

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Evaluación económica de proyectos para reducción de consumo de
energía eléctrica en una línea de producción de rafia en una
empresa productora de sacos industriales

Trabajo de graduación presentado por Natalia Taracena Monzón
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química

Guatemala,

2019

Evaluación económica de proyectos para reducción de consumo de energía eléctrica en una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



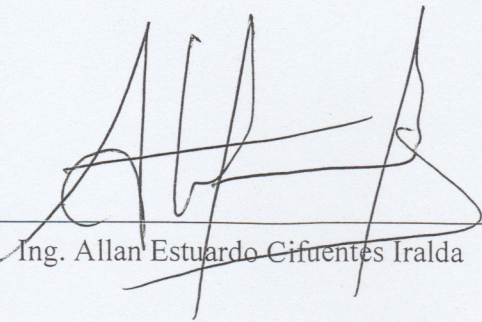
Evaluación económica de proyectos para reducción de consumo de
energía eléctrica en una línea de producción de rafia en una
empresa productora de sacos industriales

Trabajo de graduación presentado por Natalia Taracena Monzón
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química

Guatemala,

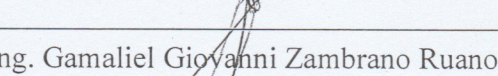
2019

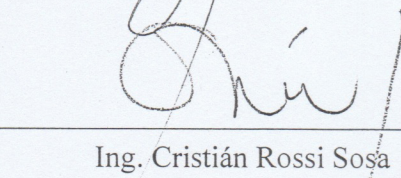
Vo. Bo. :

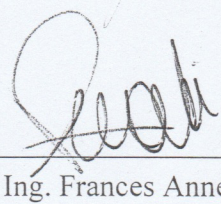
(f) 
Ing. Allan Estuardo Cifuentes Iralda

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Allan Estuardo Cifuentes Iralda

(f) 
Ing. Gamaliel Giovanni Zambrano Ruano

(f) 
Ing. Cristián Rossi Sosa

(f) 
Ing. Frances Annette Recari Fernández

Fecha de aprobación: Guatemala 07 de noviembre del 2019

CONTENIDO

LISTADO DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTADO DE ECUACIONES	xv
RESUMEN	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
A. General	3
B. Específicos.....	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. MARCO TEÓRICO.....	7
A. Producción de rafia.....	7
B. Propuestas de mejora.....	7
C. Mercado SPOT	10
D. Análisis económico	13
E. Análisis de costo/beneficio.....	14
F. Diagrama de Pareto	17
V. ANTECEDENTES.....	19
VI. METODOLOGÍA	21
VII. RESULTADOS	25
A. Modelo de evaluación económica	25
VIII. ANÁLISIS DE RESULTADO.....	29
IX. CONCLUSIONES.....	35
X. RECOMENDACIONES	37
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	39
XII. ANEXOS.....	41
A. Cálculos de muestra.....	41
XIII. GLOSARIO.....	71

LISTADO DE CUADROS

TABLA 1. INVERSIÓN, COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS 3 PROPUESTAS DE MEJORA EVALUADAS ECONÓMICAMENTE.....	25
TABLA 2. COSTO Y CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL MATERIAL AISLANTE ACTUAL Y PROPUESTO PARA COMPARACIÓN DE DIFERENTES ESCENARIOS.....	25
TABLA 3. FLUJO NETO DE EFECTIVO DURANTE EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL MOTOR PROPUESTO PARA OBTENCIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS	25
TABLA 4. FLUJO NETO DE EFECTIVO DURANTE EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL MATERIAL PROPUESTO EN LOS EQUIPOS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE RAFIA ESTUDIADA	26
TABLA 5. FLUJO NETO DE EFECTIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES COMO FUENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA	26
TABLA 6. ANÁLISIS DE RETORNO DE LA INVERSIÓN DE LAS 3 PROPUESTAS DE MEJORA EVALUADAS ECONÓMICAMENTE.....	27
TABLA 7. ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO Y PUNTO DE EQUILIBRIO DE LAS 3 PROPUESTAS DE MEJORA EVALUADAS ECONÓMICAMENTE	27
TABLA 8. CUANTIFICACIÓN DE LA DIFERENCIA DE EFICIENCIA NOMINAL Y ACTUAL DEL MOTOR.....	41
TABLA 9. BENEFICIO ANUAL CON MOTOR DE MAYOR EFICIENCIA.....	41
TABLA 10. PANELES SOLARES SEGÚN ÁREA DISPONIBLE	41
TABLA 11. ANÁLISIS DE ABRIL.....	46
TABLA 12. ANÁLISIS DE MAYO	47
TABLA 13. ANÁLISIS DE DICIEMBRE.....	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: SUBSECTOR ELÉCTRICO.....	12
FIGURA 2. MERCADO ELÉCTRICO.....	13
FIGURA 3. SISTEMAS DE GENERACIÓN	13
FIGURA 4. FICHA TÉCNICA DE AISLANTE DE POLIETILENO	49
FIGURA 5. FICHA TÉCNICA NEOPRENO	50
FIGURA 6. COTIZACIÓN MOTOR REGAL 200 HP.....	51
FIGURA 7. HOJA TÉCNICA MOTOR REGAL 1	52
FIGURA 8. HOJA TÉCNICA MOTOR REGAL 2	53
FIGURA 9. HOJA TÉCNICA MOTOR REGAL 3	54
FIGURA 10. HOJA TÉCNICA MOTOR REGAL 4	55
FIGURA 11. HOJA TÉCNICA MOTOR REGAL 5	56
FIGURA 12. HOJA TÉCNICA MOTOR REGAL 6	57
FIGURA 13. COTIZACIÓN MOTOR WEG.....	58
FIGURA 14. COTIZACIÓN AISLANTE DE POLIETILENO	59
FIGURA 15. COTIZACIÓN MOTOR ACTUAL DE EXTRUSORA STAREX 8	60
FIGURA 16. COTIZACIÓN PANELES (SOLAR GUAT)	60
FIGURA 17. DESCRIPCIÓN KIT PANELES (EOS POWER)	61
FIGURA 18. CUADRO EXTRAÍDO DE COTIZACIÓN POR PROVEEDOR 1	62
FIGURA 19. INFLACIÓN TOTAL PARA EL AÑO 2019.....	62
FIGURA 20. DESGASTE DE AISLANTE EN ENFRIADOR (PE)	63
FIGURA 21. TUBERÍA CON AISLANTE PE	64
FIGURA 22. AISLANTE PARA INTERCAMBIADOR DE CONCHA Y TUBOS.....	65
FIGURA 23. TEMPERATURA A LA QUE SE TRANSPORTA EL LÍQUIDO	66
FIGURA 24. DATOS DE PLACA DEL MOTOR DE LA EXTRUSORA STAREX 8	67
FIGURA 25. TEMPERATURA A LA QUE TRABAJA EL MOTOR DE LA EXTRUSORA STAREX 8	68
FIGURA 26. TEMPERATURA A LA QUE TRABAJA EL MOTOR DE RODILLOS CALIENTES LENZE.....	69
FIGURA 27. HORAS PROMEDIO DE SOL EN GUATEMALA	70

LISTADO DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. BENEFICIO/COSTO MODIFICADA.....	15
ECUACIÓN 2. FLUJO NETO DE EFECTIVO.....	16
ECUACIÓN 3. ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN CON FLUJO NETO DE EFECTIVO VARIANTE ANUALMENTE	16
ECUACIÓN 4. ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN, SIN TASA DE RENDIMIENTO PARA FLUJO NETO DE EFECTIVO CONSTANTE ANUAL	16
ECUACIÓN 5. VALOR PRESENTE NETO.....	16
ECUACIÓN 6. VALOR ACTUAL NETO.....	17

RESUMEN

Este módulo evalúa tres distintos enfoques para la reducción de los costos de energía eléctrica: reducción de consumo de energía eléctrica, reducción de pérdidas de energía térmica e implementación de energía solar. El primer enfoque, tiene como propósito evaluar si es posible la reducción del consumo de energía eléctrica cambiando el motor de la línea de producción a uno con mayor eficiencia. La viabilidad de esta alternativa se logra determinar con un análisis económico, con base a la inversión inicial de Q83,790.00, obteniendo con el flujo de caja un Valor Actual Neto de Q391,749.14, una Tasa Interna de Retorno de 72% y un tiempo de recuperación de inversión de 4.6 años. Junto con un análisis costo-beneficio en donde se obtiene una relación de 1.12 y un punto de equilibrio de 1.08 años. La propuesta de implementación es económicamente viable y se recomienda evaluar el cambio de motor, por el propuesto de mayor eficiencia.

El segundo enfoque, tiene como propósito evaluar si es posible la reducción del consumo de energía eléctrica en la línea de producción de rafia por pérdidas de energía térmica. La viabilidad de esta alternativa se logra determinar con un análisis económico, con base a la inversión inicial de Q19,950.00, obteniendo con el flujo de caja un Valor Actual Neto de **-Q11,700.78**, una Tasa Interna de Retorno de **-16%** y un tiempo de recuperación de inversión de 8.72 años. Junto con un análisis costo-beneficio en donde se obtiene una relación de 0.21 y un punto de equilibrio de 6.07 años para el material propuesto. La propuesta de implementación no es económicamente viable y se recomienda evaluar otros materiales y líneas paralelas, para hacerlo rentable con la escala.

El tercer enfoque, tiene como propósito evaluar si es posible la reducción del consumo de energía eléctrica de la red pública, con la implementación de paneles solares como fuente de energía eléctrica. La viabilidad de esta alternativa se logra determinar con un análisis económico, con base a la inversión inicial de Q2,899,800.40, obteniendo con el flujo de caja un Valor Actual Neto de Q3,206,205.93, una Tasa Interna de Retorno de 21% y un tiempo de recuperación de inversión de 14.51 años. Junto con un análisis costo-beneficio en donde se obtiene una relación de 0.51. Considerando las políticas de la empresa, este proyecto tomará más tiempo del requerido en recuperar la inversión prevista.

I. INTRODUCCIÓN

La evaluación económica tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas relacionadas con la inversión en un proyecto antes de la implementación del mismo. La evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas. La evaluación económica de este proyecto tiene tres distintos enfoques de propuestas de mejora: energía eléctrica, energía térmica y energía solar.

La reducción de energía eléctrica, que es el principal objetivo de la evaluación, abarca los otros dos enfoques de implementación: energía térmica y energía solar. La energía eléctrica es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía térmica es la energía en forma de calor. Por último, la energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética del sol.

El análisis económico está conformado por la Tasa Interna de Retorno, el Valor Actual Neto y el período de retorno de la inversión inicial con la implementación de recubrimientos térmicos propuestos, dichos factores económicos se desarrollan por medio del flujo neto de efectivo utilizando la inversión inicial, egresos y beneficios. Conociendo el ahorro anual que se tendrá con beneficio de la realización del proyecto. Con estos factores y el soporte del análisis beneficio/costo, se puede determinar si el proyecto propuesto es viable económicamente.

Por último, para los proyectos de implementación, se realiza un análisis beneficio/costo que es una herramienta financiera que mide la relación que existe entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, tal como la creación de una nueva empresa o la implementación de mejora dentro de una planta de producción, con el fin de conocer su rentabilidad. Dentro del análisis beneficio/costo se determina el punto de equilibrio que es el tiempo en el que los costos fijos y variables se encuentran cubiertos.

En este trabajo encontrará una sección de objetivos y justificación que explican la necesidad del estudio y la problemática de la empresa, las secciones de resultados y análisis de resultados, donde se muestra la evaluación económica realizada, y las conclusiones y recomendaciones que se obtienen de la investigación. Todo soportado en los datos mostrados en la sección de Anexos, que tienen los detalles generales del trabajo efectuado.

II. OBJETIVOS

A. General

Proponer una evaluación económica con el fin de determinar si se puede obtener una reducción en los costos de energía eléctrica y pérdidas térmicas, por parte de las propuestas de mejoras en una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales

B. Específicos

1. Determinar la inversión inicial para el cambio de motores y aislantes térmicos, para reducir los costos de energía eléctrica y pérdidas térmicas, determinando el tiempo de recuperación de inversión con indicadores como el TIR y TMAR para conocer si el proyecto a ejecutar es económicamente viable.
2. Realizar un análisis costo-beneficio, de acuerdo a las propuestas de mejoras, para la evaluación del proyecto, utilizando indicadores como el punto de equilibrio.
3. Analizar la implementación de paneles solares, como fuente de energía eléctrica, para conocer si es viable realizar esta inversión, mediante un análisis económico y sus respectivos indicadores.

III. JUSTIFICACIÓN

La evaluación de reducción de los costos de energía eléctrica en la planta de producción de sacos industriales, es de interés ya que paga de electricidad mensualmente alrededor de Q1,000,000.00. El consumo mensual promedio de toda la planta es de 1,900,000.00 kWh. La línea de producción de rafia evaluada representa alrededor de 153,336.90.00 kWh promedio al mes. De estos montos y de las observaciones realizadas durante visitas a la empresa, se decidió realizar una evaluación económica de 3 distintas propuestas de mejora. Además, después de realizar visitas y entrevistas con los empleados, se observó que se podían realizar propuestas de mejora para la reducción de energía eléctrica.

Las propuestas de mejora planteadas para la reducción de costos de energía eléctrica son las siguientes: implementación de paneles solares, cambio de motores e implementación de aislantes térmicos. Las mismas se proponen con un análisis de los consumos energéticos de la línea estudiada, las opciones técnicamente conocidas y que la empresa está en disponibilidad de evaluar.

El estudio económico realizado permitió establecer la rentabilidad que los cambios puede tener y la viabilidad de evaluarlos como proyectos en la empresa. Utilizando indicadores como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el tiempo de recuperación de inversión, se establece la información necesaria para que la empresa pueda completar los estudios necesarios y plantear proyectos en todas sus líneas de producción.

IV.MARCO TEÓRICO

A. Producción de rafia

El proceso de la fabricación de rafia es uno de los más importantes en el campo de los plásticos, ya que debido a la gran aplicación de esta se han encontrado mercados potenciales como la fabricación de sacos de polipropileno que se utilizan para envasar productos comestibles, químicos, agrícolas, vegetales, etc. (Mantencio, 2017)

La extrusión de rafia es el proceso de moldeado continuo de un plástico, el cual es fundido a determinada temperatura para darle distintas formas, este proceso es realizado a altas presiones, es uno de los más usados en la industria de la transformación de los termoplásticos para la fabricación de rafia. (Mantencio, 2017)

B. Propuestas de mejora

Las propuestas de mejora son aquellas que van a ser estudiadas mediante un modelo de análisis económico, para reducir los costos de energía eléctrica y pérdidas térmicas. Van a ser comparadas, utilizando el análisis del costo-beneficio para ver su viabilidad dentro de este proyecto de implementación. (Mantencio, 2017)

1. Energía eléctrica

La energía eléctrica es la forma de energía que resulta de la diferencia de potencial entre un par de puntos. Esta diferencia permite que se establezca una corriente eléctrica, es decir, un flujo de carga que atraviesa toda la estructura de un material, entre ambos. Se conoce como conductor eléctrico al cuerpo que, al entrar en contacto con otro que está cargado de electricidad, logra transmitirla a todos los rincones de su superficie. Los conductores eléctricos poseen electrones libres que permiten el movimiento de cargas. (Barrero, 2004)

La energía eléctrica puede generarse de múltiples formas y reflejarse en un dínamo si se trata de una corriente de carácter continuo o en un alternador cuando se trate de corrientes alternas. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica o luz, la energía mecánica y la energía térmica. (Barrero, 2004)

a. Cambio de motores

Se pretende realizar el cambio de motores de la línea de producción de rafia, con el fin de reducir los costos de energía eléctrica. Seleccionándolos a partir del porcentaje de consumo que representan dentro de la misma. (Enríquez, 2005)

Motores son la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, combustibles fósiles, entre otros). Energía mecánica capaz de realizar un trabajo. (Enríquez, 2005)

Existen diferentes tipos de motores, entre ellos:

- **Motores térmicos**

Aquellos que el trabajo se obtiene a partir de energía calórica. Existen motores de combustión interna y motores de combustión externa. (Cengel, 2007)

Los motores de combustión interna, son aquellos en donde se produce una combustión del fluido del motor, que transforma su energía química en energía térmica, a partir de la cual se obtiene energía mecánica. El calor requerido para su funcionamiento viene de la energía química liberada en la combustión, absorbido por dicho fluido, el motor pone en movimiento las piezas mecánicas. El motor de ciclo Otto es un ejemplo de motores de combustión interna. (Cengel, 2007)

Los motores de combustión externa son motores térmicos donde se produce una combustión en un fluido distinto al fluido del motor. El fluido del motor alcanza un estado térmico de mayor fuerza para la transmisión de energía a través de una pared. (Cengel, 2007)

- **Motores eléctricos**

Cuando el trabajo se obtiene a partir de una corriente eléctrica. Utilizan la inducción electromagnética que produce la electricidad para producir movimiento, según sea la constitución del motor. (Enríquez, 2005)

2. **Energía solar como fuente de energía eléctrica**

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La energía contenida en el Sol es tan abundante que se considera inagotable, la cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. Además de ser una fuente de energía renovable, es una energía limpia y supone una alternativa a otros tipos de energía no renovables. (Martínez, 2010)

Es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, para aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, transformándola en energía eléctrica o térmica. (Martínez, 2010)

a. **Paneles solares**

Dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. Encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar. La energía solar fotovoltaica aprovecha el efecto fotovoltaico para generar una corriente eléctrica. La corriente que generan los paneles solares es corriente continua, que, tratada correctamente, (convirtiéndola en corriente alterna), se puede utilizar para

suministrar electricidad en instalaciones autónomas o se puede utilizar para suministrarla (venderla) directamente a la red eléctrica. (Martínez, 2010)

Pueden ser de distintos tipos dependiendo el mecanismo elegido para el aprovechamiento de la energía solar:

- Captadores solares térmicos
- Módulos fotovoltaicos
- Sin ningún elemento externo

Los paneles solares fotovoltaicos constan de multitud de celdas, llamadas células fotovoltaicas, que convierten la radiación solar en electricidad. Se genera electricidad debido al efecto fotovoltaico que provoca la energía solar (fotones), generando cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos de distinto tipo, lo que genera un campo eléctrico que produce corriente eléctrica. (Martínez, 2010)

3. Energía térmica

La energía térmica es la parte de la energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se incrementa o disminuye por transferencia de energía, en forma de calor o trabajo, en procesos termodinámicos. La energía térmica es liberada en forma de calor, pasa de un cuerpo más caliente a otro que presenta una temperatura menor. Puede ser transformada tanto en energía eléctrica como en energía mecánica. (Cengel, 2007)

La transferencia de energía térmica puede darse por tres diferentes mecanismos:

- Conducción, la transmisión de energía en forma de calor desde una parte de un cuerpo a otra del mismo cuerpo.
- Convección, es la transmisión de calor desde un punto a otro dentro de un fluido, un gas o líquido, mediante la mezcla de una porción del fluido con otra. En la convección natural, el movimiento del fluido se debe totalmente a diferencias de densidad como resultado de diferencias de temperatura. En la convección forzada, el movimiento se produce por medios mecánicos.
- Radiación, es la transmisión de energía térmica desde un cuerpo a otro, que no se encuentra en contacto con él, por medio del movimiento de ondas a través del espacio. (Cengel, 2007)

a. Pérdidas térmicas

1) Materiales de aislamiento térmico

Los aislantes térmicos son materiales específicamente diseñados para reducir el flujo de calor limitando la conducción, convección o ambos. Reducen, resisten o impiden completamente el paso de alguna clase de energía como, por ejemplo: calor o electricidad. Protegen a los alimentos, flujos, entre otros, de condiciones y otros elementos. (Cengel, 2007)

Los materiales de aislamiento térmico se utilizan en la industria para recubrir los equipos de intercambio de energía, enfriador, y el intercambiador de concha y tubos con el objetivo de tener un aprovechamiento de energía que poseen los fluidos o materiales dentro de las plantas de producción. (Cengel, 2007)

El calor también se transfiere por convección en el interior de los huecos y por radiación entre sus paredes, con lo que la conductividad, ya no es una propiedad del material, sino que es el resultado de la combinación de mecanismos de flujo y se la podría denominar conductividad efectiva, la cual no solo cambia con la temperatura, sino que lo hace también con la presión y con las condiciones ambientales como la humedad. (Cengel, 2007)

C. Polietileno

Espuma de polietileno de celda cerrada laminada en aluminio puro en ambas caras es el aislante que utilizan actualmente en la empresa de sacos industriales, adjunto ficha técnica en anexos. (Cabello, 2019)

La espuma de polietileno se caracteriza por ser económica, hidrófuga y fácil de colocar. Con respecto a su rendimiento térmico se puede decir que es de carácter medio. Su terminación es de color blanco o aluminio. Su coeficiente de conductividad térmica es 0.036 a 0.046 W/(m·K). (Cabello, 2019)

D. Neopreno

Aislante propuesto para tubería de enfriador e intercambiador de concha y tubos. El nombre real es polímero de cloropreno o dupreno. Neopreno presenta una buena estabilidad química y mantiene flexibilidad en un amplio rango de temperaturas. Fue la primera goma sintética a escala industrial. Se vende en caucho sólido o en forma de *látex*, y se utiliza para aislamiento eléctrico, membranas elastoméricas, aparatos ortopédicos, entre otros. (Furman, 2002)

Su inercia química es útil en aplicaciones como sellantes y mangueras, o en recubrimientos resistentes a la corrosión. (Furman, 2002)

C. Mercado SPOT

El mercado spot es aquel en el que el valor del activo financiero se paga al contado (precio spot) en el momento de la entrega. Por ello, este mercado se conoce como “mercado al contado o mercado corriente”. El precio spot o precio corriente de un producto, de un bono o divisa es el precio que se pacta para diferentes

transacciones, ya sea compra o venta, de manera inmediata. Existen dos tipos de mercados spot: el mercado de divisas y el de materias primas. (AMM, 2019)

1. Mercado de divisas o “spot Forex”

Este mercado impone un período de entrega de dos días, por el tiempo que le puede tomar al banco mover el dinero. La mayoría de las transacciones en el mercado Forex de pequeños y medianos inversiones se realizan a través de las plataformas de *trading online*. Estos programas son el sistema con el que operan la mayoría de pequeños y medianos inversores en este ámbito. Es el mayor mercado financiero del mundo, negociación diaria que supera la negociación diaria conjunta de todos los mercados de bonos y acciones del mundo. Las monedas se negocian por pares. Permiten invertir al alza, comprar par de divisas, e invertir a la baja, vender par de divisas, sobre cualquier par de divisas, no existen restricciones a la venta en corto.

2. Mercado de materias primas o “mercado de energía spot”

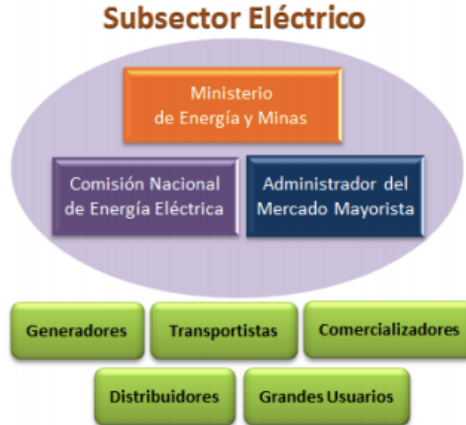
El mercado de materias primas y energía es uno de los más efectivos. Esta transacción se realiza en cuestión de minutos, negociando acuerdos y realizando pagos. Pueden ser operados de forma privada o controlados por agencias gubernamentales u organizaciones industriales. (AMM, 2019)

El sector energético en Guatemala lo conforman los subsectores eléctrico e hidrocarburos, cuyo encargado es el Ministerio de Energía y Minas (MEM). Está validado por la Ley General de Electricidad y su reglamento; que dice que el MEM es el responsable de la formulación y coordinación de las políticas, elaboración de planes de Estado y programas indicativos del subsector; así como la aplicación de la Ley para dar cumplimiento a sus obligaciones. (AMM, 2019)

La política energética cumple con el suministro de energía eléctrica en condiciones óptimas de seguridad, calidad y precio. Define los objetivos que deberán considerarse en la realización de toda acción institucional, regulatoria o evolutiva del mercado y sistema eléctrico. (AMM, 2019)

El marco institucional del subsector eléctrico, entidades descritas en la Ley General de Electricidad, está conformado por:

Figura 1: Subsector eléctrico



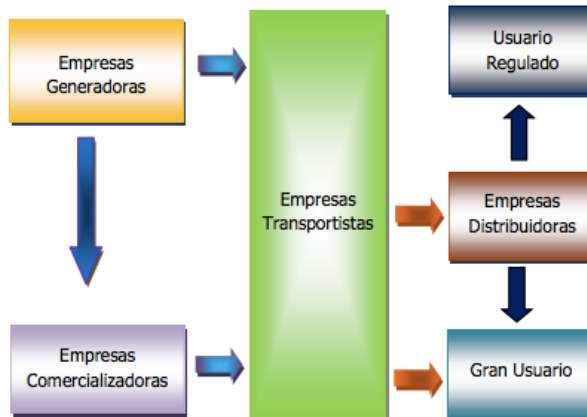
Ministerio de Energía y Minas (MEM): elabora políticas y planes indicativos como lo son: Ley General de Electricidad, Política Energética 2013-2027, Ley de Incentivos para proyecto de Energía Renovable e Inscripción de Grandes Usuarios de Energía.

Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE): agente estatal del Gobierno de Guatemala, dedicado a regular y dirigir el desarrollo de las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica del país.

Administrador del Mercado Mayorista (AMM): según el decreto número 93-96 del Congreso de la República, Ley General de Electricidad, en su artículo 44 determina que sus funciones son: la coordinación de la operación, el establecimiento de precios de mercado de corto plazo y garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica.

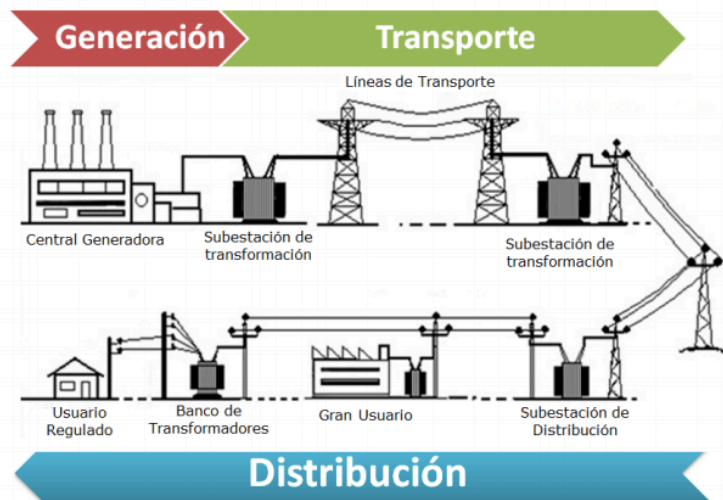
El mercado eléctrico realiza las transacciones comerciales, compra y venta de potencia y energía eléctrica, del subsector eléctrico. Determina cuantitativamente la dimensión del sistema eléctrico. La Ley General de Electricidad, establece que el mercado de energía está constituido por los mercados regulado y mayorista, que se encuentra integrado por Agentes y Grandes Usuarios, como lo son la empresa productora de sacos industriales.

Figura 2. Mercado eléctrico



El sistema eléctrico está conformado por la infraestructura física que permite cumplir con el suministro de energía eléctrica. Se divide en los sistemas de generación (la oferta de la energía eléctrica); transporte (líneas de transmisión y subestaciones de potencia, medio de transferencia de energía eléctrica desde la producción hasta el consumo); y distribución (líneas y subestaciones, demanda o consumo de energía eléctrica).

Figura 3. Sistemas de generación



D. Análisis económico

Un análisis económico es un método por el cual se analiza, sintetiza y obtienen conclusiones de proyectos o áreas de proyectos que se centran, principalmente, en la valoración de la situación económica y financiera existente, por el mismo camino, el análisis económico es un punto medular en la toma de decisiones tomando en cuenta factores básicos como flujos de efectivo, tiempo y tasas de interés. El análisis económico utiliza diferentes criterios y métodos para poder elegir la mejor alternativa para el proyecto. (Blank, 2012)

La realización de un análisis económico puede involucrar la utilización de varios elementos y herramientas. El mejor enfoque que el análisis puede tener es efectuar un procedimiento estructurado para seleccionar la mejor solución del problema, de forma general, el procedimiento para realizar un análisis económico es: (Blank, 2012)

1. Identificación y comprensión del problema; definiendo e identificando el objetivo del proyecto o análisis.
2. Recopilación de información relevante, datos disponibles y definición de soluciones viables.
3. Realizar estimaciones realistas de los flujos de efectivo que pueda conllevar el proyecto, tomando en cuenta factores internos o externos al análisis.
4. Identificación de una medida económica del criterio de valor para la toma de decisiones, es decir la utilización de diferentes métodos que se adapten al problema o proyecto para así realizar conclusiones y toma de decisiones.
5. Evaluación de cada opción, considerar factores no económicos y ajenos al problema y emplear un análisis de sensibilidad.
6. Elección y comunicación de la mejor opción económicamente para la realización de proyecto.

E. Análisis de costo/beneficio

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia del proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. (Martínez, 2014)

Dentro de un análisis económico existen diferentes herramientas o métodos aplicables y necesarios para la evaluación y valoración para los diferentes proyectos, tomando en cuenta todos los factores que puedan afectar al proyecto, así como también las variables que se puedan utilizar para así poder llegar a la mejor opción económicamente en que se pueda realizar el proyecto, una de estas herramientas aplicables para el análisis económico es el análisis costo-beneficio. (Martínez, 2014)

Este método tiene el objetivo de determinar la viabilidad de un proyecto, debido a que es un análisis que contempla los costos y beneficios que pueda contener un proyecto, para determinar el retorno o rentabilidad financiera respecto a lo invertido en el proyecto con los beneficios o ahorro que este va a retornar al momento de implementarlo, el estudio de costo/beneficio es una herramienta que facilita la toma de decisiones en una inversión cuando se tiene más de una alternativa o solución. Básicamente los pasos para la realización de un análisis costo beneficio son principalmente:

1. Examinar las necesidades, limitaciones y objetivos del proyecto
2. Establecer el punto de vista desde el cual los costos y beneficios van a ser analizados
3. Reunir datos provenientes para factores importantes con cada una de las posibles decisiones o alternativas que tenga el proyecto.
4. Determinar los costos relacionados con el proyecto, cabe resaltar que es importante realizar una buena estimación en los costos que sea necesario hacerlo.
5. Sumar los costos totales por cada decisión o alternativa del proyecto.
6. Determinar los beneficios y/o ahorros, en cualquier unidad monetaria, para cada decisión que pueda tener el proyecto.
7. Determinar y analizar posibles costos derivados de la operación y mano de obra de las posibles alternativas que tenga el proyecto, así como el contra beneficio que cada una de las soluciones al proyecto pueda tener, el contra beneficio se definen como posibles desventajas para el propietario cuando se lleva a cabo el proyecto, estos normalmente son desventajas económicas indirectas de la alternativa a elegir.
8. Colocar las cifras de los costos y beneficios totales en una operación de cociente, donde los beneficios, menos el contra beneficio, menos los costos de operación y mano de obra son el numerador y la inversión inicial de la solución o alternativa al proyecto es el denominador.

Ecuación 1. Beneficio/Costo modificada

$$B/C = \frac{VP(\text{beneficio del proyecto})}{VP(\text{costos totales del proyecto})} = \frac{VP(B)}{I - VP(VR) + VP(O y M)}$$

Donde:

VP (B) = Valor presente de beneficios

I = Inversión inicial del proyecto

VR = Valor de recuperación del proyecto

VP (O y M) = Valor presente de costos de operación y mantenimiento del proyecto

9. Comparar las relaciones costo-beneficio para las diferentes alternativas del proyecto, la mejor alternativa respecto a los costos, beneficio y ahorro, en términos financieros, que pueda tener el proyecto es aquella con la relación más alta de beneficios y costos.

1. Análisis de recuperación

El análisis de recuperación es uno de los métodos de ingeniería económica que tiene el objetivo de medir la liquidez del proyecto como también el riesgo relativo de invertir e implementar el proyecto, básicamente este método consiste en medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una

inversión en un proyecto recuperen su costo o inversión inicial, el análisis de período de recuperación utiliza como factor principal el flujo de efectivo neto o FNE, este se describe por la siguiente ecuación: (Vaquiro, 2010)

Ecuación 2. Flujo neto de efectivo

$$\text{Flujo neto de efectivo} = \text{Beneficios} - \text{Egresos} - \text{Inversión inicial}$$

Existen dos tipos de análisis del periodo de recuperación, que se definen de acuerdo con el rendimiento del proyecto, así como los datos que se estén analizando del mismo, dichos tipos son: (Blank, 2012)

Sin rendimiento: También llamado de recuperación simple, este método consiste en la recuperación sólo de la inversión inicial y no se exige una tasa de rendimiento dentro del proyecto. Si en dado caso el flujo neto de efectivo es variante anualmente se utiliza la ecuación:

Ecuación 3. Análisis de recuperación con flujo neto de efectivo variante anualmente

$$\frac{\text{Último Flujo neto de efectivo negativo}}{(\text{Último flujo neto de efectivo negativo} + \text{primer flujo neto de efectivo positivo})}$$

Si el flujo neto de efectivo es uniforme anualmente se utiliza la siguiente ecuación:(Blank, 2012)

Ecuación 4. Análisis de recuperación, sin tasa de rendimiento para flujo neto de efectivo constante anual

$$n_p \frac{P}{FNE}$$

Recuperación descontada: Este tipo del método de análisis de recuperación se centra en el valor del dinero en el tiempo que se considera en cierta forma como rendimiento, en otras palabras, este tipo del método contempla una tasa en cierto periodo de tiempo que debe obtenerse además de la inversión inicial. (Blank, 2012)

2. Datos y términos del análisis económico

Se incluirá una descripción de cuáles son las alternativas más viables para dicho caso, la inversión y todo el análisis financiero. Analizando TIR y TMAR. (Black, 2012)

VPN o valor presente neto es un buen indicador que sirve para valorar rentas variables (es decir se proyectan unos flujos de dinero por períodos, más no se sabe si serán o no realmente) por tanto se utiliza en proyectos de inversión. (Black, 2012)

Ecuación 5. Valor presente neto

$$VPN = \frac{\sum R_t}{(1 + i)^t} = 0$$

Donde:

t: tiempo del flujo de caja

i: tasa de descuento o de rendimiento

Rt: flujo neto de efectivo en el tiempo t

Ecuación 6. Valor actual neto

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Donde:

Ft: flujos de dinero en cada periodo t

I₀: es la inversión realiza en el momento inicial (t = 0)

La TMAR o Tasa Mínima Aceptable de Retorno es una tasa de retorno razonable para evaluar y elegir una opción. Un proyecto no es económicamente viable a menos que se espere un rendimiento mayor a una TMAR, esta se calcula y es establecida por directivos financieros, se utiliza como criterio contra el que se compara la tasa de rendimiento alternativa cuando se toma la decisión de aceptar o rechazar una inversión. La TMAR se calcula con base a los porcentajes de aportación respectivos al capital propio y al capital no propio, del mismo modo esta toma en cuenta factores de inflación y factores de riesgo de la aplicación del proyecto. (Black, 2012)

La TIR o Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. La TIR es la tasa de interés que iguala el valor futuro de la inversión con la suma de los valores futuros equivalentes a las ganancias, comparando el dinero al final del período de análisis, si se iguala a la TMAR, se acepta la alternativa como económicamente viable. Si en dado caso la TIR es menor a la TMAR, la alternativa no es económicamente viable. (Black, 2012)

F. Diagrama de Pareto

Diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. La escala izquierda del diagrama muestra las frecuencias absolutas de cada defecto, mientras la escala derecha muestra las frecuencias relativas. Las frecuencias de cada defecto vienen representadas por rectángulos, mientras que las frecuencias acumuladas están indicadas por la línea quebrada que aparece encima de los rectángulos. Ordenados de mayor a menor frecuencia. El diagrama permite mostrar

gráficamente el principio de Pareto, con problemas de mayor a menor importancia. El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales. La distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos. (Vázquez, 2005)

V. ANTECEDENTES

Previo al estudio, se realizó una evaluación energética para conocer cuál era el área de mayor consumo energético en toda la planta de producción de sacos industriales. Para dar a conocer el consumo en kWh de cada área, el porcentaje de distribución que representa en la planta y el costo de energía eléctrica de cada una de estas áreas, para seleccionar la línea de producción de rafia a estudiar. Con ello evaluar y proponer las propuestas de mejora de energía eléctrica y energía térmica. En esta evaluación se dio a conocer que la línea de producción de mayor consumo energético es el extrusor de rafia, *Starex 8*.

Para la evaluación de motores en la línea de producción, se extraen los datos del Trabajo de graduación en modalidad Megaproyecto: *Modelo de análisis energético de una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales y concientización del uso eficiente de energía*. El módulo de David Estuardo Palencia Díaz que lleva por título: *Guía de análisis de motores eléctricos y sus conexiones eléctricas en una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales*, donde se obtuvo la siguiente información: listado de los motores de la línea de producción de rafia con sus respectivas eficiencias nominal y a la que trabaja el motor, junto con el consumo y datos de los motores como lo son potencia, frecuencia, revoluciones por minuto, entre otros.

Para la cuantificación del calor por pérdidas térmicas, se extraen los datos del Trabajo de graduación de Pietro Alfredo Rojas Marroquín que lleva por título: *Guía de análisis de consumo de energía térmica en una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales*, que fueron los siguientes: cuantificación del calor perdido por pérdidas térmicas en los intercambiadores de calor, área de recubrimiento de aislante térmico, espesor de aislante térmico y propuesta de un nuevo aislante térmico para la tubería de los intercambiadores de calor.

Para crear conciencia en los trabajadores y en la empresa del uso correcto de la energía, se extraen del Trabajo de graduación en modalidad Megaproyecto: *Modelo de análisis energético de una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales y concientización del uso eficiente de energía*. El módulo de Melisa Renata Paredes Rivas que lleva por título: *Diseño y ejecución de un programa de capacitación para concientizar sobre el uso eficiente de energía al personal de una empresa productora de sacos industriales*. Para llevar a cabo el modelo de análisis energético correcto.

Por otro lado, la vida útil del motor dentro de la empresa es de 25 años. Esta información fue proporcionada por la empresa de sacos industriales.

Finalmente, El plano del techo de la planta, junto con la TMAR utilizada en el módulo fue definida por la empresa productora de sacos industriales. El TMAR que se establece por parte de la empresa, es la tasa aceptada por ellos para la implementación del proyecto.

VI.METODOLOGÍA

A. Recolección de datos preliminares

1. Se visitó la planta para realizar mediciones de voltaje y amperaje para cada equipo de la planta de sacos industriales durante el período de julio 2,018 a noviembre 2,018. Utilizando estos datos se obtuvo la potencia real que trabaja cada máquina en kW.
2. Se obtuvo la cantidad de horas que trabaja cada equipo, mediante un contador que tiene cada máquina, para cada mes.
3. Conociendo las horas que trabaja al mes cada equipo y su potencia, podíamos saber los kWh al mes del consumo de cada equipo.
4. Realizando esta comparación y sabiendo el porcentaje de distribución y el total de la factura al mes en kWh, obtuvimos cual era el equipo que representaba un mayor porcentaje y consumo dentro de la planta. Se obtuvo que era el *Starex 8*, un extrusor. Por lo que se decidió atacar esta línea de producción de rafia y poder ver que soluciones brindar para el ahorro de consumo energético y las pérdidas térmicas dentro de dicha línea de producción.
5. Se realizaron distintas mediciones para la línea del *Starex 8*, 3 distintas mediciones, para conocer su consumo de potencia real y las horas trabajadas al mes.

B. Evaluación económica

1. Se determinaron los pasos a seguir para realizar la evaluación económica, es decir paso a paso como la evaluación para las tres propuestas de implementación del proyecto.
2. Evaluarse la comparación entre la situación actual de la empresa y las propuestas de mejora, para determinar si es económicamente viable realizar su inversión.
3. Se realizaron distintas cotizaciones para poder calcular una inversión inicial para el proyecto.
4. Investigar la vida útil para cada uno de los escenarios: energía eléctrica, energía térmica y energía solar.
5. Realizar un flujo de caja, según la vida útil del proyecto y determinar el flujo neto de efectivo y el flujo neto de efectivo acumulado.
6. Determinar los factores económicos que son: el Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y el tiempo de recuperación de inversión. Con dichos datos se puede conocer si el proyecto es viable o no, en conjunto con el análisis costo/beneficio, en donde vamos a evaluar los distintos escenarios.
7. Seleccionar el método de evaluación económica más adecuado para el tipo de investigación que se realizó. Que como se mencionó con anterioridad, fue el de análisis costo/beneficio.
8. Se reconocieron los diferentes tipos de costos y beneficios asociados a los proyectos o diferentes escenarios a analizar.

9. Determinar el punto de equilibrio de las propuestas de implementación para conocer a partir de que punto, se empiezan a tener ganancias.
10. La evaluación económica permite reflejar los efectos de la inversión en proyectos, para aceptar o rechazar el proyecto y evaluar si se debe invertir en el, con el soporte de los análisis económicos como lo son: indicadores económicos, flujo de caja, análisis beneficio/costo y punto de equilibrio.

C. Análisis de la Tasa Interna de Retorno

1. Se determinó la Tasa Interna de Retorno, la cual presentará la rentabilidad promedio por período generada por un proyecto de inversión.
2. Dependiendo si el valor de la Tasa Interna de Retorno es mayor al costo oportunidad, se aceptará el proyecto o el módulo con los equipos cotizados, o si la TIR es menor a cero, automáticamente se rechazará la propuesta.
3. Se aprueba o rechaza la propuesta si cumple con que la Tasa Interna de Retorno sea mayor o igual a la Tasa Mínima Aceptable de Retorno.
4. Incluso se analiza el Valor Actual Neto, si es positivo, se aceptará el proyecto junto con la TIR mayor a la TMAR. Si es negativo, se rechaza la propuesta, ya que se estaría perdiendo dinero en la implementación del proyecto.
5. Se recomienda tener un tiempo de recuperación de la inversión menor o igual a cinco años para aceptar el proyecto.
6. Este análisis se realiza para las tres propuestas establecidas: paneles solares, cambio de aislante térmico y cambio de motor a un motor con mayor eficiencia.
7. Después de analizar diferentes propuestas de proyecto, se presentará a la empresa de sacos industriales una propuesta favorable de los distintos escenarios.
8. Realizar simulación de posibles resultados del proyecto y distintos escenarios para la selección del escenario que más se adecue a las necesidades de la empresa.

D. Análisis beneficio/costo

1. Establecer los datos financieros: beneficios, egresos, costos de Operación y Mantenimiento y la inversión inicial.
2. Según estos datos económicos, se puede calcular la relación de Beneficios/Costos. Dicha relación es la división entre los egresos y beneficios con la inversión inicial.
3. Esta relación nos puede brindar una idea de los beneficios que vamos a tener de las propuestas con base a los costos de la misma. Con este valor podemos comparar para proponer el tiempo de implementación de las mejoras. Si estas propuestas son viables. Dicho análisis se denomina punto de equilibrio. Después de realizar el análisis costo/beneficio, con este método podemos determinar el tiempo que tomaría para que el total de los ingresos incrementados sea igual al costo total. Este análisis es el que determina cuál es el mejor escenario de propuesta de proyecto.
4. La relación beneficio/costo representa un porcentaje de cuantos beneficios obtengo por cada egreso. Por ello se accede a la implementación del proyecto si esta relación es mayor a 1. Mientras que el punto de equilibrio es el tiempo en el que, a partir de él, lo que obtengo son ganancias.

VII. RESULTADOS

A. Evaluación económica

Tabla 1. Inversión, costos y beneficios de las tres propuestas de mejora evaluadas económicamente

	Energía eléctrica	Energía térmica	Energía solar
Inversión inicial (Q)	Q83,790.00 ¹	Q19,950.00 ²	Q2,899,800.40 ³
Beneficio anual (Q)	Q77,389.23 ⁴	Q3,285.91 ⁵	Q835,062.04 ⁶
TMAR	12%		

Tabla 2. Costo y características específicas del material aislante actual y propuesto para comparación de diferentes escenarios

Área total de aislamiento (m^2)	Recubrimiento térmico	Espesor propuesto (mm)	Costo (Q)
71.82	PE	5	Q10,773.57
	Neopreno	9.5	Q19,950.00

Las primeras tres columnas fueron extraídas del Trabajo de *Graduación de Guía de análisis de consumo de energía térmica en una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales*.

Tabla 3. Flujo neto de efectivo durante el tiempo de vida útil del motor propuesto para obtención de indicadores económicos

Periodos (Años)	0	5	10	15	20	25
Inversión inicial (Q)	-Q83,790.00					
Beneficio (Q)		Q77,389.23	Q77,389.23	Q77,389.23	Q77,389.23	Q77,389.23
Costos de Mantenimiento (Q)		-Q16,758.00	-Q16,758.00	-Q16,758.00	-Q16,758.00	-Q16,758.00
Flujo Neto de Efectivo (Q)	-Q83,790.00	Q60,631.23	Q60,631.23	Q60,631.23	Q60,631.23	Q60,631.23
Flujo Neto de Efectivo Acumulado (Q)	-Q83,790.00	-Q23,158.77	Q37,472.45	Q98,103.68	Q158,734.91	Q219,366.13

¹ Ver Anexos Cálculo i

² Ver Anexos Cálculo viii

³ Ver Anexos Cálculo xv

⁴ Ver Anexos Cálculo ii

⁵ Ver Anexos Cálculo ix

⁶ Ver Anexos Cálculo xvi

Inversión inicial que se debe realizar para propuesta de implementación de cambio de motor de la extrusora, de mayor eficiencia, para la reducción en el costo de la energía eléctrica. Repercusión, composición y proyección del proyecto según la vida útil del motor.

Dicho flujo de efectivo se realiza para 25 años ya que es la vida útil del motor propuesto. Este flujo de caja es un flujo de caja reducido.

Tabla 4. Flujo neto de efectivo durante el tiempo de vida útil del material propuesto en los equipos de intercambiadores de calor para la línea de producción de rafia estudiada

Períodos (Años)	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial (Q)	-Q19,950.00					
Beneficio (Q)		Q3,285.91	Q3,285.91	Q3,285.91	Q3,285.91	Q3,285.91
Costos de mantenimiento (Q)		-Q997.50	-Q997.50	-Q997.50	-Q997.50	-Q997.50
Flujo Neto de Efectivo (Q)	-Q19,950.00	Q2,288.41	Q2,288.41	Q2,288.41	Q2,288.41	Q2,288.41
Flujo Neto de Efectivo Acumulado (Q)	-Q19,950.00	-Q17,661.59	-Q15,373.17	-Q13,084.76	-Q10,796.34	-Q8,507.93

Contribución económica que se debe realizar para la implementación del proyecto de implementación de aislante debido a las pérdidas térmicas. Repercusión, composición y proyección del proyecto según la vida útil del aislante actual y propuesto.

Se calcula a 5 años ya que es la vida útil de los aislantes térmicos.

Tabla 5. Flujo neto de efectivo de implementación de paneles solares como fuente de energía eléctrica

Períodos (Años)	0	5	10	15	20	25
Inversión inicial (Q)	-Q2,899,800.40					
Beneficio (Q)		Q835,062.04	Q835,062.04	Q835,062.04	Q835,062.04	Q835,062.04
Costos de mantenimiento(Q)		-Q637,956.09	-Q637,956.09	-Q637,956.09	-Q637,956.09	-Q637,956.09
FNE (Q)	-Q2,899,800.40	Q197,105.95	Q197,105.95	Q197,105.95	Q197,105.95	Q197,105.95
FNE Acumulado (Q)	-Q2,899,800.40	Q2,702,694.45	Q2,505,588.50	Q2,308,482.55	Q2,111,376.61	-Q1,914,270.66

Flujo de caja basado en el consumo eléctrico de la empresa de sacos industriales, tanto los beneficios como los egresos anuales. Vida útil de paneles solares es de 25 años por eso se decide realizar este estudio a esta cantidad de años.

Tabla 6. Análisis de retorno de la inversión de las tres propuestas de mejora evaluadas económicamente

Indicadores	Energía eléctrica	Energía térmica	Energía solar
VNA	Q391,749.14 ⁷	-Q11,700.78 ⁸	Q3,206,205.93 ⁹
TIR	72% ¹⁰	-16% ¹¹	21% ¹²
Retorno de inversión (años)	4.60	8.72	14.51

Se opta por la implementación de las propuestas de mejora de energía eléctrica y energía térmica. Obteniendo así una TIR mayor a TMAR, y un VNA positivo, se dice que el proyecto es económicamente viable.

Tabla 7. Análisis beneficio/costo y punto de equilibrio de las 3 propuestas de mejora evaluadas económicamente

Datos	Energía eléctrica (Q)	Energía térmica (Q)		Energía solar (Q)
		Material propuesto (Q)	Material actual (Q)	
Beneficios	Q77,389.23	Q3,285.91	Q4,271.69	Q835,062.04
Costos de O&M ¹³	-Q16,758.00 ¹⁴	-Q997.50 ¹⁵	-Q538.68	-Q637,956.09 ¹⁶
Inversión inicial	Q83,790.00	Q19,950.00	Q10,773.572	Q2,899,800.40
Análisis B/C	1.12	0.21	0.45	0.51
Punto de equilibrio (años)	1.08 ¹⁷	6.07 ¹⁸	2.52	

Al obtener una relación mayor a 1, es significativa la inversión del motor propuesto, siendo un proyecto rentable para su implementación inmediata.

En relación a la energía térmica se determina que el que obtenga una mayor relación, comparando ambos escenarios, es el modelo que se propone implementar. En la propuesta de energía solar, al obtener una relación B/C menor a 1, se confirma que la implementación de paneles solares para cubrir la demanda de la línea productora de rafia, no es económicamente viable. Tiempo (años) que tomaría para que el total de los beneficios del motor propuesto, sea igual al costo total, es decir la inversión inicial

⁷ Ver Anexos Cálculo iii

⁸ Ver Anexos Cálculo x

⁹ Ver Anexos Cálculo xvii

¹⁰ Ver Anexos Cálculo iv

¹¹ Ver Anexos Cálculo xi

¹² Ver Anexos Cálculo xviii

¹³ Costos de operación y mantenimiento

¹⁴ Ver Anexos Cálculo v

¹⁵ Ver Anexos Cálculo xii

¹⁶ Ver Anexos Cálculo xix

¹⁷ Ver Anexos Cálculo vii

¹⁸ Ver Anexos Cálculo xiv

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El objetivo general del módulo consistió en proponer un modelo de evaluación económica para mejorar en una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales con el fin de obtener el mayor rendimiento energético, utilizando cotizaciones, comparando parámetros y tiempos de recuperación de inversión. Siendo así el primer objetivo específico realizar un presupuesto para el cambio de materiales e insumos que se propone implementar para reducir los costos de energía eléctrica y pérdidas térmicas, con indicadores como el TIR y TMAR. Obteniendo así los resultados, en las siguientes tablas: Tabla 1 a la Tabla 7, en la sección de Resultados se encuentra el análisis que conlleva la reducción de costos de energía eléctrica y pérdidas térmicas. Estas tablas consolidan la información de todos los equipos, materiales e insumos de las propuestas establecidas. En la parte de anexos se puede observar distintas cotizaciones, Figura 6, Figura 13, Figura 14 y Figura 15, que se realizaron para la obtención de un presupuesto claro de cada cambio propuesto que se iba a realizar, tanto para reducir la energía eléctrica como para las pérdidas térmicas. Dicho presupuesto se tomó como la inversión inicial de cada modelo económico propuesto.

Se realizó un flujo de caja que se puede observar en las tablas: Tabla 3, en la sección de Resultados, según la vida útil de cada equipo, para poder obtener con base a estos valores la Tasa Interna de Retorno y el tiempo de recuperación de inversión. Comparando estos parámetros con la TMAR, dicho valor se consultó con la empresa productora de sacos industriales, utilizando un valor del 12%, propuesto por la empresa de sacos industriales. En el flujo de caja podemos observar los beneficios, egresos, la inversión inicial y el flujo neto de efectivo. Con el flujo neto de efectivo, obtenemos el Valor Neto Actual (VNA), TIR y tiempo de recuperación de inversión. Para el cambio del motor de la extrusora *Starex 8*, obtuvimos un VNA de Q391,749.14, una TIR de 72% y un tiempo de recuperación de inversión de 4.60 años. Al ser el VNA mayor a cero y la TIR mayor a la TMAR, se acepta el proyecto, lo que quiere decir que es económicamente viable.

Por otro lado, para el modelo económico de comparación de aislante actual con el propuesto, se obtiene, como se puede observar en la Tabla 6 en la sección de Resultados, un VNA de **-Q11,700.78**, una TIR de **-16%** y un tiempo de recuperación de inversión de 8.72 años. Lo que quiere decir que no se acepta la realización del proyecto y es económicamente viable su realización. Debido a la obtención de una TIR menor a la TMAR, un VNA menor a cero y un tiempo de recuperación de inversión mayor a cinco años, que es lo aceptable para la empresa. Este escenario para el aislante propuesto de Neopreno, Figura 5 en Anexos, sin compararlo aún con el aislante que utilizan actualmente, Figura 4 en Anexos, y con base a las pérdidas térmicas en el enfriador y el intercambiador de calor de concha y tubos. La TIR negativa lo que representa es que la suma de los flujos de fondo es menor a la inversión inicial. En el tiempo que se realiza el flujo de efectivo, no se recupera la inversión ya que el beneficio es muy pequeño año con año, en comparación a la inversión inicial. La implementación del nuevo aislante no es viable, incluso con el soporte del análisis beneficio/costo.

Luego de considerar todos los requerimientos el segundo objetivo específico fue realizar un análisis costo-beneficio, de acuerdo al consumo y ahorro de energía eléctrica y térmica, para determinar el ahorro económico en la línea de producción. Obteniendo así los siguientes resultados en las Tabla 7, del apartado de Resultados, donde la relación de beneficio/costo para la propuesta de cambio de motor es de 1.12 y la relación para el cambio de aislante es de 0.21 y 0.45 para el material propuesto y actual respectivamente. Lo que nos dice el análisis beneficio/costo es la determinación de la viabilidad de un proyecto, debido a que es un análisis que contempla los costos de mantenimiento y operación, y beneficios que pueda contener un proyecto, para determinar el retorno respectivo a lo invertido en el proyecto, la toma de decisiones en una inversión cuando se tiene más de una alternativa o solución.

Se puede observar que la relación de beneficio/costo es de 1.12, al ser mayor a 1, es rentable invertir en el proyecto. Esto se debe a distintos factores como lo son que la vida útil de un motor es de aproximadamente 20 a 25 años y el modelo que utilizan actualmente en la extrusora es del 2013. Los costos de operación y mantenimiento que se requieren para el motor en el transcurso de cada año. Incluso la diferencia en sus eficiencias es mínima, 0.0740, la relación entre la eficiencia nominal y la eficiencia a la que trabaja el motor, lo que quiere decir que se encuentra en óptimas condiciones. Dicha eficiencia depende a que denier se está trabajando en la extrusora y puede variar de 85 a 90%. Según cálculos obtenidos en el módulo de “Guía de análisis de consumo de energía eléctrica en una línea de producción de rafia en una empresa productora de sacos industriales”, la eficiencia a la que se trabaja es del 90%. El motor propuesto marca *Regal* trabaja a una eficiencia nominal de 96.2%, como se puede observar en la Tabla 9, el beneficio económico anual es de Q77,389.23 que significa la implementación de este motor. Siendo así la solución comparando los beneficios de ambos motores y ambos análisis económicos, seguir utilizando el motor actual hasta que llegue a su vida útil, e implementar uno de mayor eficiencia como lo es el *Regal*, luego del fin de la vida útil del motor que se está utilizando.

Se decidió realizar un estudio económico 80/20, diagrama de Pareto, de los cinco motores de mayor consumo dentro de la línea de producción de sacos industriales a estudiar. Al analizar el motor de rodillos de extrusores calientes *Lenze 22*, obtenidos del módulo de energía eléctrica, se determinó mediante su delta de eficiencia de 0.0360 no era significativo el cambio del mismo representado en la Tabla 8. La cantidad monetaria de Q2,884.82 al año, que representa dicho motor tanto en egresos como en beneficios no es significativa, incluso por la capacidad tan baja, 17 HP, en comparación a la del motor de la extrusora de 200 HP.

Para dicho estudio económico se consideró la implementación de capacitores de arranque para los motores de la línea a estudiar, debido a la capacidad del motor de la extrusora de 200HP, antes de considerar el cambio del motor a uno con mayor eficiencia. A lo que ayuda la implementación de dichos capacitores es a la

amortiguación de picos de corriente o potencias reactivas ocasionadas por arranques de máquinas. Para evitar los impactos de corriente y que a su vez aumente el factor de potencia que será multado si se exceden del mismo por ser grandes usuarios. La empresa ya cuenta con un banco de capacitores destinados a lo antes mencionado, que ayuda al control y reducción del consumo energético debido los picos ocasionados por arranque de los motores dentro de la planta.

Siguiendo con el segundo objetivo específico, para el análisis beneficios/costos la relación de los materiales de recubrimiento térmico actuales y propuestos es de 0.45 y 0.21 respectivamente, que se muestran en la Tabla 7, lo que nos indica que tiene un mayor beneficio seguir utilizando el aislante actual, PE, si se analiza desde el punto de vista de costos. Lo que nos dice el análisis beneficio/costo es que, en ambos proyectos, actual y propuesto, es rentable invertir, pero al tener una mayor relación para el aislante actual, se elige dicho proyecto. Ya que la inversión inicial de polietileno es menor que la del neopreno. No se toma en cuenta la caracterización de ambos materiales y la utilidad que se le puede dar al neopreno como aislante en este proceso. Por su resistencia a la flexión, resistencia a la fatiga, intemperie y el ozono, amplio rango de resistencia a la temperatura y vida útil. Ya que el proceso es el transporte de agua fría por la tubería que necesita aislamiento. En la sección de Anexos, en las Figuras 17, Figura 18, y Figura 19, se puede observar el desgaste del aislante en la tubería y el tipo de material que se utiliza actualmente.

Para el tercer objetivo de comparar, el análisis del beneficio/costo para proponer el momento de implementación de las mejoras, se sabe que existen diferentes métodos para la evaluación y valoración para los diferentes proyectos, tomando en cuenta factores que pueden afectar el proyecto. Se optó por realizar un *Breakeven point (BP)* o punto de equilibrio, que es el tiempo que tomaría para que el total de los ingresos incrementados sea igual al costo total. El cual se puede observar en la Tabla 8 de la sección de Resultados, para el cambio de aislante propuesto es de 6.07 años, ese será el tiempo en el cual se sepa el valor del dinero en el tiempo. Dicho tiempo para la implementación del nuevo aislante. Para el cambio del motor de mayor eficiencia, se obtiene un punto de equilibrio de 1.12 años, que representa el tiempo en el que se debería realizar el cambio del motor, debido a la vida útil del que actualmente se utiliza para la extrusora.

Se pretendía, como propuesta de mejora, la implementación de energía solar como fuente de energía eléctrica. Dicha propuesta iba a significar una reducción en el costo de la energía eléctrica. Como se puede observar en la sección de Resultados, la línea de producción de rafia de sacos industriales, solo significa un 8% aproximadamente en el porcentaje de distribución de energía eléctrica de la misma. Se esperaba suministrar solo esa línea colocando paneles solares conectados a la red. La demanda de esa línea es de un promedio de 122,669.52 kWh. Cada línea cuenta con su contador de horas, por lo que se puede saber las horas exactas que trabaja una máquina al mes. Como se sabe que se debe sobredimensionar para saber que, si se cubre la demanda exigida, se sobredimensionó para un 25% más. Realizando el método de potencia se puede saber exactamente la cantidad de paneles que se necesitan según su consumo en kW, obteniendo un

valor de 1,499 paneles, para los 3 proveedores consultados. Tomando en cuenta que en Guatemala solo se disponen de 11 horas promedio al día de sol, como se muestra en la Figura 24 de la sección de Anexos, y la latitud de la ubicación de la empresa de 14° con respecto al ecuador.

El área que se tiene disponible para colocar los paneles solares es el techo de la planta, que es de 2,000 m^2 por lo que se evaluó en base a el área disponible y la demanda que se deseaba cubrir. Como se puede observar en la Tabla 9, la cantidad de paneles que pueden ocupar dicha área, según las medidas proporcionadas por el proveedor con la inversión que se tendría que realizar según dicha cantidad de paneles. Se debe tomar en cuenta que no se dispone de la totalidad del área del techo ya que se debe dejar un espacio entre los paneles para su mantenimiento, dependiendo de cómo se vayan a colocar y si existe algún área en el techo que no se encuentre disponible. Para el cálculo de la cantidad de paneles que pueden ocupar dicha área solo se utilizó el 80% de la misma.

Para obtener un resultado de la implementación de los paneles, se decidió realizar una relación de porcentajes con base a los paneles que se proponen según el área disponible y los paneles reales que cubre la demanda de la línea de producción estudiada. Representa el 4.68% de la totalidad de la energía eléctrica que consume de la planta. La energía solar lo que refiere es un ahorro en los costos de la energía eléctrica, energía limpia y aprovechamiento del Sol que es inagotable, podría ayudar dentro de la planta aspectos como iluminación, pero para dicha línea a estudiar su instalación es compleja. Por ello, se llegó a la conclusión de si no se cuenta con otra área para su colocación es mínimo el porcentaje de los costos energéticos que se puede llegar a ahorrar la planta.

Para el modelo de evaluación económica de energía solar, se decide realizar dicho estudio con la cantidad de paneles que engloban el área disponible dentro de la empresa, que es el techo de la planta de producción con un área de 2,000 m^2 . A esta área disponible se le resta en 20%, ya que es el área que se necesita tener para el mantenimiento de los paneles solares. En este caso se trata de 958 paneles que se encuentran en la Tabla 10 para el primer proveedor. Se decide realizar con dicha cantidad de paneles ya que, aunque no llegue a cubrir la demanda de energía de esta línea a estudiar, es la cantidad de paneles que pueden colocarse y así evaluar su implementación dentro de la planta. Con ello se realiza el análisis económico con su flujo de caja y la inversión inicial que se debería realizar para la implementación de 958 paneles que es de Q2,899,800.40, como se muestra en la Tabla 1. Esta cantidad de paneles, podría proporcionarle a la empresa, la capacidad de ahorrar el 5.12% de la demanda de la línea de producción de rafia. Donde la cantidad de potencia generada por cada panel solar es de 0.31 kW, y la que se desea cubrir es de 203 kW, que representa 153,336.90 kWh, por las horas de trabajo al mes de esta línea de producción.

Para la implementación de paneles solares se deben tomar en cuenta otros factores como lo son: área disponible para su colocación, soporte para su colocación por el peso de los paneles, área disponible para

mantenimiento, demanda que deben cubrir, los inversores, diodos, latitud a la que se deben colocar según el lugar en donde se desea colocarlos y la instalación que implica para poder cubrir la demanda solo de esta línea de producción de rafia. Por lo que los paneles solares se deben utilizar principalmente para cubrir la demanda de otros aspectos como lo son la iluminación.

En la Tabla 6, se puede observar porque la implementación de paneles solares en dicha línea de producción no es rentable. Obteniendo un VNA negativo de Q3,206,205.93, un TIR de 21% y menor a la TMAR establecida y un tiempo de recuperación de inversión de 14.51 años. Los paneles tienden a desgastarse con el paso del tiempo, esto se debe principalmente por la radiación y temperatura. Por la suciedad en los cristales de los paneles también provoca pérdidas de eficiencia y reduce índices de rendimiento. Por ello el área que se debe disponer para su mantenimiento. Al tener una vida útil de 25 años y tomando en cuenta la pérdida de eficiencia, teniendo un tiempo de retorno de inversión de 14.51 años, no se recomienda llevar a cabo dicho proyecto ya que no es económicamente viable y no llega a cubrir la demanda de la línea de producción estudiada con todo lo que implica la instalación de los paneles para poder implementarlos dentro de la empresa.

IX. CONCLUSIONES

1. La inversión inicial para las mejoras ligadas a energía eléctrica, energía térmica y energía solar es de Q83,790.00, Q19,950.00 y Q2,899.800.40 respectivamente.
2. En el análisis económico de cambio de motor de la extrusora *Starex 8* a uno con mayor eficiencia, se obtuvo un VNA de Q391,749.14, TIR de 72% y un período de retorno de la inversión inicial en 4.60 años y una relación beneficio/costo de 1.12, con lo que se recomienda cambiar el motor.
3. El análisis económico de la implementación de los recubrimientos térmicos propuestos para el enfriador y el intercambiador de concha y tubos analizados para la línea de producción de rafia, se obtuvo un VNA de -Q11,700.78, TIR de -16%, un período de retorno de la inversión inicial en 8.72 años y una relación beneficio/costo de 0.45 y 0.21 para el aislante actual y propuesto respectivamente, con lo que se recomienda evaluar el cambio del aislante para toda la planta.
4. El análisis económico para la implementación de paneles solares, se obtuvo para evaluar la viabilidad del proyecto y se determinaron el VNA de Q3,206,205.93, TIR de 21%, un tiempo de recuperación de inversión de 14.51 años y una relación beneficio/costo de 0.51, con lo que se recomienda evaluar la implementación de los mismos para la línea de producción de rafia estudiada.
5. El punto de equilibrio del aislante térmico propuesto y actual es de 2.52 y 6.07 años respectivamente, donde los costos y los beneficios son iguales, para poder obtener ganancias a partir de este punto.
6. El punto de equilibrio del cambio de motor es de 1.08 años, donde los costos y los beneficios sean igual, para poder cambiar el motor a uno con mayor eficiencia, que traerá mayores beneficios que el que se utiliza actualmente.

X. RECOMENDACIONES

1. Darle especial atención a la implementación de los recubrimientos térmicos en los equipos que actualmente tienen desgaste, ya que les está significando pérdidas monetarias significativas.
2. Tomar en cuenta la posible utilización del material de aislante neopreno como alternativa de recubrimiento térmico en los intercambiadores de calor, proponiendo una utilización adecuada del mismo en los equipos.
3. Tomar en cuenta la implementación de energía solar, paneles solares, como una fuente de energía eléctrica en otras áreas de la planta de producción como lo son iluminación.
4. Implementar el modelo de evaluación económica para otra línea de producción de rafia dentro de la misma empresa, para poder tener un parámetro de comparación.
5. Evaluar otro tipo de energía renovable como fuente de energía eléctrica, como lo es la energía eólica.
6. Evaluar la reducción de energía eléctrica con controladores de arranque.

XI. BIBLIOGRAFÍA

AMM — *Administrador de Mercado Mayorista*. <https://www.amm.org.gt/portal/> [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2019]

ASADES — *Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente*. <https://web.archive.org/web/20170708130535/http://www.asades.org.ar/> [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2018]

Auditorías energéticas. *Ingeniería seguridad Medioambiente*
<http://www.auditoriasenergeticas.org/> [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2018]

B., Matencio Gonzales. (2017). *Análisis y mejora de procesos en una empresa manufacturera de sacos industriales de polipropileno*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Mención: Ingeniería Industrial

Blank, L. (2012). *Ingeniería económica*, séptima edición. NY, New York: Mc Graw Hill.

Cengel, Y. A. (2007). *Trasferencia de calor y masa*. Reno, Nevada: McGraw Hill.

CNEE — *Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. (<http://www.cnee.gob.gt/wp/>) [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2019]

Fermín Barrero González (2004). *Sistemas de energía eléctrica*. Editorial Paraninfo 384 pp.

Ficha técnica. Prodex Thermic. *Espuma de polietileno de celda cerrada en un espesor de 5mm laminada en aluminio puro en ambas caras*.

Fundación Repsol (2013) *Indicador social Repsol de eficiencia energética. Estudio Social*. Madrid. (Consulta solo los primeros capítulos)

Gilberto Enríquez Harper (2005) *Los Generadores, Transformadores Y Motores Eléctricos* Editorial Limusa. 253 pp.

Glenn, Furman E. (2002) *Chloroprene Polymers*. Encyclopedia of Polymer Science and Technology. Artículo científico [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2019]

IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems. (*ECBCS*) Programme. <http://www.ecbcs.org/> [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2018]

Implementación de la estrategia. Dirección y control estratégico [http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/13220/6/Implementaci%C3%B3n%20de%20la%20estrategia%20\(Parte%20cuarta\).pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/13220/6/Implementaci%C3%B3n%20de%20la%20estrategia%20(Parte%20cuarta).pdf)

Manuel Cabello Rivero (2019). *Instalaciones eléctricas interiores*. Editex, Edición 2019. 280 pp.

Martínez, J. A. (2014). *Análisis de costo beneficio*; Ejemplo de análisis sector privado. San Juan: Estudios Técnicos Inc.

Pedro Martínez (2010) *Energía solar térmica: técnicas para su aprovechamiento*. Editorial Marcombo. 320 pp.

Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista.

Vaquiroy, J. (23 de febrero de 2010). *Periodo de recuperación de la inversión - PRI*. *Obtenido de Pymes futuro*: <https://www.pymesfuturo.com/pri.htm> [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2019]

Vázquez, A.L. (2005). *Modelos estadísticos para medir, describir y controlar la variabilidad*. Editorial Universidad de Cantabria. 338 pp.

XII. ANEXOS

Tabla 8. Cuantificación de la diferencia de eficiencia nominal y actual del motor

Motor	Marca	Diferencia de eficiencia	Δ Eficiencia (Q-al mes)	Δ Eficiencia (Q-al año)	Porcentaje
Motor de extrusora	Baldor	0.0740	Q5,655.98	Q67,871.77	6.874%
Rodillos extrusores calientes	Lenze W22	0.0360	Q240.40	Q2,884.82	0.292%

Tabla 9. Beneficio anual con motor de mayor eficiencia

Eficiencia nominal del motor	Eficiencia actual del motor	Beneficio anual
0.962	0.888	Q77,389.23

Tabla 10. Paneles solares según área disponible

Proveedores	Cantidad de paneles Según área	Inversión paneles según área
EOS power	958	Q2,899,800.40
Ingelsa	800	Q1,200,000.00
Solar Guat	800	Q924,000.00

Cálculos de muestra

1. Cálculos modelo de evaluación económica energía eléctrica

i. Inversión inicial

$$\text{Costo de motor} + (\text{Costo del motor}) \times 5\% \\ Q79,800.00 + (Q79,800.00) \times 5\% = Q83,790.00$$

ii. Beneficios anuales

$$\left(\frac{\text{eficiencia motor propuesto} - \text{eficiencia motor actual}}{\text{eficiencia motor actual}} \right) \times Q0.71 \times 12 \text{ meses} \\ \left(\frac{0.962 - 0.888}{0.888} \right) \times Q0.71 \times 12 \text{ meses} = Q77,389.23$$

iii. Valor Actual Neto

$$VNA = -I_0 + F * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1*i)^n * i} \right]$$

$$VNA = -Q83,790.00$$

$$+ (Q60,631.123, Q60,631.123, Q60,631.123, Q60,631.123, Q60,631.123)$$

$$\times \left[\frac{(1+12\%)^{25} - 1}{(1*12\%)^{25} \times 12\%} \right] = Q391,749.14$$

iv. Tasa Interna de retorno

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 72\%$$

$$TIR = \sum_{T=0}^{25} \frac{(Q83,790.00, Q60,631.123, Q60,631.123, Q60,631.123, Q60,631.123, Q60,631.123)}{(1+0.12)^{25}} = 72\%$$

Nota: se utilizó la fórmula en excel para obtener la Tasa interna de Retorno

v. Costos de operación y mantenimiento

$$20\% \times \text{Inversión inicial}$$

$$20\% \times Q83,790.00 = Q16,758.00$$

Nota: Según manuales de motor asignado se estableció que el 20% de la inversión inicial se da para mantenimiento preventivo

vi. Análisis Beneficio/costo

$$B/C = \frac{VP(B)}{1 - VP(VR) + VP(O y M)}$$

$$B/C = \frac{Q77,389.23 - (-Q16,758.00)}{Q83,790.00} = 1.12$$

vii. Punto de equilibrio

$$\frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficios}}$$

$$\frac{Q83,790.00}{Q77,389.23} = 1.08 \text{ años}$$

2. Cálculos modelo de evaluación económica energía térmica

viii. Inversión inicial

$$\begin{aligned} & \text{Costo del aislante neopreno} + (\text{Costo del aislante neopreno}) \times 5\% \\ & Q19,000.00 + (Q19,000.00) \times 5\% = Q19,950.00 \end{aligned}$$

ix. Beneficios anuales

$$\begin{aligned} & q \text{ con aislante} \times \text{horas de trabajo al mes} \times \text{valor del kWh} \\ & (0.47889 \text{ kW} \times 604 \text{ h} \times Q0.71 \times 12)/0.75 = Q3,285.91 \text{ anual} \end{aligned}$$

x. Valor Actual Neto

$$\begin{aligned} VNA &= -I_0 + F * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n * i} \right] \\ VNA &= -Q19,950.00 \\ &+ (Q2,288.41, Q2,288.41, Q2,288.41, Q2,288.41, Q2,288.41) \\ &* \left[\frac{(1+12\%)^5 - 1}{(1+12\%)^5 * 12\%} \right] = -Q11,700.78 \end{aligned}$$

xi. Tasa Interna de retorno

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = -16\%$$

$$TIR = \sum_{T=0}^5 \frac{(Q19,950.00, Q2,288.41, Q2,288.41, Q2,288.41, Q2,288.41, Q2,288.41)}{(1+12\%)^5} = -16\%$$

Nota: se utilizó la fórmula en excel para obtener la Tasa interna de Retorno

xii. Costos de operación y mantenimiento

$$5\% \times \text{Inversión inicial}$$

$$5\% \times Q19,950.00 = Q997.50$$

Nota: Según manuales de aislante propuesto se estableció que el 5% de la inversión inicial se da para mantenimiento preventivo

xiii. Análisis beneficio/costo

Material aislante propuesto

$$B/C = \frac{VP(B)}{1 - VP(VR) + VP(O \text{ y } M)}$$

$$B/C = \frac{Q3,285.91 - (-Q997.50)}{Q19,950} = 0.21$$

Material aislante actual

$$B/C = \frac{VP(B)}{1 - VP(VR) + VP(O \text{ y } M)}$$

$$B/C = \frac{Q4,271.69 - (-Q538.68)}{Q10,773.57} = 0.45$$

xiv. Punto de equilibrio

$$\frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficios}}$$

$$\frac{Q19,950.00}{Q3,285.91} = 6.07 \text{ años}$$

3. Cálculos modelo de evaluación económica energía solar

xv. Inversión inicial

$$\text{Costo de paneles (kit) * Cantidad de paneles}$$

$$Q3,026.67 * 958 \text{ paneles} = Q2,899,800.40$$

xvi. Beneficios anuales

$$\text{demanda de kWh} \times \text{valor del kWh} \times \text{porcentaje a cubrir} \times \text{años}$$

$$153336.90 \text{ kWh} \times Q0.71 \times 64\% \times 12 \text{ años} = Q835,062.04 \text{ al año}$$

xvii. Valor Actual Neto

$$VNA = -I_0 + F * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n * i} \right]$$

$$VNA = -Q2,899,800.40 + (Q197,105.95, Q197,105.95, Q197,105.95, Q197,105.95, Q197,105.95)$$

$$* \left[\frac{(1+12\%)^5 - 1}{(1+12\%)^5 * 12\%} \right] = Q3,206,205.93$$

xviii. Tasa Interna de retorno

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 21\%$$

$$TIR = \sum_{T=0}^5 \frac{(Q2,899,800.40(Q197,105.95, Q197,105.95, Q197,105.95, Q197,105.95, Q197,105.95))}{(1 + 12\%)^5}$$

$$= 21\%$$

Nota: se utilizó la fórmula en excel para obtener la Tasa interna de Retorno

xix. Costos de operación y mantenimiento

$20\% \times Inversión\ inicial$

$$20\% \times Q2,899,800.40 = Q637,956.09$$

Nota: Según manuales de aislante propuesto se estableció que el 20% de la inversión inicial se da para mantenimiento preventivo

xx. Análisis beneficio/costo

$$B/C = \frac{VP(B)}{1 - VP(VR) + VP(O\ y\ M)}$$

$$B/C = \frac{Q835,062.04 - (-Q637,956.09)}{Q2,899,800.40} = 0.51$$

Tabla 11. Análisis de abril

No.	CECO	Descripción Sistema	Total Maq.	Descripción Especifica	HORAS	% de distribuci	Costo asign. Fact.	Costo im p. Municipal	
1	6001000000	Extrusor Rafia 8	1	Extrusor Rafia 8		564.64	7.803%	Q 77,164.97	Q 4,534.71
2	6001000001	Extrusor Rafia 7	1	Extrusor Rafia 7		537.86	4.247%	Q 41,999.18	Q 2,468.14
3	6001000002	Extrusor Rafia 6	1	Extrusor Rafia 6		506.79	5.554%	Q 54,924.29	Q 3,227.70
4	6001000003	Extrusor Rafia 5	1	Extrusor Rafia 5		431.79	3.762%	Q 37,202.95	Q 2,186.28
5	6001000004	Extrusor Rafia 4	1	Extrusor Rafia 4		-	0.000%	Q -	Q -
6	6001000005	Molinos y Corte de Rafia	2	Molinos y Corte de Rafia		360	0.490%	Q 4,845.68	Q 284.76
7	6001040002	ROBLON	3	ROBLON		372.86	0.328%	Q 3,243.64	Q 190.62
8	6001010000	SL4	9	SL4		1,162.50	0.317%	Q 3,134.86	Q 184.22
9	6001010001	SL6	35	SL6		11,662.50	3.176%	Q 31,407.91	Q 1,845.73
10	6001010102	Telares leno Plus	3	Telares leno Plus		1,157.14	0.315%	Q 3,115.08	Q 183.06
11	6001010003	Alpha 6	25	Alpha 6		9,345.00	2.545%	Q 25,167.86	Q 1,479.02
12	6001010004	FX 6	64	FX 6		24,053.57	6.550%	Q 64,773.87	Q 3,806.53
13	6001010100	Telares leno SL4	10	Telares leno SL4		3,654.64	0.995%	Q 9,839.70	Q 578.24
14	6001010101	Telares leno HDE	12	Telares leno HDE		3,088.93	1.344%	Q 13,291.01	Q 781.06
15	6001010200	Stacotec 1	1	Laminadora # 1		409.29	2.009%	Q 19,867.28	Q 1,167.53
16	6001010201	Stacotec 2	1	Laminadora # 2		450	3.088%	Q 30,537.67	Q 1,794.59
17	6001010202	Stacotec 3	1	Laminadora # 3		394.29	3.140%	Q 31,051.90	Q 1,824.81
18	6001010300	Tubing	1	Tubing		-	0.000%	Q -	Q -
19	6001010401	Filipini	1	Filipini		182.14	0.868%	Q 8,583.77	Q 504.44
20	6001010402	Dynaflax	1	Dynaflax		310.71	1.311%	Q 12,964.66	Q 761.89
21	6001010403	Tambor Central	1	Tambor Central		126.43	1.377%	Q 13,617.35	Q 800.24
22	6001010404	Impresora Manual	1	Impresora Manual PP		-	0.000%	Q -	Q -
23	6001020000	Starikon	1	Starikon		262.5	-	Q 7,268.52	Q 427.14
24	6001020001	Convertex 2	1	Convertex 2		-	0.000%	Q -	Q -
25	6001020003	Convertex 3.2	1	Convertex 3.2		192.86	0.604%	Q 5,973.04	Q 351.01
26	6001020004	Silter	1	Silter PP		106.07	0.054%	Q 534.01	Q 31.38
27	6001020100	Multikon	1	Multikon		362.14	0.250%	Q 2,472.29	Q 145.29
28	6001020101	Kon 2002	5	Kon 2002		1,245.00	0.861%	Q 8,514.55	Q 500.37
29	6001020102	Kon 2000	1	Kon 2000		32.14	0.022%	Q 217.56	Q 12.79
30	6001020103	Semi Kon	1	Semi Kon		5.36	0.002%	Q 19.78	Q 1.16
31	6001020104	Lienzo	1	REFILADORA DE POLIPROPILEN		170.36	0.087%	Q 860.36	Q 50.56
32	6001020300	Costura Over	9	MAQUINAS DE COSTURA OVEI		4,320.00	0.182%	Q 1,799.82	Q 105.77
33	6001020301	Costura plana	4	Costura plana		1,920.00	0.065%	Q 642.79	Q 37.77
34	6001020500	Enfardado	1	ENFARDADORA (ENLAINADO Y		270	0.165%	Q 1,631.71	Q 95.89
35	6001020700	Recostar	1	Recostar		246.43	1.090%	Q 10,779.16	Q 633.45
36	6001030000	Telar de cincho	1	TELAR PLANO MÜLLER (CINCHO		-	0.000%	Q -	Q -
37	6001040000	Ratera	10	Ratera		3,376.07	0.215%	Q 2,126.17	Q 124.95
38	6001040001	Susmatex	4	Susmatex		270	0.007%	Q 69.22	Q 4.07
39	6002000000	Extrusor PE 4	1	Extrusor PE 4		34.29	0.042%	Q 415.34	Q 24.41
40	6002000001	Extrusor PE 7	1	Extrusor PE 7		544.29	2.890%	Q 28,579.62	Q 1,679.52
41	6002000002	Extrusor PE 6	1	Extrusor PE 6		549.64	4.041%	Q 39,962.02	Q 2,348.42
42	6002000003	Extrusor PE 8	1	Extrusor PE 8		578.57	9.846%	Q 97,368.48	Q 5,721.99
43	6002000004	Extrusor PE 3	1	Extrusor PE 3		-	0.000%	Q -	Q -
44	6002000100	Mamata	1	Mamata		244.29	0.366%	Q 3,619.43	Q 212.70
45	6002000101	Cortadoras Chinas	1	CORTADORA		63.21	0.011%	Q 108.78	Q 6.39
46	6002000102	Hudson Sharp	2	Hudson Sharp		303.21	0.283%	Q 2,798.63	Q 164.47
47	6002030000	Impresión polietileno	1	Impresión polietileno		61.07	0.034%	Q 336.23	Q 19.76
48	6003000000	Austrofil	1	Austrofil		-	0.000%	Q -	Q -
49	6003000001	Lohfil	1	Lohfil		151.07	0.967%	Q 9,562.80	Q 561.97
50	6003000100	Rati	1	Rati		95.36	0.055%	Q 543.90	Q 31.96
51	6003000101	Verdol	1	ENTORCHADORA VERDOL		79.29	0.058%	Q 573.57	Q 33.71
52	6003000201	Hacoba	1	Hacoba		97.5	0.005%	Q 49.45	Q 2.91
53	6004000000	Embobinado	1	CORTADORA SCHMUTZ		51.43	0.013%	Q 128.56	Q 7.55
54	6004000001	Impresión y Corte	1	IMPRESORA - CORTADORA SCH		94.29	0.050%	Q 494.46	Q 29.06
55	6004000003	Costura	6	COSTURA YUTE		1,440.00	0.029%	Q 286.79	Q 16.85
56	6006000001	Telar Jumbo SL82	1	Telar Jumbo SL82		258.21	0.211%	Q 2,086.61	Q 122.62
57	6006000000	Telares Jumbo SL8	2	Telares Jumbo SL8		275.36	0.178%	Q 1,760.27	Q 103.44
58	6006000002	Telares Jumbo SL61	1	Telares Jumbo SL61		246.43	0.111%	Q 1,097.69	Q 64.51
59	6006000200	GEBR	2	MAQUINA CORTADORA JUMBO		175.71	0.156%	Q 1,542.71	Q 90.66
60	6006000300	Costura	27	MAQUINAS COSTURA JUMBO		6,480.00	0.101%	Q 998.80	Q 58.70
61	6007000000	Cliche	2	Cliche		50.36	0.062%	Q 613.13	Q 36.03
62	6008000000	Chillers y Accesorios	7	Chillers y Accesorios		380	11.692%	Q 115,623.84	Q 6,794.79
63	6008000001	Compresores y Accesorios	6	Compresores y Accesorios		328.75	5.035%	Q 49,791.82	Q 2,926.09
64	6000000002	Mantenimiento Bodega MP,PT	4	Mantenimiento Bodega MP,PT		600	5.228%	Q 51,700.43	Q 3,038.25
65	6030050113	Mantenimiento Taller de Mante	4	Mantenimiento Taller de Mante		250	0.596%	Q 5,893.93	Q 346.36
67	6006000100	Impresión	1	IMPRESORA JUMBO FREDAVID		26.79	0.046%	Q 454.90	Q 26.73
68	6006000600	Enfardado	1	ENFARDADORA 4 JUMBO		154.29	0.093%	Q 919.69	Q 54.05
69	6001010005	Nova 6	7	TELAR NOVA 6		2,277.86	0.589%	Q 5,824.70	Q 342.30
70	6001010006	Nova 61	2	TELAR NOVA 61		671.79	0.174%	Q 1,720.71	Q 101.12
71	6001020701	Erema	1	PELETIZADOR EREMA		97.5	0.365%	Q 3,609.54	Q 212.12
72	6002000300	Compactado	1	COMPACTADORA CONDOR		193.93	0.145%	Q 1,433.93	Q 84.27
73	6002020201	TITAN	1	TITAN		240	0.359%	Q 3,550.20	Q 208.63
74	6030060009	MO Colector Impresión	1	RECICLADORA DE SOLVENTES		360	0.294%	Q 2,907.41	Q 170.86
75	6004000005	SELLADORA ALTA FRECUENCIA	3	SELLADORA ALTA FRECUENCIA		-	0.000%	Q -	Q -
76	6030050105	Mantenimiento Bodega PT	1	DETECTOR DE METALES METTL		75	0.014%	Q 138.45	Q 8.14
77	6001000006	Transporte de Resina y Silos	2	ESTACIÓN DE TRANSPORTE RES		-	0.000%	Q -	Q -
78	6030060001	Iluminación	7	(sin registro previo)		500	2.042%	Q 20,193.63	Q 1,186.71
79	6001010204	Laminadora Nordmeccanica	1	(sin registro previo)		41.79	0.171%	Q 1,691.04	Q 99.38
80	6001010301	Twisting	1	Charifling (sin registro previo)		156	0.020%	Q 197.78	Q 11.62
81	6006000400	Limpieza Jumbo	2	(sin registro previo)		240	0.049%	Q 484.57	Q 28.48
82	6001030001	Telar Chino 1"	1	(registrado antes con otros equi		150	0.015%	Q 148.34	Q 8.72
83	6001030002	Telar Chino 3"	1	(registrado antes con otros equi		-	0.000%	Q -	Q -
84	6001030003	Telar Chino 4"	1	(registrado antes con otros equi		-	0.000%	Q -	Q -
						99.99%	Q988,854.77	Q 58,111.41	

Tabla 12. Análisis de mayo

No.	CECO	Descripción Sistema	Total Maq.	Descripción Específica	HORAS	% de distribuci	Costo asign. Fact.	Costo im p. Municipal
1	600100000	Extrusor Rafia 8	1	Extrusor Rafia 8	663.21	7.85%	91,557.40	5,922.53
2	600100001	Extrusor Rafia 7	1	Extrusor Rafia 7	559.29	3.78%	44,117.73	2,853.82
3	600100002	Extrusor Rafia 6	1	Extrusor Rafia 6	624.64	5.86%	68,397.05	4,424.37
4	600100003	Extrusor Rafia 5	1	Extrusor Rafia 5	577.50	4.31%	50,272.07	3,251.92
5	600100004	Extrusor Rafia 4	1	Extrusor Rafia 4	-	0.00%	-	-
6	600100005	Molinos y Corte de Rafia	2	Molinos y Corte de Rafia	360.00	0.42%	4,895.49	316.67
7	600104002	ROBLON	3	ROBLON	806.79	0.60%	7,098.47	459.18
8	600101000	SL4	9	SL4	1578.21	0.36%	4,289.39	277.47
9	600101001	SL6	35	SL6	14333.57	3.34%	38,989.12	2,522.07
10	600101012	Telares leno Plus	3	Telares leno Plus	1360.71	0.31%	3,706.59	239.77
11	600101003	Alpha 6	25	Alpha 6	10314.64	2.40%	28,055.85	1,814.83
12	600101004	FX 6	64	FX 6	28186.07	6.57%	76,672.77	4,959.69
13	600101010	Telares leno SL4	10	Telares leno SL4	3920.36	0.91%	10,665.18	689.89
14	600101011	Telares leno HDE	12	Telares leno HDE	1231.07	0.45%	5,350.08	346.08
15	600101020	Stacotec 1	1	Laminadora # 1	491.79	2.06%	24,116.14	1,559.99
16	600101021	Stacotec 2	1	Laminadora # 2	431.79	2.54%	29,606.09	1,915.11
17	600101022	Stacotec 3	1	Laminadora # 3	499.29	3.40%	39,723.44	2,569.57
18	600101030	Tubing	1	Tubing	-	0.00%	-	-
19	600101040	Filipini	1	Filipini	202.50	0.82%	9,639.46	623.54
20	600101042	Dynaflex	1	Dynaflex	350.36	1.26%	14,768.08	955.30
21	600101043	Tambor Central	1	Tambor Central	175.71	1.64%	19,115.74	1,236.53
22	600101044	Impresora Manual	1	Impresora Manual PP	-	0.00%	-	-
23	600102000	Starkon	1	Starkon	331.07	0.79%	9,266.47	599.42
24	600102001	Convertex 2	1	Convertex 2	-	0.00%	-	-
25	600102003	Convertex 3.2	1	Convertex 3.2	396.43	1.06%	12,401.92	802.24
26	600102004	Sliter	1	Sliter PP	157.50	0.06%	804.26	52.02
27	600102010	Multikon	1	Multikon	446.79	0.25%	3,088.82	199.81
28	600102011	Kon 2002	5	Kon 2002	1465.71	0.86%	10,129.01	655.21
29	600102012	Kon 2000	1	Kon 2000	2.14	0.01%	11.66	0.75
30	600102013	Semi Kon	1	Semi Kon	-	0.00%	-	-
31	600102014	Llenzo	1	REFILADORA DE POLIPROPILEN	244.29	0.10%	1,247.19	80.68
32	600102030	Costura Over	9	MAQUINAS DE COSTURA OVER	4752.00	0.17%	2,004.82	129.68
33	600102031	Costura plana	4	Costura plana	2112.00	0.06%	722.67	46.75
34	600102050	Enfardado	1	ENFARDADORA (ENLAINADO Y	260.36	0.13%	1,596.86	103.30
35	600102070	Recostar	1	Recostar	276.43	1.04%	12,215.42	790.17
36	600103000	Telar de cincho	1	TELAR PLANO MÜLLER (CINCHO	304.29	0.02%	314.71	20.36
37	600104000	Ratera	10	Ratera	4347.86	0.23%	2,762.46	178.69
38	600104001	Susmatex	4	Susmatex	255.00	0.06%	69.94	4.52
39	600200000	Extrusor PE 4	1	Extrusor PE 4	-	0.00%	-	-
40	600200001	Extrusor PE 7	1	Extrusor PE 7	491.79	2.23%	26,085.99	1,687.41
41	600200002	Extrusor PE 6	1	Extrusor PE 6	527.14	3.32%	38,721.03	2,504.73
42	600200003	Extrusor PE 8	1	Extrusor PE 8	686.79	10.01%	116,769.20	7,553.39
43	600200004	Extrusor PE 3	1	Extrusor PE 3	-	0.00%	-	-
44	600200010	Mamata	1	Mamata	292.50	0.37%	4,370.98	282.74
45	600200011	Cortadoras Chinas	1	CORTADORA	-	0.00%	-	-
46	600200012	Hudson Sharp	2	Hudson Sharp	191.79	0.15%	1,795.01	116.11
47	600203000	Impresión polietileno	1	Impresión polietileno	124.29	0.05%	687.70	44.48
48	600300000	Austrofil	1	Austrofil	-	0.00%	-	-
49	600300001	Lohfil	1	Lohfil	398.57	2.18%	25,479.88	1,648.20
50	600300010	Rati	1	Rati	632.14	0.31%	3,659.97	236.75
51	600300011	Verdol	1	ENTORCHADORA VERDOL	633.21	0.39%	4,650.72	300.84
52	600300021	Hacoba	1	Hacoba	10.71	0.00%	-	-
53	600400000	Embobinado	1	CORTADORA SCHMUTZ	56.79	0.01%	139.87	9.05
54	600400001	Impresión y Corte	1	IMPRESORA - CORTADORA SCH	147.86	0.06%	780.95	50.52
55	600400003	Costura	6	COSTURA YUTE	1584.00	0.02%	326.37	21.11
56	600600001	Telar Jumbo SL82	1	Telar Jumbo SL82	357.86	0.25%	2,925.64	189.25
57	600600002	Telares Jumbo SL8	2	Telares Jumbo SL8	190.71	0.10%	1,235.53	79.92
58	600600003	Telares Jumbo SL61	1	Telares Jumbo SL61	417.86	0.16%	1,876.61	121.39
59	600600020	GEBR	2	MAQUINA CORTADORA JUMBO	201.43	0.15%	1,783.36	115.36
60	600600030	Costura	27	MAQUINAS COSTURA JUMBO	12500.00	0.16%	1,958.20	126.67
61	600700000	Cliche	2	Cliche	48.21	0.05%	594.45	38.45
62	600800000	Chillers y Accesorios	7	Chillers y Accesorios	380.00	10.02%	116,815.83	7,556.41
63	600800001	Compresores y Accesorios	6	Compresores y Accesorios	430.00	5.64%	65,797.78	4,256.23
64	600000002	Mantenimiento Bodega MP,PT	4	Mantenimiento Bodega MP,PT	600.00	4.48%	52,230.26	3,378.59
65	6030050113	Mantenimiento Taller de Mante	4	Mantenimiento Taller de Mante	250.00	0.51%	9,956.19	385.28
67	600600010	Impresión	1	IMPRESORA JUMBO FREDAVID	34.29	0.05%	582.80	37.70
68	600600060	Enfardado	1	ENFARDADORA 4 JUMBO	205.71	0.10%	1,247.19	80.68
69	6001010005	Nova 6	7	TELAR NOVA 6	2941.07	0.62%	7,599.67	491.60
70	6001010006	Nova 61	2	TELAR NOVA 61	848.57	0.18%	2,191.32	141.75
71	6001020701	Erema	1	PELETIZADOR EREMA	176.79	0.56%	6,608.92	427.51
72	600200030	Compactado	1	COMPACTADORA CONDOR	316.07	0.20%	2,366.16	153.06
73	600202021	TITAN	1	TITAN	252.00	0.32%	3,764.87	243.54
74	6030060009	M/D Colector Impresión	1	RECICLADORA DE SOLVENTES	360.00	0.25%	2,937.30	190.00
75	6004000005	SELLADORA ALTA FRECUENCIA	3	SELLADORA ALTA FRECUENCIA	-	0.00%	-	-
76	6030050105	Mantenimiento Bodega PT	1	DETECTOR DE METALES METL	75.00	0.01%	139.87	9.05
77	6001000006	Transporte de Resina y Silos	2	ESTACIÓN DE TRANSPORTE RES	726.43	0.69%	8,147.50	527.03
78	6030060001	Iluminación	7	(sin registro previo)	500.00	1.75%	20,397.89	1,319.47
79	6001010204	Laminadora Nordmeccanica	1	(sin registro previo)	86.79	0.30%	3,543.41	229.21
80	6001010301	Twisting	1	Chanfling (sin registro previo)	255.00	0.02%	326.37	21.11
81	6006000400	Umpieza Jumbo	2	(sin registro previo)	240.00	0.04%	489.55	31.67
82	6001030001	Telar Chino 1"	1	(registrado antes con otros equi	324.00	0.02%	326.37	21.11
83	6001030002	Telar Chino 3"	1	(registrado antes con otros equi	124.00	0.01%	128.22	8.29
84	6001030003	Telar Chino 4"	1	(registrado antes con otros equi	-	0.00%	-	-
85	6001010103	LENO 4 LOHIA	6	LENO 4 LOHIA	2405.36	0.21%	2,459.40	159.09
						99.998%	Q 1,165,570.64	Q 75,396.70

Tabla 13. Análisis de diciembre

No.	CECO	Descripción Sistema	Total Maq.	Descripción Específica	HORAS	% de distribución	Costo asign. Fact.	Costo imp. Municipal
1	6001000000	Extrusor Rafia 8	1	Extrusor Rafia 8	585	7.570%	Q 78,109.63	Q 4,922.52
2	6001000001	Extrusor Rafia 7	1	Extrusor Rafia 7	574.29	4.246%	Q 43,811.55	Q 2,761.03
3	6001000002	Extrusor Rafia 6	1	Extrusor Rafia 6	574.29	5.894%	Q 60,816.13	Q 3,832.67
4	6001000003	Extrusor Rafia 5	1	Extrusor Rafia 5	456.43	3.724%	Q 38,425.40	Q 2,421.59
5	6001000004	Extrusor Rafia 4	1	Extrusor Rafia 4	-	0.000%	Q -	Q -
6	6001000005	Molinos y Corte de Rafia	2	Molinos y Corte de Rafia	480	0.612%	Q 6,314.81	Q 397.96
7	6001000007	ROBLON	3	ROBLON	782.14	0.645%	Q 6,655.31	Q 419.42
8	6001010000	SL4	9	SL4	-	0.000%	Q -	Q -
9	6001010001	SL6	35	SL6	10,010.36	2.552%	Q 26,332.33	Q 1,659.48
10	6001010102	Telares leno Plus	3	Telares leno Plus	1,263.21	0.322%	Q 3,322.50	Q 209.39
11	6001010003	Alpha 6	25	Alpha 6	10,135.71	2.584%	Q 26,662.52	Q 1,680.29
12	6001010004	FX 6	64	FX 6	27,991.07	7.137%	Q 73,641.80	Q 4,640.95
13	6001010100	Telares leno SL4	10	Telares leno SL4	4,071.43	1.038%	Q 10,710.41	Q 674.98
14	6001010101	Telares leno HDE	12	Telares leno HDE	3,232.50	1.317%	Q 13,589.22	Q 856.40
15	6001010200	Stacotec 1	1	Laminadora # 1	363.21	1.669%	Q 17,221.26	Q 1,085.29
16	6001010201	Stacotec 2	1	Laminadora # 2	335.36	2.155%	Q 22,235.96	Q 1,401.32
17	6001010202	Stacotec 3	1	Laminadora # 3	426.43	3.180%	Q 32,812.23	Q 2,067.85
18	6001010300	Tubing	1	Tubing	-	0.000%	Q -	Q -
19	6001010401	Filipini	1	Filipini	220.71	0.985%	Q 10,163.54	Q 640.51
20	6001010402	Dynaflex	1	Dynaflex	341.79	1.351%	Q 13,940.04	Q 878.51
21	6001010403	Tambor Central	1	Tambor Central	109.29	1.115%	Q 11,504.92	Q 725.05
22	6001010404	Impresora Manual	1	Impresora Manual PP	180	0.057%	Q 588.14	Q 37.07
23	6001020000	Starkon	1	Starkon	237.86	0.624%	Q 6,438.63	Q 405.77
24	6001020001	Convertex 2	1	Convertex 2	-	0.000%	Q -	Q -
25	6001020003	Convertex 3.2	1	Convertex 3.2	218.57	0.641%	Q 6,614.04	Q 416.82
26	6001020004	Sliter	1	Sliter PP	156.43	0.075%	Q 773.87	Q 48.77
27	6001020100	Multikon	1	Multikon	452.14	0.293%	Q 3,023.27	Q 190.53
28	6001020101	Kon 2002	5	Kon 2002	1,170.00	0.758%	Q 7,821.28	Q 492.90
29	6001020102	Kon 2000	1	Kon 2000	240	0.155%	Q 1,599.34	Q 100.79
30	6001020103	Semi Kon	1	Semi Kon	5.36	0.002%	Q 20.64	Q 1.30
31	6001020104	Lienzo	1	REFILADORA DE POLIPROPILEN	144.64	0.069%	Q 711.96	Q 44.87
32	6001020300	Costura Over	9	MAQUINAS DE COSTURA OVER	4,536.00	0.179%	Q 1,846.98	Q 116.40
33	6001020301	Costura plana	4	Costura plana	2,016.00	0.064%	Q 660.37	Q 41.62
34	6001020500	Enfardado	1	ENFARDADORA (ENLAINADO Y	248.57	0.143%	Q 1,475.52	Q 92.99
35	6001020700	Recostar	1	Recostar	429.64	1.780%	Q 18,366.60	Q 1,157.47
36	6001030000	Telar de cincho	1	TELAR PLANO MULLER (CINCHO	245.36	0.023%	Q 237.32	Q 14.96
37	6001040000	Ratera	10	Ratera	4,592.14	0.274%	Q 2,827.22	Q 178.17
38	6001040001	Susmatex	4	Susmatex	377.14	0.009%	Q 92.86	Q 5.85
39	6002000000	Extrusor PE 4	1	Extrusor PE 4	58.93	0.068%	Q 701.65	Q 44.22
40	6002000001	Extrusor PE 7	1	Extrusor PE 7	564.64	2.807%	Q 28,963.50	Q 1,825.30
41	6002000002	Extrusor PE 6	1	Extrusor PE 6	242.14	1.667%	Q 17,200.63	Q 1,083.99
42	6002000003	Extrusor PE 8	1	Extrusor PE 8	530.36	8.452%	Q 87,210.38	Q 5,496.05
43	6002000004	Extrusor PE 3	1	Extrusor PE 3	10.71	0.012%	Q 123.82	Q 7.80
44	6002000100	Mamata	1	Mamata	354.64	0.497%	Q 5,128.20	Q 323.18
45	6002000101	Cortadoras Chinas	1	CORTADORA	-	0.000%	Q -	Q -
46	6002000102	Hudson Sharp	2	Hudson Sharp	262.55	0.230%	Q 2,373.21	Q 149.56
47	6002030000	Impresión polietileno	1	Impresión polietileno	-	0.000%	Q -	Q -
48	6003000000	Austrofil	1	Austrofil	-	0.000%	Q -	Q -
49	6003000001	Lohfil	1	Lohfil	468.21	2.806%	Q 28,953.18	Q 1,824.65
50	6003000100	Rati	1	Rati	250.71	0.136%	Q 1,403.29	Q 88.44
51	6003000101	Verdol	1	ENTORCHADORA VERDOL	278.57	0.192%	Q 1,981.12	Q 124.85
52	6003000201	Hacoba	1	Hacoba	133.93	0.006%	Q 61.91	Q 3.90
53	6004000000	Embinado	1	CORTADORA SCHMUTZ	24.64	0.006%	Q 61.91	Q 3.90
54	6004000001	Impresión y Corte	1	IMPRESORA - CORTADORA SCH	35.36	0.018%	Q 185.73	Q 11.70
55	6004000003	Costura	6	COSTURA YUTE	1,152.00	0.022%	Q 227.00	Q 14.31
56	6006000001	Telar Jumbo S182	1	Telar Jumbo S182	366.43	0.280%	Q 2,889.13	Q 182.07
57	6006000000	Telares Jumbo S18	2	Telares Jumbo S18	125.36	0.076%	Q 784.19	Q 49.42
58	6006000002	Telares Jumbo S161	1	Telares Jumbo S161	327.86	0.138%	Q 1,423.93	Q 89.74
59	6006000200	GEBR	1	MAQUINA CORTADORA JUMBO	94.29	0.061%	Q 629.42	Q 39.67
60	6006000300	Costura	27	MAQUINAS COSTURA JUMBO	4,968.00	0.073%	Q 753.24	Q 47.47
61	6007000000	Cliche	2	Cliche	39.64	0.046%	Q 474.64	Q 29.91
62	6008000000	Chillers y Accesorios	7	Chillers y Accesorios	418	12.044%	Q 124,273.76	Q 7,831.81
63	6008000001	Compresores y Accesorios	6	Compresores y Accesorios	373.93	5.363%	Q 55,337.11	Q 3,487.38
64	6000000002	Mantenimiento Bodega MP,PT	4	Mantenimiento Bodega MP,PT	640	5.222%	Q 53,882.23	Q 3,395.69
65	6003005113	Mantenimiento Taller de Mant	4	Mantenimiento Taller de Mant	280	0.625%	Q 6,448.95	Q 406.42
66	6001030100	GEBR	1	CORTADORA CINCHO GEBR HEI	17.14	0.003%	Q 30.95	Q 1.95
67	6006000100	Impresión	1	IMPRESORA JUMBO FREDAVID	24.64	0.039%	Q 402.41	Q 25.36
68	6006000600	Enfardado	1	ENFARDADORA 4 JUMBO	125.36	0.071%	Q 732.60	Q 46.17
69	6001010005	Nova 6	7	TELAR NOVA 6	2,707.50	0.656%	Q 6,768.81	Q 426.57
70	6001010006	Nova 61	2	TELAR NOVA 61	732.86	0.178%	Q 1,836.66	Q 115.75
71	6001020701	Erema	1	PELITIZADOR EREMA	495	1.735%	Q 17,902.27	Q 1,128.21
72	6002000300	Compactado	1	COMPACTADORA CONDOR	238.93	0.168%	Q 1,733.48	Q 109.24
73	6002020201	TITAN	1	TITAN	120	0.168%	Q 1,733.48	Q 109.24
74	6003060009	MO Colector Impresión	1	RECOLECTORA DE SOLVENTES	360	0.275%	Q 2,837.54	Q 178.82
75	6004000005	SELLADORA ALTA FRECUENCIA	3	SELLADORA ALTA FRECUENCIA	-	0.000%	Q -	Q -
76	6003005105	Mantenimiento Bodega PT	1	DETECTOR DE METALES METTL	75	0.013%	Q 134.14	Q 8.45
77	6001000006	Transporte de Resina y Silos	2	ESTACIÓN DE TRANSPORTE RE	420	0.442%	Q 4,560.69	Q 287.42
78	6003060001	Iluminación	7	(Sin registro previo)	500	1.912%	Q 19,728.61	Q 1,243.31
79	6001010204	Laminadora Nordmeccanica	1	(sin registro previo)	48.21	0.184%	Q 1,898.57	Q 119.65
80	6001010301	Twisting	1	Channing (sin registro previo)	75	0.009%	Q 92.86	Q 5.85
81	6006000400	Limpieza Jumbo	2	(sin registro previo)	300	0.057%	Q 588.14	Q 37.07
82	6001030001	Telar Chino 1"	1	(registrado antes con otros equi	-	0.000%	Q -	Q -
83	6001030002	Telar Chino 2"	1	(registrado antes con otros equi	-	0.000%	Q -	Q -
84	6001030003	Telar Chino 4"	1	(registrado antes con otros equi	-	0.000%	Q -	Q -

99.999%

Q 1,031,820.93

Q 65,026.00

Figura 4. Ficha técnica de aislante de polietileno

FICHA TÉCNICA
Código: NT-58-P
Versión: 1.0





ASLAMIENTO TÉRMICO REFLECTIVO

Prodex AD5

CARA ALUMINIO + ESPUMA POLIETILENO + CARA ALUMINIO

Espuma de polietileno de celda cerrada en un espesor de 5mm laminada en aluminio puro en ambas caras

Aislante térmico reflectivo desarrollado bajo las más altas normas de calidad, diseñado para ahorrar energía eliminando el calor radiante que emiten los techos, pisos o paredes dentro de las construcciones.

Además, protege su casa, comercio o proyecto brindándole CONFORT en cualquier época del año.




ASLANTE ADS (CARA ALUMINIO + ESPUMA POLIETILENO + CARA ALUMINIO)		
MEDIDAS Y TOLERANCIAS DEL PRODUCTO ESTÁNDAR		
ESPESOR: 5 ± 0.35 (mm)	LARGO: ± 30 cm	ANCHO: 1.22 ± 0.01 (m)
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO		
CARACTERÍSTICAS	VALOR	NORMA
ESTRUCTURA DE CELDA ESPUMA	Cerrada	-
ANCHO EFECTIVO	1.17 m	-
PESO PROMEDIO POR M ²	0.25 kg/m ²	-
PERMEABILIDAD AL AGUA	Impermeable	Dir. UEAtc
PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA	0.033 g/m ² hPa - 0.05 perms (gr/lb ² *h/m ² in.hg)	ASTM E 96/IRAM 1735
ÍNDICE DE FLAMA	0	ASTM E-84-99
DESARROLLO DE HUMO	15	ASTM E-84-99
EMITANCIA	0.03	ASTM C-1371-98
RESISTENCIA A HONGOS	Resistente / No promueve crecimiento de hongos - moho	ASTM C 1338
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	CUMPLE	ASTM C-1224
RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO	CUMPLE	ASTM C-1224
RESISTENCIA A LA DESLAMINACIÓN	CUMPLE	ASTM C-1224
RESISTENCIA A LA HUMEDAD	CUMPLE	ASTM C-1258
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (DM)	18.2 N/cm	ASTM D-638
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	- 20°C / 80°C	ASTM C-1224
RESISTENCIA TÉRMICA (Factor R, Heat Flow Down)	* A: 15.67 B: -21.12 (ft ² ·h ² /BTU)	ASTM STP1116

➔ Se recomienda una distancia entre apoyos de 1.20 metros a 2.20 metros

➔ No se recomienda usar expuesto en aleros

FACTOR R: Resistencia Térmica
(Factor R – Flujo de calor descendente):
15.67 (ft²·h²/BTU)



FACTOR R: Resistencia Térmica
(Factor R – Flujo de calor descendente):
21.12 (ft²·h²/BTU)







Confort en armonía con el ambiente



Tel (506) 2438-2322 | Fax (506) 2438-2341
www.prodexcr.com

Figura 5. Ficha técnica neopreno

www.lorkindustrias.com

LORK INDUSTRIAS, S.L.
 CARACAS, 11
 08030—BARCELONA
 SPAIN
 Tel.: 0034 93 346 82 12
 Fax: 0034 93 311 30 60
 Email: lork@lorkindustrias.com

FICHA TÉCNICA

NEOPRENO

Composición

Cloropreno (CR)

Características

El Neopreno se caracteriza por una buena resistencia a la flexión, excelente resistencia a la fatiga y una amplia resistencia a la intemperie y el ozono. Es caucho sintético con excelente resistencia a los fluidos hidráulicos, aceites lubricantes, fluidos de transmisión, etc.

Propiedades	Unidades	Valores
Composición		Cloropreno
Color		Negro
Peso específico	1,55 ±0,05	gr/cm ³
Dureza	65 ± 5	SHORE A
Carga de rotura	≥ 3,5	Mpa
Alargamiento a la rotura	≥ 280	%
Resistencia al desgarro	15	N/ mm
Temperatura mínima de servicio	-30	°C
Temperatura máxima de servicio	120	°C
Envejecimiento por aire caliente	72 h x 70°C	
Inc. Dureza	5	SHORE A
Inc. Carga de rotura	-15	%
Inc. Alargamiento	-40	%
Resistencia Química		
Ozono		Moderada
Ácidos y Alcalis diluidos		Buena
Ácidos y Alcalis concentrados		No recomendada
Hidrocarburos, aceites y grasas		Moderada
Disolventes orgánicos		No recomendada

Figura 6. Cotización motor *Regal* 200 HP



Guatemala 24 de septiembre 2019

Señores: **Universidad Del Valle de Guatemala**
 Atención: **Natalia Taracena**
 Correo: Tar15113@uvg.edu.gt
 Tel: **+(502) 3094 0323**
 Ref: **GSSA24092019**

Estimada Natalia por este medio sometemos a su consideración, nuestra propuesta por motor de 200HP.

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	VALOR C/U	VALOR TOTAL
01	GT1055A	MOTOR 200HP 3PH 1800RPM 60hz 460 Voltios TEFC	Q.79,800.00	Q.79,800.00
			TOTAL.	Q.79,800.00



Tiempo De Entrega: Inmediata
Forma de Pago: Transferencia Bancaria o Deposito
Garantía 01 AÑO

Cuenta Banco Industrial. [288-000754-2](tel:288-000754-2) a nombre de GRUPO SIERMA. S. A.

A la espera de poder servirles, .

Atentamente.

Miguel Ángel Alvizures
GRUPO SIERMA, S.A.

Figura 7. Hoja técnica motor *Regal* 1

PRODUCT INFORMATION PACKET

marathon®
Motors

Model No: 447TTFC6038
Catalog No: GT1055
200,1800,TEFC,447T,3/60/460PWS
Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC)



Regal and Marathon are trademarks of Regal Beloit Corporation or one of its affiliated companies.
©2018 Regal Beloit Corporation. All Rights Reserved. MCD17097E

REGAL

1 of 6

Figura 8. Hoja técnica motor *Regal 2*

Product Information Packet: Model No: 447TFC6038, Catalog No:GT1055 200,1800,TEFC,447T,3/60/460PWS

Nameplate Specifications

Output HP	200 Hp	Output KW	149.0 kW
Frequency	60 Hz	Voltage	460 V
Current	224.0 A	Speed	1790 rpm
Service Factor	1.15	Phase	3
Efficiency	96.2 %	Duty	Continuous
Insulation Class	F	Design Code	A
KVA Code	G	Frame	447T
Enclosure	Totally Enclosed Fan Cooled	Overload Protector	No
Ambient Temperature	40 °C	Drive End Bearing Size	6319
Opp Drive End Bearing Size	6317	UL	Recognized
CSA	Y	CE	Y
IP Code	43		

Technical Specifications

Electrical Type	Squirrel Cage Inverter Rated	Starting Method	Line Or Inverter
Poles	4	Rotation	Reversible
Mounting	Rigid Base	Motor Orientation	HORIZONTAL
Drive End Bearing	BALL	Opp Drive End Bearing	BALL
Frame Material	Cast Iron	Shaft Type	T
Overall Length	55.91 in	Shaft Diameter	3.375 in
Shaft Extension	8.5 in	Assembly/Box Mounting	F1/F2 CAPABLE
Outline Drawing	SS620287-447T	Connection Diagram	A-EE7341C

This is an uncontrolled document once printed or downloaded and is subject to change without notice. Date Created: 11/20/2018

Figura 9. Hoja técnica motor Regal 3

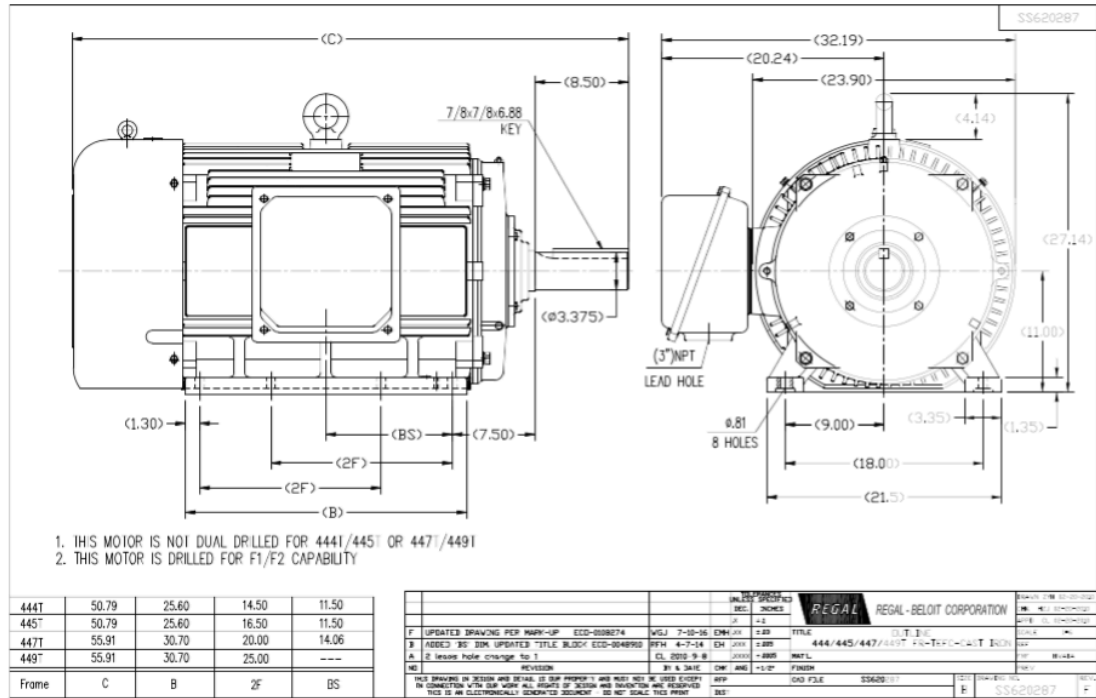


Figura 10. Hoja técnica motor *Regal* 4

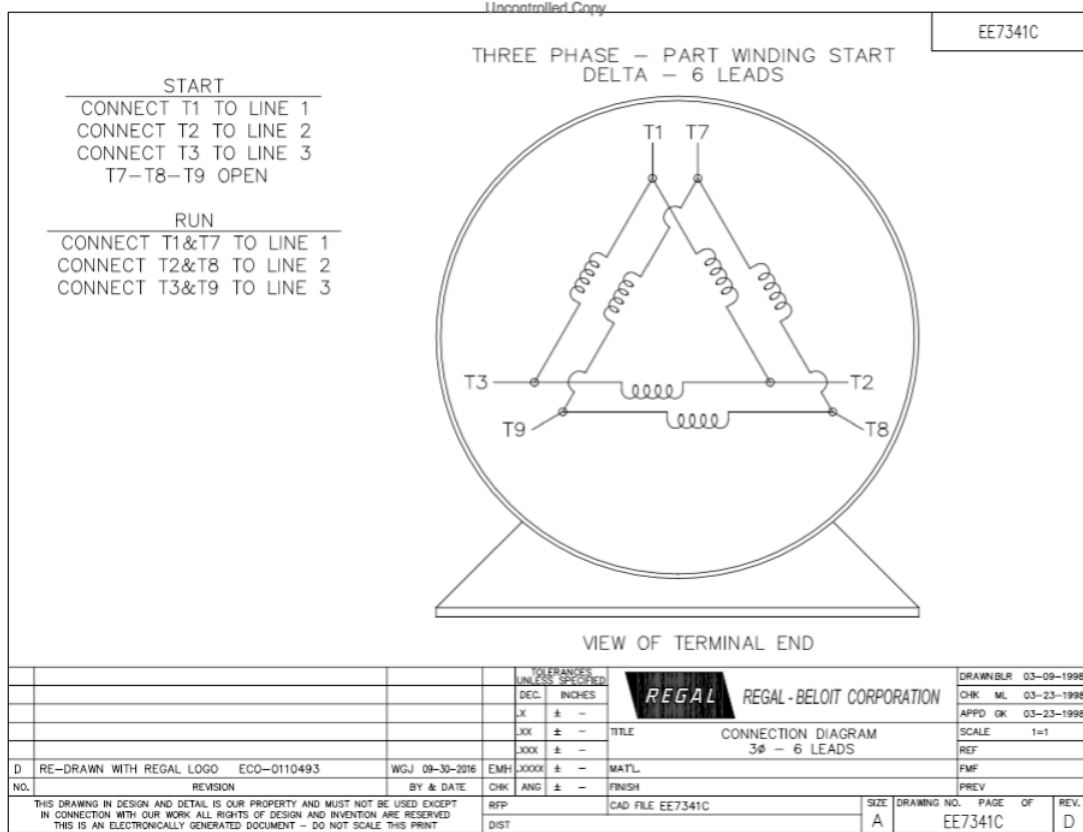


Figura 11. Hoja técnica motor *Regal 5*

Uncontrolled Copy

CERTIFICATION DATA SHEET

Model#: 447TTF08038 AB WINDING#: CHT44740003 NONE 1
 CONN. DIAGRAM: A-EE7341C ASSEMBLY: F1/F2 CAPABLE
 OUTLINE: B-SS600267

TYPICAL MOTOR PERFORMANCE DATA

HP	KW	SYNC. RPM	F.L. RPM	FRAME	ENCLOSURE	KVA CODE	DESIGN		
200&150	149&112	1800	1700&1490	447T	TEFC	G	A		
PH	Hz	VOLTS	FL AMPS	START TYPE	DUTY	INSL	S.F	AMB°C	ELEVATION
3	60/50	400/380	224&205	LINE OR INVERTER	CONTINUOUS	F7	1.15/1.15	40	3300
FULL LOAD EFF: 96.2&95.8		3/4 LOAD EFF: 96.2	1/2 LOAD EFF: 95.4	GTD. EFF		ELEC. TYPE		NO LOAD AMPS	
FULL LOAD PF: 87.5&87		3/4 LOAD PF: 86	1/2 LOAD PF: 85	95.8		SQ CAGE INV RATED		62	
F.L. TORQUE		LOCKED ROTOR AMPS		L.R. TORQUE		S.D. TORQUE		F.L. RISE°C	
587 LB-FT		1450		1300 LB-FT 220		1800 LB-FT 305		65	
SOUND PRESSURE @ 3 FT.	SOUND POWER	ROTOR WK*2	MAX. WK*2	SAFE STALL TIME	STARTS /HOUR	APPROX. MOTOR WGT			
76 dBA	86 dBA	88 LB-FT*2	- LB-FT*2	25 SEC.	-	2750 LBS.			

*** SUPPLEMENTAL INFORMATION ***

DE BRACKET TYPE	OGE BRACKET TYPE	MOUNT TYPE	ORIENTATION	SEVERE DUTY	HAZARDOUS LOCATION	DRIIP COVER	SCREENS	PAINT
STANDARD	STANDARD	RIGID	HORIZONTAL	FALSE	NONE	FALSE	NONE	BLUE (ENAMEL)
BEARINGS		GREASE	SHAFT TYPE	SPECIAL DE	SPECIAL OGE	SHAFT MATERIAL	FRAME MATERIAL	
DE	OGE	POLYREX EM	T	NONE	NONE	1045 HOT ROLLED (C-204)	CAST IRON	
BALL	BALL							
6319	6317	THERMO-PROTECTORS			OTHERMISTORS	CONTROL	SPACE /n HEATERS	
THERMOSTATS	PROTECTORS	WDG RTDs	IRG RTDs					
NONE	NQT	NONE	NONE	NONE		FALSE	NONE VOLTS	

If Inverter equals NONE, contact factory for further information

INVERTER TORQUE: VARIABLE 10:1
INV. HP SPEED RANGE: NONE
ENCODER: NONE
NONE NONE
NONE NONE PPR
BRAKE: NONE NONE
NONE PIN NONE
NONE NONE
NONE FT-LB NONE V NONE Hz

*
N
O
T
E
S
*

DATE: 06/21/2017 06:32:16 AM
 FORM 3531 REV.3 02/07/99
 ** Subject to change without notice.

Figura 12. Hoja técnica motor Regal 6

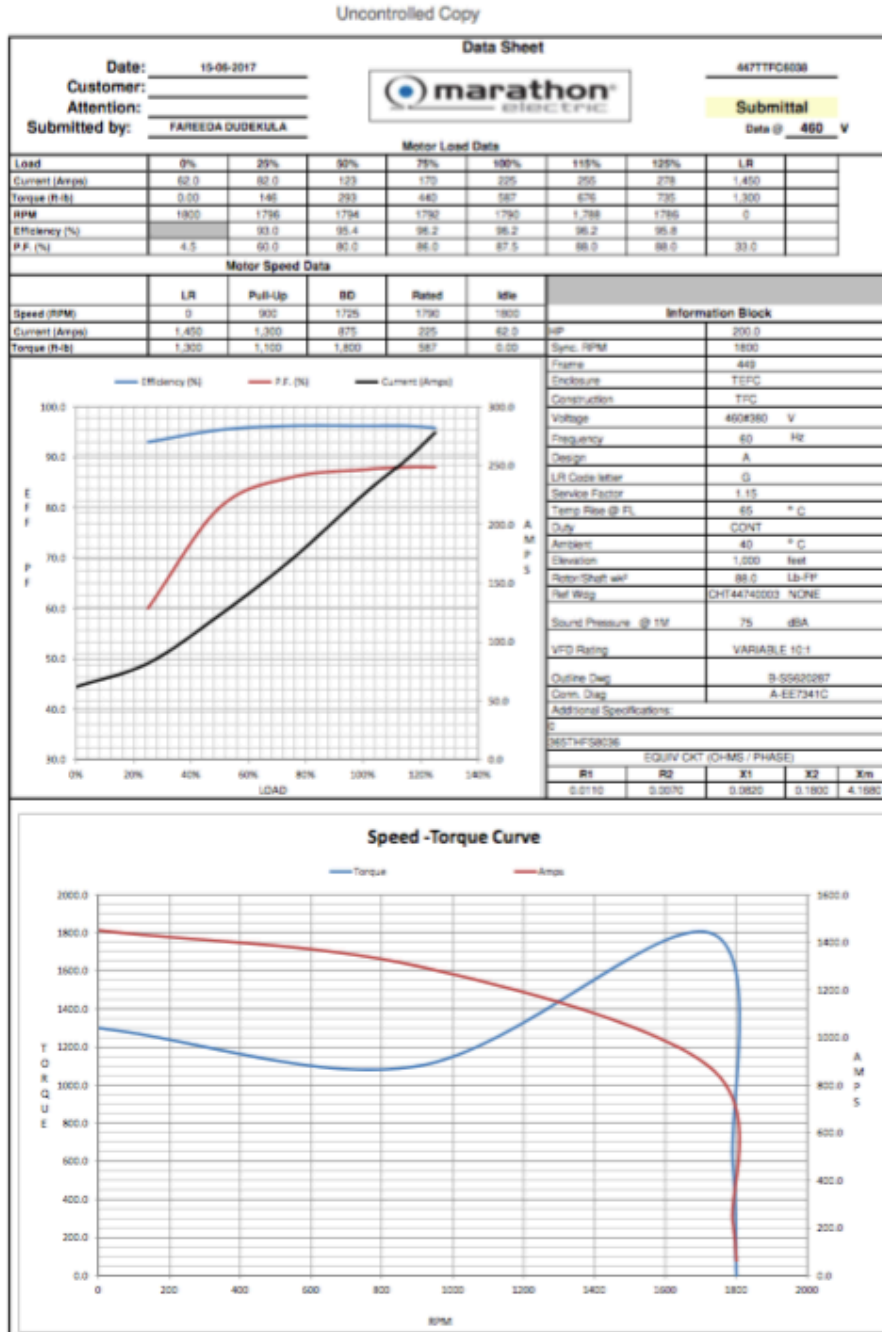


Figura 13. Cotización motor *Weg*

W22 NEMA Premium Efficiency 200 HP 8P 447/9T 3F 460 V 60 Hz IC411 - TEFC - Con pies

Número del Catálogo: 20009ET3GKD449T-W22 | Producto: 13526433



Resumen de las características técnicas			
Norma	NEMA MG-1	Potencia	200 HP
Frecuencia	60 Hz	Fijación	Con pies
Tensión	460 V	Brida	Sin
Numero de polos	8	Forma constructiva	F-1
Grado de protección	IP55	Caja de conexión ¹	Posición izquierda
Rotación sincrona	900 rpm	Refrigeración	IC411 - TEFC

USD\$49,899.00 /un.

[Comparar](#)

Motores Eléctricos

Carcasa	447/9T	Categoría	A
Potencia	200 HP (150 kW)	Clase de aislamiento	F
Numero de polos	8	Factor de servicio	1.15
Frecuencia	60 Hz	Elevación de temperatura	80 K
Rotación nominal	890 rpm	Ciclo de servicio	Cont.(S1)
Resbalamiento	1.11 %	Método de partida	Partida directa
Tensión nominal	460 V	Temperatura ambiente	-20°C hasta +40°C
Corriente nominal	254 A	Altitud	1000 m
Corriente de arranque	1626 A	Grado de protección	IP55
Ip/In	6.4x(Cód. H)	Refrigeración	IC411 - TEFC
Corriente en vacío	115 A	Forma constructiva	F-1
Torque nominal	1160 ft.lb	Dirección de rotación ¹	Ambos
Torque de arranque	200 %	Nivel de ruido ²	66.0 dB(A)
Corriente de arranque	1626 A	Grado de protección	IP55
Ip/In	6.4x(Cód. H)	Refrigeración	IC411 - TEFC
Corriente en vacío	115 A	Forma constructiva	F-1
Torque nominal	1160 ft.lb	Dirección de rotación ¹	Ambos
Torque de arranque	200 %	Nivel de ruido ²	66.0 dB(A)
Torque máximo	220 %	Masa aproximada ³	3091 lb
Tiempo de rotor bloqueado	23s (frío) 13s (caliente)		

(1) Mirando la punta delantera del eje del motor; (2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A); (3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación.; (4) Al 100% de la carga completa.

Eficiencia

50%	75%	100%
94.5	95.0	95.0

Factor de potencia

50%	75%	100%
0.62	0.73	0.78

Figura 14. Cotización aislante de polietileno

Mexichem.

Mexichem Guatemala, S.A.

Planta de Producción:
 PBX: (502) 2410-1301
 Km 36.7, CA 9 Sur, Palín, Escuintla
 Oficinas Comerciales:
 PBX: (502) 2410-1300
 31 calle 25-45 zona 12 Colonia Santa Elisa,
 Edificio Intercargo Business Logistic Center, 6to Nivel
 www.amanco.com.gt

TÓPICO: Suministro e instalación de Aislante térmico Prodex AD10 y AD5, y Lamina Master 1000 calibre 0.40mm
CLIENTE:
PROYECTO:
FECHA: Guatemala, 24 de agosto de 2017
REF.:

A continuación, se presenta la oferta técnica y económica correspondiente al desmontaje de lámina existente, suministro e instalación de aislante térmico Prodex, suministro e instalación lamina Master 1000 en calibre 0.40 natural.

1. PROPUESTA

La oferta que se presenta se realizó en base a la visita técnica realizada por el personal de nuestra empresa, pendientes, áreas de trabajo y espacio productivo.

2. CANTIDAD DE MATERIALES, DESCRIPCIÓN Y MONTO

A continuación, se detallan las cantidades de los materiales necesarios para las instalaciones de aislante térmico.

Descripción	Unidad	Precio Unitario	Cantidad Contratada	Monto Contratado
Desmontaje de lámina existente, limpieza en costaneras, aplicación de pintura anticorrosiva en la cara superior que tendrá contacto con el aislante, suministro e instalación de aislante térmico Prodex AD10, suministro e instalación lamina Master 1000 en calibre 0.40 natural, en área de Extrusión.	m²	Q 150.00	7,536.00	Q 1,130,400.00

www.mexichem.com

Figura 15. Cotización motor actual de extrusora *Starex 8*

200HP BALDOR 1760RPM RL2898 DPG-FV 3PH MOTOR IDDRPM282004

Catalog Number: IDDRPM282004
 Description: 200HP,1760RPM,RL2898,DPG-FV,3PH,60HZ,INVERTER DUTY
 MAX RPM: 2700
 Ship Weight: 976 lbs.


Features | Specs | Files

This Baldor Motor Can Only Ship Ground Freight
 For expedited needs please [contact our sales team](#).

Baldor Three Phase RPM AC Inverter Duty Motors are designed for extruders, conveyors, crane & hoist systems, converting, pumps, web processing, test stands, traction duty, winders, and printing.

FEATURES:

- Compact square laminated steel frame FL210-L440 (FL180 is extruded aluminum) for inverter duty and vector duty 1000:1 constant torque.
- Premium class H insulation, 40 C ambient, 1.0 S.F. Ball bearing.
- Three normally closed thermostats (one per phase).
- Surpasses the requirements of MG1, Part 31. VPI insulation & insulated O.D.E. bearing is standard on all L440 frames.
- Exclusive optimum pole Inverter Duty - not for across the line operation.



Click Image to Enlarge
 Image for quick reference only

Manufacturer Part Number: IDDRPM282004
 Stock # IDDRPM282004
Price: \$14,376.00
 Compare At: \$24,751.00

Quantity:

Add To Cart

Figura 16. Cotización paneles (Solar Guat)



Nombre	Imagen	Marca	Descripción	Precio
35w panel solar		TDC Solar	Typo: Polycrystalline Class A Power: 35W Voltage: 12V VMP: 14.20V IMP: 2.46A Dimensiones (m) .67 x .40 x 0.25	Q 250.02 <input type="checkbox"/>
Diodos				Q 15.02 <input type="checkbox"/>

Figura 17. Descripción kit paneles (EOS power)



Figura 18. Cuadro extraído de cotización por Proveedor 1

Concepto	
Inversión en paneles solares	Q2,899,800.40
Energía anual producida por los paneles en kwh	1,176,143.71
Tasa de interés anual	5%
Tasa de interés mensual	0.40741%
Número de meses para amortizar crédito	300
kw por panel solar	0.31
Costo de instalación por cantidad paneles	Q3,189,780.44
Costo unitario	Q3,026.67


Proveedor: 

Figura 19. Inflación total para el año 2019

**INFLACIÓN TOTAL
RITMO INFLACIONARIO
AÑOS 1996 - 2019
PORCENTAJES**

Periodo	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	9.76	10.80	7.29	6.29	5.27	6.05	8.85	6.20	6.21	9.04	8.08	6.22	8.39	7.88	1.43	4.90	5.44	3.86	4.14	2.32	4.38	3.83	4.71	4.10
Febrero	10.83	12.66	5.45	5.17	6.62	5.99	9.01	6.00	6.26	9.04	7.26	6.62	8.76	6.50	2.48	5.24	5.17	4.18	3.50	2.44	4.27	3.96	4.15	4.46
Marzo	11.48	11.51	6.11	3.99	8.28	5.42	9.13	5.78	6.57	8.77	7.28	7.02	9.10	5.00	3.93	4.99	4.55	4.34	3.25	2.43	4.26	4.00	4.14	4.17
Abril	11.95	10.13	6.94	3.47	9.07	4.87	9.25	5.67	6.65	8.88	7.48	6.40	10.37	3.62	3.75	5.76	4.27	4.13	3.27	2.58	4.09	4.09	3.92	4.75
Mayo	11.02	9.61	7.32	3.73	7.36	6.05	9.31	5.56	7.27	8.52	7.62	5.47	12.24	2.29	3.51	6.39	3.90	4.27	3.22	2.55	4.36	3.93	4.09	4.54
Junio	10.34	8.97	7.43	4.22	7.23	6.30	9.14	5.24	7.40	8.80	7.55	5.31	13.56	0.62	4.07	6.42	3.47	4.79	3.13	2.39	4.43	4.36	3.79	4.80
Julio	11.60	7.98	7.27	5.22	6.14	6.97	9.10	4.65	7.64	9.30	7.04	5.59	14.16	-0.30	4.12	7.04	2.86	4.74	3.41	2.32	4.62	5.22	2.61	4.37
Agosto	12.03	8.05	6.31	6.03	4.71	8.79	7.73	4.96	7.66	9.37	7.00	6.21	13.69	-0.73	4.10	7.63	2.71	4.42	3.70	1.96	4.74	4.72	3.36	3.01
Septiembre	11.77	8.33	5.49	6.79	4.29	8.99	7.10	5.68	8.05	9.45	5.70	7.33	12.75	0.03	3.76	7.25	3.28	4.21	3.45	1.88	4.56	4.36	4.55	
Octubre	10.64	8.48	4.97	7.57	3.84	9.47	6.60	5.84	8.64	10.29	3.85	7.72	12.93	-0.65	4.51	6.65	3.35	4.15	3.64	2.23	4.76	4.20	4.34	
Noviembre	10.44	7.66	7.35	5.15	4.17	9.51	6.34	5.84	9.22	9.25	4.40	9.13	10.85	-0.61	5.25	6.05	3.11	4.63	3.38	2.51	4.67	4.69	3.15	
Diciembre	10.85	7.13	7.48	4.92	5.08	8.91	6.33	5.85	9.23	8.57	5.79	8.75	9.40	-0.28	5.39	6.20	3.45	4.39	2.95	3.07	4.23	5.68	2.31	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

Figura 20. Desgaste de aislante en enfriador (PE)



Figura 21. Tubería con aislante PE



Figura 22. Aislante para intercambiador de concha y tubos



Figura 23. Temperatura a la que se transporta el líquido



Figura 24. Datos de placa del motor de la extrusora *Starex 8*



Figura 25. Temperatura a la que trabaja el motor de la extrusora *Starex 8*



Figura 26. Temperatura a la que trabaja el motor de rodillos calientes *Lenze*

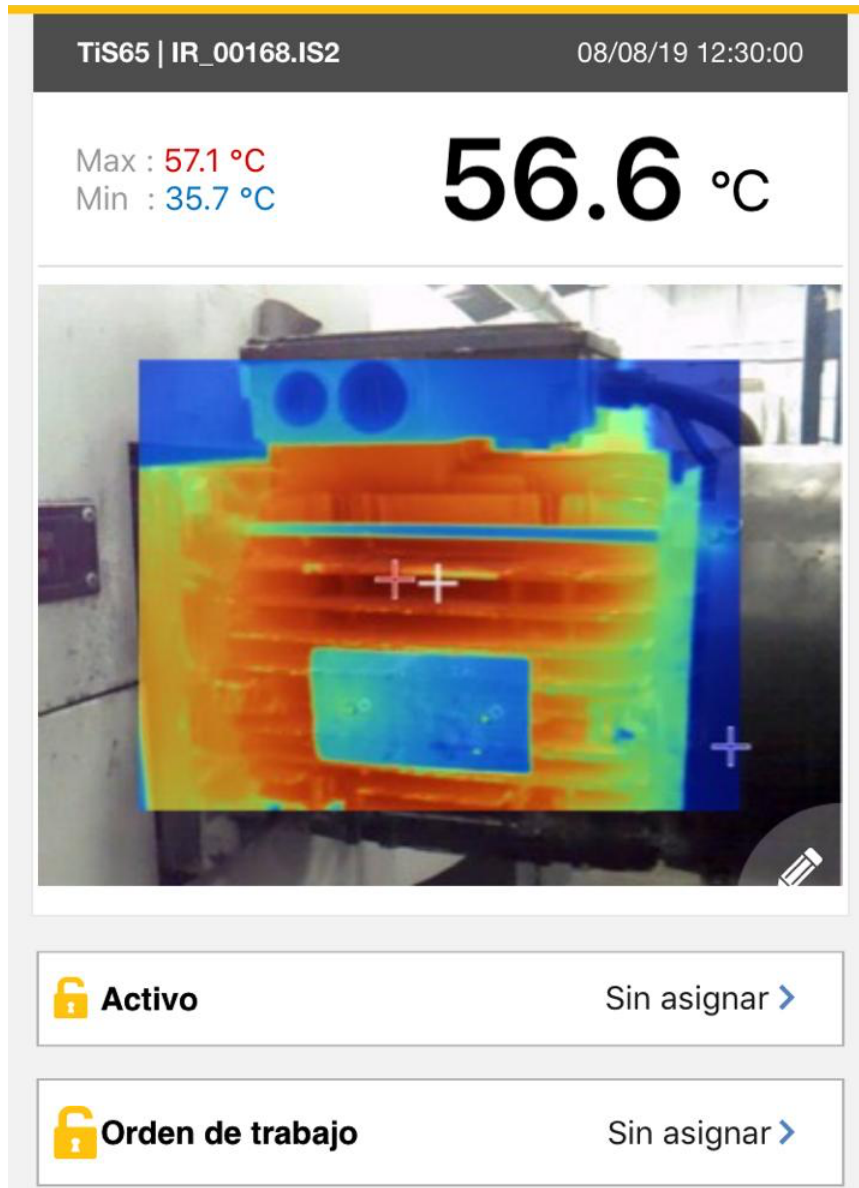
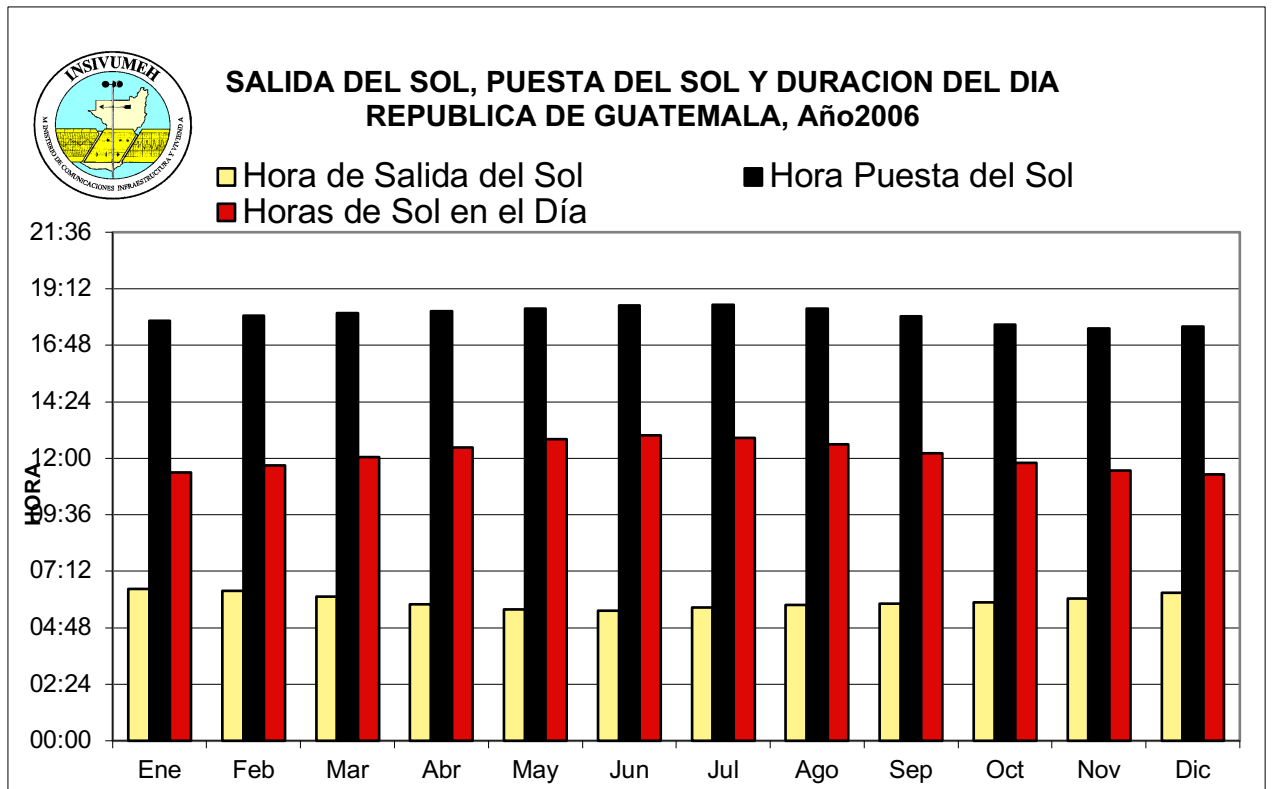


Figura 27. Horas promedio de sol en Guatemala



XIII. GLOSARIO

TIR: Tasa interna de retorno

TMAR: Tasa mínima aceptable de retorno

FNE: Flujo neto de efectivo

FNE acumulado: Flujo neto de efectivo acumulado

VAN: Valor actual neto.

VPN: Valor presente neto.

VP (B): Valor presente de beneficios

I: Inversión inicial del proyecto

VR: Valor de recuperación del proyecto

VP (O y M): Valor presente de costos de operación y mantenimiento del proyecto

PE: Polietileno

HP: caballos de fuerza

kWh: Kilovatio-hora

kW: Kilovatio

BP: Breakeven point