



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Diseño y análisis energético de un sistema de refrigeración autónomo para el traslado de vacunas.

Authors: VALLE-HERNÁNDEZ, Julio, LOZANO-OLMEDO, Britania Junery, DÍAZ-MONROY, Joanna y RÓMAN-AGUILAR, Raúl.

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2019-307
BCIERMMI Classification (2019): 241019-307

Pages: 14
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Según la OMS (2019), las vacunas son productos biológicos que generan inmunidad contra una enfermedad.

Es necesario que se conserve entre $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, desde la salida de los laboratorios hasta su aplicación, sin romper la cadena de frío.



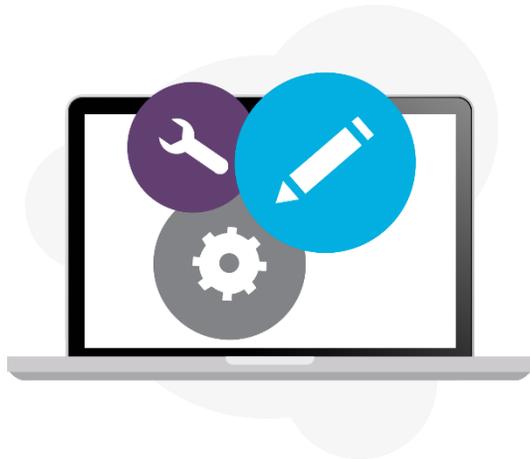
La vacuna de la Influenza Estacional debe transportarse en contenedores refrigerados que la almacenen a la temperatura adecuada y la conserven durante toda la jornada en zonas rurales o de difícil suministro de energía.

En el presente trabajo se propone el diseño y análisis energético de un contenedor para el transporte refrigerado de vacunas, contra la Influenza Estacional, mediante termoeléctricos alimentados con energía solar.



Metodología

La metodología para realizar el diseño y análisis energético del sistema de refrigeración consistió en siete pasos.

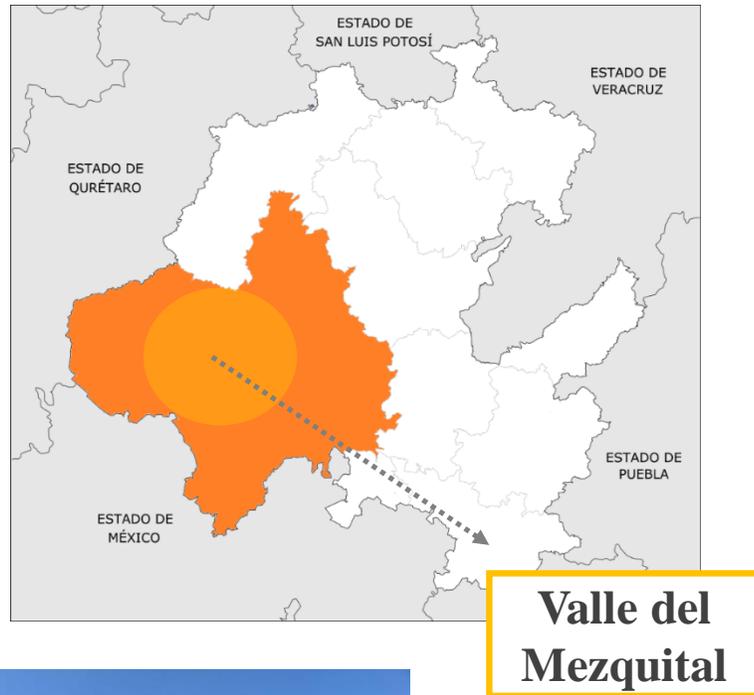


- 1 Definir la ubicación geográfica.
- 2 Proponer el diseño del sistema de almacenamiento.
- 3 Análisis energético para calcular las cargas térmicas.
- 4 Elección del Termoeléctrico.
- 5 Calcular la energía consumida por el dispositivo.
- 6 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.



Desarrollo

Ubicación geográfica y determinación de las características climatológicas



Temperatura Máxima Promedio

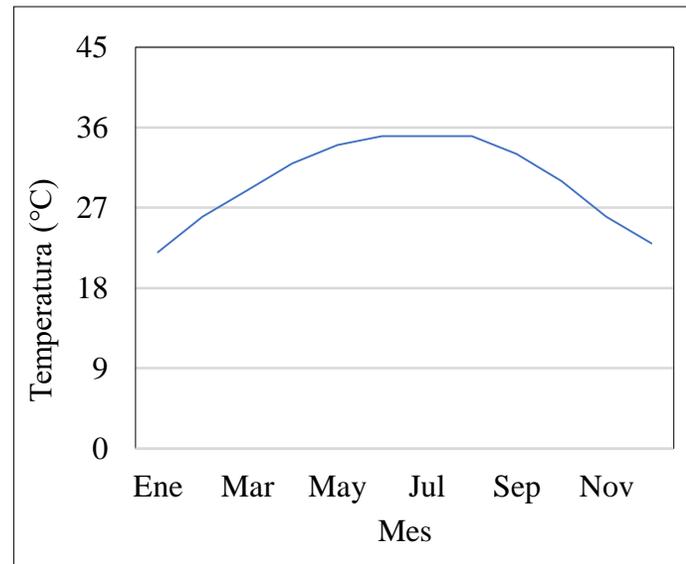


Fig. 1. Temperatura máxima promedio anual.

Irradiación Solar Promedio

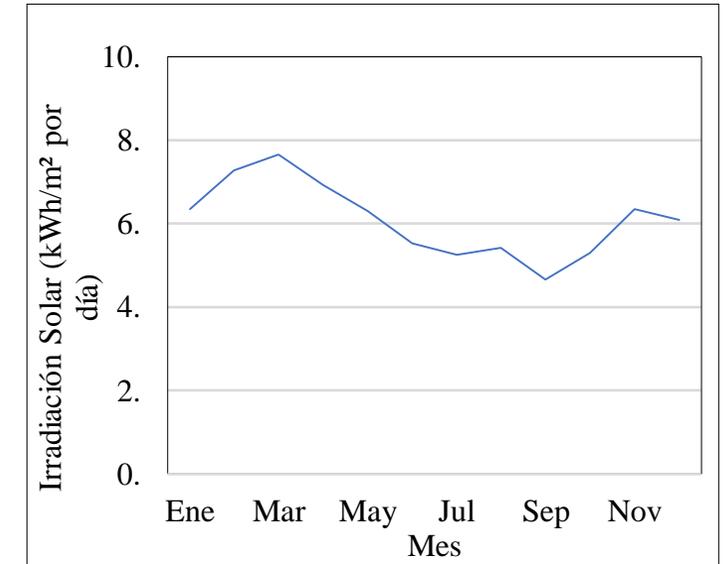


Fig. 2. Irradiación solar promedio anual.

Diseño del equipo

En función del número y de las dimensiones del frasco que contiene a la vacuna, se propuso un volumen, y a partir de la capacidad de almacenamiento se determinó la altura y el radio que permitió minimizar el área de transferencia.

Tabla 1

Dimensión	Valor	Unidad
Volumen	3	[L]
Radio	0.065	[m]
Altura	0.226	[m]
Área	0.12	[m ²]

Dimensiones del equipo

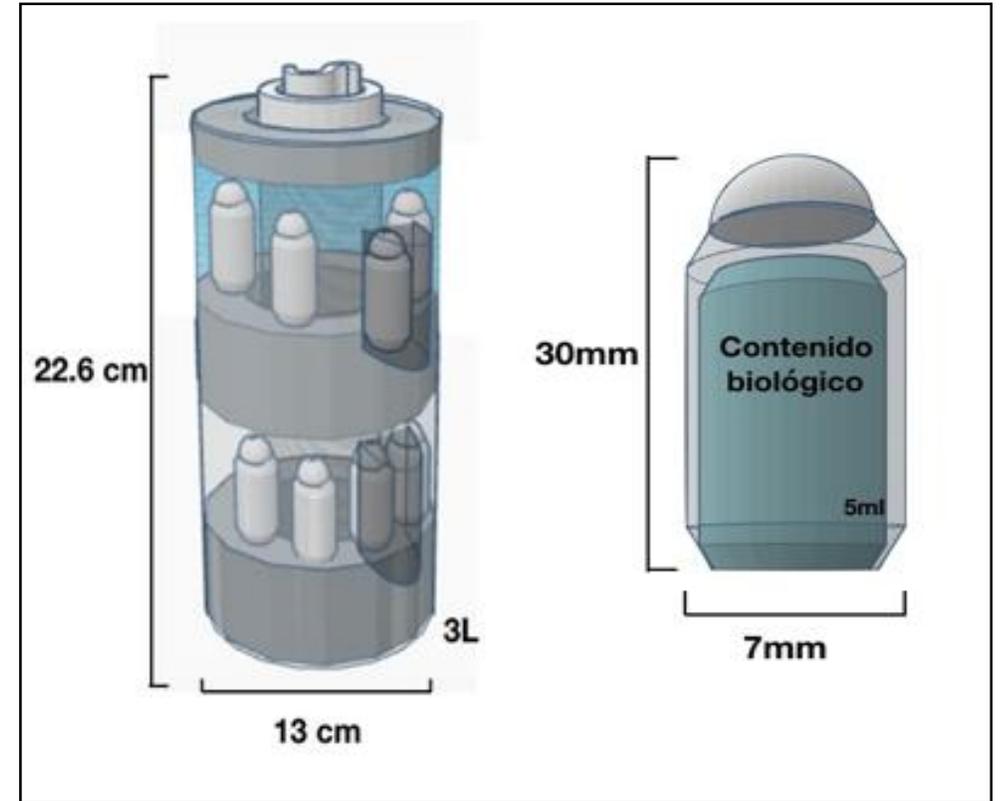
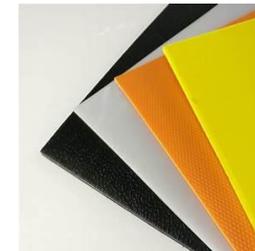


Fig. 3. Diseño y dimensiones del contenedor de vacunas

Materiales:





Análisis energético

- Cargas térmicas

La carga térmica se define como la cantidad de calor que debe ser retirado del sitio a refrigerar para reducir o mantener la temperatura deseada.



- Carga térmica por producto

$$Q_{prod} = \left(\frac{m}{t} * Cp * \Delta T \right) + \left(\frac{m_v}{t} * Cp_v * \Delta T \right)$$

- Carga térmica generada por transmisión de paredes

$$Q_{paredes} = A * U * \Delta T$$

- Carga térmica generada por cambios de aire

$$Q_{cambios} = v * f_1 * f_2$$



- Carga térmica total

La carga térmica total se determina mediante la suma de las cargas térmicas consideradas, esto es:

$$Q_{total} = Q_{producto} + Q_{paredes} + Q_{cambios}$$

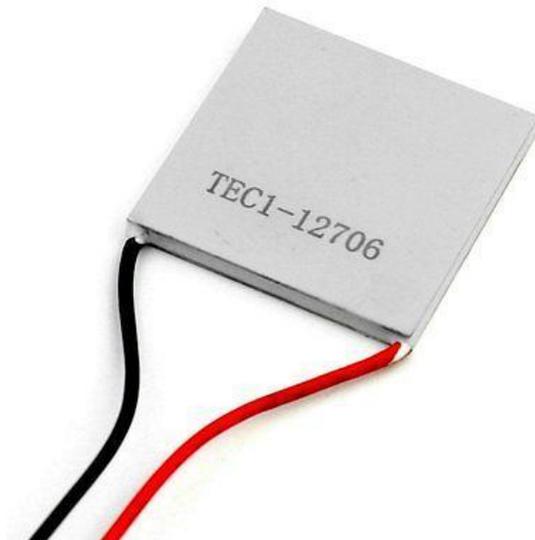
Parámetro	Valor	Unidades
$Q_{producto}$	0.1	W
$Q_{paredes}$	4.7	W
$Q_{cambios}$	5.56	W
Q_{total}	10.7	W



Carga Térmica Total.

Elección de la celda Peltier

El sistema debe mantener temperaturas de entre 2° C y 8° C; removiendo hasta 10.7 W, a las máximas condiciones de operación. La temperatura exterior a la que se lleva el análisis es de 35° C considerando esta una condición extrema.



Especificaciones		Condiciones
I máx.	6 A	Th= 30 °C
V máx.	15 V	Th= 30 °C
ΔT máx.	≥ 67 °C	Qc=0, Th=30 °C
Q máx.	51,4 W	$\Delta T=0$ °C, Th=30 °C
Tr	Desde -50 hasta 100 °C	
Dimensiones	40 x 40 mm	

Especificaciones de una celda Peltier TEC-1276



Energía consumida por el dispositivo

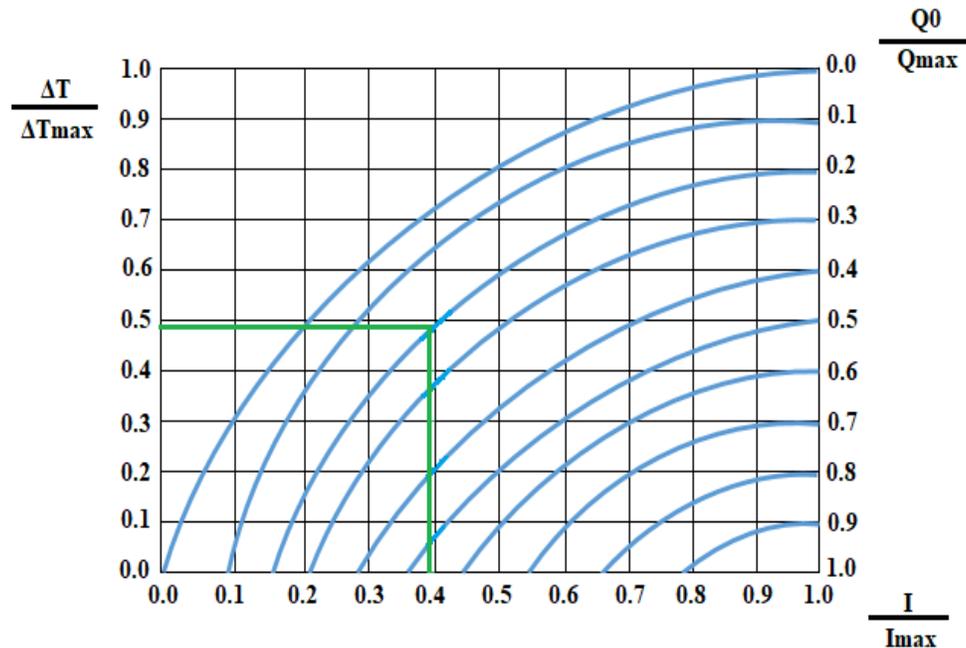


Fig. 4. Curvas universales de rendimiento.

Parámetro	Valor	Unidades
ΔT_{max}	67	°C
ΔT	33	°C
Q_{max}	51.4	W
Q_0	10.7	W
I_{max}	6	A
I	2.4	A

Parámetros para encontrar el valor de la Intensidad de Corriente.

La Potencia Eléctrica requerida por el sistema de refrigeración se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = V * I$$

Donde:

P =Potencia eléctrica [W]

V =Voltaje máximo [V]

I = Intensidad de corriente [A]

Elección del panel fotovoltaico

Se propone un panel solar comercial liviano y flexible para una instalación rápida y fácil, con diseño plegable.

Parámetro	Valor	Unidades
Potencia eléctrica	80	W
Corriente de funcionamiento óptimo	4.44	A
Voltaje de operación óptimo	18.9	V
Eficiencia	25 %	Adimensional
Peso	1.8	Kg
Largo	0.65	m
Ancho	0.61	m
Área	0.4	m ²



Resultados

Energía Eléctrica requerida por el sistema de refrigeración

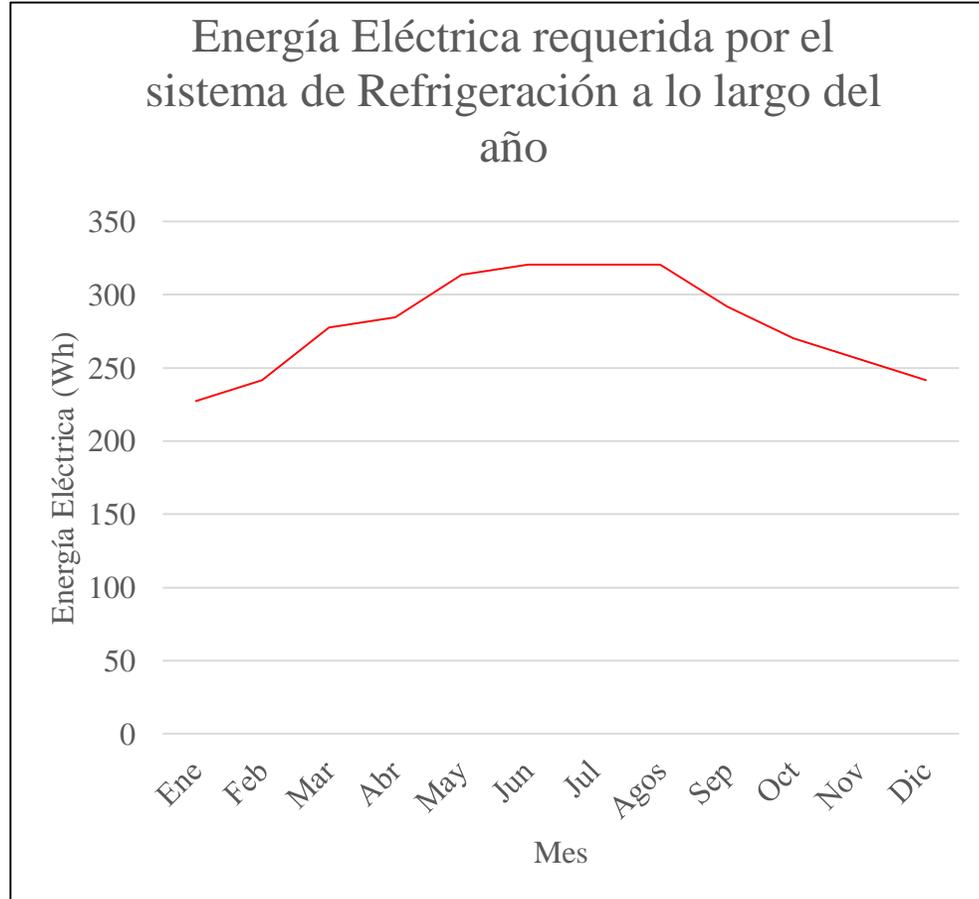


Gráfico 5 Energía eléctrica requerida a lo largo del año.
Fuente: Elaboración propia

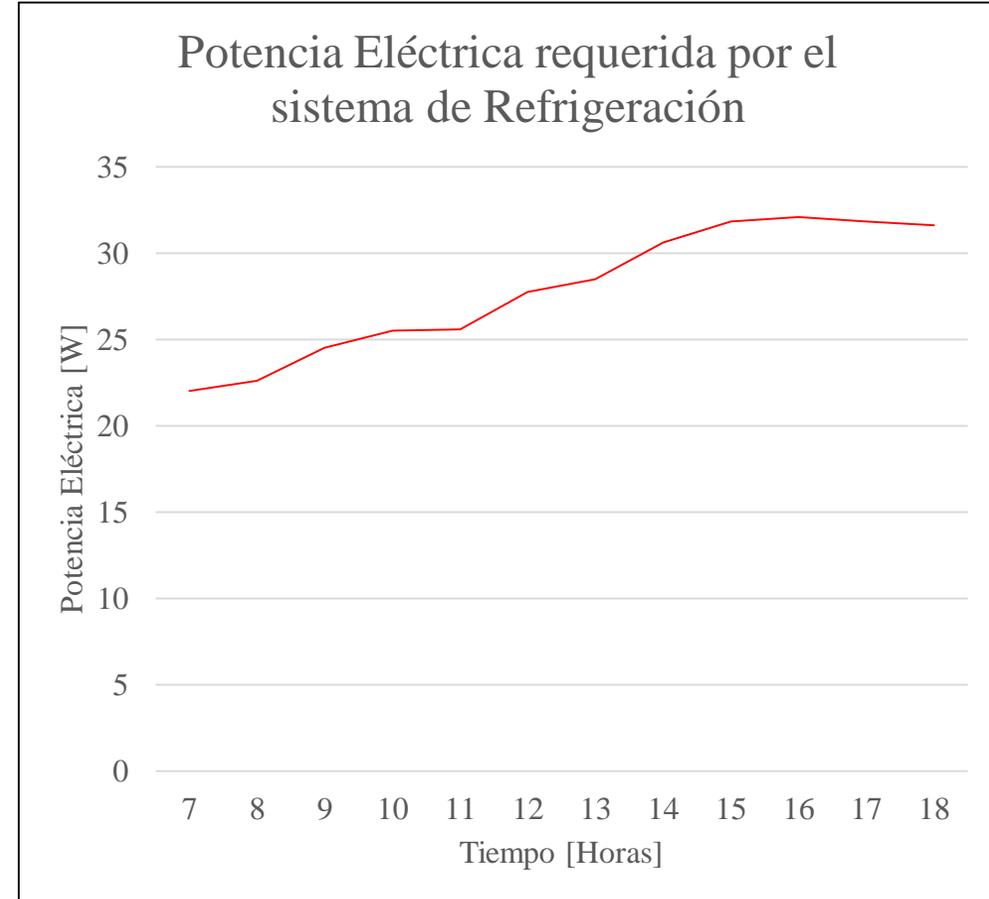


Gráfico 6 Potencia Eléctrica requerida de forma horaria a lo largo del día.
Fuente: Elaboración propia

Energía Eléctrica suministrada por el panel fotovoltaico

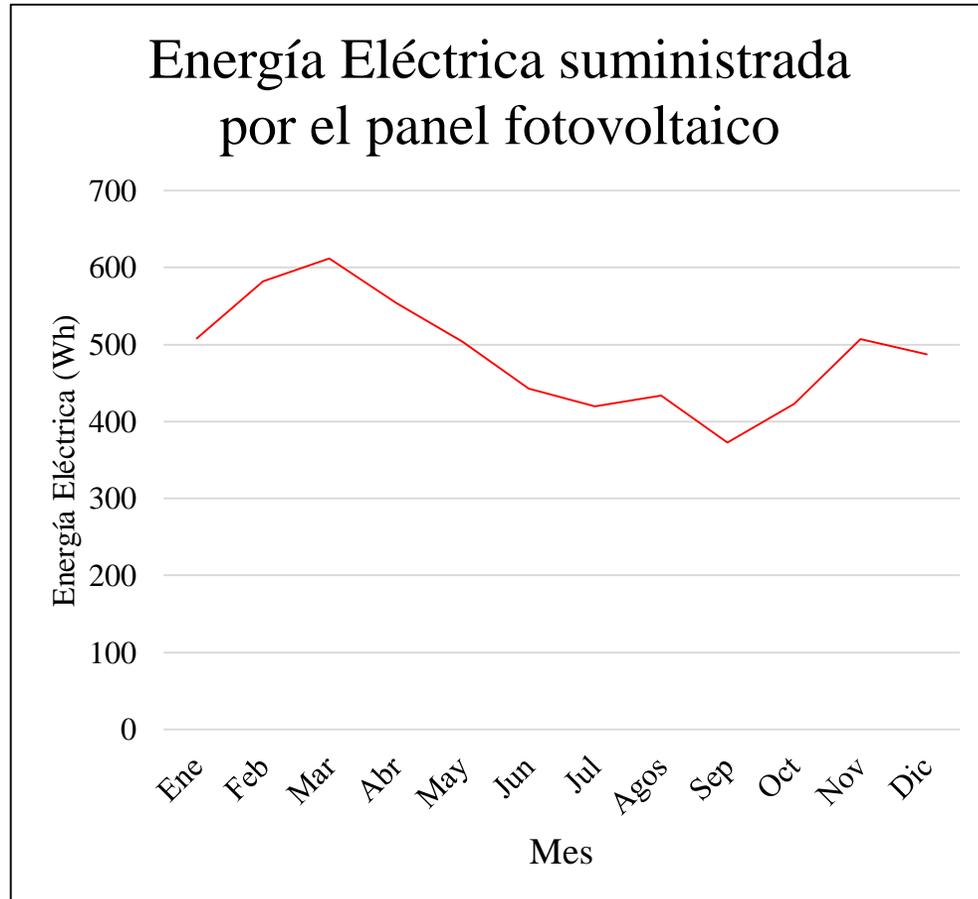


Gráfico 7 Energía Eléctrica suministrada a lo largo del año.
Fuente: Elaboración propia

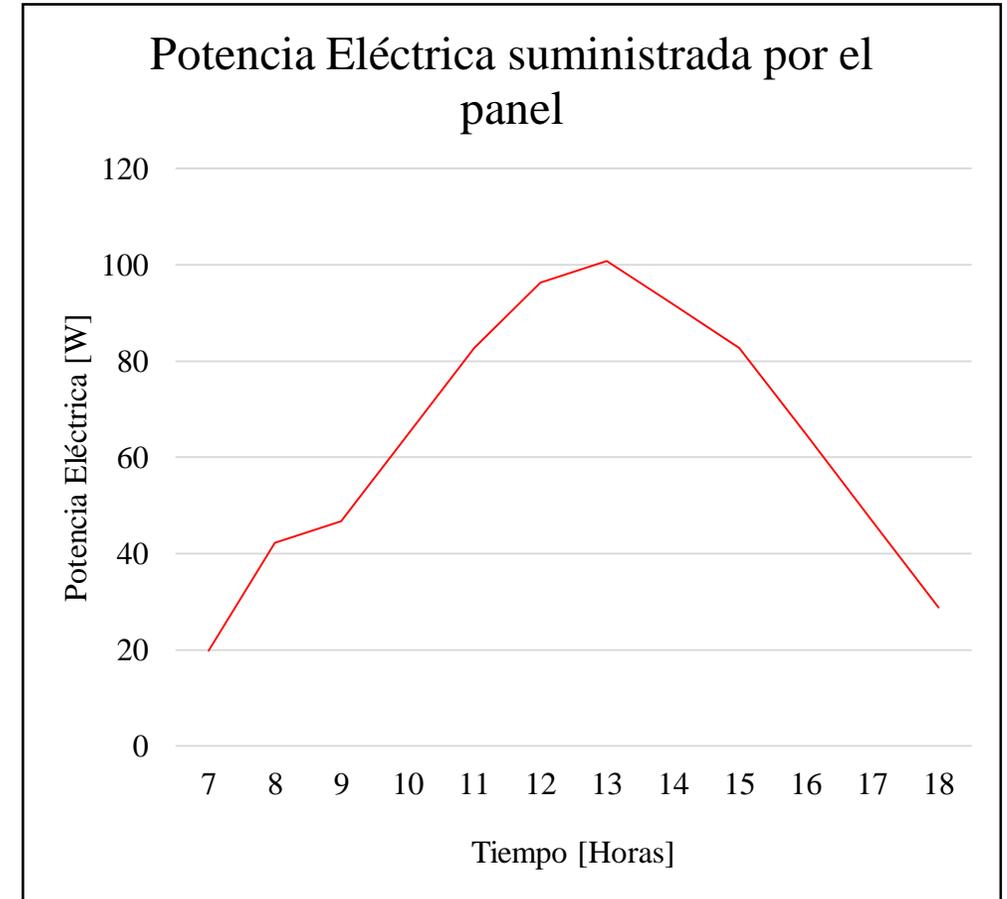


Gráfico 8 Potencia Eléctrica suministrada por el panel.
Fuente: Elaboración propia

Evaluación Energética del Sistema

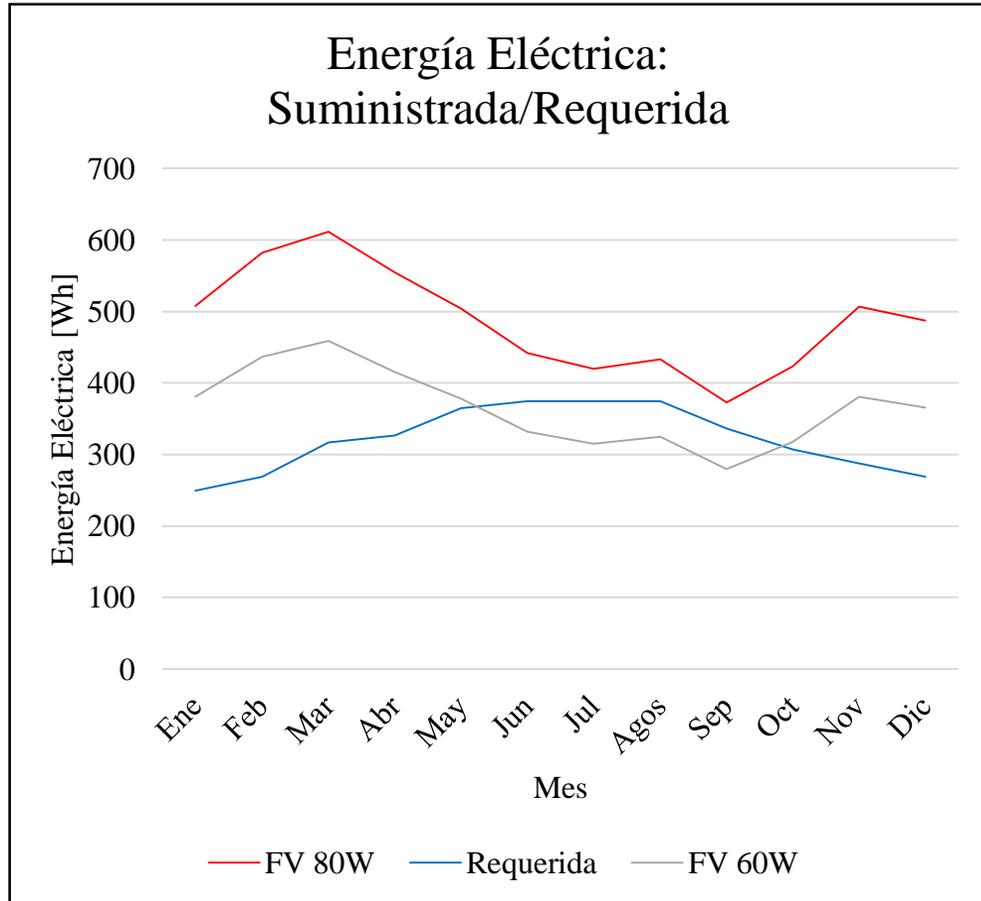


Gráfico 9 Gráfica comparativa de la Energía Eléctrica.
Fuente: Elaboración propia

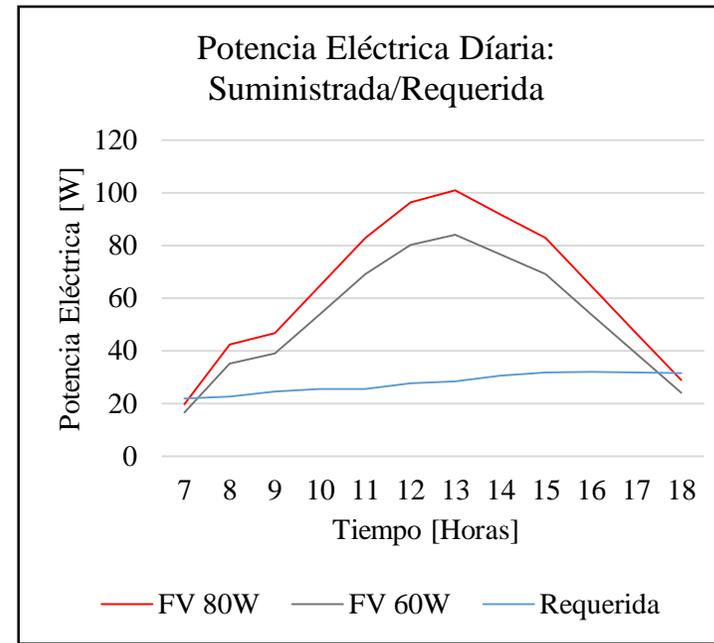


Gráfico 10 Gráfica comparativa de la Potencia Eléctrica para un día de marzo.
Fuente: Elaboración propia

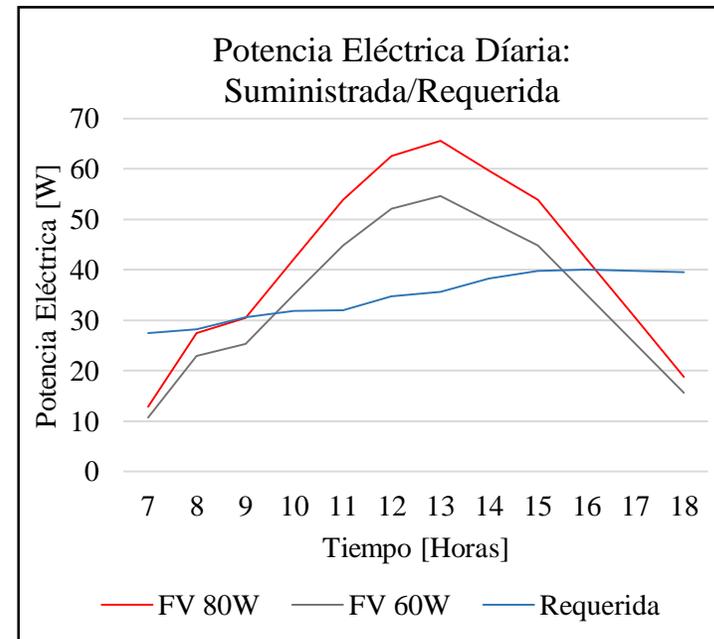
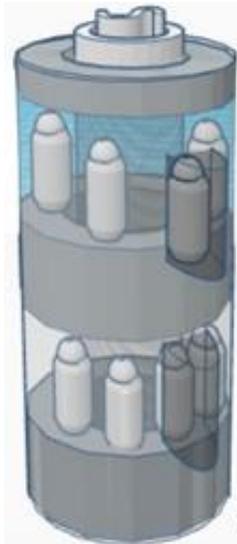


Gráfico 11 Gráfica comparativa de la potencia eléctrica para un día de julio.
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El diseño permite reducir las cargas térmicas generadas por transmisión de paredes y por infiltraciones de aire exterior. Lo anterior se consigue reduciendo al mínimo el área superficial.



El dispensador de vacunas cuenta con dos niveles de 5 vacunas cada uno. Estos niveles se pueden girar para extraer una sola vacuna sin tener que abrir por completo el contenedor y generar infiltraciones del exterior.

A si mismo de la evaluación energética tenemos que con un panel de 80 W se cubre por completo y de sobra la demanda de energía eléctrica para todas las condiciones de operación.



Cabe mencionar que el sistema no requiere de baterías de almacenamiento durante la operación con un panel de 80 W, pues satisface el requerimiento del sistema en tiempo real.



Mientras que con un panel de 60 W, que reduce peso del sistema y costos de inversión, se satisfacen casi todas las condiciones de operación, excepto para los meses de junio, julio y agosto que es cuando mayor carga térmica debe ser extraída.



Referencias

- ABB. (2009). Best-Practice Guide. Pharmaceutical-Chain Temperature Control and Recording. Cambridgeshire, UK. Recuperado de: <https://library.e.abb.com/public/b0c7522c15decafcc125766d0055530f/Best%20Use%20Guide.pdf>
- BOHN. (2005). Manual de ingeniería. México. Recuperado de: www.bohn.com.mx
- Diebel, J. (2019). Weather Spark. Minneapolis, Minnesota. Recuperado de: es.weatherspark.com/
- Godoy Vaca, L. F. (2016). Diseño, construcción y evaluación energética de una cámara con celdas Peltier (efecto termoeléctrico) para refrigeración de vacunas. 130 hojas. Quito EPN.
- HVACR. (2012). Carga térmica. México. Recuperado de: www.mundohvacr.com.mx/2012/06/carga-termica/
- Incropera, F. (1999). Fundamentos de transferencia de calor. México, Prentice Hall.
- Meerstetter Engineering. (2016). TEC/Peltier Element Design Guide. Rubigen, Suiza. Recuperado de: www.meerstetter.ch/compendium/tec-peltier-element-design-guide
- Nasa Power. (2019). Prediction Of Worldwide Energy Resource. Recuperado de: power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/
- OMS. (2019). Vacunas. *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de: www.who.int/topics/vaccines/es/
- Solar fotovoltaica. (2002). Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica. 1º Edición, 6-7
- S&P. (s.f.). Hojas técnicas: Leyes de los ventiladores. Barcelona, España. Recuperado de: www.solerpalau.com/es-es/hojas-tecnicas-leyes-de-los-ventiladores/
- Villarrubia, M. (2001). La refrigeración termoeléctrica. Montajes e instalaciones: Revista técnica sobre la construcción e ingeniería de las instalaciones. 31(346), 65-72.
- Winder, E., Ellis, A. & Lisensky, G. (s.f.). Thermoelectric Devices: Solid-State Refrigerators and Electrical Generators in the Classroom. Wisconsin, EE.UU. Recuperado de: <http://www.intalek.com/Index/Projects/Research/ThermoelectricDevices.PDF>



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)