

SECADEROS SOLAR-BIOMASA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

JORGE SENN · SILVINA V. GARCÍA



EDITORIAL UNIVERSITARIA

Editorial Universitaria
Universidad Nacional de Misiones

Coronel Félix Bogado 2160, Posadas, Misiones
Tel-Fax: 0376-4428601
Correo electrónico: ventas@editorial.unam.edu.ar
Página web: www.editorial.unam.edu.ar

Coordinación de la edición: Claudio O. Zalazar
Diseño gráfico y diagramación: Leila Pedrozo
Ajustes finales y pre prensa: Francisco A. Sánchez
Control de texto: Marcelo Oliveira

Senn, Jorge
Secaderos solar-biomasa: manual de construcción y operación /
Jorge Senn; Silvina Victoria García. - 1a ed. - Posadas: EdUNaM -
Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones, 2017.
112 p.; 22 x 18 cm.

ISBN 978-950-579-444-7

1. Energía de la Biomasa. 2. Deshidratación. 3. Producción
Energía. I. García, Silvina Victoria II. Título
CDD 333.796

Hecho el depósito de la Ley 11.723
Impreso en Argentina
ISBN: 978-950-579-444-7

©Editorial Universitaria
Universidad Nacional de Misiones, Posadas, 2017.

Todos los derechos reservados para la primera edición.

SECADEROS SOLAR-BIOMASA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

JORGE SENN · SILVINA V. GARCÍA



EDITORIAL UNIVERSITARIA



AGRADECIMIENTOS

Son numerosas las personas que han colaborado tanto en la ejecución del proyecto de investigación Secaderos Solar-Biomasa, como en la edición del presente manual.

En primer lugar, agradecemos al Sr. Rector de la Universidad Nacional de Misiones por el permanente apoyo e incentivo, así como por prologar este manual.

Queremos agradecer a las autoridades que se desempeñaron durante los años de ejecución del proyecto, tanto del INTA –particularmente la Agencia de Extensión Rural (AER) de Oberá– como de las Facultades de Ingeniería y de Arte y Diseño de la UNaM. Estas instituciones aportaron la financiación parcial del proyecto, la primera con recursos propios y del Proyecto Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor (1130032), la segunda con recursos propios y la Convocatoria a Proyectos Especiales de la Secretaría General de Investigación.

También agradecer especialmente a la Diseñadora Industrial Liliana Palomo por los numerosos gráficos y planos desarrollados que ilustran el presente manual y a la Prof. Mgter. Johana Richter por su valiosa colaboración en la corrección gramatical y sintaxis de los borradores.

Finalmente, nuestro agradecimiento a los colegas y becarios del INTA y la UNaM que formaron parte de un eficiente equipo de trabajo que permitió llevar a cabo con éxito un Proyecto de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia, del cual el presente manual es uno de sus resultados.

Los autores

ÍNDICE

PRÓLOGO	9
INTRODUCCIÓN	13
. Características generales	16
. Condiciones fundamentales	17
. Partes principales de un secadero	18
. Información importante	19
. Principales ventajas de estos secaderos	20
. Ubicación del secadero	22
CAPÍTULO I: SECADERO MODELO MULTIFAMILIAR	25
. Componentes principales de un secadero	26
. Generalidades	27
. Herramientas	28
PRINCIPALES PASOS DE CONSTRUCCIÓN	30
. Paso 1: Preparación del terreno	31
. Paso 2: Fabricación del horno	32
. Paso 3: Construcción de la base	34
. Paso 4: Base y ventilación	36
. Paso 5: Construcción de paredes y aberturas	38
. Paso 6: Revoque de paredes	40
. Paso 7: Carpintería de techo	42
. Paso 8: Chimenea y extractor	45
. Paso 9: Bandejas y estructura de bandejas	46
. Paso 10: Lecho de piedras	50
. Paso 11: Puertas	52
. Paso 12: Colector de energía solar	53
. Paso 13: Elementos complementarios	57
PLANOS	59

CAPÍTULO II: SECADERO MODELO UNIFAMILIAR	65
. Generalidades	66
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	68
. Secadero	68
. Panel solar	69
. Pintura	70
. Acumulador de calor	71
PLANOS	73
CAPÍTULO III: SECADEROS SOLAR-BIOMASA. OPERACIÓN	89
. Generalidades	90
. Mecanismo de deshidratado	92
FUNCIONAMIENTO DEL SECADERO Y PROCESO DE SECADO	95
. Selección del modo de operación	95
. Control de temperatura	96
. Calidad de los productos	98
. Pretratamientos	99
. Carga y manejo de bandejas	100
. Tiempo de secado y punto final de secado	103
. Envasado y conservación	104
GLOSARIO	106
LOS AUTORES	108
INSTANTÁNEAS	110

Es una feliz conjunción de novedad tecnológica y compromiso social la publicación de este Manual. Desde la academia, y a partir de una experiencia concreta de trabajo y exploración compartida con técnicos del INTA y grupos de productores, ofrecemos una valiosa herramienta para el procesamiento de excedentes de producción y/o la diversificación productiva de los colonos de Misiones. El Secadero Solar-Biomasa está pensado y probado para el deshidratado a pequeña escala de hortalizas, hierbas aromáticas y plantas medicinales; y contribuir así a fortalecer la economía de las chacras logrando productos comercializables en plazos mayores a la estacionalidad propia del vegetal fresco. Por lo demás, está diseñado con criterios de sencillez constructiva, eficiencia energética, economía de materiales y cuidado del medioambiente.

Se trata de una investigación aplicada realizada en forma colaborativa entre la Facultad de Ingeniería, la Facultad de Arte y Diseño y la Agencia de Extensión Rural del INTA/Oberá. Respaldada institucionalmente con fondos de la Secretaría de Agricultura Familiar y el Programa Agrovalor –interesante iniciativa del Ministerio de Agroindustria y la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación–. Circunstancia que pone de relieve el rol del Estado como impulsor de políticas públicas para el desarrollo social, incorporando tecnología a la producción agrícola en este caso. Evidencia también la potencialidad de la cooperación interinstitucional cuando está adecuadamente articulada alrededor de un objetivo común y sustentada en la participación organizada de los actores sociales involucrados.

Al respecto, no podemos dejar de mencionar, en tanto espacio interactivo producción-mercadeo-consumo, al movimiento de Ferias Francas de Misiones. Esta organización lleva más de 20 años de desarrollo sostenido, logrando incorporar a unas dos mil familias de productores rurales de todos los municipios de la provincia y a otros muchos miles más de clientes “cautivos” en las ciudades y pueblos donde se comercializan los productos de la chacra misionera.

El fenómeno, impulsado por el Movimiento Agrario de Misiones desde 1995 y apoyado por el gobierno provincial y las intendencias locales, posibilitó la consolidación de una cultura de reconocimiento recíproco entre el productor y el consumidor, alrededor de la experiencia compartida de acceder a un producto natural, sano, sin intermediarios, a precios justos, que fortalece las economías domésticas rurales y urbanas. Mirado desde el pequeño productor, es también una alternativa política sustentable para empezar a liberarse de la servidumbre económica a que los sometió históricamente la gran industria acopiadora, ya se trate de tabaco, de té o de yerba mate. Es en ese marco que se inscribe la iniciativa del Secadero Solar-Biomasa, y lo que le da potencia y densidad socioeconómica y política.

Cabe manifestar que propuestas como las que aquí se presentan, si bien responden a encomiables decisiones personales de los técnicos e investigadores, no habrían podido desarrollarse sin el contexto favorable que instaló en la agenda pública y en los presupuestos institucionales, la prioridad de atender desde las universidades y de organismos públicos como el INTA, a las demandas propias del medio. El sistema universitario público evidenció un crecimiento cuantitativo y cualitativo sin precedentes en los últimos 10 años, sobre la base de un consenso colectivo de avanzar hacia un modelo de desarrollo tecnológico soberano, inclusivo y con pertinencia social y regional. Esto es, poner la ciencia al servicio de las soluciones técnicas y sociales que demanda el territorio donde están emplazadas las instituciones que producen conocimiento. En nuestro caso, la universidad y el INTA. Falta muchísimo camino por recorrer en esa dirección: fundamentalmente porque más del 90 % de los recursos públicos para investigación continúan concentrados en los grupos de mayor tradición científica con asiento en el país central con ínfimo o ningún impacto en las problemáticas regionales, y porque esa "tradicción" generó una cultura institucional de baja propensión a la investigación en las universidades del interior.

Ambos fenómenos no son gratuitos ni casuales y constituyen las dos caras de una misma moneda. Por lo que se necesita una firme decisión política para poder revertirlos, tanto a nivel macro en lo que hace a asignación federal de recursos presupuestarios por parte del Estado Nacional (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y los entes bajo su jurisdicción), como en las propias universidades que deberán hacer los esfuerzos necesarios (becas, cargos, equipamiento, infraestructura) para promover la radicación y formación de equipos de científicos en sus ámbitos. Nuestro Plan Estratégico de Ciencia y Técnica –recientemente aprobado por el Consejo Superior– fue formulado y discutido con esa mirada, así como los convenios de trabajo UNaM-Conicet.

Supone a su vez dar y saldar una discusión que subyace en la cultura científica nacional y que atraviesa toda política de desarrollo tecnológico: el lugar de la investigación pura y aplicada, la importancia de las ciencias “duras” y las sociales –como si hubiera ciencia “no social”–, la evaluación de resultados por cantidad de *paper’s* publicados o por desarrollo de prototipos, patentes y modos innovadores de gestión de relevancia productiva y comunitaria.

En ese contexto celebramos la publicación de estos manuales. Como producto editorial de un trabajo previo con resultados palpables. En cuyo desarrollo se pudo compatibilizar la asignación de recursos, la interinstitucionalidad, la interdisciplinariedad, la investigación con la extensión y la transferencia tecnológica, y la buena receptividad por parte de los actores sociales protagonistas.

Aspiramos a fortalecer con hechos como este, nuestra presencia en el territorio como entidad promotora y divulgadora del progreso científico al servicio de toda la comunidad provincial.

Dr. Javier Gortari

Rector de la Universidad Nacional de Misiones
Posadas, 2017.



Los secaderos que se describen en la presente publicación tienen por objeto servir como una herramienta dirigida a los pequeños agricultores¹ de la región. Representando una opción para el procesamiento de excedentes de producción o diversificación productiva, sea para autoconsumo o para su comercialización (productores individuales, ferias, comercios locales, mercados, etc.). Si bien este Manual está dirigido con más detalles a los productores de este segmento, puede ser una guía para distintos agricultores o asociaciones que requieran conocer o interiorizarse acerca del deshidratado de sus productos y hacer uso de esta tecnología. Su diseño original apuntó al deshidratado de hortalizas y hierbas aromáticas y medicinales, pero puede ser usado indistintamente para otros productos, como frutas y otros vegetales.

Estos equipos para la deshidratación de los productos fueron diseñados y desarrollados en forma colaborativa entre la **Universidad Nacional de Misiones/UNaM** (Facultad de Ingeniería y Facultad de Arte y Diseño) y el **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria/INTA** (Agencia de Extensión Rural, Oberá) a través de un proyecto de investigación aplicada. El mismo fue financiado por la Subsecretaría de Agricultura Familiar (Nación), la UNaM (recursos propios), el INTA (recursos propios) y el Proyecto Agrovalor (Ministerio de Agroindustria de la Nación y la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación).

1. Segmento actualmente identificado como Agricultura Familiar.

En el año 2013, el proyecto fue distinguido con el **Primer Premio del Fondo para la Conservación Ambiental/FOCA 2013**, Convocatoria Nacional del Banco Galicia. El premio consistió en un monto dinerario que aportó a la continuación del desarrollo y optimización de los secaderos, permitiendo la construcción de nuevos prototipos para su ensayo y uso efectivo por parte de productores.

En el año 2016, la Escuela de la Familia Agrícola/EFA **Padre Antonio Sepp** de 25 de Mayo, Misiones, se presentó en forma conjunta con la Fundación Essen a dos convocatorias con trabajos realizados a partir del Secadero Solar-Biomasa instalado en el marco del proyecto en dicha institución, obteniendo el **Premio APSAL² 2016** "por la excelencia en productos, servicios y acciones para una alimentación saludable"; además de una **Mención de Honor** por parte del **Premio Presidencial Escuelas Solidarias 2016**, del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.



En consideración de las necesidades detectadas en el sector productivo regional, particularmente en este segmento de productores, motivó al equipo de investigación, diseñar y desarrollar un equipamiento tecnológicamente apropiado a las condiciones socioeconómicas y productivas de la provincia de Misiones y la Región NEA (Nordeste Argentino), especialmente enfocado a la agricultura familiar. Tanto el INTA como la UNaM son instituciones públicas nacionales y sus actividades de extensión deben otorgar beneficios al entorno en el cual se desarrollan, es por eso que el equipo de trabajo entiende que los resultados de la presente investigación, el desarrollo e innovación, deben ser de libre acceso a todo tipo de interesados, a manera de **Tecnología Libre**.

Con el presente Manual se ofrece una guía de construcción detallada, del tipo paso a paso, con indicación de materiales, técnicas, recomendaciones, etcétera, que permite la autoconstrucción y operación de esta tecnología, por parte de los usuarios interesados. Las ilustraciones y sus respectivas descripciones pretenden guiar secuencialmente el proceso de construcción recomendado a partir de numerosas experiencias y opciones comprobadas, lo que no quita que puedan introducirse variantes o modificaciones por parte de quienes lo construyen, especialmente en función de los materiales y tecnologías disponibles en los respectivos lugares. No obstante, se recomienda de manera particular, respetar los principios básicos del funcionamiento que se exponen en dicho manual, a fin de asegurar un desempeño adecuado del secadero y obtener resultados satisfactorios.

Paralelamente, resulta importante que los usuarios de estos secaderos conozcan las técnicas de secado de los diferentes productos, como también su preparación y manipuleo, abarcando todas las etapas del proceso desde su cosecha hasta su conservación, para lo cual se desarrolló otra guía complementaria que aparece como **Manual de Secado**.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Desde el punto de vista energético, las premisas iniciales para el diseño y desarrollo del secadero se basaron en el uso de fuentes de energía renovables, abundantes y accesibles en la región (nordeste argentino), y en hacerlo independiente de otras fuentes de energía convencionales como ser combustibles fósiles o energía eléctrica. El primer concepto tiene que ver con el acceso a las fuentes de energía fácilmente disponibles en la región y lograr la sustentabilidad del secadero desde dicho punto de vista. El segundo, se relaciona con los costos asociados a las de energías convencionales y las dificultades de disponibilidad de las mismas en los sitios de instalación, generalmente aislados.

Se trata de secaderos que funcionan con dos fuentes de energía renovable, ya sea en forma independiente (solar o biomasa) o combinadas (solar y biomasa). Para la quema de la biomasa³ (leña), el secadero cuenta con un horno que se encuentra en la base del mismo, con ello se aprovecha al máximo la energía potencialmente disponible en el combustible. Además, la energía solar se capta a través de un panel solar (superficie de absorción), en el cual la radiación solar incidente calienta una superficie negra que transmite el calor absorbido a un flujo de aire que circula por convección natural debajo de dicha superficie, calentando el aire que luego ingresa al secadero y atraviesa las bandejas de secado.

3. Biomasa: residuos abundantes en las chacras provenientes de aserraderos, podas, cosechas, etc.

CONDICIONES FUNDAMENTALES

Los secaderos son equipos de **deshidratación** que utilizan estas fuentes energéticas como fuentes de calor para el cumplimiento del proceso de deshidratación. No obstante, secar un producto no es un simple sinónimo de calentarlo.

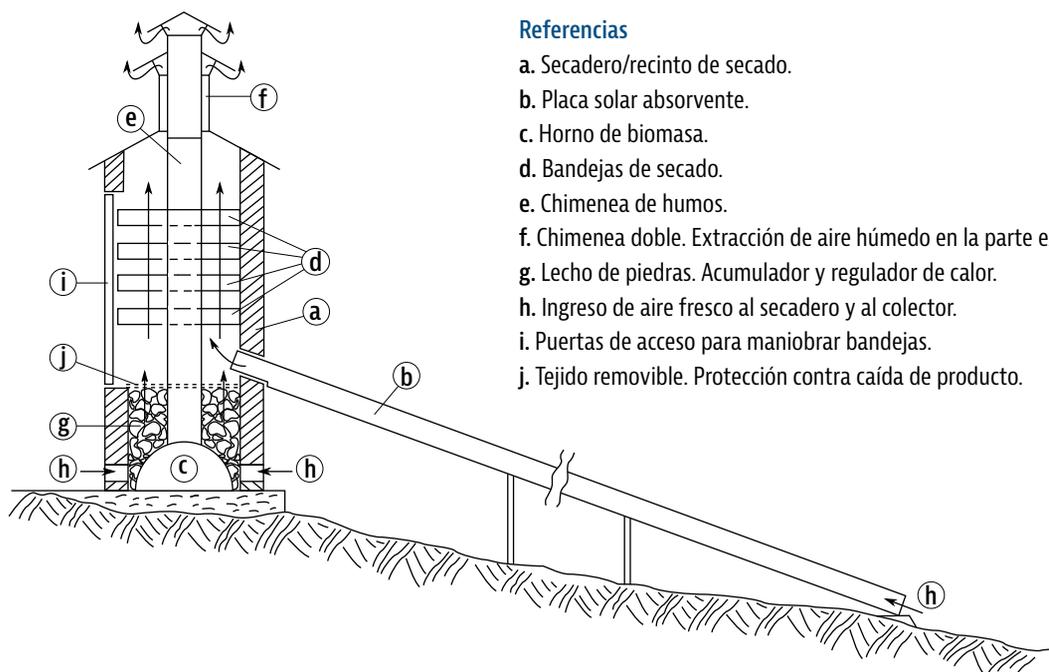
Para obtener un deshidratado adecuado se deben cumplir algunas condiciones importantes:

- **calor** a una temperatura adecuada para cada tipo de producto,
- un **flujo de aire caliente** que favorezca la deshidratación y la remoción del aire húmedo que se genera por la pérdida de agua de los productos expuestos,
- un **recinto cerrado** en el que el producto a secar no se vea afectado por las condiciones climáticas imperantes, es decir, que no esté expuesto al sol y que no sea atacado por insectos.
- el **tiempo**, variable que debe ser suficiente para que el proceso de deshidratación se complete adecuadamente⁴. Este tiempo depende de varios factores, tales como la temperatura y humedad del ambiente, el tipo de producto (contenido de humedad, estructura del material, etc.), pretratamientos realizados, tamaño y espesor de los trozos individuales, espesor de la capa de producto en las bandejas, velocidad del flujo de aire y, entre otros, la remoción de producto en las bandejas.

4. Un producto insuficientemente deshidratado presentará problemas de conservación posterior.

PARTES PRINCIPALES DE UN SECADERO

En la figura se indica el esquema de funcionamiento de estos secaderos, señalando sus partes más importantes.



Referencias

- a. Secadero/recinto de secado.
- b. Placa solar absorbente.
- c. Horno de biomasa.
- d. Bandejas de secado.
- e. Chimenea de humos.
- f. Chimenea doble. Extracción de aire húmedo en la parte externa.
- g. Lecho de piedras. Acumulador y regulador de calor.
- h. Ingreso de aire fresco al secadero y al colector.
- i. Puertas de acceso para maniobrar bandejas.
- j. Tejido removible. Protección contra caída de producto.

FIGURA 1
ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SECADERO.

INFORMACIÓN IMPORTANTE

- El conjunto Secadero/Placa Solar debe estar orientado sobre un eje Norte-Sur, con inclinación de la placa hacia el Norte.
- El terreno donde se ubique el secadero debe estar libre de obstáculos que puedan proyectar sombra sobre el panel solar.
- La placa solar deberá tener una inclinación suficiente para lograr una adecuada convección natural del aire, preferentemente seleccionar un declive natural del terreno, con caída hacia el Norte.



PRINCIPALES VENTAJAS DE ESTOS SECADEROS

- Importante reducción del tiempo de deshidratado, comparado con otros tipos de secaderos (con fuentes térmicas externas, solo solares, sin acumulador de calor, otros diseños, etc.)
- La reducción del tiempo de secado permite optimizar los tiempos de uso, pudiendo en algunos casos, producir varias "tandas" de deshidratado durante una misma jornada.
- La acumulación de energía térmica en el lecho de piedras y la consecuente estabilización de la temperatura permite un incremento significativo de la autonomía de funcionamiento del secadero, pasando de una atención casi continua a lapsos de tiempo relativamente prolongados, lo que permite al productor realizar una serie de actividades complementarias o distintas (no es necesario estar atendiendo permanentemente el proceso de secado, ni las otras actividades que demanda el secadero).
- La energía absorbida en la placa solar permite una reducción significativa del consumo de leña en el caso de uso mixto. En períodos de mayor insolación (meses de primavera-verano-otoño), el secado puede producirse solo con energía solar.
- La optimización de la combustión de la leña en el horno, así como el aprovechamiento de la energía térmica de los humos, permite reducir en forma significativa el consumo de la misma.

- La uniformidad del flujo de aire caliente a través de las bandejas produce el secado más uniforme del producto en toda la superficie expuesta, así como un aumento en la velocidad del proceso de deshidratado, reduciendo consecuentemente los tiempos del proceso.
- El secadero permite obtener productos de excelente calidad, tanto para el autoconsumo como para la comercialización.
- Es posible fabricarlo con materiales y elementos generalmente disponibles en la región.
- Es fácil de operar (funcionamiento simple).
- Es fácil de mantener (su mantenimiento es mínimo).
- Funciona con energía renovable (sol y leña) y es independiente de la energía eléctrica.
- Permite secar una importante cantidad de producto, pudiendo ser aprovechado por diferentes productores.
- Posibilita el deshidratado de distintos productos de la chacra, sean verduras y hortalizas, hierbas medicinales y aromáticas o frutas de estación de diversos tipos.

UBICACIÓN DEL SECADERO

El factor predominante para la ubicación del secadero en el terreno es su orientación, a fin de lograr un óptimo aprovechamiento de la energía solar, por lo que el secadero debe estar orientado sobre un eje Norte-Sur, con una inclinación del panel de absorción hacia el Norte⁵.

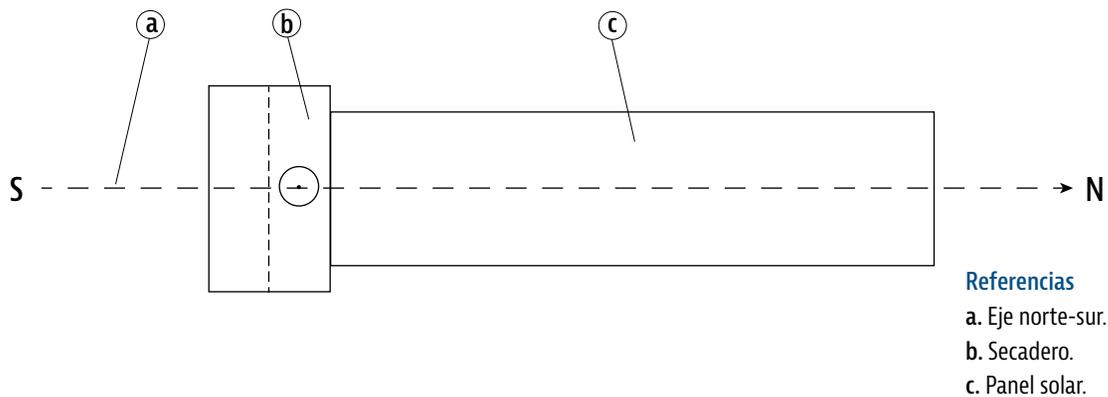


FIGURA 2
UBICACIÓN DEL SECADERO.

Para asegurar una buena incidencia de la energía solar sobre el panel de absorción el mayor tiempo posible debe buscarse una ubicación en la cual no existan árboles, edificios u otros objetos de volumen importante que proyecten sombras sobre el panel, especialmente en horas de mayor insolación.

5. Para secaderos a instalar en el hemisferio sur. En el hemisferio norte sería a la inversa.

Por otra parte, para que se produzca el fenómeno de convección natural⁶ del aire dentro de la placa de absorción, la misma debe estar inclinada, con la entrada de aire frío (temperatura ambiente) en la parte inferior y más alejada del secadero, y la parte superior que descarga el aire caliente en el secadero (FIGURA 1).

El ángulo de inclinación ideal de la placa oscila entre 30 a 35 grados respecto de la horizontal. No obstante, es poco probable que en todos los casos se pueda lograr dicha inclinación y se deberá conformar con una pendiente menor.

Por ello, es importante seleccionar un sector del terreno que tenga una pendiente natural hacia el norte para que facilite la instalación de la placa (FIGURA 1). En caso que la pendiente sea poca, o no exista lugar con inclinación natural, será necesario sobreelevar el propio secadero, por sobre el nivel del terreno, para asegurar una inclinación suficiente de la placa. Sin embargo, si bien es posible sobreelevar el secadero por encima del terreno, ello implica un mayor uso de materiales y una mayor complicación para el manejo de las bandejas, ya que aumenta la altura respecto del nivel del suelo. En estos casos, es posible que se requiera realizar una plataforma de manipulación frente al secadero, que facilite el manejo de las bandejas.

Es importante resaltar que si la placa solar no posee inclinación, no se producirá movimiento del aire por convección, o hasta puede ser negativo (salida de aire caliente por donde debería ingresar) y en consecuencia la placa no aportará energía al secadero.

6. Convección natural: fenómeno de movimiento natural del aire por diferencia de densidad del mismo. Se da cuando el aire se calienta y se desplaza en forma ascendente.

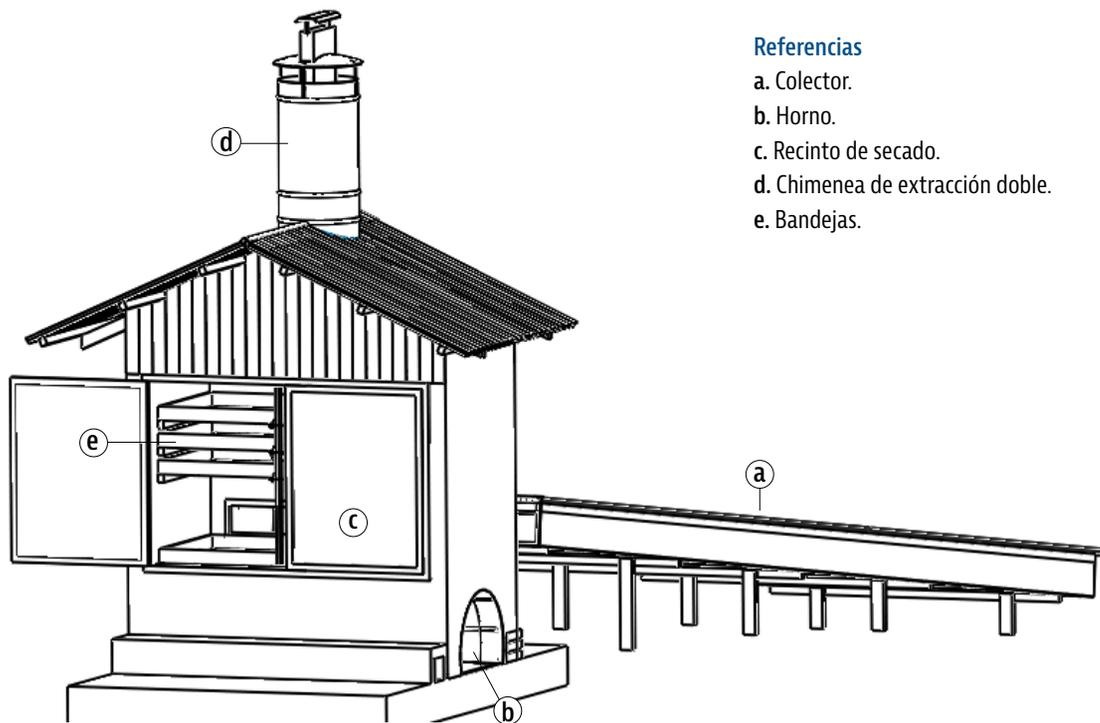
CAPÍTULO I

SECADERO MODELO MULTIFAMILIAR

CONSTRUCCIÓN



COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SECADERO



Referencias

- a. Colector.
- b. Horno.
- c. Recinto de secado.
- d. Chimenea de extracción doble.
- e. Bandejas.

FIGURA 3
ESQUEMA DEL SECADERO Y SUS PRINCIPALES COMPONENTES.

GENERALIDADES

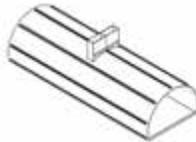
Un secadero está constituido por los siguientes elementos principales:

- a. **Colector** de energía solar.
- b. **Horno** de chapa con su respectiva chimenea, para la quema de biomasa.
- c. **Recinto de secado**, donde van las bandejas con el producto.
- d. **Chimenea de extracción doble**, interno gases de combustión y externo aire húmedo proveniente del proceso de deshidratado.
- e. **Bandejas** extraíbles de secado, para ubicación de los productos.

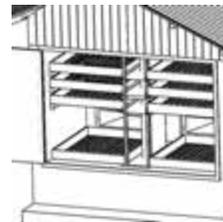
El **Modelo** cuya construcción a continuación se describe, es para **uso colectivo** (varios productores) o un **productor con alta capacidad** de generación de materia prima.



COLECTOR



HORNO



RECINTO DE SECADO
Y BANDEJAS



CHIMENEA

HERRAMIENTAS

Para la construcción se recomienda la utilización de las siguientes herramientas:



CUCHARA DE ALBAÑIL



PISÓN



PICO



FRATACHO



BATEA



REGLA



MASA/MARTILLO



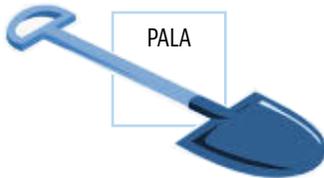
HILO



TAMBOR



PALA



CABALLETE



PRINCIPALES PASOS DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se indican los principales pasos para la construcción de este modelo de secaderos. La mayoría de los pasos se desarrollan en el mismo sitio de la obra. Otros se realizan en instalaciones tales como talleres, hojalaterías, carpinterías.

Las dimensiones de cada una de las partes se encuentran en los planos de las páginas 56 a 61.



PREPARACIÓN DEL TERRENO

Seleccionar un sector adecuado para la instalación del secadero.

Recomendaciones

- Dimensiones mínimas recomendadas: ancho 4,00 m; largo 15,00 m con la parte más larga (colector) en dirección norte-sur y de ser posible con declive en sentido norte.⁷
- Terreno firme y estable que permita la construcción del recinto de mampostería de ladrillos.
- Nivelar el terreno en el sector del secadero (superficie aprox. de 4,00 m x 5,00 m).



FIGURA 4
LUGAR PLANO PARA CONSTRUCCIÓN DE LA BASE.

7. Para secaderos a instalar en el hemisferio sur.

PASO 2

FABRICACIÓN DEL HORNO

Es una actividad que deberá realizarse en un taller con equipamiento metalúrgico.

El horno se construye en chapa reforzada (se recomienda un espesor de 1/8" o similar). Va ubicado en la parte inferior del secadero y se sugiere que sobrepase aproximadamente 5 cm el ancho del mismo. Ej: Si el secadero tiene un ancho de 2,00 m, el horno debería tener 2,10 m de longitud (sobrepasando 5 cm a cada lado).

Formar un cilindro con una chapa de 1 m de largo, después cortarlo transversalmente (de una punta a otra) para obtener dos mitades iguales. Estas serán unidas por la punta mediante una soldadura.

En la parte central, donde se unen ambas mitades, dejar un hueco rectangular de 10 x 30 cm ubicado de forma perpendicular, que servirá de chimenea. En dicho hueco, soldar un cuello donde la chimenea irá insertada.

Se sugiere que, a manera de refuerzos, se suelden a lo largo del horno un par de perfiles T y en los bordes inferiores un perfil L y colocar en forma transitoria una planchuela que mantenga la forma del medio cilindro (para que no se abra).

El conjunto debe quedar como se indica en las figuras siguientes:



FIGURA 5
HORNO SEMICIRCULAR CON REFUERZOS.



FIGURA 6
UBICACIÓN DE LA CHIMENEA.

Igualmente se deberá fabricar una chimenea de chapa de hierro, de espesor suficiente para asegurar su rigidez y evitar que se perfora con el uso. Se recomienda chapa negra N° 16 a 18 o similar. Dicha chimenea se insertará en el cuello del horno previsto para ella (FIGURA 6). La chimenea tiene 2,0 m de longitud y se realiza por medio de plegado.

PASO 3

CONSTRUCCIÓN DE LA BASE

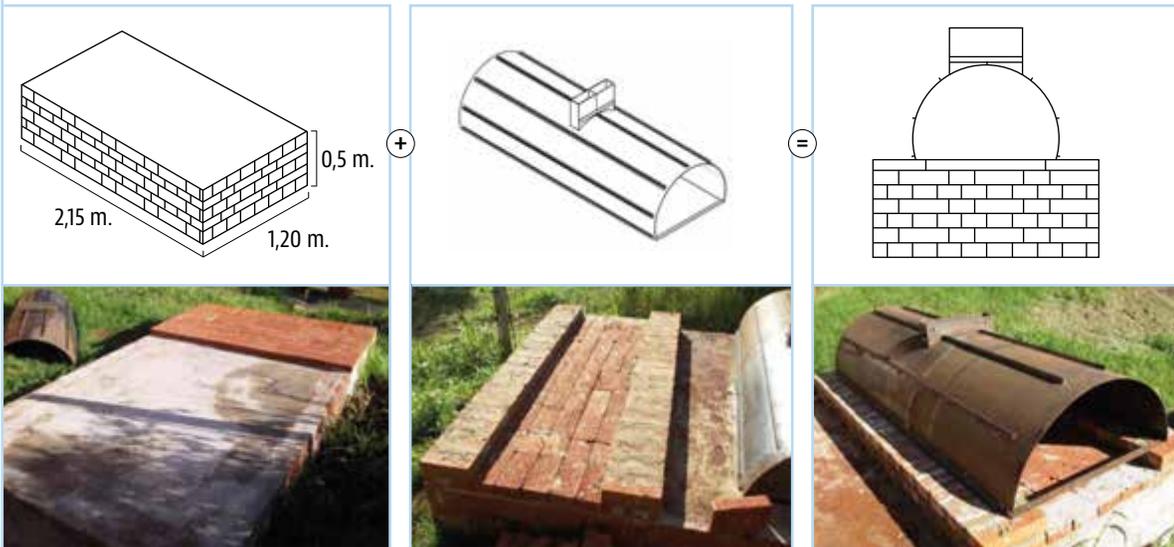
Es conveniente que la base se realice con mampostería de ladrillos (comunes o prensados) construida sobre un terreno firme. Asimismo, se recomienda que la misma sea más amplia que las dimensiones del secadero propiamente dicho, a fin de lograr un piso sólido y fácil de limpiar en la zona de manipulación o carga del secadero.

Importante

La ubicación del horno debe quedar en posición perpendicular respecto del eje norte-sur (FIGURA 2).

Nota

El fleje (planchuela de hierro) que mantiene el horno en forma semicircular (FIGURA 9), puede ser cortado o removido una vez que el horno se encuentre rodeado por el recinto de mampostería del secadero.



FIGURAS 7 / 8 / 9
CONSTRUCCIÓN DE LA BASE Y UBICACIÓN DEL HORNO INTERCAMBIADOR DE CALOR.

PASO 4

BASE Y VENTILACIÓN

Una vez colocado el horno en la posición señalada anteriormente, se comienza a levantar las paredes del secadero, asegurándose que la parte inferior de ambos lados del horno tenga suficientes agujeros de ventilación, por allí ingresará el aire a temperatura ambiente y se calentará en la zona de horno para ascender hacia las bandejas.

Estos agujeros de ventilación pueden realizarse de distintas maneras. No obstante, se sugiere la utilización de bloques de ladrillos cerámicos, ya que se facilita su colocación, son compactos y aseguran un suficiente ingreso de aire.

Importante

Se recomienda la colocación de una varilla de hierro torsionado de construcción (8 mm) en al menos una hilera de ladrillos, inmediatamente por encima del horno, a fin de evitar o disminuir fisuras, ya que todo el sector se encontrará sometido a elevadas temperaturas con el horno en funcionamiento (FIGURA 12).

Asimismo, se recomienda cubrir el horno con cartón, tablas o algún otro elemento capaz de retener el mortero (mezcla) sobrante, que va cayendo en el proceso de construcción de las paredes y posteriormente cuando se aplica el revoque interno.

FIGURA 10
CONSTRUCCIÓN DEL SECADERO.



FIGURA 11
DETALLE DE LADRILLOS HUECOS PARA INGRESO DE AIRE.



FIGURA 12
VARILLA DE HIERRO PARA REFUERZO PERIMETRAL.
SE INCLUYE EN LA PARED.



PASO 5

CONSTRUCCIÓN DE PAREDES Y ABERTURAS

A continuación, se pasa a la construcción del recinto de secado o secadero. Dicho recinto, en su pared norte deberá poseer los orificios para el ingreso del aire caliente, proveniente de la placa de absorción. En la pared sur, se dejará un espacio grande, del ancho interno del secadero, lugar por el cual se colocará a futuro las bandejas y se cerrará con puertas rebatibles hacia ambos costados.

En la pared norte, se dejan aberturas del espesor de dos hileras de ladrillos. A dichos orificios irá conectado el panel solar, y por los mismos se introducirá el aire caliente proveniente del colector. Este aire caliente debe ingresar unos 30 cm por debajo de la bandeja inferior.

Para facilitar la construcción de estas aberturas, se recomienda el uso de dos perfiles ángulo, tal como lo indican las siguientes figuras:



FIGURAS 13 / 14
CONSTRUCCIÓN DE ABERTURAS DONDE SE CONECTARÁ EL COLECTOR SOLAR.

En la pared sur, se deja una abertura suficiente para la futura colocación de la estructura de bandejas (estante), las bandejas y las puertas rebatibles.

Se sugiere, igualmente, la utilización de dos perfiles de hierro ángulo para la construcción del dintel, tal como lo indica la figura siguiente. En su defecto, se puede utilizar algún otro elemento que se constituya en dintel del secadero (tirante de madera, perfil de hierro, etc).

Importante

Al igual que lo realizado en la parte inferior del secadero (FIGURA 12), se sugiere la colocación de una varilla de hierro de construcción una hilera de ladrillos por encima del dintel, lo que ayudará a mantener la rigidez del conjunto, o aún mejor, realizar un pequeño encadenado de hierro y hormigón, del espesor de un ladrillo, que abarque toda la periferia del secadero.



FIGURA 15
CONSTRUCCIÓN DEL DINTEL DE PUERTAS.

PASO 6

REVOQUE DE PAREDES

Es importante realizar un revoque de paredes, al menos las internas, a fin de lograr una buena terminación superficial y corregir las imperfecciones de la construcción.

Igualmente es posible realizar el revoque externo, no obstante se trataría, más bien, de una cuestión estética del secadero.

Seguida a la construcción del muro de elevación hasta la altura indicada, se realiza el revoque grueso y fino en ambas paredes laterales y en la del fondo.

Importante

Siempre, antes de colocar los puntos guía, las fajas y el revoque, remojar bien las paredes.

Aplicación

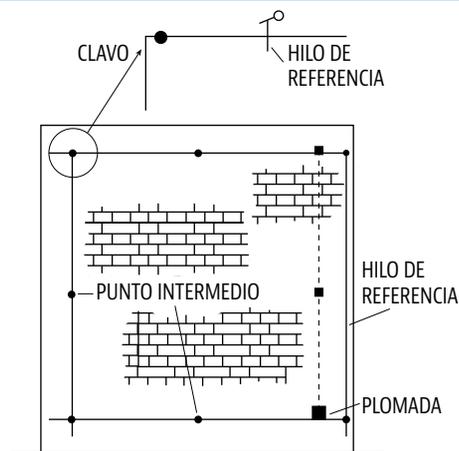
Colocar referencias y aplomar la superficie a revocar.

Espesores del revoque

- Grueso: 1,5 cm aproximadamente.
- Fino: 0,3 cm aproximadamente.

FIGURA 16

ESQUEMA: REVOQUE DE PAREDES.



Pasos

- a. Colocar hilos: con ello se logra definir el espesor del revoque, así como nivelar y aplomar las paredes.
- b. Colocar los puntos guía: para ello se toma como referencia los hilos. Se colocan firmemente con mezcla.
- c. Hacer las fajas: una vez secos los puntos guía, se realizan las fajas, usando la regla y como referencia los puntos guía.
- d. Hacer los paños: una vez secas las fajas, se realiza el revoque de toda la pared (paños), usando como referencia las fajas. Para que resulte parejo, se usa una regla para "cortar" el excedente de mezcla.
- e. Revoque fino: una vez seco el revoque grueso, aplicar el revoque fino, buscando lograr una buena terminación superficial.



FIGURAS 17 / 18 / 19
REVOQUE DE PAREDES.

PASO 7

CARPINTERÍA DE TECHO

La carpintería de techo puede realizarse en madera o en metal. Se recomienda la realización de un techo a dos aguas. En la parte central se deberá dejar un orificio del tamaño adecuado para el pasaje de la chimenea de humos y la chimenea de extracción de aire húmedo.

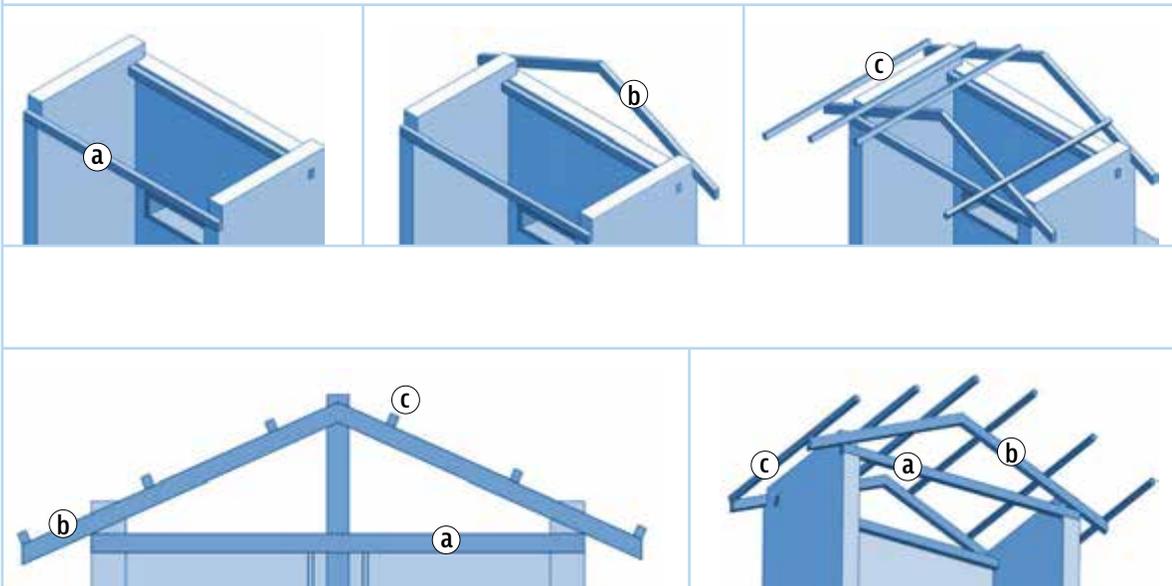
Para el techo se recomienda la utilización de chapas de zinc onduladas, y caballetes del mismo material, tal como lo indican las figuras siguientes. De ser posible, se recomienda extender el techo hacia la zona de las puertas, lo que permitirá realizar bajo techo las tareas de carga, control, manipulación y descarga de las bandejas.



FIGURAS 20 / 21
MODELOS DE TECHO: DOS PROPUESTAS A ELECCIÓN. EN EL MODELO MULTIFAMILIAR, SE DUPLICA EL ESPACIO TECHADO.

Pasos

- a. Colocar las vigas horizontales.
- b. Colocar las vigas formando dos caídas de agua.
- c. Colocar los listones o clavadores.



FIGURAS 22 a 26
CONSTRUCCIÓN DEL TECHO.



FIGURAS 27 a 31
CONSTRUCCIÓN DEL TECHO DEL SECADERO Y RECINTO DE MANIPULACIÓN.

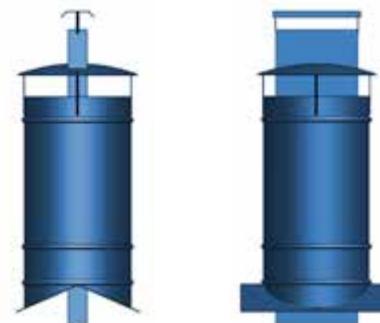
CHIMENEA Y EXTRACTOR

Una vez concluido el techo se deberá colocar el conjunto chimenea/extractor, que es una pieza concéntrica, como se indica en las siguientes figuras:

La chimenea debe realizarse en una hojalatería, con chapa galvanizada N° 25, luego decapada y fosfatizada, para después pintarla de color negro.

La parte interna de la chimenea debe ser insertada en la chimenea que proviene del horno.

En la chapa del techo se deberá hacer un recorte circular del tamaño del tubo externo de la chimenea. Por la parte externa circulará el aire caliente y húmedo proveniente del proceso de secado.



FIGURAS 32 a 35
CHIMENEA DOBLE.
(INTERNA PARA HUMOS. EXTERNA PARA EXTRACCIÓN DEL AIRE HÚMEDO).

PASO 9

BANDEJAS Y ESTRUCTURA DE BANDEJAS

Con caños estructurales, perfiles de hierro ángulo y chapa galvanizada recortada, se realizará una estructura metálica que cumple una triple función:

1. Estante con guías para las bandejas.
2. Separador de las bandejas de la chimenea central.
3. Chapas horizontales para evitar el flujo de aire por ese sector.

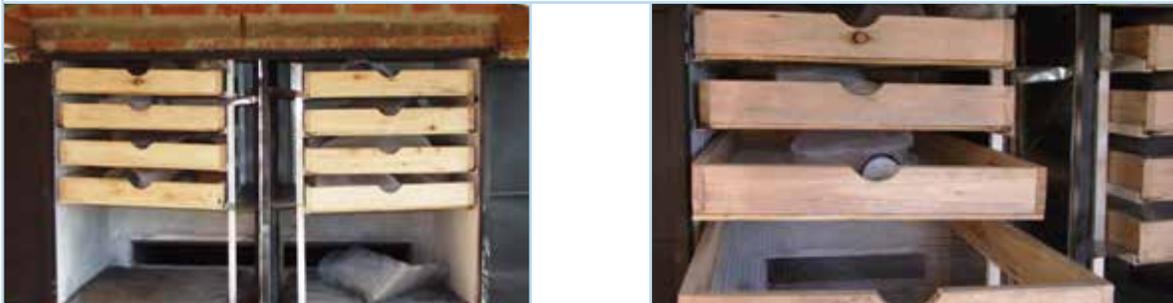


FIGURAS 36 a 40
ESTRUCTURA DE BANDEJAS.

En cada nivel de las bandejas debe ir una plancha de chapa como se indica (FIGURAS 36 A 40), a fin de evitar que el aire caliente circule por al lado de la chimenea y no por las bandejas de producto como se desea. Esta fuga de aire se ve favorecida por el efecto chimenea que genera la presencia de la misma en el centro del secadero.

En las paredes laterales, y a la misma altura de las guías del estante, irán atornilladas o soldadas las guías para las bandejas (FIGURAS 41 y 42).

A fin de evitar fugas de aire por al lado de las bandejas es importante que no queden espacios libres entre las bandejas y las paredes, el fondo y las puertas. El flujo de aire caliente debe verse obligado a circular a través de las bandejas con el producto.



FIGURAS 41 / 42
ESTRUCTURA DE BANDEJAS Y BANDEJAS.

Las bandejas pueden ser realizadas en madera o en chapa metálica. En la parte inferior deberá contar con una malla metálica gruesa (tipo malla Sima, metal desplegado u otra) que soporte el tejido fino (tejido mosquitero) con el producto a secar.



FIGURAS 43 / 44
BANDEJA DE MADERA CON MALLA DE SOSTÉN.

Dependiendo de la capacidad de producción de materia prima, se podría colocar 4, 6 u 8 bandejas. La cantidad de bandejas que se usará dependerá de la cantidad de producto a deshidratar.

El **mínimo** deberá ser de 2 bandejas cargadas (una a cada lado del secadero) y el **máximo**, 8 bandejas.

Dentro de las bandejas se colocan trozos de tejido mosquitero (preferentemente aluminio o acero inoxidable). Deben permitir realizar bordes laterales elevados, por lo tanto, deben ser de una superficie mayor a las bandejas.

Dejar los tejidos sueltos dentro de la bandeja tiene las siguientes ventajas: facilita la descarga del producto deshidratado y la limpieza de los tejidos una vez utilizados.

Estos tejidos se colocan sueltos dentro de las bandejas y sobre ellos se coloca el producto a secar. La función del tejido es retener los productos y permitir el paso del aire caliente a través de los mismos.



FIGURAS 45 / 46
BANDEJAS CON TEJIDO DE SOSTÉN Y TELA MOSQUITERO CON PRODUCTO.

PASO 10

LECHO DE PIEDRAS

En la parte inferior del secadero se colocará un lecho de piedras que cumplirá la función de acumulador y regulador de la energía térmica (calor).

Preferentemente, colocar piedras tipo basalto, redondeadas o piedra volada, con un diámetro medio entre 15 a 20 cm. Si las piedras recolectadas se encuentran sucias o con líquenes, se recomienda su lavado previo con agua, jabón y cepillo.

Las piedras van directamente apoyadas sobre el horno de chapa y se rellenará todo el hueco hasta unos pocos centímetros por debajo del borde inferior de la puerta. Se debe asegurar una buena circulación de aire por entre las piedras.



FIGURAS 47 / 48
PIEDRAS PARA ACUMULADOR DE CALOR. PARTE INFERIOR DEL SECADERO.

Antes de colocar las piedras, se debe asegurar que se haya hecho una buena limpieza de los restos de material de construcción, que pudiera haber quedado sobre el horno, y asegurarse que todos los orificios de ventilación inferiores estén abiertos.

Sobre el lecho de piedras colocar un marco metálico removible, con tejido mosquitero, a fin de evitar que caiga algún producto entre las piedras y en consecuencia quemarse, producir humo y olores desagradables en el recinto de secado, que podrían afectar la calidad organoléptica de los productos que se ponen a secar.



FIGURA 49
PANELES REMOVIBLES. EVITAN EL INGRESO DE PRODUCTO A LA ZONA DE ACUMULACIÓN DE CALOR.

PASO 11

PUERTAS

El secadero requiere de puertas que permitan un cierre relativamente hermético. Las puertas pueden ser de madera, pero se recomienda que sean de metal. Una forma fácil y económica de hacerlas, es por medio de un marco de caño estructural, recubierto con chapa negra o galvanizada de mínimo espesor, ya que no cumple funciones estructurales, solo de cierre. Se recomienda la pintura (pintura de alta temperatura) de la estructura de caños, asimismo la pintura de la chapa negra en caso de ser utilizada esta alternativa.

Las puertas se pueden fijar por medio de bisagras a un marco de hierro o fijarlas a las paredes del secadero. Una alternativa es hacerlas corredizas, no obstante presenta un mayor grado de dificultad. En todos los casos, las puertas deben facilitar la colocación y el retiro de las bandejas sin impedimentos.

Importante

Entre las puertas y las bandejas debe haber un mínimo de separación, a fin de evitar la circulación del aire por ese sector, ya que no pasaría todo el flujo por las bandejas de secado.



FIGURA 50
PUERTAS METÁLICAS REBATIBLES.

COLECTOR DE ENERGÍA SOLAR

La placa de absorción de energía solar o colector es uno de los elementos más importantes del secadero. **En este colector se pretende absorber la mayor cantidad de energía solar térmica.**

El colector consta de un cajón rectangular orientado sobre el eje norte-sur, con inclinación en dirección al norte⁸. En la parte superior del colector se encuentra la placa absorbente de energía solar térmica. Esta energía térmica se transfiere al aire que se encuentra por debajo de la placa (en el tubo rectangular que forma el colector). Al calentarse el aire, este se desplaza en forma ascendente por convección natural en dirección al secadero e ingresa al mismo por las dos aberturas que se hicieron oportunamente en la pared norte del secadero.



FIGURA 51
COLECTOR SOLAR REALIZADO CON CHAPA DE TECHO SINUSOIDAL.

8. Inclinación en dirección norte, corresponde a los secaderos instalados en el hemisferio sur. Para el hemisferio norte será a la inversa.

La caja rectangular del colector se puede realizar en madera o con estructuras metálicas tipo caños estructurales, según la disponibilidad y/o costos.

En el caso de hacerse de madera, debe ser tratada (impregnación o pintura) a fin de evitar su deterioro, ya que se encuentra en forma permanente expuesta a la intemperie. A fin de asegurar una mayor impermeabilización se sugiere la colocación de una lámina plástica al interior del cajón (ej.: lámina plástica negra de 100 micrones) de manera que cubra el piso y las paredes del colector.

Con esto se previene el deterioro de la madera del fondo por agua de condensación que se pudiera producir en la placa de absorción y, por otra parte, se evitan fugas de aire caliente al exterior.



FIGURA 52
LÁMINA PLÁSTICA DE REVESTIMIENTO INTERNO DEL COLECTOR.

En el caso de realizar la estructura del colector con caños estructurales, esta estructura debe ser pintada a fin de evitar su corrosión y luego revestido con chapa lisa galvanizada de mínimo espesor⁹ y fijadas a la estructura mediante remaches POP.

En cuanto a la placa de absorción, en ambos casos se sugiere la utilización de chapas de techo de zinc o aluminizadas, de tipo ondulada o sinusoidal, N° 25 o 27. Este tipo de chapas son fáciles de adquirir en cualquier medio, son estructuralmente autoportantes, relativamente económicas y dada su forma sinusoidal ofrecen una mayor superficie de absorción por metro cuadrado.

Las chapas deben ser pintadas de ambos lados (caras) con esmalte sintético negro mate de buena calidad¹⁰ que soporte la exposición a los rayos ultra violetas. Es importante que la pintura se aplique en ambas caras de las chapas, ya que los cuerpos negros no solo son buenos absorbentes de la energía solar (parte superior), sino también buenos emisores, cuestión que interesa en la parte inferior de la placa, donde debe entregar el calor absorbido al flujo de aire que circula en el colector.

A fin de facilitar el pintado de las chapas de zinc, se sugiere en primer término el lavado de las mismas con un líquido desengrasante, desoxidante y fosfatizante¹¹, que prepara las superficies de la chapa para la aplicación de las capas de pintura.

9. Las chapas pueden tener un mínimo de espesor ya que no cumplen funciones estructurales, sino de contención y guía del aire caliente.

10. Idealmente se recomienda la utilización de pintura negra selectiva, especialmente diseñada para lograr una alta absorción fototérmica en paneles, pero en muchos casos no es posible adquirirla en el mercado local.

11. Generalmente, se puede adquirir en pinturerías.

Antes de pintar es preciso lavar bien las chapas para eliminar todo resto de dicho líquido y esperar que se seque completamente antes de aplicar la pintura. La utilización del líquido, antes indicado, posee una ventaja adicional en cuanto a dejar la superficie más rugosa que en las condiciones originales de la chapa, efecto que favorece la absorción porque disminuye la reflexión de los rayos solares.

En la siguiente figura se ilustra la forma sugerida de fijación de las chapas a la estructura del colector. Se busca disminuir al máximo el escape de aire caliente en rendijas, buscando que su totalidad sea canalizado al secadero.

Referencias

- a. Chapa sinusoidal de techo.
- b. Estructura de caños estructurales.
- c. Remaches POP.
- d. Soldadura.
- e. Estructura de varillas y tablas de madera.
- f. Clavos.

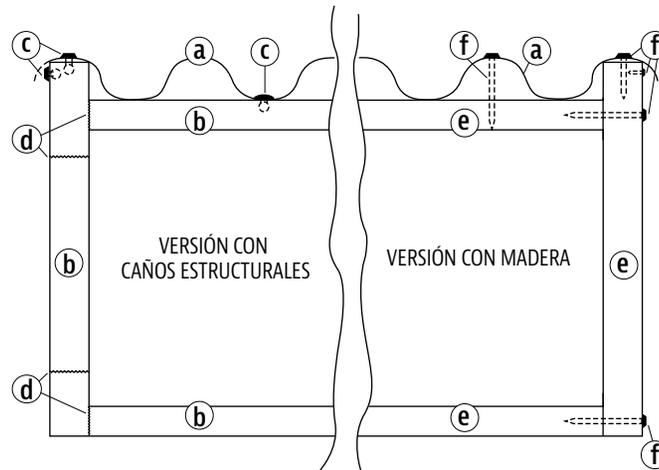


FIGURA 53
ESQUEMA DE COLECTOR.

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

A fin de evitar el ingreso de alimañas o insectos, se recomienda colocar un tejido protector al ingreso de los orificios de ventilación y en la abertura de ingreso inferior del colector solar, tal como se ilustra en las siguientes figuras:



FIGURA 54
TEJIDO DE PROTECCIÓN EN EL INGRESO DE AIRE.

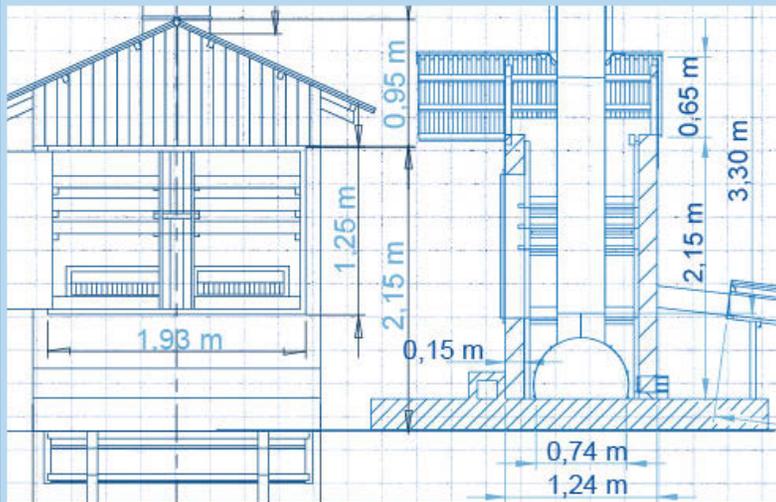


FIGURA 55
INGRESO DE AIRE EN LA PARTE INFERIOR DE LA PLACA.

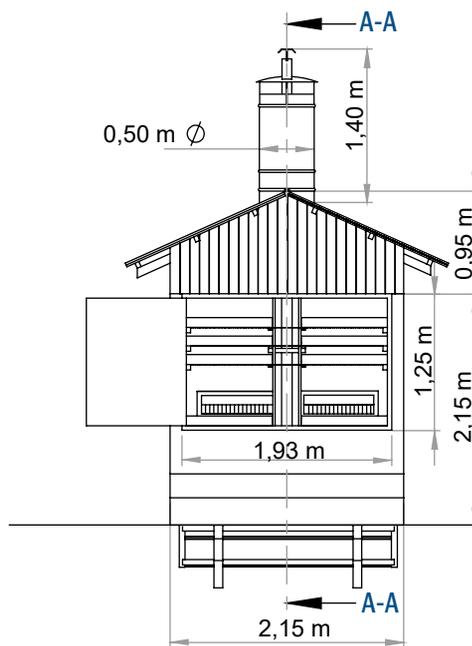
Por otra parte, se recomienda utilizar trozos de chapa (puede ser usada y de cualquier tipo), para tapar total o parcialmente los orificios laterales del horno del secadero y poder regular la intensidad del fuego o protegerlo eventualmente de corrientes cruzadas de aire ocasionadas por el viento.

PLANOS

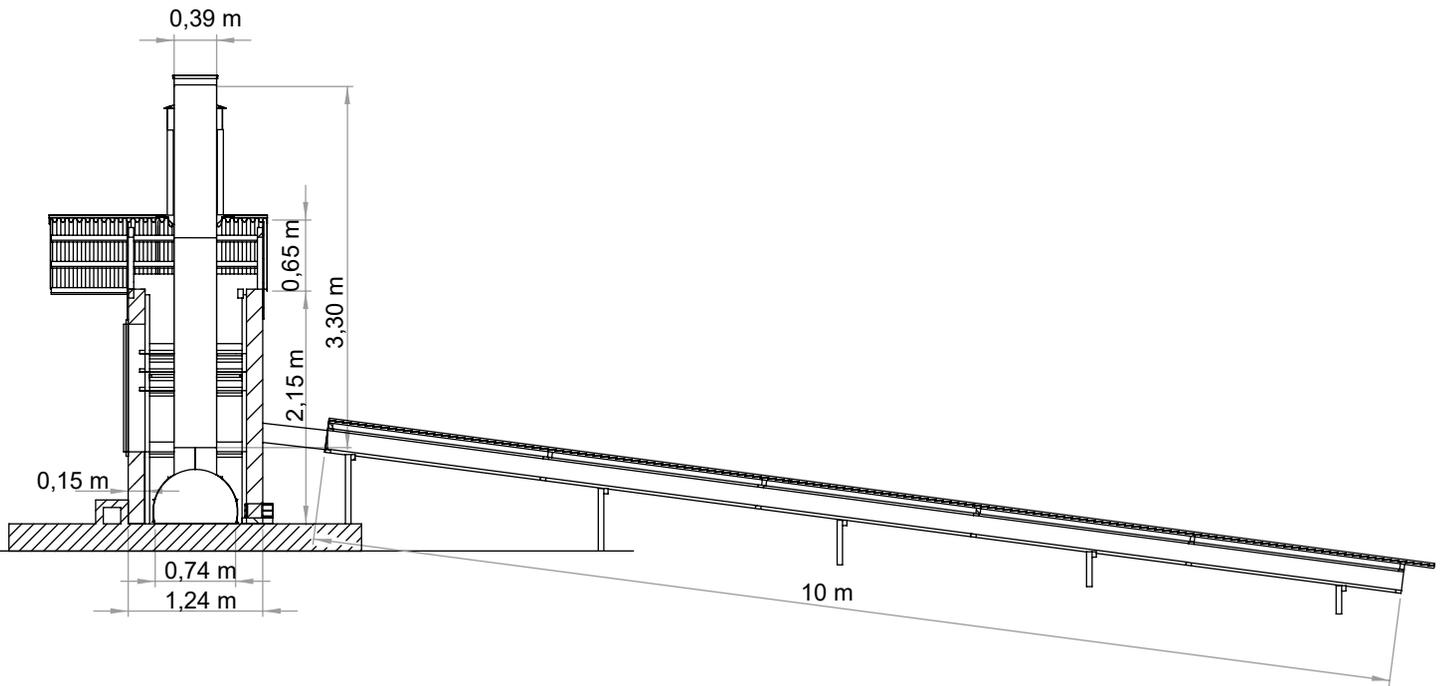
SECADERO MODELO MULTIFAMILIAR



PLANO 1

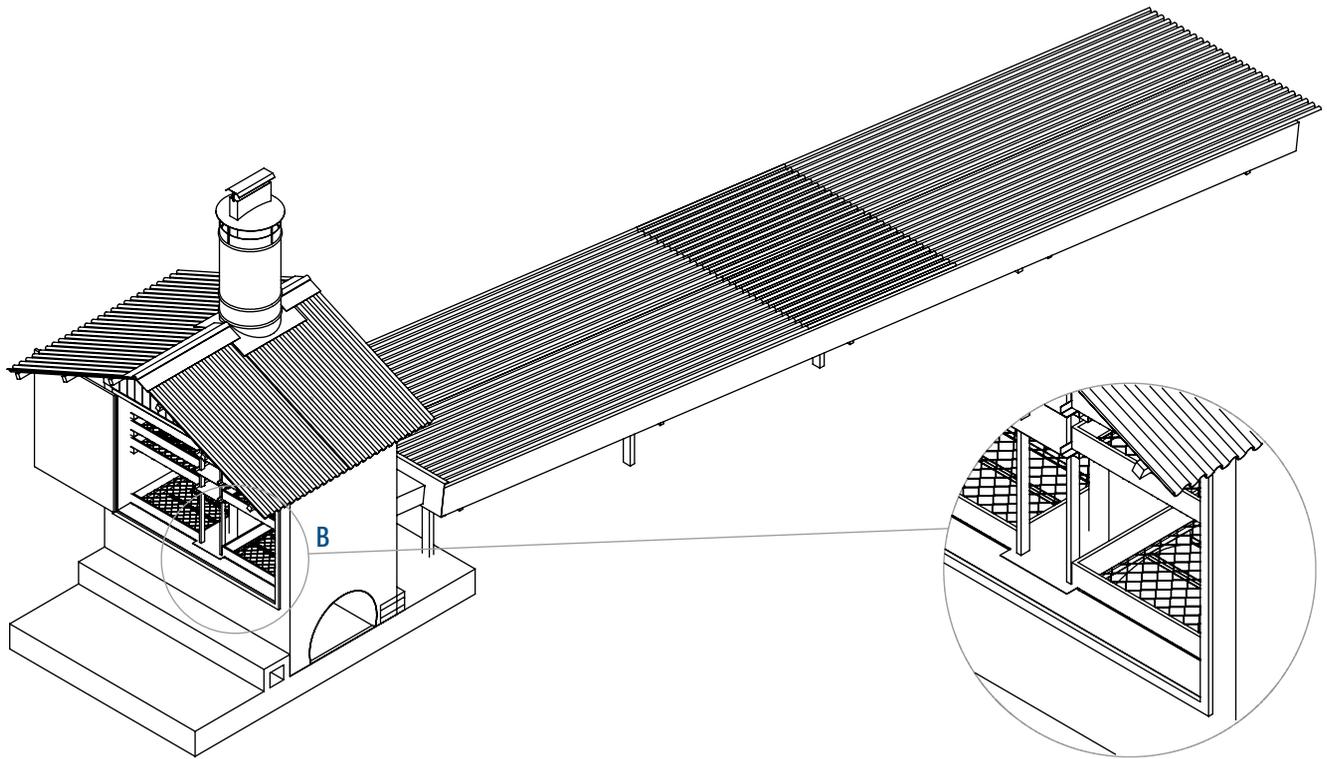


VISTA FRONTAL



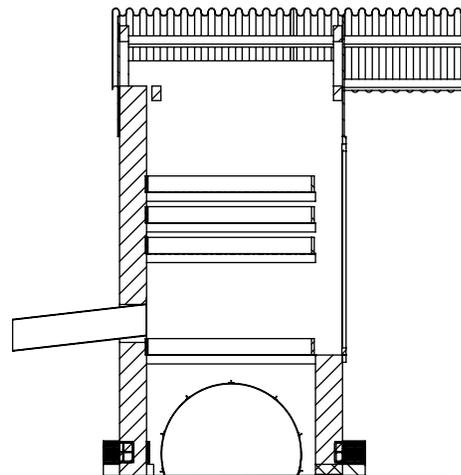
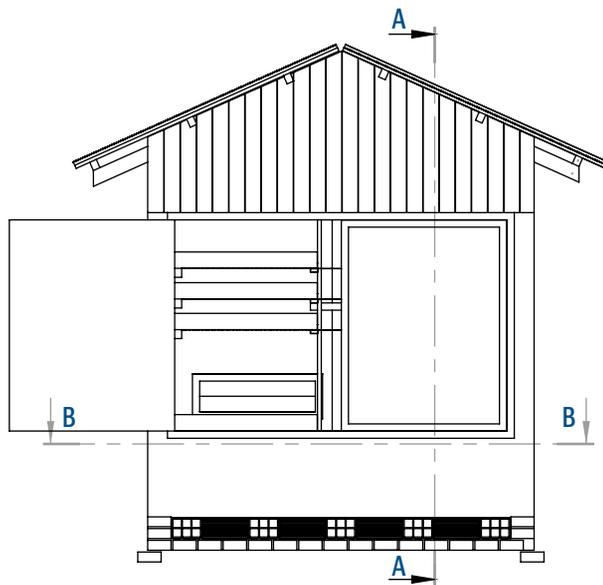
SECCIÓN A-A

PLANO 2

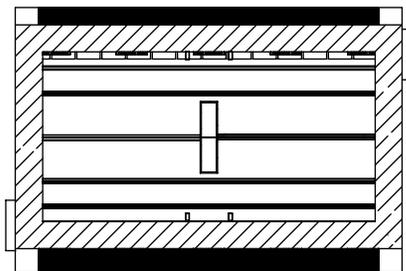


DETALLE B

PLANO 3



CORTE A-A



CORTE B-B

CAPÍTULO II

SECADERO MODELO UNIFAMILIAR

CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN



GENERALIDADES

El modelo de secadero **multifamiliar** se ha desarrollado para el aprovechamiento por parte de cooperativas, asociaciones (formales o informales) de productores, instituciones públicas, medianos y grandes productores individuales. El mismo es de dimensiones considerables y por ello requiere de un importante volumen de producción para que su funcionamiento se optimice desde las diferentes variables que intervienen (tiempo, capacidad, turnos de uso, costos de operación, etc.).

No obstante, en muchos casos el requerimiento de uso de un secadero es de tipo **unifamiliar** o de asociaciones de productores de menor tamaño, donde la producción es más limitada. En vista de ello, se ha diseñado y desarrollado un secadero Solar-Biomasa de menores proporciones, con 3 a 4 bandejas de 60 x 60 cm de superficie cada una. El principio de funcionamiento es exactamente igual que el caso anterior, pero sus dimensiones son más reducidas, ajustadas a las producciones promedio que se pueden lograr en un emprendimiento familiar.

A diferencia del anterior, este secadero es móvil y puede ser construido enteramente en un taller local. Su diseño permite la separación del mismo en dos partes principales: **secadero y panel solar**, lo que facilita su transporte al lugar de emplazamiento, así como su montaje.

Al igual que el secadero grande, también este debe posicionarse en un eje norte-sur con la placa de absorción en sentido norte. Cuando las condiciones del terreno lo permiten, se recomienda aprovechar declives naturales orientados hacia el norte, a efectos de obtener una inclinación suficiente de la placa de absorción que facilite la circulación del aire por convección natural a través de la placa y luego al secadero.

En todos los casos, el secadero propiamente dicho debe poseer un piso plano de mampostería que permita apoyarlo firmemente y contar a su vez con un piso que facilite el tránsito y la manipulación de las bandejas (lado de las bandejas).

Como el horno posee una sección rectangular de 60 x 70 cm, se sugiere la construcción de un piso de 1,0 x 2,0 m, con la parte más larga coincidente con el eje norte-sur. Cuando no se cuenta con un declive natural hacia el norte, se sugiere realizar este piso en forma de plataforma sobreelevada, entre 40 a 50 cm por sobre el nivel del terreno natural, para lograr una mayor pendiente de la placa solar. Es conveniente que toda la plataforma tenga esta misma altura, a fin de facilitar el manipuleo a un mismo nivel que el secadero.



FIGURA 56
SECADERO.



FIGURA 57
SECADERO.

En la parte inferior del secadero se encuentra el horno de combustión de biomasa (ej.: leña). A los costados, debe poseer rejillas de ingreso de aire fresco desde el exterior que deberá ingresar y calentarse en el lecho de piedras que se ubican sobre el horno, en la parte inferior del secadero.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

SECADERO

- **Estructura:** caño estructural de 20 x 40 mm.
- **Horno:** Chapa de hierro de 1/8", cilindrado (medio cilindro). Refuerzos longitudinales de hierro T de $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times 1"$.
- **Revestimiento externo inferior:** hasta la altura del lecho de piedras, en chapa negra N° 18. Fijado a la estructura con remaches tipo POP.
- **Revestimiento externo superior:** desde el revestimiento anterior hasta la parte superior del secadero, en chapa galvanizada N° 25. Fijado a la estructura con remaches tipo POP.
- **Chimenea de extracción:** en chapa galvanizada. Diámetro 30 cm, provisto de sombrero para impedir el ingreso de agua de lluvia, rocío, polvo u otros elementos no deseados.
- **Chimenea de humos:** tipo comercial, con codo a 90° y sombrero. Se sugiere diámetro de 12 cm.
- **Bandejas en chapa inoxidable o chapa negra pintada.** Marco de chapa doblada y base de la bandeja de malla tipo Sima. Sobre esta malla, se colocará un paño de tejido de mosquitero, sobre el que se coloca el producto a secar. El tejido mosquitero va simplemente apoyado, ya que facilitará el manejo del producto, especialmente cuando se encuentra seco y debe ser embolsado.

Nota

Las bandejas también pueden ser realizadas con un marco de madera y una malla en la parte inferior.

PANEL SOLAR

- **Marco de caño estructural:** de 20 x 40 mm.
- **Chapa sinusoidal de techo:** tipo estándar; de 1,10 m de ancho por 5 m de longitud.
- **Revestimiento lateral e inferior:** en chapa galvanizada N° 30.
- **Boquilla:** en chapa negra N° 18, con las medidas del orificio de ingreso al secadero (debe entrar con cierta holgura a fin de facilitar su colocación).
- **Rejilla de entrada:** en el extremo inferior del colector (boca de entrada de aire), colocar una rejilla o tejido que permita el libre ingreso del aire, pero que impida el ingreso de alimañas.
- **Patas:** en el extremo más alejado del panel (desde el secadero), se sugiere la colocación de dos patas de hierro, para separar la entrada del panel de la superficie del suelo.



FIGURA 58
COLECTOR SOLAR.

PINTURA

Se puede pintar todo el secadero o solo algunas de sus partes cuando se construye en chapa galvanizada. En todos los casos se deberán pintar las chapas de hierro negro, a fin de evitar la oxidación.

La chapa de techo debe pintarse de ambos lados con una pintura mate de color negro o negra tipo selectiva (especial para paneles solares).

Antes de aplicar la pintura se recomienda un desengrasado con un líquido decapante y/o fosfatizante, que tiene la cualidad de dejar una superficie rugosa y facilita la fijación de las capas de pintura.

Importante

Luego de aplicar el líquido de limpieza, lavar la chapa con abundante agua y dejarla secar antes de aplicar la pintura.

FIGURAS 59 / 60
SECADERO ARMADO.



ACUMULADOR DE CALOR

Al igual que en el secadero grande, en la parte inferior del recinto, por encima del horno, se deben colocar piedras, preferentemente redondas, cuyo diámetro puede ser de 10 a 20 cm, de forma que queden huecos que permitan la circulación del aire desde las rejillas laterales a través del lecho de piedras y de allí a las bandejas.

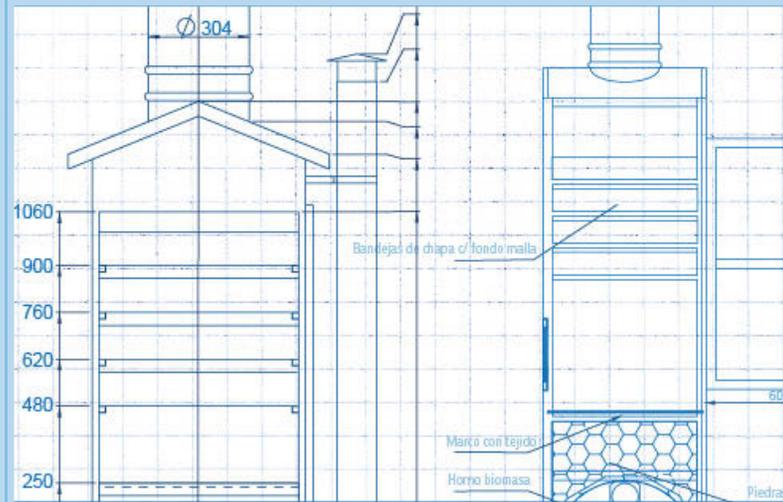
Si las piedras se encuentran sucias, se recomienda su lavado con agua y jabón, con el uso de un cepillo que permita la remoción de partes no deseadas como moluscos, líquenes, tierra, partes sueltas y otros.



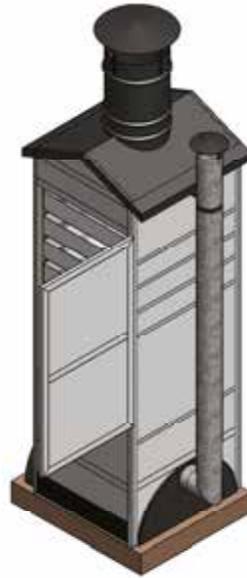
FIGURA 61
SECADERO ARMADO.

PLANOS

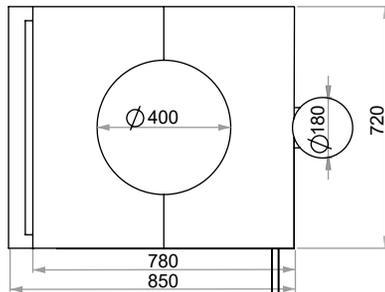
SECADERO MODELO UNIFAMILIAR



PLANO 1

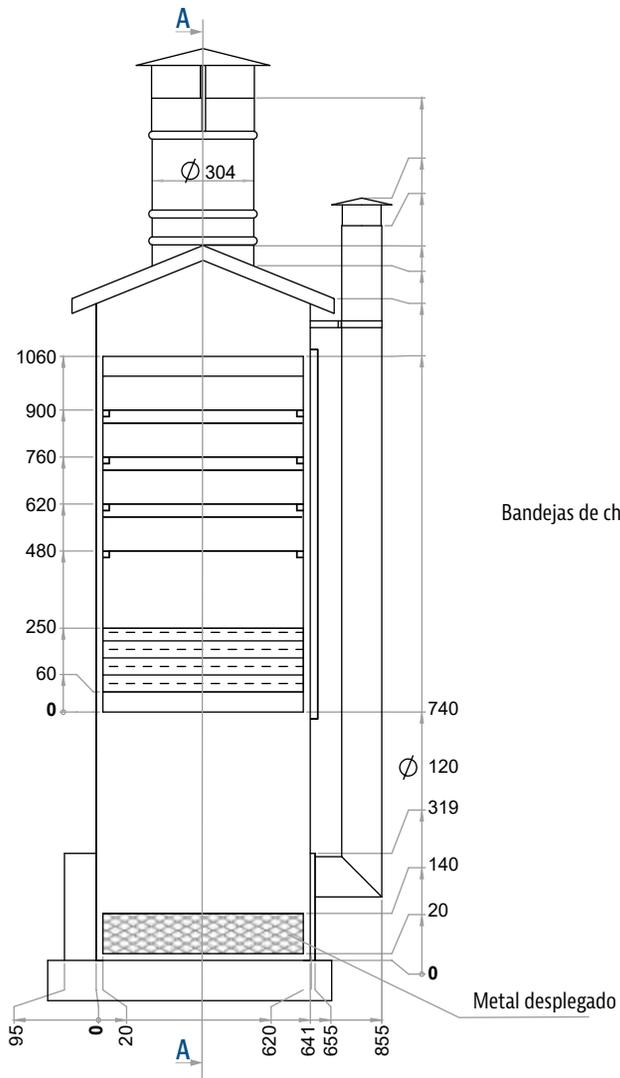


PERSPECTIVA

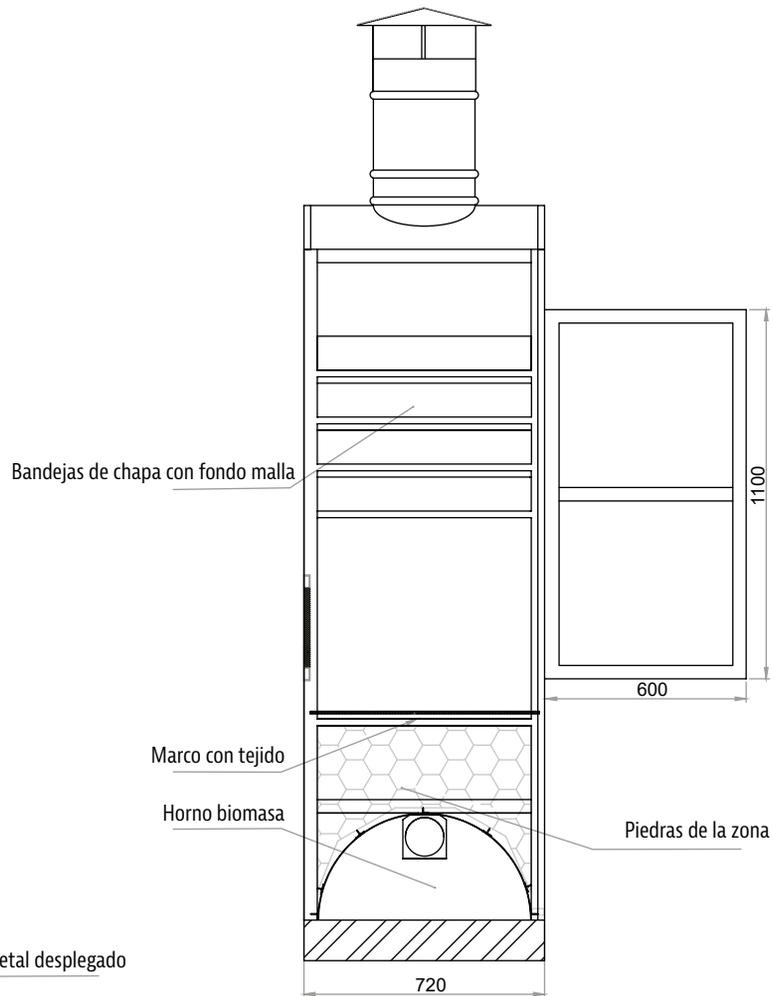


VISTA SUPERIOR

Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.



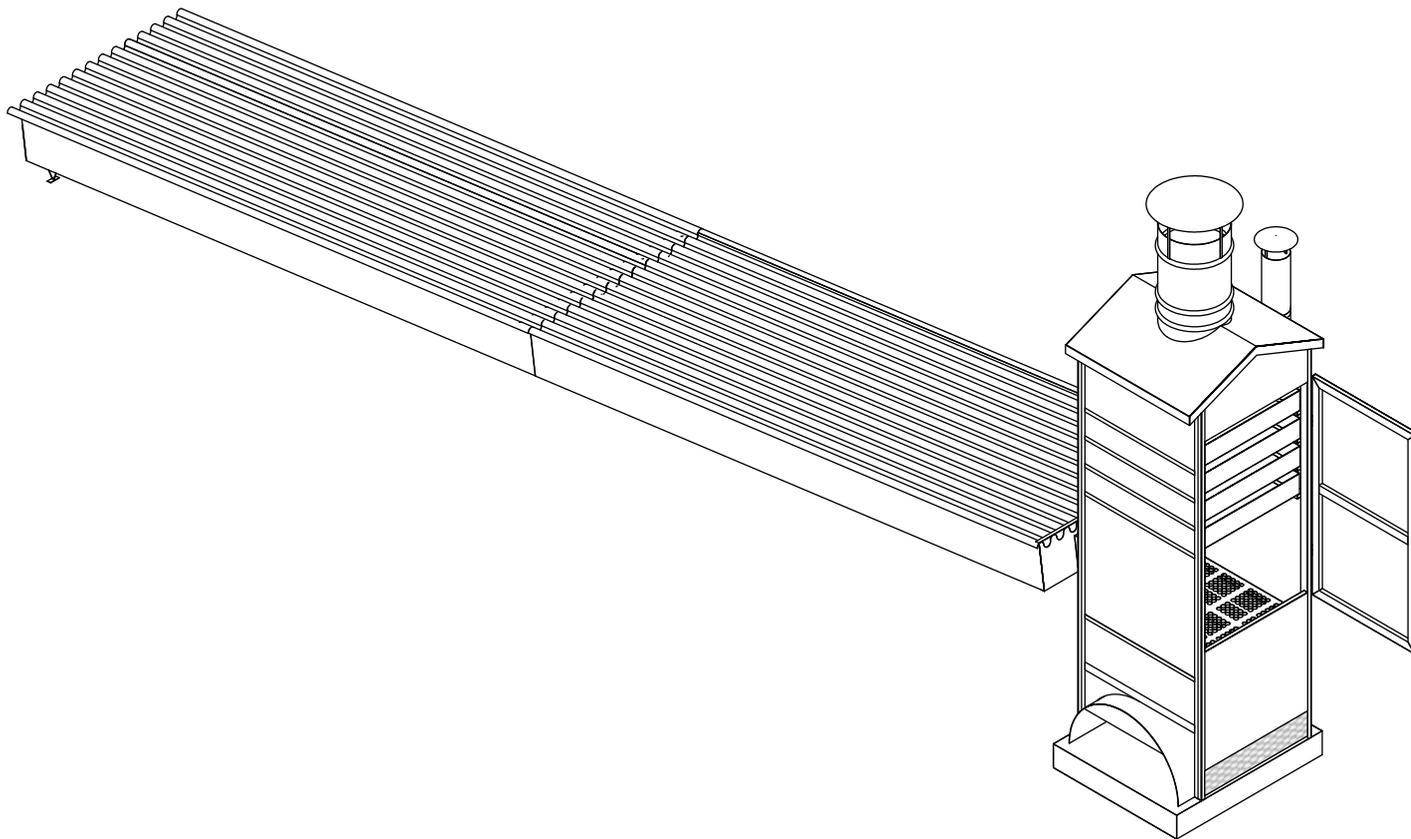
VISTA PRINCIPAL

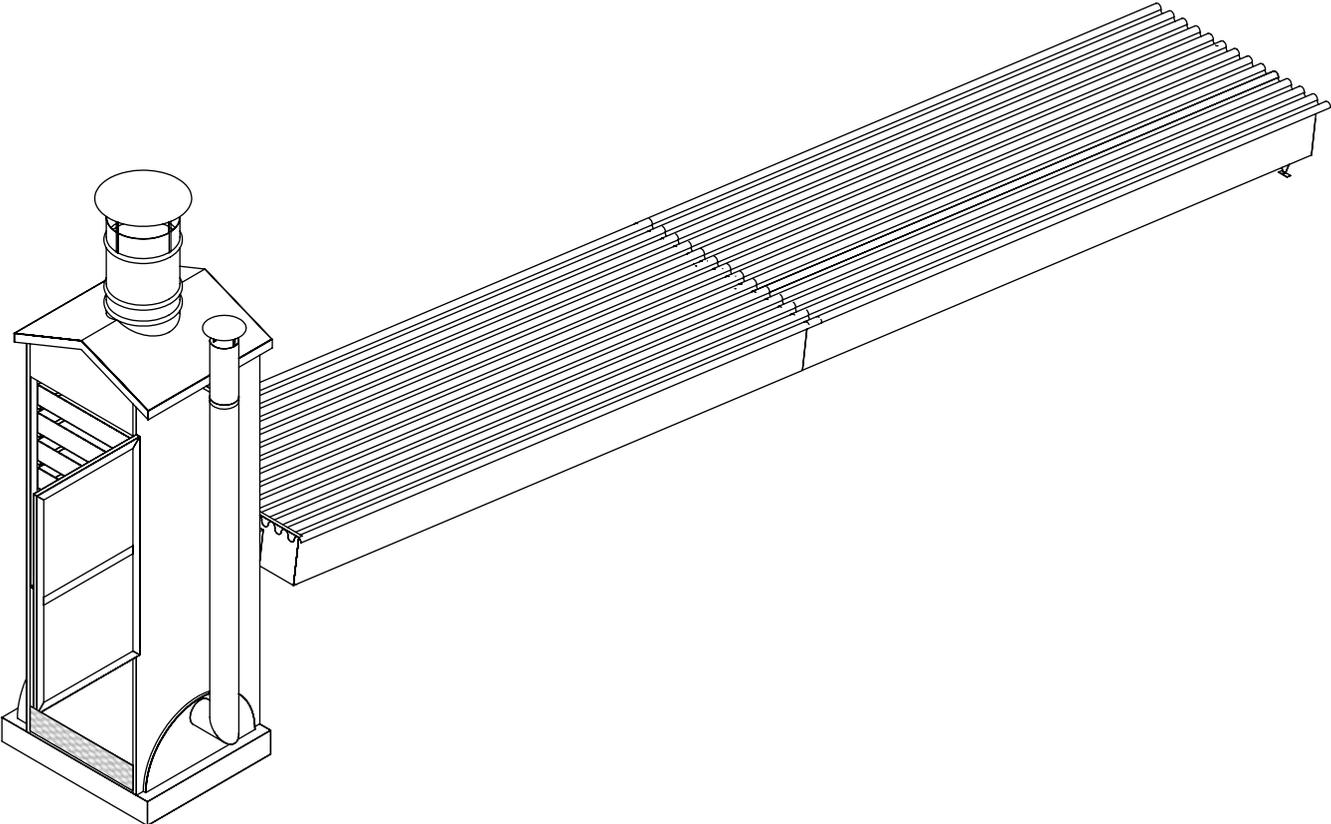


SECCIÓN A-A

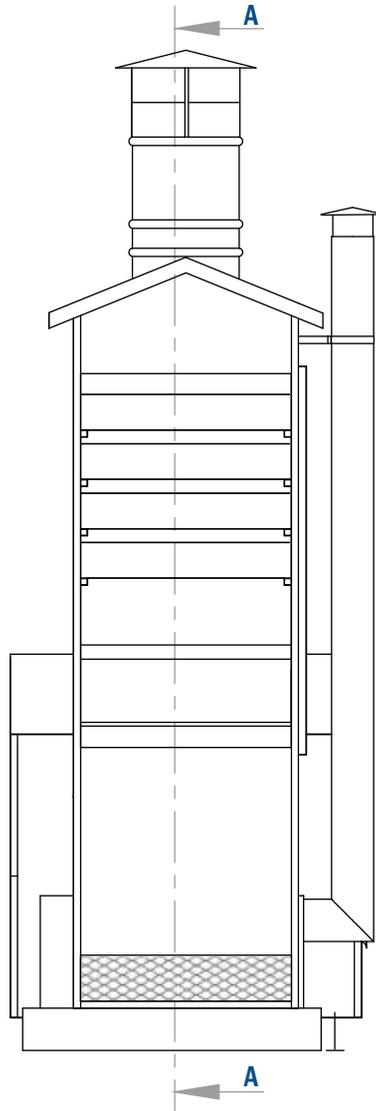
Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.

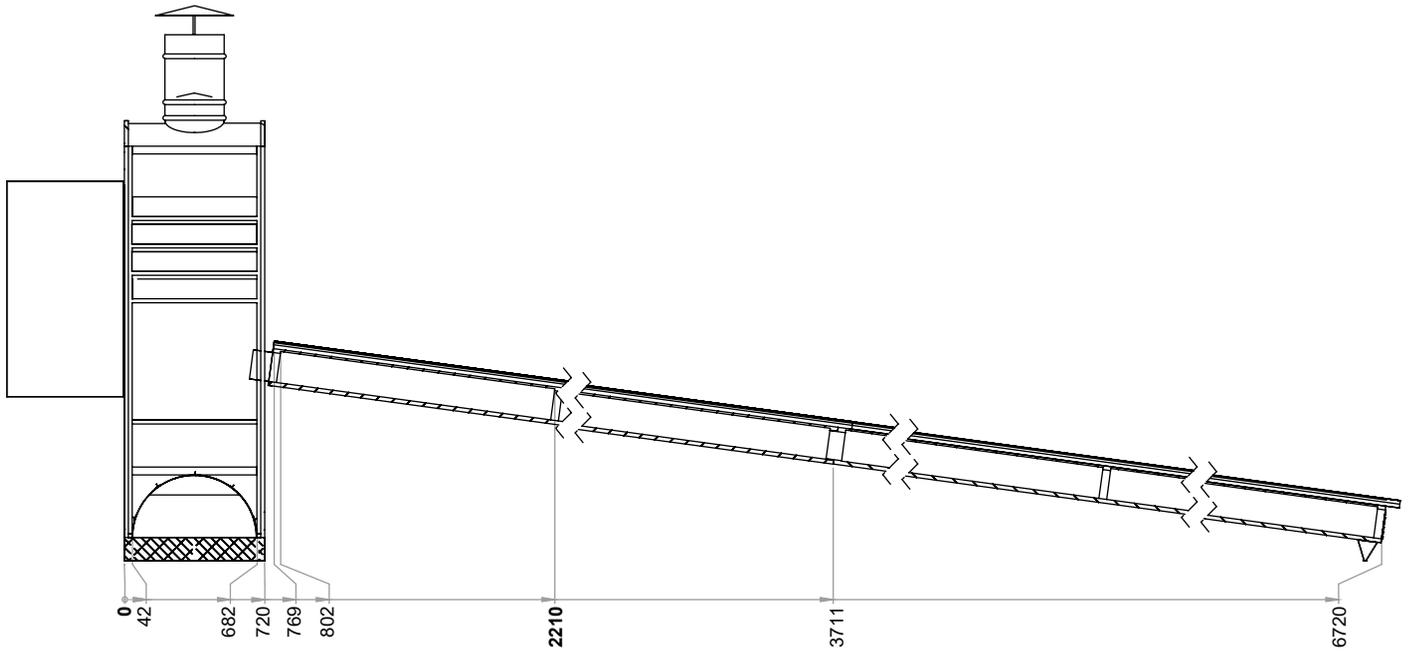
PLANO 2 A





PLANO 2 B

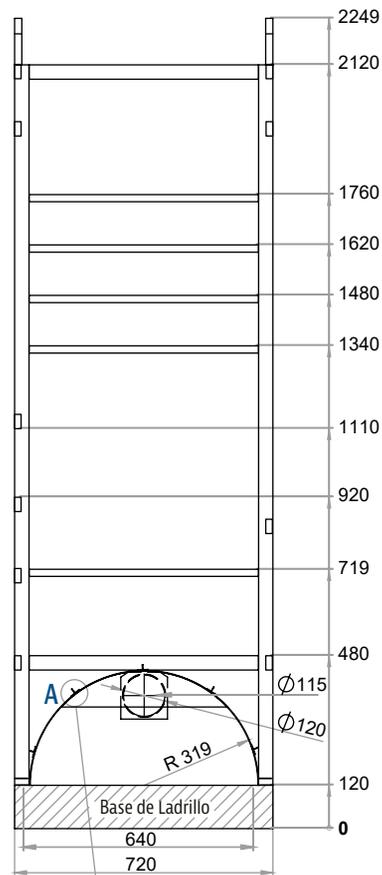
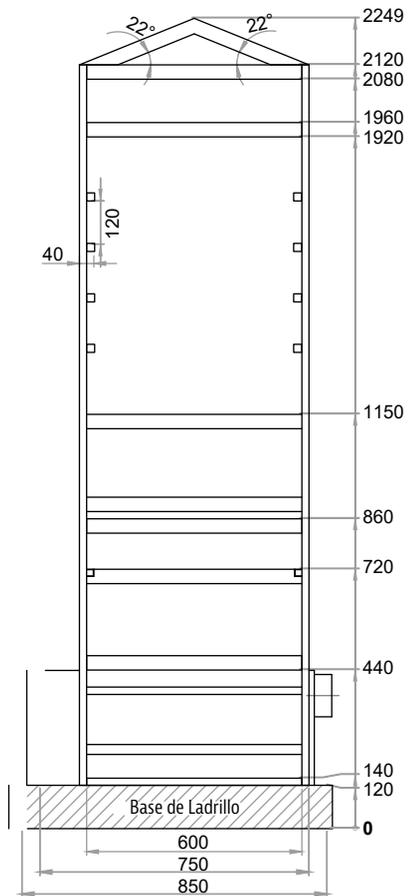




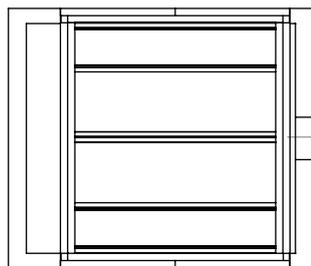
SECCIÓN A-A

Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.

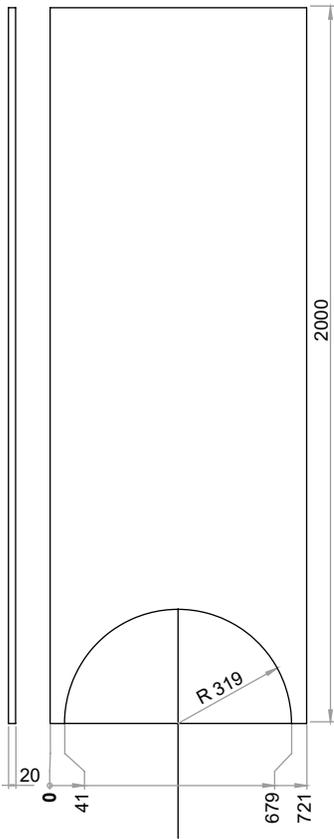
PLANO 3



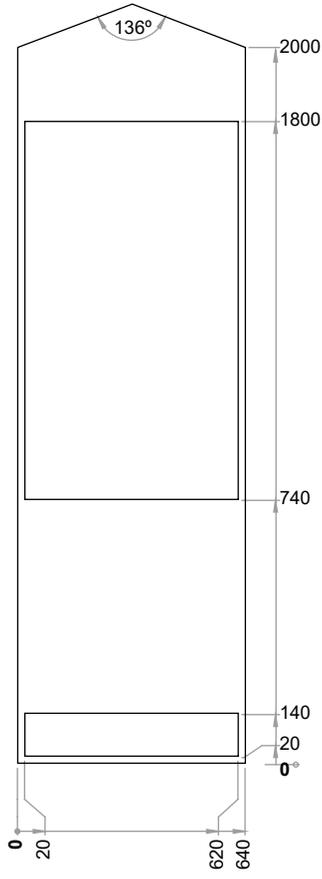
VISTAS ESQUELETO
CAÑO ESTRUCTURAL (20x40 mm)



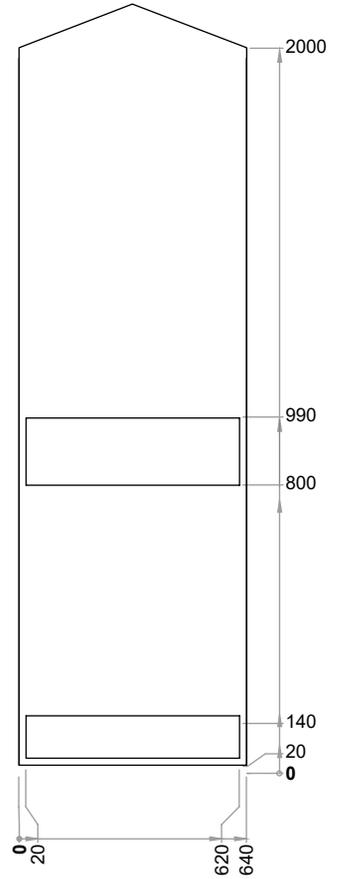
Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.



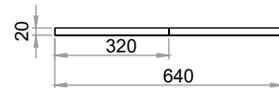
PANELES LATERALES IZQ.-DER.



VISTA PANEL FRONTAL

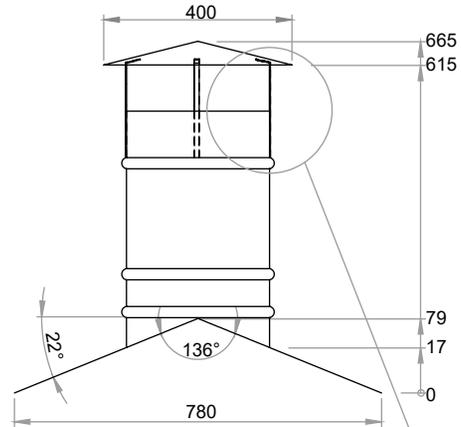
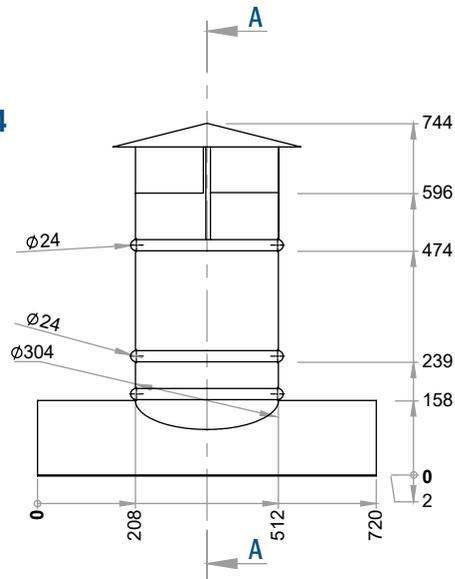


VISTA PANEL POSTERIOR

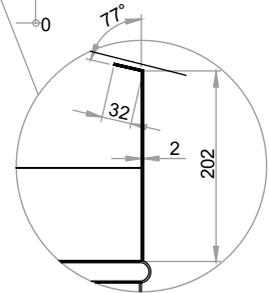


Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.

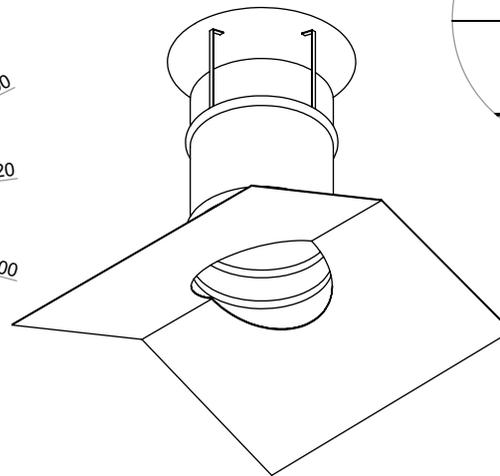
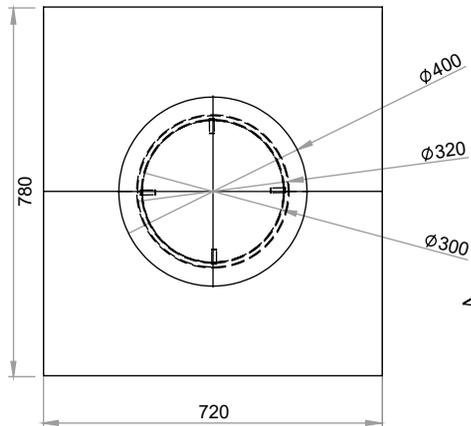
PLANO 4



SECCIÓN A-A

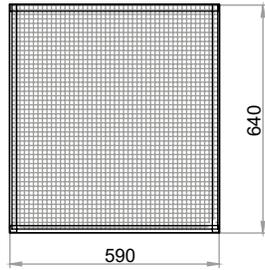
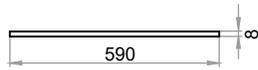


DETALLE B

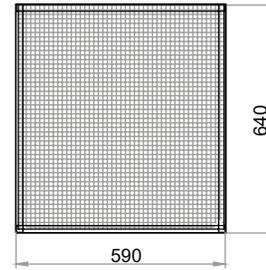
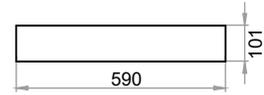
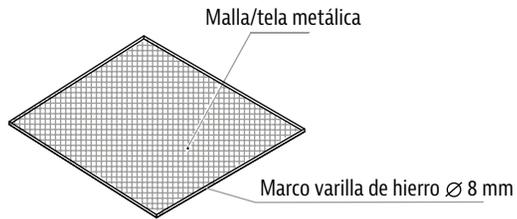


VISTAS CHIMENEA
CHAPA DE ACERO GALVANIZADO

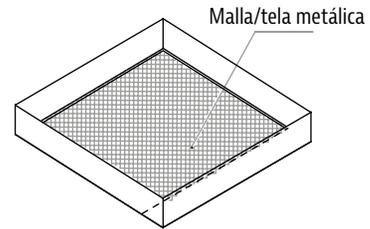
Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.



**VISTAS PANEL DE RETENCIÓN
MARCO METÁLICO CON TELA METÁLICA**

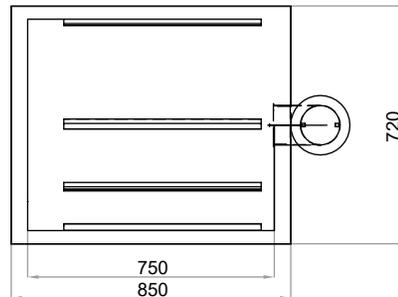
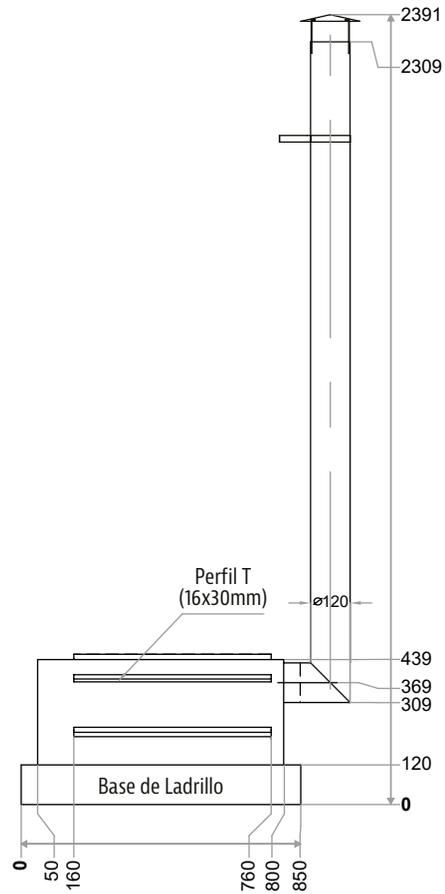


**VISTAS BANDEJA DE SECADO
CHAPA PLEGADA CON TELA METÁLICA**

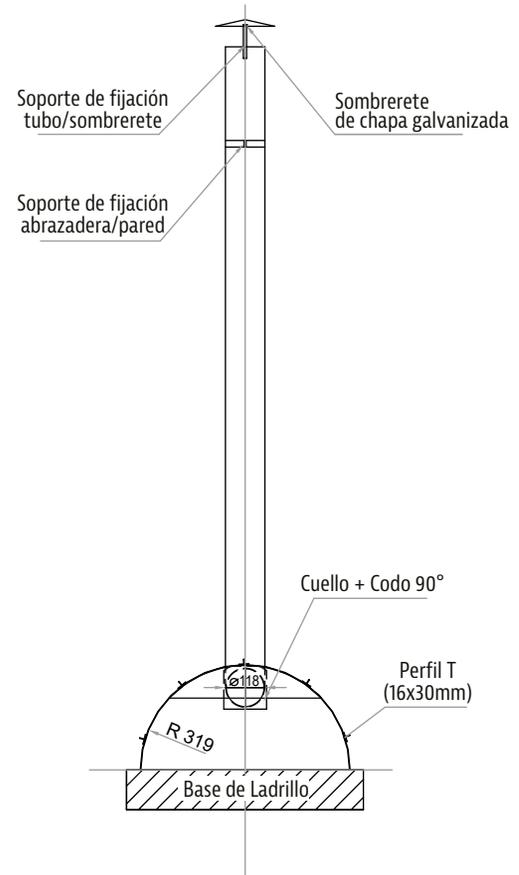


Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.

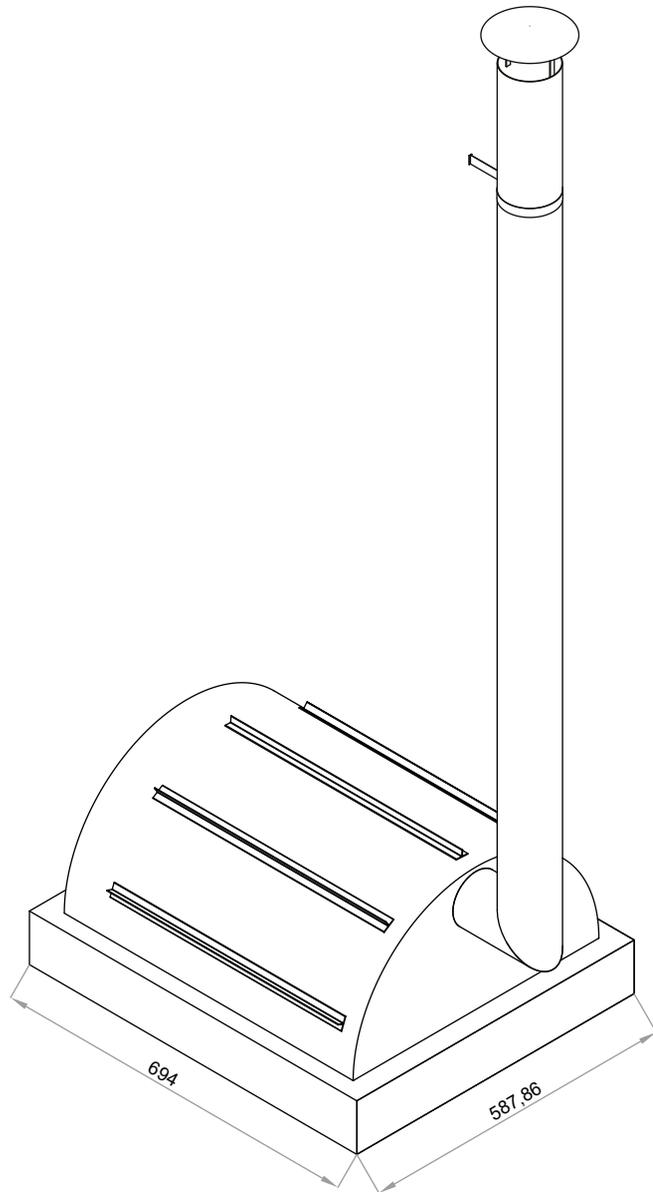
PLANO 5



Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.

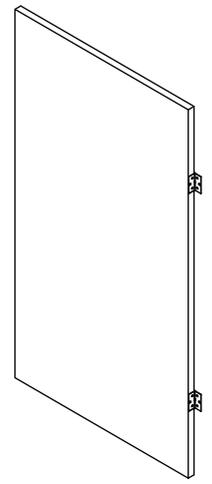
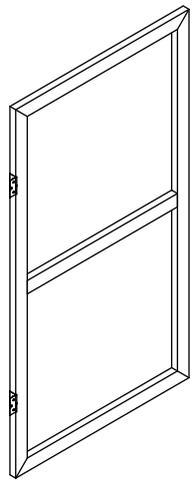
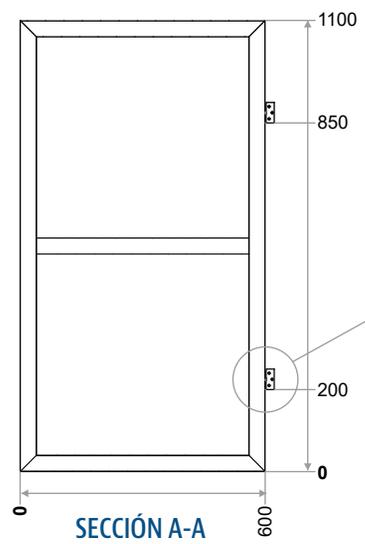
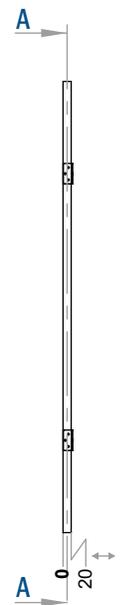


VISTAS CHIMENEA $\varnothing 120$ mm
CHAPA DE ACERO GALVANIZADA
+CUELLO INTERNO
+SOMBRERETE
+SOPORTE DE FIJACIÓN
+ ABRAZADERA DE PARED



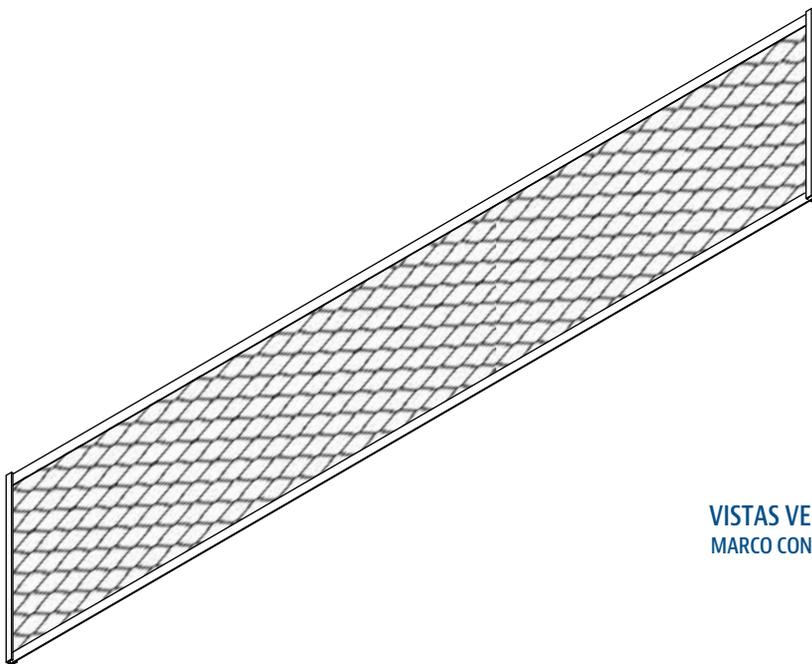
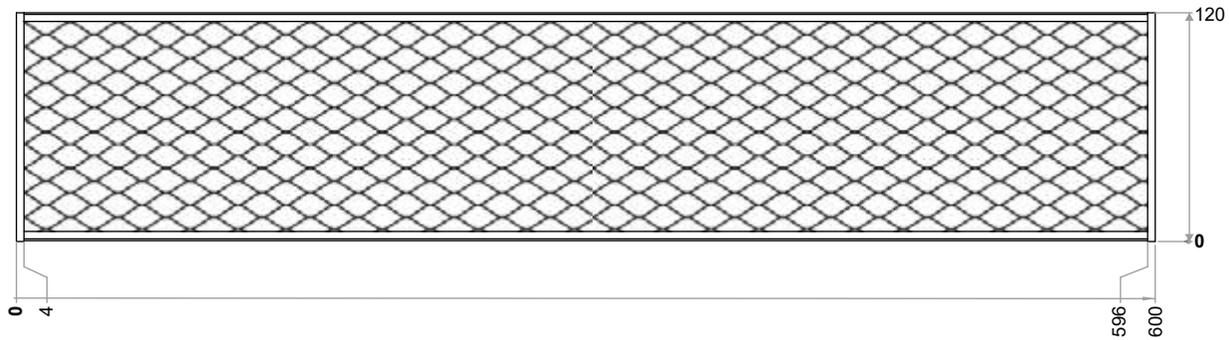
Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.

PLANO 6



VISTAS PUERTA DE ACCESO
CHAPA DE ACERO GALVANIZADA
ESTRUCTURA DE CAÑO RECTANGULAR (40x20 mm)
BISAGRAS

Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.



VISTAS VENTILACIÓN LATERAL
MARCO CON MATERIAL DESPLEGADO

Los planos no están en escala.
Las medidas se expresan en mm.

CAPÍTULO III

SECADEROS SOLAR-BIOMASA

OPERACIÓN



GENERALIDADES

Las hortalizas, hierbas medicinales, hierbas aromáticas, frutas y otros poseen diferentes contenidos de agua según su característica. En la mayoría de los casos, este contenido de humedad representa mayoritariamente el peso del producto fresco, oscilando entre el 75 % y el 90 % del mismo.

Este elevado contenido de agua es uno de los principales problemas que se presenta para su conservación, ya que favorece el deterioro químico y enzimático, y el desarrollo de microorganismos tales como bacterias, levaduras y mohos. Por otra parte, cuando se retira gran parte de esta humedad, por vía de la deshidratación, existe una significativa disminución del peso, quedando en términos generales un producto seco entre un 5 a 15 % de su peso original, según el tipo de producto.

La **deshidratación o secado de los productos**, que en sí mismo es una técnica muy antigua, tiene por principal objetivo reducir la actividad acuosa a un nivel tal, que se minimicen las reacciones de deterioro (químicas y enzimáticas); como también el desarrollo de microorganismos, a fin de facilitar su conservación. **Entonces, la deshidratación o secado, por diferentes medios y/o procesos, se trata de la extracción de gran parte del agua que contienen los alimentos que se desean conservar.**

En el caso de las frutas, a las posibilidades de preservación por deshidratación se le suma como aspecto positivo la concentración de los azúcares en los mismos.

Otras ventajas adicionales son: prolongar la vida útil de los productos sin necesidad de refrigeración para su almacenamiento y además, el deshidratado reduce el peso y el volumen de los productos, lo cual facilita su transporte y almacenamiento.

En el caso de los secaderos, esta deshidratación se consigue a través de la circulación de aire caliente a través de los productos expuestos en bandejas.

En los equipos que se describen en este manual, el aire caliente se genera de dos maneras: por medio de la absorción de la energía solar térmica, que calienta el aire que circula a través de una placa de absorción e ingresa al secadero; a este se le puede sumar la energía térmica que se produce por la combustión de biomasa (leña u otro combustible), en un horno que se encuentra en la parte inferior de los secaderos. En ambos casos, se produce aire caliente que ingresa al secadero y circula a través de las bandejas por efecto de la convección natural.

Los modelos de secadero de este manual ofrecen la posibilidad de funcionar en forma alternativa o simultánea con ambas fuentes de energía. El usuario deberá decidir el uso de una y/u otra, en función de los tipos de productos a secar, las condiciones climáticas imperantes y el tiempo disponible para el deshidratado.

En los meses de mayor tiempo e intensidad de insolación, es muy probable que el proceso se pueda realizar solamente por medio de la energía solar térmica absorbida. En los meses de invierno, o cuando las condiciones climáticas no sean favorables, se puede sumar energía térmica del horno. En casos extremos (muy nublado u horarios sin sol), el secadero puede funcionar solamente con el calor generado por la combustión de la biomasa.

MECANISMO DE DESHIDRATADO

Durante el deshidratado se produce fundamentalmente un proceso de evaporación del agua en la superficie del producto, humedad que se transfiere al aire caliente circulante, aire que va aumentando su contenido de humedad para ser finalmente expulsado del secadero al medio ambiente.

Durante la deshidratación se producen, básicamente, dos fenómenos:

- a. El aire caliente circulante, transmite parte de su calor, al producto en proceso de secado y lo calienta desde el exterior hacia el interior.
- b. La humedad interna del producto se transfiere al aire caliente circulante, que luego es expulsado al exterior.

Cuando el producto se calienta se pierde el equilibrio interno de humedad existente y la masa de agua migra desde el interior hacia la superficie en forma de líquido o vapor, donde luego se transfiere al flujo de aire circulante, es por ello que paulatinamente se va perdiendo la humedad interna del producto.

En la mayoría de los alimentos, entre ellos los vegetales, la velocidad de secado depende principalmente de un mecanismo interno de control de humedad. Es decir, de las características particulares de cada producto.

No obstante y teniendo en consideración las características singulares de cada producto que definen su propio mecanismo de control de humedad, se puede indicar que las siguientes variables juegan un rol importante en este proceso:

- **Tamaño (espesor o longitud) del producto.**
- **Superficie de evaporación expuesta.**
- **Temperatura y humedad del aire de secado.**
- **Tiempo de secado.**
- **Espesor del lecho.**
- **Temperatura inicial del producto.**

Como se indicó anteriormente, el aire caliente debe circular a una velocidad suficiente que evite la saturación de humedad del mismo, expulsando del secadero el aire humedecido y que perdió temperatura en el proceso.



Para lograr la deshidratación debe existir una diferencia de temperatura entre el aire de secado y la superficie del producto¹², a fin de conseguir la migración de la humedad desde el interior del producto hacia la superficie y posteriormente al aire en forma de vapor. Si no existe esta diferencia de temperatura, se detiene el proceso.

En consecuencia, la temperatura del secadero debe ser suficiente (generalmente superior a 35 °C) para romper el equilibrio de humedad existente en el elemento a deshidratar, pero no debe ser excesiva, a fin de evitar la degradación del producto y la consecuente pérdida de sus principales propiedades nutritivas, medicinales y sensoriales como las organolépticas (aroma, color, sabor, textura, etc.). Esta temperatura máxima dependerá del tipo de producto (ver Manual de Secado).

A continuación se realizan consideraciones generales referentes al tema. El objetivo es otorgar lineamientos generales de manejo de los productos y operación del secadero. Para mayores detalles, consultar el **Manual de Secado**, complementario al presente.



12. Diferencia de temperatura: el aire caliente debe estar a una temperatura superior a la del producto.

FUNCIONAMIENTO DEL SECADERO Y PROCESO DE SECADO

SELECCIÓN DEL MODO DE OPERACIÓN

El modo de operar el secadero dependerá esencialmente de las condiciones climáticas imperantes al día del secado. Si se cuenta con una buena insolación, el secadero podrá funcionar exclusivamente mediante energía térmica absorbida en el panel solar. Se debe considerar, que con energía solar, el secadero estaría funcionando entre 9 a 17 horas, aproximadamente. Antes o después de dicho horario la intensidad de la radiación solar suele ser insuficiente para alcanzar una temperatura de secado adecuada.

En los casos de funcionar en forma combinada (solar y biomasa), o solamente biomasa, es conveniente iniciar el fuego media hora antes de comenzar con el secado, de manera que el secadero se encuentre en temperatura de régimen a la hora de colocar los productos a deshidratar. Ese tiempo previo, se puede aprovechar para acondicionar el producto y cargarlo a las bandejas, optimizando el tiempo de uso útil del secadero.



CONTROL DE TEMPERATURA

Siempre es conveniente instalar un termómetro (escala 0 a 100 °C) en el secadero que permita un control instantáneo de la temperatura de funcionamiento del mismo.

Se recomienda el uso de termómetros con vástago o bulbo y que el sensor se encuentre en el interior para obtener la temperatura real, pero que el cuadrante de lectura se encuentre en el exterior. De esta manera, no es necesario abrir las puertas para ver el instrumento. Una apertura de puerta siempre introduce variaciones en el flujo de aire, humedad y temperatura interna del secadero.

La temperatura de secado debe ser acorde al tipo de producto a secar, siendo particularmente delicado el control en las hierbas aromáticas y medicinales. Un exceso de temperatura produce como consecuencia la rápida pérdida de sus principios activos característicos que se pretenden aprovechar. En términos generales, la **temperatura máxima de secado es de 50 °C**.

FIGURAS 62 / 63
TERMÓMETROS APTOS PARA SECADEROS.



Otros productos como hortalizas y frutas soportan temperaturas de secado superiores, pero tampoco excesivas. Generalmente, en estos casos no deberían superarse los 60 °C para las hortalizas sin pretratamientos. En el caso de las frutas y hortalizas que recibieron pretratamiento, la temperatura de secado va a depender del tipo de pretratamiento y del producto en sí, pero suele admitir temperaturas algo superiores.

En cuanto al manejo de la temperatura, en el caso del panel solar, el control se puede realizar regulando el flujo de aire que circula por el mismo, generalmente por medio de una pantalla regulable que se instala en el extremo frío del colector.

En el caso del hogar de combustión de biomasa, la temperatura se puede regular controlando la intensidad del fuego; este a su vez se puede controlar por la cantidad de biomasa que se agrega para la combustión, como con el aporte de oxígeno (flujo de aire) que ingresa por los extremos del horno.

Controlando este flujo de aire para la combustión, es posible regular la intensidad de la misma. La regulación de este flujo de aire se puede realizar mediante pantallas de chapa colocadas en los extremos del horno.

En el caso de producirse un pico de temperatura en forma temporal, por encima de la temperatura recomendada de deshidratado (según el tipo de producto), se recomienda la apertura parcial o total de las puertas, a fin de reducir rápidamente la temperatura en el recinto del secadero. Una vez alcanzada la temperatura deseada, cerrar nuevamente las puertas en forma hermética.

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

La calidad de los productos que se obtendrán del proceso de deshidratado en el secadero, depende de varios factores.

Básicamente, puede indicarse que será difícil lograr una buena calidad final del producto si cualquiera de estas variables no se cumplen:

- **Selección de la materia prima:** debe partirse de materia prima en buenas condiciones, entre otras: sin manchas, libre de insectos, sin deterioros químicos o enzimáticos, adecuado grado de madurez, frescos, sin contaminantes.
- **Preparación de la materia prima:** limpieza de los productos; higiene de personas, sitios, equipos y utensilios; pretratamientos (en los casos que se requiera); tamaño de los trozos a secar; uniformidad de los tamaños; escurrido; entre otros.
- **Condiciones de funcionamiento del secadero:** temperatura adecuada según el producto a secar; control de la temperatura; higiene de sus partes, especialmente bandejas; tiempo de secado; remover los productos en proceso de secado; control del grado de deshidratación; rotación de bandejas; entre otros.
- **Condiciones de envasado y conservación:** enfriamiento del producto sin que se contamine; higiene de personas, sitios y utensilios; envasado a granel; fraccionado, envasado y etiquetado final; condiciones del sitio de conservación (seco, fresco y oscuro), entre otros.

PRETRATAMIENTOS

En varios productos, especialmente algunas hortalizas tales como zanahorias y papas, así como en frutas como berenjenas, tomates y otras se recomienda la realización de algún tipo de tratamiento previo o pretratamiento al secado. Este pretratamiento puede consistir en un escaldado o inmersión en bisulfito de sodio, ácidos, azúcares, sales o una combinación de estos, entre otros.

Estos pretratamientos tienen la finalidad de facilitar el proceso de secado, ya que en algunos casos ablandan los tejidos, disminuyen y/o retardan el desarrollo de microorganismos, retrasan las reacciones de deterioro (oxidaciones, enranciamientos, pardeamiento, etc.) que alteran el aspecto y el sabor del producto; así como facilitar la rehidratación posterior. Por otra parte, tienen la virtud de conservar mejor el color original del producto, haciéndolo más agradable a la vista.

En todos los casos, se recomienda la consulta del **Manual de Secado** complementario al presente. En dicho manual se encuentran enumerados los principales productos ensayados con estos secaderos, con recomendaciones en cuanto a la necesidad o no de pretratamientos y las sugerencias de los tiempos y temperaturas de secado. Igualmente, se indican otras recomendaciones en cuanto a la manipulación de los alimentos en proceso.

El Manual de Secado se encuentra publicado en formato digital, disponible en los siguientes sitios:

www.unam.edu.ar

www.inta.gob.ar

www.fio.unam.edu.ar

www.facebook.com/conservando.lonuestro/

CARGA Y MANEJO DE BANDEJAS

Los productos como cebollita de verdeo, puerro, coliflor, acelga y otros semejantes deben ser cortados en trozos pequeños; el ajo, berenjenas, papas, zanahorias, cebollas y similares rebanados en rodajas; aquello que tenga hojas, deshojar (perejil, apio, espinaca, albahaca, etc.); el choclo debe estar desgranado; el romero, estevia, cedrón, burrito, por ejemplo, puede disponerse en ramas o solamente dejar las flores, en el caso de la manzanilla, marcela, caléndula y otras.

Depende del tipo de vegetal a procesar, teniendo en cuenta que cuanto mayor es la superficie de contacto, entre el producto y el aire de secado, el deshidratado es más eficiente.

Las bandejas siempre deben ser cubiertas con producto en toda su superficie y de manera uniforme, de forma que el espesor sea aproximadamente el mismo en toda la superficie. Es recomendable mantener una capa fina de lecho de producto (no más de 5 cm dependiendo del tipo).



FIGURAS 64 / 65
CARGA DE BANDEJAS.

En todos los casos, lo que se busca es que el flujo de aire caliente sea lo más uniforme posible, a través de cada bandeja y de todo el producto. Un flujo desigual hará que una parte del producto de una misma bandeja se seque más de prisa que otras, demorando el proceso en general, ya que se busca, como resultado, un mismo grado de deshidratado en todo el lote.

Por otra parte, el lecho de productos debe posibilitar el flujo de aire a través del mismo, de lo contrario podrá extenderse excesivamente el tiempo de secado o no alcanzarse el grado de deshidratación pretendido. **Siempre es preferible cargar una bandeja en defecto a sobrecargarla.**

Durante el proceso de deshidratado es conveniente que en forma periódica (cada 30/45 minutos) se remueva el producto que se está secando. Esta remoción se debe realizar mediante una espátula de plástico, de acero inoxidable u otro utensilio apropiado. **Se debe evitar el uso de la mano a fin de prevenir la contaminación del material en proceso de secado.**



FIGURAS 66 / 67
COLOCACIÓN DE BANDEJAS.

En el caso de los **Secaderos Multifamiliares** que poseen doble hilera de bandejas, se puede deshidratar una mayor variedad de productos. Por ejemplo: dos familias de productos, uno en cada lado del secadero. De ser necesario, también se puede secar distintos productos en una misma hilera de bandejas, teniendo en cuenta que los mismos deben ser similares en aroma, de lo contrario, un producto influirá sobre el aroma del otro y viceversa.

En los **Secaderos Unifamiliares** se cuenta con una sola hilera de bandejas, por lo que el cuidado debe ser mayor y existe una menor diversidad de uso, en forma simultánea.

En cuanto a la rotación de las bandejas, a medida que se van secando los productos, deben reubicarse en niveles inferiores, donde el aire es más caliente y más seco.

Esto significa que, una vez que el secadero se encuentra en funcionamiento, una bandeja con producto fresco debe ingresar en el nivel superior y a medida que se van retirando las bandejas con el producto seco (desde los niveles más bajos) se van reubicando a un nivel inferior. La bandeja descargada se recarga con producto fresco y se la reingresa en el nivel superior, el cual quedó libre como consecuencia de la rotación.



TIEMPO DE SECADO Y PUNTO FINAL DE SECADO

El tiempo de secado, en primer grado, dependerá del producto a secar y, en segundo grado, de las condiciones de operación y funcionamiento del secadero.

El punto final de secado se tiene cuando se alcanza el equilibrio entre el contenido de humedad del producto y el contenido de humedad del aire de secado, a partir de este momento, ya no habrá más variaciones en el peso del producto.

Una forma práctica para realizar un control del grado de secado que va alcanzando el producto, es colocar en cada bandeja una pequeña fuente o recipiente con una muestra del mismo producto que se está deshidratando. Luego, mediante un proceso de pesada secuencial¹³ se controla la pérdida de peso. Una vez que el producto ya no disminuye su peso, se puede decir que ha alcanzado el punto final de secado.



13. En una balanza de escala y precisión adecuadas, se pesa esta muestra a intervalos de tiempo aproximadamente idéntico (por ejemplo, de 15 a 20 minutos).

ENVASADO Y CONSERVACIÓN

Una vez que el producto se ha deshidratado al grado deseado, se retira del secadero, se deja enfriar y luego se envasa transitoriamente en un recipiente (bolsa de plástico, caja o recipiente de plástico con tapa hermética, etc.) donde se deja estabilizar. **Conservar en lugar fresco, seco y oscuro.**

Se debe reducir al máximo la exposición del producto deshidratado a las condiciones ambientales, ya que al ser el medio ambiente más húmedo, el producto vuelve a rehidratarse parcialmente, lo que disminuye significativamente su vida útil.

Una vez que el producto se encuentra estabilizado y a temperatura ambiente se puede proceder a fraccionarlo y envasarlo en bolsitas plásticas. Luego se sellarán herméticamente con una termoselladora eléctrica. Se recomienda el uso de bolsitas resistentes a la humedad (polipropileno, polipropileno biorientado).



FIGURA 68
FRACCIONAMIENTO Y SELLADO.

Una vez fraccionado el producto y sellada la bolsita, se etiqueta indicando el nombre del producto, el peso neto, la fecha de producción, el productor (o grupo de productores), fecha de vencimiento, lugar de elaboración y demás información importante para el consumidor.

Los productos deben conservarse en lugares secos, frescos y oscuros, a fin de favorecer la conservación y, consecuentemente, su vida útil.

Nota

En todos los casos, se vuelve a recomendar el uso y consulta del **Manual de Secado**, complementario al presente.



FIGURAS 69 / 70
PRODUCTOS DESHIDRATADOS Y ENVASADOS.

GLOSARIO

- **Biomasa:** materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía (Diccionario de la Real Academia Española). En el marco de este manual, especialmente referido a la leña y otros materiales combustibles de origen vegetal.
- **Caño estructural:** tubo hueco de acero estructural, cuya sección transversal puede ser redonda, cuadrada o rectangular.
- **Convección natural del aire:** movimiento ascendente del aire, por diferencia de densidad del mismo.
- **Dintel:** viga, madera, metal u otro elemento horizontal que cubre el espacio de una puerta o ventana y sirve de sostén del muro superior.
- **Encadenado:** parte de una construcción que generalmente se realiza con mezcla de arena, piedra triturada, cemento, y agua, reforzada con varillas de hierro. Se usa para mejorar la resistencia y rigidez de paredes.
- **Energías renovables:** energía cuyas fuentes se presentan en la naturaleza de modo continuo y prácticamente inagotable, p. ej., la hidráulica, la solar o la eólica (Diccionario de la Real Academia Española).
- **Faja:** guía nivelada que se coloca en pisos o paredes para que sirva de referencia en la realización de rellenos (de piso o revoque grueso de paredes).
- **Insolación:** cantidad de energía solar recibida por una superficie. Número de horas, en un período determinado de tiempo, durante el cual una superficie recibe la luz del sol.
- **Malla Sima:** malla metálica cuadrículada, de diferentes medidas, generalmente utilizada en la construcción.

- **Mampostería:** sistema tradicional de construcción que consiste en la colocación manual de ladrillos unidos con mezcla de arena, agua y cemento de albañilería.
- **Metal desplegado:** malla metálica, generalmente de forma romboidal, utilizada habitualmente en construcciones metálicas.
- **Panel o colector solar:** superficie que absorbe energía solar y se calienta por efecto de la misma, luego la transmite al aire circulante en la parte inferior del mismo.
- **Plegado:** doblez realizado en chapas de hierro para obtener determinadas formas.
- **Pretratamiento:** tratamientos previos, físicos y/o químicos, anteriores al proceso de deshidratado, que se aplican con la finalidad de evitar o minimizar el deterioro de los alimentos durante el secado, así como mejorar la calidad y la conservación del producto final.
- **Prototipo:** ejemplar original que se fabrica, en este caso de secaderos, a los efectos de su ensayo.
- **Radiación solar:** energía radiante proveniente del sol.
- **Remache POP:** POP es una marca registrada de un tipo de remache ciego, que consta del cuerpo del remache y una pieza alargada denominada vástago. Se aplica para unir o sujetar piezas entre sí. Para su colocación se usa una remachadora.
- **Secado o deshidratación:** pérdida de parte de agua de un producto. Remoción del líquido de un sólido por evaporación.

LOS AUTORES

JORGE SENN

Es Ingeniero Electromecánico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Especialista en Gestión de la Calidad: DGQ-Frankfurt-Alemania / convenio INTI (Homologación EOQ-Unión Europea); Magíster en Ingeniería en Calidad de la Universidad Tecnológica Nacional. Se desempeña como Profesor Titular de las Cátedras: Sistemas, Gestión y Control de la Calidad, Ingeniería e Industrias y Tecnología II; Profesor de la Especialización en Gestión de la Producción y Ambiente de la UNaM y Profesor de la Maestría en Administración de Negocios de la UNCAus. Es Investigador Categoría III del Sistema Nacional de Incentivos. Director de numerosos Proyectos de Investigación y de Extensión. Autor de diversos artículos científicos y co-autor de dos libros: "Village Electrification" y "La Calidad e Imagen de los Destinos Turísticos Emergentes". Es consultor independiente en Sistemas de Gestión de Calidad y fue consultor en Energías Renovables para SKAT (Suiza), GTZ (Alemania) e HIDRORED (América Latina). Ejerció y ejerce varios cargos de dirección y/o gestión en empresas privadas y en la UNaM, entre ellos fue Decano de la Facultad de Arte y Diseño de la UNaM.



Contacto: jorgesenn1@gmail.com

SILVINA V. GARCÍA

Es Ingeniera en Alimentos de la Universidad de la Cuenca del Plata, Magíster en Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Se desempeña como Técnica Extensionista en la Agencia de Extensión Rural – AER-INTA – Oberá y como Profesora Adjunta de la Cátedra de Química de la Facultad de Ingeniería de la UNaM. Investigadora Categoría IV del Sistema Nacional de Incentivos. Dirige y co-dirige proyectos de investigación y de extensión. Integrante de proyectos de alcance regional y Nacional del INTA. Autora de diversos artículos científicos. Es doctorando del Doctorado en Ciencias Aplicadas de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la UNaM.



Contacto: silvinavgarcia@gmail.com

INSTANTÁNEAS







Libro
Universitario
Argentino

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MISIONES

www.editorial.unam.edu.ar



conservando
lo nuestro



REUN
REDE DE EDITORIAIS
DE UNIVERSIDADES
NACIONAIS



Universidad Nacional de Misiones



Ministerio de Educación y Deportes
Presidencia de la Nación



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación