

Clave de la Propuesta	PPI- - -		
Puntos a considerar	Si	No	Observaciones/Comentarios
¿Se incluyen los datos de la Portada (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)?			
¿La extensión del Título es adecuada y sin abreviaturas?			
¿El Título refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto?			
¿La Introducción describe en forma concisa el área de aplicación del proyecto?			
¿Los Antecedentes sitúan el proyecto propuesto respecto a otros trabajos?			
¿La Justificación describe la razón, relevancia o necesidad que origina el proyecto?			
¿El Objetivo General es claro y tiene relación directa con el proyecto a realizar?			
¿Los Objetivos Particulares se engloban en el objetivo general?			
¿La secuencia de actividades que se presenta en la Metodología es congruente con los objetivos y permite que se alcancen éstos?			
¿La Descripción Técnica presenta las especificaciones generales y particulares (materiales, dimensiones, normas, etc.), así como la explicación funcional de cada uno de los bloques del sistema a desarrollar?			
¿La Normatividad mencionada da un marco a la propuesta?			
¿El Cronograma de Actividades señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto?			
¿El proyecto es realizable en el tiempo propuesto?			
¿Se encuentran indicados los Entregables dentro de la propuesta? ¿Se incluye explícitamente la entrega del Reporte Final ?			
¿Se incluyeron las Referencias Bibliográficas y estas cumplen con el formato solicitado?			
¿La Terminología específica del proyecto, que no es del conocimiento general en Ingeniería Mecánica, está claramente explicada?			
¿Se indican instalaciones, equipos y materiales que se requieren para realizar el proyecto?			
¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas?			
¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica?			
Observaciones			
Estado de la propuesta			
() Autorizada () Revisada () No autorizada		Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica	

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco
División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Licenciatura en Ingeniería Mecánica

Diseño, construcción y puesta en operación de un prototipo de secador solar híbrido con sistema de recirculación de aire para el deshidratado de carne de conejo.

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Versión: Segunda

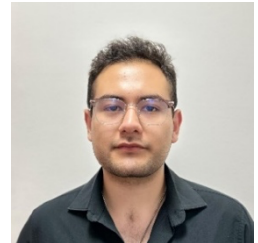
Trimestre Lectivo: 24P

Datos de los alumnos

Ángel Ricardo Bonilla Peláez

2182000024

al2182000024@azc.uam.mx



Firma

Josué Jacob Palma García

2182000604

al2182000604@azc.uam.mx



Firma

Asesora y Co-Asesor

M. en C. Sandra Chávez Sánchez

Asociada

Departamento de Energía

Tel: 55 53 18 90 58

scs@azc.uam.mx

M. en C. René Rodríguez Rivera

Asistente

Departamento de Energía

Tel: 77 37 36 93 35

rerori@azc.uam.mx

Firma

Firma

Fecha: 19/09/2024

Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Ángel Ricardo Bonilla Peláez

Josué Jacob Palma García

M. en C. Sandra Chávez Sánchez

M. en C. René Rodríguez Rivera

1. Introducción.

La energía solar es una fuente renovable abundante en México, lo que la convierte en una opción viable para el desarrollo de tecnologías sostenibles. México posee un gran recurso solar, con un promedio de 5 kWh/m² de radiación solar diaria en gran parte del territorio [1]. La abundancia en este recurso solar, combinada con la necesidad de métodos eficientes y sostenibles para la conservación de alimentos en áreas rurales, incentiva al desarrollo e implementación de tecnologías como el deshidratado solar.

Este proyecto busca diseñar, construir y poner en operación un prototipo de secador solar híbrido con recirculación de aire para la deshidratación de carne de conejo, enfocándose en el estudio de caso “Cooperativa Conejo Mixteco”. La carne de conejo contiene un alto valor nutricional y su producción es económicamente viable es así que, esta cooperativa se integra por productores cuyo deseo es la impletación de tecnologías para el deshidratado de carne de conejo, esto como alternativa que pueda incrementar sus ingresos y asegure la conservación del producto.

La implementación de esta tecnología al interior de la “Cooperativa Conejo Mixteco” representará una mejora en las áreas antes mencionadas marcando así, la independencia en el uso de una red eléctrica. Al enfocar la atención a esta Cooperativa, el proyecto no solo atenderá una necesidad específica, sino que también generará datos valiosos y experiencias que podrán ser replicadas por MIPYME en regiones similares dentro del área Metropolitana y del Estado de México.

2. Antecedentes.

En 2013, David Gudiño Ayala y Ángel Calderón Topete [2] estudiaron y compararon el deshidratado de piña en dos secadores solares. El primero de tipo híbrido, integró un flujo de agua a 80°C, mientras que el segundo operó de manera tradicional. Al término de las pruebas se registró un tiempo de secado 2 horas menor en el secador híbrido con una eficiencia máxima del 24% contra el tradicional (14%). Los resultados de esta investigación refieren la pertinencia en la implementación de una fuente adicional de calor para realizar el deshidratado en tiempos menores.

En 2016, José et al. [3] desarrollaron la caracterización de dos sistemas de secado solar, uno con combustión de biomasa y otro híbrido. Bajo cada uno de los modos de operación se presentaron similitudes, la primera de ellas en el tiempo de secado 16h 50min y 16h 52min, seguido de la velocidad de secado de 0.170 kg/h y 0.169 kg/h respectivamente. La eficiencia del sistema híbrido solar fue del 28.57% y para el sistema con biomasa fue del 28.18%. De este trabajo se empleará la metodología desarrollada para los modos de operación del sistema y contrastar los resultados obtenidos de las evaluaciones con los registrados en la literatura.

En 2002, Miguel Condori [4] estudió la deshidratación de carne de res y camello. Las muestras empleadas pasaron de 103 g a 43.4 g, eliminando más del 50% de humedad contenida en la carne,

conservando así sus propiedades organolépticas. De este trabajo se empleará el uso de los modelados matemáticos y metodología para el proceso de deshidratado, además, del listado de materiales para la construcción del diseño.

En 2012, Carlos Sánchez [5] implementó un análisis numérico para el calentamiento del aire al interior de un deshidratador solar por convección natural. Registró y comparó el comportamiento térmico del secador con los tiempos de secado. Este estudio dio como resultado la relación entre el cambio de densidad en el aire y los gradientes de temperatura generados por los vórtices durante el proceso de secado uniforme. De este trabajo se retomará el análisis numérico para el diseño térmico del prototipo.

En 2017, Sergio Pérez [6] analizó el comportamiento del aire en el interior de un secador solar con un sistema de precalentamiento de aire. Con los datos experimentales realizó una simulación del dispositivo, obteniendo la distribución de temperaturas y velocidades del aire al interior de la cámara de secado. Se determinaron las posibles mejoras en el desempeño energético y secado uniforme. Este trabajo se empleará como guía para el modelado del diseño propuesto.

En 1986, Victor Passamai y Daniel Correa [7] fabricaron un prototipo de secador solar híbrido portátil para su traslado dentro de las comunidades rurales. En este trabajo se determinó la diferencia de humedad que contienen frutas y hortalizas. De este trabajo se empleará la metodología estandarizada para la construcción y evaluación del prototipo.

Estos estudios destacan la eficiencia y viabilidad de los secadores solares híbridos, así como su relevancia en aplicaciones prácticas como la conservación de alimentos. La metodología y cálculos obtenidos serán de utilidad para el diseño del secador solar híbrido destinado a la deshidratación de carne de conejo en la “Cooperativa Conejo Mixteco”.

3. Justificación.

La Cooperativa Conejo Mixteco se dedica a la comercialización de productos cunícolas. Como parte del listado de productos que ofrecen se encuentra la carne deshidrata, misma que a tenido un incremento en su demanda, lo que ha generado la latente necesidad de implementar tecnologías que ayuden a mejorar el método de deshidratado de la carne, lo que se traduciría en una oportunidad de incrementar los ingresos económicos y la posibilidad de garantizar la seguridad alimenticia del producto final. Uno de los principales indicadores refiere a las limitaciones en cuanto a el recurso de la red eléctrica que enfrentan los productores dentro de la cooperativa, por lo que, para dar solución a esta limitante, este proyecto propone el diseño, construcción y puesta en operación de un secador solar híbrido que integre un sistema de recirculación de aire. El prototipo se diseñará para

deshidratar de 1 a 2 kg de carne de conejo en un periodo de 4 a 6 horas, este incorporará un par de paneles fotovoltaicos que contribuirán al calentamiento del aire durante el proceso de deshidratado adicionalmente, se implementará un sistema de recirculación de aire constituido por ventiladores, mismos que brindarán una deshidratación uniforme durante el proceso, adicional, este prototipo en comparación con alternativas ya existentes en el mercado, empleará el uso particular de energía solar.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar, construir y poner en operación un prototipo de secador solar híbrido con recirculación de aire para la deshidratación de carne de conejo.

Objetivos particulares.

Definir las dimensiones del prototipo a partir del requerimiento energético para deshidratar de a 1 a 2 kg de carne en 4 a 6 horas de operación.

Diseñar y construir la cámara de secado.

Seleccionar y adquirir los componentes necesarios para el sistema de calentamiento.

Seleccionar y adquirir los componentes necesarios para el sistema de recirculación.

Diseñar y construir la estructura para integrar todos los componentes.

Poner en operación el prototipo. y efectuar pruebas de su funcionamiento.

5. Descripción Técnica.

El prototipo del secador solar híbrido se diseñará a partir del estudio solar de la región donde se encuentra la “Cooperativa Conejo Mixteco”. Dentro de este estudio se considerarán los meses durante los cuales operará. El prototipo tendrá dimensiones de aproximadamente de 1.0 m de largo y 0.5 m de ancho, como se muestra en la Figura 1. Sus medidas se ajustarán de acuerdo con el requerimiento energético para el deshidratado de 1 a 2 kg de carne.

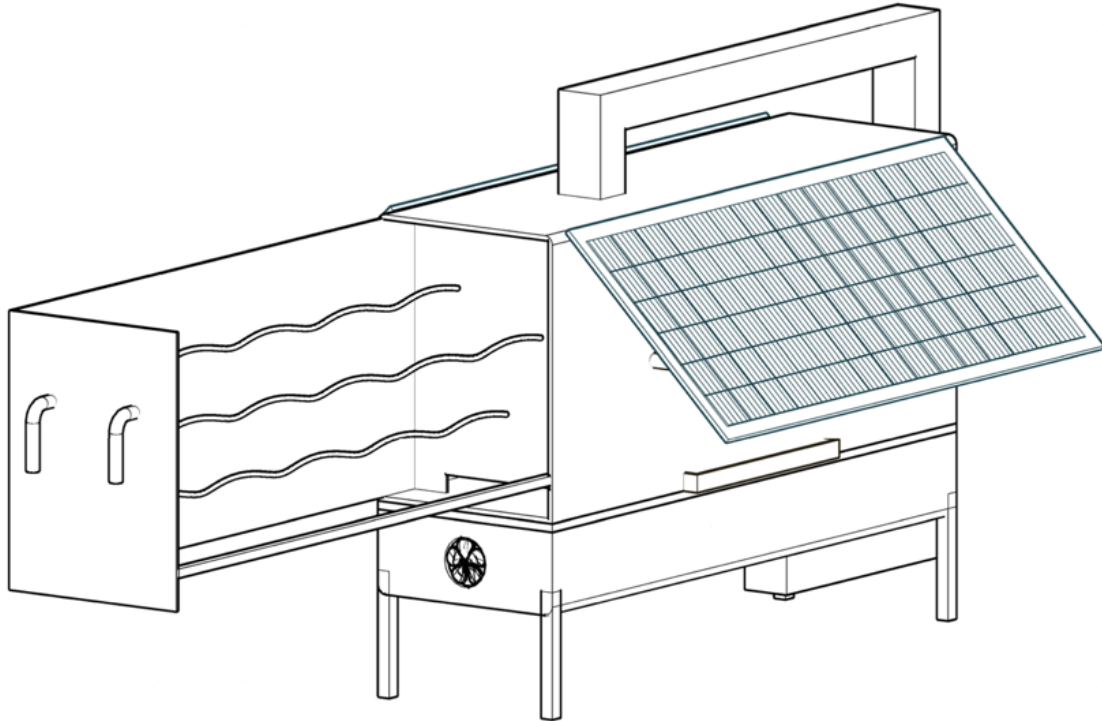


Figura 1. Imagen ilustrativa del prototipo (imagen propia).

Se integrarán módulos solares fotovoltaicos que proveerán energía para calentar el aire y mantenerlo en un rango de 45 a 50°C, y para la circulación del aire caliente con ventiladores en el interior de la cámara de secado. A la salida de la cámara de secado se contará con un sistema de recirculación del flujo de trabajo, mismo que se reutilizará en función de su contenido de humedad y temperatura, redireccionarlo a la entrada de la cámara. Si el contenido de humedad no es el adecuado se desechará a la atmósfera.

8. Entregables.

Listado de elementos a entregar al concluir el proyecto de integración propuesto:

1. Prototipo construido.
2. Planos y hojas de procesos del prototipo.
3. Resultados de pruebas experimentales.
4. Reporte final del Proyecto de Integración.

9. Referencias Bibliográficas.

- [1] José Cabrera, Raúl Cabrera, Dario Guamán, 2019, "Metodología de Diseño de un Deshidratador Solar Indirecto por convección forzada", *European Scientific Journal*, vol. 15, No. 18.
- [2] David Gudiño Ayala, Ángel Calderón-Topete, 2014, "Secado de piña con un nuevo secador híbrido solar", *ScienceDirect*, vol. 57, 1642-1650.
- [3] Pedro José Miranda, Keimer Alonso Martínez, Ramiro Torres Gallo, Jorge Mario Mendoza, Rafael David Gómez, 2016, "Evaluación experimental del secado de yuca variedad venezolana por medio de un sistema híbrido de calentamiento de aire" *INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería*, Vol. 26 Issue 2, p329-338. 10p.
- [4] Condorí, M. Á., 2002, "Diseño y construcción de secadores solares destinados a la producción de carne deshidratada".
- [5] Sánchez Rayas Carlos Israel, 2012, "Estudio y evaluación mediante ANSYS del calentamiento del aire en el interior de un secador solar", Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [6] Sergio Pérez, 2017, "Evaluación numérica de un secador solar con sistema de precalentamiento", Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [7] Passamai, V., y Correa, D., 2023, "Secadero solar híbrido de pequeña escala", *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - AVERMA*, 0(1), pp. 53-62. Terminología.
- [8] NSF/ANSI 51-2023, *Food Equipment Materials*, 2023, NSF International, United States.
- [9] NOM-251-SSA1-2009, *Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*, 2009, México.
- [10] NMX-B-176-CANACERO-2015, Tubos con o sin costura de acero inoxidable de acero austenítico en la industria alimenticia, 2015, México.
- [11] NMX-W-022-SCFI-2004, *Tolerancias que deben cumplir las barras y perfiles extruidos de aluminio y sus aleaciones para su uso en la fabricación de estructuras*, 2004, México.

10. Terminología.

Cunícula: Término utilizado para referirse a la carne de conejo, derivado de la cunicultura que se refiere al crianza de conejos para obtener carne y productos.

MIPYMe: Micro, Pequeñas y Medianas Empresas.

11. Infraestructura.

La construcción del prototipo se desarrollará en el Laboratorio de Termofluidos (Edificio P) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

12. Asesoría complementaria.

No es necesaria.

13. Publicación o difusión de resultados

No se tiene intención de publicar.

COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
3	Relatar por que no tiene acceso a la red eléctrica estable, lo que se menciona en la justificación	3	Se especificó que la cooperativa no es la que tiene carente acceso a red eléctrica, sino que los mismos productores que comercializan y fabrican sus productos no tienen conocimiento de estas tecnologías y que no tienen acceso a la red eléctrica
3	Revisar y corregir el acrónimo	3	Se realizó la revisión y ajuste terminológico correspondiente, modificando la denominación original a MIPYME
5	Recirculación	5	Se procedió a la estandarización de los términos, sustituyendo 'recirculamiento' por el verbo adecuado 'recirculación', de acuerdo con la correcta aplicación gramatical y técnica del término.
5	Esto será el último objetivo, separado del anterior.	5	Dado que el término 'evaluar' abarca un espectro amplio y puede generar ambigüedad en la interpretación del alcance de la

se indicó
complementar
el objetivo

			actividad, se procedió a modificar el último objetivo a 'realizar las pruebas'
5	Y poner en operación	5	Se llevó a cabo la sustitución del término 'evaluar' por 'poner en operación' en todos los casos correspondientes.
5	¿Todo es construir? o, ¿también se van a seleccionar algunos componentes del equipo? Las celdas solares, por ejemplo.	5	Se han integrado nuevos objetivos particulares que detallan con mayor precisión las actividades relacionadas con la selección de componentes críticos, como las celdas solares y ventiladores.
7	Falta una norma, deben ser mínimo tres.	7	Se llevó a cabo una investigación adicional de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables para asegurar el cumplimiento regulatorio durante la construcción del prototipo. En particular, se consideraron las normas NMX-B-176-CANACERO-2015 , que establece los requisitos para los tubos de acero inoxidable utilizados en la industria alimentaria, y la NMX-W-022-SCFI-2004 , que regula las tolerancias en la fabricación de estructuras de aluminio y sus aleaciones
7	¿Algo se compra? ¿Dónde está el diseño mecánico del sistema integrado (el mobiliario)?	7	Se ajustó el cronograma de actividades para incluir tareas específicas orientadas a la construcción y puesta en operación del prototipo.
7	Estas dos actividades deben ir en una sola	7	Se consolidaron las actividades relacionadas, integrándolas en una única tarea que se llevará a cabo de manera continua a lo largo de todo el trimestre 25-I.
EXP	Donde esta el objetivo principal	EXP	Se procedió a explicar el objetivo general, debido a que no se integró dentro de la presentación, así conociendo después los objetivos particulares.

EXP	Cómo es el funcionamiento de las resistencias eléctricas?	EXP	Se plantea el uso de dichas resistencias como sistema alternativo ante la carencia de radiación solar durante días nublados, proporcionando los requerimientos en cuanto a humedad y temperatura necesarios del flujo de trabajo.
-----	---	-----	---