



Title: Energy analysis at an ice factory in the city of San Francisco de Campeche, Mexico

Authors: CHAN-GONZALEZ, Jorge J., SALAZAR-TORRES, Miguel, LANZ-GUTIÉRREZ DE
VELASCO, Víctor and LEZAMA-ZÁRRAGA, Francisco

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2022-01
BCIERMMI Classification (2022): 261022-0001

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



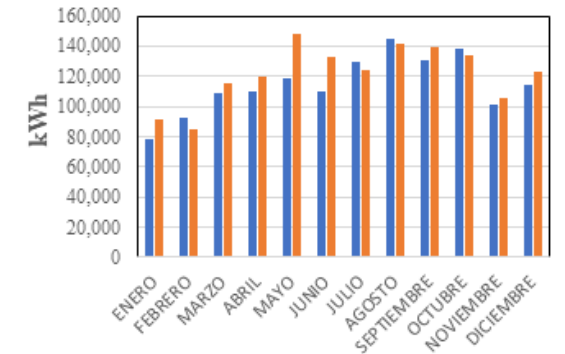
ECORFAN®

Contenido

- Introducción.
- Descripción del Sistema.
- Metodología.
- Resultados.
- Conclusiones y Recomendaciones.
- Referencias.
- Agradacimientos

Introducción

- Estudio de eficiencia energética, en una fábrica de hielo en la ciudad de San Francisco de Campeche, México
- Se realizó levantamiento de cargas: conocer la potencia instalada y el tiempo de trabajo de cada equipo, un consumo promedio mensual y relacionarlo con el consumo total de la fábrica.
- Con Analizador trifásico de energía y calidad de la energía eléctrica (Fluke 434-II/435-II/437-II), se obtuvo el funcionamiento del sistema de alimentación eléctrica de cada transformador.
- Se determinó del impacto económico de los equipos eléctricos en cada periodo de facturación para disminuir el consumo de energía sin comprometer la producción.



Descripción de la fábrica de hielo.

La fábrica tiene una producción de 504 barras de hielo blanco, trabajando los 7 días de la semana 24 horas al día.

Trabaja 24 horas, produce 168 barras por turno; el tiempo de congelamiento del hielo blanco es de 18 horas. La producción diaria es de 504 barras. Mensualmente la producción es de 15,120 unidades.

Tienen una máquina de tubos de hielo que produce 168 bolsas hielo en tubos; opera 7 días de la semana 24 horas al día. Se producen 1,680 bolsas por turno y al día 5,040. Mensualmente la producción es de 151,200 unidades.



Metodología, Lezama et al (2018)

1. **PLANEACIÓN.** Programa de visitas.
2. **INVESTIGACIÓN IN SITU.** Inspección calendarizada.
3. **RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.** Levantamiento físico de instalaciones, censo de carga (kW instalados).
4. **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.** Analizar la información recopilada.
5. **DEFINIR LAS PROPUESTAS DE MEJORA.** Optimización de procesos internos a través del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.
6. **INFORME FINAL.** Realizar la Memoria Técnica Descriptiva del diagnóstico energético con las propuestas de ahorro y uso eficiente de la energía.

Resultados

Se instaló un equipo analizador de la calidad de la energía y potencia eléctrica, trifásica marca FLUKE, modelo 430 Serie II.



Con el análisis de la eficiencia energética, se conocieron los parámetros eléctricos de la Planta.

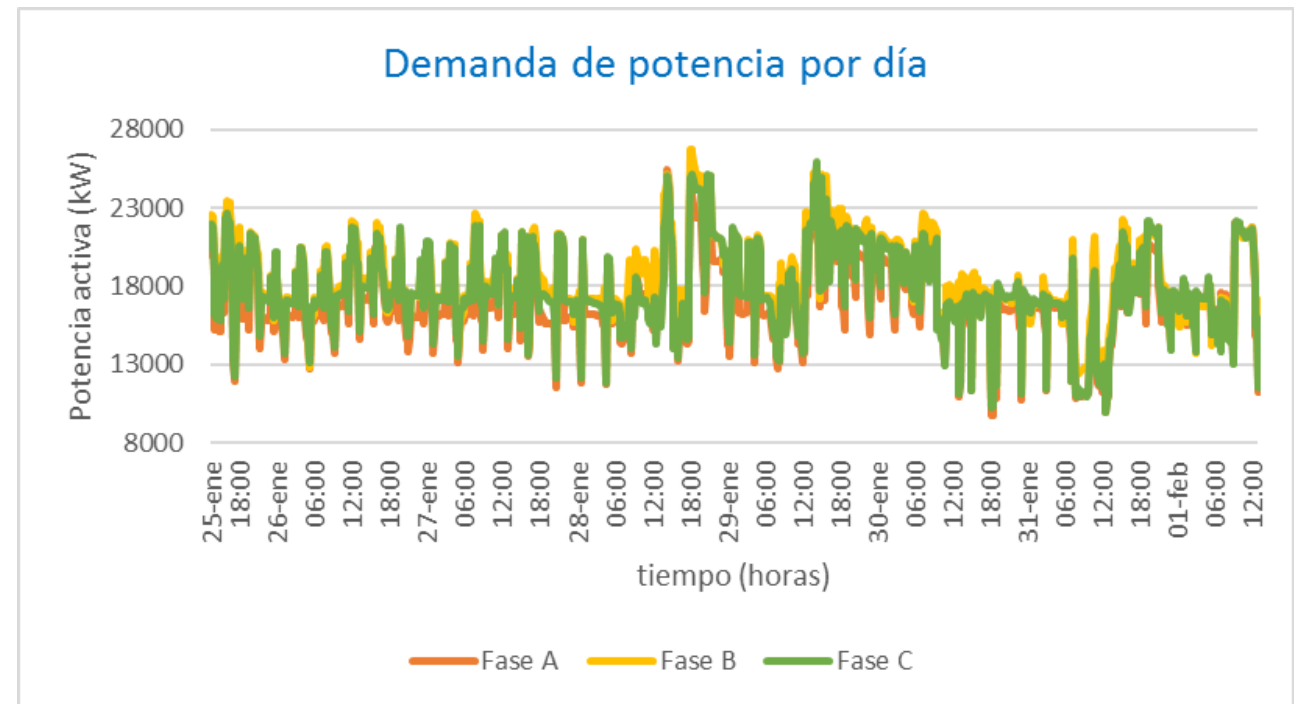


Tabla 2. Comparativo de consumo eléctrico (kWh) semestral, Primer Semestre (2018 – 2019). *Elaboración propia.*

PRIMER SEMESTRE			
Meses	2018	2019	Diferencia
Enero	78,360	90,912	12,552
Febrero	92,712	84,864	7,848
Marzo	108,888	115,248	6,360
Abril	109,392	119,976	10,584
Mayo	118,200	148,296	30,096
Junio	110,208	133,224	23,016

Tabla 3. Comparativo de consumo eléctrico (kWh) semestral Segundo Semestre (2018 – 2019). *Elaboración propia.*

SEGUNDO SEMESTRE			
Meses	2018	2019	Diferencia
Julio	130,032	124,152	5,880
Agosto	144,888	141,168	3,720
Septiembre	130,800	138,888	8,088
Octubre	137,736	134,112	3,624
Noviembre	101,328	105,384	4,056
Diciembre	114,576	123,048	8,472

Tabla 4. Promedio de consumo eléctrico semestral en 2018 y 2019 kWh. *Elaboración propia.*

Primer Semestre		Segundo Semestre	
2018	2019	2018	2019
102,960	115,420	126,560	127,792

Consumos históricos de la fábrica

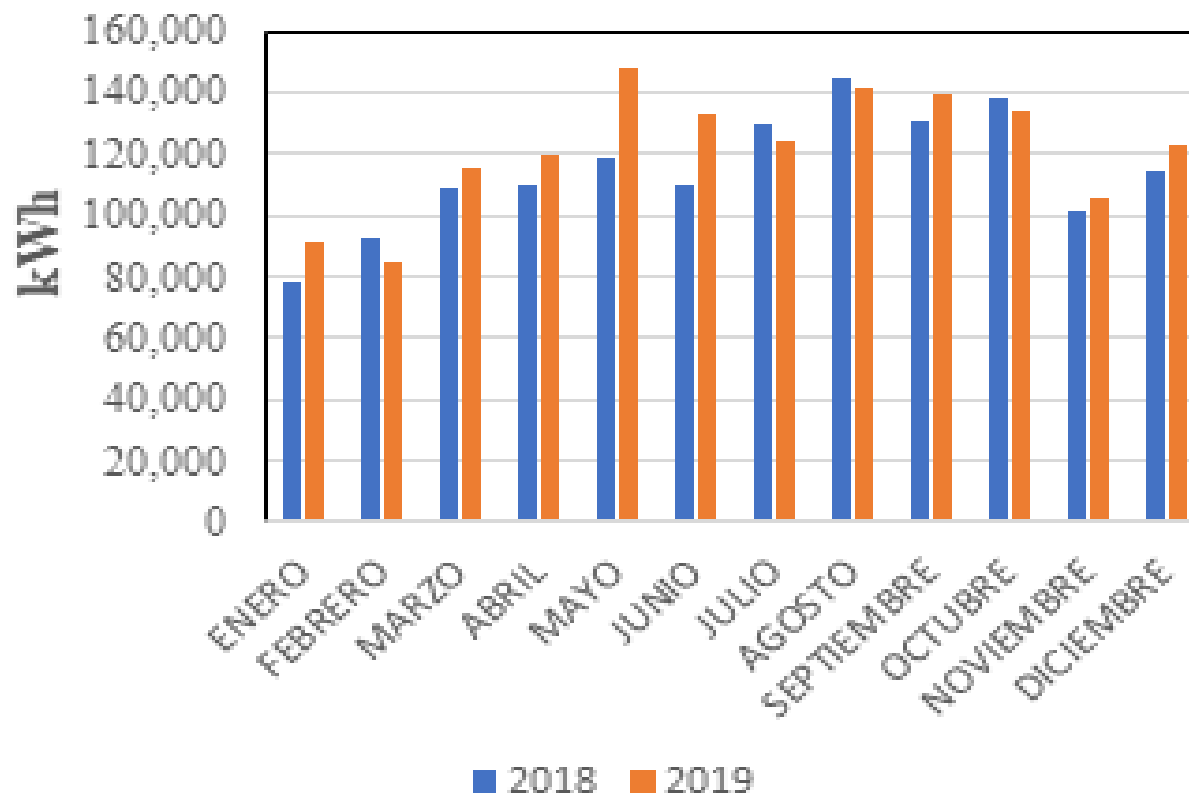


Figura1. Gráfica del consumo de energía (kWh) en la fábrica de Hielo en San Francisco de Campeche, Campeche, México. *Elaboración propia.*

Desglose de la demanda y consumos históricos de energía en la fábrica de hielo.

Tabla 8. Datos de la Demanda de Energía (KW) en la Facturación 2019. *Elaboración propia.*

Mes	Demanda máxima (kW)				
	Base	Inter	Punta	Facturable	F. P
ene	147	151	146	151	0.81
feb	145	157	148	157	0.82
mar	233	242	150	242	0.82
abr	240	250	149	250	0.83
may	244	253	251	253	0.83
jun	243	256	247	256	0.83
jul	249	252	157	252	0.84
ago	246	255	248	255	0.88
sep	248	254	245	254	0.89
oct	238	250	244	250	0.91
nov	243	250	241	250	0.91
dic	239	246	244	246	0.91

Tabla 9. Datos de Consumo de Energía (Kwh) en la Facturación 2019. *Elaboración propia.*

Mes	Consumo de energía (kWh)				Facturación
	Base	Inter	Punta	Facturable	Pesos
ene	30,072	48,888	11,952	90,912	\$273,521
feb	28,824	45,360	10,680	84,864	\$258,576
mar	40,680	62,664	11,904	115,248	\$333,018
abr	39,432	73,104	7,440	119,976	\$340,936
may	49,872	90,384	8,040	148,296	\$451,604
jun	45,720	80,232	7,272	133,224	\$420,406
jul	42,072	75,984	6,096	124,152	\$358,611
ago	46,512	86,688	7,968	141,168	\$428,042
sep	51,312	79,968	7,608	138,888	\$400,050
oct	41,112	82,776	10,224	134,112	\$388,584
nov	35,304	56,664	13,416	105,384	\$329,043
dic	40,680	65,808	16,560	123,048	\$365,174

Demanda y consumos de energía por cada mes de facturación para la fábrica de hielo. *Elaboración propia.*

Tarifa para Gran Demanda Media Tensión Horaria (GDMTH, desglosadas en base, intermedia y punta) aplicables para la región peninsular (península de Yucatán).

Tabla 10. Tarifa eléctrica (GDMTH) aplicable en la región Peninsular, promedio anual durante el tiempo de estudio.
Elaboración propia.

Tarifa	Descripción	Horario	Cargo	Unidad	Promedio
GDMTH	Gran Demanda en media tensión horaria	-	Fijo	\$/mes	512.44
		Base	Variable (Energía)	\$/kWh	1.0993
		Intermedia	Variable (Energía)	\$/kWh	1.8456
		Punta	Variable (Energía)	\$/kWh	2.0585
		-	Distribución	\$/kW	87.62
		-	Capacidad	\$/kW	346.75

Análisis de consumo por área de producción.

Tabla 11. Consumos y costos de energía, en cada área de producción acorde al tiempo de trabajo de la fábrica de hielo.
Elaboración propia.

Área	kWh/día	kWh/mes	Costo
Hielo en barras	2,135.57	64,921.27	\$ 104,011.87
Ósmosis	68.33	2,077.32	\$ 9,739.49
Tanques de agua	20.24	615.42	\$ 1,978.44
Tubos de hielo	2,114.90	64,293.08	\$ 98,726.47
Tubos barras de hielo respaldo	3.96	120.38	\$ 1,778.01
Cuartos fríos	1,341.72	40,788.29	\$ 65,562.84
Oficinas	61.38	1,866.01	\$ 4,766.66
Taller mantenimiento	34.02	1,034.21	\$ 5,297.20
Muelles de carga	63.62	1,933.93	\$ 12,025.92
Total	5,843.75	177,649.90	\$ 303,886.91



Los tres conceptos resaltados representan el 88.3% del costo total de producción en la fábrica de hielo

Resultados

Al establecerse estrategias en el cambio de hábitos de consumo de energía eléctrica se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Capacitación y conocimiento del personal operativo en la estructura tarifaria de Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Involucramiento del personal administrativo y operativo para conocer todas las etapas del proceso sobre todo para la toma de decisiones en conjunto.
- Crecimiento exponencial de la cultura del ahorro en toda la organización.
- Disminución del consumo en el horario punta.
- Disminución de la demanda facturable.
- Disminución del 20 al 30% en el importe de su facturación total.

Conclusiones y recomendaciones

- ✓ Se presenta un estudio de eficiencia energética a las instalaciones de una fábrica de hielo instalada en la ciudad de San Francisco de Campeche, Campeche con la propuesta de disminuir su consumo energético (eléctrico)
- ✓ Se empleó una metodología que incluye la determinación del consumo histórico de energía eléctrica de al menos dos años, el levantamiento de cargas eléctricas existentes, obtención de datos de facturación eléctrica en los años de estudio.
- ✓ Análisis de energía eléctrica mediante tarifas promedio aplicables a los años de estudio, empleando costos horarios; análisis de consumo por área de producción, instalación de bancos de capacitores para corrección de factor de potencia y colocación de aislamiento térmico a equipo crítico de refrigeración.

Conclusiones y recomendaciones

- ✓ Se realizó el levantamiento de cargas para conocer la potencia instalada y el tiempo de trabajo de cada equipo; así como, un consumo promedio mensual y relacionarlo con el consumo total de energía de la fábrica.
- ✓ Por medio del Analizador trifásico de energía y calidad de la energía eléctrica (Fluke 434-II/435-II/437-II), se obtuvo el funcionamiento del sistema de alimentación eléctrica de cada transformador y de todo el sistema eléctrico; así como el comportamiento y las variables requeridas para calcular el banco de capacitores (15 kVAR) para un transformador de 112 KVA.
- ✓ Se determinó del impacto económico de los equipos eléctricos en cada periodo de facturación para disminuir el consumo de energía sin comprometer la producción.

Conclusiones y recomendaciones

- ✓ Se comprobó que es más económico operar con una fabricadora de hielo de 30 toneladas de capacidad que con una de 20 toneladas. La máquina 30 toneladas, a pesar de consumir más energía eléctrica, su costo de energía al mes es menor en comparación de la máquina de 20 toneladas, en una diferencia de \$9,210.25 mensuales. La diferencia real entre el funcionamiento de una máquina y otra, es de \$16,464.37 mensuales por la forma como factura CFE.
- ✓ La colocación de aislamiento térmico en el enfriador inundado de la fábrica permitió conservar la energía calorífica del refrigerante en el sistema. Con el sistema aislado se ve reflejado la disminución del consumo energético en un 56%.

Referencias

- Benito, P. I. (2022). *Tesis doctoral*. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Pibenito/BENITO__Patricia_Ines_Tesis.pdf
- Castillo, F. S. del C.-D. S. del. (2014). *Control de refrigeración* (UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia (ed.); Digital 20). UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- CFE. (2022). *Tarifas eléctricas industriales*. https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_industria.asp
- Chatellier Lorentzen, D. M. P., & McNeil, M. A. (2020). Electricity demand of non-residential buildings in Mexico. *Sustainable Cities and Society*, 59(April), 102165. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102165>
- Energía, C. R. de. (2016, April). Código de red para la república mexicana. *Código de Red Para La República Mexicana*, 179. [https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MARCOREGULATORIO/SENyMEM/\(DOF 2016-04-08 CRE\) RES-151-2016 DACG Código de Red.pdf](https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MARCOREGULATORIO/SENyMEM/(DOF 2016-04-08 CRE) RES-151-2016 DACG Código de Red.pdf)
- HOLMAN, J. P. (2002). *HEAT TRANSFER* (MCGRAW-HILL (ed.); 9TH ed.). ELIZABETH A. JONES.
- HP Díaz-Hernández, EV. Macías-Melo, KM. Aguilar Castro, I. Henández Pérez, J. Xamán, J. Serrano-Arellano, L. L.-M. (2019). *Estudio experimental de un intercambiador de calor tierra-aire (EAHE) para condiciones climáticas cálidas y húmedas*.
- INEGI. (2022). *INEGI*. Página WEB. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>
- Levy, R. R. (2020). *Instalaciones eléctricas industriales* (J. S. E.- Universitas (ed.); 2018th ed.). Jorge Sarmiento Editor - Universitas.
- NREL. (2022). *NREL*. 2022. <https://www.nrel.gov/gis/assets/images/nsrdb-v3-dni-2018-01.jpg>
- Osorio, M. C. R. (2013). *Manual de auditorías energéticas en comunidades de regantes* (ECU (ed.)).
- Sandoya Mendoza, H. F. (2022). *Desempeño del hormigón presforzado fabricado con hormigón preenfriado con hielo , y bajo temperaturas climáticas elevadas*.
- Sierra, C. G. (2019). *Refrigeración industrial* (C. Pina (ed.)).
- Víctor-Lanz, G. V. (2020). *Auditorías Energéticas a las Instalaciones de la Universidad Autónoma de Campeche*.



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)