidratador solar son:

- madera como estructura portante del deshidratador
- plástico transparente

- plástico negro opaco
- plástico transparente
- rejilla plástica
- grapas
- tornillos tirafondos
- bisagras
- pinzas

3.1 Listón de madera. Pieza 1: CEL1, pieza 2: CEL2, pieza 3: CEL3, pieza 4: CEL4, pieza 5: CEL5, pieza 6: CEL6, pieza 14: CBL1, pieza 15: CBL2, pieza 18: CPL1, pieza 18: CPL2, pieza 21: SEL1, pieza 22: SEL2, pieza 23: SEL3, pieza 24: SEL4, pieza 25: SEL5, pieza 6: SEL6, pieza 27: SEL7 . Dimensiones reflejadas en el plano nº1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 31.

#### 3.1.1 Materiales

Madera de Abeto

#### 3.1.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Aserrado, cepillado, lijado

#### 3.1.3 Proceso de fabricación de la pieza

Corte en ángulo, lijado, taladrado.

#### 3.1.4 Características técnicas

Fibra: recta

Grano: fino

Nudos pequeños, aislados y abundantes

Densidad: 460 kg/m<sup>3</sup>

Dureza: 1,5

Madera blanda

Resistencia a la flexión: 710 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a la compresión: 450 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a la tracción: 650 kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad: 110000 kg/cm<sup>2</sup>

3.2 Varilla. Pieza 7: CEB1 Dimensiones reflejadas en el plano nº 7

#### 3.2.1 Materiales

Acero inoxidable

#### 3.2.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Extrusión y tratamiento térmico

#### 3.2.3 Proceso de fabricación de la pieza

Corte y limado

### 3.2.4 Características técnicas

Límite Elástico (MPa):	450
Resistencia a la tracción (MPa):	620
Alargamiento (%):	36
Impacto Charpy V (J):	
+20°C	110
-60°C	90
-196°C	60

3.3 Rejilla. Pieza 8: CER1, pieza 16: CEBR1, pieza 30: SER1, pieza 31: SER2. Dimensiones reflejadas en el plano nº 8, 13, 26 y 27.

#### 3.3.1 Materiales

Polietileno de alta densidad

#### 3.3.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Extrusión, microperforado y estirado.

#### 3.3.3 Proceso de fabricación de la pieza

Corte

#### 3.3.4 Características técnicas

Módulo elástico E (N/mm <sup>2</sup> ):	1000
Coefficiente de fricción:	0,29
Módulo de tracción (GPa):	0,5-1,2
Relación de Poisson:	0,46
Resistencia a tracción (MPa):	15-40
Esfuerzo de rotura (N/mm <sup>2</sup> ):	20-30
Elongación a ruptura (%):	12

3.4 Tornillo Tirafondo tipo 1 de métrica 6, 3x80 mm y tipo 2 de métrica 6, 3x40 mm. Pieza 9: CET1 y SET1, pieza 10: CET2, CBT1 y CPT1.

#### 3.4.1 Materiales

Acero inoxidable

#### 3.4.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Corte, estampación en frío, roscado, tratamiento térmico y zincado

#### 3.4.3 Características técnicas

Dureza Rockwell, (HR):	95
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> ):	640
Resistencia a la tracción (N/mm <sup>2</sup> ):	400
Alargamiento (%):	32
Resistencia al impacto (J):	30

3.5 Plástico Transparente. Pieza 11: CET1, pieza 19: CPP1, pieza 32: SEP1. Dimensiones reflejadas en el plano n° 9, 16 y 28.

3.5.1 Materiales

Polietileno PE-033 de baja densidad

3.5.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Estrusión plana

3.5.3 Proceso de fabricación de la pieza

Corte

3.5.4 Características técnicas

Temperatura de reblandecimiento (ISO 306) °C: 93

Densidad nominal a 23 °C (ISO 1183) (kg/m<sup>3</sup>): 921

Resistencia al impacto (ISO 7765-1) (g): 750

Resistencia al rasgado (ISO 6383-2) (cN): 600/900

Resistencia a la tracción (ISO 527-3) (MPa): 20

Brillo (%): 50

3.6 Plástico Negro. Pieza 12: CEP2, pieza 33: SEP2.

Dimensiones reflejadas en el plano n° 10 y 29.

3.6.1 Materiales

Polietileno PE-033 de baja densidad

3.6.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Estrusión plana

3.6.3 Proceso de fabricación de la pieza

Corte

3.6.4 Características técnicas

Temperatura de reblandecimiento (ISO 306) °C: 93

Densidad nominal a 23 °C (ISO 1183) (kg/m<sup>3</sup>): 921

Resistencia al impacto (ISO 7765-1) (g): 750

Resistencia al rasgado (ISO 6383-2) (cN): 600/900

Resistencia a la tracción (ISO 527-3) (MPa): 20

Brillo (%): 60

3.7 Grapas. Pieza 13: CEG1, CBG1, CPG1 y SEG1.

3.7.1 Materiales

Alambre galvanizado

3.7.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Doblado, cortado y galvanizado

### 3.7.3 Características técnicas

Dureza Rockwell, (HR): 14  
Carga de ruptura máxima (kg f.): 12  
Resistencia a la Tensión (kgf/mm<sup>2</sup>): 30  
Resistencia a la Tensión (kpsi) máximo: 45  
Capa de Zn (gr/cm<sup>2</sup>): 25

3.8 Madera de DM. Pieza 28: SEDM1, pieza 29: SEDM2, pieza 34: TEB1. Dimensiones reflejadas en el plano n°24, 25 y 30.

#### 3.1.1 Materiales

Fibras de madera

#### 3.1.2 Ejecución/Proceso de fabricación y tratado del material

Prensado, cortado, lijado

#### 3.1.3 Proceso de fabricación de la pieza

Corte, lijado, taladrado.

#### 3.1.4 Características técnicas

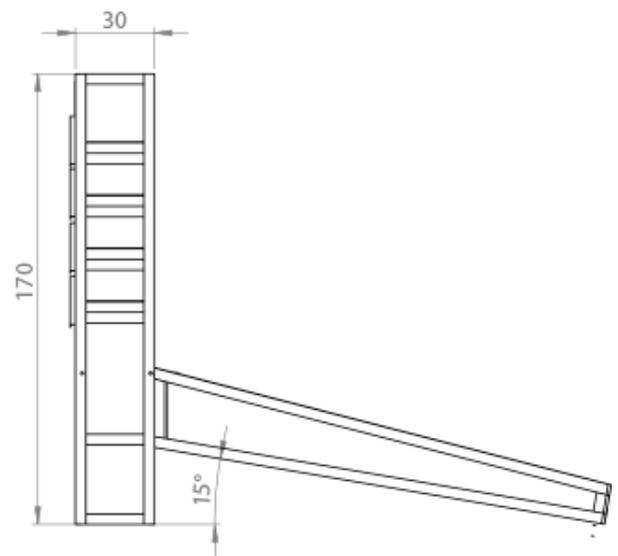
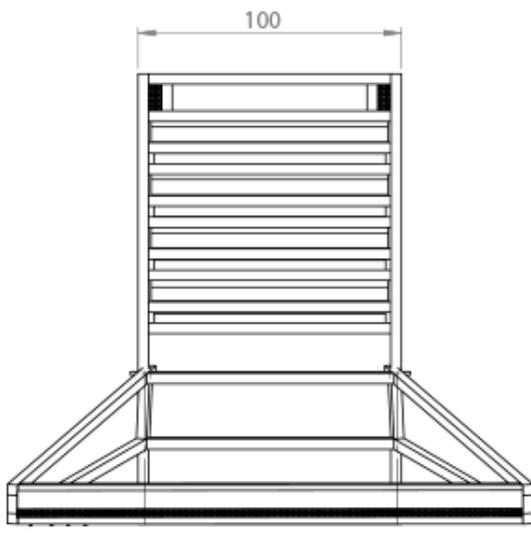
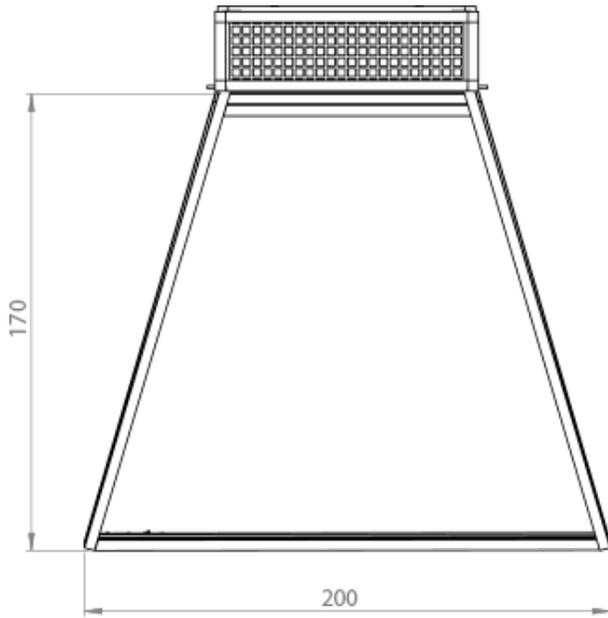
Densidad: 600 kg/m<sup>3</sup>  
Rigidez media  
Resistencia a la flexión: 2900 N/mm<sup>2</sup>  
Resistencia a la compresión: 1700 N/mm<sup>2</sup>  
Resistencia a la tracción: 1700 N/mm<sup>2</sup>  
Módulo de elasticidad: 4272 N/mm<sup>2</sup>

## 5.2 Planimetría

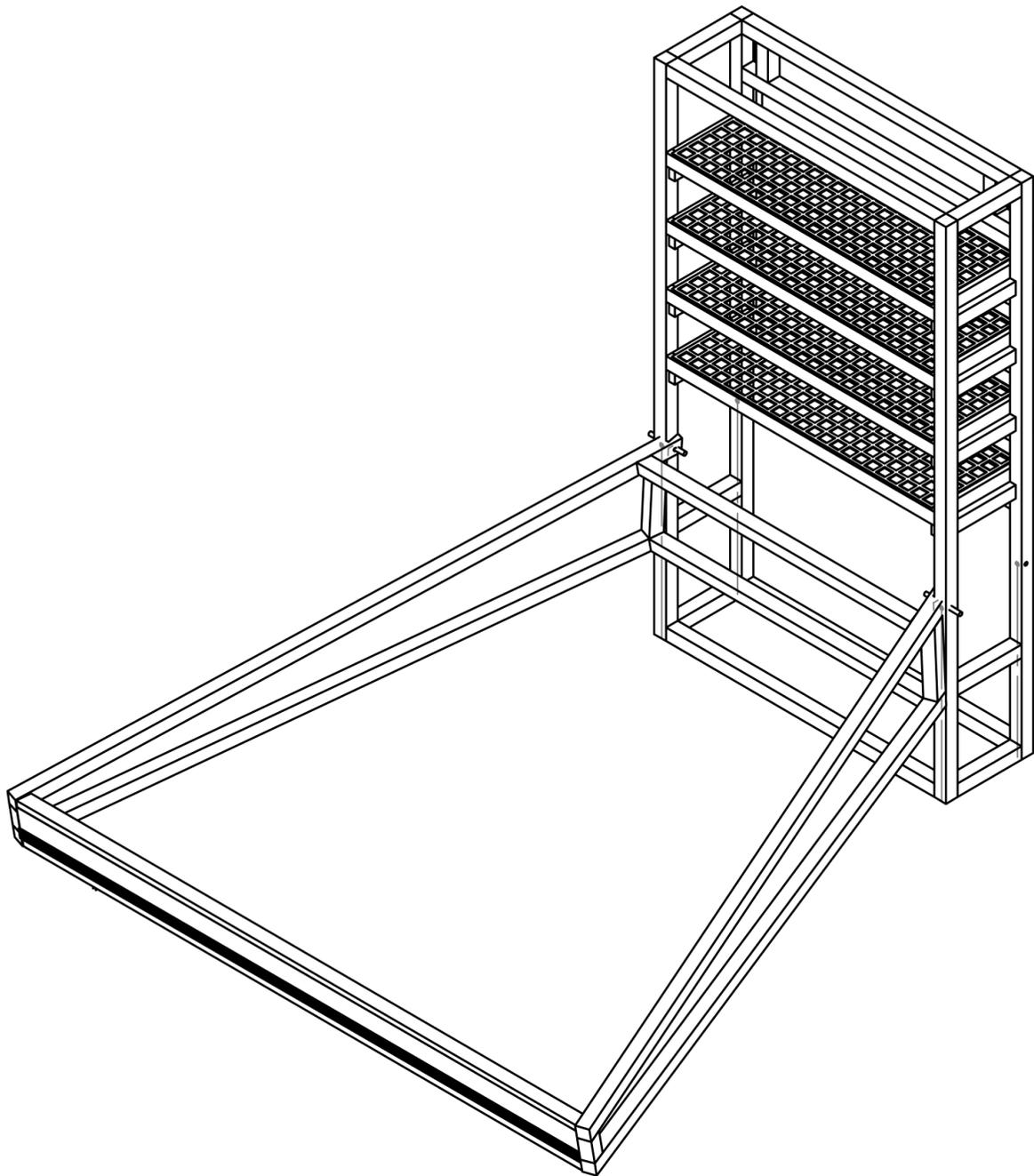
Seguidamente se muestran los planos técnicos de cada una de las piezas que conforman el deshidratador solar de alimentos. Se han ordenado según el conjunto al que pertenecen, el cual ha sido indicado anteriormente.

1. Cámara de secado
2. Bandejas
3. Puertas
4. Colector
5. Carro

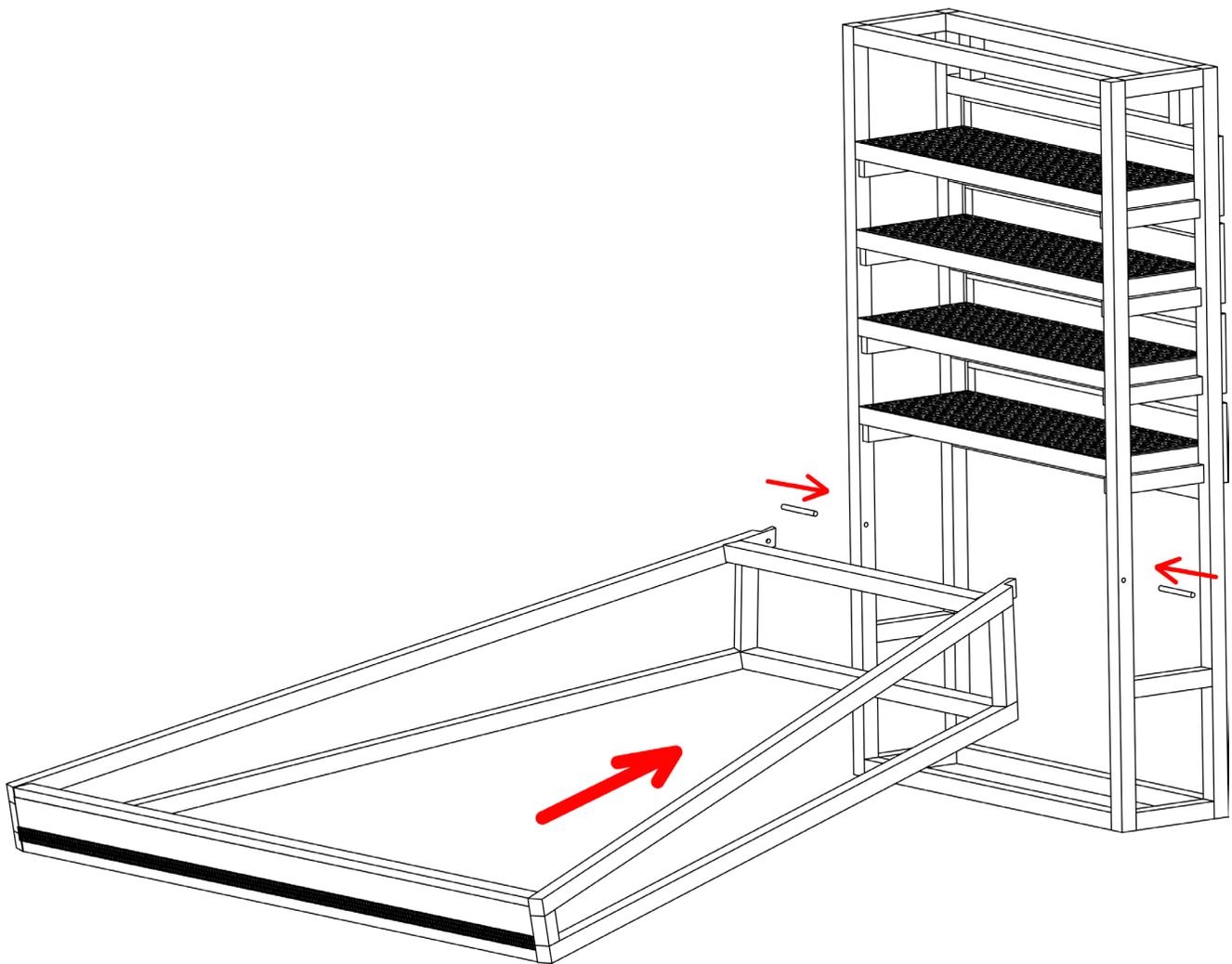
### Medidas generales del deshidratador solar



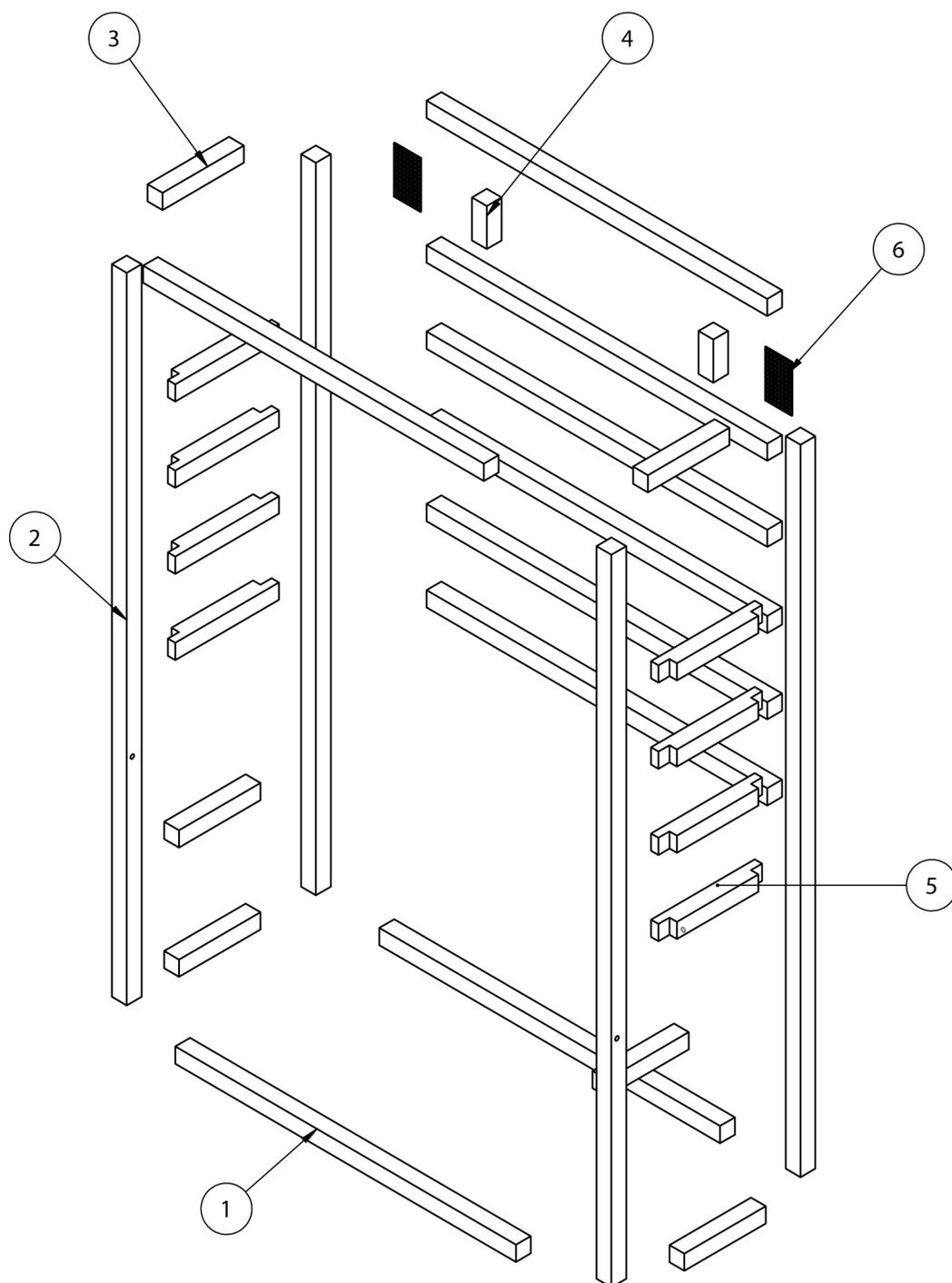
**Vista isométrica**



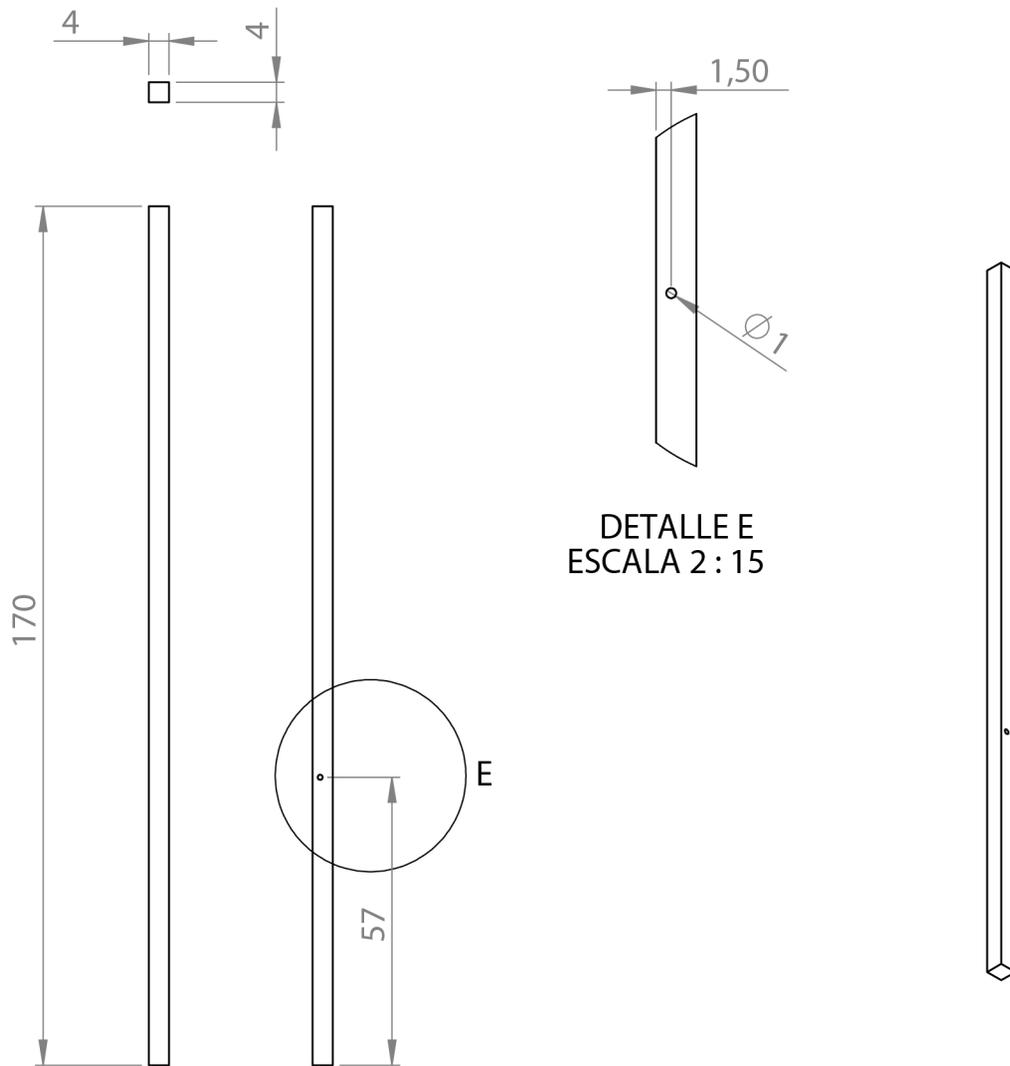
### Detalle de unión entre la cámara de secado y el colector



## Cámara de secado



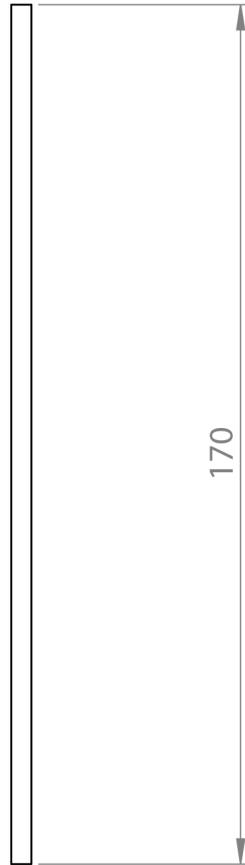
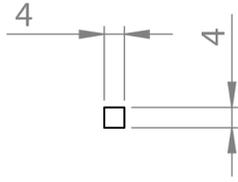
Nº 1	Pieza 3 - Código: CEL1
Nº 2	Pieza 2 - Código: CEL2
Nº 3	Pieza 4 - Código: CEL4
Nº 4	Pieza 6 - Código: CEL6
Nº 5	Pieza 5 - Código: CEL5
Nº 6	Pieza 8 - Código: CER1



DETALLE E  
ESCALA 2 : 15

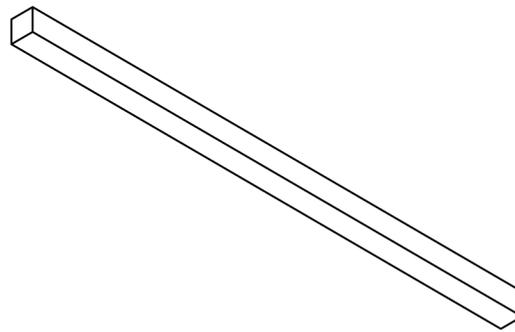
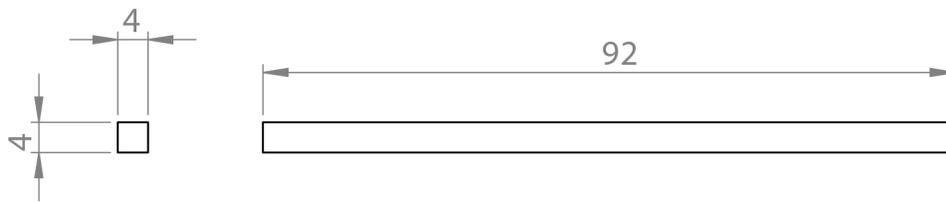
Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>1</b>
NOMBRE: <b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>1</b>	CÓDIGO: <b>CEL1</b>	ESCALA: <b>1:15</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>



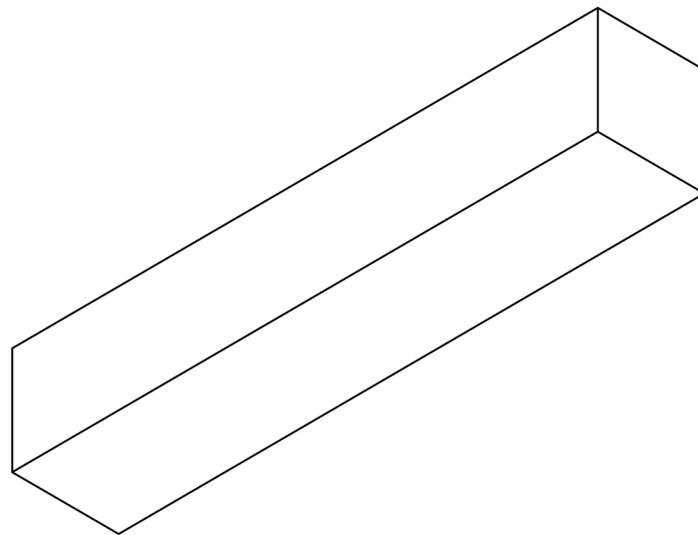
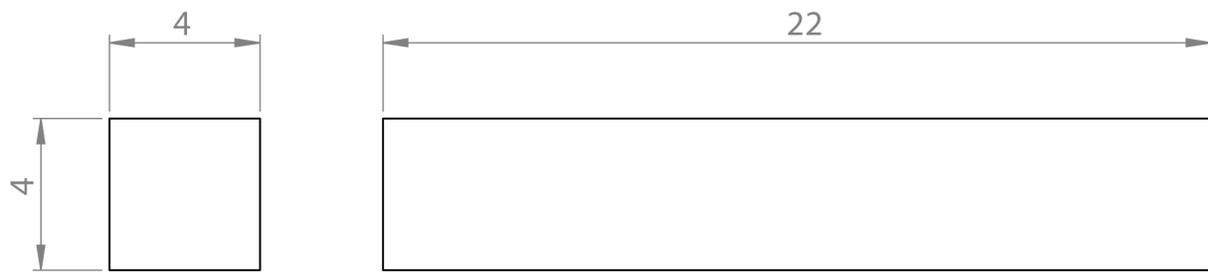
Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>2</b>
NOMBRE: <b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>2</b>	CÓDIGO: <b>CEL2</b>	ESCALA: <b>1:15</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>



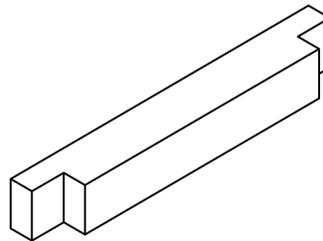
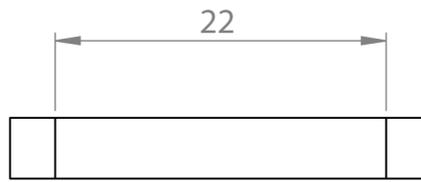
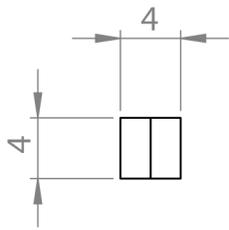
Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>3</b>		
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>		
PIEZA:	<b>3</b>	CÓDIGO:	<b>CEL3</b>	ESCALA:	<b>1:10</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	FORMATO:	<b>A4</b>		



Cotas en cm.  
Escala 1:2

PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>4</b>
NOMBRE: <b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>4</b>	CÓDIGO: <b>CEL4</b>	ESCALA: <b>1:2</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>



Cotas en cm.  
Escala 1:5

PROYECTO: **DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS**

Nº PLANO:  
**5**

NOMBRE: **LISTÓN DE MADERA**

FECHA:  
**08/07/2016**

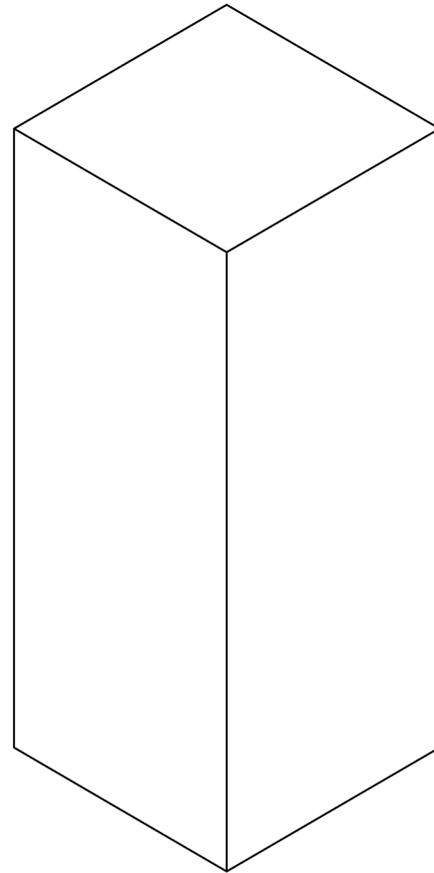
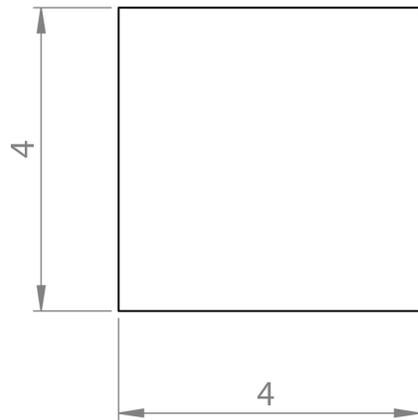
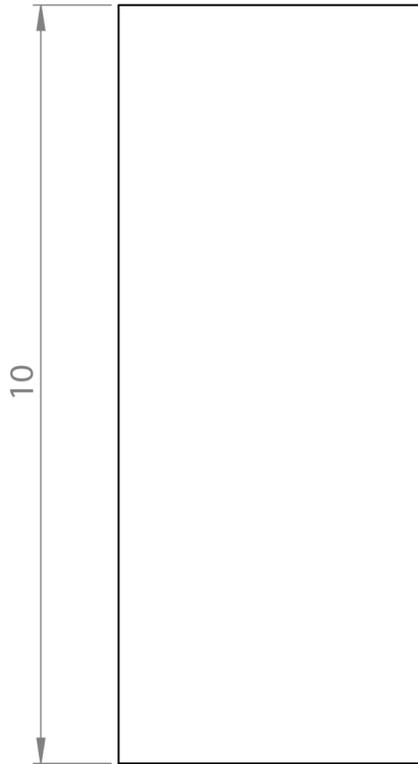
PIEZA: **5**

CÓDIGO: **CEL5**

ESCALA:  
**1:5**

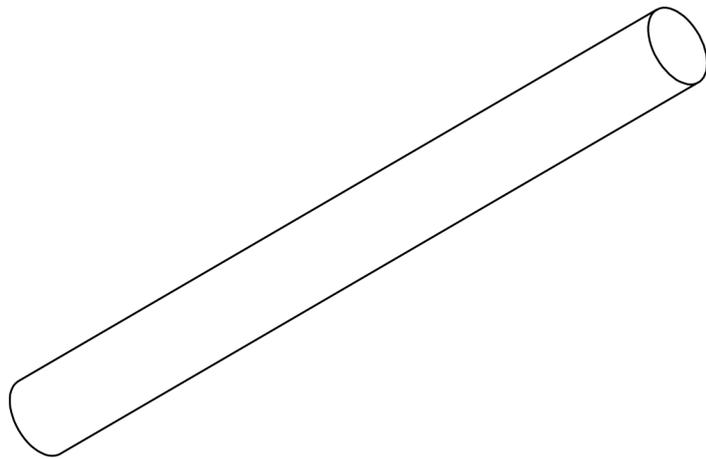
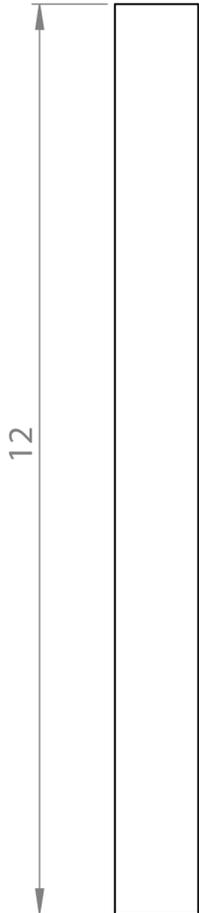
AUTOR: **BORJA MORAGUES MARTÍNEZ**

FORMATO:  
**A4**



Cotas en cm.  
Escala 1:1

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>6</b>	
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>6</b>	CÓDIGO:	<b>CEL6</b>	ESCALA:	<b>1:1</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



Cotas en cm.  
Escala 1:1

PROYECTO: **DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS**

Nº PLANO:  
**7**

NOMBRE: **VARILLA**

FECHA:  
**08/07/2016**

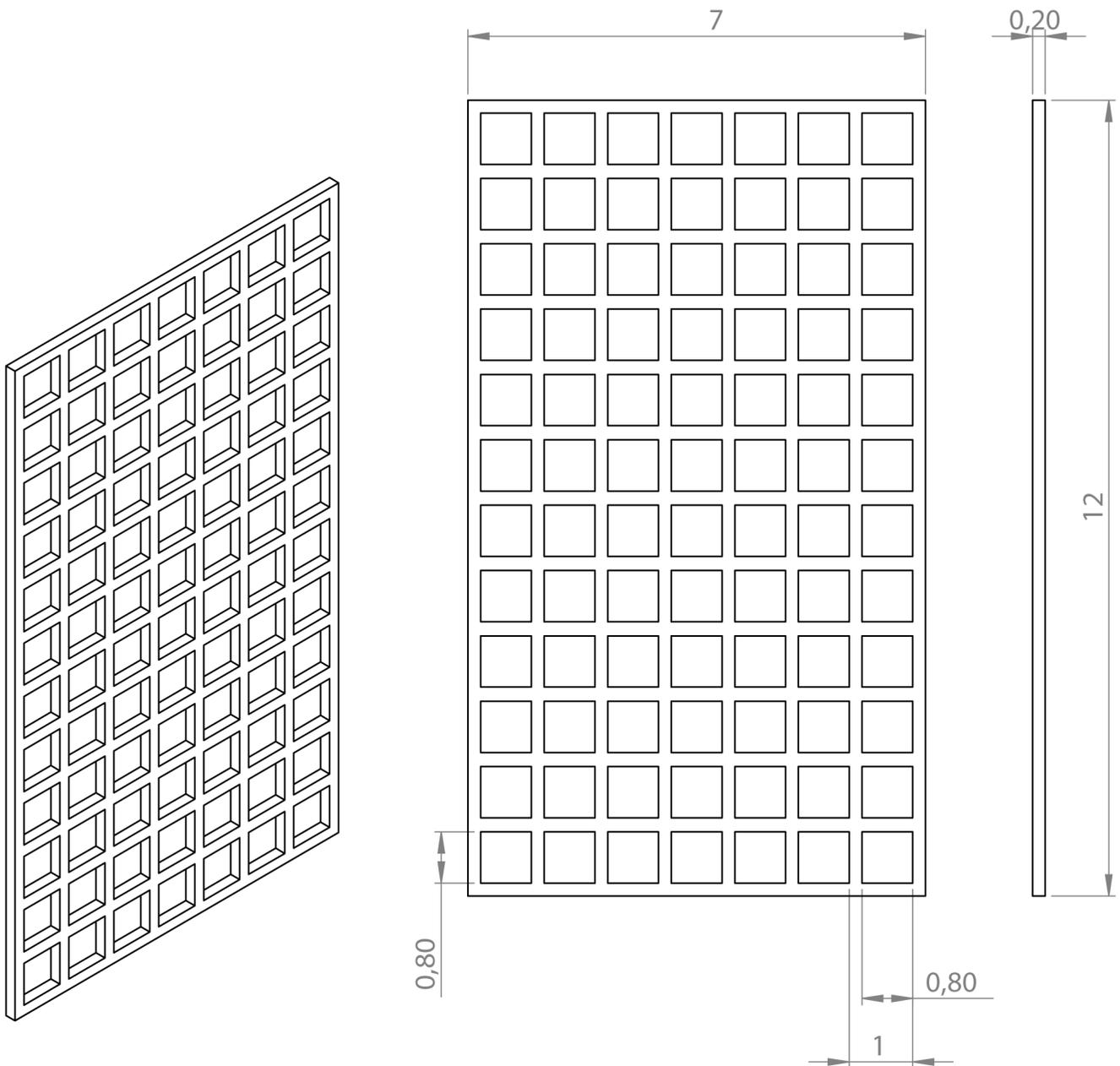
PIEZA: **7**

CÓDIGO: **CEB1**

ESCALA:  
**1:1**

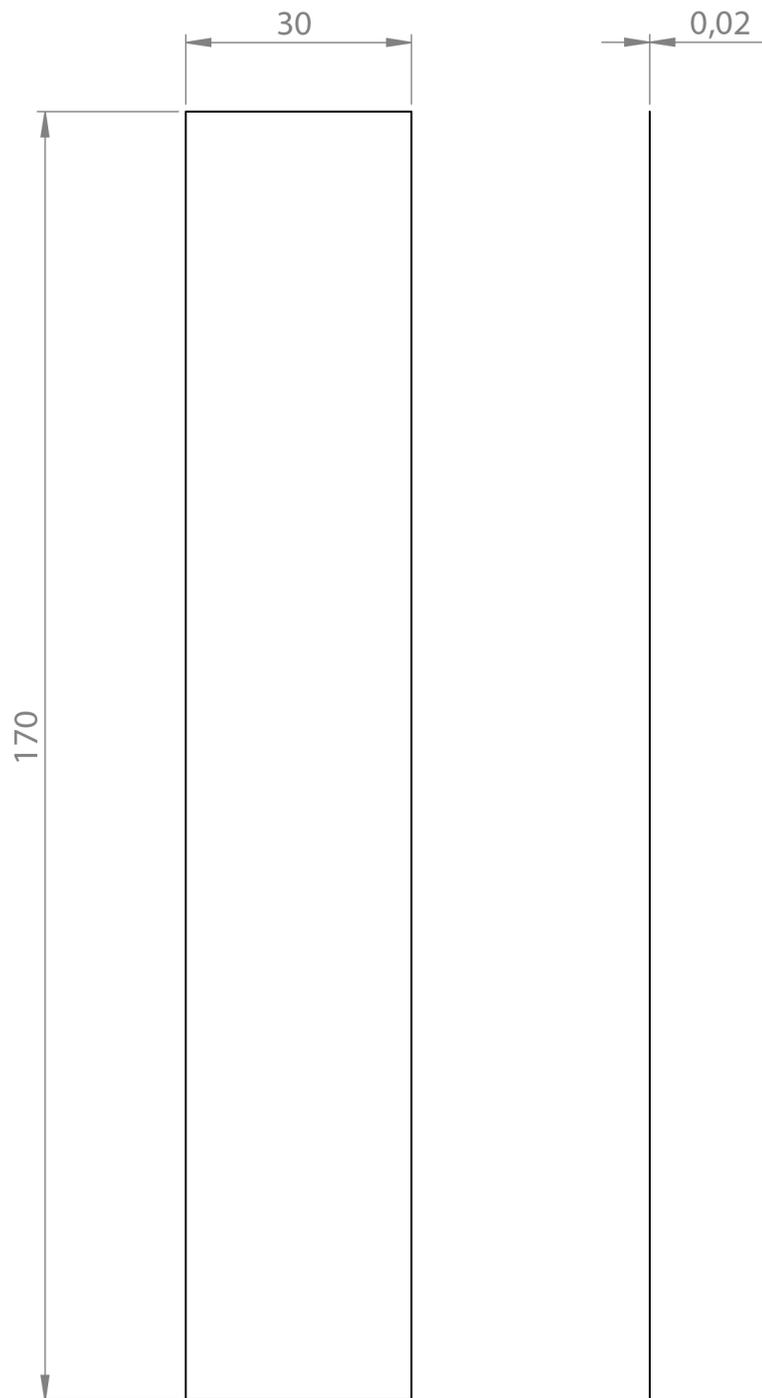
AUTOR: **BORJA MORAGUES MARTÍNEZ**

FORMATO:  
**A4**



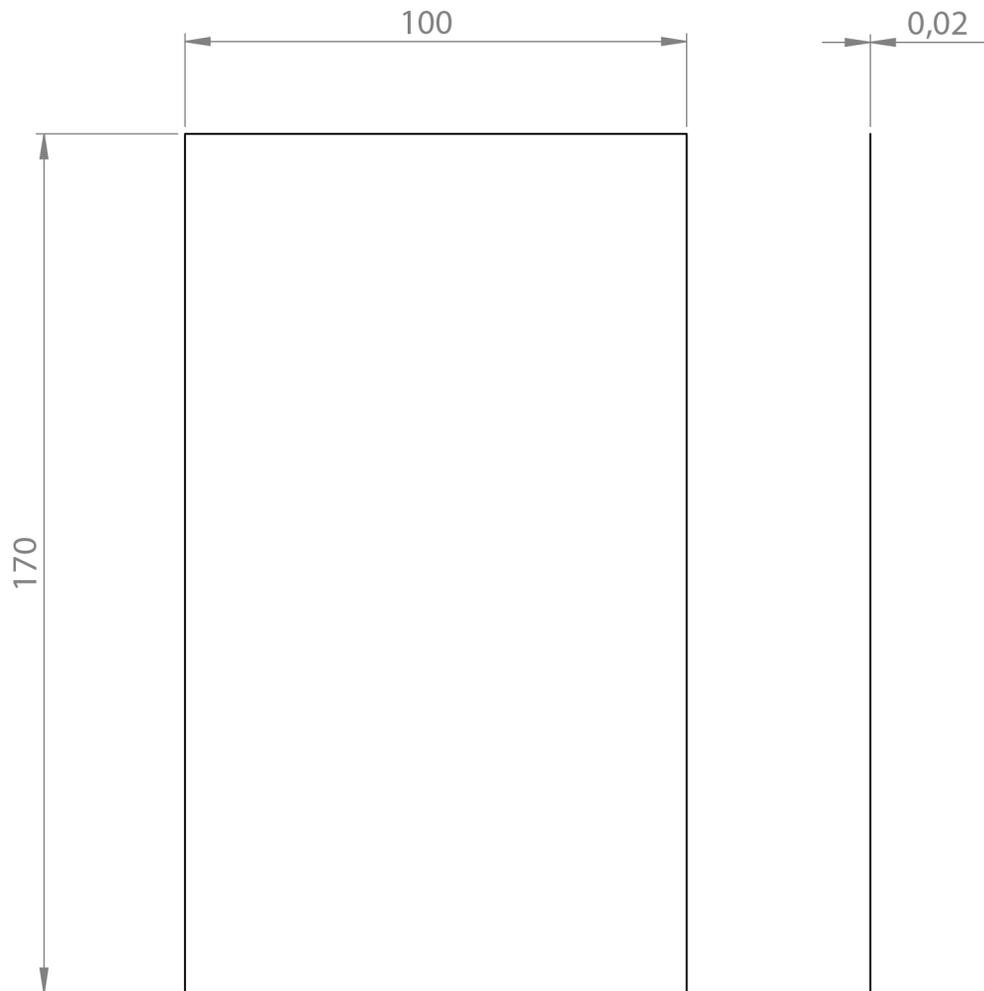
Cotas en cm.  
Escala 1:1

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>8</b>	
NOMBRE:	<b>REJILLA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>8</b>	CÓDIGO:	<b>CER1</b>	ESCALA:	<b>1:1</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



Cotas en cm.  
Escala 1:10

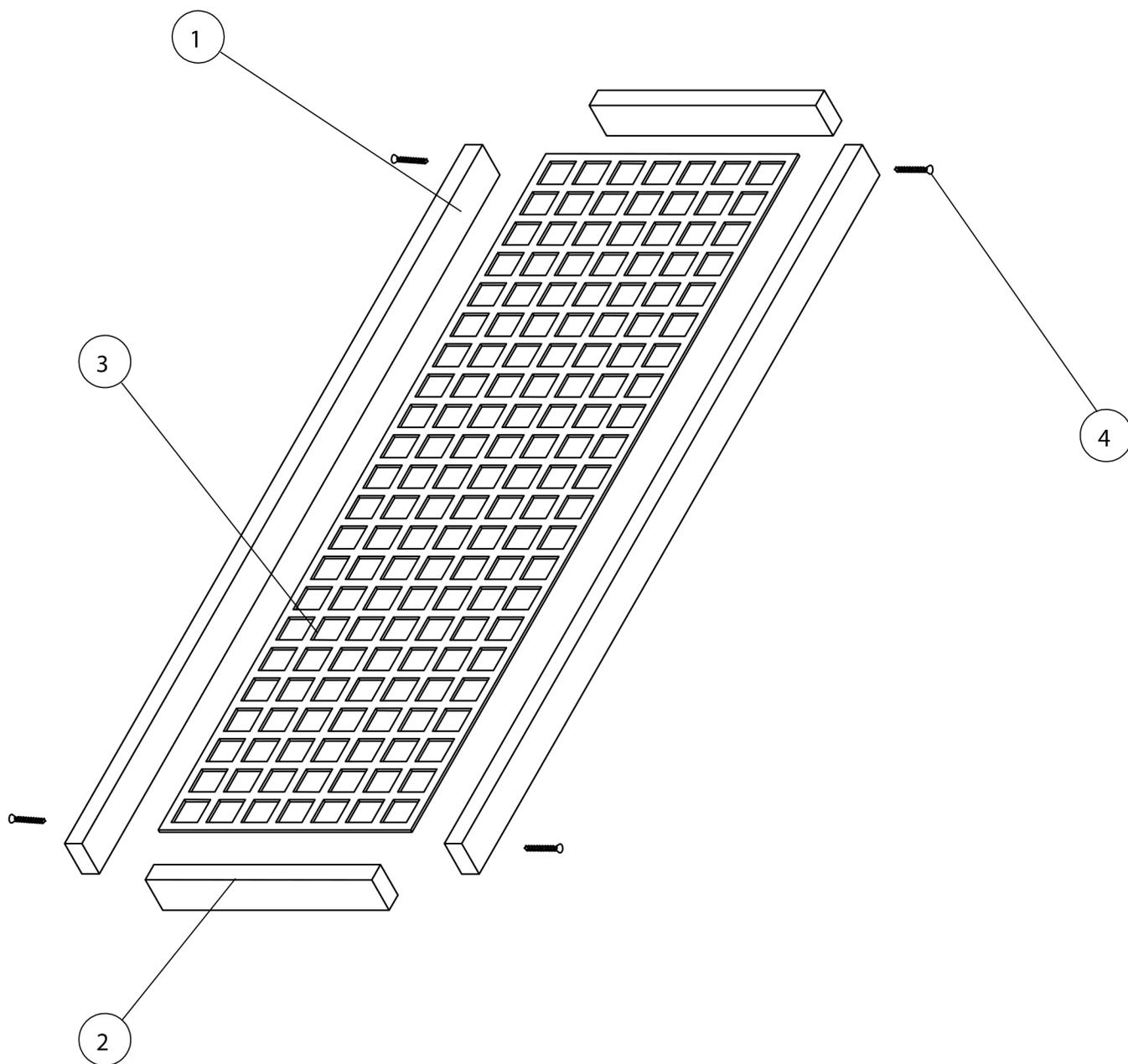
PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>9</b>	
NOMBRE:	<b>PLÁSTICO TRANSPARENTE</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>11</b>	CÓDIGO:	<b>CEP1</b>	ESCALA:	<b>1:10</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



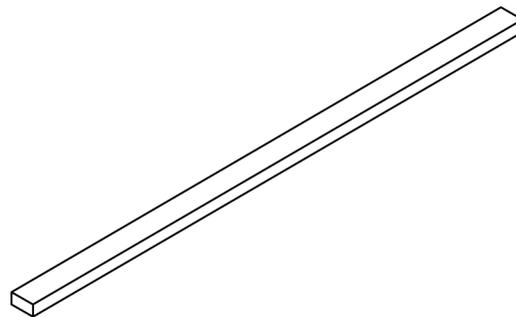
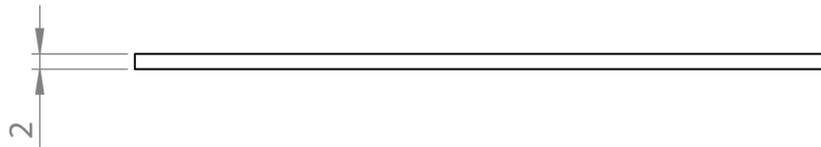
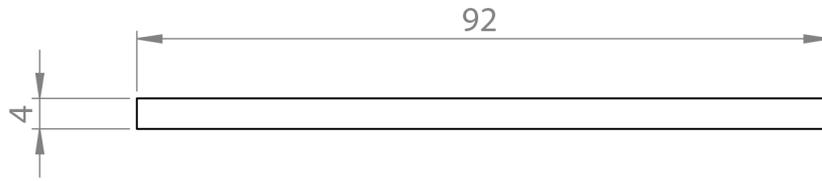
Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>10</b>
NOMBRE: <b>PLÁSTICO NEGRO</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>12</b>	CÓDIGO: <b>CEP2</b>	ESCALA: <b>1:15</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>

## Bandejas



Nº 1	Pieza 14 - Código: CBL1
Nº 2	Pieza 15 - Código: CBL2
Nº 3	Pieza 16 - Código: CBR1
Nº 4	Pieza 10 - Código: CBT1



Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO:

**DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS**

Nº PLANO:

**11**

NOMBRE:

**LISTÓN DE MADERA**

FECHA:

**08/07/2016**

PIEZA:

**14**

CÓDIGO:

**CBL1**

ESCALA:

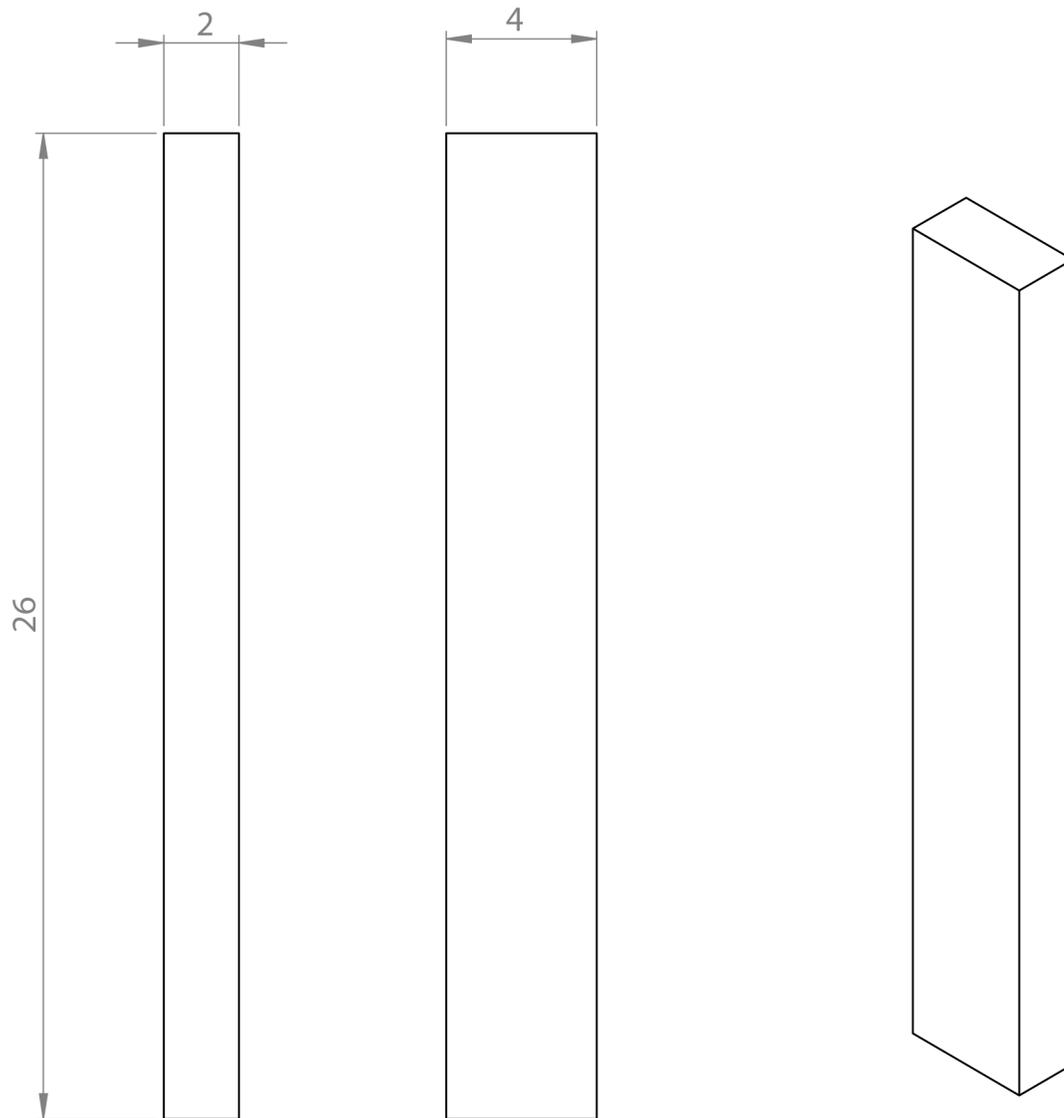
**1:10**

AUTOR:

**BORJA MORAGUES MARTÍNEZ**

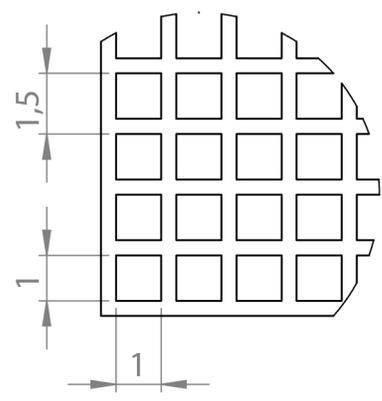
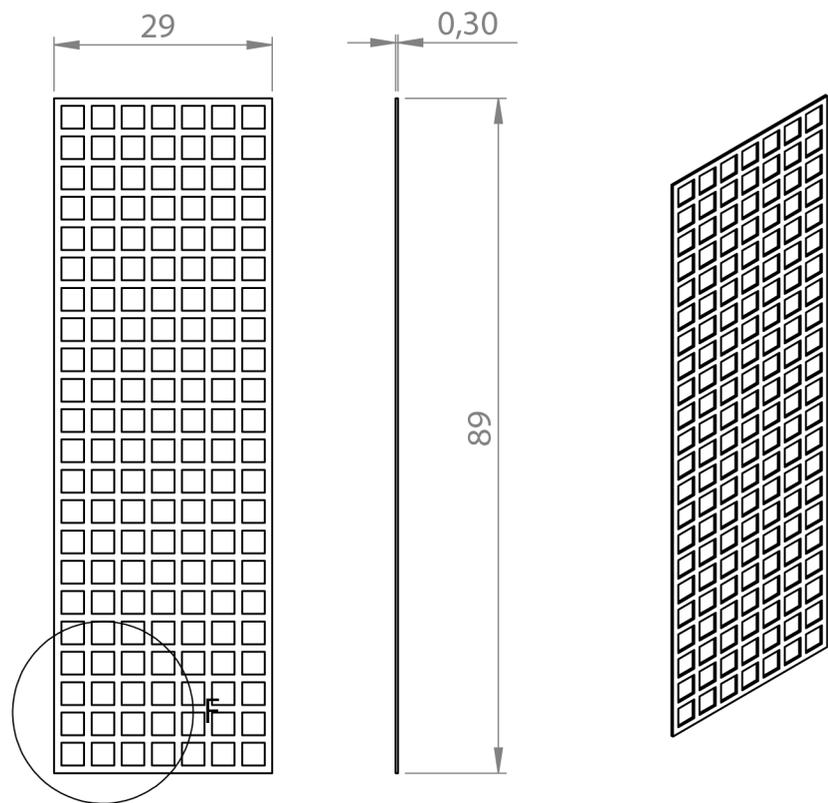
FORMATO:

**A4**



Cotas en cm.  
Escala 1:2

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>12</b>	
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>15</b>	CÓDIGO:	<b>CBL2</b>	ESCALA:	<b>1:2</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>

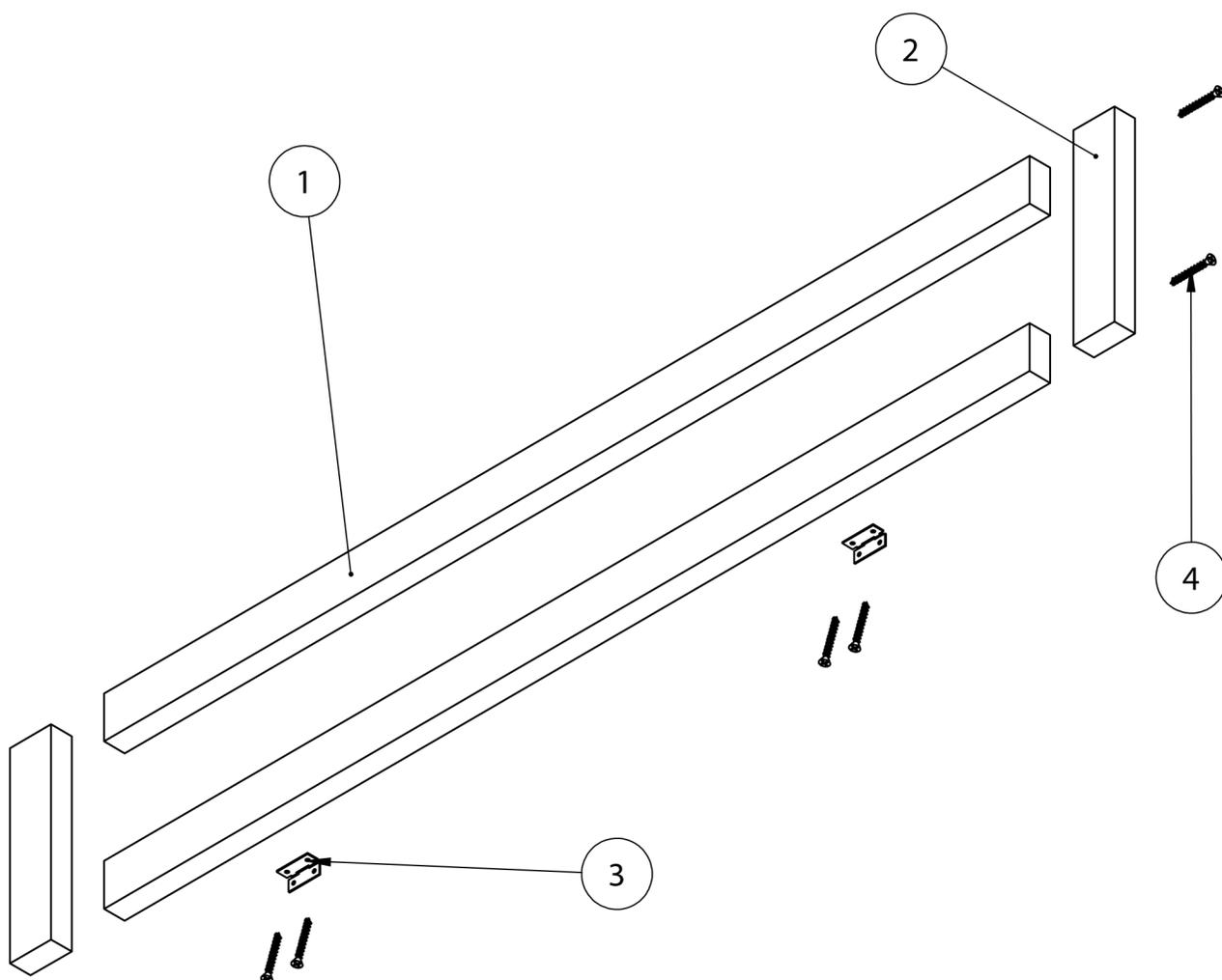


DETALLE F  
ESCALA 1 : 5

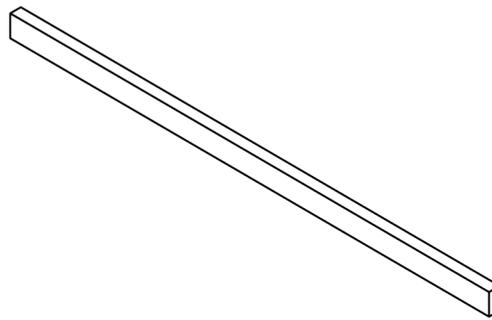
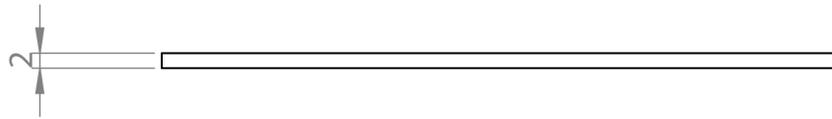
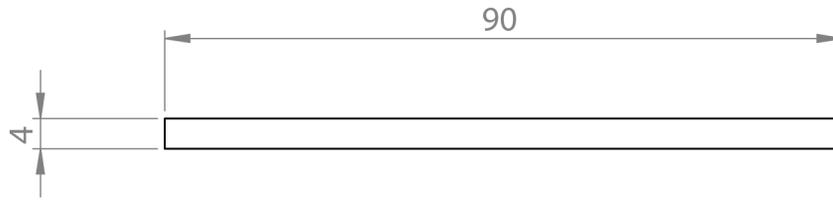
Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>13</b>
NOMBRE: <b>REJILLA</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>16</b>	CÓDIGO: <b>CBR1</b>	ESCALA: <b>1:10</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>

# Puertas

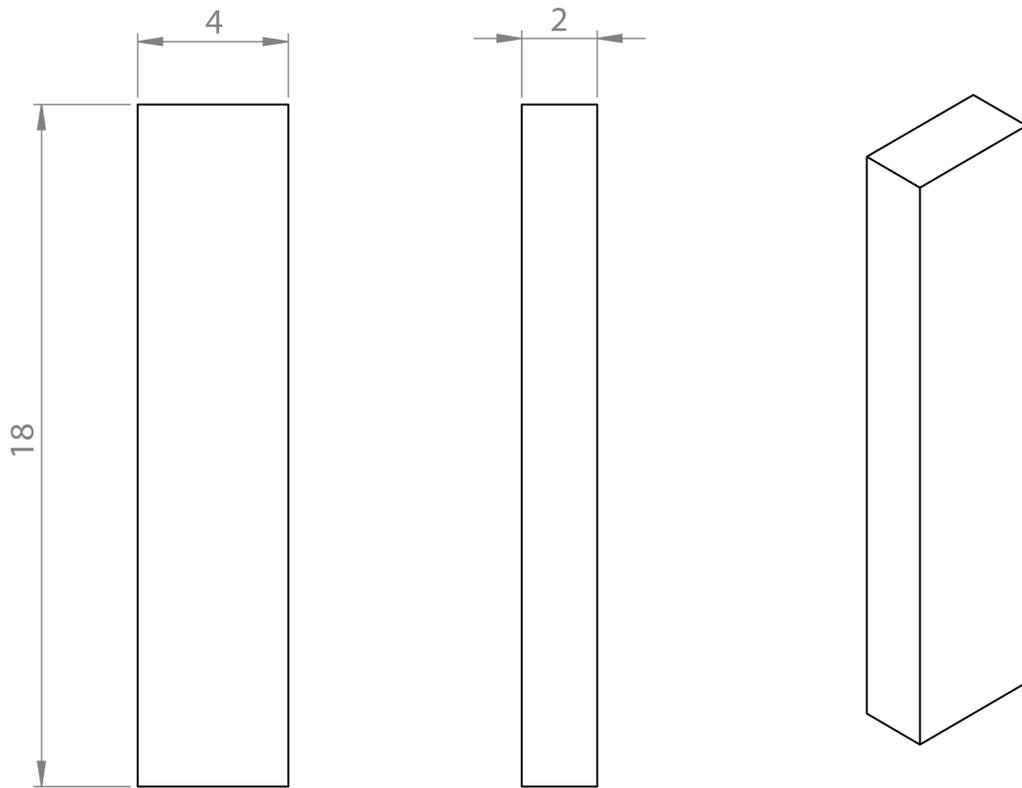


Nº 1	Pieza 17 - Código: CPL1
Nº 2	Pieza 18 - Código: CPL2
Nº 3	Pieza 20 - Código: CPB1
Nº 4	Pieza 10 - Código: CPT1



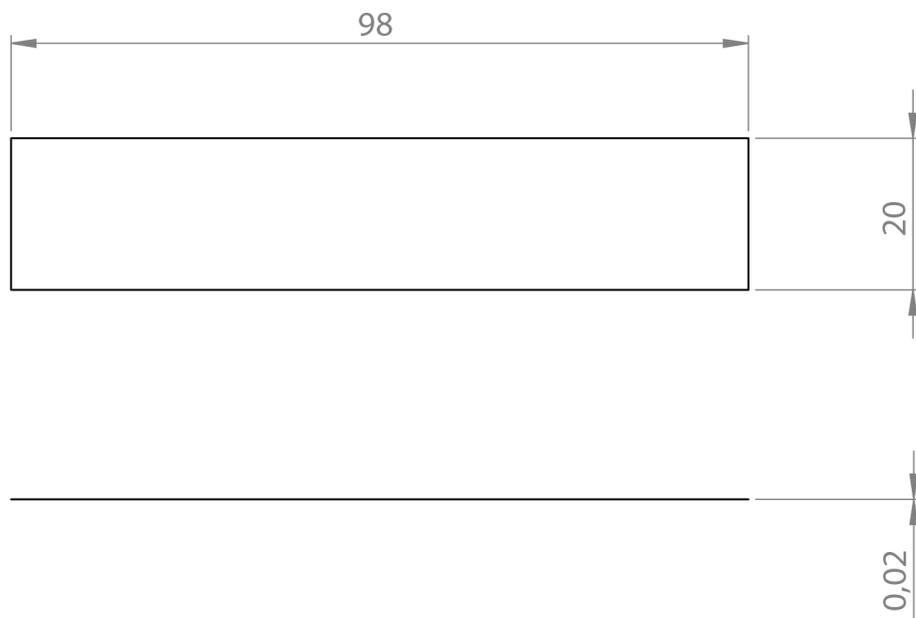
Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>14</b>		
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>		
PIEZA:	<b>17</b>	CÓDIGO:	<b>CPL1</b>	ESCALA:	<b>1:10</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	FORMATO:	<b>A4</b>		



Cotas en cm.  
Escala 1:2

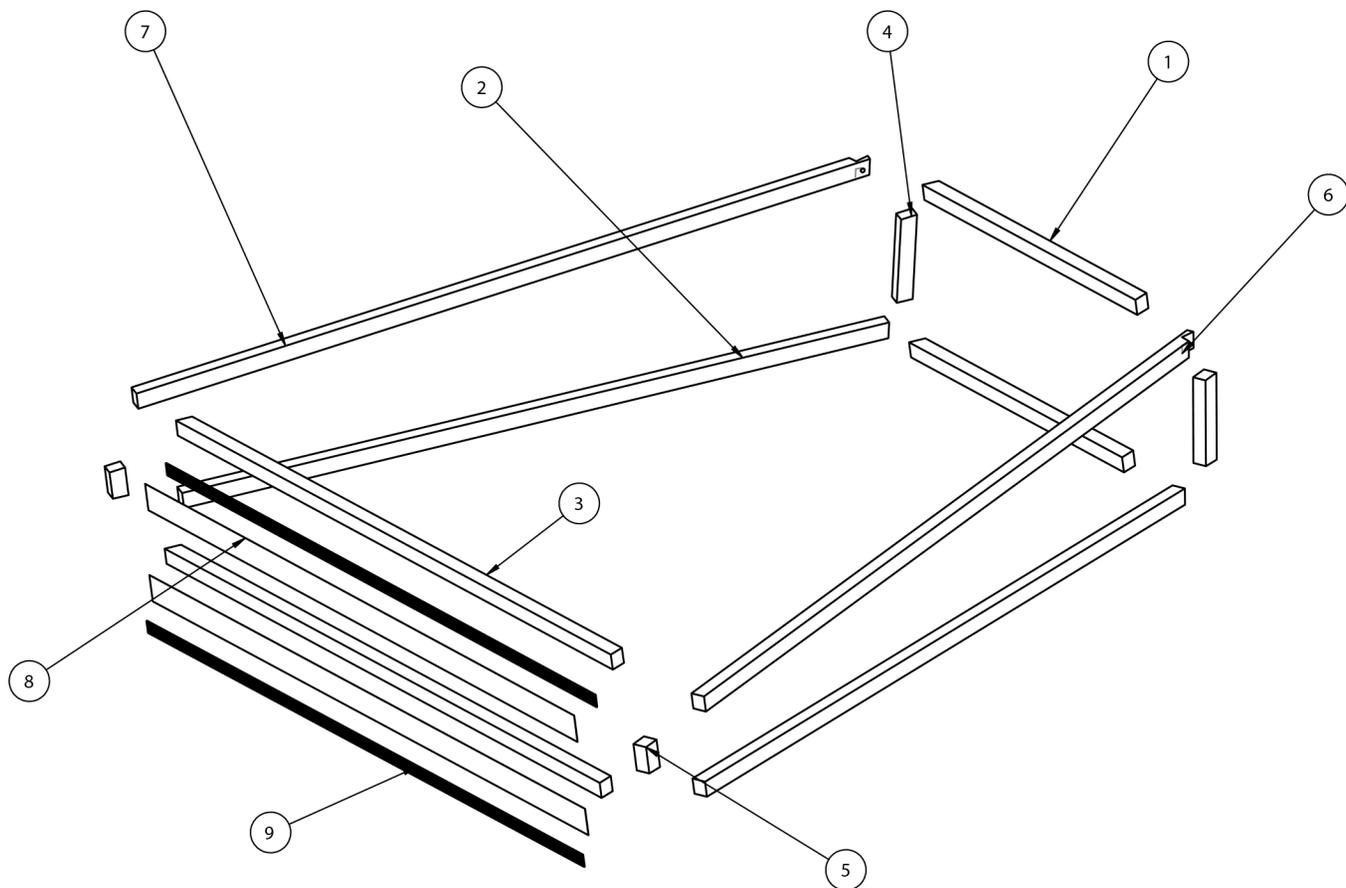
PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>15</b>
NOMBRE: <b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>18</b>	CÓDIGO: <b>CPL2</b>	ESCALA: <b>1:2</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>



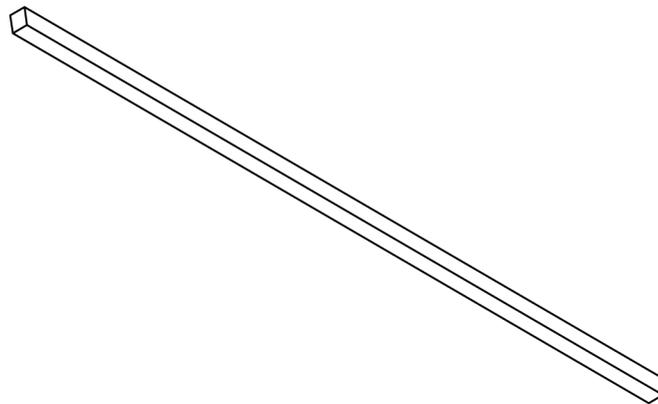
Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>16</b>
NOMBRE: <b>PLÁSTICO TRANSPARENTE</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>19</b>	CÓDIGO: <b>CPP1</b>	ESCALA: <b>1:10</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>

## Colector

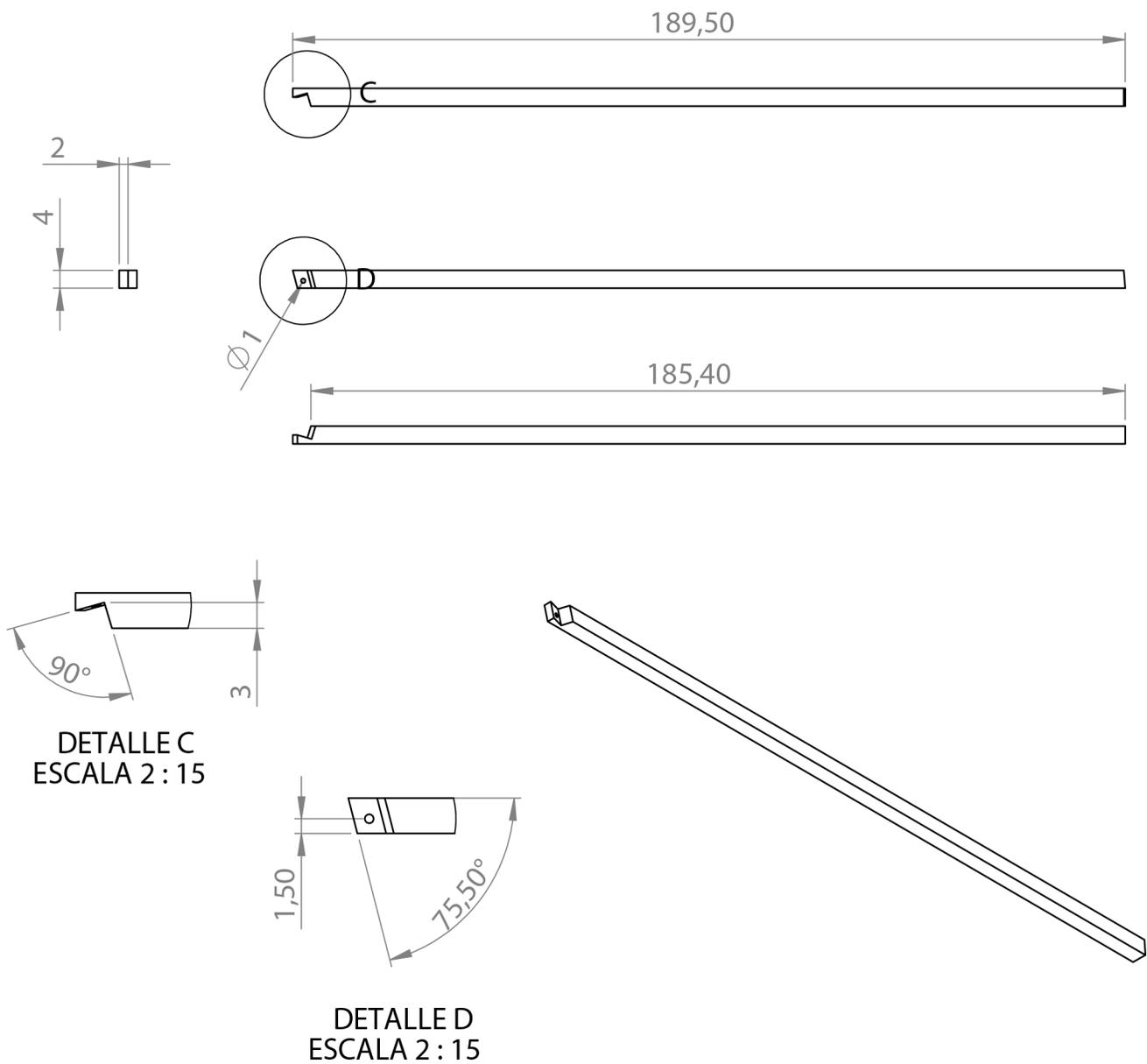


Nº 1	Pieza 26 - Código: SEL6
Nº 2	Pieza 21 - Código: SEL1
Nº 3	Pieza 27 - Código: SEL7
Nº 4	Pieza 24 - Código: SEL4
Nº 5	Pieza 25 - Código: SEL5
Nº 6	Pieza 22 - Código: SEL3
Nº 7	Pieza 23 - Código: SEL2
Nº 8	Pieza 28 - Código: SEDM1
Nº 9	Pieza 30 - Código: SER1



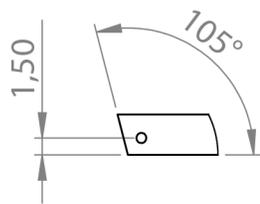
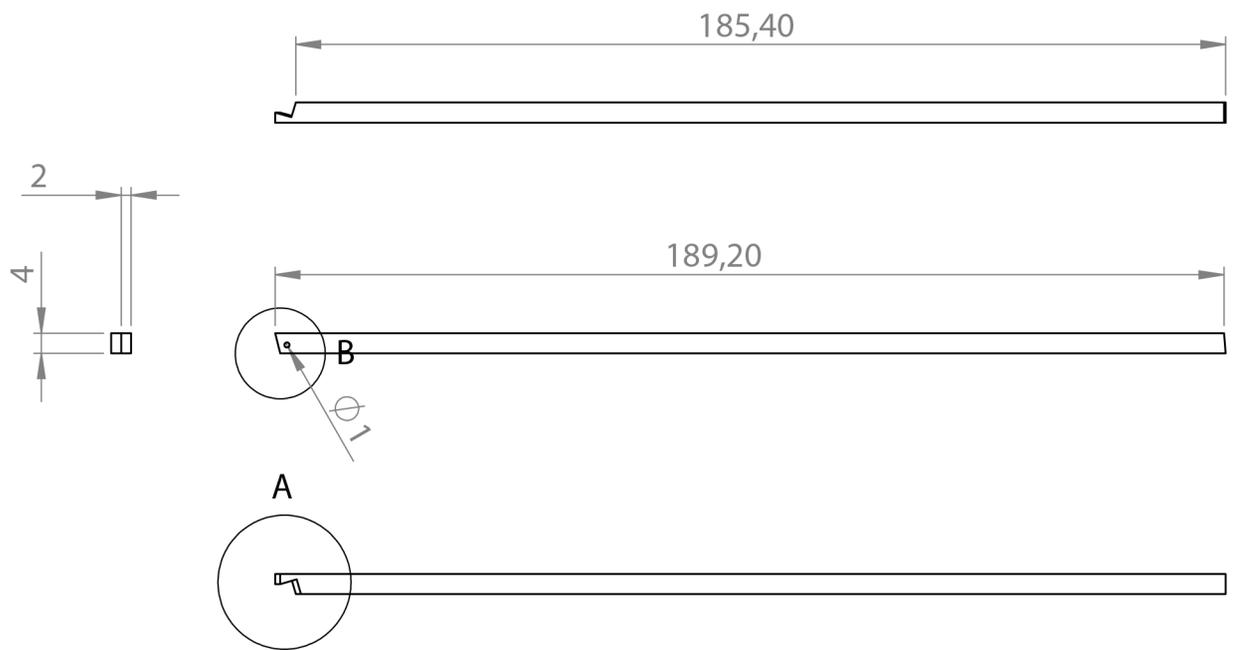
Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>17</b>	
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>21</b>	CÓDIGO:	<b>SEL1</b>	ESCALA:	<b>1:15</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>

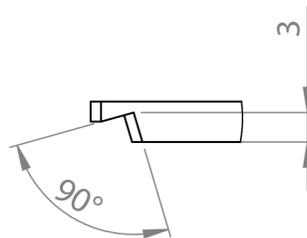


Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>18</b>	
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>22</b>	CÓDIGO:	<b>SEL3</b>	ESCALA:	<b>1:15</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



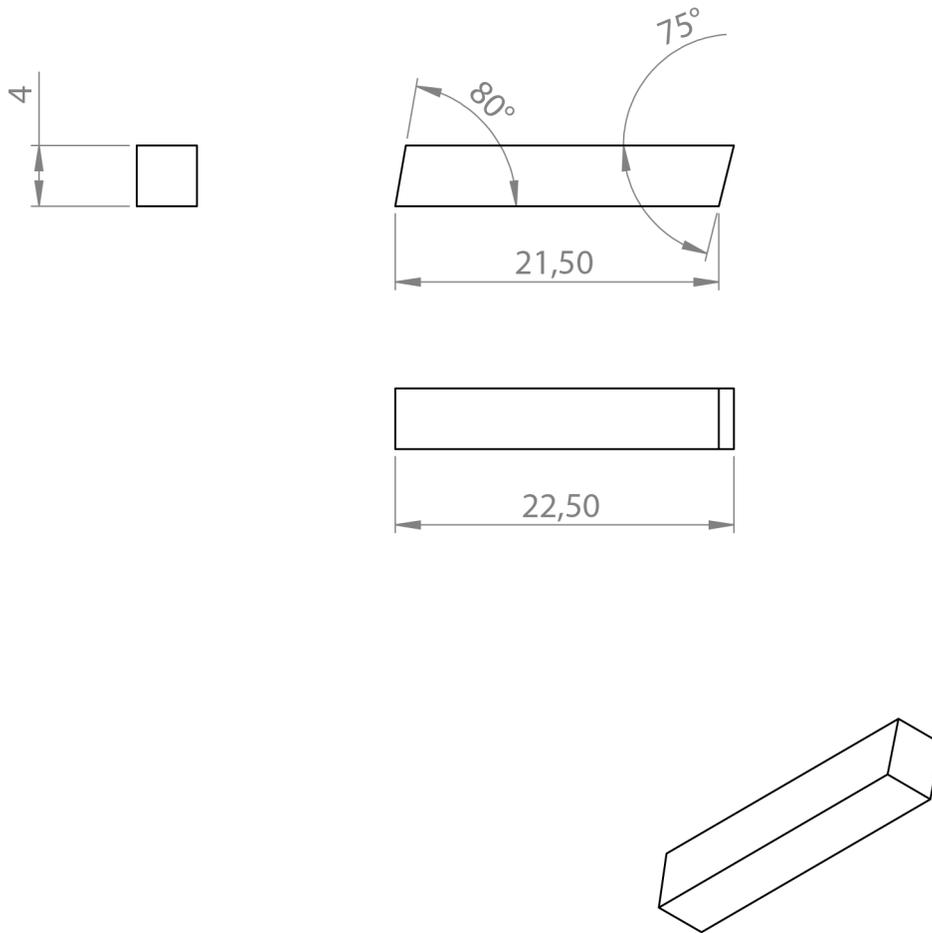
DETALLE B  
ESCALA 2 : 15



DETALLE A  
ESCALA 2 : 15

Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>19</b>	
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>23</b>	CÓDIGO:	<b>SEL2</b>	ESCALA:	<b>1:15</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



Cotas en cm.  
Escala 1:5

PROYECTO: **DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS**

Nº PLANO:  
**20**

NOMBRE: **LISTÓN DE MADERA**

FECHA:  
**08/07/2016**

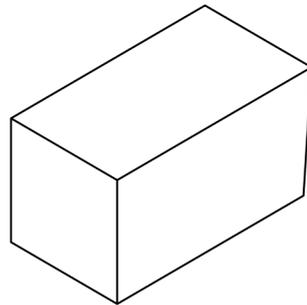
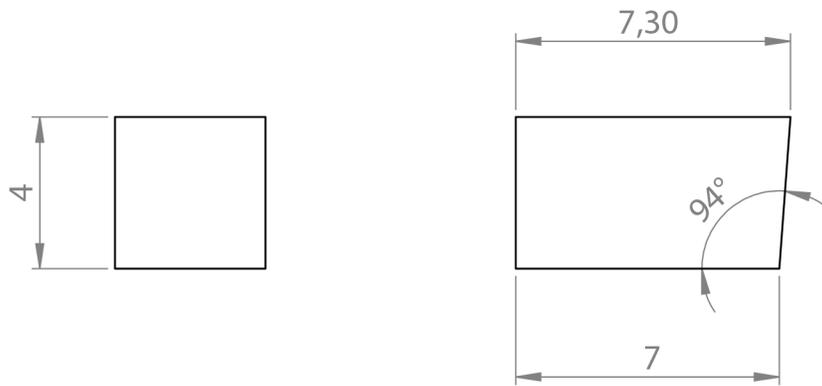
PIEZA: **24**

CÓDIGO: **SEL4**

ESCALA:  
**1:5**

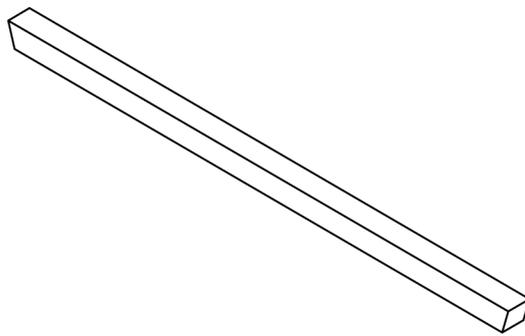
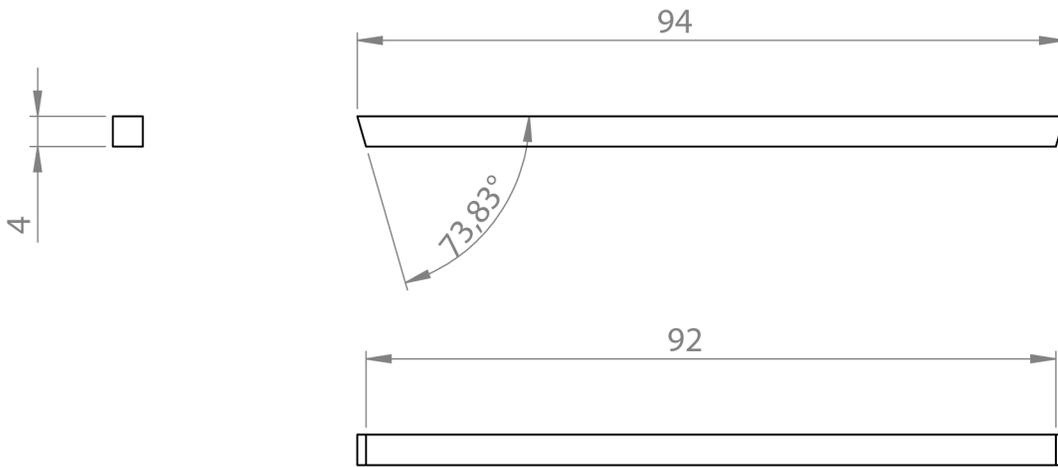
AUTOR: **BORJA MORAGUES MARTÍNEZ**

FORMATO:  
**A4**



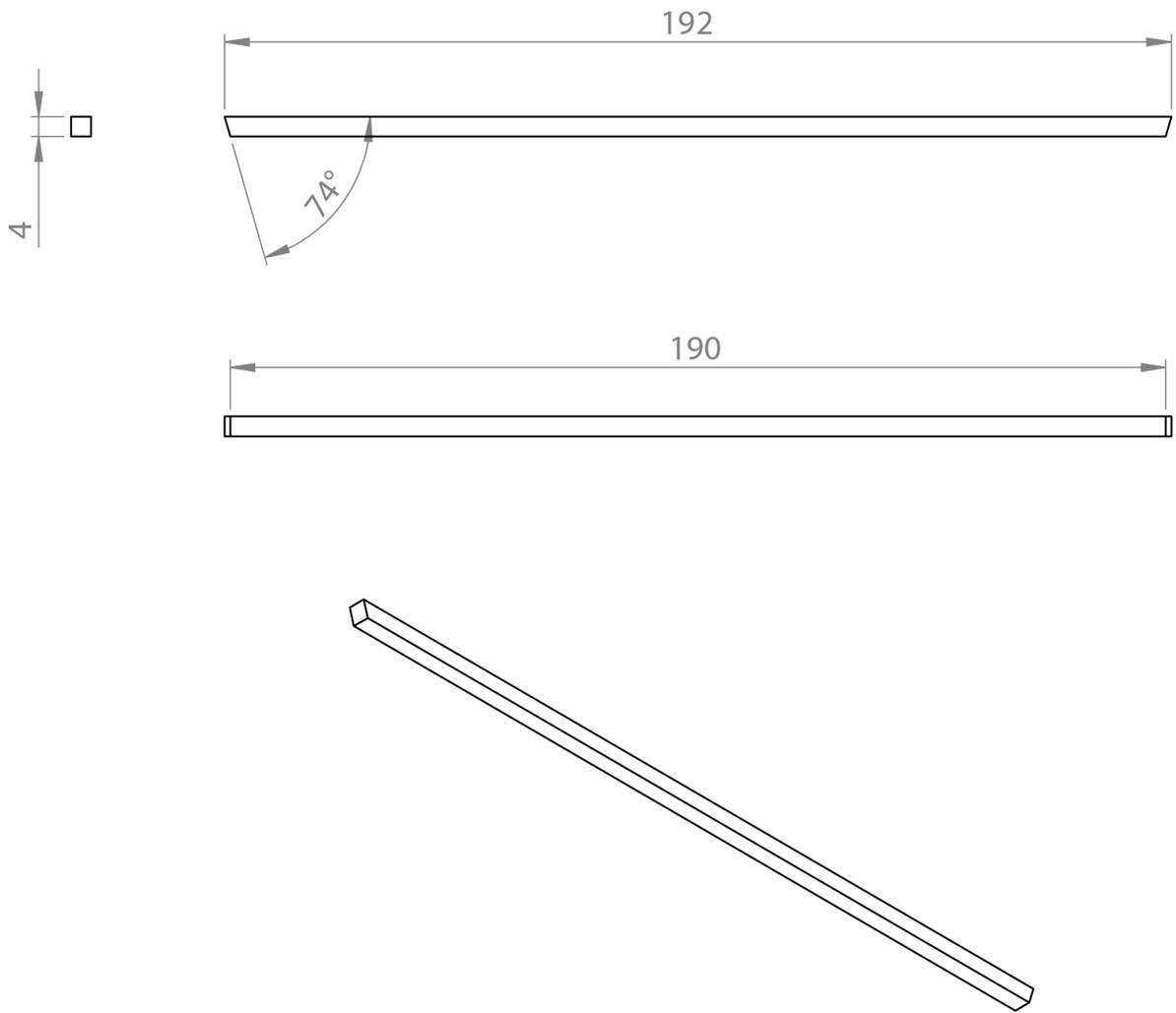
Cotas en cm.  
Escala 1:2

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>21</b>
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA:	<b>25</b>	CÓDIGO:	<b>SEL5</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		ESCALA: <b>1:2</b>
			FORMATO: <b>A4</b>



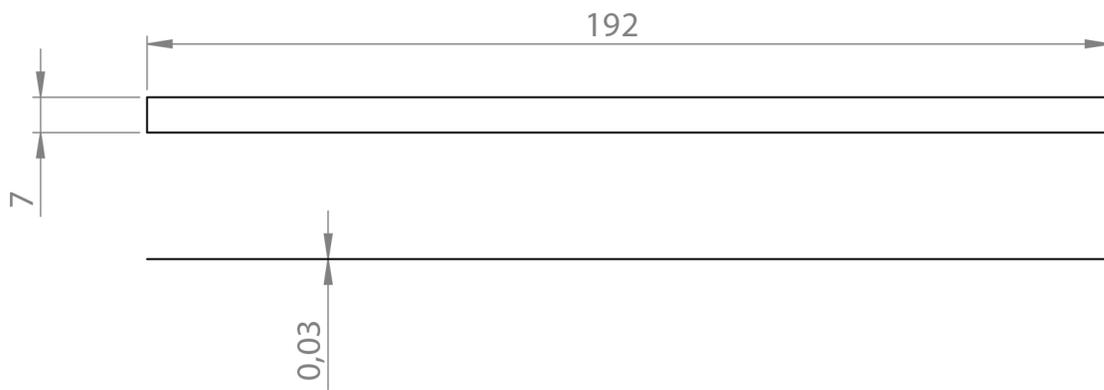
Cotas en cm.  
Escala 1:5

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>22</b>
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>
PIEZA:	<b>26</b>	CÓDIGO:	<b>SEL6</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	ESCALA:	<b>1:5</b>
		FORMATO:	<b>A4</b>



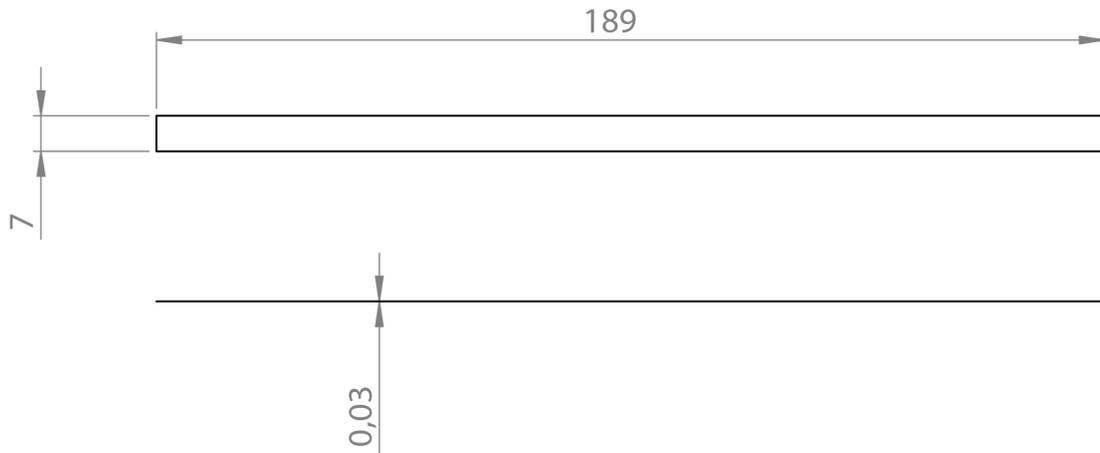
Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>23</b>	
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>27</b>	CÓDIGO:	<b>SEL7</b>	ESCALA:	<b>1:15</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



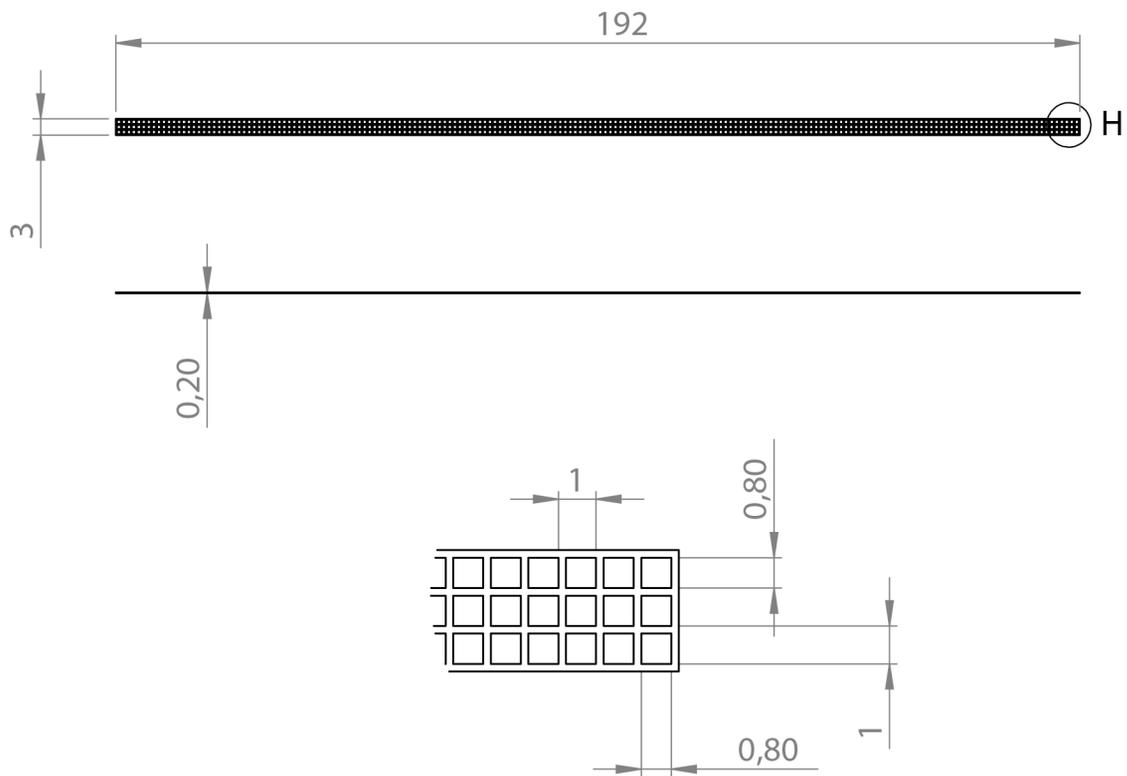
Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>24</b>	
NOMBRE:	<b>LÁMINA DE DM</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>28</b>	CÓDIGO:	<b>SEDM1</b>	ESCALA:	<b>1:15</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



Cotas en cm.  
Escala 1:15

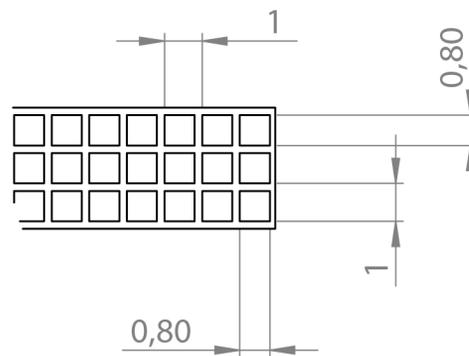
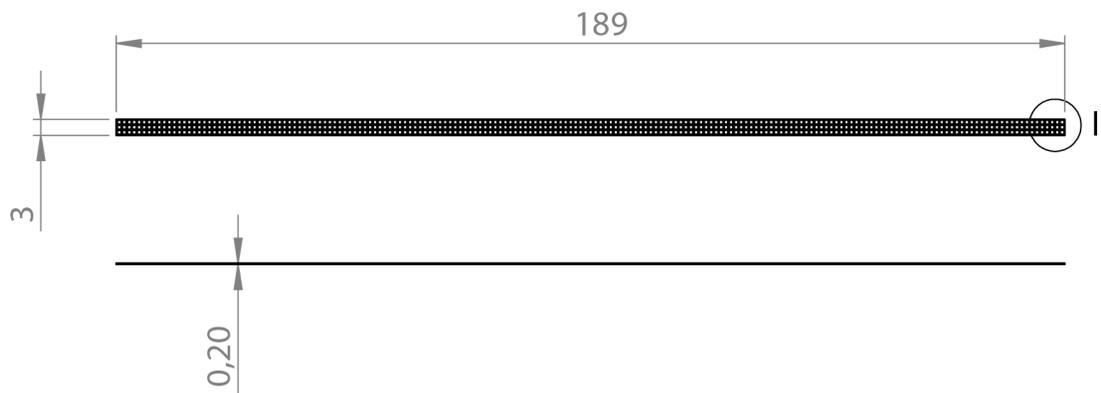
PROYECTO: <b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO: <b>25</b>
NOMBRE: <b>LÁMINA DE DM</b>		FECHA: <b>08/07/2016</b>
PIEZA: <b>29</b>	CÓDIGO: <b>SEDM2</b>	ESCALA: <b>1:15</b>
AUTOR: <b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>		FORMATO: <b>A4</b>



DETALLE H  
ESCALA 1 : 2

Cotas en cm.  
Escala 1:15

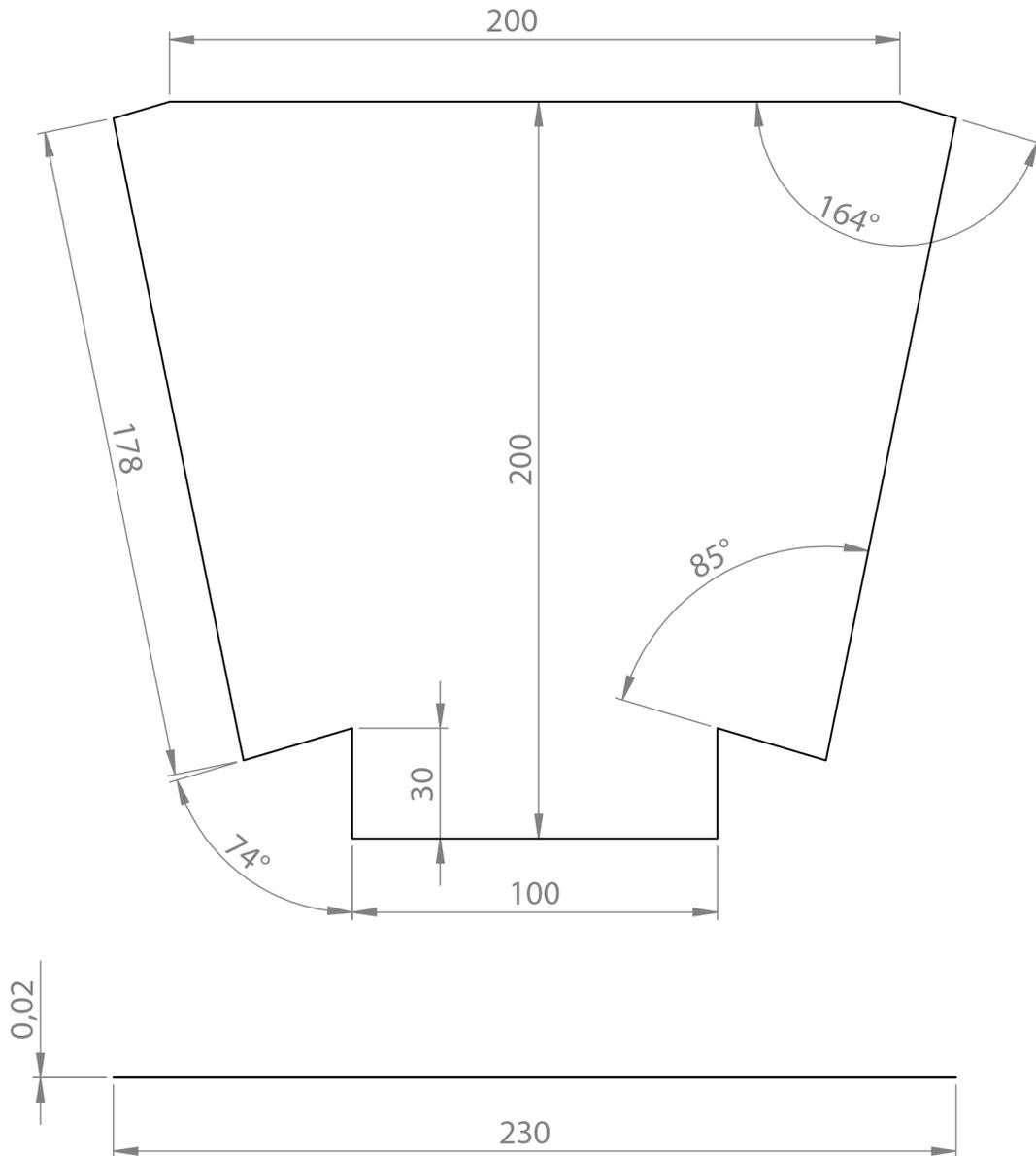
PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>26</b>	
NOMBRE:	<b>REJILLA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>30</b>	CÓDIGO:	<b>SER1</b>	ESCALA:	<b>1:15</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



DETALLE I  
ESCALA 1 : 2

Cotas en cm.  
Escala 1:15

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>		Nº PLANO:	<b>27</b>	
NOMBRE:	<b>REJILLA</b>		FECHA:	<b>08/07/2016</b>	
PIEZA:	<b>31</b>	CÓDIGO:	<b>SER2</b>	ESCALA:	<b>1:15</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>			FORMATO:	<b>A4</b>



Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO:

**DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS**

Nº PLANO:

**28**

NOMBRE:

**PLÁSTICO TRANSPARENTE**

FECHA:

**08/07/2016**

PIEZA:

**32**

CÓDIGO:

**SEP1**

ESCALA:

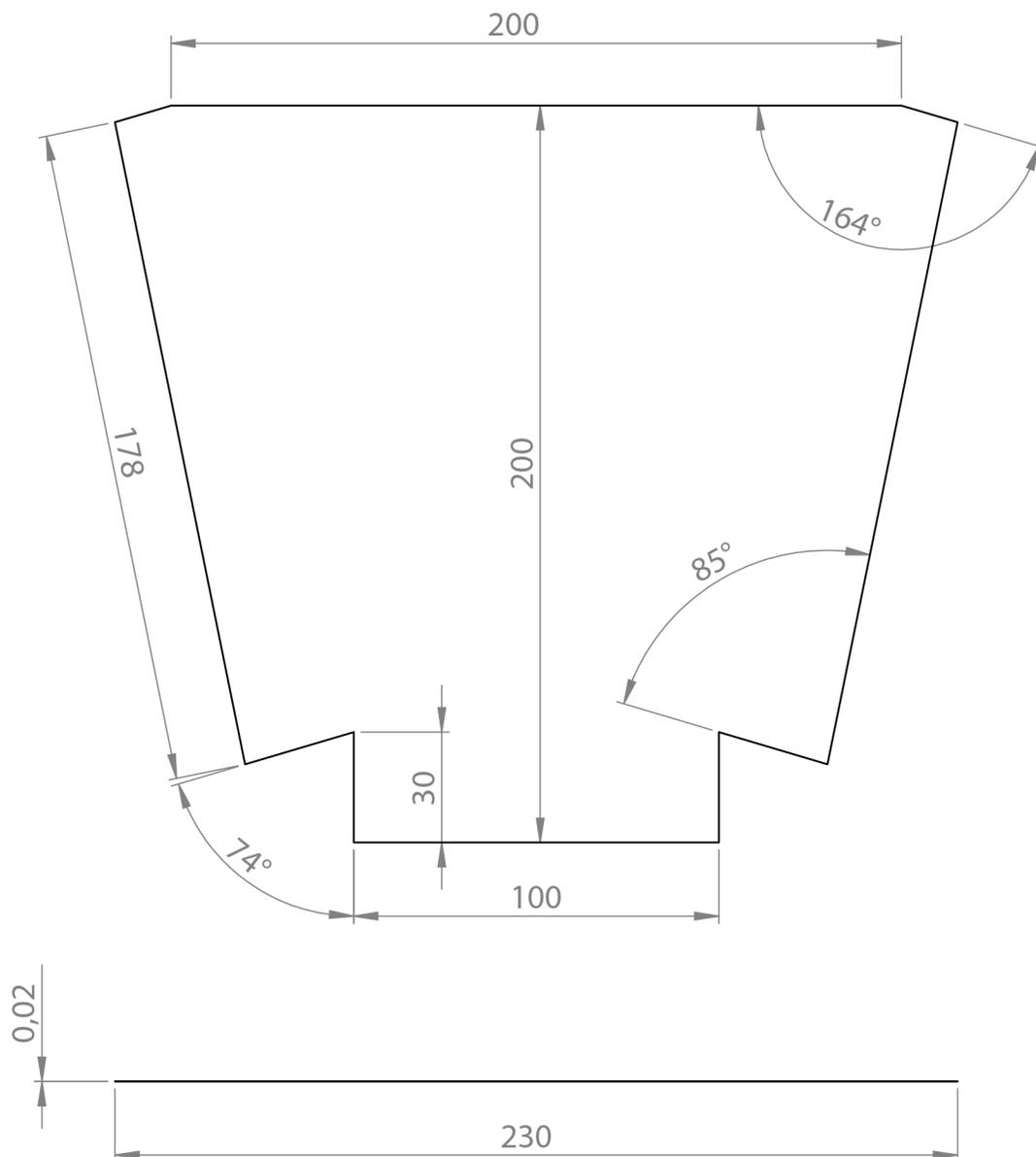
**1:10**

AUTOR:

**BORJA MORAGUES MARTÍNEZ**

FORMATO:

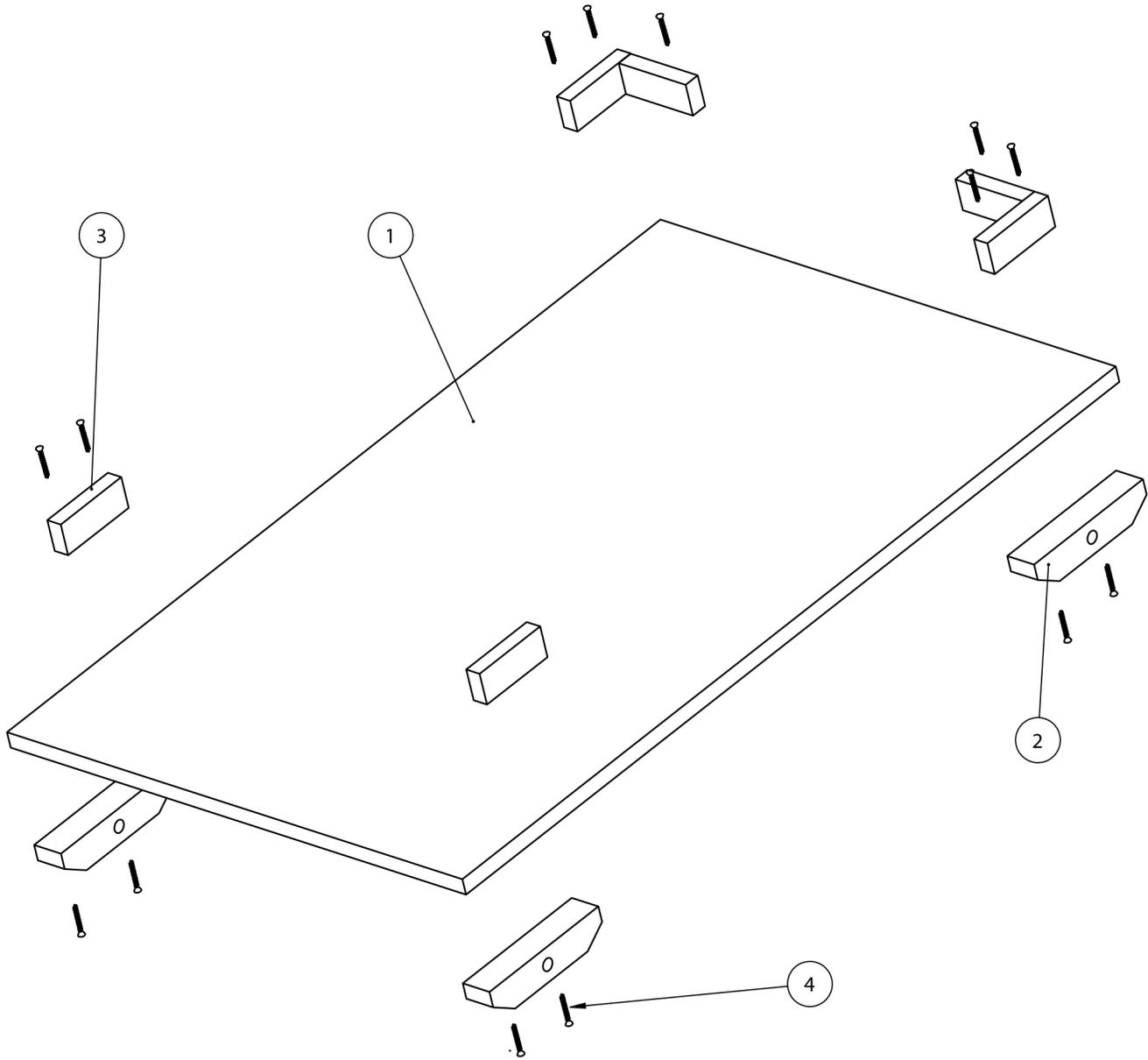
**A4**



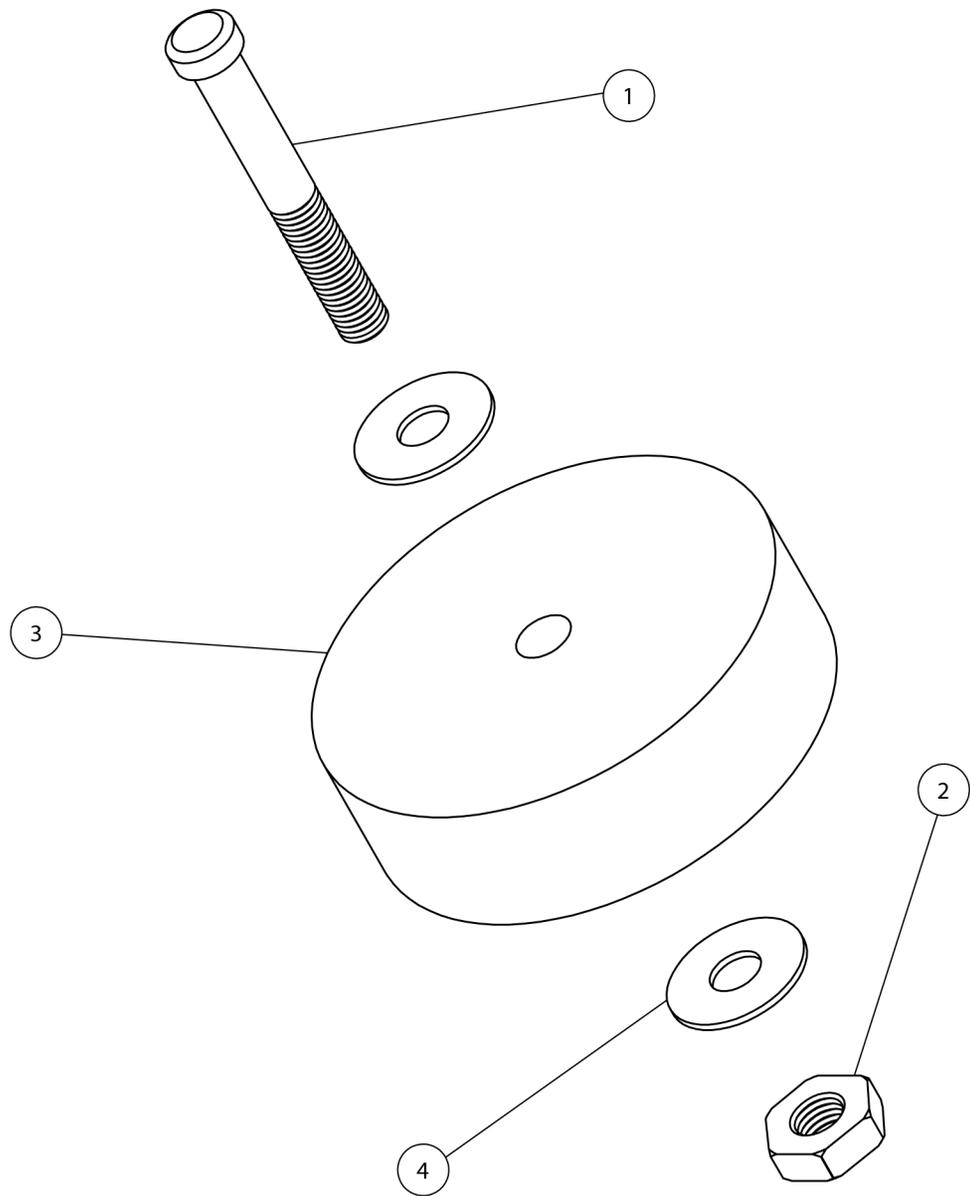
Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>29</b>
NOMBRE:	<b>PLÁSTICO NEGRO</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>
PIEZA:	<b>33</b>	CÓDIGO:	<b>SEP2</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	ESCALA:	<b>1:10</b>
		FORMATO:	<b>A4</b>

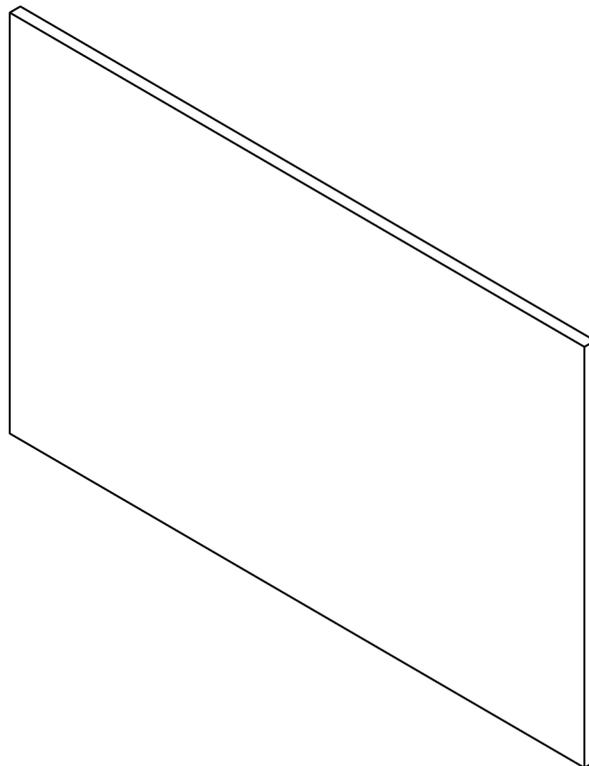
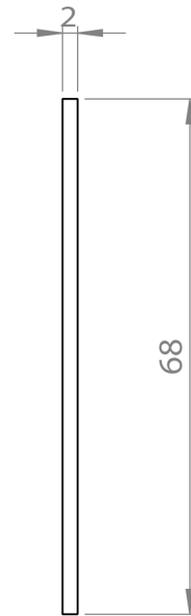
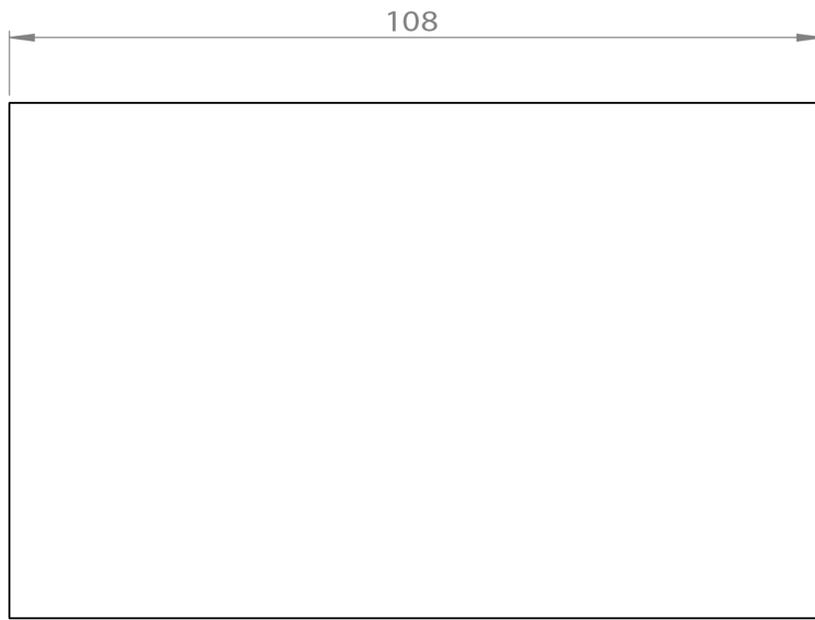
# Carro



Nº 1	Pieza 34 - Código: TEB1
Nº 2	Pieza 35 - Código: TET1
Nº 3	Pieza 37 - Código: TEE1
Nº 4	Pieza 10 - Código: TEC1

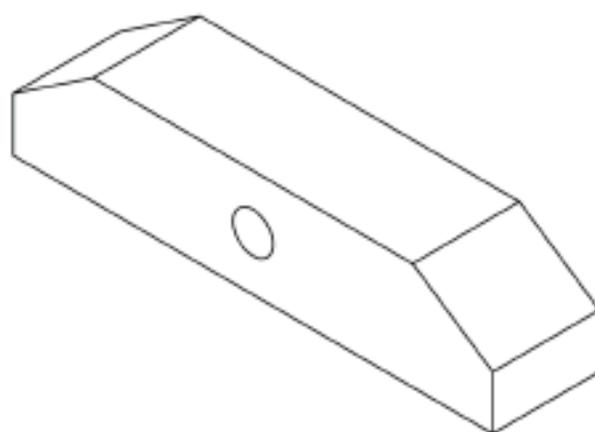
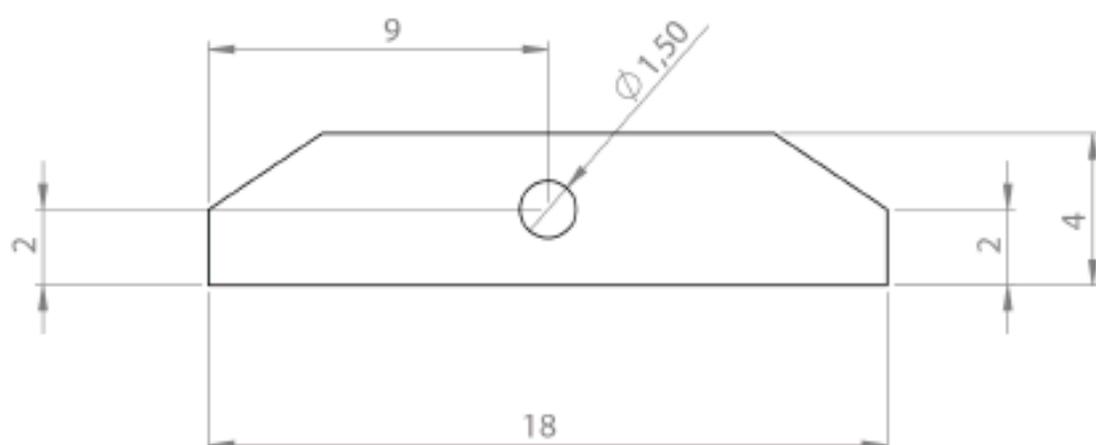


Nº 1	Pieza 38 - Código: TES1
Nº 2	Pieza 40 - Código: TEU1
Nº 3	Pieza 36 - Código: TER1
Nº 4	Pieza 39 - Código: TEA1



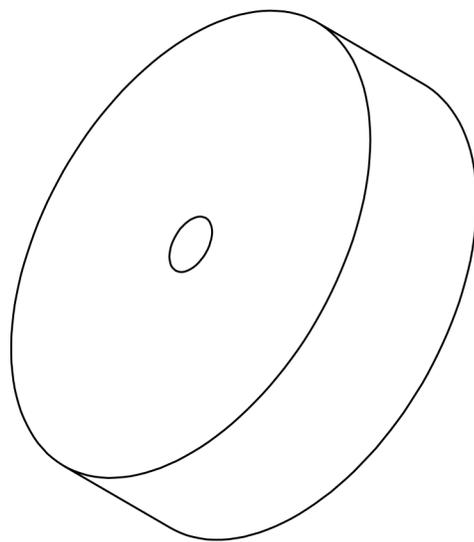
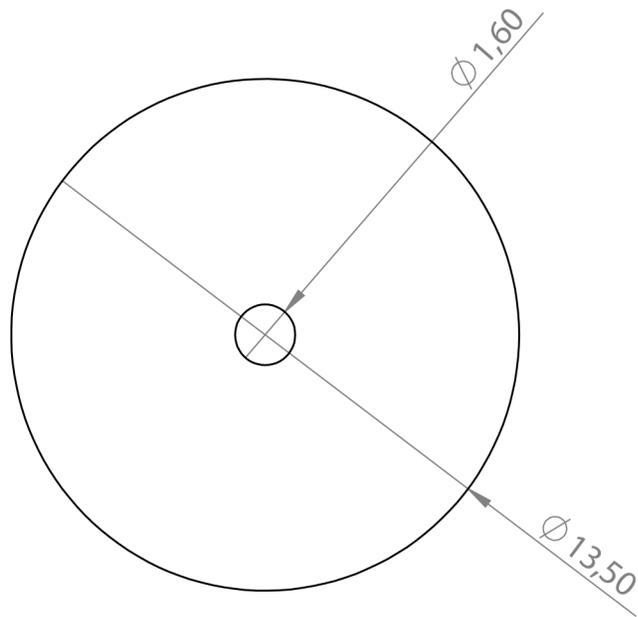
Cotas en cm.  
Escala 1:10

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>30</b>		
NOMBRE:	<b>PLANCHA DE MADERA DM</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>		
PIEZA:	<b>34</b>	CÓDIGO:	<b>TEB1</b>	ESCALA:	<b>1:10</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	FORMATO:	<b>A4</b>		



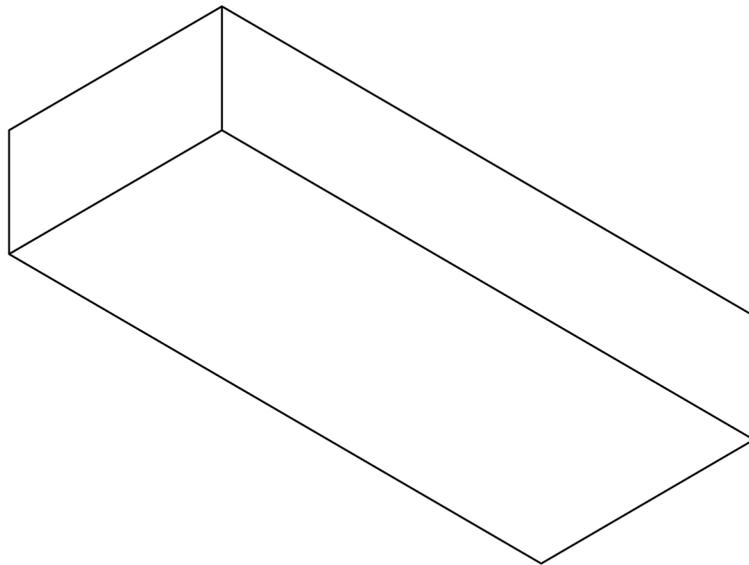
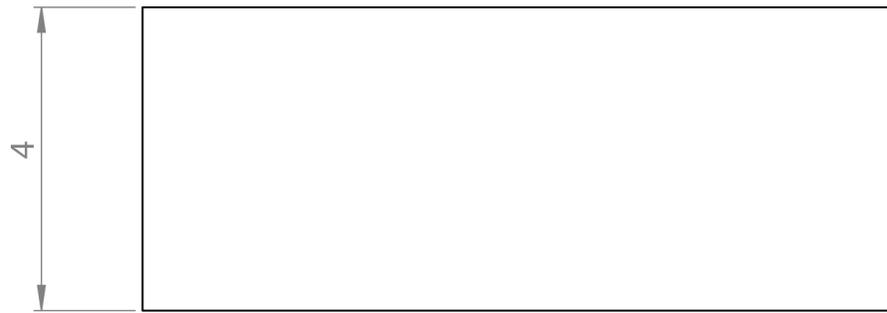
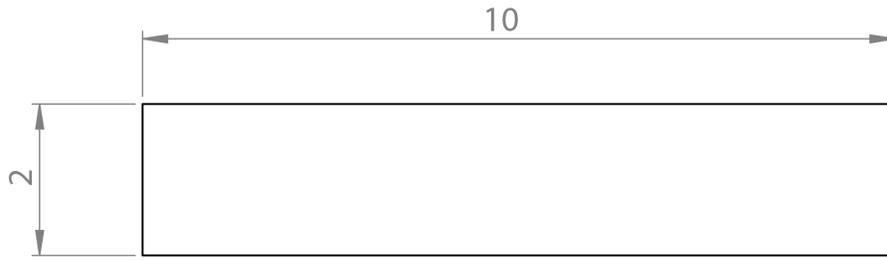
Cotas en cm.  
Escala 1:2

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>31</b>
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA, TOPE</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>
PIEZA:	<b>35</b>	CÓDIGO:	<b>TET1</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	ESCALA:	<b>1:2</b>
		FORMATO:	<b>A4</b>



Cotas en cm.  
Escala 1:2

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>32</b>		
NOMBRE:	<b>RUEDAS</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>		
PIEZA:	<b>36</b>	CÓDIGO:	<b>TER1</b>	ESCALA:	<b>1:2</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	FORMATO:	<b>A4</b>		



Cotas en cm.  
Escala 1:2

PROYECTO:	<b>DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS</b>	Nº PLANO:	<b>33</b>		
NOMBRE:	<b>LISTÓN DE MADERA, ESCUADRAS</b>	FECHA:	<b>08/07/2016</b>		
PIEZA:	<b>37</b>	CÓDIGO:	<b>TEE1</b>	ESCALA:	<b>1:2</b>
AUTOR:	<b>BORJA MORAGUES MARTÍNEZ</b>	FORMATO:	<b>A4</b>		





## DISEÑO DEL PROTOTIPO

Una vez realizados todos los estudios necesarios que han permitido recabar la información necesaria para llevar a cabo el nuevo diseño del deshidratador solar de alimentos y después de haber llevado a cabo el correspondiente desarrollo conceptual y la selección de la estructura y características finales, el siguiente paso es la construcción del prototipo.

Para ello, se utilizó las instalaciones y herramientas de la empresa Roturama Rótulos, situada en Gandía, Valencia.

## 6.1 Construcción del prototipo

Para la construcción del prototipo los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

- 40 metros de listones de madera de abeto de 4x4 centímetros
- 32 Tornillos tirafondos de métrica 6, 3x80mm
- 54 Tornillos tirafondos de métrica 6, 3x40mm
- 420 grapas aprox.
- 8 bisagras
- 7 m<sup>2</sup> de plástico transparente
- 8 m<sup>2</sup> de plástico negro
- 4,5 m<sup>2</sup> de rejilla
- 8 imanes de puerta
- Cola Blanca

Las herramientas requeridas fueron:

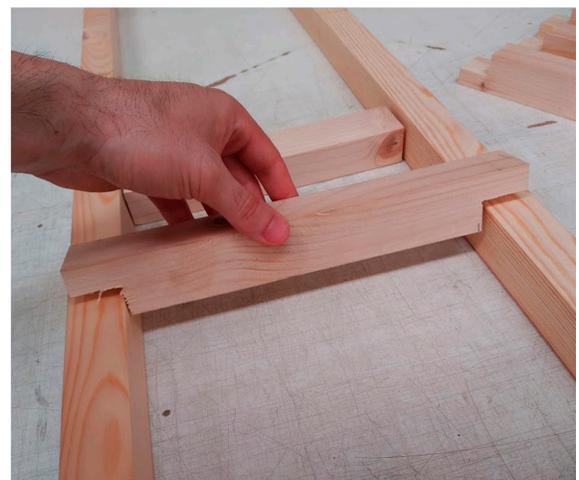
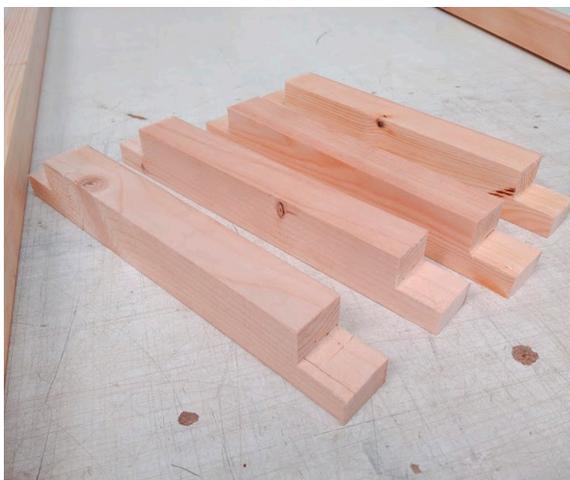
- Tronzadora de disco
- Máquina de atornillar
- Destornillador
- Martillo
- Grapadora
- Lijadora

**Proceso:**

En primer lugar se cortaron todos los listones de madera para construir la estructura de la cámara de secado con la ayuda de la tronadora. En su defecto se pueden utilizar una sierra de disco, una sierra de calar o una sierra de mano.



*Figura 151. Corte de los listones de madera con la tronadora*



*Figura 152. Soportes para las bandejas*

Con la sierra de calar se hicieron muescas para conseguir mayor fijación de los soportes de las bandejas con la estructura de la cámara de secado como se aprecia en las imágenes de arriba.



Figura 153. Piezas cortadas

Para unir los listones de madera entre ellos se perforaron previamente uno de ellos hasta hacerlo pasante y posteriormente se atornillaron. Con esto se evita que la madera se resquebraje.

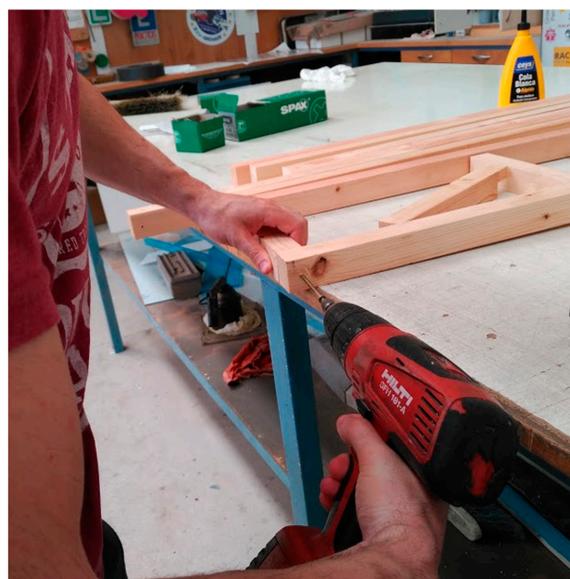
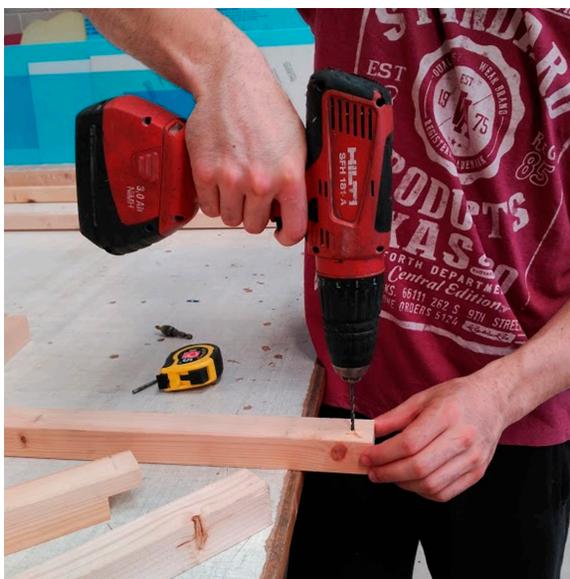


Figura 154. Perforado y atornillado



Figura 155. Medida para la colocación



Figura 156. Fijación con el tirafondo

Antes de colocar los soportes de las bandejas en los laterales se midieron para colocarlas todas con exactitud, de forma que una vez montado las alturas de las bandejas quedaran niveladas y a una altura adecuada para su uso.



Figura 157. Lateral de la estructura con los soportes de las bandejas colocados



*Figura 158. Montaje de las traveseras*

Para el montaje de las bandejas, se dividieron los listones mediante una sierra de disco de modo que con un listón de 4x4 cm se extrajeron dos listones de 4x2 cm de sección. Se cortaron dichos listones y se atornillaron con los tirafondos.



*Figura 159. Estructura bandeja*



Figura 160. Estructura de la cámara de secado con bandejas

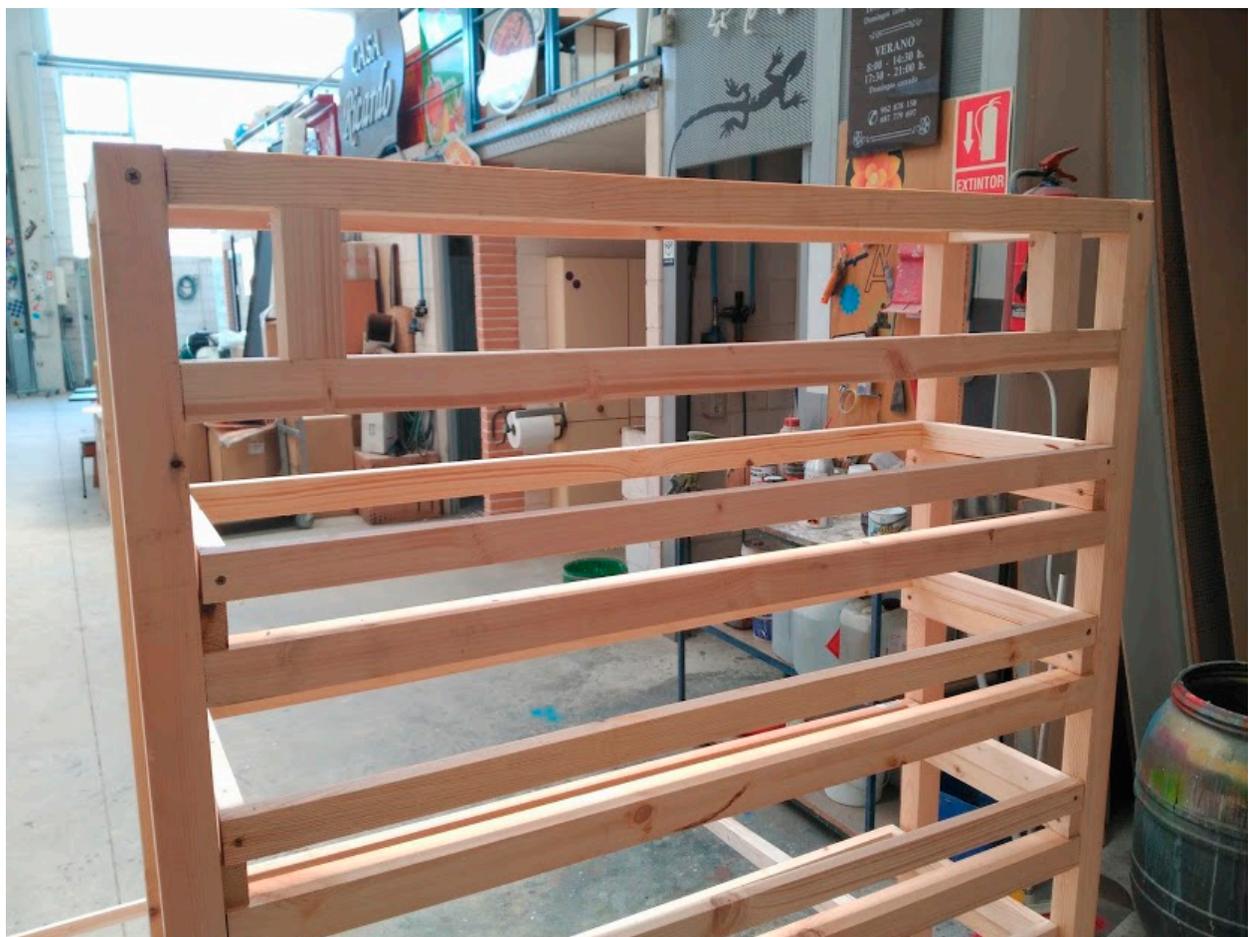


Figura 161. Estructura de la cámara de secado con bandejas

Se colocaron dos listones pequeños en cada lado en la parte superior, como se puede observar en la imagen de arriba, para habilitar la zona por la cual saldrá el aire caliente.

Aprovechando los listones partidos por la mitad, se construyeron las puertas. Se utilizó la misma estrategia, se realizaron agujeros pasantes en uno de los listones y luego se atornillaron.



Figura 162. Estructura puerta

Una vez montadas se colocaron dos bisagras por puerta que más adelante se unirían a los travesaños de la estructura de la cámara de secado.



Figura 163. Colocación de la bisagras

Al principio se pensó colocar cáncamos o alguna pletina de metal que al girarla mantuviera las puertas cerradas, pero en Burkina Faso, en uno de los deshidratadores antiguos, utilizaron unos imanes de puerta básicos. Así que como ellos tenían acceso a ese tipo de imanes allí, pensamos que sería buena idea utilizarlos en el nuevo deshidratador.



Figura 164. Imanes para el cierre de la puertas

Para su colocación, se atornillaron dos placas metálicas en cada puerta y dos imanes en cada travesaño de modo que coincidieran al cerrarlas y quedaran fijadas.

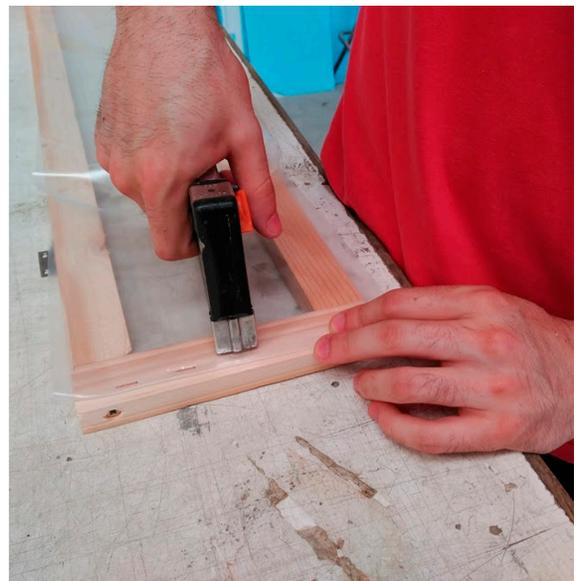
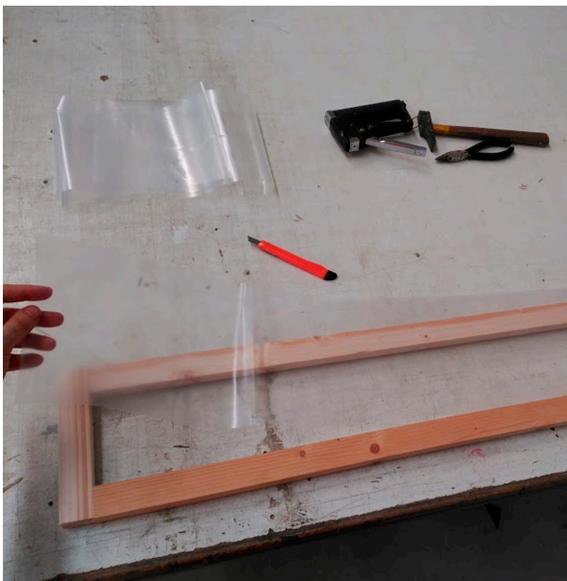


Figura 165. Corte y grapado del plástico para las puertas

Una vez armadas las puertas, se cortaron trozos de plástico con la misma medida y haciendo un previo dobladillo, se graparon a la madera estirando el plástico para que quedara tenso. Dicho dobladillo refuerza la unión y evita el desgarro del plástico en el futuro.

A continuación, con la tronadora, se cortaron los listones para la estructura del colector, ya que permite realizar cortes en ángulo.



*Figura 166. Corte en ángulo de los listones*

A los dos listones más largos se les hizo una muesca con la sierra de calar para conseguir la unión con la cámara de secado.



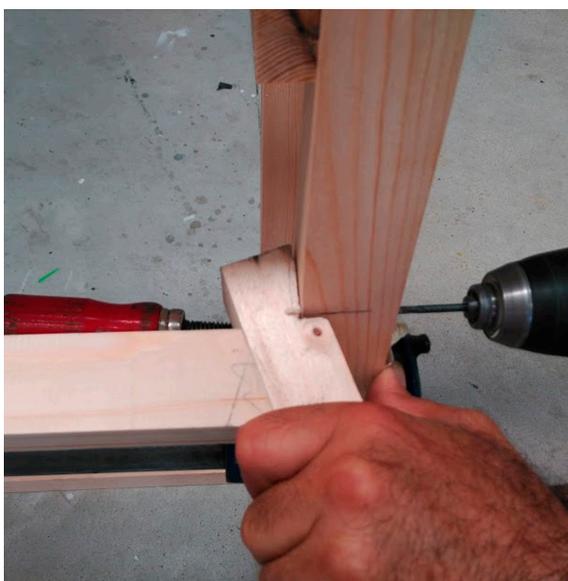
*Figura 167. Corte de la muesca para la unión entre el colector y la cámara de secado*

La cara del colector montada se colocó provisionalmente unida a la cámara de secado y se midió el ángulo que se le quería dar al colector.



*Figura 168. Medida del ángulo final del colector*

Una vez marcada la altura se perforaron tanto estructura de la cámara de secado como el listón con la muesca del colector, para conseguir el agujero donde meter la varilla que los sujetaría.



*Figura 169. Agujero pasante para la varilla*

Después, se acabó de montar la estructura del colector con todos los listones cortados con sus respectivos ángulos.



Figura 170. Montaje del colector

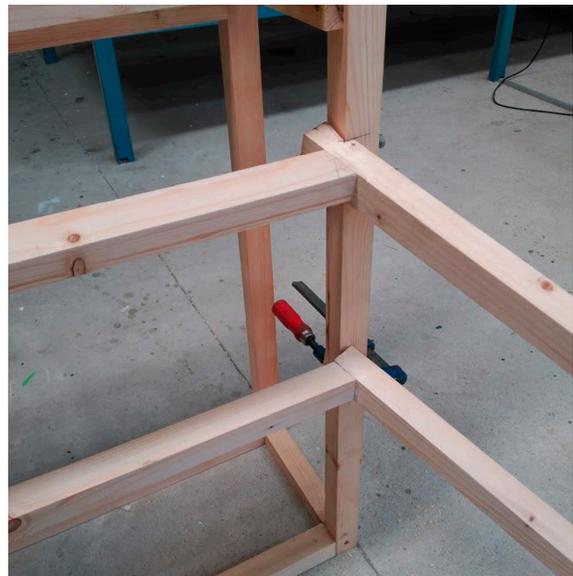
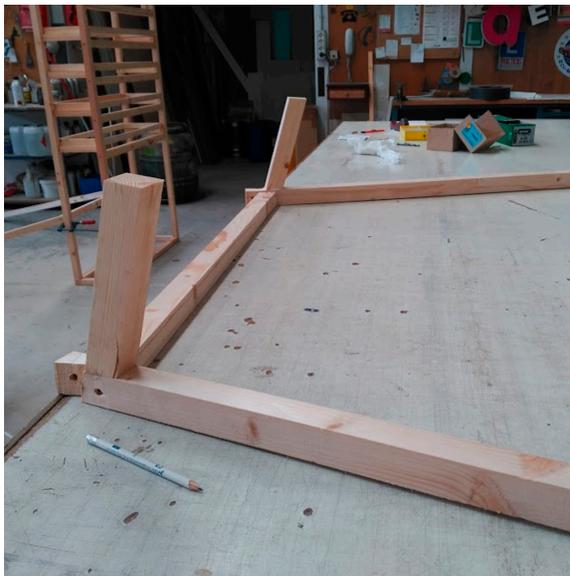


Figura 171. Montaje del colector



Figura 172. Montaje del colector

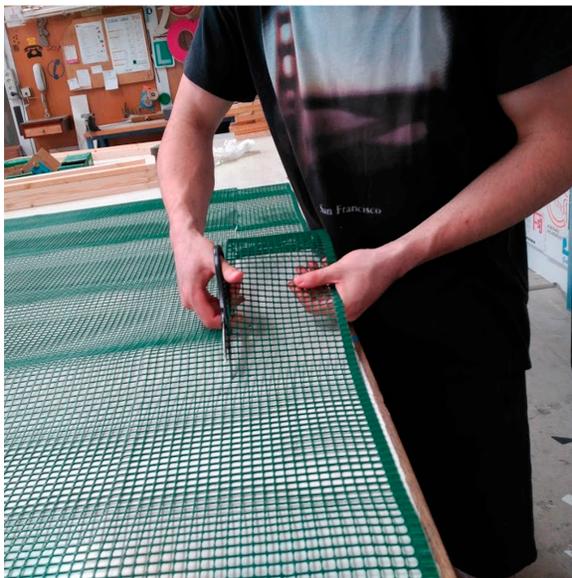


Figura 173. Montaje del colector

Para el sistema de la entrada de aire, se le grapó en el listón de madera de arriba una lámina de madera de DM que cubría más de la mitad del orificio de entrada. Por la otra parte, en el listón de abajo, se grapó otra lámina de madera de DM del mismo tamaño. Y los huecos restantes se cubrieron con rejilla de plástico, de modo que se creó un circuito para que el aire no entrara directamente en el colector, sino que lo obligara a hacer ese recorrido evitando la entrada directa de ráfagas de aire que bajen instantáneamente la temperatura del interior.



*Figura 174. Grapado de la lámina de DM en el colector*



*Figura 174. Corte a medida de la rejilla de plástico*



Figura 175. Grapado de la rejilla de plástico



Figura 176. Grapado de la rejilla de plástico

Por otra parte, el carro para transportar el equipo se construyó con una plancha de madera. Aprovechando los trozos de listones que habían sobrado, se cortaron y se perforaron de forma que se atornillaran a la base y fueran el punto de sujeción del eje de las ruedas.



Figura 177. Superficie del carro con los topes para los ejes de la ruedas

Para las ruedas, ya que se necesita un espesor grande, se pegaron varios trozos de madera con cola blanca y se dejó secar con gatos de sujeción. Cuando la cola ya se había secado con una sierra de calar se cortaron las ruedas.



Figura 178. Pegado y corte de las ruedas

Con un tornillo de media rosca, una tuerca y dos arandelas se montaron las ruedas. Finalmente por la cara superior del carro se le atornilló dos escuadras y dos toques de madera para que una vez cargado el equipo no se salga de la superficie.



*Figura 179. Montaje de las ruedas y aspecto final del carro con las escuadras colocadas*



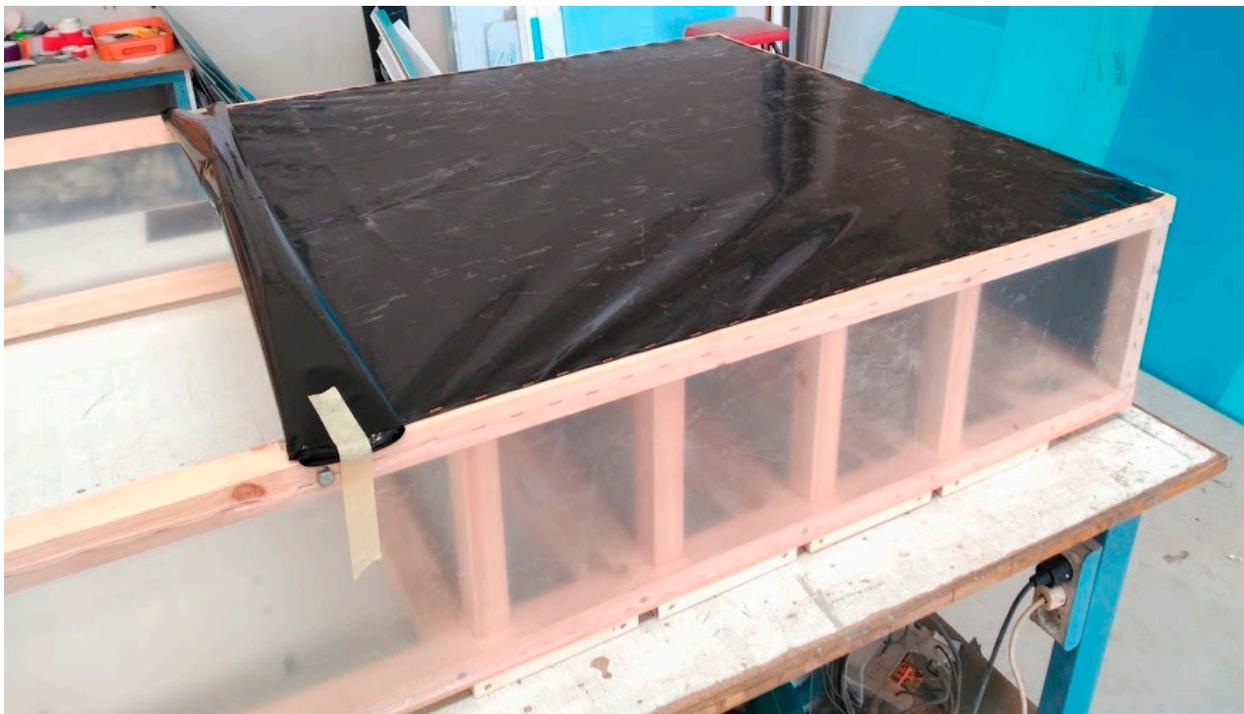
*Figura 180. Carro cargado con el equipo*

Después de tener ambas estructuras montadas, se forraron con plástico transparente los laterales de la estructura de la cámara de secado y la parte superior sin llegar a tapan los orificios para la salida del aire caliente.



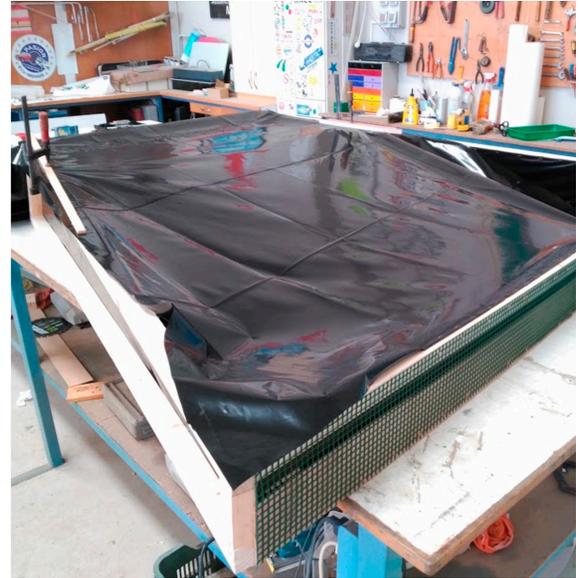
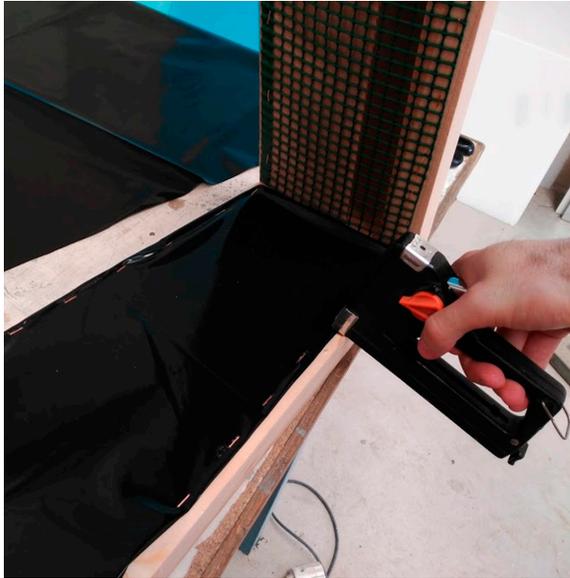
*Figura 181. Forrado de la estructura con plástico transparente*

La parte frontal se cubrió con plástico negro hasta la mitad dejando un trozo de plástico suelto que es que se utilizará para unirlo con el colector.



*Figura 182. Forrado de la estructura con plástico negro*

A continuación se cubrieron los laterales del colector y la base con plástico negro con el mismo sistema, haciendo un dobladillo, tensando y grapando.



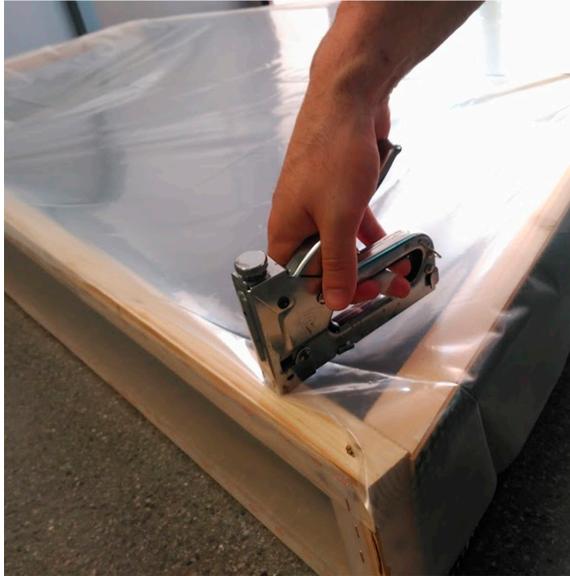
*Figura 183. Forrado del colector con plástico negro*

Al cubrir la parte inferior del colector con plástico negro se dejó un trozo colgando que se utilizaría posteriormente para unirlo con la cámara de secado.



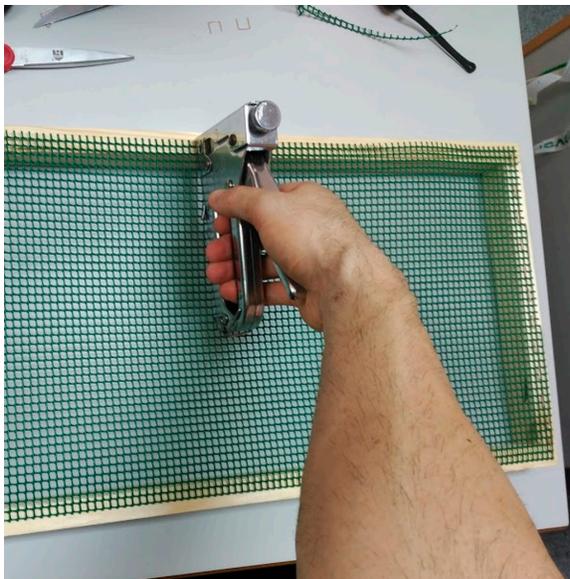
*Figura 184. Parte inferior del colector forrada con plástico negro*

La parte superior del colector y la parte exterior de los laterales se forraron con plástico transparente quedando así el colector acabado.



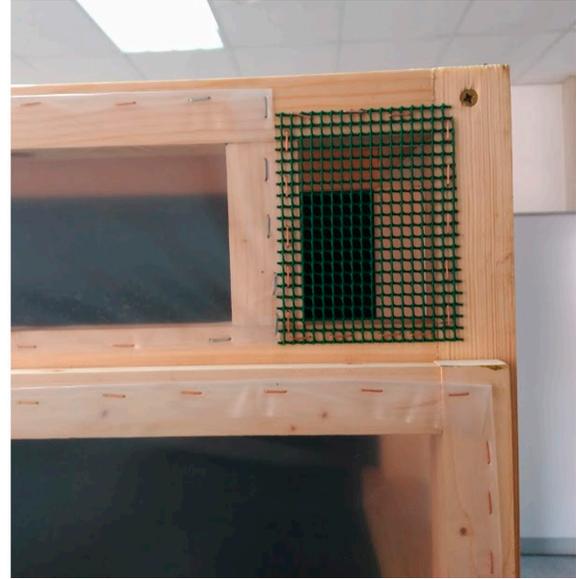
*Figura 185. Forrado del colector con plástico transparente*

Para las bandejas se cortaron trozos de rejilla a medida y se graparon a los bastidores que se habían construido anteriormente.



*Figura 186. Colocación de la rejilla en las bandejas*

Por último se colocaron y graparon los dos trozos de rejilla en los orificios de salida del aire de la cámara de secado.



*Figura 187. Colocación de la rejilla en los orificios de la salida de aire*

El aspecto final del deshidratador solar de alimentos diseñado es el que se muestra en la figura 188.



*Figura 188. Deshidratador solar*

## 6.2 Aspectos mejorados

Realizando una comparativa en detalle del deshidratador solar anterior con el nuevo se aprecian las siguientes mejoras.

### Deshidratador solar antiguo - Deshidratador solar nuevo



*Figura 189. Deshidratador solar antiguo y nuevo*

Como se aprecia en la figura 189, el aspecto general del deshidratador solar ha cambiado, siendo ahora más voluminoso en lo que respecta al colector, característica que aporta mayor superficie de captación solar.

### Orificio de salida de aire caliente



Figura 190. Orificio de salida del aire caliente

Como se aprecia en la imagen superior, en el nuevo deshidratador se han habilitado en los laterales superiores dos orificios de salida del aire ya que según estudios realizados en el antiguo deshidratador, el aire caliente tiende a salir por el centro. Con esto se obliga al aire a salir por los laterales con lo que se consigue una circulación homogénea por todas las zonas de la cámara de secado.

### Colector de radiación solar



Figura 191. Comparación de los colectores solares

Con el nuevo captador solar se ha conseguido más del doble de la superficie de captación solar con respecto al anterior lo que supone un aumento de aire caliente para el secado de los alimentos, además de una mayor velocidad debido al *Efecto Venturi* que propicia su forma.

### Zona de entrada de aire exterior

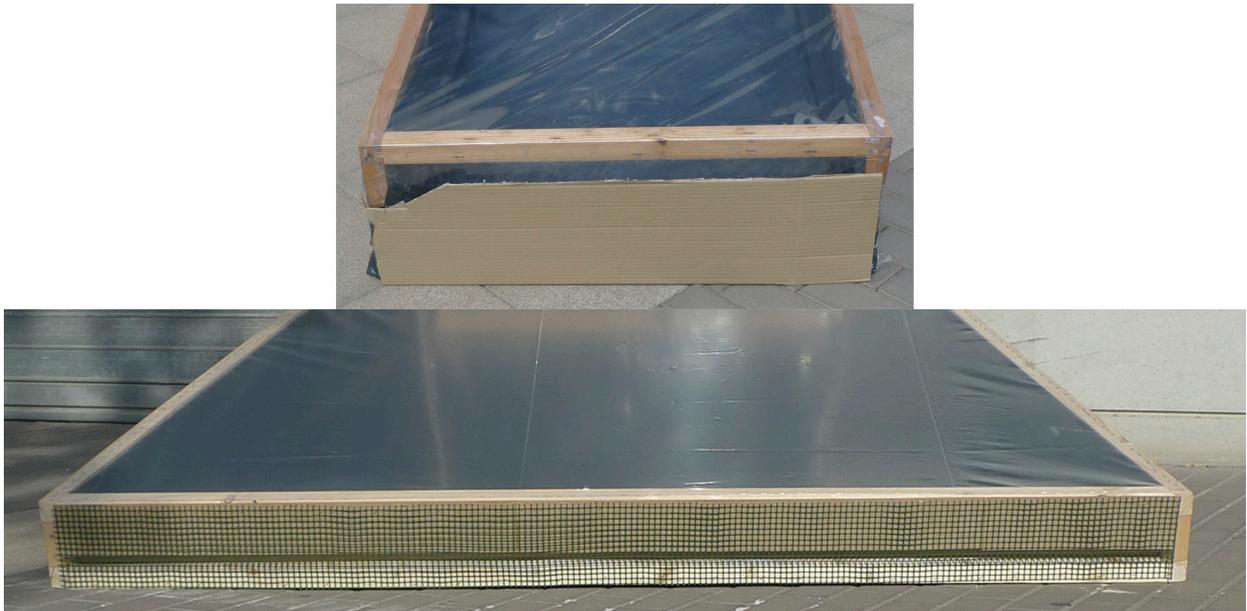


Figura 192. Zona de entrada de aire

La rejilla de entrada de aire del equipo anterior era demasiado grande y dejaba entrar ráfagas de aire que producían una bajada instantánea de la temperatura. Con el nuevo sistema se evita la entrada directa y por consiguiente la bajada de la temperatura.

### Unión de la cámara de secado con el colector



Figura 193. Unión de la cámara de secado con el colector

En cuanto a la unión entre los plásticos de la cámara de secado con los del colector, se ha pasado de unirlos con cinta adhesiva a unirlos enrollados y con pinzas. Gracias a esto se alarga la vida útil del plástico, no se necesita gastar cinta adhesiva en cada uso y permite cerrar más estandarizado y cómodo.

### Acceso a las bandejas



Figura 194. Parte trasera de los dos deshidratadores

Para finalizar la última de las mejoras más notables es la forma de acceso a las bandejas con los alimentos. En el equipo anterior la parte trasera disponía de un plástico transparente con belcro de una sola pieza. Esto obligaba a abrir toda la parte trasera para sacar las bandejas, con lo que se pierde parte de la inercia térmica. Sin embargo, el nuevo deshidratador dispone de cuatro puertas, una para cada bandeja las cuales te permiten sacar una bandeja abriendo el mínimo espacio posible reduciendo al máximo la pérdida de calor.





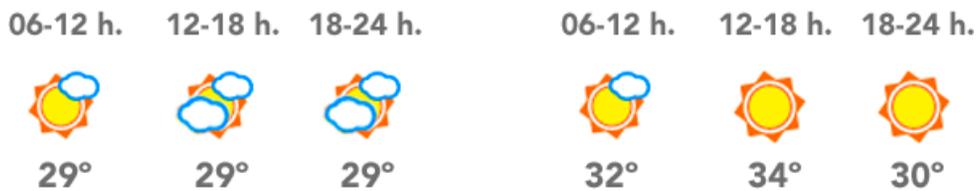


## **ENSAYOS DEL DESHIDRATADOR REDISEÑADO**

Después de haber construido el prototipo del nuevo deshidratador solar, el siguiente paso es el ensayo del equipo. Para ello se llevó a cabo el secado de alimentos en un día y medio del mismo modo que en el ensayo realizado con el equipo anterior. Dicho proceso se realizó el mes de Julio. Los alimentos que se utilizaron en el secado fueron los mismos de la vez anterior: banana, uva, cereza, pepino, calabaza, tomate, berenjena, cebolla y mango.

Las condiciones climáticas fueron las siguientes:

- Día 7 de Julio de 2016: 29 °C, parcialmente nublado por la mañana y muy nublado por la tarde.
- Día 8 de Julio de 2016: 32 °C, parcialmente nublado por la mañana y soleado por la tarde.



### Descripción del proceso:

Como en el secado anterior, el primer paso fue el montaje del deshidratador y la exposición al sol para su atemperado.



Figura 195. Exposición al sol para el atemperado

A diferencia de la otra vez, cuando se cortaron las frutas y verduras se le realizaron una serie de cortes en la piel para evitar el arrugado de los alimentos, como se puede apreciar en las imágenes de los alimentos del anterior secado.

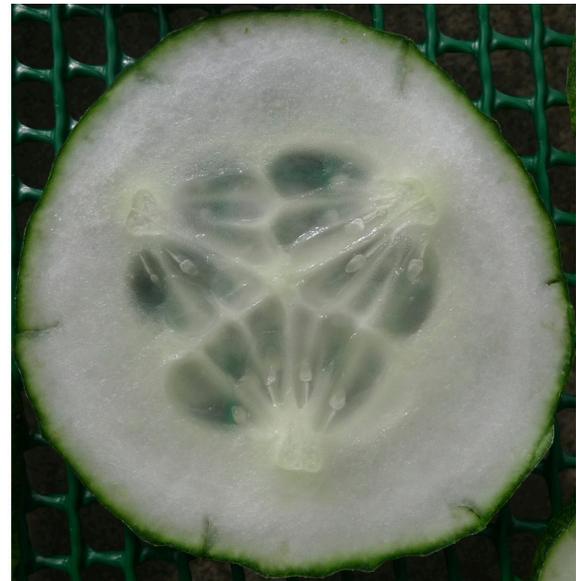


*Figura 196. Corte en la piel del mango*

El corte de las frutas y verduras se hizo de 2 mm y esta vez, la uva y la cereza, que fueron las dos frutas que no llegaron a secarse debido a su grosor, también se filetearon. La primera pesada se realizó a las 9:30h de la mañana. A continuación se muestran el estado de los productos recién cortados.



*Figura 197. Estado de la calabaza*



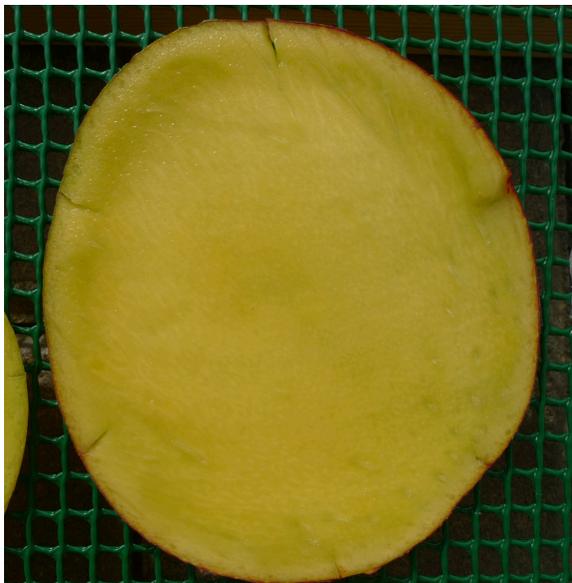
*Figura 198. Estado del pepino*



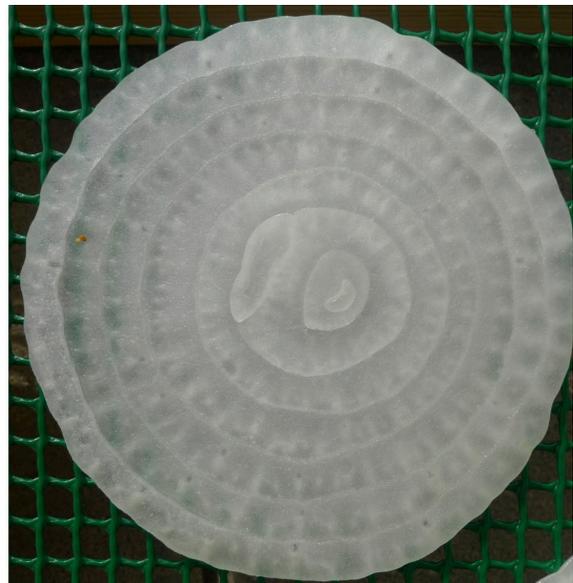
*Figura 199. Estado del tomate*



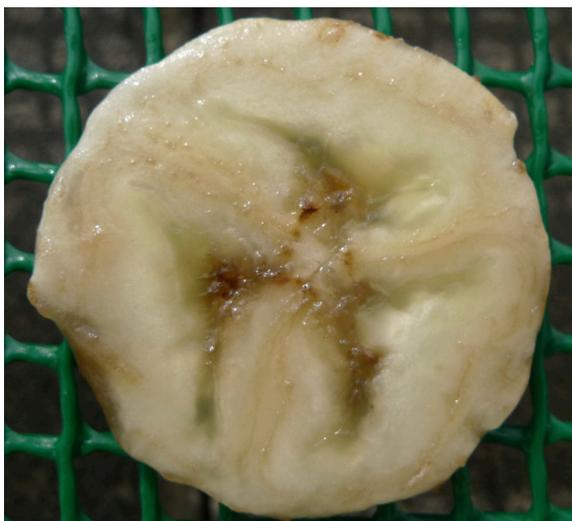
*Figura 200. Estado de la berenjena*



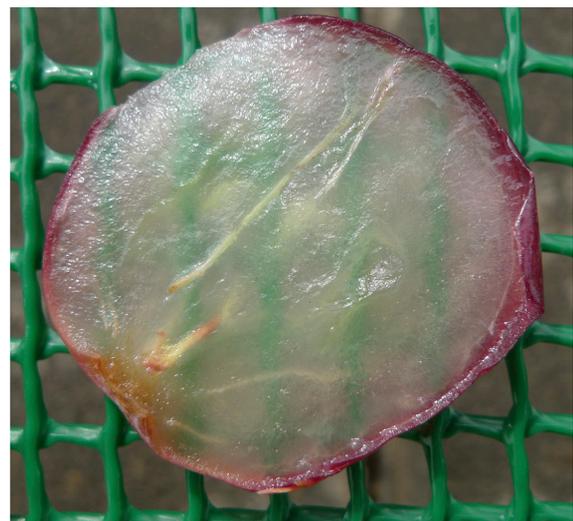
*Figura 201. Estado del mango*



*Figura 202. Estado de la cebolla*



*Figura 203. Estado del plátano*



*Figura 204. Estado de la uva*



*Figura 205. Estado de la cereza*

La segunda pesada se realizó 3,5 horas después, a las 13:00h. El día estaba muy nuboso sin prácticamente momentos de sol y pese a que el peso había disminuido no era suficiente. Así que reorientamos el deshidratador y lo dejamos seguir con su secado.



*Figura 206. Reorientado del deshidratador*

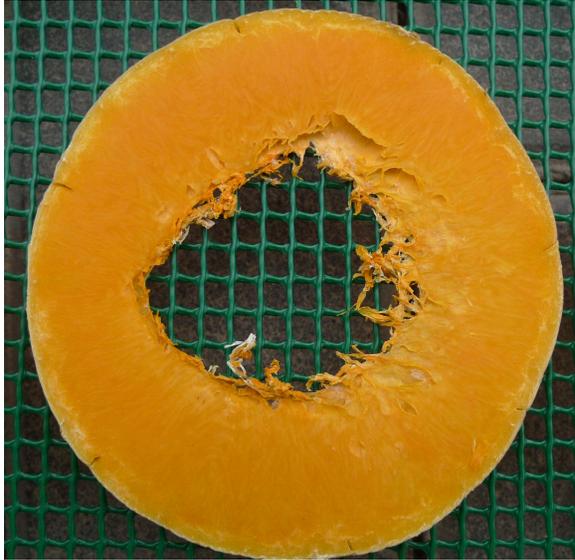


Figura 207. Estado de la calabaza



Figura 208. Estado del pepino



Figura 209. Estado del tomate



Figura 210. Estado de la berenjena



Figura 211. Estado del mango



Figura 212. Estado de la cebolla



*Figura 213. Estado del plátano*



*Figura 214. Estado de la uva*



*Figura 215. Estado de la cereza*

Pasadas 4,5 horas, a las 17:30h, se hizo la tercera pesada. Desde la pesada anterior no había habido nada de sol, el cielo estaba totalmente nublado y las previsiones marcaban que seguiría así todo el día, incluso empeoraría. Por lo tanto, una vez realizada la pesada y observando que la reducción de peso había sido muy pequeña, decidimos almacenar los alimentos y continuar el día siguiente.

Se utilizó una célula calibrada para conocer el potencial de la energía solar térmica. Con ella se sabe exactamente los vatios por metro cuadrado que nos llegan del sol en todo momento. Como se puede observar en la imagen inferior la célula marca 29 mA, que equivalen a  $120 \text{ Wxm}^2$ . Teniendo en cuenta que en días totalmente soleados la célula puede llegar a marcar 281 mA que equivalen a  $1000 \text{ Wxm}^2$ , deducimos que la radiación en ese momento era demasiado reducida para llevar a cabo el proceso de secado.

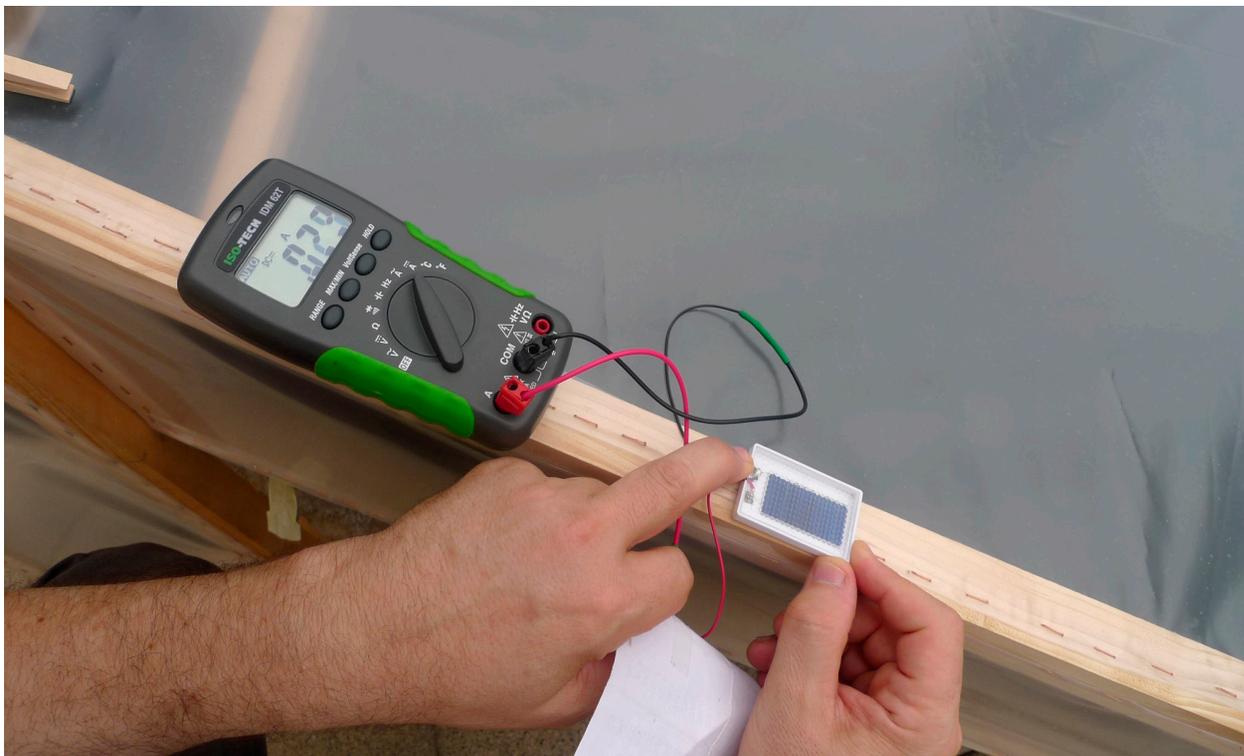
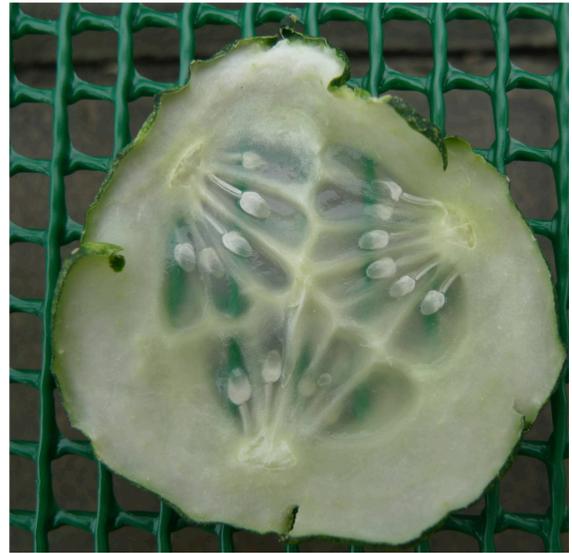


Figura 216. Medición del potencial de la energía solar mediante una célula calibrada.



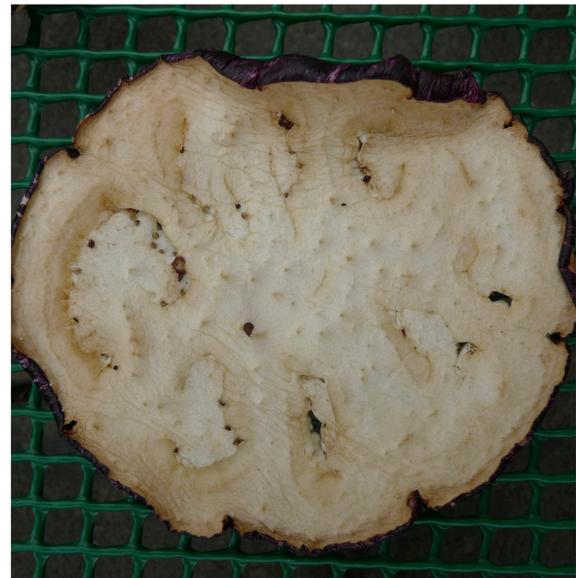
*Figura 217. Estado de la calabaza*



*Figura 218. Estado del pepino*



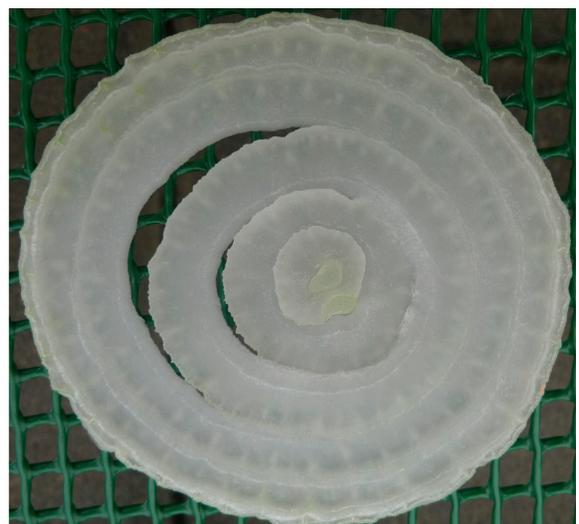
*Figura 219. Estado del tomate*



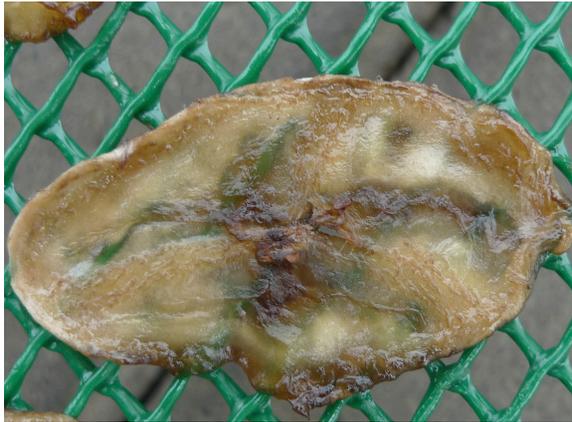
*Figura 220. Estado de la berenjena*



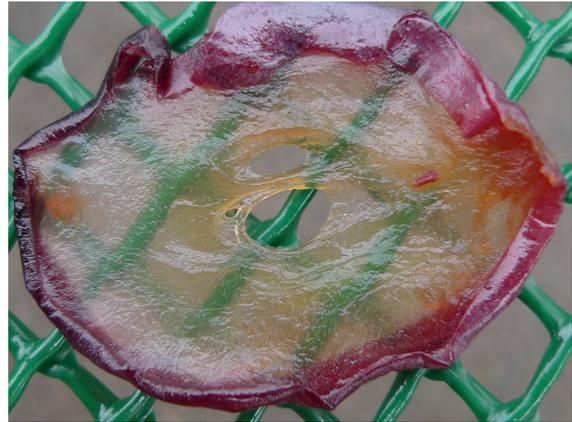
*Figura 221. Estado del mango*



*Figura 222. Estado de la cebolla*



*Figura 223. Estado del plátano*



*Figura 224. Estado de la uva*



*Figura 225. Estado de la cereza*

Al día siguiente se hizo el mismo proceso, se montó el equipo y se puso al sol para atemperarlo, mientras se realizaba la cuarta pesada. A diferencia del día anterior, el cielo estaba parcialmente despejado y se pudo disfrutar de todo un día soleado.

Durante el reposo de los alimentos de toda la noche, el peso se vio reducido, por lo que para la elaboración de las curvas de secado se tomaron los datos como 3 horas de secado.

La cuarta pesada se realizó a las 8:30h de la mañana.



Figura 226. Colocación de las bandejas con los alimentos



Figura 227. Estado de la calabaza



Figura 228. Estado del pepino



Figura 229. Estado del tomate

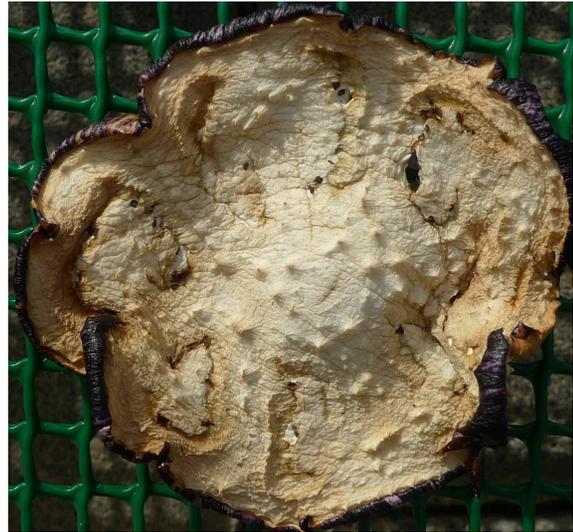


Figura 230. Estado de la berenjena

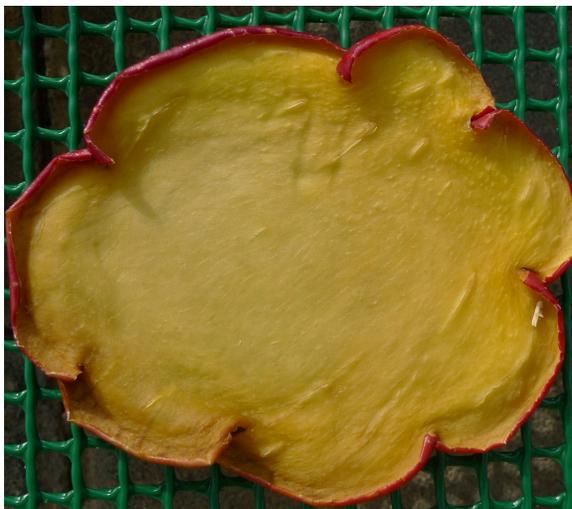


Figura 231. Estado del mango



Figura 232. Estado de la cebolla



Figura 233. Estado del plátano



Figura 234. Estado de la uva



*Figura 235. Estado de la cereza*

Cuatro horas después se dispuso a hacer la quinta pesada y lo que se encontró fueron todos los alimentos secos e incluso algunos en exceso. El tomate y algunos trozos de cebolla se habían ennegrecido por un posible proceso de cocción.

Se midió la temperatura con una sonda tanto dentro del colector como en la salida del aire y se observó que la temperatura sufría muy poca variación entre los dos puntos. También se midió con la célula calibrada para conocer el potencial de la energía solar térmica en ese instante.



Figura 236. Temperatura en el exterior del equipo, 32 °C



Figura 237. Temperatura dentro del colector y medida del potencial eléctrico

La célula calibrada marcaba 259 mA que corresponden a  $920 \text{ Wxm}^2$ , lo que indica una gran cantidad de radiación y por lo tanto unas condiciones óptimas para el secado.



Figura 238. Temperatura en la salida del aire

Como se aprecia, la temperatura tanto en el colector como en la salida del aire se mantiene, esto se debe a la inclinación del colector y el *Efecto Venturi* que supone un aumento de la velocidad del aire caliente. Este aumento de la velocidad se pudo apreciar al acercar la mano a las rejillas de la salida, donde se notaba un flujo de aire considerablemente mayor al que salía con el anterior deshidratador.



Figura 239. 50 °C alcanzados en la salida del aire



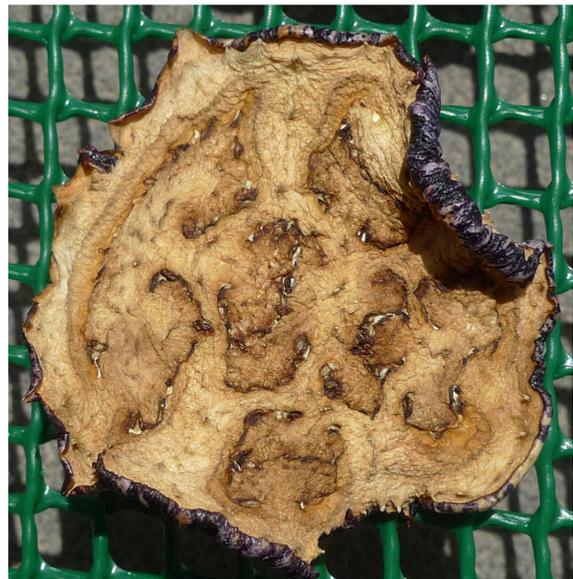
*Figura 240. Estado de la calabaza*



*Figura 241. Estado del pepino*



*Figura 242. Estado del tomate*



*Figura 243. Estado de la berenjena*

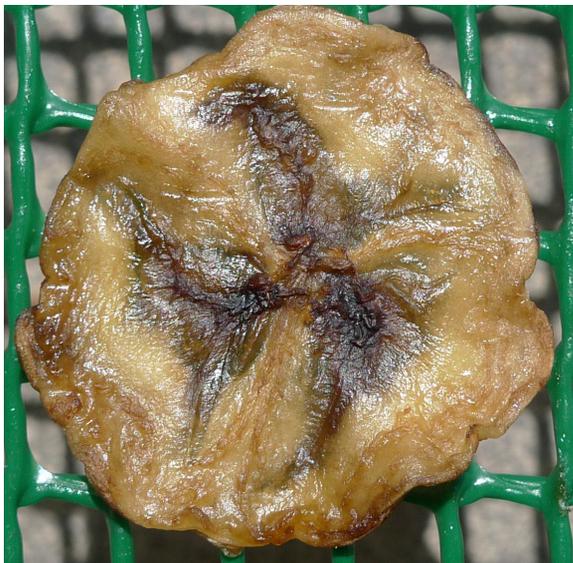
En la imagen de arriba se puede ver el estado final del tomate que quedó ennegrecido debido a haber estado demasiado tiempo en el deshidratador.



*Figura 244. Estado del mango*



*Figura 245. Estado de la cebolla*



*Figura 246. Estado del plátano*

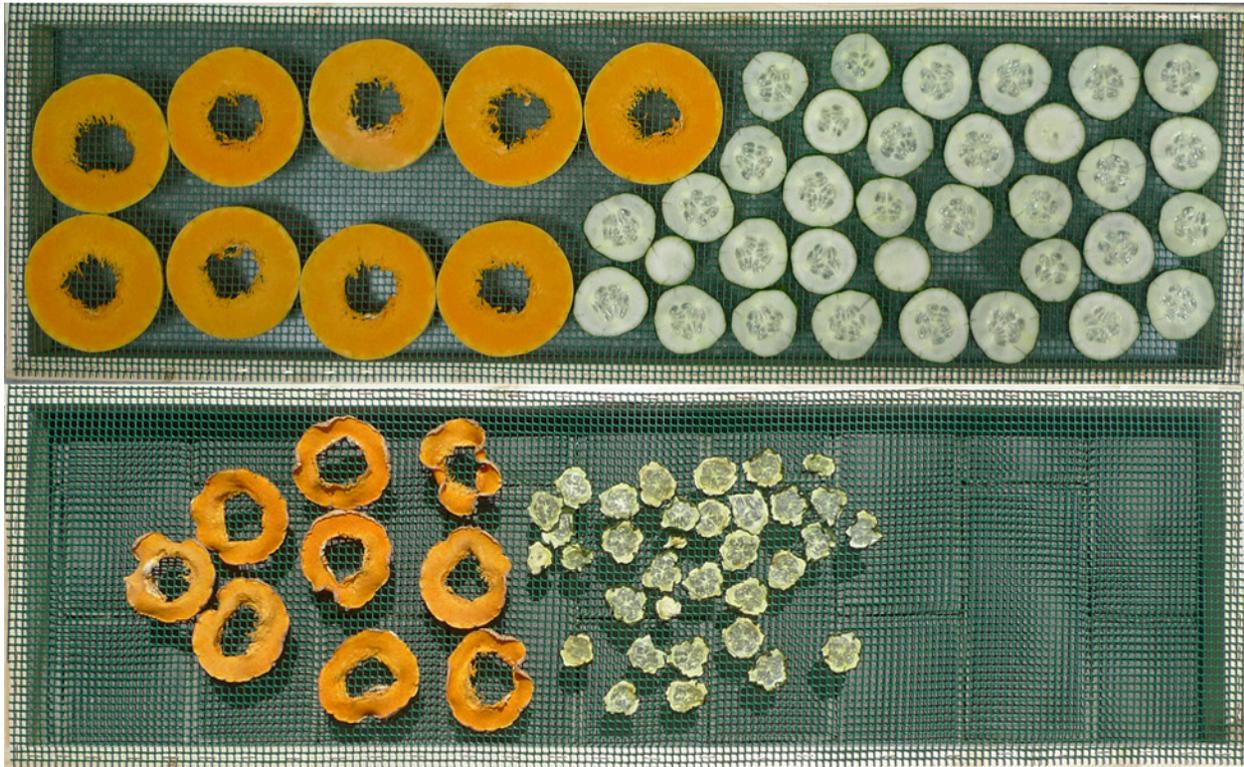


*Figura 247. Estado de la uva*



*Figura 248. Estado de la cereza*

**Comparativa:**



*Figura 249. Comparación de calabaza y pepino*



*Figura 250. Comparación de mango y cebolla*



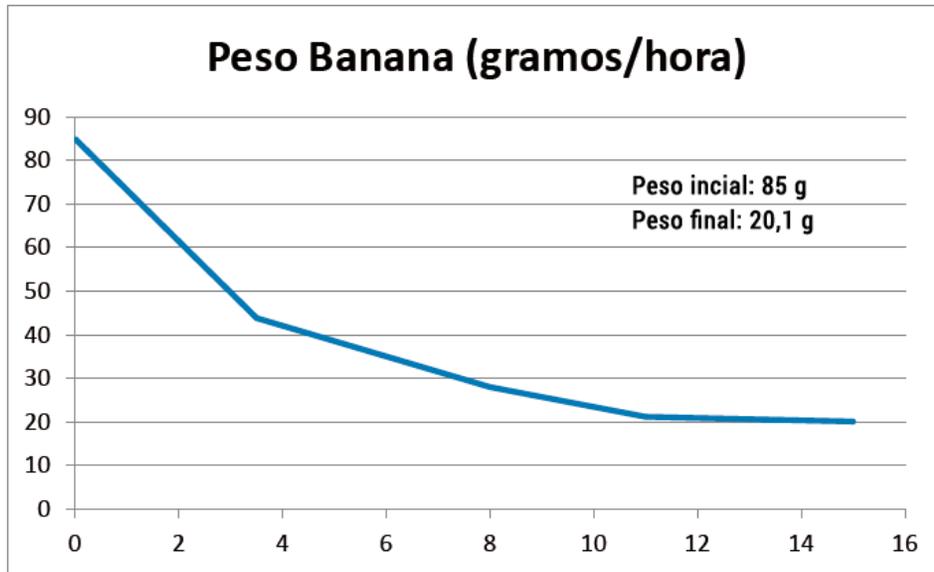
Figura 251. Comparación de cereza, uva y banana



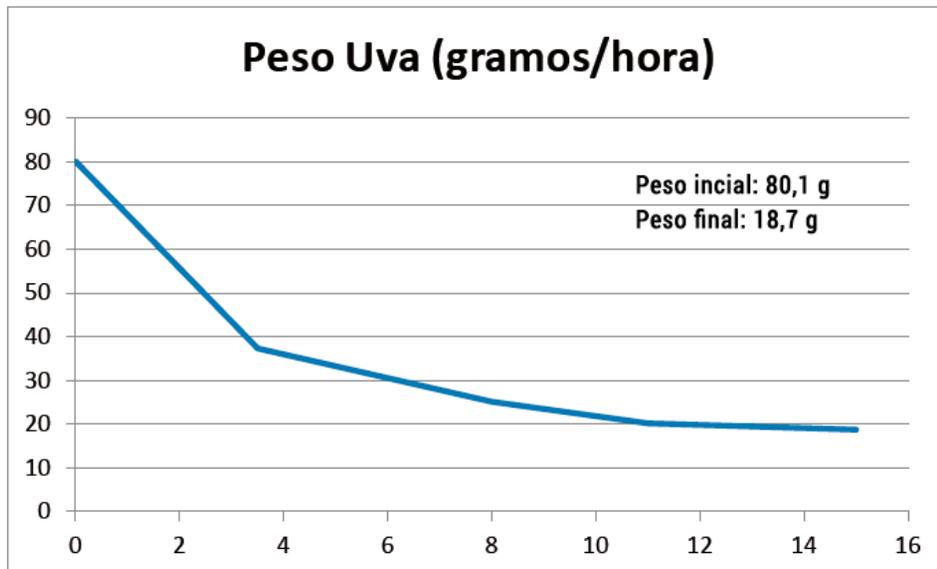
Figura 252. Comparación de berenjena y tomate

## 7.1 Medición y curvas

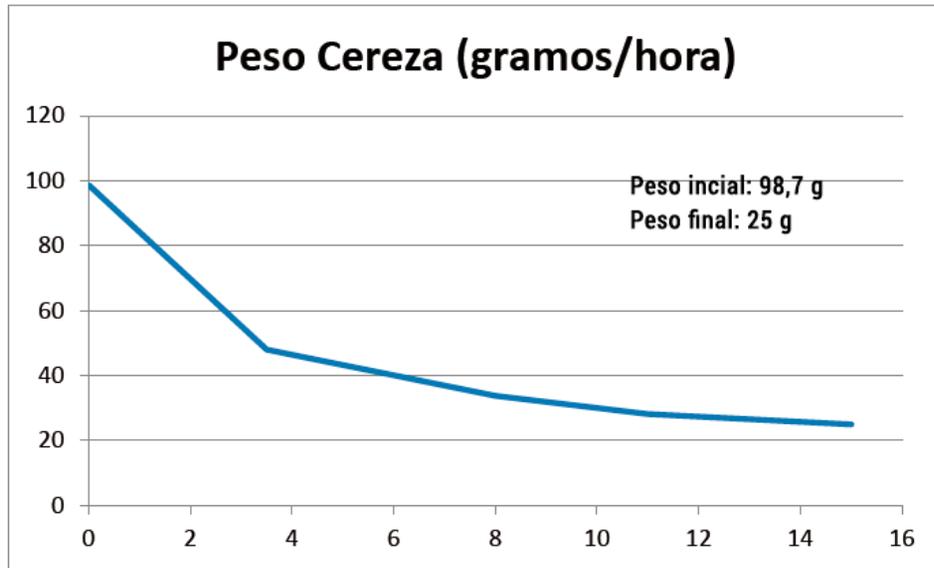
Durante el ensayo se llevó a cabo una recogida de datos de la pérdida del peso con el paso de las horas. Estas medidas se muestran en las siguientes tablas.



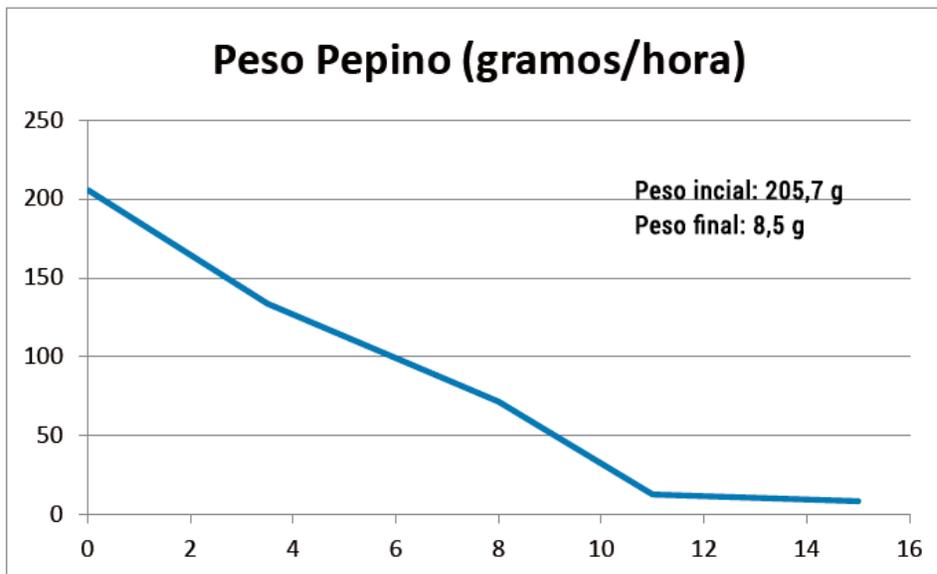
Gráfica 21. Curva de la banana



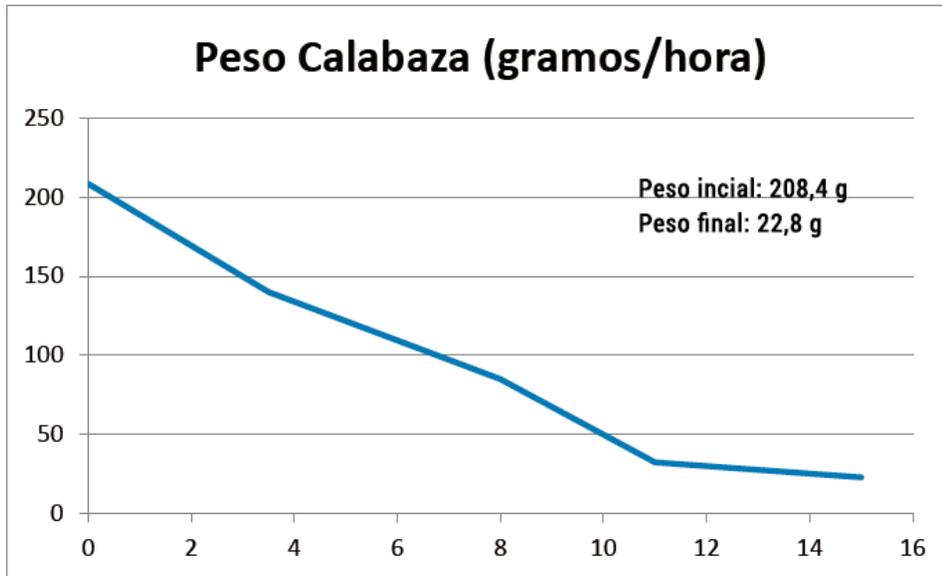
Gráfica 22. Curva de la uva



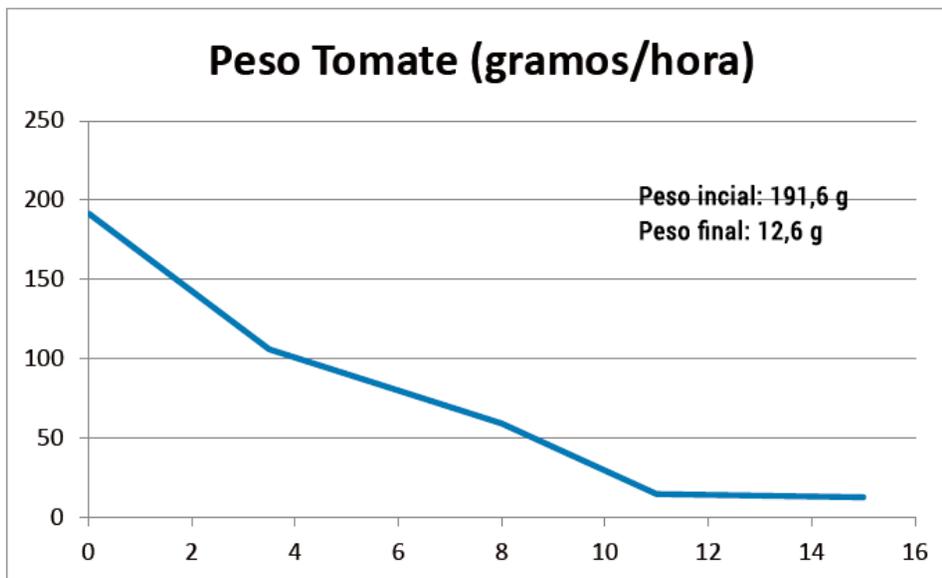
Gráfica 23. Curva de la cereza



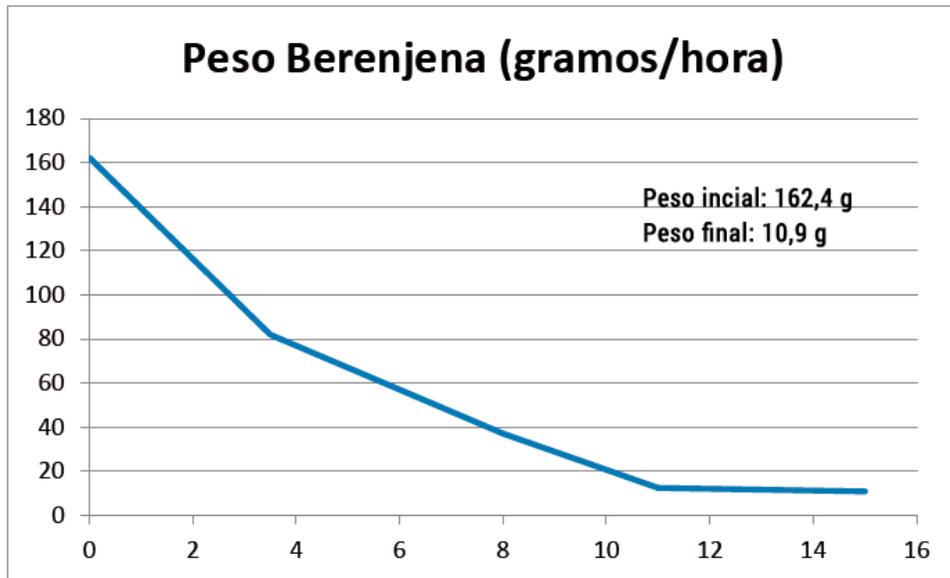
Gráfica 24. Curva del pepino



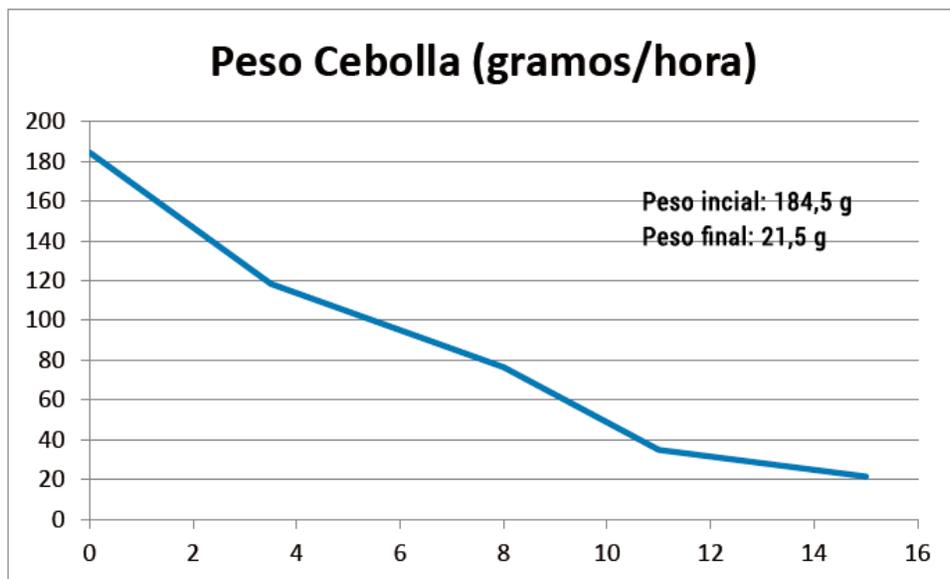
Gráfica 25. Curva de la calabaza



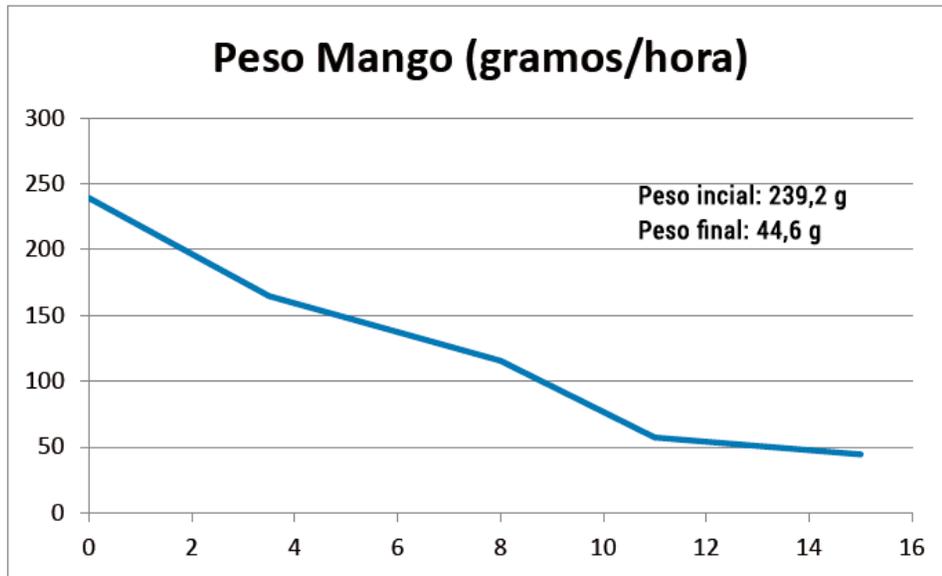
Gráfica 26. Curva del tomate



Gráfica 27. Curva de la berenjena



Gráfica 28. Curva de la cebolla



Gráfica 29. Curva del mango

Otra medición realizada, fue la de la humedad relativa con la que quedaban los alimentos después del secado, conocida como actividad del agua. Para ello se colocaban los alimentos de cada clase en botes de cristal herméticos con un medidor de humedad. Para que un alimentos quede estable y pueda conservarse por muchos meses sin riesgo de que prosperen microorganismos y se pudra el producto, es ideal que su humedad este por debajo del 60%.

Estos fueron los resultados obtenidos:

- Uva 50 %
- Cereza 50 %
- Mango 52 %
- Banana 52 %
- Cebolla 61 %
- Tomate 51 %
- Calabaza 54 %
- Pepino 51 %
- Berenjena 52 %



Figura 253. Medida de la humedad

Se observa que la cebolla esta a un 61% de humedad, este resultado nos informa que podría haberse secado un poco más y se conseguiría un mejor conservación.

Por último, se embolsaron los alimentos secados para evitar que absorban humedad del ambiente y se conserven en perfectas condiciones.



Figura 254. Guardado de los alimentos en bolsas

## 7.2 Conclusiones

Observando las gráficas se puede apreciar que durante las primeras horas, las que corresponden con la mañana del primer día, la curva tiene mayor pendiente que entre la cuarta y la octava hora. Sin embargo, de forma significativa, por estar el día nublado apareció una curva diferente de las habituales con menos pendiente, ya que la bajada de peso debería ser más drástica. Por este motivo se decidió parar de secar los alimentos para continuar al día siguiente.

La segunda mitad de la curva muestra como los alimentos consiguen secarse en un corto periodo de tiempo, incluso como se ha visto anteriormente alguna verduras se secaron en exceso y quedaron ennegrecidas. Este periodo correspondo al segundo día de secado. Esto es debido al mal tiempo que nos salió el día de los ensayos, lo que por otro lado tiene su interés, ya que testamos el producto en la peor de las condiciones, consiguiendo a pesar de ello buenos resultados.

Por lo tanto, la gran mayoría de los alimentos secados comienzan a estabilizar su curva a partir de las 11 horas, lo que indica que alimento está prácticamente seco en ese tiempo.

Así que, de este ensayo del deshidratador solar rediseñado, obtenemos como conclusión principal, que el secado de los alimentos, pese a las condiciones climáticas a las que fue sometido, es más rápido en comparación con el deshidratador anterior. Es decir, el nuevo equipo consigue estabilizar el alimento en menos tiempo que el antiguo deshidratador.

Los tiempos conseguidos con el anterior oscilaban entre 13 horas hasta que la curva del peso empezaba a hacerse asintótica, mientras que en el nuevo este proceso empieza a las 11 horas.





**PRESUPUESTO**

Para realizar el presupuesto se ha tenido en cuenta que la finalidad del producto es ser fabricado en Burkina Faso, bajo condiciones *Do it yourself*, en las que la mano de obra serán los mismos propietarios del deshidratador solar. Por lo tanto, no se tendrá en cuenta el coste de la mano de obra en este presupuesto, simplemente se indicarán los costes de los materiales utilizados. Y, debido a que el equipo rediseñado se ha llevado a cabo en España, los precios que se mostrarán serán los correspondientes a los comercios nacionales.

### COSTE DEL MATERIAL

<b>CONJUNTO 1: Estructura cámara de secado</b>					
<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uds.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio parcial</b>
Material 1	Listón de madera de 4x4 cm de sección	m	18,3	1,56 €/m	28,54 €
Material 2	Plástico (polietileno de baja densidad) negro	m <sup>2</sup>	1,3	0,77 €/m <sup>2</sup>	1 €
Material 3	Plástico (polietileno de baja densidad) transparente	m <sup>2</sup>	1,08	0,61 €/m <sup>2</sup>	0,66 €
Material 4	Rejilla (polietileno de alta densidad)	m <sup>2</sup>	0,012	6,37 €/m <sup>2</sup>	0,07 €
Material 5	Varilla metálica Ø 0,8 mm	m	0,2	1,2 €/m	0,24 €
Material 6	Tornillo tirafondo de métrica 6, 3x80 mm	ud.	16	0,02 €/ud	0,32 €
Material 7	Tornillo tirafondo de métrica 6, 3x40 mm	ud.	22	0,02 €/ud	0,32 €
Material 8	Grapas 12x8x1 mm	ud.	150	0,0006 €/ud	0,09 €
<b>Coste total materiales Conjunto 1: Estructura cámara de secado</b>					<b>31,24 €</b>

<b>CONJUNTO 2: Bandejas</b>					
<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uds.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio parcial</b>
Material 1	Listón de madera de 4x4 cm de sección	m	4,8	1,56 €/m	7,49 €
Material 4	Rejilla (polietileno de alta densidad)	m <sup>2</sup>	1,08 m <sup>2</sup>	6,37 €/m <sup>2</sup>	6,87 €
Material 7	Tornillo tirafondo de métrica 6, 3x40 mm	ud.	16	0,02 €/ud	0,32 €
Material 8	Grapas 12x8x1 mm	ud.	60	0,0006 €/ud	0,036 €
<b>Coste total materiales Conjunto 2: Bandejas</b>					<b>14,71</b>

<b>CONJUNTO 3: Puertas</b>					
<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uds.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio parcial</b>
Material 1	Listón de madera de 4x4 cm de sección	m	4,72	1,56 €/m	7,36 €
Material 3	Plástico (polietileno de baja densidad) transparente	m <sup>2</sup>	0,78	0,61 €/m <sup>2</sup>	0,48 €
Material 7	Tornillo tirafondo de métrica 6, 3x40 mm	ud.	16	0,02 €/ud	0,32 €
Material 8	Grapas 12x8x1 mm	ud.	60	0,0006 €/ud	0,036 €
Material 9	Bisagras	ud.	8	0,20 €/ud	1,6 €
<b>Coste total materiales Conjunto 3: Puertas</b>					<b>9,79 €</b>

<b>CONJUNTO 4: Estructura colector</b>					
<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uds.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio parcial</b>
Material 1	Listón de madera de 4x4 cm de sección	m	13,6	1,56 €/m	21,22 €
Material 2	Plástico (polietileno de baja densidad) negro	m <sup>2</sup>	3,4	0,77 €/m <sup>2</sup>	2,62 €
Material 3	Plástico (polietileno de baja densidad) transparente	m <sup>2</sup>	3,4	0,61 €/m <sup>2</sup>	2,07 €
Material 4	Rejilla (polietileno de alta densidad)	m <sup>2</sup>	0,2	6,37 €/ud	1,27 €
Material 6	Tornillo tirafondo de métrica 6, 3x80 mm	ud.	16	0,02 €/ud	0,32 €
Material 8	Grapas 12x8x1 mm	ud.	150	0,0006 €/ud	0,09 €
Material 10	Lámina de madera dm de 3mm de espesor	m <sup>2</sup>	0,60	0,64 €/m <sup>2</sup>	0,38 €
<b>Coste total materiales Conjunto 4: Estructura colector</b>					<b>27,97 €</b>

<b>CONJUNTO 5: Estructura carro</b>					
<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uds.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio parcial</b>
Material 1	Listón de madera de 4x4 cm de sección	m	0,75	1,56 €/m	1,17 €
Material 6	Tornillo tirafondo de métrica 6, 3x80 mm	ud.	8	0,02 €/ud	0,16 €
Material 11	Lámina de madera dm de 20 mm de espesor	m <sup>2</sup>	0,81	0,98 €/m <sup>2</sup>	0,79 €
Material 12	Tornillo hexagonal Ø 15 mm, 8 mm de largo	m <sup>2</sup>	4	0,05 €/ud	0,2 €
Material 13	Tuerca hexagonal Ø 15 mm, 0,8 mm de largo	ud.	4	0,02 €/ud	0,08 €
Material 14	Arandelas Ø 15 mm interior, Ø 20 mm exterior, espesor 1 mm	ud.	8	0,01 €/ud	0,08 €
<b>Coste total materiales Conjunto 5: Estructura carro</b>					<b>2,48 €</b>

<b>COSTE TOTAL: Deshidratador solar</b>	
<b>CONJUNTO 1: Estructura cámara de secado</b>	31,24 €
<b>CONJUNTO 2: Bandejas</b>	14,71 €
<b>CONJUNTO 3: Puertas</b>	9,79 €
<b>CONJUNTO 4: Estructura colector</b>	27,97 €
<b>CONJUNTO 5: Estructura carro</b>	2,48 €
<b>TOTAL:</b>	<b>86,19€</b>

Finalmente, el coste total del nuevo deshidratador solar en España es de **86,19 €**.

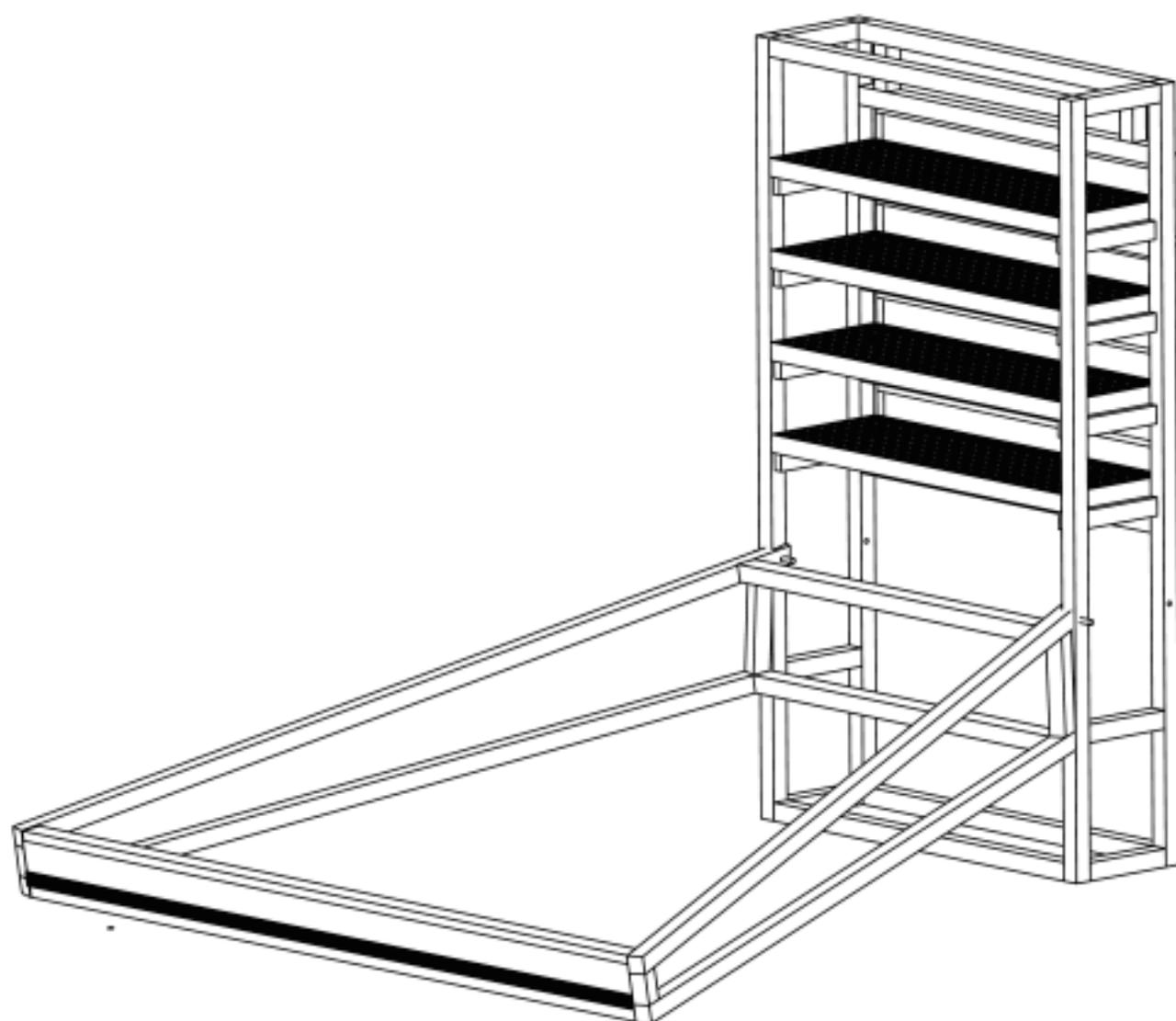
Este es el precio que le costaría a cualquier usuario que deseara fabricar por si mismo el deshidratador. Como se ha comentado anteriormente, los costes variarán en función del la localización, comercio y cantidad de material.

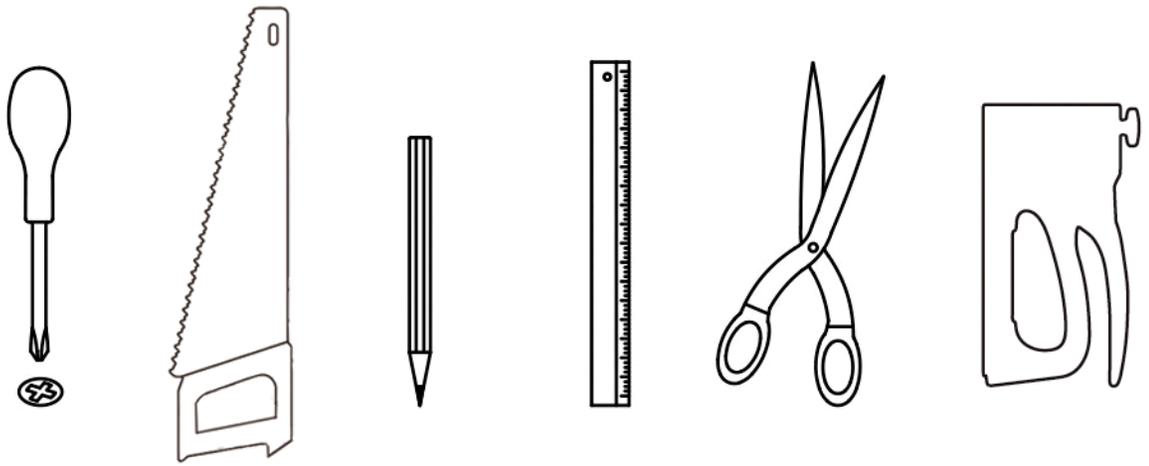




# MANUAL DE INSTRUCCIONES

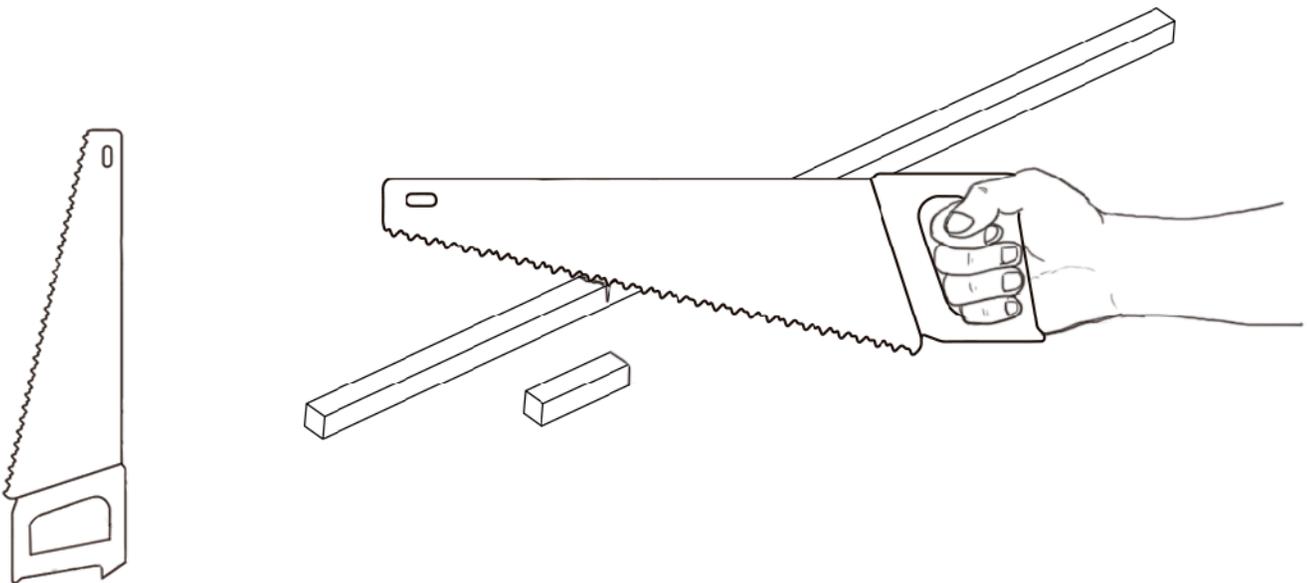
MANUAL DE  
MONTAJE DE UN  
**DESHIDRATADOR  
SOLAR DIY**



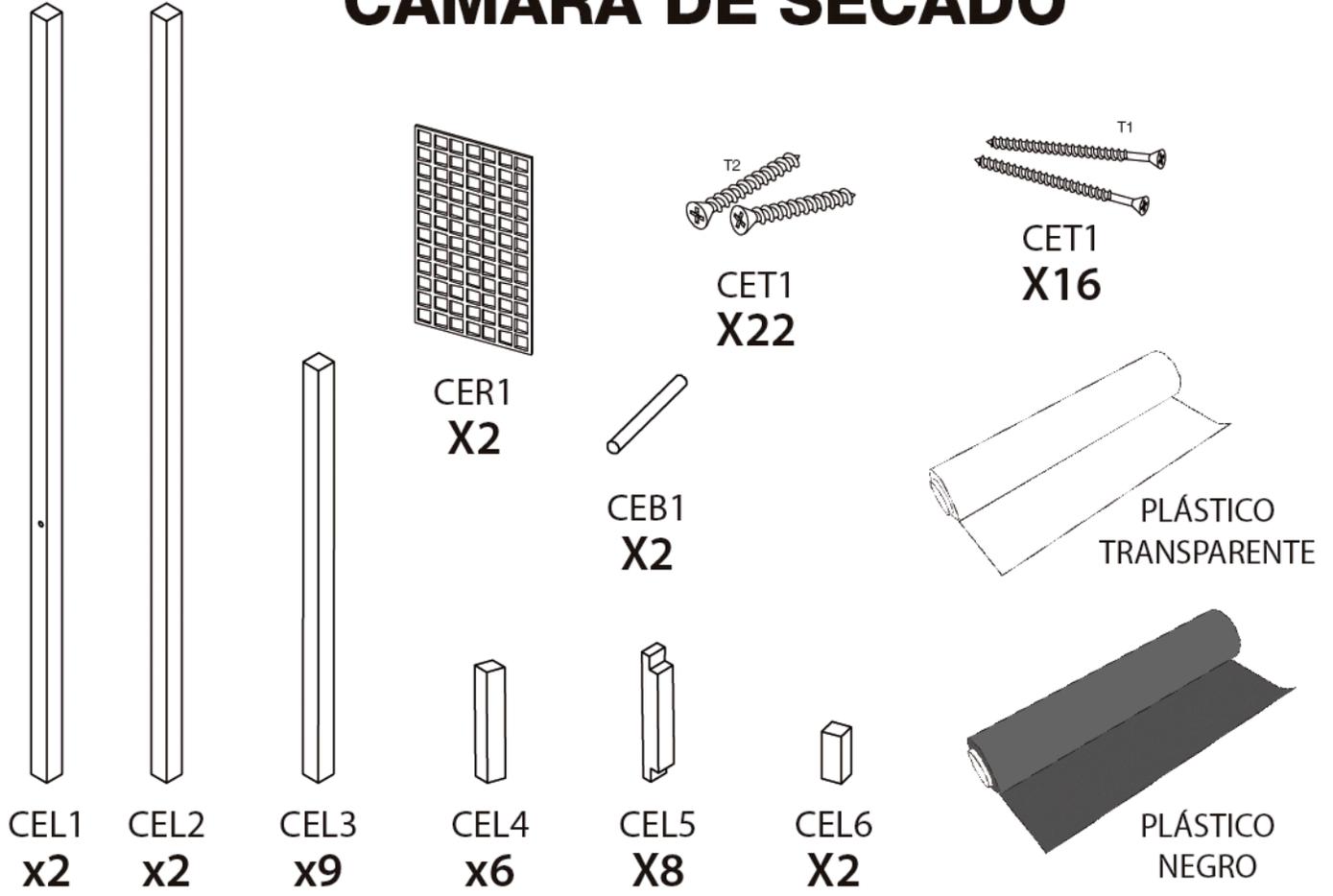


---

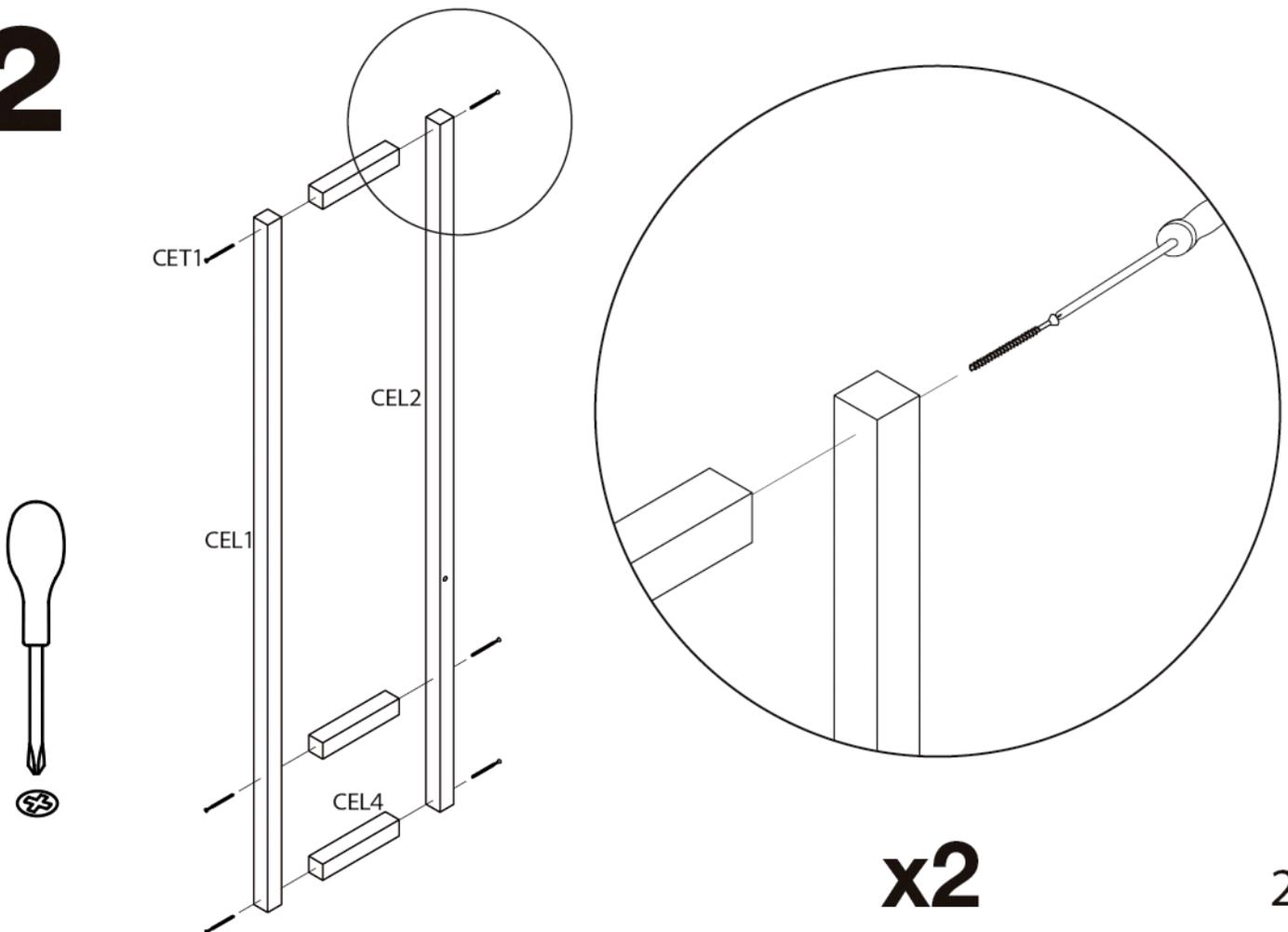
# 1



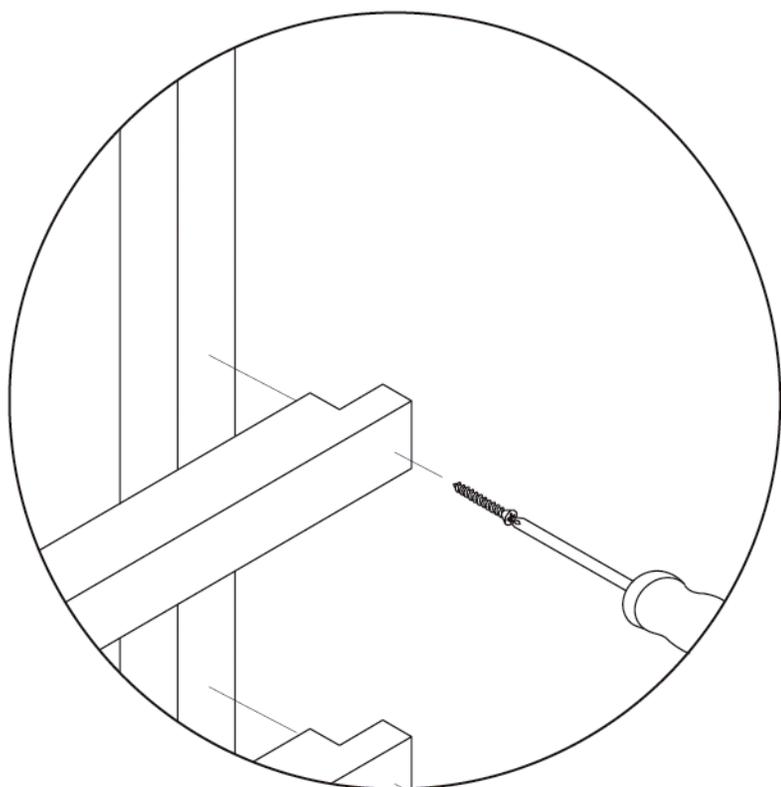
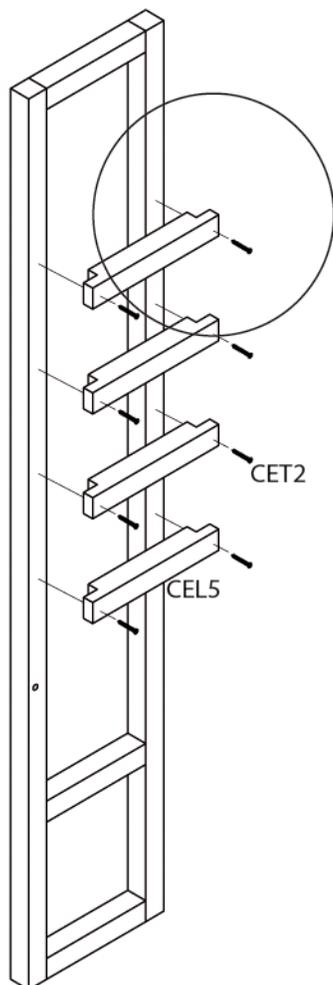
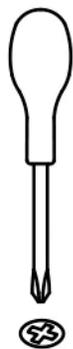
# CÁMARA DE SECADO



## 2

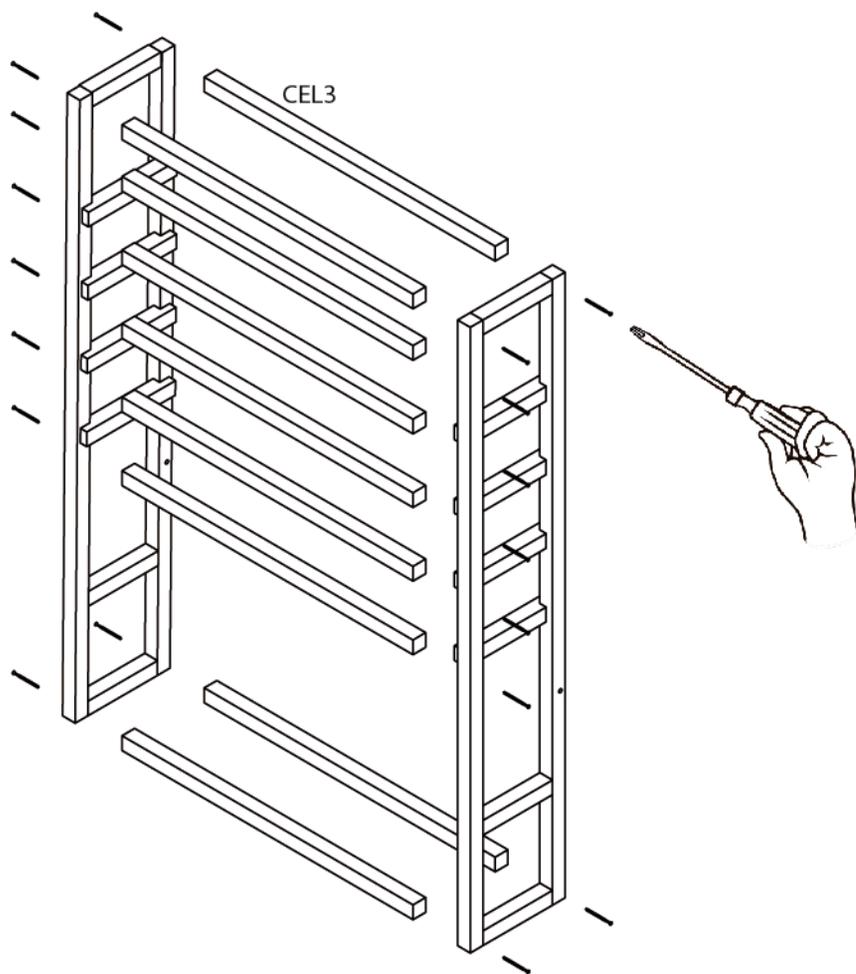
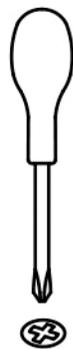


# 3



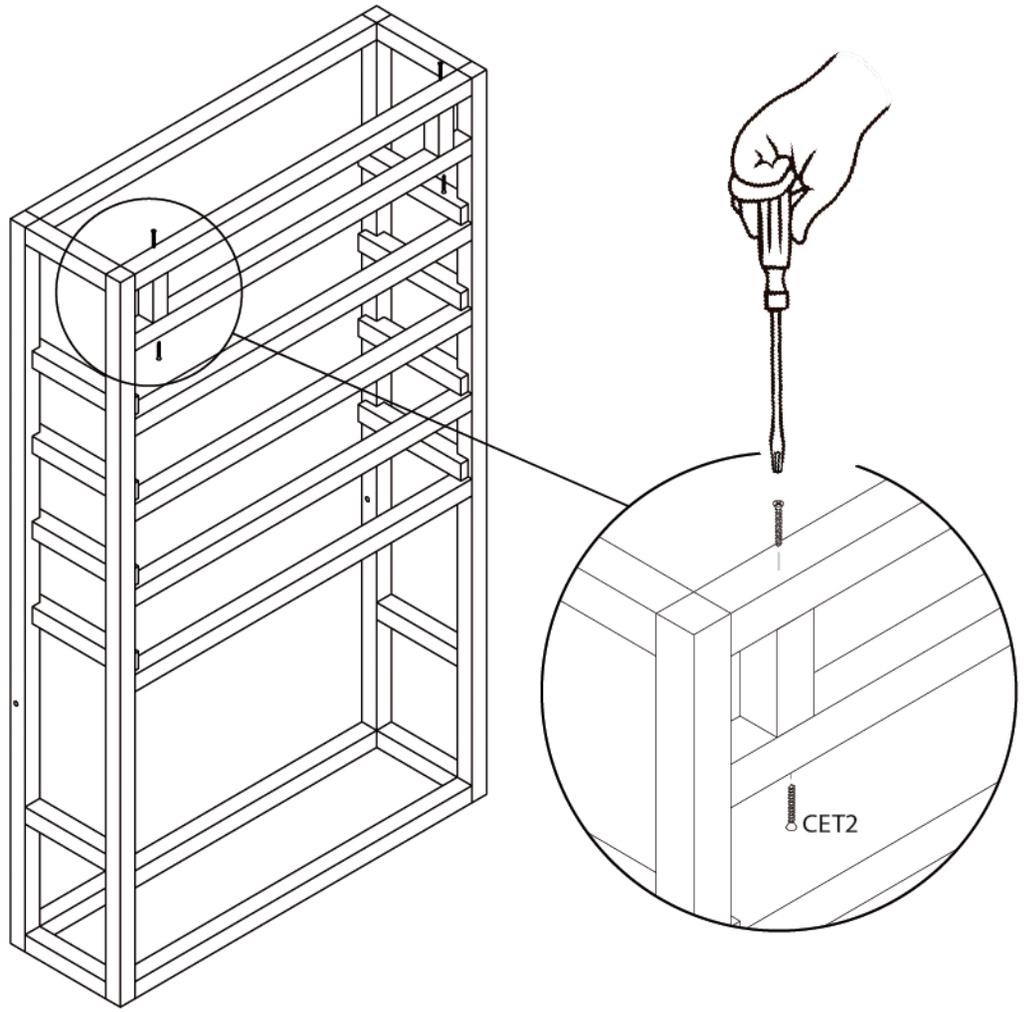
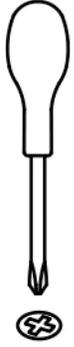
x2

# 4

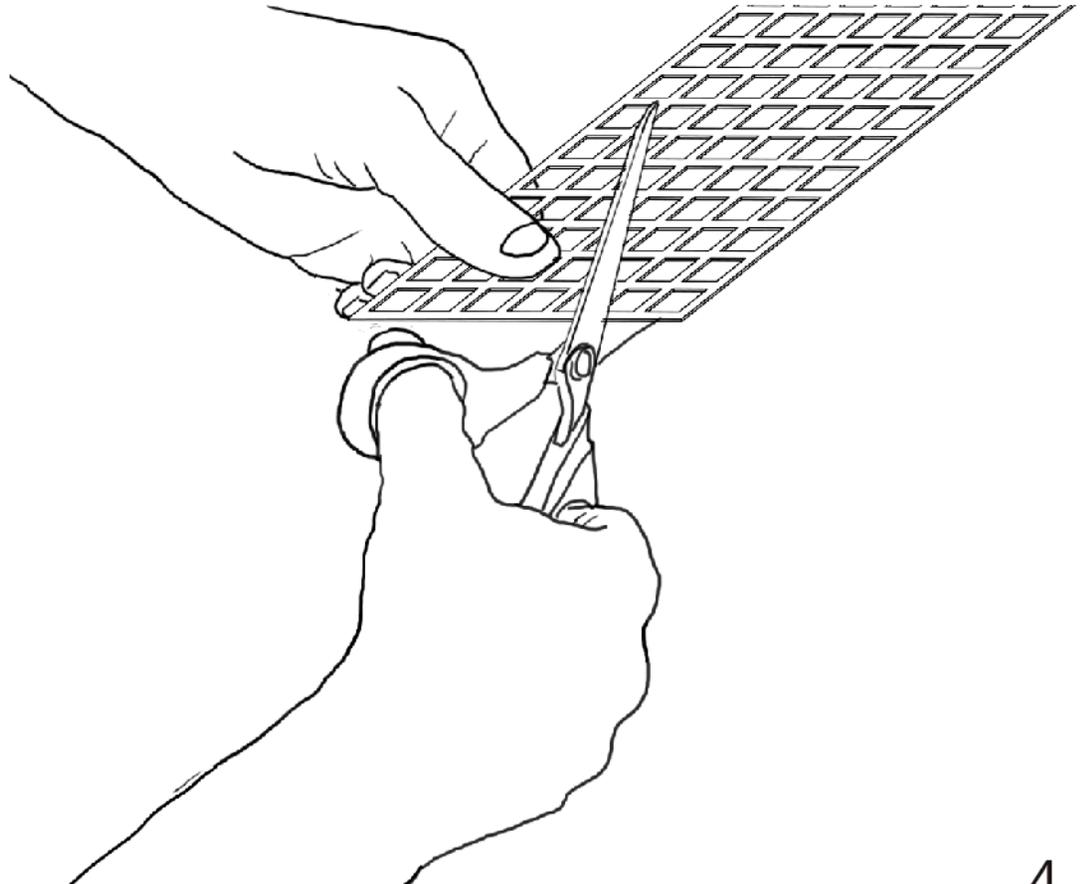
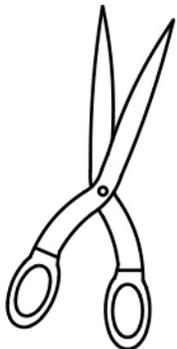


3

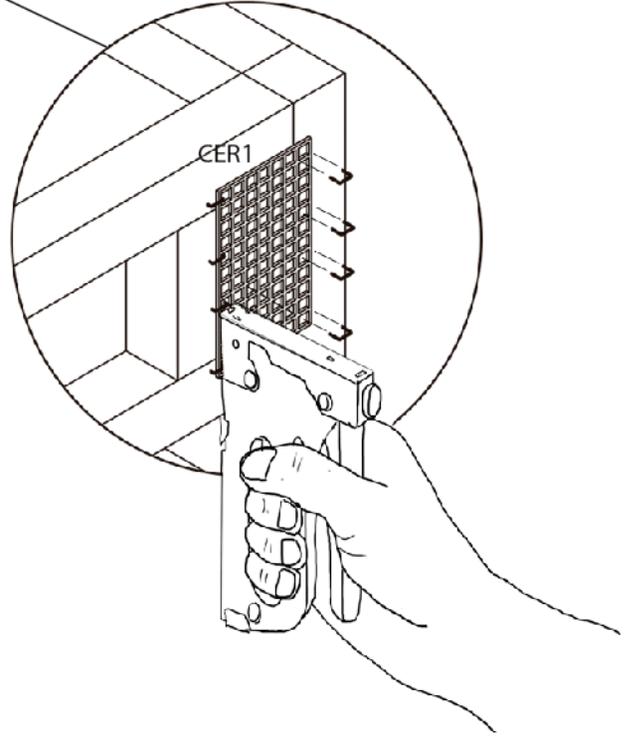
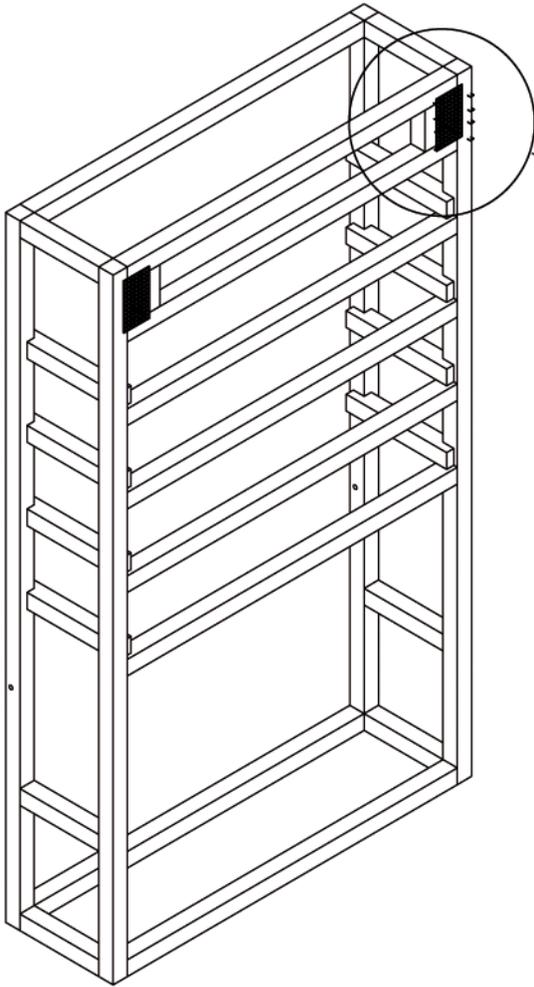
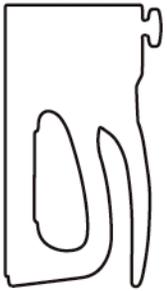
# 5



# 6



# 7



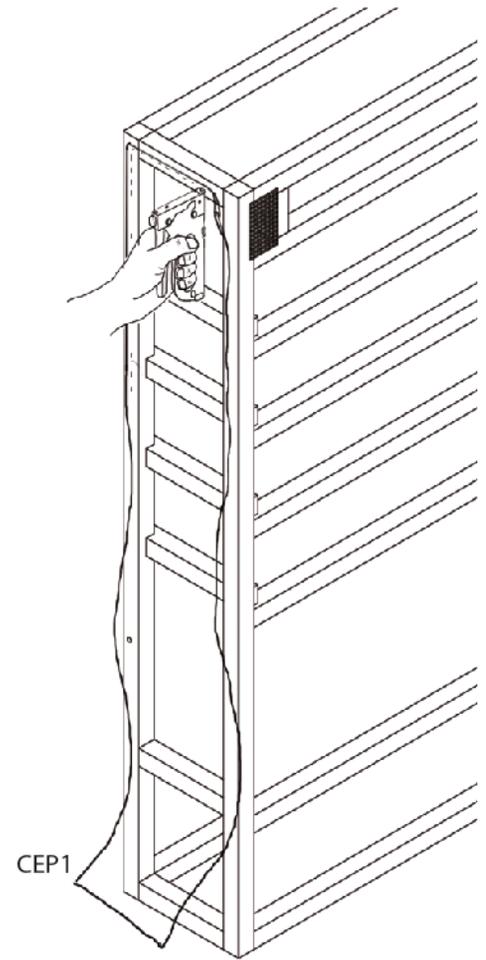
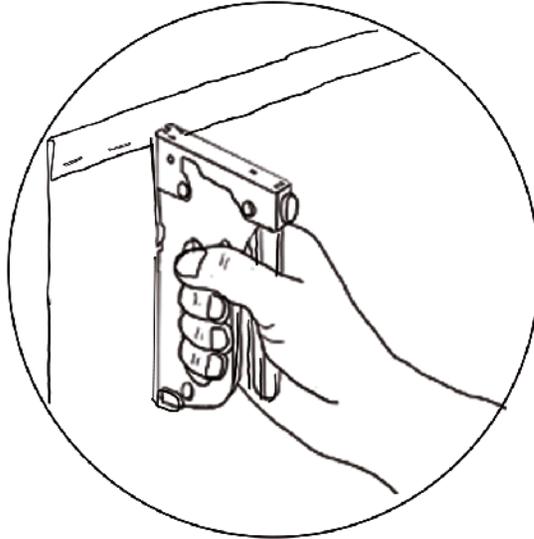
# 8

PLÁSTICO  
TRANSPARENTE

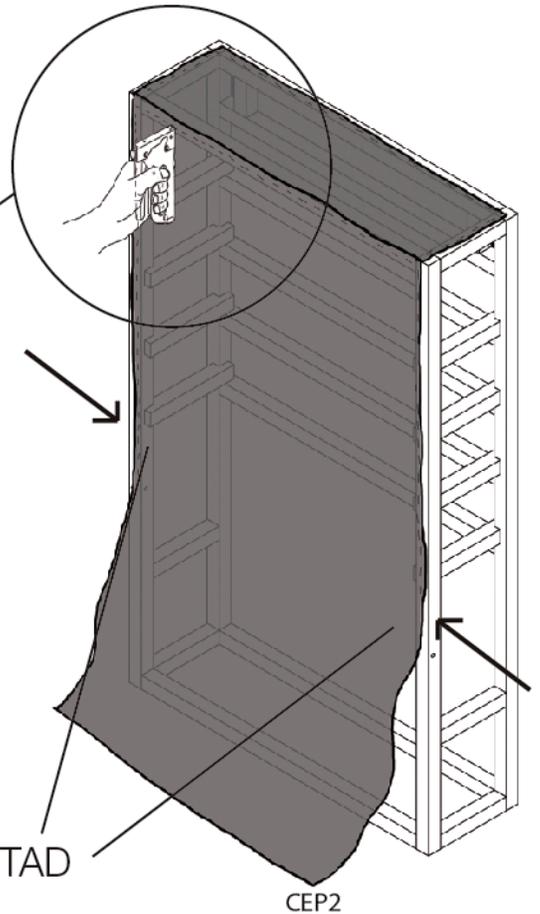
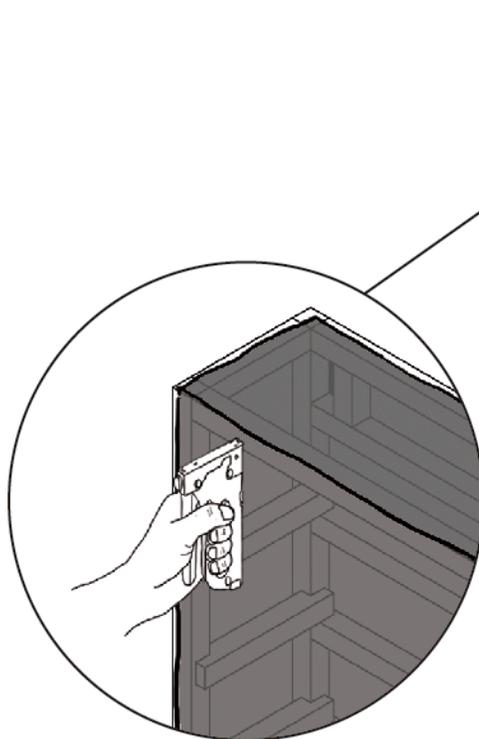


# 9

DOBLADILLO DE LAS ESQUINAS

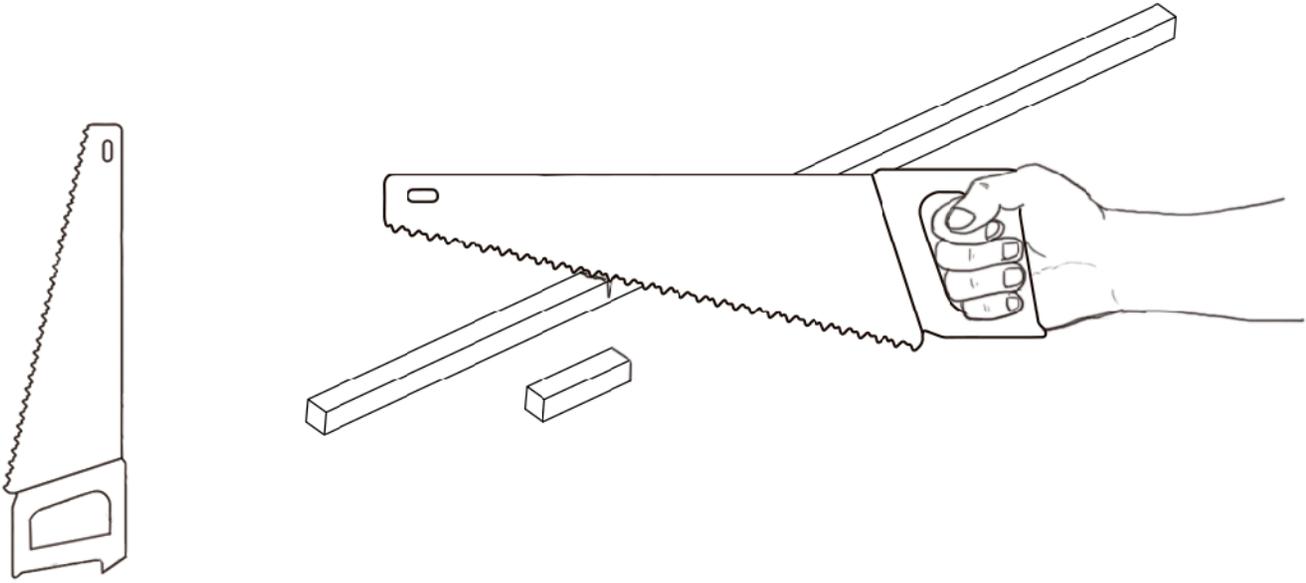


# 10



GRAPADO HASTA LA MITAD

# 11



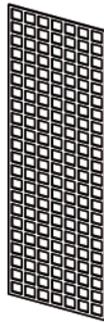
## BANDEJAS



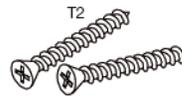
CBL1  
x8



CBL2  
x8

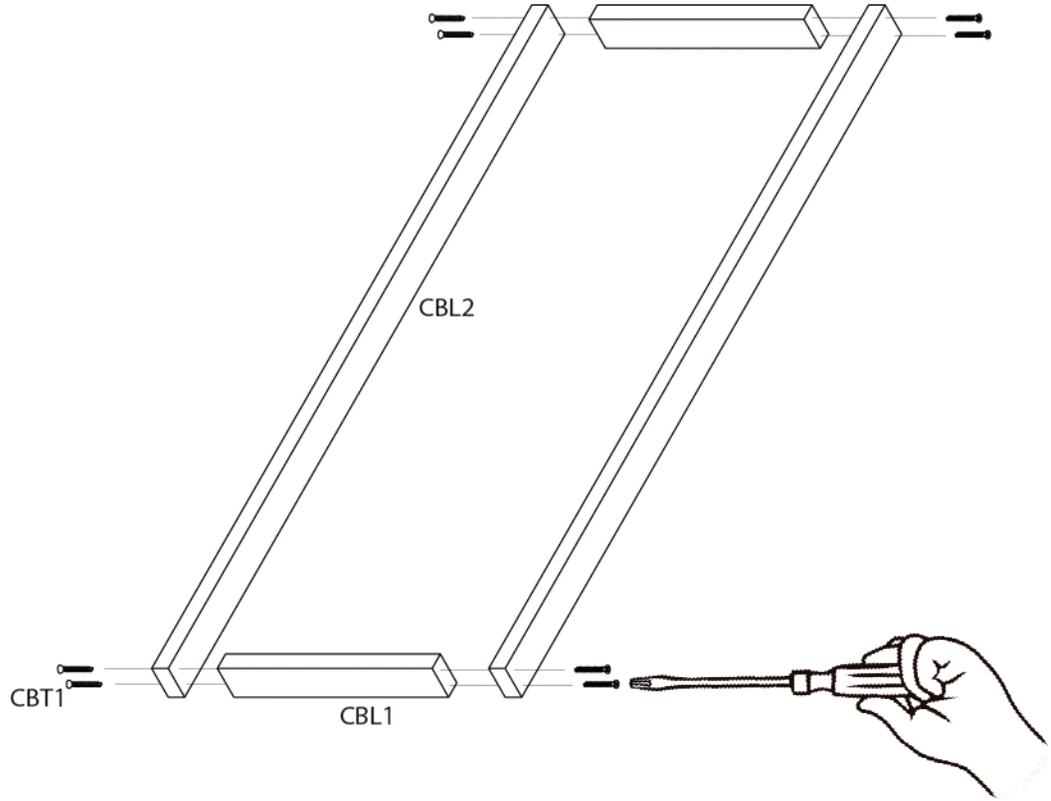
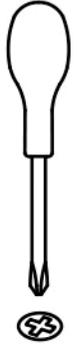


CBR1  
x4

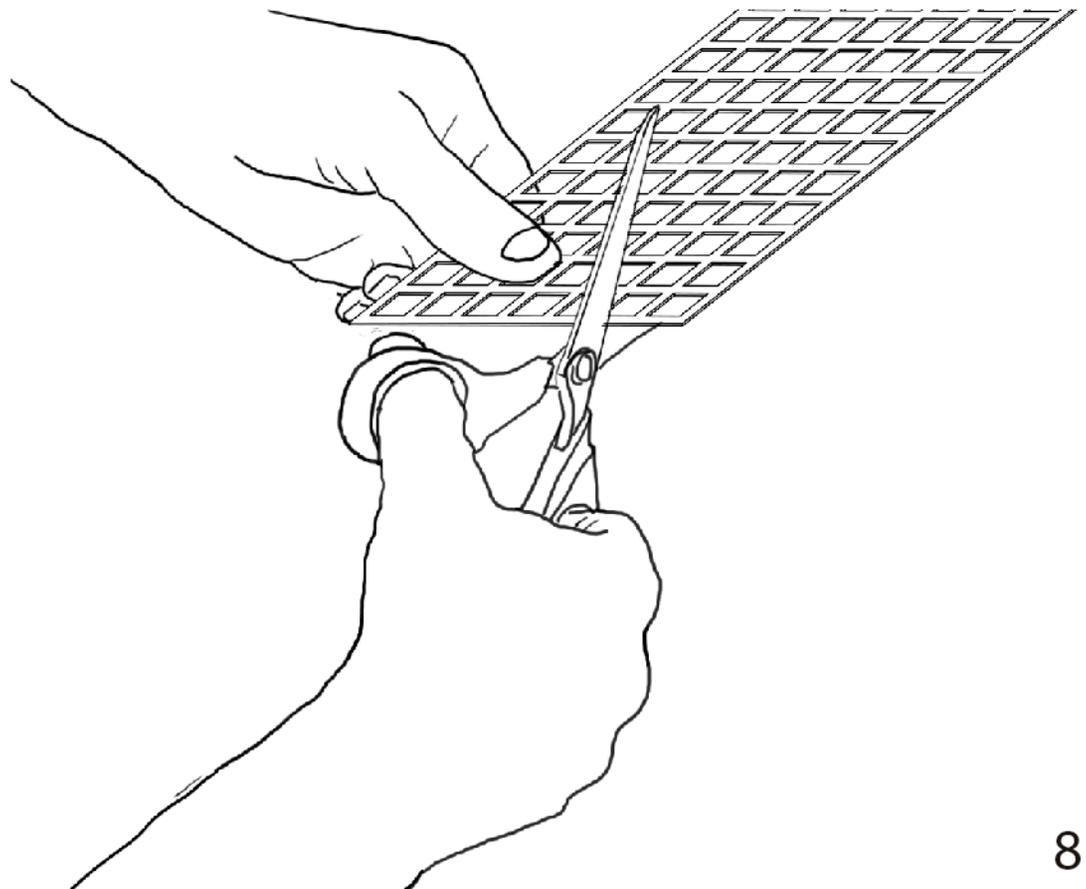
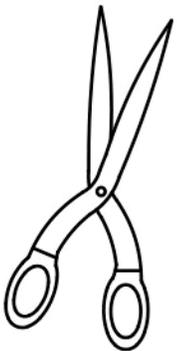


CBT1  
x16

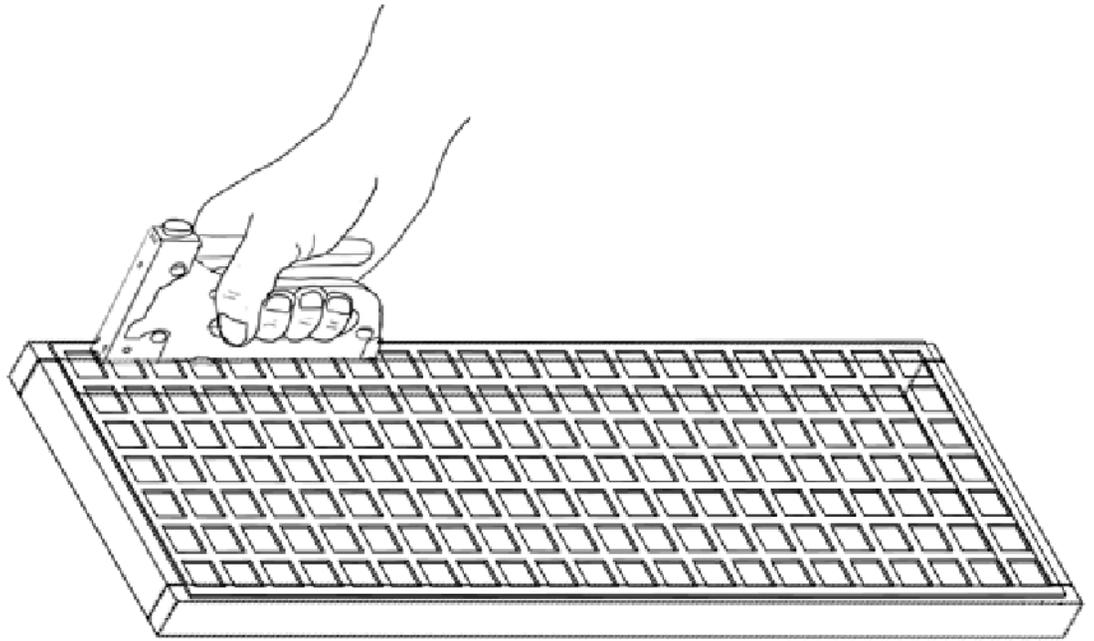
# 12



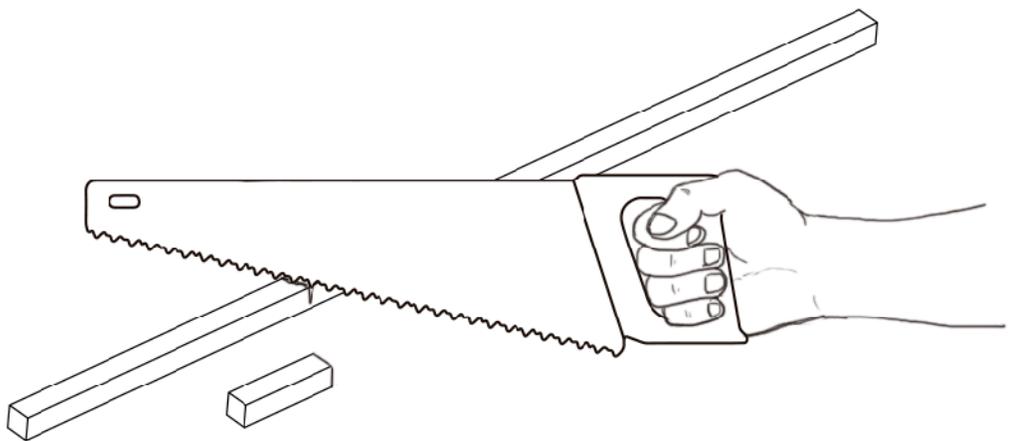
# 13



# 14



# 15



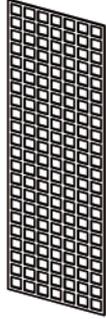
# PUERTAS



CPL1  
x8



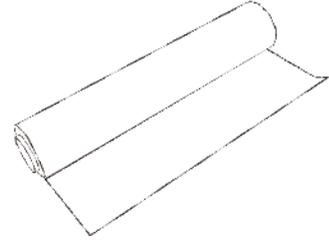
CPL2  
x8



CPR3  
x4

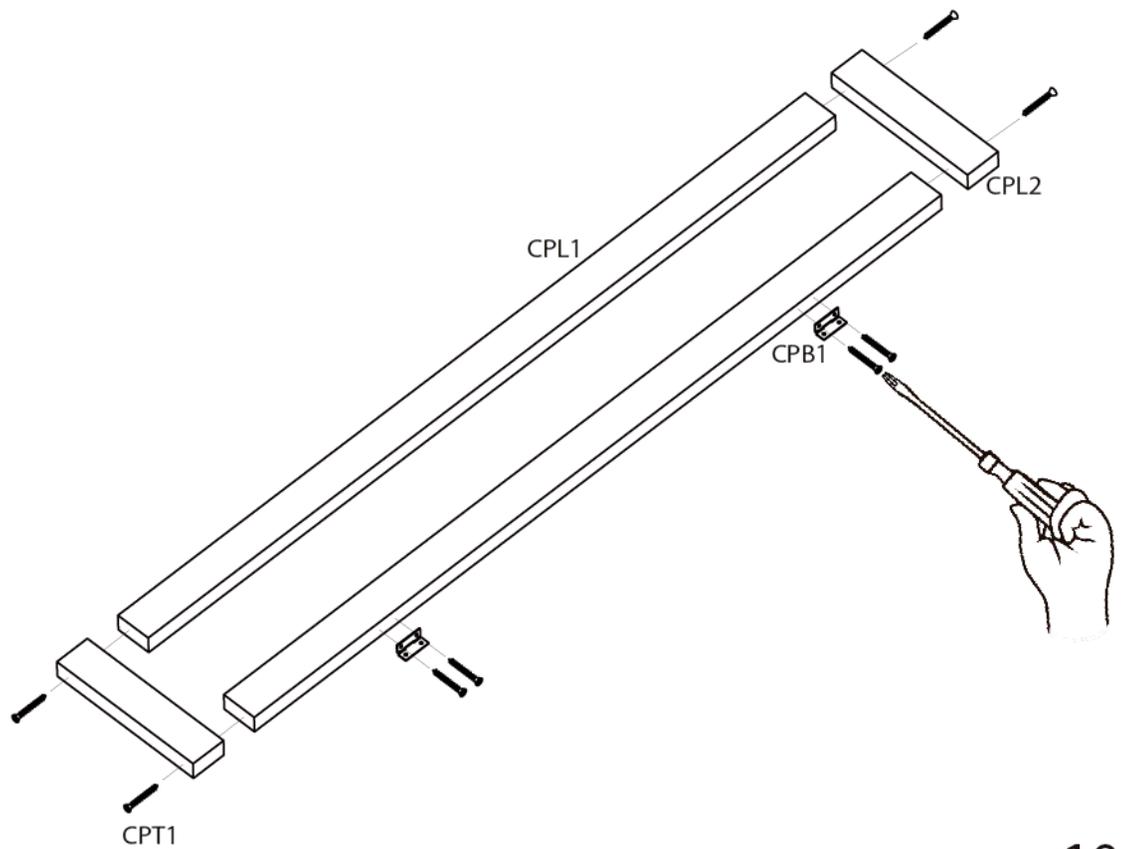
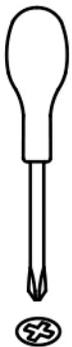


CPT1  
x16

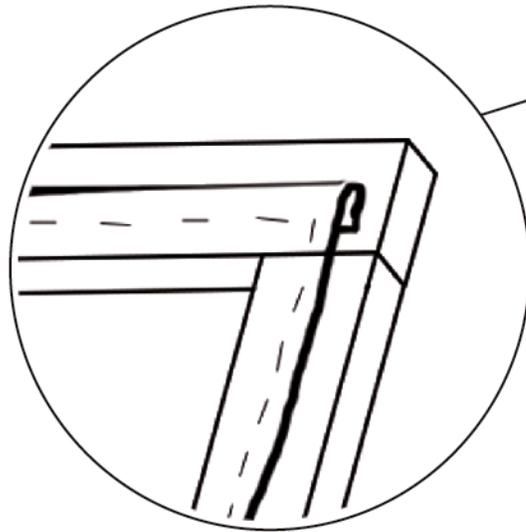
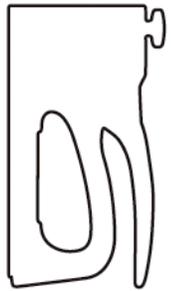


PLÁSTICO  
TRANSPARENTE

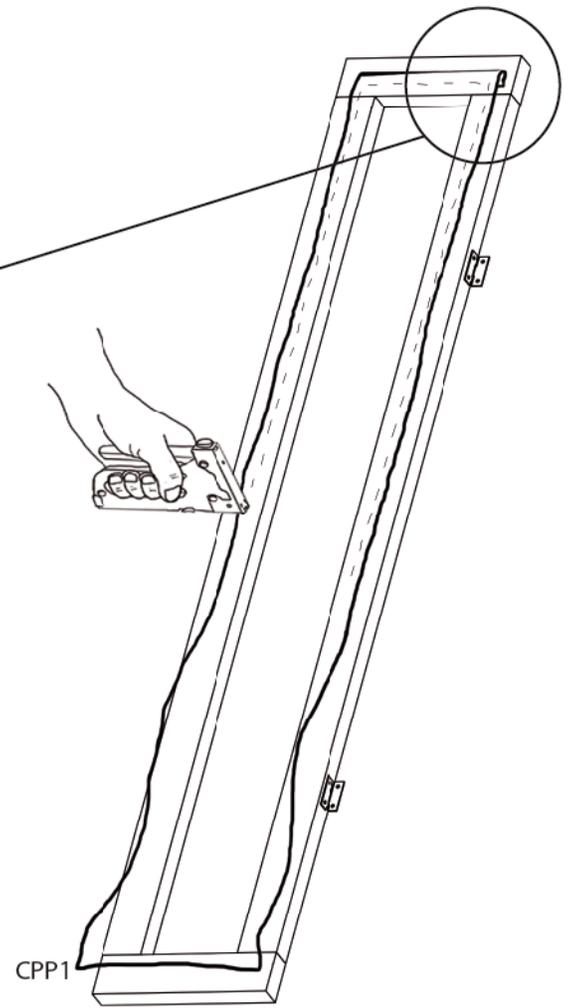
# 16



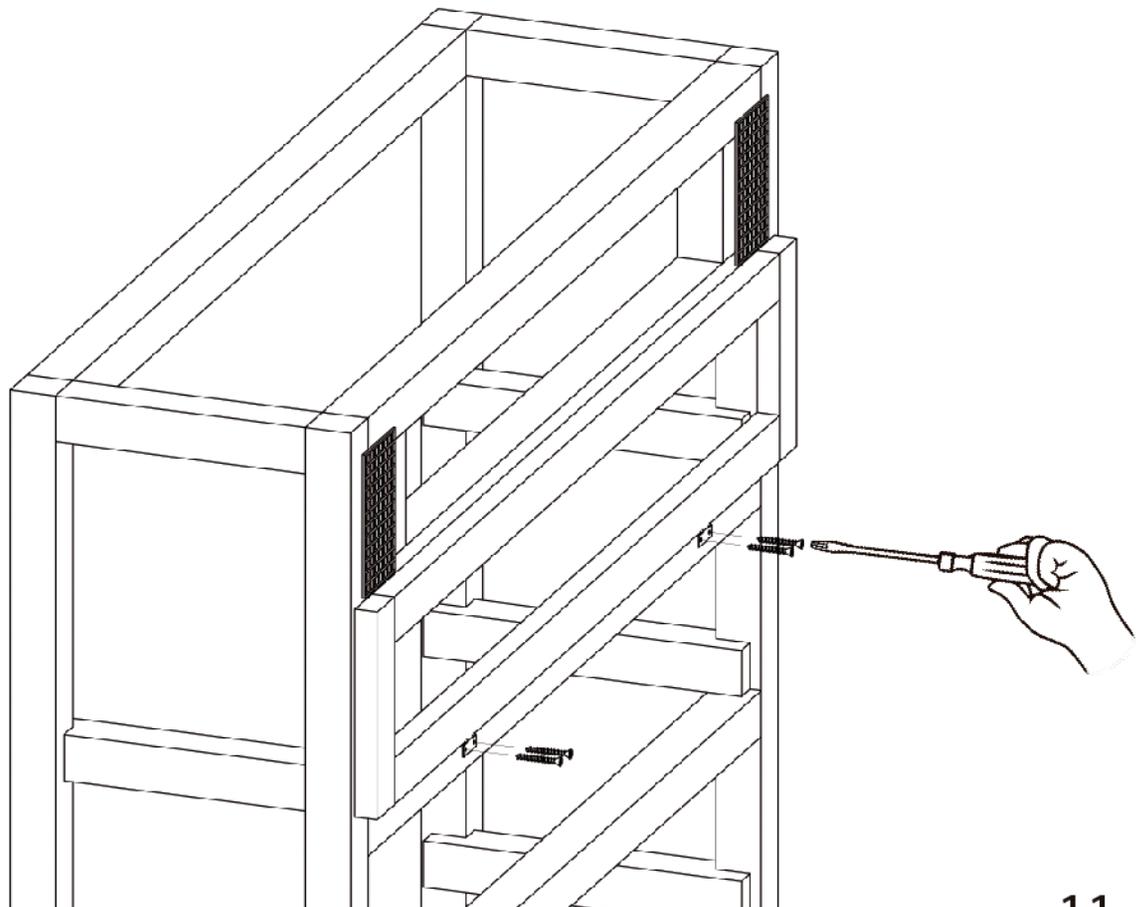
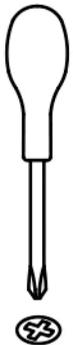
# 17



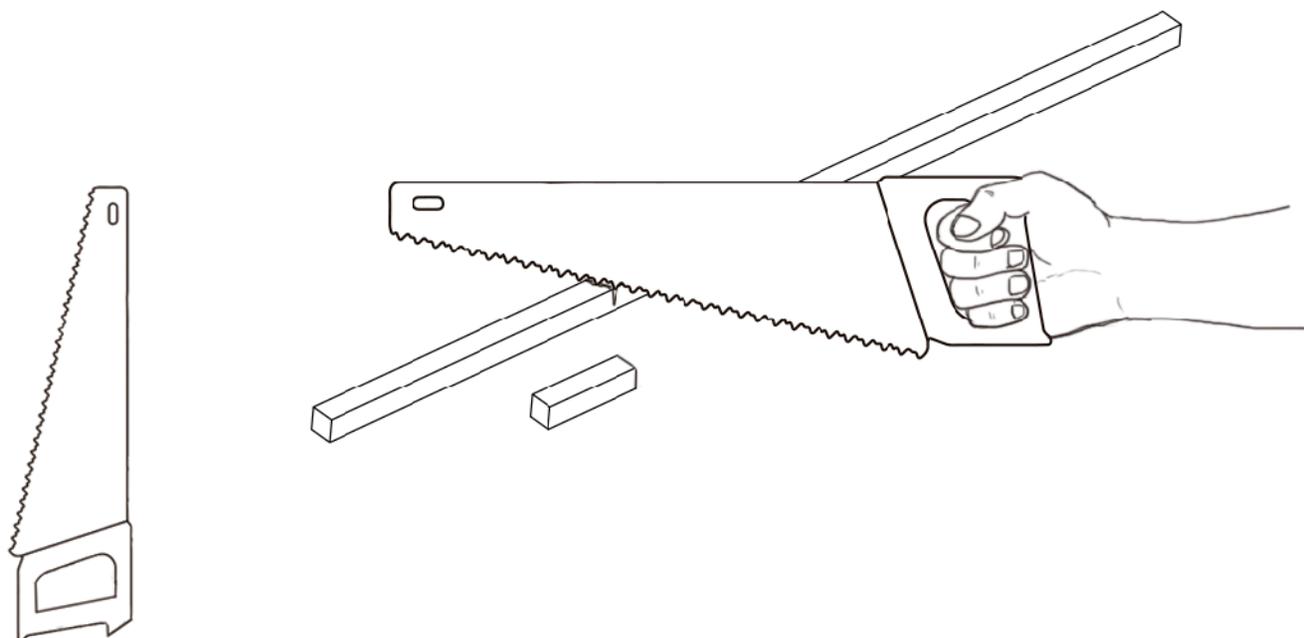
DOBLADILLO DE LAS ESQUINAS



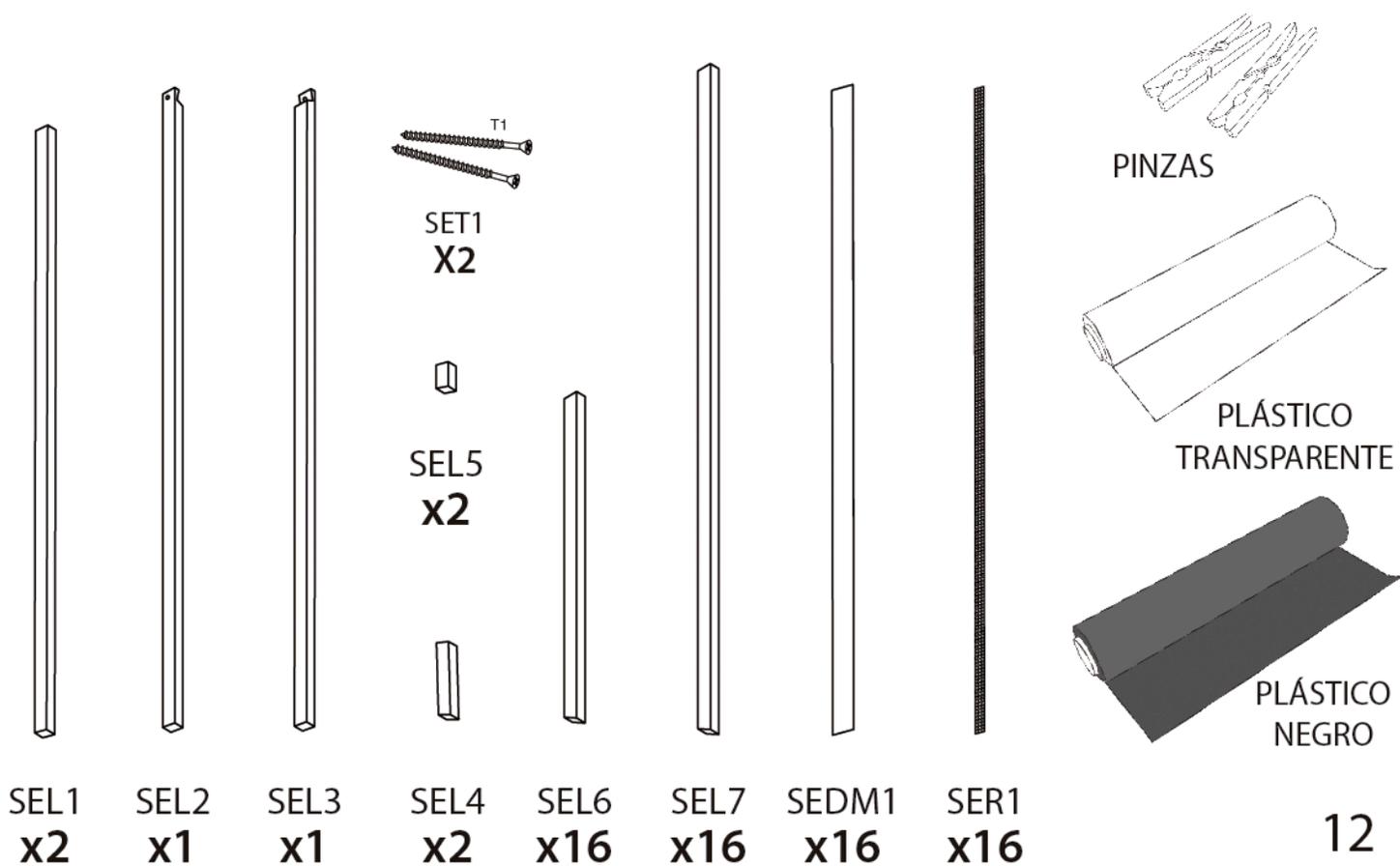
# 18



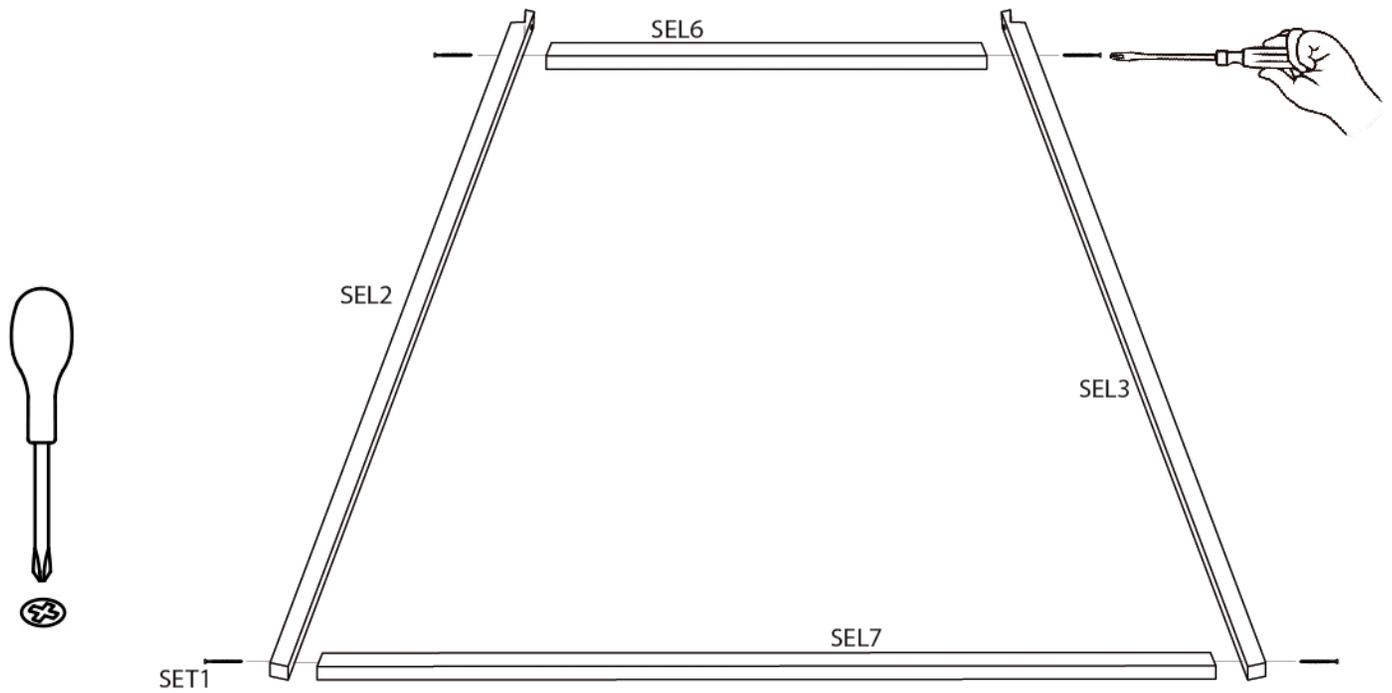
# 19



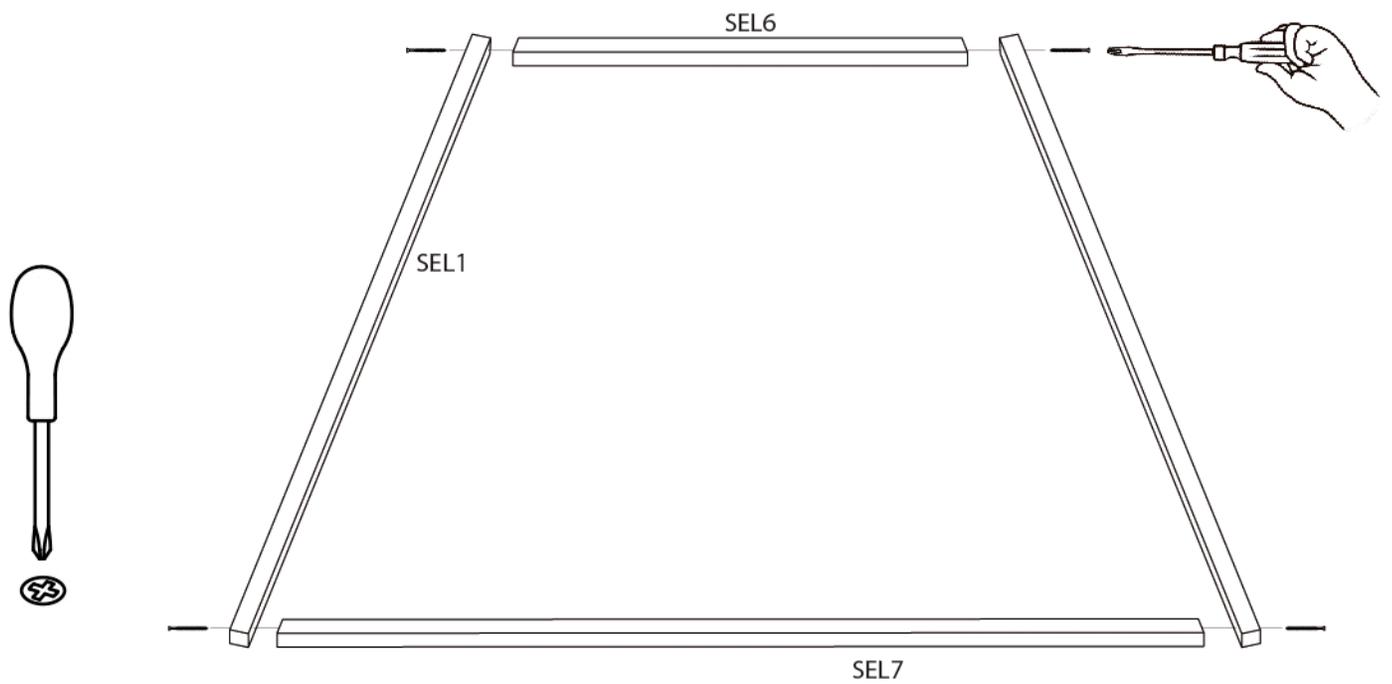
## COLECTOR



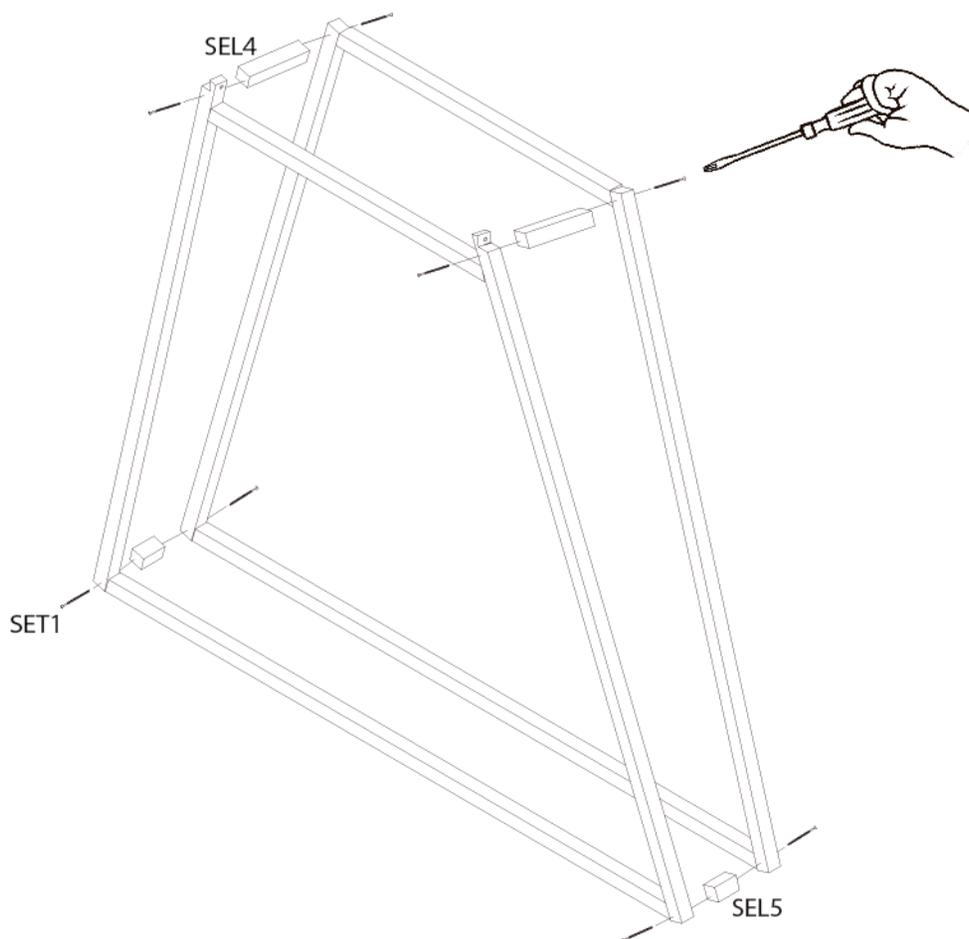
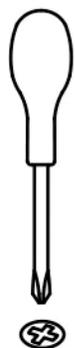
# 20



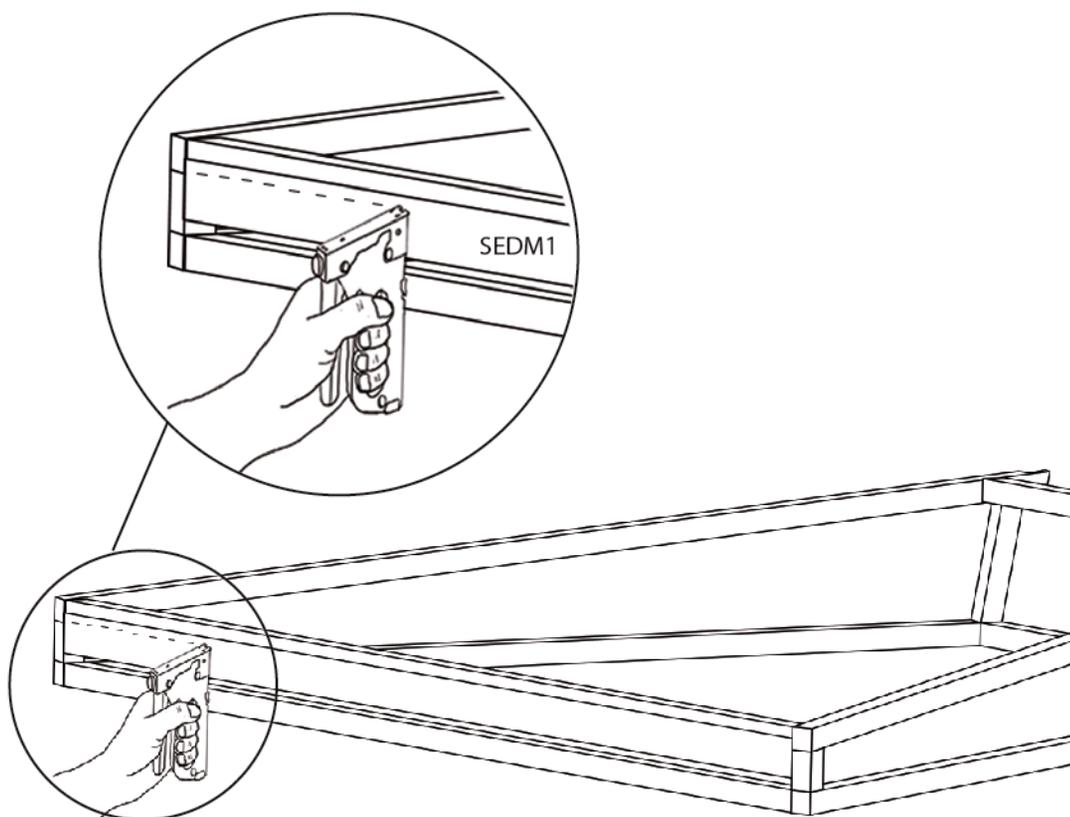
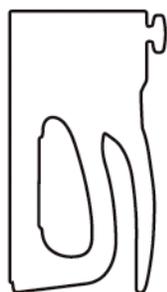
# 21



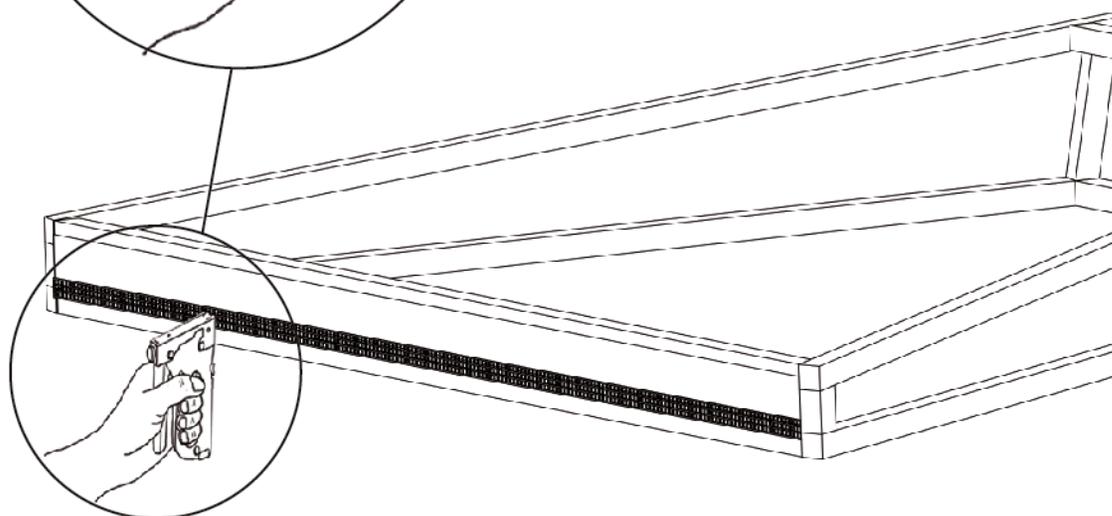
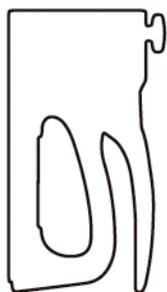
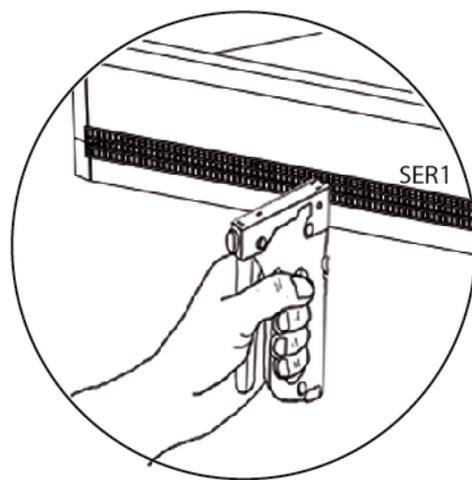
# 22



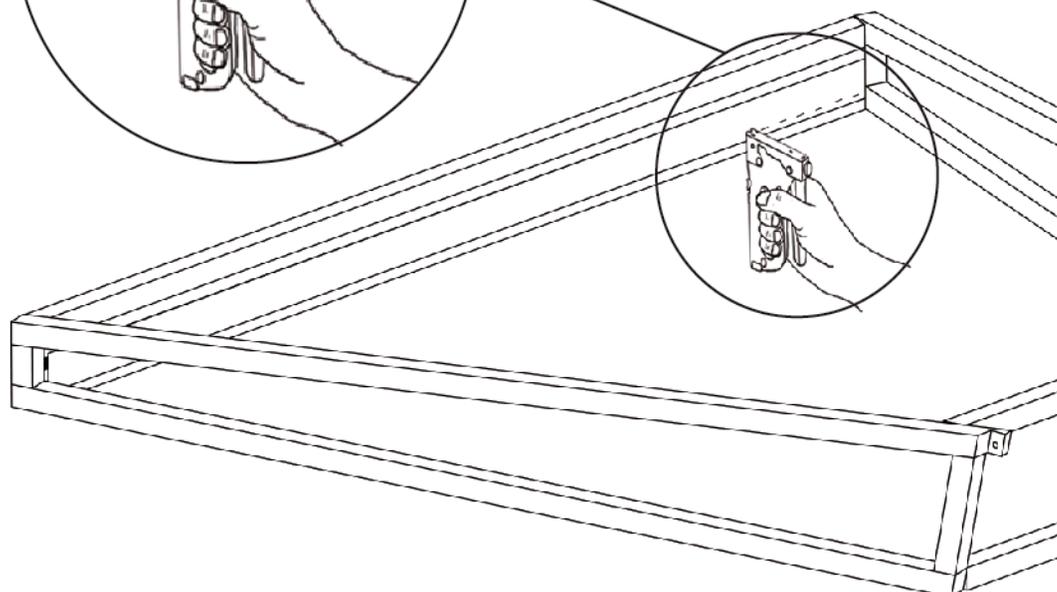
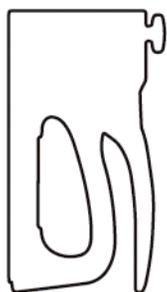
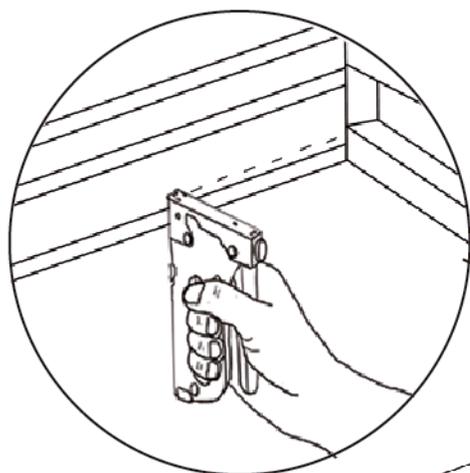
# 23



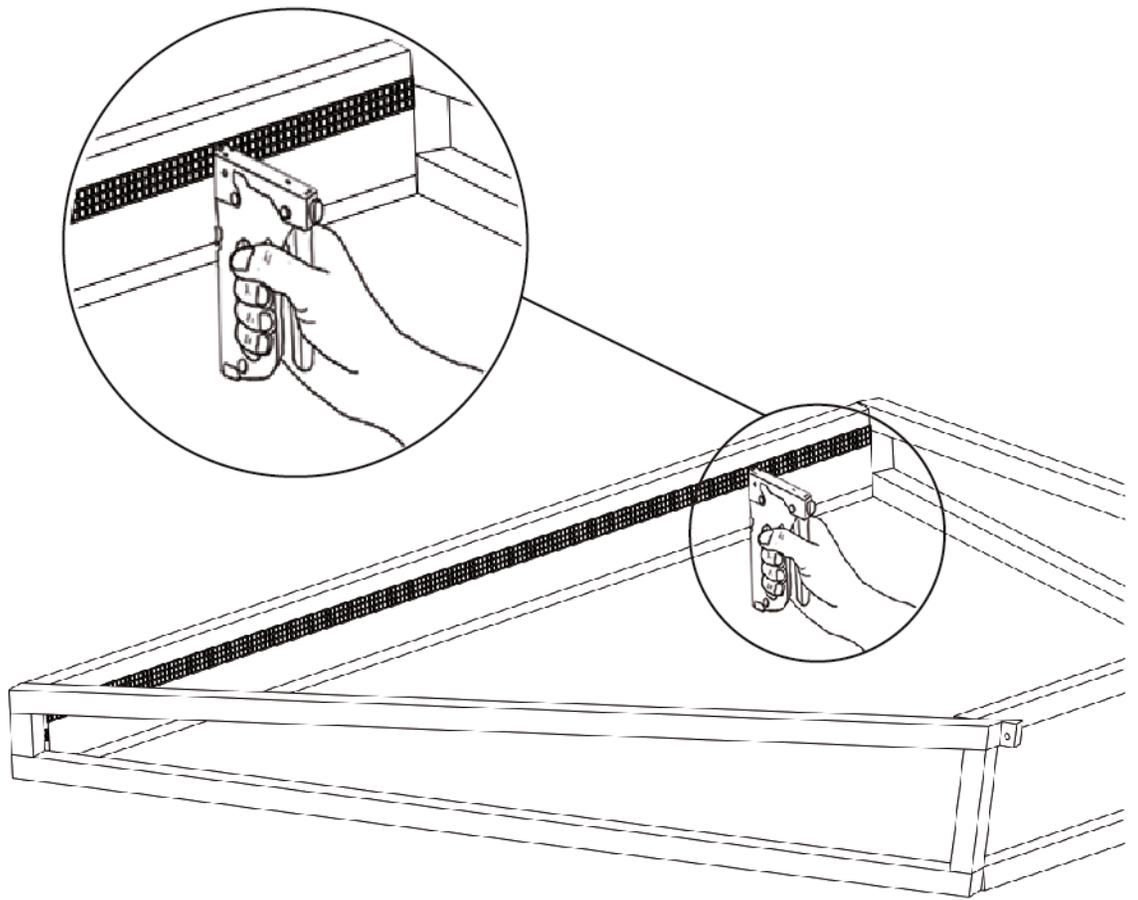
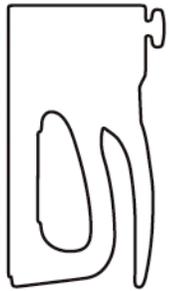
# 24



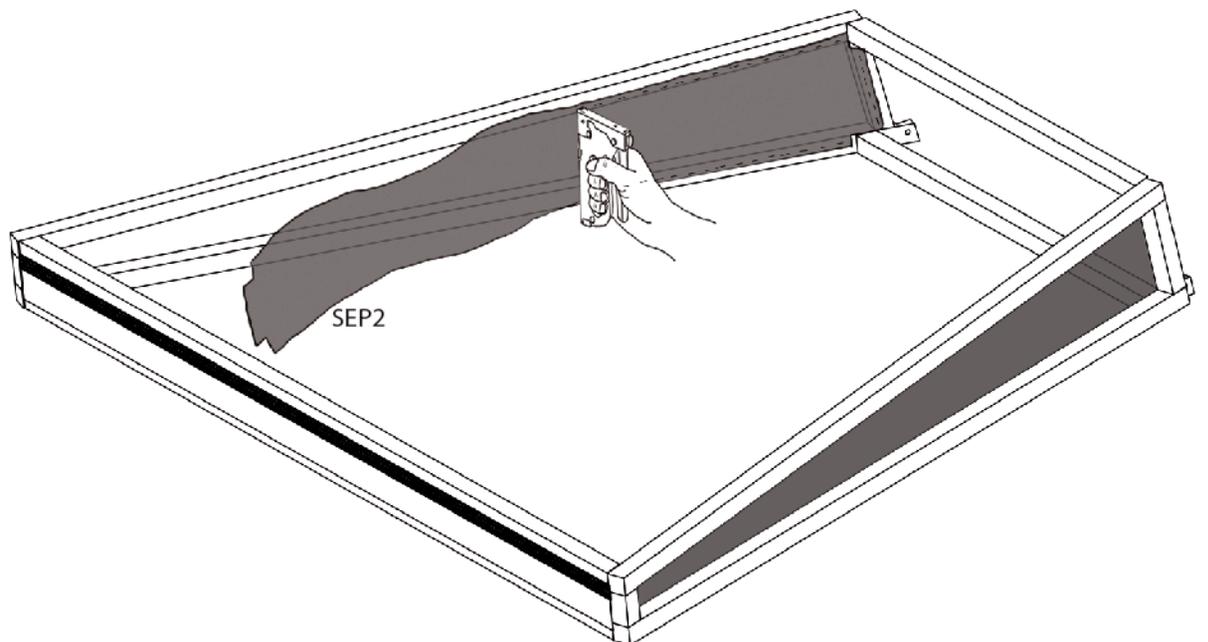
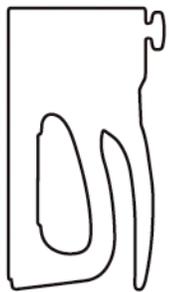
# 25



# 26

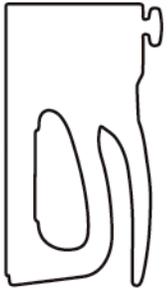
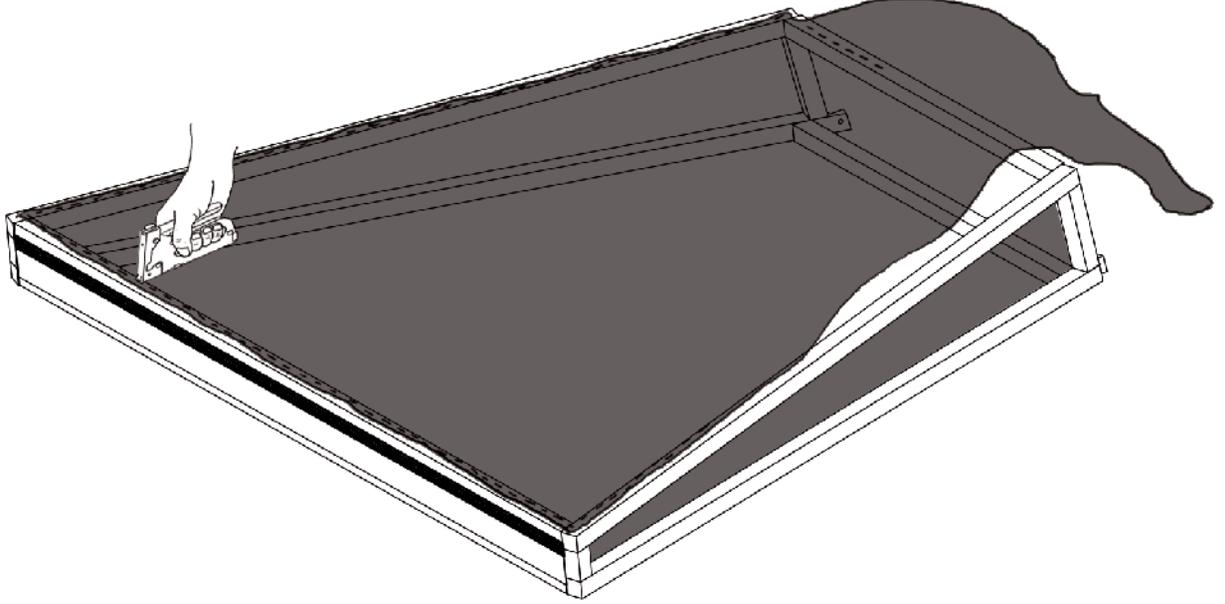


# 27

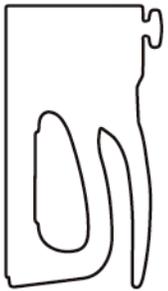
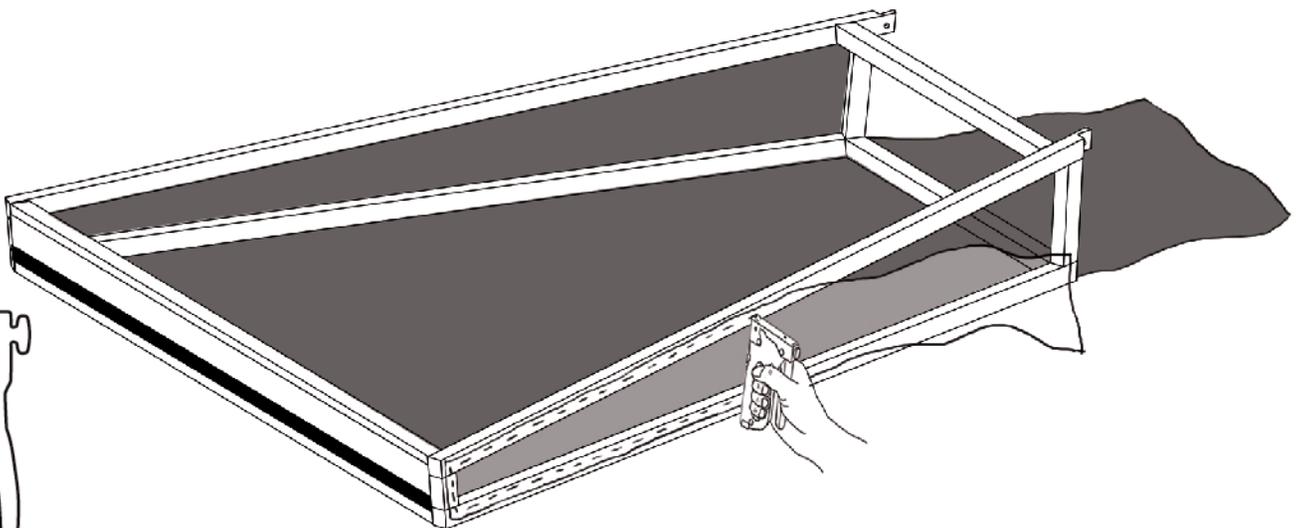


# 28

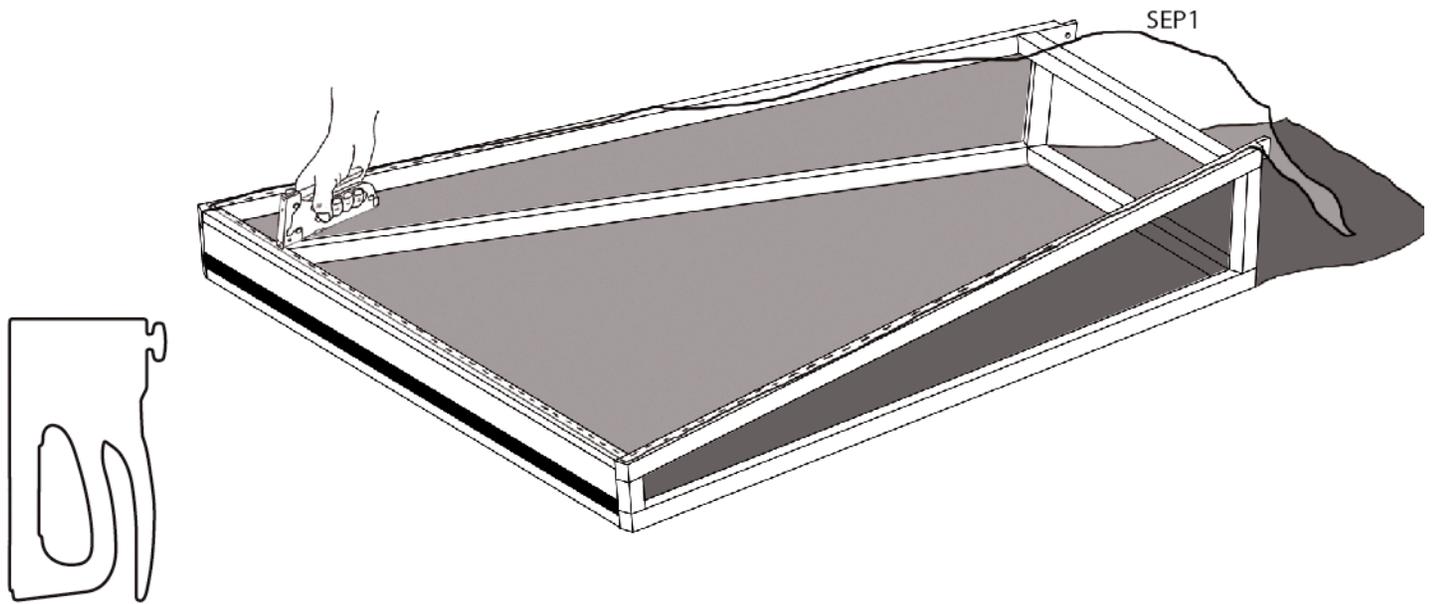
SEP2



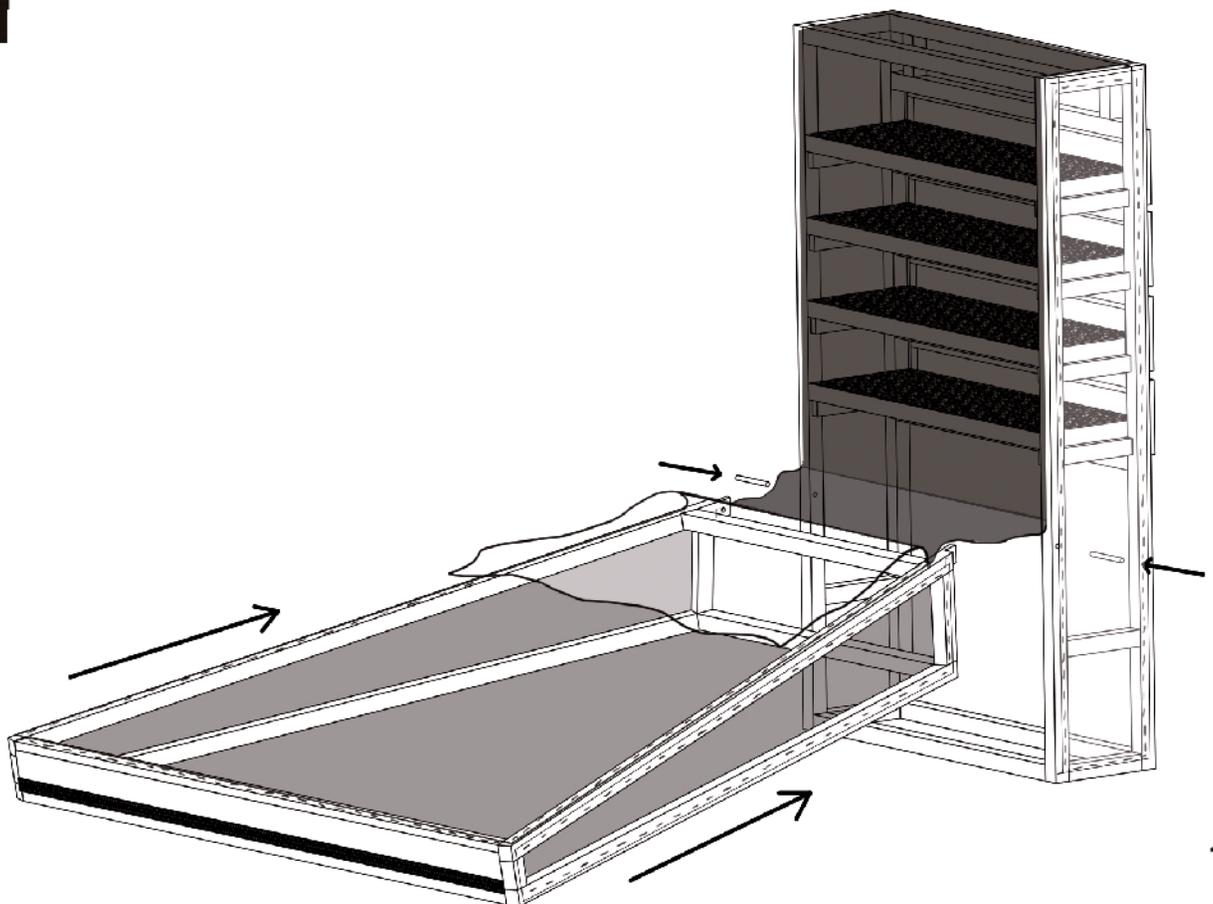
# 29

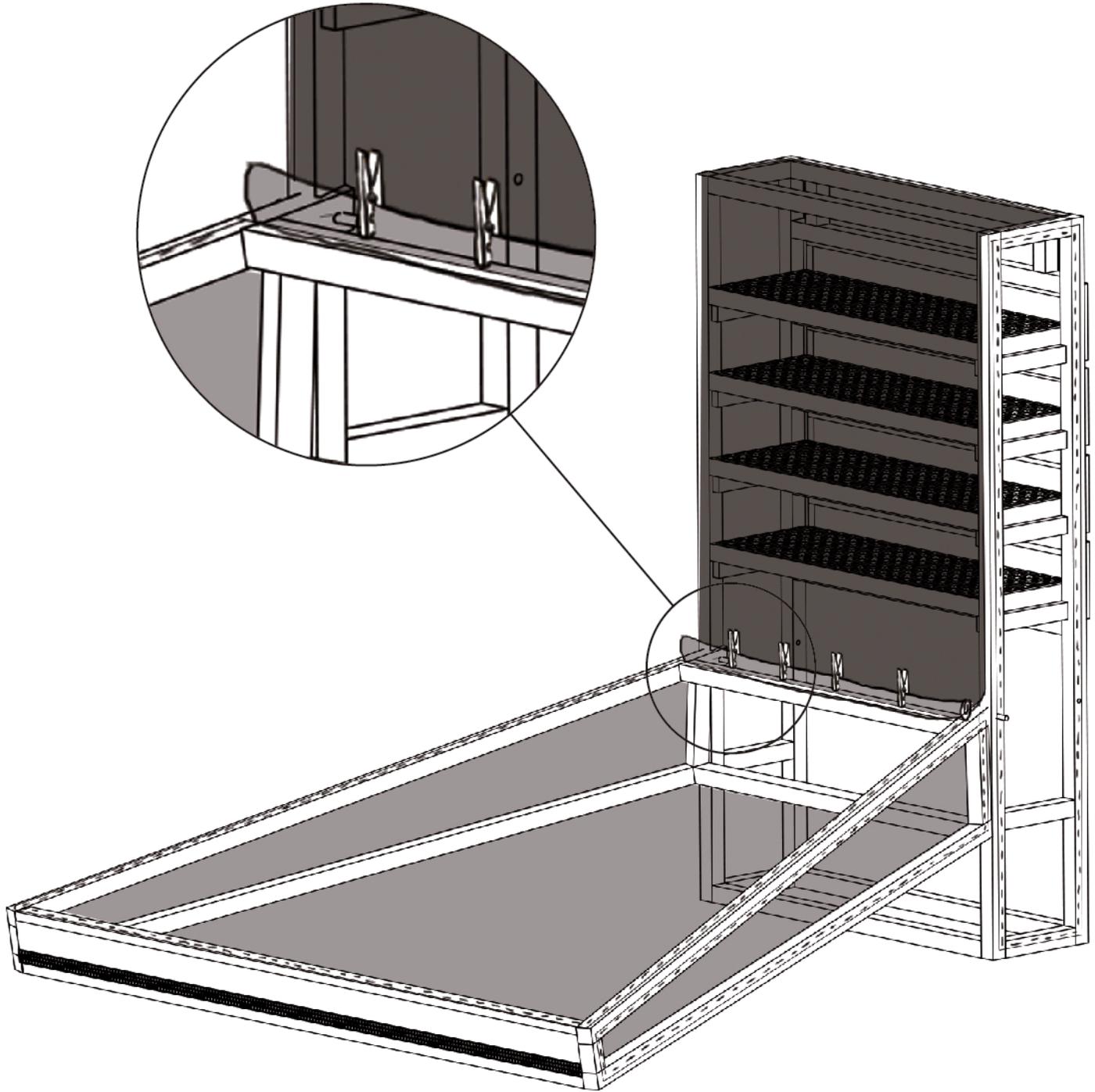


# 30

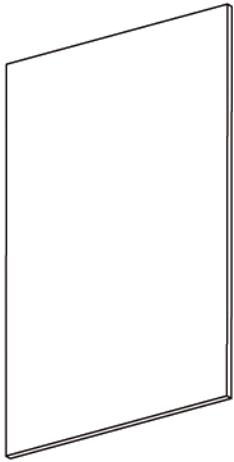


# 31





# CARRO



TEB1  
x1

TET1  
x4

TEE1  
x6

TER1  
x4

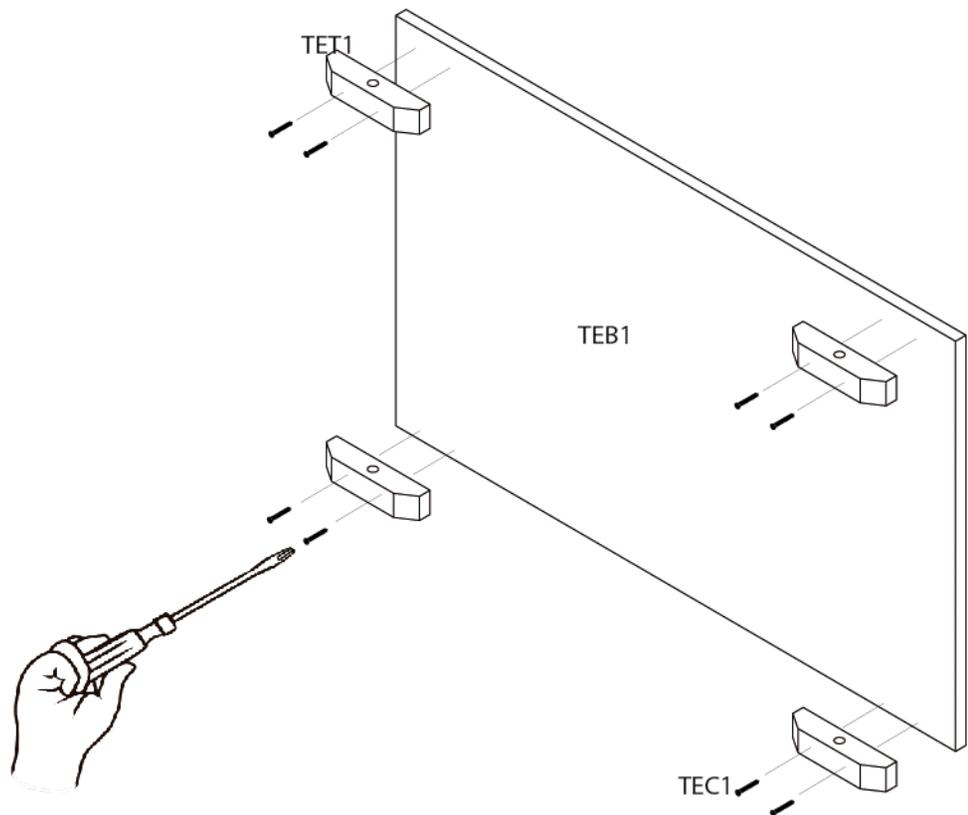
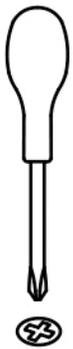
TES1  
x4

TEA1  
x8

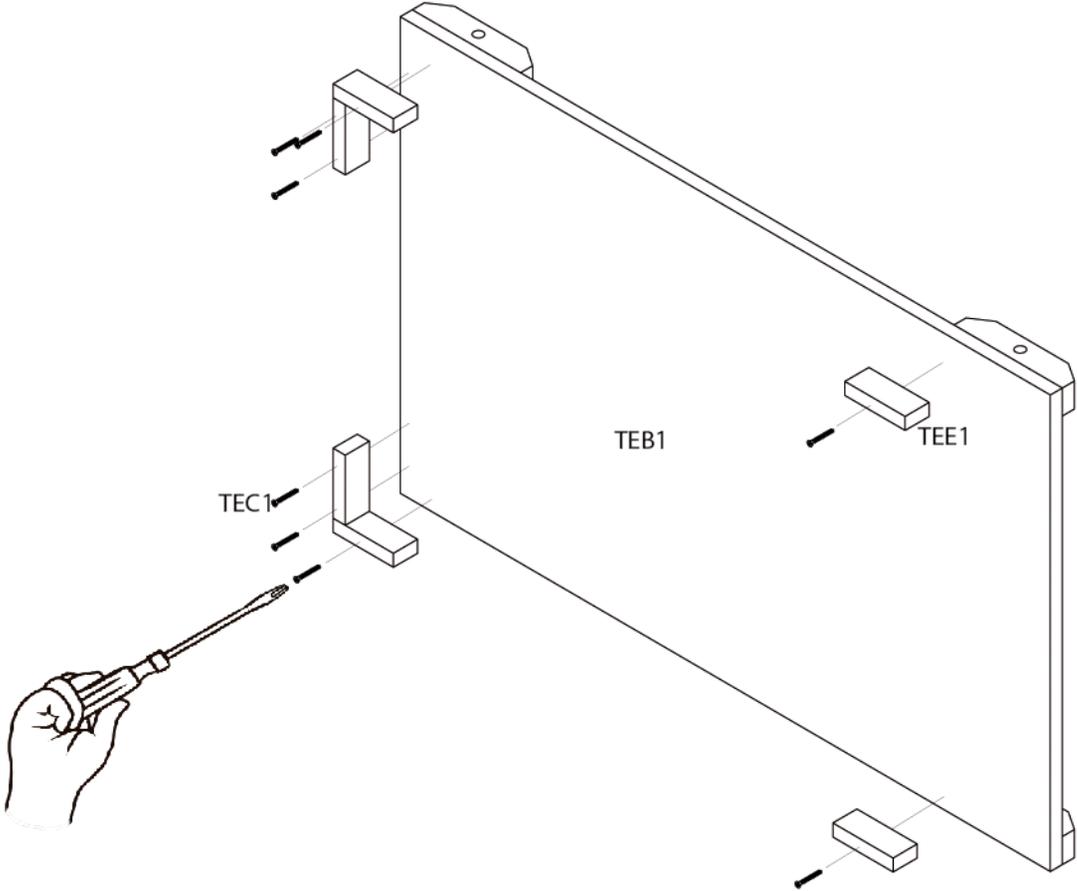
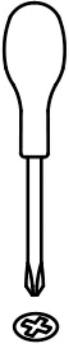
TEU1  
x4

TEC1  
x18

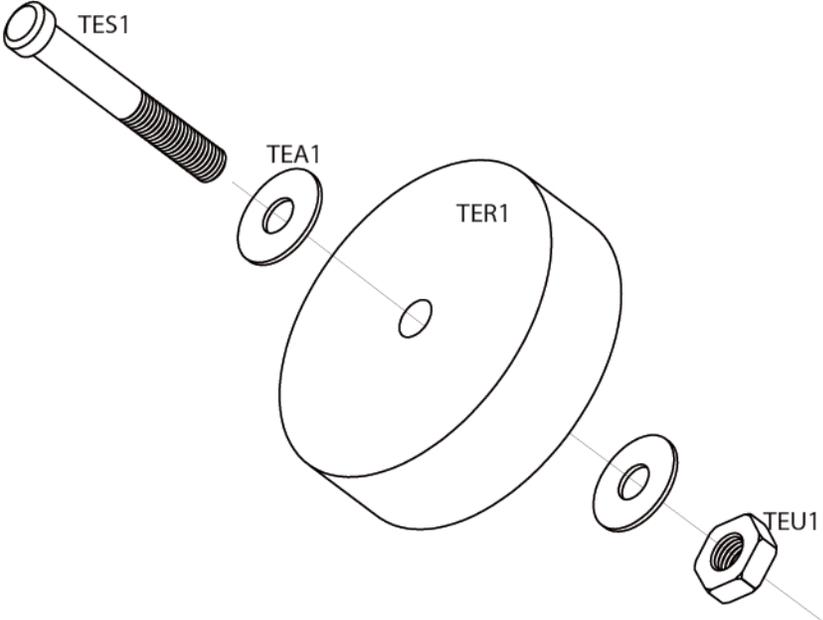
# 33



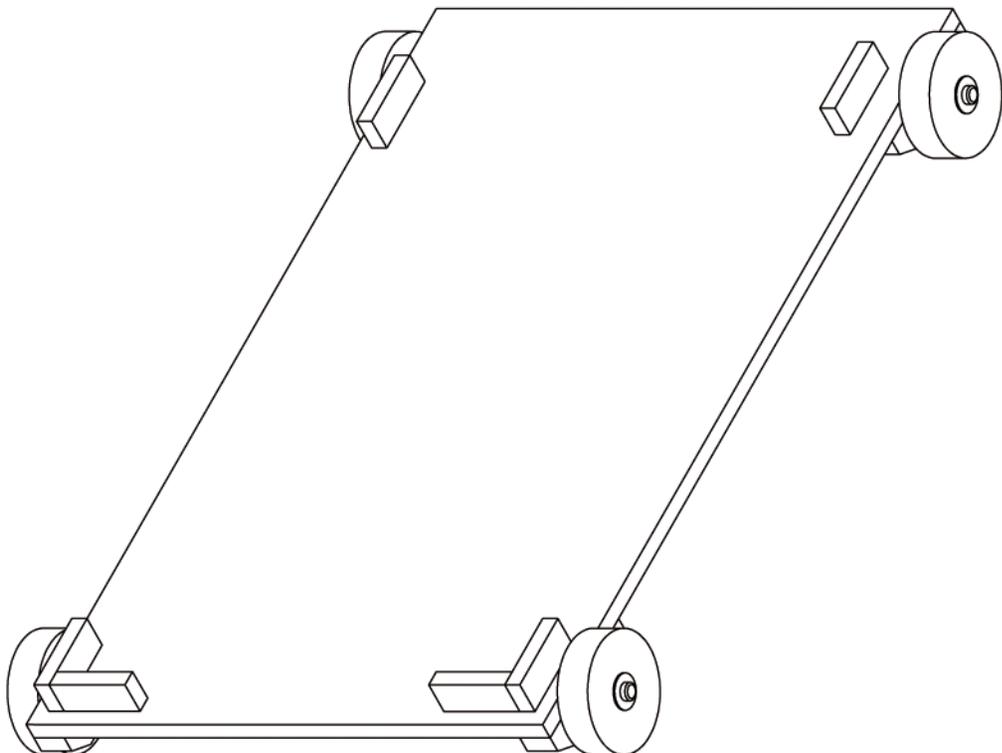
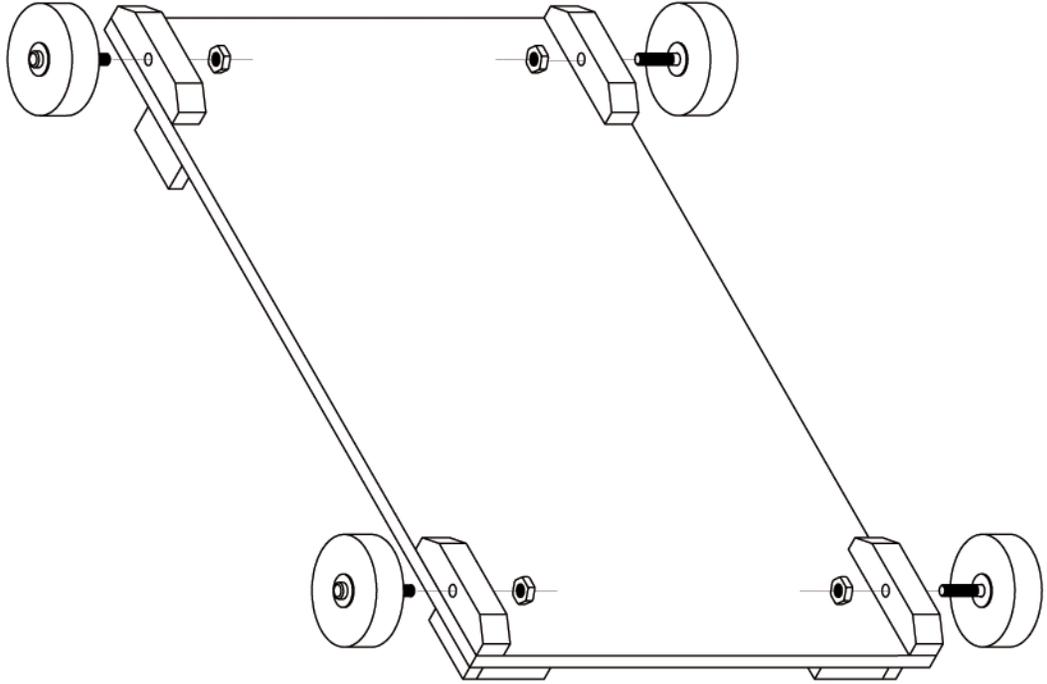
# 34



# 35



# 36









**CONCLUSIONES**

## 10. Conclusiones

Para finalizar con el proyecto “Rediseño de un deshidratador solar DIY de bajo coste para países en vías de desarrollo”, se hace un balance de los resultados obtenidos y los objetivos conseguidos.

El objetivo que se perseguía era rediseñar el deshidratador solar antiguo para conseguir una serie de mejoras que lo hicieran más eficiente, rápido y que tuviera sus detalles más cuidados.

Después de haber diseñado una nueva estructura y haber construido el equipo, en el ensayo se pudo comprobar que se había conseguido una bajada importante en los tiempos de secado de los alimentos, pese a las condiciones climáticas adversas.

En el nuevo deshidratador solar, realizando mediciones de calor en los distintos puntos de su estructura, se observó que las temperaturas variaban muy poco desde que se calienta el aire en el colector hasta que sale por la rejilla superior. Además, se apreciaba una velocidad del aire superior, con respecto al anterior deshidratador, cuando salía por la rejilla.

Esto quiere decir que al tener el colector más grande, se calienta una mayor cantidad de aire, el cual, al aligerarse, tiende a ascender. En este momento, debido a la forma de “V” del colector, el aire caliente es forzado a pasar de una sección más grande a una más pequeña, por lo que como se ha nombrado anteriormente, se produce el *Efecto Venturi*, lo que supone una bajada de la presión y un aumento de la velocidad. Además, un factor que propicia el aumento de la velocidad del aire es la propia inclinación de colector.

Con todo esto, se extraen una serie de conclusiones. El cambio del diseño del colector, ha hecho que una mayor cantidad de aire sea calentada, pero que, debido a su pendiente y su estructura, este aire no está mucho tiempo en el colector ya que adquiere en poco tiempo cierta velocidad. Esto origina que el aire no se caliente en exceso, pero se compensa con una mayor corriente de aire.

Este aspecto está lejos de considerarse un defecto, ya que en ensayos previos realizados con el antiguo deshidratador en Burkina Faso, incluso en Valencia, el deshidratador había llegado a adquirir temperaturas demasiado altas para el secado de los alimentos en días en los que las temperaturas eran demasiado altas y había una gran radiación solar. Con la velocidad que coge el aire, se evitaría que alcanzara temperaturas tan altas y en ese caso, permitiría secar alimentos en todas las condiciones climáticas en las que haya sol. Sin embargo, esto sería un supuesto que en futuros ensayos y mediciones se verificará.

Por otra parte, en su montaje, se colocó un plástico en el colector que no era totalmente transparente, si no que tenía un color blanquecino que lo hacía translucido. En ese momento se pensó que sería un hándicap, ya que cubría el plástico negro del interior y algunos de los rayos de sol que incidían acabarían rebotando. Pero aun así, se mejoraron los tiempos de secado. Este detalle sería un aspecto que también influiría en el calentado en menor medida del aire del colector.

En resumen, el secado con el nuevo equipo se lleva a cabo por una corriente continua de aire en la que no pierde prácticamente temperatura desde su trayecto del colector a la última bandeja. Y la velocidad de aire es mayor que la alcanzada en el deshidratador anterior.

En cuanto a los demás cambios realizados, con la disposición de cuatro puertas, una por cada bandeja, se evita la pérdida de parte de la inercia térmica del equipo cuando se extraen las bandejas. Sin embargo, no es un problema para los países en destino, en más significativo para la parte experimental ya que en ella se realizan mediciones durante el proceso de secado.

La colocación de una doble rejilla junto con dos planchas de madera en la entrada de aire del colector evita la entrada directa de ráfagas de aire que bajen instantáneamente la temperatura del interior y a su vez, impide la entrada de insectos y roedores.

La disposición de dos rejillas laterales en la salida del aire en vez de una centrada, obliga a que el aire caliente se distribuya uniformemente por todo el espacio, ya que previamente se observó que el aire tendía a salir por el centro.

Se ha modificado la forma de unión del plástico del colector con el de la cámara de secado. Se unen enrollando los dos plásticos y sujetándolos con pinzas, en lugar de unirlos con cinta adhesiva como se venía haciendo con el anterior. Gracias a esto se consigue alargar la vida de los plásticos y un ahorro en el uso de cinta adhesiva en cada montaje.

Por último, se ha elaborado un manual de montaje del nuevo deshidratador que orienta al usuario a como fabricar y montar su propio deshidratador de una forma intuitiva.

Por lo tanto, repasando todas las mejoras nombradas, se verifica que el objetivo de diseñar un deshidratador más eficaz, rápido y accesible a todo el mundo, se ha cumplido.



DISTRICT S  
DE GA



TROIS ARMES POUR VAINCRE LE SIDA  
ABSTINENCE-FIDELITE-UTILISATION DE





## **FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO**

## 11. Futuras líneas de trabajo

Como se ha nombrado al principio, la realización del proyecto del deshidratador solar de alimentos esta destinada a su fabricación en países en vías de desarrollo, en este caso, Burkina Faso, África.

Se busca que los habitantes del país consigan construir sus propios deshidratadores ya sea solos o con la ayuda de voluntarios, como vía para la conservación de los alimentos. Secar los excesos de frutas y verduras de las cosechas para su futuro uso en momentos de escasez.

Por otra parte, la utilización de los deshidratadores solares como herramienta para ayudar a erradicar la desnutrición infantil que sufre el país, moliendo los productos secados para producir harinas con las que posteriormente preparar papillas.

Y utilizar el deshidratador como vía de ingresos, produciendo alimentos secos, envasándolos y vendiéndolos.

El punto en el que se encuentra el nuevo deshidratador, supone un período interesante en el que se van a llevar a cabo numerosas pruebas y ensayos. En el secado de los alimentos influyen miles de variables como las condiciones climáticas, el grosor de las verduras, secar los alimentos con piel o sin ella, el pretratado de los alimentos (escaldado, agrietado, blanqueado etc.), la época del año, la transparencia de los plásticos, etc.

Por lo tanto, este es el principio del proceso.

Durante la última estancia en Burkina Faso del alumno David Manuel López Fernández, trabajó con la *Association pour la Promotion Feminine à Gaoua* (APFG), utilizando el deshidratador solar para la cocción de galletas que posteriormente se pondrían a la venta. Sin embargo, no se consiguió obtener el punto adecuado de cocción de las mismas.

Con el nuevo deshidratador solar, existe la posibilidad de que se pueda llevar a cabo a correcta cocción de las galletas, lo que les abriría una importante vía económica a las mujeres de la asociación. En cuanto al secado de frutas y verduras, la asociación pide uno industrial de unos 20-30 kg en el que se está trabajando.

Además David dio una conferencia en Perú sobre el deshidratador solar y se ha enviado información a Colombia, Venezuela, Mozambique, Nepal y Guinea Ecuatorial.

Por otro lado, el alumno Javier Valero Relloso estuvo en Burkina Faso y trabajó en colegios que mostraron mucho interés en el deshidratador. A su vez, hizo bombones y caramelos con la fruta deshidratada dentro en trozos pequeños y tuvo una gran acogida, sobre todo por los más pequeños.

Por último, destacar que la Cruz Roja se ha mostrado interesada en el proyecto.







## **BIBLIOGRAFÍA**

## 12. Bibliografía

Almada, M., Cáceres, M. S., Machaín-Singer, M., Pulfer, J. C. (2005) *Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbre, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Paraguay: UNESCO - Fundación Celestina Pérez de Almada.

Construmática. (s.f.). *Nivel tecnológico disponible. Aplicación de la energía solar térmica en plantas secadoras de alimentos*. Recuperado el 2 de junio de 2016, de [http://www.construmatica.com/construpedia/Nivel\\_Tecnol%C3%B3gico\\_Disponible.\\_Aplicaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_Energ%C3%A9tica\\_Solar\\_T%C3%A9rmica\\_en\\_Plantas\\_Secadoras\\_de\\_Alimentos#Secador\\_Solar\\_Directo](http://www.construmatica.com/construpedia/Nivel_Tecnol%C3%B3gico_Disponible._Aplicaci%C3%B3n_de_la_Energ%C3%A9tica_Solar_T%C3%A9rmica_en_Plantas_Secadoras_de_Alimentos#Secador_Solar_Directo)

Deshidratador solar SAECSA. (s.f.) En *Saecsacom*. Recuperado el 5 de junio de 2016, de <http://saecsacom/deshidratador-alimentos-16/#p=1>

Deshidratador solar y secado solar de alimentos. (s. f.) En *Cocina con el Sol de Gastronomíasolar.com*. Recuperado el 28 de mayo de 2016 de <http://gastronomiasolar.com/deshidratador-solar-secado-alimentos/>

Efecto Venturi. (s. f.). En *Wikipedia.com*. Recuperado el 10 de junio de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_Venturi](https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Venturi)

Energía solar Grupo (4 de diciembre de 2008). *Secado solar*. Recuperado el 5 de junio de 2016, de <http://energiasolargrupo107c.blogspot.com.es/2008/12/secador-solar.html>

Energía Solar. (s.f.). *¿Qué es un secador o deshidratador solar? Ventajas de los secadores solares*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://energiasolar.mx/secador-solar/es-secador-o-deshidratador-solar-ventajas-las-secadoras-solares.html>

European Commission Joint Research Centre. (2012). *Sistema de Información geográfica fotovoltaica*. Recuperado de: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe>

FAO. (s.f.). *Planta deshidratadora de frutas y verduras*. Recuperado el 2 de junio de 2016, de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/.../Resumen\\_ejecutivo\\_planta\\_demostrativa.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/.../Resumen_ejecutivo_planta_demostrativa.pdf)

Hornos industriales / deshidratadores. (s.f.). En *Aingetherm.cl*. Recuperado el 9 de junio de 2016, de <http://www.aingetherm.cl/deshidratadores.htm>

Los deshidratadores solares. (s. f.) En Portal de energías renovables de *Sitiosolar.com*. Recuperado el 29 de Mayo de 2016 de <http://www.sitiosolar.com/los-deshidratadores-solares/>

Productos. (s.f.). En *Poscosecha.com*. Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://www.poscosecha.com/>

Saiz Jiménez, J. A. y Cornejo Royo, L. (2014, diciembre 14). *Secado de Alimentos mediante energía solar*. En *3C Tecnología*, 3(4), 234-244.

Savy et al. (2006). *Dietary Diversity Scores and Nutritional Status of Women Change during the Seasonal Food Shortage in Rural Burkina Faso*. The Journal of Nutrition.

Solar Cookers International Network. (s.f.). *Build a solar cooker*. Recuperado el 29 de mayo de 2016, de <http://www.solarcooking.org/plans/>

Umaña Cerros, E. (2003). *Estrategias de Productos Deshidratados© FRUTAS – VEGETALES – HIERBAS*. San Salvador: FIAGRO - GTZ Fortalece.

UN (25 septiembre 2015). 70/1. *Transformar nuestro mundo: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Asamblea Nacional de las Naciones Unidas. A/RES/ 70/1.

UN. (19 diciembre 2014). 69/240. *Desarrollo agrícola, Seguridad alimentaria y Nutrición*. A/RES/69/240.

UN. (2015). *Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015*.

UNIDO. (s.f.). *Programa de Capacitación para Empresarias de la Industria de Procesamiento de Alimentos- Volumen II*. Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://www.nzdl.org/gsdmod?e=d>