



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y
ADMINISTRATIVAS

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL USO DE PLANTAS
GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
I N G E N I E R O I N D U S T R I A L

P R E S E N T A N
AMAURI EDUARDO GONZÁLEZ PÉREZ
JESÚS ENRIQUE FARIAS MANJARREZ
M A R T Í N M A R T I N E Z M A G A Ñ A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

P R E S E N T A
G R A C I A N O D Í A Z A G U I R R E

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
I N G E N I E R O E N I N F O R M Á T I C A

P R E S E N T A
A D R I A N J E S Ú S P U G A L Ó P E Z

Expositores

DR. JOAS GÓMEZ GARCÍA

DRA. EVELIA ROJAS ALARCÓN

M EN C. OSIRIS SUHELEN GUZMÁN RUIZ

CIUDAD DE MÉXICO
No DE REGISTRO

2019
A7.2326



Folio
S.Aca./JPAII/243/19

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"
60 años de la Unidad Profesional Adolfo López Mateos
70 Aniversario del CECyT No. 3 "Estanislao Ramírez Ruiz"
60 años de XEIPN Canal Once, orgullosamente politécnico
60 Aniversario del CECyT No. 4 "Lázaro Cárdenas"

Asunto
Autorización de tema de titulación.

CDMX, 10 de septiembre de 2019

CC. PASANTES:
GRACIANO DÍAZ AGUIRRE
JESÚS ENRIQUE FARIÁS MANJARREZ
AMAURI EDUARDO GONZÁLEZ PÉREZ
MARTÍN MARTÍNEZ MAGAÑA
ADRIÁN JESÚS PUGA LÓPEZ
P R E S E N T E S.

Tengo el agrado de comunicarles que les ha sido autorizado el trabajo de titulación denominado "EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL USO DE PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA", con el siguiente contenido:

ÍNDICE
RESUMEN
INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO I MARCO METODOLÓGICO
CAPÍTULO II MARCO CONTEXTUAL
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO IV EVALUACIÓN ECONÓMICA
CONCLUSIONES
REFERENCIAS
ANEXOS

La tesina es dirigida por el DR. JOAS GÓMEZ GARCÍA.

Nota: Este oficio sustituye al S.Aca./JPAII/202/19.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"La Técnica al Servicio de la Patria"



UPIICSA

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

SIGNATURA DEL PROGRAMA

ACADÉMICO DE INGENIERÍA

INDUSTRIAL

M. en I.I. RAFAEL LOZANO LOBERA
JEFE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



UPIICSA

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

SIGNATURA DEL PROGRAMA

ACADÉMICO DE INGENIERÍA

INFORMÁTICA

MID. JOSÉ LUIS LÓPEZ GOYTÍA
JEFE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN INFORMATICA



UPIICSA

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

SIGNATURA DEL PROGRAMA

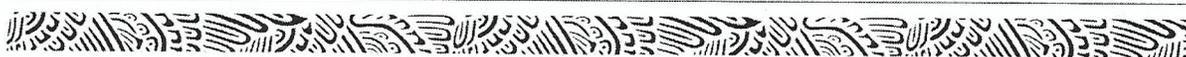
ACADÉMICO DE ADMINISTRACIÓN

INDUSTRIAL

M. EN A. LAURA ANDRÓMEDA FONSECA MONTERRUBIO
JEFE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

- Ccp.
M. en C. María del Rosario Castro Nava.- Jefa de la Coordinación de Seminarios de Titulación.
LAI. María Elizabeth Peralta Calderón.- Jefa de la Oficina de Titulación.
M. en A. Laura Andrómeda Fonseca Monterrubio.- Jefa del Programa Académico de Administración Industrial
MID. José Luis López Goytía.- Jefe del Programa Académico de Ingeniería en Informática
Expediente.

RLL/ea*



CARTA DE REVISIÓN Y APROBACIÓN DE TRABAJOS ESCRITOS

Ciudad de México a los 17 días del mes de agosto de 2019.

LAI. María Elizabeth Peralta Calderón

Jefa de la Oficina de Titulación

Presente

En cumplimiento al Artículo 27° del Reglamento de Titulación del IPN, hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo de titulación por la opción de Seminario denominado:

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL USO DE PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Desarrollado por el (los) Pasante(s):

Programa Académico

GRACIANO DÍAZ AGUIRRE	ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL
JESÚS ENRIQUE FARIÁS MANJARREZ	INGENIERÍA INDUSTRIAL
AMAURI EDUARDO GONZÁLEZ PÉREZ	INGENIERÍA INDUSTRIAL
MARTÍN MARTÍNEZ MAGAÑA	INGENIERÍA INDUSTRIAL
ADRIÁN JESÚS PUGA LÓPEZ	INGENIERÍA EN INFORMATICA

Firma

Y dirigido por DR. JOAS GÓMEZ GARCÍA

Considerando que éste reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador, no tenemos inconveniente en aprobarlo.

Atentamente

“La técnica al Servicio de la Patria”

Asesor/Expositor

Firma

DRA. EVELIA ROJAS ALARCÓN	
M.E. OSIRIS SUHELEN GUZMÁN RUÍZ	

<p>Vo. Bo. Jefe de Programa Académico de Ingeniería Industrial</p> <p>M. En I. I. Rafael Lozano Lobera</p>	<p>Vo. Bo. Jefa de Programa Académico de Administración Industrial</p> <p>M.A. Laura Andromeda Fonseca Montañubio</p>	<p>Vo. Bo. Jefe de Programa Académico de Ingeniería en Informática</p> <p>M.I.D. Jose Luis Lopez Govila</p>
--	---	---

Autorización de uso de obra

Instituto Politécnico Nacional
Lic. Karina Elizabeth Domínguez Yebra
Jefa del Departamento de Servicios Estudiantiles
P r e s e n t e

Bajo protesta de decir verdad los que suscriben **Graciano Díaz Aguirre, Jesús Enrique Farías Manjarrez, Amauri Eduardo González Pérez, Martín Martínez Magaña y Adrián Jesús Puga López** (se anexan copias simples de las identificaciones oficiales), manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Evaluación económica del uso plantas generadoras de energía eléctrica**, en adelante "La Tesina" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgamos a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales (*vía electrónica*) "La Tesina" por un periodo de **6 meses** contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento nuestra calidad de autores de "La Tesina".

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de "La Tesina", manifestamos que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por los suscritos respecto de "La Tesina", por lo que deslindamos de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "La Tesina" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, 20 de Septiembre de 2019.

Atentamente


GRACIANO DIAZ AGUIRRE

Nombre y Firma de Autor 1

J. Enrique Farías M.
Jesus Enrique Farías Manjarrez

Nombre y Firma de Autor 2


Amauri Eduardo González Pérez

Nombre y Firma de Autor 3


Martin Martinez Magaña

Nombre y Firma de Autor 4


ADRIAN JESUS PUGA LOPEZ

Nombre y Firma de Autor 5

ÍNDICE

Resumen.....	i
Introducción.....	iii
CAPÍTULO I MARCO METODOLÓGICO.....	1
1.1 Planteamiento del problema de investigación.....	1
1.2 Pregunta de investigación	1
1.3 Hipótesis.....	1
1.4 Objetivo general.....	1
1.5 Objetivos específicos.....	1
1.6 Justificación.....	2
1.7 Tipo de investigación.....	3
1.8 Diseño de investigación.....	3
1.9 Técnicas de investigación a emplear.....	3
CAPÍTULO II MARCO CONTEXTUAL.....	4
2.1 Industria farmacéutica.....	4
2.2 Generación de energía eléctrica.....	5
2.3 Costo del consumo de energía eléctrica.....	6
2.4 Consumo eléctrico en la industria farmacéutica.....	11
2.5 Alternativas para reducción del costo en el consumo eléctrico.....	12
2.6 Sistema de plantas generadoras de energía eléctrica.....	13
2.7 Uso de energías alternativas para reducción de costos.....	13
2.8 Normatividad.....	15
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO.....	29
3.1 Evaluación económica de proyectos.....	29
3.2 Diseño de un sistema de plantas generadoras de energía eléctrica.....	29
3.3 Sistema de plantas generadoras de energía eléctrica y el simulador.....	30
3.4 Diseño de un proyecto para sistemas eléctricos.....	30
CAPÍTULO IV EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	34
4.1 Estudio de pertinencia.....	35
4.1.1 Mundo inestable.....	35
4.1.2 Tecnología de producción desplaza a la de producto como base de la competitividad...37	
4.1.3 Preocupación ecológica.....	38
4.1.4 Marco legal y normativo.....	38
4.1.5 Análisis de factibilidad.....	38
4.2 Estudio técnico.....	40
4.2.1 Introducción.....	40
4.2.2 Estudio técnico para la implementación de un sistema de plantas de emergencia.....	41
4.2.3 Determinación del tamaño óptimo del proyecto.....	42
4.2.4 Funcionamiento de las plantas de emergencia.....	46
4.2.5 Tamaño óptimo del proyecto.....	46
4.2.6 Demanda de kilowatts.....	48
4.2.7 Determinación de la localización óptima.....	55
4.2.8 Distribución de la carga.....	55
4.2.9 Mantenimiento.....	59
4.2.10 Rutina de operación actual y propuesta.....	60
4.3 Estudio financiero.....	63
4.4 Estudio económico.....	67
4.4.1 Determinación de la Inversión inicial.....	69

4.4.2 Determinación del costo de operación.....	71
4.4.3 Plan de mantenimiento mensual.....	71
4.4.4 Costo mensual de diésel.....	72
4.4.5 Utilidad generada por el ahorro.....	74
4.4.6 Evaluación económica.....	75
4.4.7 Cálculo de la rentabilidad del proyecto.....	75
4.4.8 TREMA (Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable).....	76
4.4.9 Porcentaje de riesgo del proyecto.....	77
4.4.10 Ganancia real exigida.....	77
4.4.11 Determinación de la TREMA.....	78
4.4.12 Determinación del VAN (Valor Actual Neto).....	78
4.4.13 Determinación de la TIR (Tasa Interna de Retorno).....	78
4.4.14 Análisis de sensibilidad.....	80
CONCLUSIONES	82
REFERENCIAS	83
ANEXOS	85

Resumen

Una empresa farmacéutica será el objeto de estudio de este proyecto, el objetivo es reducir el costo del consumo eléctrico debido a que se ha incrementado de manera significativa en los últimos meses, lo cual podría influir directamente en el costo final de medicamentos para los clientes. Una condicionante para el desarrollo de esta investigación es que la solución debe obtenerse a partir de la infraestructura existente en la empresa.

La necesidad de no incrementar el costo final de los productos o servicios que ofrecen las diferentes industrias genera la necesidad de investigar cambios en los procesos, actualización de maquinaria, uso alternativo de insumos y nuevas técnicas de producción, todo esto con la finalidad de que el usuario final no se vea afectado en el pago de dichos productos o servicios. En este proyecto por medio del marco de referencia se planteó el problema e hipótesis de solución, se contextualizó el problema, y se tuvo como base la evaluación económica de proyectos para concluir la solución planteada.

Para determinar la viabilidad de esta propuesta se abordaron cinco estudios, el de pertinencia, el técnico, el análisis financiero y el económico.

El estudio de pertinencia se utilizó para determinar el impacto de este proyecto, se abordó desde tres enfoques: Las mega tendencias, análisis de factibilidad y el marco legal y normativo vigente. De las 17 mega tendencias globales, únicamente tres de ellas fueron consideradas para el desarrollo del estudio de pertinencia; en cuanto al marco legal y normativo se investigó que normas, leyes o regulaciones podrían verse afectadas por la implementación de un sistema como el propuesto y en el análisis de factibilidad se determinó si este proyecto realmente podría ser costeable para la empresa.

Al final del estudio de pertinencia se explica que este proyecto no tiene implicaciones legales diferentes a los actuales. En cuanto a recursos, el proyecto resulta alcanzable pues ya se cuenta con infraestructura y todo lo necesario para su implementación, no solo hablando de los recursos, sino del conocimiento necesario para llevarlo a cabo. Por lo tanto, el sistema propuesto resulta pertinente.

En el estudio técnico se analizó la capacidad de las plantas eléctricas y el tamaño que tendrá el sistema para cubrir la demanda de los equipos en el área de producción. Este estudio también contempló las implicaciones legales y normativas que podrían verse afectadas por la implementación de dicho sistema. Al final del estudio técnico se determinó que únicamente tres de las cinco plantas disponibles y un transformador de corriente serían necesarias para cubrir la demanda de los equipos, esto únicamente en el periodo de trabajo cuando la tarifa del kw/h es punta; en cuanto a lo normativo se observó que ninguna norma o regulación se ve afectada por la utilización de las plantas como fuente alterna de energía.

No se desarrolló un estudio financiero, sin embargo, se explica en el proyecto porque no hubo necesidad de realizarlo, en el estudio económico se llevó a cabo la evaluación económica del proyecto para determinar qué tan favorable resulta económicamente. Este estudio partió desde la inversión inicial, el costo por el incremento del diesel y el costo de mantenimiento, debido a que los recursos requeridos son mínimos. Económicamente el proyecto resulta favorable, así que se realizó el estudio de sensibilidad, iniciando con un incremento del 10% en el precio del diesel como el peor escenario, aun así, la propuesta sigue siendo rentable.

Como conclusión, se tienen varias aseveraciones, el sistema propuesto es rentable y requiere de una inversión y adecuaciones mínimas, por otro lado, legalmente es viable y no infringe ninguna ley o norma que pudiera imposibilitarlo, tecnológicamente y en cuanto a recursos ya se cuenta con el equipo y el conocimiento necesario para llevarlo a la realidad.

Lo más importante son los \$300,000 pesos anuales de ahorro en el costo de producción que obtiene la empresa farmacéutica, si implementa el uso de plantas generadoras de energía sustituyendo el suministro eléctrico proporcionado por CFE en las horas pico del día.

Introducción

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar económicamente la reducción del costo del consumo energético de una empresa farmacéutica mediante la sustitución de plantas generadoras de energía eléctrica, en lugar del suministrado por CFE durante las horas donde este suministro se incrementa.

La necesidad de este proyecto surge debido a que en una empresa farmacéutica se ha detectado un aumento en el costo del consumo energético, a pesar de que este consumo se mantuvo por debajo de la demanda contratada. El área de producción de dicha empresa cuenta con procesos que involucran maquinaria de alta tecnología y jornadas de trabajo de hasta 50 horas ininterrumpidas. El paro de maquinaria queda descartado como solución para la reducción de este costo, además la empresa no cuenta con recursos para invertir en otro tipo de proyectos. Por lo tanto, la solución debe obtenerse a partir de la infraestructura existente en la empresa como es: el uso de las actuales plantas generadoras de energía eléctrica, con una reestructuración del suministro.

En el capítulo uno se desarrolla el marco metodológico de la investigación, donde se plantea el problema y la hipótesis de solución, así como, la técnica, diseño y tipo de investigación. Se describen los objetivos particulares y la justificación del proyecto.

En el capítulo dos se contextualiza el problema: la industria farmacéutica, generación de energía eléctrica, costo del consumo de energía eléctrica, consumo eléctrico en la industria farmacéutica, alternativas para reducción del costo en el consumo eléctrico, sistema de plantas generadoras de energía eléctrica, uso de energías alternativas para reducción de costos y la normatividad que regulara los cambios planteados en el sistema eléctrico de la empresa farmacéutica.

En el tercer capítulo se describe el soporte conceptual que se utiliza para el planteamiento del problema de la presente investigación. Se tiene como base la evaluación económica de proyectos, el diseño de un sistema de plantas generadoras de energía eléctrica y el diseño de un proyecto para sistemas eléctricos.

El cuarto y último capítulo concluye mediante los estudios de pertinencia, técnico, financiero y económico, si la hipótesis definida en el marco metodológico es factible y viable de aplicar, todo con el marco de la normativa que rige un proyecto para una empresa farmacéutica y el uso de energía eléctrica.

En el anexo uno se describe la propuesta de diseño de una herramienta que servirá para optimizar el proceso de análisis y cálculo en la toma de decisión, para implementar la solución propuesta en este proyecto. Esta herramienta serviría para almacenar la información a evaluar de la empresa y realizar los cálculos sobre el costo del consumo eléctrico.

Es importante en un mercado competitivo como el farmacéutico, no incrementar el costo final de los productos, ésta industria permanece expuesta a una estricta regulación por lo delicado de sus actividades, desde las etapas de investigación hasta venta y seguimiento de productos. Por lo cual reducir costos en cualquiera de sus etapas es de suma importancia para la empresa objeto de estudio de esta tesina.

CAPÍTULO I MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo aborda el planteamiento original del problema, la justificación del objeto de estudio y la hipótesis de solución. Se puntualizan los objetivos particulares a obtener como resultado del análisis de este proyecto, por último, se describe el tipo y diseño de investigación, así como la técnica de investigación a emplear para esta tesina.

1.1 Planteamiento de problema de investigación

En una empresa farmacéutica se detectó un aumento del 80% en el costo del consumo energético, a pesar de que este consumo se mantuvo por debajo de la demanda contratada a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La tarifa del KW/Hr es variable, ya que el costo puede aumentar o disminuir en función de la demanda de energía durante ciertas horas del día: el área de producción de dicha empresa cuenta con procesos que involucran maquinaria de alta tecnología y jornadas de trabajo hasta por 50 horas ininterrumpidas; la reducción de este costo por medio del paro de maquinaria queda descartado; otro punto a considerar es que no se cuenta con recursos para invertir en otro tipo de proyectos, por ejemplo, en tipos de proyectos de energía renovable. Por lo tanto, la solución debe obtenerse a partir de la infraestructura existente en la empresa como son, el uso de las actuales plantas generadoras de energía eléctrica reestructurando el sistema de suministro.

1.2 Pregunta de investigación

¿De qué manera será posible reducir el costo del consumo eléctrico de una empresa farmacéutica?

1.3 Hipótesis

Dado que, en la empresa objeto de estudio de este proyecto de inversión, cuenta con un sistema de suministro mediante plantas generadoras de energía eléctrica, se considera posible reducir los costos, si suministra la energía eléctrica, sustituyendo la que proporciona CFE con las plantas propias, durante las horas pico del día, cuando el KW/Hr es más caro.

1.4 Objetivo general

Reducir el costo del consumo eléctrico en una empresa farmacéutica mediante la sustitución de plantas generadoras de energía eléctrica, en lugar del suministrado por CFE durante las horas pico.

1.5 Objetivos específicos

Con el fin de que este estudio aporte beneficios al usuario, los siguientes son los objetivos específicos del mismo:

- Analizar y describir el entorno tecnológico de la empresa.
- Determinar el consumo de energía de los equipos críticos e identificar el periodo cuando el costo del Kw/hr aumenta.
- Establecer la relación costo beneficio que existe entre el uso de plantas generadoras de energía eléctrica y el suministro de CFE.

- Determinar la pertinencia de la implementación de las plantas generadoras de energía eléctrica.
- Determinar que el proyecto cumpla con las disposiciones técnicas a nivel federal, con base en la normatividad NOM-059-SSA1-2015 y NOM-001-SEDE-2012.

1.6 Justificación

En la empresa farmacéutica objeto de estudio de este proyecto se pretende reestructurar el sistema existente de las plantas generadoras de energía eléctrica, esto debido a que el precio de dicha energía cambia y va en aumento de forma constante; por lo tanto, es necesario pensar en nuevas maneras de cubrir la demanda de suministro eléctrico con el uso de los recursos que no han sido aprovechados.

Se consideran los impactos que la implementación de este sistema pueda generar en la empresa, en la adecuación de sus procesos, la implementación de nuevos controles o el aprovisionamiento de nuevos equipos de protección y el rediseño de los planes y/o programas de mantenimiento.

Si los resultados arrojados de la evaluación económica representan un ahorro considerable, comparado con el gasto actual de la empresa, se puede considerar la implementación de sistemas similares en otras áreas de la organización.

El equipo de trabajo cuenta con habilidades y conocimientos de sus integrantes respectivos a las licenciaturas en Administración Industrial, Ingeniería Industrial e Ingeniería Informática.

Con los conocimientos de Ingeniería Industrial se pretende llevar a cabo el estudio técnico y el análisis de toda la maquinaria con la que se cuenta para determinar con la mayor exactitud posible el estado en el que se encuentran los equipos, para los estudios de eficiencia de consumo de diésel necesario para la generación de energía eléctrica, también para determinar el marco normativo y legal, priorizar y catalogar de manera balanceada la maquinaria del área de producción y las áreas administrativas, hacer los balanceos para mantener distribuidas las cargas y determinar la localización de las plantas, diseñar programas y planes de mantenimiento con la finalidad de asegurar la operación eficiente de las plantas. En colaboración con el equipo de trabajo, se estudia las condiciones que guarda el uso de herramientas tecnológicas bajo el entorno socioeconómico de este proyecto y se analizan las características de los bienes y programas sujetos a propiedad intelectual, con el fin de garantizar el uso adecuado de los aspectos técnicos y derechos de marca que el proyecto contenga.

Con los conocimientos de administración industrial se llevará a cabo el análisis económico que ayudará a visualizar el incremento en el gasto por concepto de energía eléctrica; con base en el estudio técnico, el administrador industrial contribuirá en la elaboración, análisis e interpretación de un estudio económico y presupuestal que facilite la toma de decisiones, apegándose al contexto de la organización. Adicionalmente, se contribuirá en la construcción del estudio técnico; el estudio del mercado para apreciar el papel que este tipo de proyectos representa para la economía nacional en zonas urbanas; el estudio financiero que determinará los flujos de efectivo resultantes de la operación y finalmente el cálculo de los indicadores económicos como la tasa interna de retorno TIR, el valor actual neto del proyecto VAN, y el cálculo del período de recuperación de la inversión PRI.

La ingeniería en informática provee los conocimientos que alimenten técnicamente al proyecto diseñando y desarrollando un programa informático, constituido por una base de datos que sirva para almacenar, administrar y analizar la información referente al proyecto sobre el consumo de energía eléctrica que se está evaluando, por otro lado, se creará una interfaz gráfica para la captura y muestra de los datos previamente procesados.

El objetivo de este programa, además que será la fuente de datos, es que ayude a la toma de decisión para reestructurar el sistema de plantas generadoras de energía eléctrica.

Adicionalmente se creará el manual técnico para que sirva de referencia y soporte del desarrollo de software realizado.

Lo anterior permitirá construir un instrumento académico adecuado para el aprendizaje de esta actividad en el IPN.

1.7 Tipo de investigación

El tipo de investigación a emplear será explicativo, debido a que por medio de una evaluación económica se pretende demostrar que, el uso de las plantas generadoras de energía eléctrica puede ser eficiente en la reducción de costos.

1.8 Diseño de investigación

En la presente investigación se consideran las siguientes etapas:

- Investigación teórica acerca del tema.
- Obtener información del consumo eléctrico de la empresa a evaluar.
- Construir una base de datos con la información detectada y obtenida.
- Análisis de los datos, de cómo ha ido incrementando los costos por consumo eléctrico.
- Evaluar el costo de consumo eléctrico suministrado por CFE contra el costo de consumo suministrado por medio de una planta de emergencia.

1.9 Técnicas de investigación a emplear

La técnica de investigación a utilizar será la documental, a través de: manuales de mantenimiento, procedimientos normalizados de operación, hojas técnicas, recibos de luz, estudios de eficiencia de consumo, planos, programas de producción, estudios de tiempos y los que se requieran conforme avanza la investigación. Adicionalmente, la investigación se complementará con aplicaciones en campo, para verificar la validez del proceso.

CAPÍTULO II MARCO CONTEXTUAL

Este capítulo aborda los temas relacionados con el objeto de estudio de la investigación. La finalidad es contextualizar los elementos técnicos y financieros y sus relaciones en la producción de energía eléctrica complementaria a la actualmente adquirida a la de CFE, ya que su costo es elevado durante las horas pico, cuando el consumo por todos los agentes productivos de la sociedad, incrementan la demanda de energía eléctrica.

En la empresa de la industria farmacéutica que es el objeto de estudio, existen diversos procesos de producción y consumo de este energético que involucran diferentes actividades tanto físicas como financieras, tales como: la cuantificación del consumo eléctrico, la aplicación de estrategias para reducción de costos o aumento de producción; así como el análisis estadístico de los pagos por el servicio mediante el estudio de los recibos, de los servicios proporcionados por la CFE.

2.1 Industria farmacéutica

La industria farmacéutica es el sector que se dedica a la fabricación, preparación y comercialización de productos químicos medicinales para el tratamiento o prevención de enfermedades también las compañías farmacéuticas realizan tareas de investigación y desarrollo (I+D) con el fin de introducir nuevos tratamientos mejorados y obtener beneficios económicos por estas actividades.

“El mercado farmacéutico mexicano es de los más importantes del mundo, está entre los primeros quince y es el segundo de América Latina; genera un impacto directo en 161 ramas de la actividad económica y las empresas farmacéuticas en México, generan más de 75 mil empleos directos.” (Castillo, 2018).

“En México, la industria farmacéutica tiene que prepararse para el presente y futuro ya que el crecimiento poblacional y la esperanza de vida han incrementado en más de 1% anual, con una tasa de fecundidad de 2.2 hijos. En México existe una población mayor a 121 millones de personas y la esperanza vida alcanza cerca de 75 años promedio” (INEGI, 2018), esto influye directamente en el consumo de medicamentos, en especial aquellos de enfermedades crónicas.

Es importante en un mercado competitivo como el farmacéutico, no incrementar el costo final de los productos, este costo será derivado tanto del sistema productivo como del conjunto de protocolos de control que aseguren la calidad del proceso y el producto, esta industria permanece expuesta a una estricta regulación por lo delicado de sus actividades, desde las etapas de investigación hasta venta y seguimiento de productos.

Las políticas farmacéuticas a nivel internacional lideradas por la Organización Mundial de la Salud tienen como objetivo principal fortalecer la capacidad de los países para formular y adoptar una política de medicamentos, implementarla y monitorizar regularmente su impacto. Aunque la reglamentación farmacéutica puede variar de un país a otro, debe al menos tener en cuenta los siguientes lineamientos: 1) autorizar la fabricación, importación, exportación, distribución, promoción y publicidad de medicamentos. 2) evaluar la seguridad, la eficacia y la calidad de los medicamentos y emitir autorizaciones de comercialización. 3) inspeccionar y vigilar a los fabricantes, importadores, mayoristas y dispensadores de medicamentos. 4) regular y supervisar la calidad de los medicamentos comercializados. 5) regular la promoción y publicidad de los medicamentos. 6) vigilar

las reacciones adversas a los medicamentos. 7) proporcionar información independiente sobre los medicamentos a los profesionales y a la población.

La industria farmacéutica tiene lineamientos estrictos por lo delicado de sus actividades y no es posible realizar cambios o implementar nuevos procesos sin estar dentro del marco que la OMS regula.

Los procesos y etapas que se interrelacionan en la cadena de valor en la industria farmacéutica se mencionan a continuación, con el fin de identificar el proceso global en el desarrollo de medicamentos. 1) investigación y desarrollo: principio activo (moléculas o fármacos). 2) Pre-formulación: caracterización de propiedades físicas, químicas y mecánica. 3) desarrollo preclínico: estados de toxicidad, mecanismos de acción, farmacocinética, farmacodinámica y ecotoxicidad. 4) ensayos clínicos: pruebas en pacientes para determinar eficiencia y seguridad del fármaco. 5) formulación: fórmula muestra prototipo. 6) evaluación: evaluación de los resultados de todos los estudios anteriores. Ajustar fórmula muestra. Desarrollar los tres primeros lotes pilotos. 7) Proceso de registro: autorización para introducirlo al mercado. 8) proceso de manufactura: medicamento. 9) manejo: medicamentos, condiciones y cantidades adecuadas. 10) uso: prescripción de medicamento adecuado, dispensación de medicamento prescrito, de eliminación de medicamentos consumidos o caducados. 11) farmacovigilancia: detectar eventos adversos del uso de un medicamento.

Para esta tesina, el análisis se dará únicamente en el punto 8: proceso de manufactura, que es la producción en serie de los medicamentos, específicamente en el consumo eléctrico que utiliza la maquinaria, ya que la solución propuesta del uso de plantas generadoras de energía eléctrica se implementará en esta área de la empresa.

2.2 Generación de energía eléctrica

De acuerdo con la Real Academia Española se define a la electricidad como: “la fuerza que se manifiesta por la atracción o repulsión entre partículas cargadas, originada por la existencia de electrones y protones”.

La electricidad es una forma de energía utilizada en todos los ámbitos de la sociedad la cual proviene de centrales de generación, estas centrales son capaces de transformar energía primaria en energía mecánica a través de diferentes procesos y con ayuda de un generador, convertir esta energía en electricidad.

A continuación, se muestra de forma general las principales características de los tipos de centrales de generación y como obtienen la electricidad: 1) central de carbón, gasóleo y gas natural: se obtiene mediante la combustión de combustibles fósiles. El calor generado calienta agua a alta presión que mueve una turbina que está conectada a un generador eléctrico donde se obtiene la electricidad. 2) central de ciclo combinado de gas natural: similar a la anterior con mayor eficiencia, posee dos circuitos conectados a un generador. Uno de ellos, funciona como en el punto anterior, y el otro se trata de un ciclo agua-vapor que emplea el calor remanente de los gases de la combustión. 3) central nuclear: el agua se calienta a alta presión mediante el calor liberado en la fisión nuclear. Ese vapor a presión moverá una turbina conectada a un generador eléctrico. 4) central de biomasa: tiene el mismo funcionamiento que las centrales de combustibles fósiles. La diferencia es el tipo de combustible empleado. Estas centrales usan biomasa, un combustible de origen renovable.

5) central hidráulica: las instalaciones suelen estar situadas en embalses donde se acumula agua. La electricidad se obtiene mediante el giro de las turbinas, conectadas a un generador, que se mueven mediante el agua almacenada que cae desde gran altura. 6) parque eólico: formados por aerogeneradores. Estos molinos eólicos poseen aspas, que serían como las turbinas de las otras centrales, y un generador. La electricidad se obtiene orientando las palas al viento para que éste las mueva. 7) huerto solar: generan la electricidad a partir de la radiación solar. Este caso es el único que no emplea la energía mecánica, sino que genera la electricidad a través de reacciones químicas que se producen en los paneles solares. 8) central geotérmica: emplea el calor del interior de la tierra para calentar agua a alta temperatura y presión, la cual se encarga de mover una serie de turbinas conectadas a un generador. Estas centrales se instalan en zonas donde el suelo alcanza altas temperaturas a bajas profundidades. 9) central maremotriz: Aun en investigación, existen algunas situadas en océanos con gran marea como el océano Atlántico. El funcionamiento se basa en utilizar las corrientes de la marea para movilizar una turbina conectada a un generador (López, 2012).

La generación de la electricidad es un proceso muy variado dependiendo de la energía primaria utilizada, las centrales de carbón, gasóleo, gas natural, nucleares e hidráulicas son las más extendidas en todo el planeta actualmente.

Para esta tesina, se enfocará el análisis sobre el costo de generación de electricidad generado por la Comisión Federal de Electricidad, específicamente en el punto uno de la lista descrita, central de carbón, gasóleo y gas natural ya que es la fuente de suministro de energía para el funcionamiento de la maquinaria en la empresa farmacéutica de estudio para este proyecto.

2.3 Costo del consumo de energía eléctrica

En México, la Comisión Reguladora de Energía ha emitido cambios en la normatividad, relacionados con los clientes de CFE quien es el suministrador de servicios básicos, que incluye:

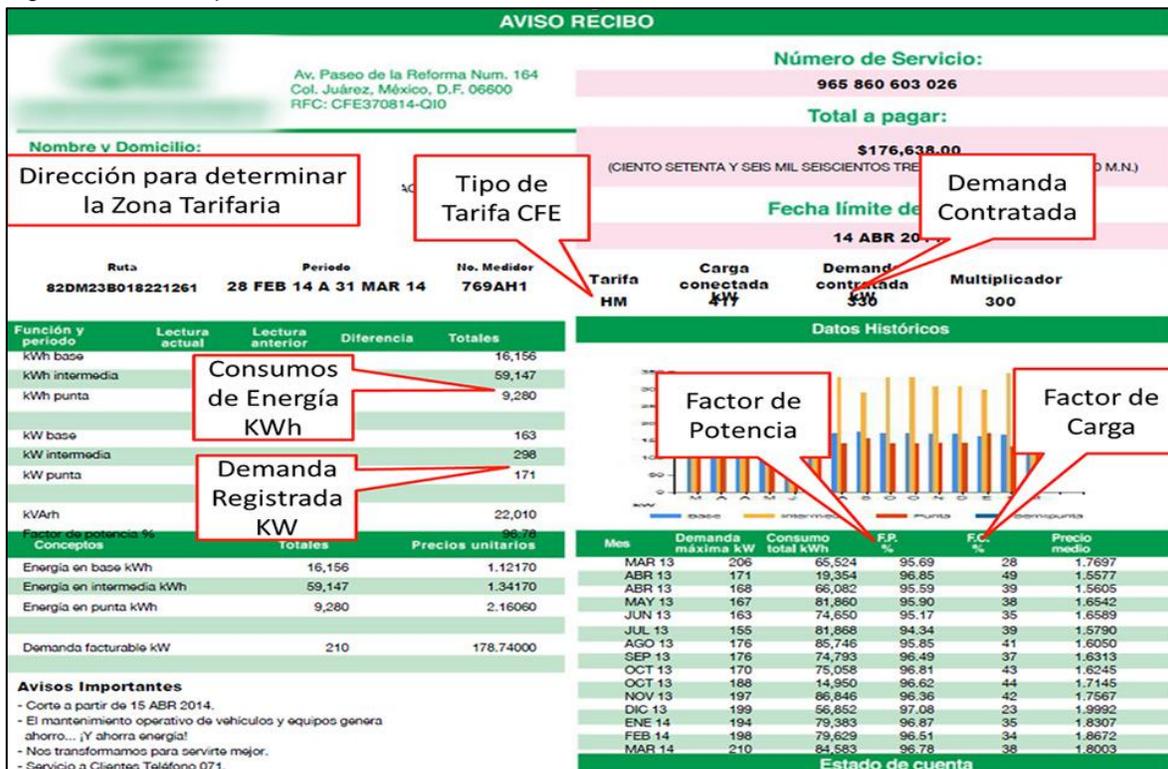
1. Información que deben contener los recibos del servicio de energía eléctrica
2. Aplicación de un nuevo esquema tarifario

De acuerdo al artículo 139 de la Ley de la Industria Eléctrica, la Comisión Reguladora de Energía aplicará las metodologías para determinar el cálculo y ajuste de las tarifas finales del suministro básico. A continuación, se describe el esquema: Gran Demanda en Media Tensión Horaria, sus siglas, GDMTH, que se aplica en el cálculo del cobro de servicio de energía eléctrica. 1) Aplicación: Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda igual o mayor a 100 kilowatts. 2) Región tarifaria: Las tarifas se dividen por Estado → Municipio o alcaldía → División. Los cargos de las tarifas finales del suministro corresponden a la integración de los cargos por Transmisión, Distribución, Operación del CENACE, Operación del Suministrador Básico, Servicios Conexos No MEM, Energía y Capacidad. 3) Mínimo mensual: El importe que resulta de aplicar el cargo por la operación del Suministrador de Servicios Básicos correspondiente a esta categoría tarifaria. 4) Demanda contratada: La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado. En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%. 5) Horario: Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la

Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial. 6) Periodos de punta, intermedio y base: Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año. 7) Demanda máxima- Criterios para el cobro por capacidad y distribución. Cargo por Capacidad: La demanda máxima a la que se deberá aplicar los cargos por capacidad expresados en \$/kW-mes, entre los meses de abril a diciembre es variable debido al alto consumo. Cargo por Distribución: La demanda máxima a la que se deberá aplicar los cargos de distribución expresados en \$/kW-mes, entre los meses de abril a diciembre es variable debido al alto consumo. Demanda máxima medida: Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente, cualquier fracción de kilowatt de demanda medida se tomará como kilowatt completo. Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de demanda inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa GDMTO. 8) Energía de punta es la energía consumida durante el periodo de punta. Energía intermedia es la energía consumida durante el periodo intermedio. Energía de base es la energía consumida durante el periodo de base. 9) Depósito de garantía: Será de 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por capacidad a cada kilowatt de demanda contratada.

Para entender el costo de la tarifa GDMTH en México, se realizará un ejemplo práctico, consideremos una planta industrial ubicada en el Bajío. En la siguiente figura se muestran los conceptos dentro del recibo.

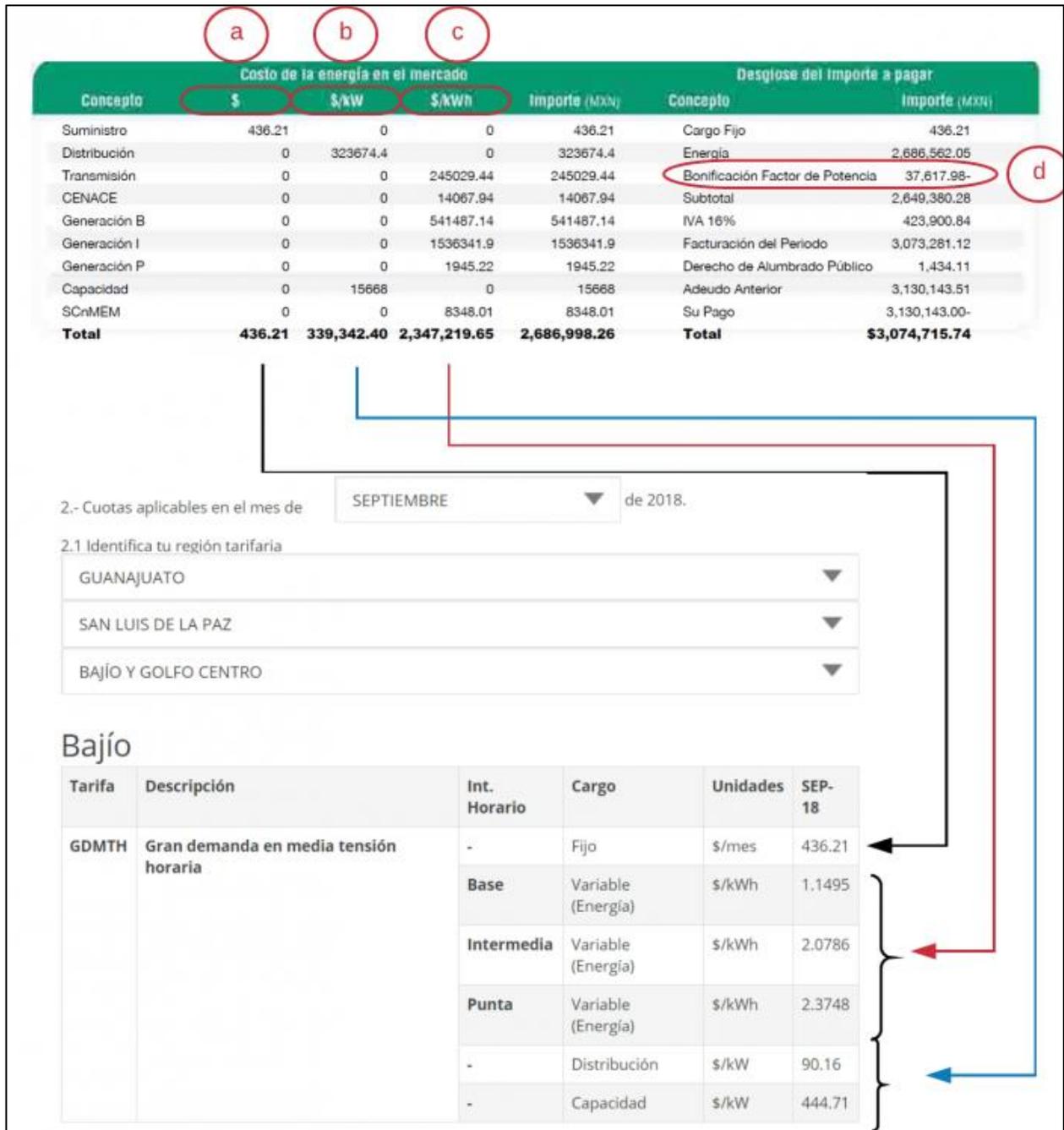
Figura # 1: Conceptos en recibo de CFE.



Fuente: CFE

Inicialmente se debe identificar en el recibo eléctrico los 4 conceptos monetarios más importantes. costo fijo (\$), costo por demanda (\$/kW), costo por energía (\$/kWh) y bonificación o penalización por factor de potencia. Posteriormente se busca en la página web de CFE los costos unitarios de la energía y se relaciona con el recibo, tal como se muestra en la imagen.

Figura # 2: Ejemplo de identificación de conceptos en recibo de CFE.



Fuente: Masai-Technology

Dentro de los costos unitarios se ven 3 tipos unidades de cargo. 1) Costo Fijo (\$/mes): esta variable es un costo fijo que se realiza por el servicio de suministro de energía. 2) Costo por energía (\$/kWh): Como se puede ver, este parámetro es separado en tres conceptos de consumo de energía (kWh) y se refiere a periodos horarios donde la energía es utilizada, son identificados como base, intermedio y punta.

Se muestra a continuación los horarios asignados:

Figura # 3: Horarios por tipo de tarifa

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur			
Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre			
Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	
Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril			
Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Fuente: Masai-Technology

Como se muestra en el horario más costoso en la tarifa GDMTH es el llamado horario punta o pico, el cual cambia en horario de verano e invierno. Una forma de optimizar el costo de energía es evitar actividades que consuman electricidad en el horario Punta. Ejemplo, la producción nocturna, el alumbrado en áreas sin personal como oficinas o el uso de motores como bombeo de tinacos que puede realizarse en horarios de menor costo.

Costo por demanda (\$/kW): Este parámetro separa el costo de la demanda en dos componentes: 1) distribución. Este parámetro considera la demanda máxima dentro de los doce meses anteriores (sin importar si es en horario base, intermedio o punta). 2) capacidad. Este parámetro considera la demanda máxima en el horario punta en el mes de facturación.

Para reducir estos costos se debe cuidar no crear picos de demanda, esto arrancando de forma secuencial maquinaria, motores o cualquier tipo de carga, especialmente en el horario punta debido a que este afecta en forma considerable al costo más elevado que se identifica como capacidad.

Bonificación / Penalización por FP: adicional a los parámetros anteriores es necesario considerar que la eficiencia del sistema eléctrico es bonificada o penalizada por medio de la medición del factor de potencia.

- Si se tiene un Factor de Potencia superior a 90%, obtendremos una bonificación de 0 a 2.5% (de la sumatoria de los costos de energía y demanda).
- Si tenemos un Factor de Potencia menor a 90%, se tendrá una penalización de 0 hasta 120% (de la sumatoria de los costos de energía y demanda).

La siguiente figura muestra una tendencia de diferentes valores de FP, así como su penalización o bonificación.

Figura #4: Factores de potencia

FP	Bonificación max 2.5% en fp = 100%	Penalización max 120% en fp = 30%
30	-	120.00
35	-	94.29
40	-	75.00
45	-	60.00
50	-	48.00
55	-	38.18
60	-	30.00
65	-	23.08
70	-	17.14
75	-	12.00
80	-	7.50
85	-	3.53
86	-	2.79
88	-	1.36
90	-	-
92	0.54	-
94	1.06	-
96	1.56	-
98	2.04	-
100	2.50	-

Fuente: Masai-Technology

Mediante el estudio técnico se validará el monto de los recibos expedidos por la CFE para la empresa farmacéutica de estudio, con base al ejemplo descrito.

2.4 Consumo eléctrico en la industria farmacéutica

La industria en general consume más del 40% de la electricidad total en el mundo, la industria química entre ellas la farmacéutica es la segunda con mayor consumo solo por debajo de la Siderurgia. En la industria dos terceras partes son utilizadas por motores eléctricos (SENER, 2010).

Durante los últimos treinta años, el consumo eléctrico mundial casi se ha triplicado; en el mismo periodo, el consumo eléctrico de la industria aumentó un 260% (Energía A. I., 2017).

El control y eficiente gasto energético, es uno de los puntos fundamentales para vigilar en las empresas que utilizan energía eléctrica intensivamente como parte de su proceso productivo.

Se debe vigilar la adaptación de la potencia contratada para evitar encarecer el suministro. A partir de esta primera fase, la monitorización y control del consumo eléctrico sobre los elementos de mayor consumo es fundamental para fomentar el ahorro energético, así como la visualización de nuevas acciones que lleven a su optimización.

Conocer el gasto energético es lo primero para reducir el consumo o plantear el uso de medios alternativos de suministro eléctrico. Los excesos energéticos, no sólo suponen un mayor costo económico debido a la energía, sino que además incrementa el desgaste de los equipos y el grado de mantenimiento que se debe aplicar a ellos.

La monitorización energética, es una herramienta útil para conseguir mayor eficiencia en el consumo, algunas ventajas son: 1) análisis de los datos, comparándolos con patrones de consumos conocidos pueden hacer decidir las acciones de ahorro energético. 2) posibilidad de medir diferentes parámetros y seguimiento mediante gráficos que permitirán la toma de decisiones. 3) detectar áreas de oportunidad relacionadas con una disminución de la facturación. 4) analizar alternativas que permitan hacer un uso más racional y eficiente de la energía. 5) identificar aquellas cargas que contribuyen en mayor medida al consumo de energía, demanda máxima y/o bajo factor de potencia. 6) determinar la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica en una empresa. 7) calcular los índices energéticos y compararlos con los niveles recomendados. 8) establecer el nivel de carga de transformadores y alimentadores.

El control y la monitorización energética, es un compromiso para toda la organización, por lo que un seguimiento y control es necesario desarrollar un modelo capaz de estimar el consumo energético necesario para unas condiciones determinadas.

En conclusión, la industria farmacéutica al tener un área de producción continua, el consumo eléctrico es directamente proporcional al consumo operativo de la maquinaria. Por lo que es de suma importancia contar con sistemas de control de consumo energético y/o usar medios alternativos para disminuir o mantener los costos de producción, con la finalidad de no aumentar el precio final de los productos y mantenerse vigente en un mercado competitivo.

Para esta tesis, la necesidad de reducir el costo del consumo eléctrico suministrado por CFE se ha vuelto un tema primordial debido a que en los últimos 2 años ha aumentado cerca del 80% el pago por este servicio, a pesar de que el consumo ha sido el mismo, cabe mencionar que la solución planteada contempla la infraestructura con la que actualmente cuenta la empresa.

2.5 Alternativas para reducción del costo en el consumo eléctrico

En México es común encontrar en los sectores industriales y comerciales el suministro de electricidad con la tarifa Gran Demanda en Media Tensión Horaria, GDMTH. El conocimiento de sus variables en el costo de la energía eléctrica apoyará a cualquier iniciativa de ahorro, eficiencia o administración energética que una empresa tenga.

El incremento del costo de los energéticos es una tendencia histórica que continuará, a finales de los años 90, el incremento promedio anual era de 4% para los sectores productivos. Las previsiones de producción de electricidad a partir de gas natural el cual es importado en gran parte desde los Estados Unidos de Norteamérica, para los próximos años no se contempla una baja de precios a largo plazo. Este factor de producción afecta directamente todos los sectores productivos en el país ya que no siempre se puede transferir el impacto al usuario o consumidor final. La razón, es la dependencia en el aumento de los precios de combustibles (gas natural y combustóleo), lo cual impacta el costo de generación de electricidad en México. Los sectores productivos fueron principalmente afectados contrario al sector residencial quien tiene subsidios (SENER, 2010).

A nivel nacional, se puede disminuir estos incrementos con acciones como luchar contra las tomas clandestinas de electricidad y gasoductos o invirtiendo en energías renovables. Estas acciones no resolverán el problema de manera inmediata, aunque la mejor opción es inversión en energías renovables.

Una inversión en equipos y maquinas recientes, más eficientes en consumo eléctrico es una buena opción, aunque por su monto de inversión y el tiempo de implementación será a mediano o largo plazo. Una acción rápida y eficaz podría ser adquirir equipos de medición y un sistema de monitoreo. Así se podrá medir, almacenar y analizar los diferentes tipos de carga identificando cargas de alto consumo para desarrollar protocolos de optimización energética.

Por último, se pueden implementar sistemas de control automático para apagar y encender cargas pudiendo disminuir picos de demanda eléctrica y reduciendo el consumo energético.

La empresa farmacéutica objeto de estudio de esta tesina, cuenta en su activo fijo con tres plantas generadoras de energía eléctrica que funcionan con diesel, por lo que no es necesario se invierta en otro tipo de equipo. Con esto, se pretende generar tácticas de optimización energética utilizando estas plantas sustituyendo el suministro proporcionado por CFE.

El origen de este proyecto se debe a que en la empresa farmacéutica se ha detectado un incremento del 136% en el costo por consumo de energía eléctrica durante el período de febrero a octubre de 2018, ésta información se obtuvo por medio de un análisis realizado a partir de la información proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad, se debe considerar que no se ha incrementado la producción ni se han creado nuevas áreas técnicas o administrativas, el aumento en el pago de la energía eléctrica se debe directamente al incremento del costo de producción de la misma.

Por tal motivo, se plantea como alternativa utilizar las plantas generadoras de energía eléctrica en lugar del servicio que proporciona la Comisión Federal de Electricidad, los horarios en que existe mayor demanda de consumo eléctrico son, de las 08:00 a las 10:00 horas. y de las 13:00 a las 15:00 horas. Se tomará la decisión de implementar dichas plantas siempre y cuando, mediante el análisis técnico y financiero el gasto de producción de energía eléctrica sea menor al que actualmente suministra CFE.

Esta comparativa se realiza, por un lado, con el cálculo de la GDMTH para el consumo de CFE y por otro, con una simulación, como si las plantas de energía eléctrica estuvieran en operación.

2.6 Sistema de plantas generadoras de energía eléctrica

Se le llama planta generadora de energía eléctrica, al sistema que está diseñado para operar en el momento en el que la energía comience a ser insuficiente o inclusive haya un fallo total. De esta manera se trata de tener un lugar que cuenta con dos suministros eléctricos (o incluso más), donde es necesario garantizar el funcionamiento continuo de la maquinaria.

Este tipo de suministros se pueden emplear en oficinas, fábricas, locales comerciales, estadios, u otros. En algunos casos es indispensable su instalación, como en hospitales, centros de cómputo, laboratorios de investigación o áreas de producción continua.

Las plantas generadoras de energía eléctrica se pueden clasificar dependiendo del tipo de combustible que emplean, pudiendo ser: 1) Plantas de gas. Emplean gas comprimido tanto natural como LP. 2) Plantas de gasolina. Emplean la gasolina tradicional, pudiendo emplear de una gran cantidad de octanajes. 3) Plantas de diésel. Son las más conocidas y de mayor rendimiento, emplean diesel en lugar de gasolina. 4) Plantas de biodiesel. Son desarrollos nuevos los cuales buscan emplear fuentes alternas de energía, en este caso se emplean combustibles orgánicos.

Así mismo se pueden clasificar de acuerdo al tipo de maquinaria del que se trata, pudiendo ser: Plantas móviles. Las cuales se pueden transportar y montar. Se usan en lugares donde el abastecimiento de reserva es temporal. Plantas estacionarias. Se emplean de forma permanente en un lugar con el propósito de garantizar el abasto energético en caso de alguna falla.

En México es muy común encontrar en los sectores industriales y comerciales el suministro de electricidad con la tarifa GDMTH – Gran Demanda en Media Tensión Horaria. El conocimiento de sus variables en el costo de la energía eléctrica apoyará a cualquier iniciativa de ahorro, eficiencia o administración energética que una empresa tenga. Este artículo explica brevemente estos conceptos y se presentan algunos consejos para lograr disminuirlos.

La propuesta de solución de esta tesina contempla, el uso de plantas generadoras de energía eléctrica existentes en la empresa, no solo cuando haya fallos en el suministro de CFE, sino, generar un sistema donde las plantas existentes en la empresa se pongan en funcionamiento en horas específicas del día con el fin de cortar el suministro de CFE y con esto reducir el costo en la producción de los medicamentos.

El estudio técnico aportará elementos de análisis para determinar si la solución es factible mediante cálculos y proyecciones del uso de estas plantas de energía eléctrica, comparado con el registro histórico del consumo de dos años anteriores a la fecha.

El sistema propuesto contempla usar plantas de diésel estacionarias, esto significa usar las plantas de mayor rendimiento para ofrecer un abasto constante.

(Energía A. I., Key World Energy Statistics, 2017)

2.7 Uso de energías alternativas para reducción de costos

En este apartado se menciona el uso de energías alternativas que sirven para disminuir el costo del consumo eléctrico y que son menos contaminantes para el ambiente, sin embargo, no son una opción factible para este caso de estudio debido a que la empresa farmacéutica no cuenta con el recurso económico para aplicarlas. Se considera importante conocerlas ya que son una tendencia mundial.

La energía alternativa, es sinónimo para energía limpia, energía verde o energía renovable. Se consideran alternativas todas aquellas que provienen de recursos naturales y de fuentes inagotables,

todas aquellas que, al producirlas, no contaminan. Son la alternativa de la energía nuclear o a las que consumen combustibles fósiles y emiten gases contaminantes.

Las energías alternativas son una oportunidad para mitigar o frenar el daño del medio ambiente afectado principalmente por emisiones de CO₂ a la atmósfera y el calentamiento global, causantes del cambio climático. Como sociedad mundial y especial en México es un gran reto desacostumbrarnos a lo que ya está establecido. El sistema eléctrico se ha sostenido mayoritariamente a través de las nucleares y térmicas, y aunque sea algo que está en proceso de cambio, es una adaptación progresiva, lenta y complicada.

Existen diferentes tipos de energías renovables. Partimos de la base de que se puede obtener energía de muchas maneras, solo hay que transformarla, en este caso, en energía eléctrica. En la naturaleza se encuentra una variedad de fuentes inagotables de las que se puede extraer energía, como el viento, el agua o el sol, entre otras. A continuación, se describen las usadas:

- 1) Energía solar: La energía solar es aquella que se obtiene del Sol. A través de placas solares se absorbe la radiación solar y se transforma en electricidad que puede ser almacenada o volcada a la red eléctrica, es la forma de autoconsumo eléctrico más fácil de implementar para particulares. Luego, existe la energía solar termoeléctrica, que es aquella que utiliza la radiación solar para calentar un fluido (que puede ser agua), hasta que genere vapor, y accione una turbina que genere electricidad.
- 2) Energía eólica: En este caso la generación de electricidad se lleva a cabo con la fuerza del viento. Los molinos de viento se sitúan en los denominados parques eólicos y están conectados a generadores de electricidad que transforman la energía producida cuando el viento hace girar sus aspas.
- 3) Hidroeléctrica o Hidráulica: Utiliza la fuerza del agua en su curso para generar la energía eléctrica y se produce, normalmente, en presas.
- 4) Biomasa: Consiste en la combustión de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Como producto biodegradable, serrín, cortezas, etcétera, siendo sustituible al carbón y a gran escala, pudiendo ser utilizado para producción de energía de forma renovable.
- 5) Biogás: Producida biodegradando materia orgánica, mediante microorganismos, en dispositivos específicos sin oxígeno, así se genera un gas combustible que se utiliza para producir energía eléctrica.
- 6) Energía del mar: La mareomotriz o undimotriz según si aprovecha la fuerza de las mareas o de las olas, es la producción de energía eléctrica gracias a la fuerza del mar.
- 7) Geotérmica: Es aquella que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre (normalmente volcánicos) para la generación de energía a través del calor que puede ser de 100 o 150 grados centígrados.

(Factor de Energía. , 2016)

Una alternativa ideal para la empresa farmacéutica objeto de estudio de esta tesina, para reducir los costos en el consumo de energía eléctrica es el punto 4, la Biomasa con turbogeneradores, que son soluciones industriales completas para generación y distribución de energía, son utilizados por las compañías generadoras de energía debido a la alta eficiencia y durabilidad.

Este tipo de turbogeneradores utilizan como combustible el bagazo de caña, la cáscara de arroz, la biomasa o los residuos de madera, contribuyendo así a reducir los contaminantes en el medio

ambiente y disminuyendo los gastos en la generación de la energía eléctrica, por el bajo precio de este tipo de combustibles, sin embargo, la causa que no se puedan implementar particularmente en este caso de estudio se debe a su alto costo de inversión, además, las plantas generadoras de energía eléctrica con las que cuenta la empresa son de última generación, aunque, no es lo óptimo para el medio ambiente por la generación de emisiones de CO₂ derivado de la combustión de diesel; es una solución a corto plazo sin gasto de inversión para reducir el costo de consumo eléctrico suministrado por CFE.

2.8 Normatividad

Para que una empresa pueda fabricar o elaborar medicamentos, se tiene que sujetar a ciertas normas y reglamentos que existen en México como es la Norma Oficial Mexicana 059-SSA1-2015-BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN DE MEDICAMENTOS, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 2016.

Dicha norma establece los requisitos mínimos necesarios para el proceso de fabricación de los medicamentos para uso humano comercializados en el país y/o con fines de investigación.

Es de observancia obligatoria para todos los establecimientos dedicados a la fabricación y/o importación de medicamentos para uso humano, comercializados en el país y/o con fines de investigación, así como los laboratorios de control de calidad, almacenes de acondicionamiento, depósito y distribución de medicamentos y materias primas para su elaboración.

Para poder cumplir con los lineamientos que establece esta norma se requiere que las áreas y equipos deben ser localizados, diseñados, construidos, instalados y mantenidos en condiciones que permitan su correcta operación.

Las áreas, equipos de fabricación y sistemas críticos que impacten directamente en la calidad del producto deben ser calificados y validados.

Se deben contar con sistemas alternos de suministro de energía, para mantener las condiciones de las operaciones críticas del proceso de fabricación.

Todas las operaciones involucradas en el procesamiento aséptico deben contar con sistemas de suministros alternos de energía, virales, biológicos bacterianos. Las áreas y equipos de fabricación para elaborar productos de los grupos penicilínicos, cefalosporínicos, hormonales, esteroidales del tipo androgénico, estrogénico y progestagénico, hemoderivados, biológicos virales, biológicos bacterianos y fabricación de biofármacos deberán ser dedicados.

Las áreas de fabricación deberán clasificarse. El diseño y construcción de las áreas de fabricación, laboratorio y otros cuartos que estén involucrados en la fabricación (incluyendo las áreas destinadas para el manejo de animales) deben ser de materiales que permitan su limpieza, mantenerlos libres de polvo, insectos, plagas y facilitar su mantenimiento, a fin de minimizar riesgo de contaminación. (NOM, NOM-059-SSA1-2015, 2016)

De igual forma la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) indica que el objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía

eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Las descargas eléctricas,
- Los efectos térmicos,
- Las sobrecorrientes,
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

Dicha NOM establece en su artículo 700 sobre los sistemas de emergencia, mismo que a la letra dice:

A. Generalidades

700-1. Alcance.

Los requisitos de este artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o energía o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica.

NOTA 1: Para más información sobre el alambrado e instalación de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, ver el Artículo 517.

700-2. Definiciones.

Relevador, Control Automático de Carga. Un dispositivo usado para energizar de un suministro de emergencia, equipos de alumbrado que están controlados por un interruptor o están normalmente apagados, en el caso de pérdida del suministro normal, y para desenergizar o regresar los equipos a su condición normal, cuando se restablezca el suministro normal.

Sistemas de Emergencia. Son aquellos sistemas legalmente requeridos y clasificados como de emergencia por las autoridades competentes. Estos sistemas están destinados para suministrar iluminación, fuerza o ambos, a equipos y áreas designadas en el evento de que falle el suministro normal o en el caso de un accidente en elementos del sistema previsto para suministrar, distribuir y controlar la iluminación y fuerza esenciales para la seguridad de la vida humana.

NOTA: Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesita iluminación artificial para la evacuación segura y control del pánico en edificios ocupados por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones para el cuidado de la salud e instituciones similares. Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para mantener la vida, sistemas de detección de fuego y alarma contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas públicos de comunicación de seguridad, procesos industriales donde una interrupción del suministro podría producir serios peligros para la vida o riesgos para la salud y funciones similares.

700-3. Pruebas y mantenimiento.

a) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

- c) Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.
- d) Registro escrito. Se debe llevar un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento efectuados.
- e) Pruebas con carga. Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

700-4. Capacidad.

a) Capacidad y valor nominal. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas simultáneamente. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

b) Distribución selectiva de carga, tirar carga y limitar los picos. Se permitirá que la fuente alternativa de alimentación alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y sistemas de reserva opcionales, cuando la fuente tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione una distribución selectiva de carga y tirar carga automáticamente, de la forma necesaria para garantizar alimentación adecuada para (1) los circuitos de emergencia, (2) los circuitos de reserva legalmente requeridos, (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permitirá utilizar la fuente alternativa de alimentación para rasurar los picos de carga.

La operación del generador de emergencia para limitar los picos de carga se aceptará para satisfacer las pruebas requeridas en 700-3, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de 700-3. Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio por mantenimiento o reparaciones mayores, debe estar disponible una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o temporal.

700-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para que funcionen en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectores de desviación. Se permite el uso de medios para conectar en desviación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, con valor nominal de 600 volts de corriente alterna y menos, deben ser aprobados para uso en sistemas de emergencia.

d) Uso. El equipo de transferencia debe alimentar sólo cargas de emergencia.

700-6. Señalización.

Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en (a) hasta (d).

a) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de emergencia.

- b) Conducción de carga. Para indicar que la batería está llevando carga.
- c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.
- d) Falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella, puestos a tierra sólidamente, de más de 150 volts a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1000 amperes o más.

El sensor para los dispositivos de señalización de fallas a tierra debe estar ubicado en el o delante del medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes.

Las instrucciones sobre las acciones que deben tomarse en caso de producirse una falla a tierra se deben ubicar en el sensor o lo más cerca posible de él.

700-7. Avisos.

a) Fuentes de emergencia. Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia. Excepción: No se exigirá instalar un aviso cuando sólo haya una fuente de emergencia, como se indica en 700-12(f).

b) Puesta a tierra. Cuando el retiro de una conexión puesta a tierra o de unión de la fuente de alimentación normal, interrumpa la conexión del conductor del electrodo de puesto a tierra del sistema de alimentación alterna, se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga: "PRECAUCIÓN EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA SI EL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA O LA CONEXIÓN DE UNIÓN EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA, MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTÁ ENERGIZADA."

B. Alambrado de circuitos

700-10. Alambrado del sistema de emergencia.

a) Identificación. Todas las cajas y envoltentes de los circuitos de emergencia (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y tableros de fuerza) deben estar marcadas permanentemente, de modo que sean fácilmente identificados como un componente de un sistema o circuito de emergencia.

b) Alambrado. Se permitirá que el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El alambrado desde una alimentación de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas de emergencia debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipo, a menos que se permita otra cosa en los incisos (1) hasta (5) siguientes:

1) Alambrado proveniente de la fuente de alimentación normal ubicada en los envoltentes del equipo de transferencia.

2) Alambrado alimentado desde dos fuentes, en luminarias en las salidas o de emergencia.

3) Alambrado desde dos fuentes en un relevador de control de carga aprobado, suministrando energía a luminarias de salidas o de emergencia, o en una caja de empalme común, unida a las luminarias en las salidas o de emergencia.

4) Alambrado dentro de una caja de empalme común unido a un equipo unitario, que contenga únicamente el circuito derivado que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo equipo.

5) Alambrado proveniente de una alimentación de emergencia para alimentar cualquier combinación de cargas de emergencia, legalmente requeridas o cargas opcionales, de acuerdo con (a) hasta (d) siguientes:

a. Desde secciones verticales separadas del tablero de distribución, con o sin una barra conductora común, o desde desconectores individuales montados en envolventes separados.

b. Se permitirá que la barra conductora común o las secciones separadas del tablero de distribución o los envolventes individuales sean alimentados por uno o por múltiples alimentadores sin protección contra sobrecorriente en la fuente.

Excepción para (5)(b): Se permitirá protección contra sobrecorriente en la fuente o para el equipo, siempre que dicha protección cumpla con los requisitos de 700-27.

c. Los circuitos de reserva opcionales y los legalmente requeridos no se deben originar en la misma sección vertical del tablero de distribución, envolvente del panel de distribución o envolvente del desconector individual como circuitos de emergencia.

d. Se permitirá que se utilicen alimentadores sencillos o múltiples para suministrar a equipos de distribución entre una fuente de emergencia y el punto donde la combinación de cargas de emergencia legalmente requeridas u opcionales, se separan.

c) Diseño y ubicación del alambrado. Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, temblores, vandalismo y otras condiciones adversas.

d) Protección contra incendios. Los sistemas de emergencia deben cumplir los requisitos adicionales de (d)(1) a (d)(3) siguientes en lugares para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios de más de 23 metros de altura con cualquiera de las siguientes clases de utilización: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales:

1) Alambrado del circuito alimentador. El alambrado del circuito del alimentador debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

(a) Estar instalado en espacios o áreas totalmente protegidas por sistemas automáticos de extinción de incendios.

(b) Ser un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico, con una clasificación nominal de resistencia al fuego de mínimo 2 horas.

(c) Estar protegido por un sistema de barrera térmica aprobado para componentes eléctricos del sistema con una clasificación de resistencia al fuego de mínimo 2 horas.

(d) Estar protegido por un sistema de barrera térmica certificado para componentes eléctricos del sistema, cuya clasificación mínima de resistencia al fuego sea de 2 horas.

(e) Estar revestido con un mínimo en 5 centímetros de concreto.

2) Equipo del circuito alimentador. El equipo para el circuito alimentador (incluidos los desconectores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, y similares) debe instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de extinción de incendios (incluyendo rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o en espacios con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas.

3) Alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el equipo de transferencia y el generador de emergencia se deben mantener totalmente independientes del otro alambrado y deben cumplir las condiciones de 700-10 (d)(1).

C. Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales.

El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso no debe exceder de 10 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos(a) hasta (e) siguientes. El equipo autocontenido que esté de acuerdo con lo contenido en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo.

Para seleccionar una fuente de alimentación de emergencia, hay que tener en cuenta el tipo de ocupación y el tipo de servicio que debe prestar. Por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de larga duración, como suministrar energía y alumbrado de emergencia durante un período indefinido de tiempo debido a una falla de la alimentación eléctrica, producida dentro o fuera del edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos, debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

En lugares para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios que tengan más de 23 metros de altura con cualquiera de las siguientes clases de utilización: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales; los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en (a) hasta (e) de este Artículo deben ser instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con una clasificación nominal de resistencia al fuego de una hora.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad de un sistema reconocido de alimentación de emergencia dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores que se utilicen como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de un régimen y capacidad adecuados para alimentar y mantener la carga total durante 1,½ horas como mínimo, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87.5 % de la tensión normal.

b) Grupo motor - generador.

1) Accionado por fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 700-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor - generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos requeridos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo de 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin la seguridad de que el suministro ya es regular.

2) Motores de combustión interna como fuente primaria de energía. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el

fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del grupo motor - generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

3) Alimentación doble. Los motores primarios no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan 2 sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa.

4) Alimentación por baterías y compuertas. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando se requiera un cargador de baterías para el funcionamiento de un grupo motor - generador, dicho cargador se debe conectar al sistema de emergencia. Cuando se requiera energía para el funcionamiento de las compuertas empleadas en la ventilación del grupo motor - generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

5) Fuente auxiliar de alimentación. Se permitirán grupos generadores que necesiten más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.

6) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos 224-36.

Excepción. Para instalaciones donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado vigilará y dará mantenimiento a las instalaciones y donde haya procedimientos escritos para ejecutar la desconexión, los medios de desconexión del grupo motor - generador no requieren estar ubicados a la vista del edificio o estructura servida.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentar los sistemas de emergencia deben cumplir las disposiciones aplicables de (a) y (b) de este Artículo.

d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales: 1) acometida separada aérea o subterránea y 2) con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de la acometida deben estar lo suficientemente alejados de otros conductores de acometida, tanto física como eléctricamente, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

e) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben tener clasificación y capacidad

adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total durante dos horas como mínimo de operación a plena carga.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las partes B hasta H del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva de emergencia.

f) Equipos autocontenidos. Los equipos autocontenidos para iluminación de emergencia deben consistir en: 1) Una batería recargable. 2) Un cargador de baterías. 3) Una o más lámparas montadas en el equipo, o que tenga terminales para lámparas remotas, o ambas. 4) Un elevador para energizar automáticamente las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo autocontenido.

Las baterías deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total de las lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1,5 horas sin que la tensión caiga debajo del 87,5 % de su valor nominal o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener el funcionamiento a cuando menos el 60 % del alumbrado inicial de emergencia durante 1.5 horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos autocontenidos deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 cm. de longitud. El circuito derivado que alimenta a los equipos autocontenidos debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal en el área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. En el panel de distribución se debe identificar claramente el circuito derivado que alimenta al equipo autocontenido. Las luminarias de emergencia que se alimenten de un equipo autocontenido pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo como se exige en 700-10 y con uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción 1: En un área separada y sin divisiones que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos autocontenidos, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un dispositivo de bloqueo.

Excepción 2: Se permite que las luminarias remotas que proporcionan iluminación en el exterior de una puerta de salida sean alimentadas desde un equipo autocontenido que esté sirviendo el área inmediatamente adentro de la puerta de salida.

D. Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza.

700-15. Cargas en circuito derivados de emergencia.

A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

700-16. Alumbrado de emergencia.

La iluminación de emergencia debe incluir todos los medios requeridos para señalar las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces especificadas como necesarias para proporcionar la iluminación requerida.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como una lámpara fundida, no deje en completa oscuridad los espacios que requieran iluminación de emergencia.

Cuando el único medio de iluminación normal consista en alumbrado de descarga de alta intensidad, como el de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de halógenos metálicos, se requerirá que el sistema de alumbrado de emergencia funcione hasta que se restablezca totalmente la iluminación normal.

Excepción: Se permitirán medios alternativos que aseguren que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

700-17. Circuitos derivados para alumbrado de emergencia.

Los circuitos derivados que alimentan el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que lleven la alimentación desde una fuente que cumpla los requisitos 700-12, cuando se interrumpa la alimentación normal para el alumbrado. La instalación se puede hacer con cualquiera de las opciones siguientes:

- 1) Una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la alimentación normal del alumbrado, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en el caso de falla del circuito derivado normal para alumbrado.
- 2) Dos o más circuitos derivados alimentados de sistemas completos y separados con fuentes de alimentación independientes. Una de las dos fuentes de alimentación y sistemas deberá ser parte del sistema de emergencia y se permitirá que la otra sea parte de la fuente de alimentación y sistema normal. Cada sistema deberá proveer suficiente potencia para fines de alumbrado de emergencia.

A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantengan encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que energice automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos de iluminación de emergencia están instalados con las disposiciones generales de otras secciones de este Artículo, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la instalación protegida.

700-18. Circuitos para alimentación de emergencia.

Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal.

E: Control - Circuitos de alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos de los interruptores.

El interruptor o interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia deben estar dispuestos de modo que sólo personas autorizadas tengan control del alumbrado de emergencia.

Excepción 1: Cuando hay dos o más interruptores de una vía conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos debe ser accesible sólo a las personas autorizadas.

Excepción 2: Se permitirá instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia para no apagarlo.

No deben instalarse interruptores conectados en serie ni de 3 o 4 vías.

700-21. Ubicación de los interruptores.

Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares cubiertos por los Artículos 518 y 520 debe haber un interruptor para el control de los sistemas de alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo.

700-22. Luces exteriores.

Se permitirá que las luces del exterior de un edificio, que no sean necesarias para iluminación cuando existe luz suficiente del día, se pueden controlar mediante un dispositivo automático accionado por la luz.

700-23. Sistemas con regulador de intensidad.

Se permitirá utilizar como dispositivo de control para energizar circuitos de alumbrado de emergencia un sistema de regulación de intensidad que tenga más de uno de estos reguladores y esté aprobado para uso en sistemas de emergencia. Inmediatamente después de la falla de la alimentación normal, se permitirá que el sistema de regulación de intensidad energice selectivamente únicamente aquellos circuitos derivados exigidos para proporcionar la iluminación mínima de emergencia. Todos los circuitos derivados alimentados por el del sistema de regulación de intensidad deben cumplir con los métodos de alambrado del Artículo 700.

700-24. Relevador de Control Automático de Carga.

Si una carga de alumbrado de emergencia es automáticamente energizada al perderse el suministro normal, se permitirá que un relevador de control automático de carga energice la carga. El relevador de control automático de carga no deberá ser utilizado como un equipo de transferencia.

700-25. Accesibilidad.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado en circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas calificadas.

700-26 Protección del equipo contra fallas a tierra.

No se exigirá que la fuente alterna de alimentación de los sistemas de emergencia tenga protección del equipo contra fallas a tierra con un medio automático de desconexión. La indicación de falla a tierra de la fuente de emergencia se debe instalar según lo establecido en 700-6(d).

700-27. Coordinación.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de emergencia deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

Excepción: No se exigirá coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente. (NOM, 2012).

ARTICULO 701 SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

Generalidades 701-1. Alcance.

Las disposiciones de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para las instalaciones requeridas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica. Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

701-2. Definición. Sistemas de reserva legalmente requeridos.

Los sistemas de reserva legalmente requeridos son aquellos sistemas requeridos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla del suministro normal. NOTA: Los sistemas de reserva legalmente requeridos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la interrupción del suministro eléctrico normal, pueden crear riesgos u obstaculizar las operaciones de rescate o extinción de incendios.

701-3. Pruebas y mantenimiento.

a) Realización o verificación de la prueba. Debe realizarse o verificarse una prueba del sistema completo al instalarse. b) Pruebas periódicas. Los sistemas de reserva legalmente requeridos se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento. c) Mantenimiento de los sistemas de baterías. Cuando se usen baterías para el control, arranque o encendido de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico. d) Registro escrito o bitácora. Debe mantenerse un registro escrito o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento. e) Pruebas bajo carga. Deben proveerse los medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente requeridos.

701-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático y estar identificado para usarlo como equipo de reserva. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectores de desviación. Se permitirá un medio para conectar en desviación y aislar físicamente el interruptor de transferencia. Si se emplean desconectores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo. c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, que operen a 600 volts de corriente alterna o menos, deben estar aprobados para su uso en sistemas de emergencia legalmente requeridos.

701-6. Señalización.

Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los propósitos (a) a (d) siguientes: a) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva. b) Con carga. Para indicar que la alimentación de reserva está alimentando la carga. c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando. d) Falla a Tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia legalmente requeridos de más de 150 volts a tierra con conexión estrella sólidamente conectada a tierra y dispositivos de protección de circuito de 1000 amperes o más. El sensor de los dispositivos para indicar una falla a tierra debe estar en, o delante de, los medios principales de desconexión de la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Se deben colocar en la ubicación del sensor o cerca de él, instrucciones sobre lo que hay que hacer en el caso de presentarse una indicación de falla a tierra.

701-7. Anuncios.

a) Reserva obligatoria. En la entrada de la acometida se debe poner un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva legalmente requeridas en el sitio. Excepción: No se exigirá instalar anuncios en los equipos autocontenidos individuales, como se especifica en 701-11(g).b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga: PRECAUCION EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA SI EL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA O LA CONEXION DE UNION EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA, MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTAN ENERGIZADA B. Alambrado del circuito.

701-10. Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos.

Se permitirá que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes, junto con otro alambrado general. C. Fuentes de alimentación

701-12. Requisitos Generales.

El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de reserva o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que, en todo caso, no debe exceder de 60 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (f) siguientes. El equipo autocontenido que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo. Al seleccionar una fuente de alimentación de reserva legalmente requerida se debe tener en cuenta el tipo de servicio que haya que prestar, si es de corta o larga duración. Se debe tener en cuenta el diseño o la ubicación, o ambos, de todos los equipos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo. NOTA: La asignación del grado de confiabilidad del sistema de alimentación de reserva legalmente requerido dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular. a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores deben tener un valor y una capacidad nominal adecuados para alimentar y mantener operando la carga total de los circuitos que alimentan fuentes de reserva legalmente requeridas, con tensión no menor al 87.5 por ciento de la tensión del sistema, durante 1½ horas como mínimo. Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia, y deben ser compatibles con el cargador para esa

instalación en particular. En las baterías selladas no se exigirá que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido que necesitan que se les añada agua, deben tener cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotriz. La instalación debe contar con un medio de carga automático de las baterías. b) Grupo generador 1) Accionado por una fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 701-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor–generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos exigidos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin tener la seguridad de que el suministro ya es regular. 2) Máquinas de combustión interna como fuente primaria. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del grupo motor - generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de respaldo. 3) Suministro Dual. Los motores primarios no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro. Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa. 4) Alimentación por baterías. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como el medio de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. 5) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36. c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentación de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben cumplir las disposiciones aplicables (a) y (b) anteriores. d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales (1) Acometida separada aérea o subterránea. (2) Con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de los conductores de la acometida deben estar lo suficientemente alejados de otros conductores de acometida, tanto física como eléctricamente, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación. e) Conexión antes del medio de desconexión de la acometida. Cuando lo permita la empresa suministradora, se permiten conexiones antes de los medios de desconexión de la acometida normal, pero no en el mismo medio. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para minimizar la interrupción simultánea del suministro, debido a una falla dentro del edificio o grupo de edificios afectados. NOTA: Para mayor información sobre equipo permitido en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, véase 230-82. f) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener la carga total durante 2 horas como mínimo de operación a plena carga. La instalación de

un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes B hasta H del Artículo 692. Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva legalmente requerido. g) Equipos autocontenidos. Los equipos autocontenidos para la iluminación de reserva legalmente requerida deben constar de: (1) Una batería recargable. (2) Un medio para cargar la batería. (3) Instalaciones para una o más lámparas montadas en el equipo, y se permitirá que tenga terminales para lámparas remotas. (4) Un dispositivo de relevador que energice automáticamente las lámparas en cuanto se interrumpa la alimentación al equipo unitario. Las baterías deben ser del valor nominal adecuado y capacidad para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87.5 por ciento de la tensión nominal de las mismas, para la carga total de lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1½ horas, o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener un mínimo del 60 por ciento de la iluminación inicial de reserva legalmente requerida durante 1½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia. Los equipos autocontenidos deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 centímetros de longitud. El circuito derivado que alimenta a los equipos autocontenidos debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Las luminarias de reserva legalmente requeridas que se alimenten de un equipo unitario pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo mediante uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3. Excepción: En un área separada y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos autocontenidos, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo.

D. Protección contra sobrecorriente

701-25. Accesibilidad.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados en circuitos de reserva legalmente requeridos deben ser accesibles sólo a personas calificadas.

701-26. Protección del equipo contra fallas a tierra.

No se exigirá que la fuente alterna de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos tenga protección del equipo contra fallas a tierra con medios de desconexión automáticos. Se deberá proveer de indicadores de falla a tierra al sistema de reserva como se establece en 701-6(d).

701-27. Coordinación.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de reserva legalmente requeridos deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado del suministro. Excepción: No se exigirá la coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

Fuente DOF 29/Nov/2012

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

El estudio económico es la parte medular de todo proyecto de inversión ya que es mediante la correcta elaboración e interpretación de este lo que determinara si el proyecto es capaz de generar las ganancias necesarias para recuperar la inversión inicial y generar una utilidad considerable durante su vida útil.

La evaluación económica está compuesta por conceptos que deben ser calculados que servirán para evaluar la viabilidad del proyecto de diseño de un sistema de plantas generadoras de energía, como es la tasa de rendimiento mínima (TREMA), el valor actual neto (VAN) y la Tasa Interna de retorno (TIR), sin embargo para calcular dichos elementos primero deben determinarse algunos conceptos base, estos conceptos van desde la inversión inicial, la que será determinada con base en todos los elementos necesarios que se requieren para acondicionar las instalaciones y los equipos, mantenimientos y la adquisición de insumos para que el proyecto pueda operar tal como está propuesto. El costo de operación que será determinado con base en los consumos de combustible y el plan mensual de mantenimiento. La utilidad generada por el ahorro proyectado por la implementación del nuevo sistema de alimentación eléctrica, este concepto será clave para calcular la utilidad que el proyecto pueda generar este cálculo se realizara mediante la comparación de los costos del sistema de alimentación de energía actual menos los costos de operación del sistema de alimentación propuesto.

3.1 Evaluación económica de proyectos

En todo proyecto de inversión se inicia planteando las siguientes preguntas. ¿Cuál es el importe de recursos financieros requerido para iniciar el proyecto?, y ¿Cuál será la aplicación de tales recursos financieros? En consecuencia, el objetivo consiste en determinar el importe de cada concepto de activo, el flujo de inversión que el empresario o inversionista habrá de requerir para iniciar las operaciones de la empresa, para mantenerlas en operación durante el tiempo que tenga previsto que éste opere, así como para llevar a efecto el proceso de desinversión al finalizar el horizonte de planeación.

Lograr el objetivo anterior permite al inversionista, entre otras cosas, las siguientes: 1) Identificar la relación que existe las Inversiones y el de Presupuesto de Ingresos y Egresos, permitiéndole calcular los costos asociados a la inversión, es decir, los gastos por depreciación y amortización (llamados también gastos virtuales) que derivan del desgaste de los activos fijos y diferidos y que permiten la recuperación de la inversión realizada, o bien el reemplazo del activo. 2) Identificar el tipo de financiamiento al que puede recurrir, en función de las diversas líneas de crédito existentes en el mercado financiero.

3.2 Diseño de un sistema de plantas generadoras de energía eléctrica

Existe una gran variedad de sistemas de respaldo tales como son bancos de baterías, plantas eléctricas sencillas y automáticas, entre otros. Cada uno se evalúa y adapta según la función requerida en cada organización, para el desarrollo de este proyecto se elaborará el diseño de un sistema de plantas generadoras de energía eléctrica que funcionen como apoyo al sistema de alimentación de energía eléctrica con el propósito de reducir el costo generado por el aumento en las tarifas eléctricas.

La empresa actualmente cuenta con los elementos técnicos y tecnológicos para realizar estos ajustes en el sistema de alimentación eléctrica, dado que el sistema de alimentación seguirá funcionando como está diseñado, este proceso de modificación no resultara en un cambio radical en la operación de este, por lo cual no es necesario realizar una reingeniería del sistema eléctrico ya que el objetivo del sistema de plantas generadoras es funcionar como un apoyo en la alimentación de la corriente eléctrica, esto significa que no se busca optimizar el consumo de energía eléctrica, lo que se busca es reducir el costo generado por el consumo en horas pico y por la tendencia anual de incrementos en las tarifas.

Durante el desarrollo de este proyecto existen algunos aspectos que se podrían ver modificados como son los planos de las instalaciones eléctricas, pero para prevenir esto se planteara la opción de un recableado del sistema ya que esto es más practico que realizar una nueva distribución de planta, además de realizar unos ajustes a los manuales de procedimientos, bastara con actualizar los manuales y programas de mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de este.

3.3 Sistema de plantas generadoras de energía eléctrica y el simulador

El sistema de suministro de energía eléctrica es el conjunto de centrales de generación que producen la energía eléctrica, las líneas de transmisión tales como el cableado que conduce la energía generada hasta los elementos que la consumen. Dada la dimensión del sistema y su estado de operación permanente no es viable “ensayar” sobre el mismo. No es viable, por ejemplo, probar a instalar diferentes tipos de plantas generadoras de energía para ver cuál es la mejor opción para el sistema.

Por esta razón es imprescindible disponer de un modelo del sistema que permita ensayar las diferentes posibilidades y evaluar sobre el modelo las consecuencias asociadas a cada elección. Un modelo de ese tipo, que nos permite evaluar cuáles serían los valores de determinadas variables durante la operación del sistema, es lo que llama un Simulador del Sistema.

3.4 Diseño de un proyecto para sistemas eléctricos

La elaboración de proyectos para sistemas eléctricos consiste básicamente en proporcionar un arreglo de conductores, materiales y equipos de toda índole, con el fin de utilizar la energía eléctrica en forma segura y eficaz desde la fuente de suministro hasta el último utilitario: motores y los diversos dispositivos de control y protección, que constituyen el sistema: 1) Tener en mente el alcance del sistema a proyectar para evaluar los conceptos del suministro de la energía y las configuraciones básicas de las trayectorias del alambrado y alimentadores principales y derivados en cada punto de utilización de este. 2) Tomar en consideración todos los conceptos prácticos de los circuitos eléctricos, con sus conductores, aparatos, equipos dispositivos, herrajes, debidamente seleccionados según el ambiente y uso, tamaños, modelos, características, especificaciones y adicionalmente valores intrínsecos o específicos del equipo necesario y de los materiales. 3) Evaluar el costo de la construcción del sistema eléctrico completo, según se haya determinado en los dos primeros conceptos enumerados, en función real de las dimensiones de las edificaciones y áreas involucradas en el sistema, el tipo de construcción y estructura de los edificios, mostrando lo más claro posible las ubicaciones y detalles de las instalaciones de los equipos., ductos y canalizaciones, conexiones a los alimentadores principales y derivados y otros elementos que necesiten atención particular.

De todas formas, las tres partes anteriores están muy entrelazadas de tal forma que las aportaciones que se deriven de una afecta a las otras dos en cualquier estado de las etapas.

Esta parte de diseño del sistema eléctrico se expresan en forma de eléctricos, reproducibles ya sea por fotocopiado o por electrónica, que incluyen los sistemas secundarios derivados del sistema diagramas y dibujos de detalle, isométricos y bosquejos, listas de equipos perfectamente especificados en cuanto a sus características, de tensión , frecuencia, corriente nominal de operación, capacidad de corriente interruptora, tipos y modelos genéricos, en fin, todo aquello que no deje a la imaginación , interpretación o criterio, para los que van a adquirir los equipos, dispositivos y accesorios, los instaladores y constructores del sistema.

Acopio para el diseño, para cada edificación se requiere un diseño particular del sistema eléctrico y el éxito de este diseño depende del método apropiado, del ingeniero diseñador y del conocimiento de los factores de apoyo, de su habilidad y experiencia. Tomar en consideración la relación existente de la tecnología pura en un sistema eléctrico y las de estas partes del diseño planos forma digital o principal; diagramas unifilares, conexiones de alambrado, su aplicación segura, previendo para el futuro inmediato, mediano, o distante, ampliaciones hasta donde se permita sin exceder el límite del equilibrio económico de la instalación. Debe tenerse en cuenta el seguro funcionamiento del sistema eléctrico y la disposición eficaz, con los aumentos de carga, y la flexibilidad en el uso del sistema. Con este acopio se tendrá la certeza de realizar un buen diseño.

Las disposiciones normativas para aparatos, conductores y dispositivos, son considerablemente dinámicas, el avance tecnológico se incrementa muy rápidamente y las tecnologías se tienen diseñador moderno debe aprender técnicas al mismo ritmo a fin de estar actualizado y continuar con las tendencias más idóneas; por lo tanto su actividad no es mecánica y de plantilla, o de aplicar únicamente fórmulas y unir partes, sino de verdaderamente ejercer la ingeniería aplicada al diseño, tomando los principios y bases de técnicas antiguas aceptadas y que por su razón son inmutables (leyes físicas universales) y que sobreviven a la prueba de años de aplicación y las nuevas que combinadas deben armonizar para constituir una unidad en el sistema; idear circuitos y arreglos con las técnicas antiguas de alambrado y la habilidad para constituir circuitos y arreglos originales, para la interconexión de equipos de nuevas tecnologías y especiales, como son los circuitos inteligentes de control por medio de dispositivos lógicos programables (PLC's). El diseñador puede determinar la selección de los circuitos y los arreglos de las líneas de alimentación, tipo y clasificaciones de los equipos y los métodos de instalación, sólo con el conocimiento pleno y el dominio total del tema

El fundamento legal básico para todos los sistemas eléctricos está diseñado para proporcionar el fluido energético que se transforma en potencia luminosa, calorífica, de movimiento, audio, voz e imagen; así como para otras aplicaciones, ésta debe estar libre de riesgos que pongan en peligro la integridad física de las personas, sus propiedades, las de terceros, de animales y del entorno ecológico.

Por ello es imprescindible el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas NOM-001-SEDE-2005; la cual señala los requisitos mínimos que deben cumplir los sistemas que usan el fluido eléctrico. Este es el fundamento legal de observancia obligatoria, y el parámetro que debe prevalecer ante cualquier controversia o criterio personal.

Aun cuando la NOM-001 aplica las precauciones mínimas de seguridad, el diseñador debe considerar ésta como prioridad para las condiciones particulares de la aplicación de la energía eléctrica. La habilidad, experiencia y conocimiento del diseñador lo encaminará siempre a la selección efectiva de los dispositivos automáticos de protección y de control para aplicaciones particulares, comprendiendo la habilidad de ingeniería del diseñador para la aplicación rutinaria de

la Norma de Instalaciones Eléctricas, así como conocer las características, ventajas y limitaciones de los equipos y de los diversos materiales de los envolventes, soportes y aislamientos, para separar y proteger en general a los equipos eléctricos.

También es necesario que el diseñador siempre esté actualizado y haga acopio para acrecentar sus conocimientos por medio de capacitación y constante consulta de las publicaciones de su rubro, como pueden ser las revistas especializadas de materiales eléctricos, equipos electrodomésticos y de utilización, así como los dispositivos especiales para ambientes de áreas clasificadas y a prueba de explosión.

En principio, el planteamiento del sistema eléctrico debe considerar la potencia total de las cargas por alimentar, más una potencia adicional para aceptar un crecimiento de carga anticipado. Esto debe ser considerado en porcentaje de la carga total real (kW); que puede ser en función del crecimiento del dueño de la instalación. Los diseños deben considerar básicamente tres aspectos principales: flexibilidad, accesibilidad y confiabilidad.

Flexibilidad: según el sistema que se vaya a diseñar y para el servicio que se destine (industrial, comercial, residencial, de entretenimiento, deportes, etc.), éste debe diseñarse para que tenga la docilidad necesaria en la distribución de los equipos y en los circuitos, es decir que sea posible reubicarlos. Los circuitos alimentadores a los tableros de distribución deben ser adecuados para una amplia variedad o gama de modelos de utilización que permitan el completo y eficiente uso de la capacidad de energía para las diversas tareas dentro del sistema.

Accesibilidad: todo el sistema eléctrico debe tener gran accesibilidad, esto significa que cuando esté en funcionamiento, debe permitirse a todos sus componentes y equipos el fácil acceso para el mantenimiento y la reparación, o para cualquier modificación o ampliación, incluyendo desde luego, alimentadores y canalizaciones que permitan la utilización plena de la energía disponible.

Confiabilidad: es necesario conocer la utilización del servicio para el sistema que se va a diseñar, considerando la continuidad del suministro de alimentación eléctrica y la seguridad total del sistema. En función de la importancia de su utilización, se debe considerar si la ausencia temporal de la energía pusiera en riesgo directo la vida o interrupción de procesos vitales en una industria o servicios. Si se tiene conocimiento que la red no es muy estable, es necesario planear sistemas alternos del suministro (grupos electrógenos de respaldo para emergencia, bancos de baterías y sistemas de energía ininterrumpible o la combinación de estos) u otros servicios, sobre todo en los sistemas del cuidado de la salud, y en muchas empresas de servicios (hoteles, tiendas departamentales, cines, y otros de entretenimiento), muchas industrias siderúrgicas y de procesos continuos.

El suministro de energía eléctrica al sistema de utilización es el parámetro preliminar de consideración de diseño. El suministro público normalizado de energía proviene del sistema de distribución de un organismo suministrador estratégico en todo el territorio nacional: la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Desde luego, ciertas industrias por razón de su volumen de consumo o por sus energéticos, derivados de su producción, les es costeable generar su propia energía, como es el caso de las fábricas de papel, la industria de embalajes, ingenios azucareros y otros, no por ello es necesario que renuncien como fuente alterna a la CFE.

Ese estado de alimentación en paralelo representa todo un proceso que se lleva a cabo con el organismo suministrador en cada caso, y que depende de la tensión, frecuencia y otras

características que están establecidas en el punto de entrega para los efectos de cálculos de sistemas de tierras derivadas de las corrientes de falla disponibles, así como los fenómenos de sincronización y conmutación. (Ing. Víctor Martínez, 2019).

CAPÍTULO IV EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el desarrollo de este capítulo se pretende evaluar la implementación de un sistema de plantas de energía de emergencia que funcione en los momentos del día donde el consumo de energía eléctrica se dispara y el costo de esta aumenta.

Se analizan tres enfoques distintos, el análisis de las mega tendencias, el estudio de factibilidad y el marco legal y normativo vigente; a partir de estos tres aspectos se cubren todos los aspectos que podrían afectar a las distintas partes interesadas de este proyecto.

El estudio de pertinencia a través de las mega tendencias se tocó desde tres puntos, el mundo inestable el cual nos muestra como las condiciones actuales de la economía pueden cambiar de un momento a otro dejando así mal paradas, económicamente, a las empresas cuyos métodos de fabricación no están adecuados para la adaptación a los cambios repentinos.

La preocupación ecológica, es una de las principales ideas que se podrían contraponer a la implantación de un sistema como el propuesto, esto debido a que la energía eléctrica se obtiene a partir de la combustión del diésel, proceso que tiene gran potencial contaminante y que con el paso del tiempo se ha ganado mala fama, sin embargo, se tienen estudios de eficiencia de los equipos y se llevan a cabo periódicamente estudios que aseguran que los equipos se mantienen por debajo del mínimo permitido en cuanto a emisiones que garantiza la seguridad del POE y la sanidad del ambiente para la operación de los procesos.

La tercer mega tendencia es la tecnología de producción sobre la tecnología del producto, esta mega tendencia nos habla sobre como la versatilidad enfocada a los procesos en lugar de a los productos representa una mejor fuente de adecuación y ahorro para la organización, idea que está totalmente ligada a la naturaleza del sistema que se propone.

En cuanto a la legalidad y la normatividad vigentes, se determinó que no es necesario la implementación de ninguna nueva norma ni cumplir con ninguna ley o reglamento extra, también se tomaron en cuenta las normas que se aplican actualmente y se determinó que ninguna de estas se ve afectada por dicha implementación.

Al final el estudio de pertinencia arrojó más ventajas que desventajas, lo cual indica que la implementación del sistema propuesto no trae problemas o inconvenientes para la organización, sino que por el contrario podría representar un ahorro importante en cuanto a la ejecución de los procesos.

Después, se describe la maquinaria que será necesaria para la operatividad del sistema y también se incluyen todos los equipos que serán beneficiados por este, cabe que la compañía ya cuenta en la actualidad con todos estos equipos, además se toman en cuenta las demandas de consumo mensuales reales, las cuales se obtienen a partir de los recibos de luz, para hacer la distribución de las cargas, para esto se tiene la descripción de cómo operan las plantas y de cuál es su eficiencia, todo esto puede ser fácilmente visualizado en la ficha de resumen que viene al final de cada punto, tanto para las plantas como para los consumos de energía.

En tercer lugar se tiene el estudio financiero, el cual resulta realmente corto, esto debido a que para el caso de este sistema y al tipo de proyecto que es no se requiere de un financiamiento, sin embargo, se han graficado todos los costos derivados del consumo eléctrico y se han segmentado los distintos

periodos de consumo durante un día, todo esto con su costo asociado, el cual se contrapone con el costo asociado que habría resultado si se hubiera operado el sistema a base de diésel en lugar de la energía de CFE.

Para el estudio económico se establecen los términos necesarios para el desarrollo de este estudio, tales como el costo de operación actual determinados por el medio de un análisis en los recibos de luz facturados por la compañía, costo de operación de las alternativas propuestas con base en el estudio técnico, costo de combustible facturado por la compañía hasta mayo de 2019.

4.1 Estudio de pertinencia

El estudio de pertinencia es el estudio que se lleva a cabo para saber si un proyecto cumple con los distintos puntos de satisfacción del área donde pretende ser implementado, para cumplir con esto se toman en cuenta las mega tendencias, que afectan la dirección en la que se mueve el mundo, el marco normativo y el estudio de factibilidad

El estudio de pertinencia se abordará desde tres aspectos las mega tendencias, el marco normativo y legal y el estudio de factibilidad.

De acuerdo con el trabajo de José Contreras (2014), una mega tendencia es un cambio a largo plazo en el comportamiento o actitud de los consumidores, que tiene un impacto global y se da a través de múltiples industrias.

Las mega tendencias son:

1. Mundo inestable.
2. Redefinición de la competencia.
3. Se acelera el ciclo de vida de los productos.
4. El movimiento de calidad impacta en todas las organizaciones.
5. La tecnología de producción desplaza a tecnología de producto como base de la competitividad.
6. Internacionalización de la empresa.
7. Universalidad del hombre.
8. Crecimiento explosivo de las comunicaciones.
9. Explosión en la tecnología del área biológica.
10. Desarrollo de sistemas con toma de decisiones autónoma.
11. Preocupación ecológica.
12. Redefinición del papel de la mujer.
13. Redefinición del papel del estado.
14. Pluralismo y democracia.
15. Énfasis en educación.
16. Agudización de las diferencias norte-sur.
17. Reestructuración de la economía.

De las 17 mega tendencias que enumera José Contreras en su trabajo, se ha determinado que son únicamente 3 las que influyen en el desarrollo de este trabajo, las cuales son:

1. Un mundo inestable.
2. La tecnología de producción desplaza a tecnología de producto como base de la competitividad.
3. Preocupación ecológica.

4.1.1 Mundo inestable

Esta mega tendencia tiene como finalidad brindar una visión global de los distintos fenómenos que afectan al mundo y de cómo estos impactan directamente en la economía global; fenómenos como

la guerra, el desarrollo de las nuevas potencias, el declive de las potencias actuales, la formación de nuevas alianzas comerciales, la constante ampliación de los mercados globalizados, la creciente preocupación mundial por el bien estar y preservación del medio ambiente, todos estos son ejemplos de fenómenos que tienen efecto directo en ciertos aspectos del desarrollo global; el consumo de energía eléctrica y el costo de esta es uno de los aspectos que se ven más afectados por estos fenómenos.

En el desarrollo de este trabajo, se va a demostrar por medio de datos históricos y estadísticas como se ha comportado el precio de energía eléctrica, y se comparará con el comportamiento que ha tenido el precio del combustible que será utilizado para la operación del sistema de plantas generadoras de energía eléctrica que se propone en este trabajo, en este caso diésel.

Tomando en cuenta lo descrito en el párrafo anterior en cuanto al incremento del precio de energía eléctrica se indica que entre octubre 2017 y octubre 2018 la industria nacional ha visto un incremento importante del costo de la electricidad (aproximadamente un 63%). De 1.50 \$/kWh en octubre 2017 (Imagen 5 ejemplo en NL), el costo promedio nacional en media tensión subió a 2.45 pesos por kilowatt-hora (\$/kWh) en octubre 2018. En comparación, en Estados Unidos, la energía eléctrica industrial costó 1.39 pesos por kWh en promedio en octubre 2018, es decir 77% menos que en México (fuente AIE).

Figura #5: Ejemplo de incremento del precio de Kwh



Fuente: AIE (Agencia Internacional de energía)

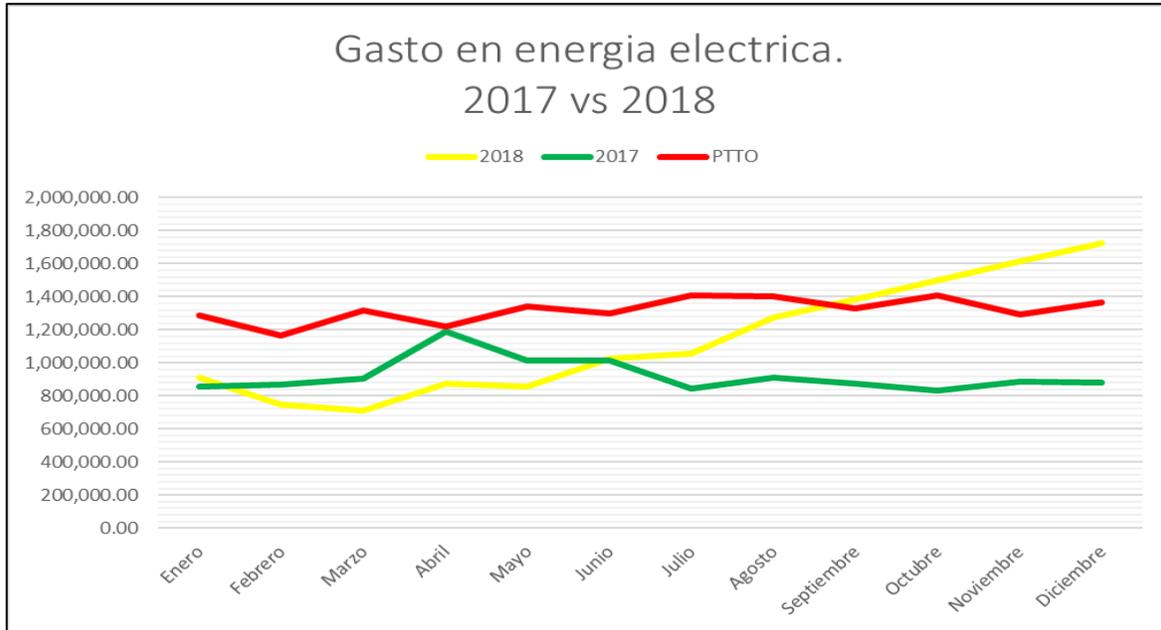
De acuerdo con datos históricos emitidos por Intermodal México, en 2018 la paridad en el precio de diésel fue de \$ 17.01 el litro en 2017 a \$ 18.96 en 2018, lo cual representa un incremento del 11.46 %.

En la empresa donde se propone implementar el sistema del que se habla en este trabajo el gasto por consumo de energía eléctrica paso, en los últimos meses del 2018 (septiembre – diciembre), de \$1,385,547.00 a \$ 1,725,585.00 saliendo así de lo presupuestado por la compañía, por otro lado, de mayo a junio paso de \$ 857,000.00 a \$ 1, 024,575.00 que, aunque es un incremento considerable, sigue dentro del presupuesto mensual de la compañía. Por lo descrito anteriormente se hace la propuesta de cambiar la fuente de suministro de energía eléctrica, ya que a pesar de que la tarifa de energía eléctrica y el precio del litro de diésel son variables, la variación es menor si se le compara

con la variación en el precio del diésel, por lo que en este trabajo se propone el uso de un sistema de plantas generadoras de energía eléctrica como suministro en horas pico, donde el Kw/hr es más caro.

Todo lo anteriormente dicho se visualiza en siguiente gráfica.

Figura #6: Grafica de presupuesto contra el gasto por concepto de energía eléctrica.



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Tecnología de producción desplaza a la de producto como base de la competitividad.

Una de las principales tendencias entre las empresas de la actualidad es el tema de la eficiencia, la capacidad de alcanzar los objetivos haciendo el menor uso de los recursos posibles, esta idea ha llevado a las empresas a buscar métodos alternativos de producción que ayuden a ser eficiente los procesos productivos en lugar de cambiar la calidad de las materias primas.

Los avances tecnológicos e ideas innovadoras de la actualidad se enfocan principalmente en la mejora continua de los métodos para producir, dando por entendido que un proceso de producción eficiente da como resultado productos y servicios que satisfacen las necesidades de los consumidores.

El hecho de mejorar los procesos productivos mediante la reducción del consumo de recursos en lugar de enfocarse únicamente en las características de los productos y servicios está desarrollando en las empresas la capacidad de adecuar mejor sus recursos. Esta capacidad de adecuación de los recursos de las empresas a los cambios drásticos es lo que las hace realmente competitivas.

La implementación de un sistema como el que se propone en este trabajo se considera como una mejora a procesos y no propiamente como una reingeniería puesto que el proceso no sufre un cambio en ninguna de sus operaciones, el sistema propuesto solo puede ayudar a adecuar el consumo de recursos que son necesarios para los procesos productivos, esto con la finalidad de reducir los insumos indirectos y reducir los costos de producción.

El sistema del que se habla está supuesto a entrar en operación en los momentos del día donde la demanda de energía eléctrica es tan alta que el costo del Kw/Hr se dispara y aumenta hasta en un 80%.

4.1.3 Preocupación ecológica.

El enfoque actual de las empresas es hacia el uso de tecnologías renovables y la idea de la sustentabilidad, esta idea encamina a las empresas a buscar nuevas alternativas energéticas, idea que cada vez hace caer más a las fuentes de energías fósiles en desuso.

Se podría pensar que el uso de diésel en plantas generadoras para producir electricidad en lugar del uso de energía eléctrica normal y corriente es algo que afecta al medio ambiente interno de la organización, sin embargo, las plantas cuentan con motores bien afinados y tienen una eficiencia de más del 85%, por lo que la emisión a la atmosfera es mínima y el uso no es por periodos prolongados de tiempo. La localización de las plantas las mantiene apartadas de las zonas de operación de los procesos, por lo que el POE es realmente bajo, así que la exposición del personal es mínima.

El compromiso de la empresa con el ambiente es importante, así que si la implementación y uso de un sistema como el que se propone resulta beneficiosa no se descarta la posibilidad de en el futuro buscar fuentes de alimentación alternativas que sean inofensivas para el ambiente.

4.1.4 Marco legal y normativo.

La empresa cuenta con todos los requerimientos legales que marca la STPS y la COFEPRIS, de la misma manera se encuentra certificada y cumple con lo mandado en varias normas internacionales. La implementación de un sistema como el que se propone no afecta al cumplimiento de estas normas y reglas, por lo tanto, el desarrollo de este proyecto no se ve imposibilitado.

Hablando de las emisiones a la atmosfera interna la empresa trabaja acorde a lo que marca la norma 044 SEMARNAT 2017, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible

Los motores nuevos a diésel que realicen una prueba de motor deberán cumplir con lo señalado en los numerales 4.1.1.

En cuanto al almacenamiento de los combustibles, se cumple con todas las reglamentaciones vigentes y se mantiene bajo condiciones controladas en contenedores especiales y apropiados para su almacenamiento.

4.1.5 Análisis de factibilidad

En el aspecto técnico, la empresa cuenta con todos los recursos técnicos y los conocimientos para la implementación del sistema, por lo que no es necesario hacer una inversión mayor por concepto de compra de equipo, capacitación o contratación de servicios externos; a nivel organizacional solo es necesario hacer un recableado o la reubicación de alguna de las plantas de emergencia.

Con ayuda de los análisis financiero y económico, determinaremos todos los costos derivados de las actividades que requiera la implementación del sistema que se propone. Principalmente el costo de reubicación de plantas de emergencia y costo de materiales.

Por su parte, también se cuenta con los estudios de eficiencia y emisiones por planta de emergencia, se tiene bien definidos los presupuestos de mantenimiento y el costo del diésel por litro, que, si bien también es variable, esta variación no es tan grande ni tan dinámica como la de la energía eléctrica.

Tocando el tema del mantenimiento en la actualidad los servicios de mantenimiento de las plantas se dan de manera anual, la implementación del sistema que se propone requiere que los programas de mantenimiento actuales se adecuen para incluir un mantenimiento mensual, la empresa que brinda estos servicios de mantenimiento ofrece un paquete donde los mantenimientos mensuales de tipo completo resultan, al cabo de un año, más baratos que un programa de mantenimiento anual.

A continuación, se muestra una forma esquematizada del estudio de pertinencia, en el podemos visualizar de manera sencilla los distintos aspectos de la empresa que son concernientes a la implementación de un sistema como el que se propone.

Figura #7: Esquema de estudio de pertinencia

Estudio de pertinencia de la evaluación económica para implementar un sistema de plantas generadoras de energía eléctrica	Megatendencias	Mundo inestable.	Precio de energía eléctrica
			Cambio repentino de fuentes de energía
			Paridad en precio de combustibles
			Métodos alternativos de suministro eléctrico
	Marco legal y normativo aplicable	La tecnología de producción desplaza a tecnología de producto como base de la competitividad.	Eficiencia de los equipos
			Obsolescencia de los equipos
		Preocupación ecológica.	Cambio del proceso productivo
			Energías sustentables
	Estudio de factibilidad	Contexto de la organización	Emisiones combustibles
			ISO
STPS			
		COFEPRIS	
		Análisis de maquinaria y equipo	
		Análisis financiero	
		Análisis económico	

Fuente: Elaboración propia

Se considera que la implementación de este sistema es pertinente por varias razones, si se evalúa desde el enfoque de las megatendencias, brinda una alternativa de adecuación en cuanto a la fuente de alimentación de energía, se sabe que el costo de la energía eléctrica es variable así que tener la oportunidad de cambiar entre una fuente alimentación y otra para la ejecución de los procesos con la finalidad de reducir costos brinda una ventaja considerable.

Contar con un sistema como este para la empresa puede representar, si bien no una ventaja, si un área de oportunidad pues puede dar paso a la adecuación del sistema; en un principio la operación de este va a ser basada en el consumo de un hidrocarburo, sin embargo, si se demuestra que este tipo de sistema realmente representa una mejora y ayuda a la reducción de costos, entonces la búsqueda de alternativas que suplan al diésel (combustible que van a utilizar las plantas) sería una opción factible.

Algunos ejemplos que se pueden mencionar de energías sustentables pueden ser:

El viento: energía eólica.

Los ríos y corrientes de agua: energía hidráulica o hidroeléctrica.

El Sol: energía solar.

El proyecto es pertinente porque la empresa ya cumple con las reglamentaciones para la ejecución de sus procesos, la inversión necesaria es poca o casi nula ya que no se necesita comprar maquinaria o equipo nuevo, no se necesita la contratación o capacitación de nuevo personal y tampoco es necesario llevar a cabo nuevos estudios ni cumplir con normas o leyes distintas a las que ya se cumple.

(Contreras, 2019), (intermodalmexico, 2019), (NOM, NOM-044-SEMARNAT-2017, 2017)

4.2 Estudio técnico

4.2.1 Introducción

En el desarrollo del estudio técnico se va a abordar desde cinco aspectos fundamentales determinar el tamaño óptimo del proyecto, la localización óptima del proyecto, análisis de los recursos necesarios, a descripción del proceso y los aspectos legales que sean pertinentes para la implementación de un sistema como el que se propone.

La primera parte se trata de una descripción de la maquinaria con la que cuenta la empresa, enfocándose en todas las características técnicas de las plantas generadoras de emergencia y en los equipos que podrían ser necesarios para la implementación de dicho sistema. Es importante mencionar que para este proyecto en esta parte específica del estudio técnico, no se va a hacer un análisis de los equipos a los que se les va a suministrar la energía, es decir, la descripción de la maquinaria y equipo de las zonas de producción, laboratorios y zonas comunes no son objeto de análisis o estudio dentro de este estudio técnico.

Para determinar cuántas plantas de emergencia serían necesarias para cubrir la demanda de los equipos del área de producción, se usó como base el consumo en kilowatts mensuales por parte del área; este consumo mencionado se obtuvo de los recibos de luz mensuales, los cuales vienen divididos en periodos de consumo. Los periodos de consumo son momentos o lapsos de tiempo específicos del día don el consumo de kilowatts aumenta o disminuye, esta variación se debe a la demanda de kilowatts y asociado a esta demanda va un costo que puede aumentar o disminuir.

Cuando ya se ha determinado el tamaño óptimo del proyecto se debe determinar la localización más apropiada de este, en el caso del sistema que se está proponiendo esto no va a ser necesario. La maquinaria y el equipo, tanto los que van a ser alimentados por las plantas, tanto como las plantas mismas ya tiene una localización óptima que garantiza la mejor distribución y aprovechamiento del espacio sin entorpecer las actividades del proceso.

El layout muestra la localización de las plantas y de las maquinarias distribuidas en los cinco departamentos que se divide el área productiva, en él se puede apreciar el tamaño de la planta y el alcance que va a tener un sistema como el que se propone.

Aspectos como relocalización de los equipos se descartan, puesto que esto es una alteración al proceso y requiere de permisos especiales y costos que simplemente resultan desfavorables si lo que se desea es el ahorro.

Una de las adecuaciones más grandes impactara directamente en el departamento de mantenimiento, ya que los servicios de mantenimiento a las plantas de emergencia anteriormente se daban de manera anual, cosa que por políticas de la empresa y del departamento implica que el tipo de mantenimiento sea mayor; esto significa que estos trabajos contemplaban el reemplazo de materiales o componentes críticos de las plantas de emergencia, lo cual resulta muy costoso.

Se propone un plan de mantenimiento mensual o, dicho de mejor manera, se deberán incluir los trabajos de mantenimiento a las plantas de emergencia en el programa mensual de mantenimiento preventivo, sin embargo, el costo de un mantenimiento mensual puede resultar mucho más barato que uno anual, no obstante, esto se verá más claramente en el estudio económico y financiero.

Partiendo desde lo anterior se ha propuesto una rutina de mantenimiento que resulta apropiada para las plantas de emergencia, que, aunque van a incrementar su frecuencia de utilización, esta no será tan prolongada o demanda pues solo será por un periodo de tiempo de dos horas diarias.

Ya que este sistema tiene marcados los tiempos de inicio y paro de operaciones, se va a proponer una rutina de operación que asegure que el cambio de fuente de alimentación será llevado a cabo

sin ningún contratiempo o acciones que pongan en riesgo las condiciones de seguridad en el área de trabajo, ni la seguridad o calidad del producto.

También tomaremos en consideración el marco legal y normativo que se encuentra vigente dentro de la empresa y se investigara si es necesario cumplir con algún aspecto nuevo, ya sea norma oficial, NOM o ley. Específicamente se tocarán los puntos que se resaltan en la norma bajo la que actualmente se trabaja NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2015, Buenas prácticas de fabricación de medicamentos.

4.2.2 Estudio técnico para la implementación de un sistema de plantas de emergencia

Acorde con el libro Gestión de Proyectos de Juan José Miranda Miranda (2011), el estudio técnico es la metodología empleada para determinar el tamaño más conveniente, la localización más apropiada y la selección del modelo tecnológico y administrativo idóneo que sean consecuente con el comportamiento del mercado y las restricciones de tipo financiero.

Un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita. (Rosales, 2005)

Los aspectos que se relacionan con la ingeniería del proyecto son probablemente los que tienen mayor incidencia sobre la magnitud de los costos y las inversiones que deberán efectuarse a la hora de implementar un proyecto. En el análisis de la viabilidad financiera de un proyecto, el estudio técnico cumple la función de proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes. (Sapag, 2008)

Tomando en cuenta las definiciones anteriores, se puede estructurar la fase del estudio técnico de la siguiente manera:

- Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto.
- Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.
- Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.
- Identificación y descripción del proceso.
- Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.

Figura #8: Esquema de estudio técnico

Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto	Maquinaria y equipos Personal operativo Plantas de emergencia
Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto	Lay out Localización optima de las plantas
Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos	Costos indirectos Trabajos de acondicionamiento Mantenimiento EPP
Identificación y descripción del proceso	Descripción del proceso
Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto	Aspectos legales y/o normativos aplicables Aspectos de seguridad.

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Determinación del tamaño óptimo del proyecto

En la fase de determinación del tamaño óptimo del proyecto se debe tomar en cuenta el nivel de demanda, bajo, intermedio y pico, que será requerido para adecuar los recursos para la operación de los procesos. En el caso del proyecto que se propone en este trabajo no es necesario determinar la adquisición de maquinarias o equipos, puesto que todos los equipos, a los cuales se pretende dar servicio con este sistema, se encuentran ya definidos y están operando con normalidad, y las plantas generadoras ya están instaladas y se encuentran en condiciones óptimas para su operación. Solo se determinará el número de plantas que serán necesarias para suministrar la energía eléctrica en la zona pico de consumo eléctrico.

Para determinar esto, se necesita la información técnica de las plantas. Primero se debe analizar la maquinaria y equipo con los que se cuenta para este proyecto. La empresa tiene un total de 5 plantas de emergencia, que en la actualidad solo están destinadas a entrar en funcionamiento en caso de alguna emergencia, se entiende por emergencia fenómenos como: corte de luz por fallo en el suministro, corte de luz programado por motivo de trabajos de mantenimiento a las subestaciones eléctricas, cuando se rebasa la capacidad contratada mensual por parte de la compañía o prueba de nuevos equipos.

Todos los días estas plantas son puestas en marcha por un periodo de 15 minutos, esto para evitar que los equipos se atrofien por la falta de actividad. A continuación, se muestra una tabla resumen y un cuadro de cada una de las plantas eléctricas que se describen y que se tienen a disposición para la elaboración del sistema propuesto en este trabajo.

Figura #9: Características técnicas de la planta No. 1

	No. de Control	5400-032			
	Ubicación	Loop de Agua			
	Año de fabricación	11.89			
	Serie	C179007927-2			
	Tipo de combustible.	Diésel			
	Temperatura del agua	60 °C			
	Tipo de motor	Cummins			
	Velocidad	1800 RPM			
	Amperes	1082 / 541 A			
	Factor de potencia	0.8			
	Volts / Fase / Hz	220-440 / 3 / 60			
	KVA	412.5			
	Capacidad	350 KW			
Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)	Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)
100%	87	24	50%	47	12
75%	67	18	25%	27	6

Fuente: Elaboración propia

Figura #10: Características técnicas de la planta No. 2

	No. de Control	5400-147			
	Ubicación	Manejadoras de aire			
	Año de fabricación	07.02			
	Serie	11511			
	Tipo de combustible.	Diésel			
	Temperatura del agua	60 °C			
	Tipo de motor	Cummins			
	Velocidad	1800 RPM			
	Amperes	1407 A			
	Factor de potencia	0.8			
	Volts / Fase / Hz	440 / 3 / 60			
	KVA	1170			
	Capacidad	936 KW			
Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)	Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)
100%	161	24	50%	84	12
75%	122	18	25%	47	30

Fuente: Elaboración propia

Figura #11: Características técnicas de la planta No. 3

			No. de Control		1200-175
			Ubicación		Laboratorio
			Año de fabricación		10.12
			Serie		1288
			Tipo de combustible.		Diésel
			Temperatura del agua		60 °C
			Tipo de motor		Perkins
			Velocidad		1800 RPM
			Amperes		459
			Factor de potencia		0.8
			Volts / Fase / Hz		220 / 3 / 60
			KVA		156
			Capacidad		125 KW
Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)	Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)
100%	18	24	50%	10	12
75%	14	18	25%	5	6
Fuente: Elaboración propia					

Figura #12: Características técnicas de la planta No. 4

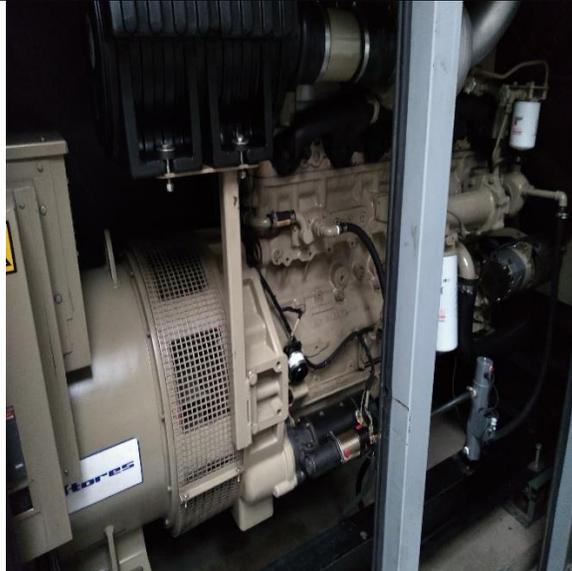
			No. de Control		5400-177
			Ubicación		Bunker
			Año de fabricación		05.06
			Serie		16352
			Tipo de combustible.		Diésel
			Temperatura del agua		60 °C
			Tipo de motor		Cummins
			Velocidad		1800 RPM
			Amperes		459
			Factor de potencia		0.8
			Volts / Fase / Hz		220 / 3 / 60
			KVA		412.5
			Capacidad		350 KW
Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)	Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)	Periodo de trabajo (h)
100%	87	24	50%	47	12
75%	67	18	25%	27	6
Fuente: Elaboración propia					

Figura #13: Características técnicas de la planta No. 5

						No. de Control	1200-175
						Ubicación	Biotech
						Año de fabricación	01.18
						Serie	576039
						Tipo de combustible.	Diésel
						Temperatura del agua	60 °C
						Tipo de motor	Volvo Penta
						Velocidad	1500 RPM
						Amperes	459
						Factor de potencia	0.8
						Volts / Fase / Hz	220 / 3 / 60
						KVA	156
						Capacidad	125 KW
						Capacidad del tanque.	Consumo de combustible (Lt/h)
100%	18	24	50%	10	12		
75%	14	18	25%	5	6		
Fuente: Elaboración propia							

Nota: la planta de emergencia No. 1 está acondicionada para suministrar a equipos de 220 y 240 Volts, sin embargo, no puede brindar este suministro al mismo tiempo.

En la siguiente tabla se muestra un resumen técnico de las plantas de emergencia, basándose en la capacidad de producir kilowatts es como se determinará las “n” plantas que serán necesarias para cubrir la demanda de KW / H.

Figura #14: Resumen de características técnicas de la planta No. 4

Núm. de Control.	5400-032	5400-147	1200-175	5400-177	5510-080
Ubicación.	Planta de Emergencia loop de agua.	Planta de Emergencia manejadoras de aire.	Laboratorio Analítica.	Planta de Emergencia bunker.	Biotech.
No. De planta.	1	2	3	4	5
Año de Fabricación.	11.89	7.02	10.12	5.06	1.18
Capacidad.	350 KW,	936 KW	125 KW	350 KW	125 KW
Serie.	C179007927-2	11511	1288	16352	576039
F Potencia.	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
KVA.	412.5	1170	156	412.5	156
Motor.	Cummins	Cummins	Perkins	Cummins	Volvo Penta
Volts/Fases/Hz.	220-440/3/60	440/3/60	220/3/60	220/60/3	220/3/60
Amps.	1082 / 541	1407	459	1155	459
Combustible.	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Temp. Del Agua °C	60	60	60	60	40
Velocidad (RPM)	1800	1800	1800	1800	1500
Consumo lts/hr	87	125	18	87	18

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Funcionamiento de las plantas de emergencia

Las plantas de emergencia tienen una capacidad de producción específica dependiendo de cada planta, su producción no varía, lo único que va a variar es su tiempo de producción, una planta cuyo tanque está cargado al 100% de su capacidad puede trabajar por un periodo de 24 h ininterrumpidas, si su tanque se encuentra al 50% solo podrá trabajar durante 12 h.

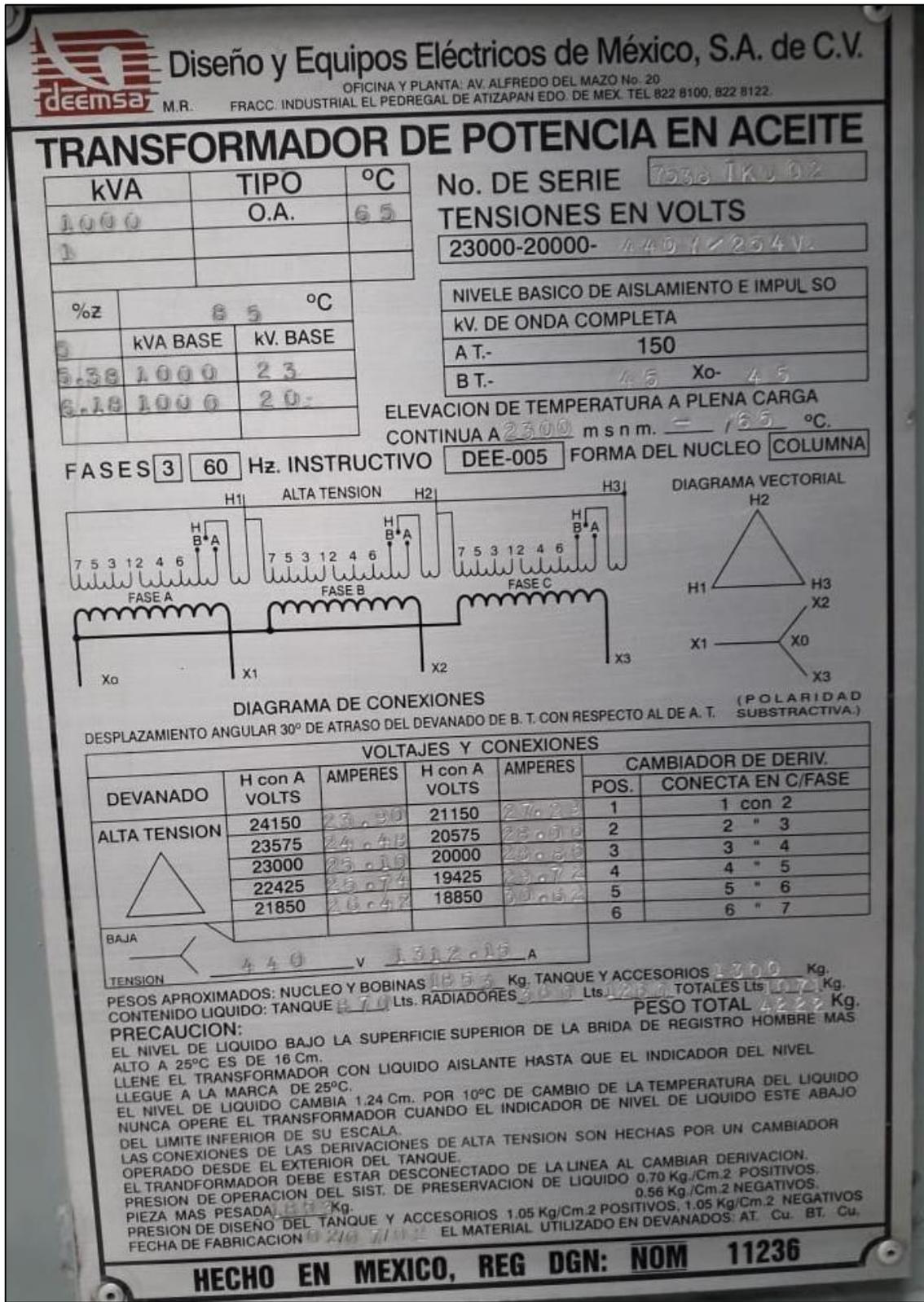
Su tiempo de trabajo está en función de la carga de su tanque, de este modo el tiempo de funcionamiento de la planta de emergencia está en función de la carga de su tanque de combustible sin alterar la cantidad de KW que produce.

4.2.5 Tamaño óptimo del proyecto

En la parte de determinar el tamaño óptimo de proyecto, se debe determinar el número de plantas que serán necesarias para cubrir la demanda en kilowatts de la maquinaria y equipo del área de producción.

Como se vio en el análisis de maquinaria y equipo se cuentan actualmente con cinco plantas de diferente capacidad, ahora se requiere determinar cuántas de ellas serán necesarias para cubrir la demanda de kilowatts.

Figura #15: Placa de datos del Transformador de corriente de 440 V a 220 V.



Fuente: Datos de placa de Transformador de diseño y equipos eléctricos de México, S.A. de C.V.

4.2.6 Demanda de kilowatts

Para determinar cuántas plantas serán necesarias para cubrir la demanda de kilowatts, se van a considerar varios factores, lo primero es determinar cuántos kilowatts se pueden producir, esto se obtiene únicamente sumando la capacidad de producción de cada planta, después se debe determinar la demanda de kilowatts por parte del área de producción.

Para determinar la demanda, se tomarán en cuenta datos de consumo históricos desde el año 2017 hasta la primera mitad del año 2019, la demanda se va a dividir en tres zonas de consumo; base, intermedia y punta.

- Periodo de consumo base: Es el periodo del día donde el consumo de KW es bajo y por lo tanto su precio es barato, abarca desde las 00:00 hasta las 06:00 horas.
- Periodo de consumo intermedio: Es el periodo del día donde el consumo de KW aumenta con respecto del periodo consumo base y se mantiene por un largo tiempo aumentando así el precio del KW/h, abarca de las 06:00 h a 20:00 h y de las 22:00 a las 00:00 horas.
- Periodo de consumo punta: Es el periodo del día donde el consumo del KW aumenta al máximo y por tanto el precio asociado es el más elevado, comprende de las 20:00 a las 22:00 horas.

A continuación, se explica la manera en cómo se interpreta lo anteriormente dicho.

Para determinar la demanda de kilowatts mensual, se tomará en cuenta los recibos de luz mensuales, en los cuales viene detallado cuantos kilowatts se consumieron por día y por periodo de consumo.

El concentrado de esta información se muestra en la tabla de abajo.

Figura #16: Demanda de Kw en los diferentes periodos de consumo del día.

Periodo	BASE (0:00-6:00) 6 hrs			INTERMEDIA(6:00-20:00,22:00-24:00) 16 hrs			PUNTA(20:00-22:00) 2 hrs			
	Año	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Consumo	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW
Mes										
Enero	755	789	810	945	1,030	1,009	822	838	860	
Febrero	759	825	832	967	1,050	1,036	761	784	768	
Marzo	828	877	818	1010	1,190	1,047	180	771	802	
Abril	839	844	823	1083	1,114	1,116	915	844	812	
Mayo	819	786	799	1094	1,134	1,170	741	708	690	
Junio	870	826		1,102	1207		806	777		
Julio	785	794		1,096	1,121		677	706		
Agosto	860	861		1,074	1077		773	794		
Septiembre	829	858		1063	1051		737	788		
Octubre	798	854		1,052	1,025		701	782		
Noviembre	693	813		930	956		680	846		
Diciembre	809	847		1,040	1,046		905	859		

Fuente: Datos obtenidos de los recibos de luz de la compañía del 2017 a la primera mitad de 2019

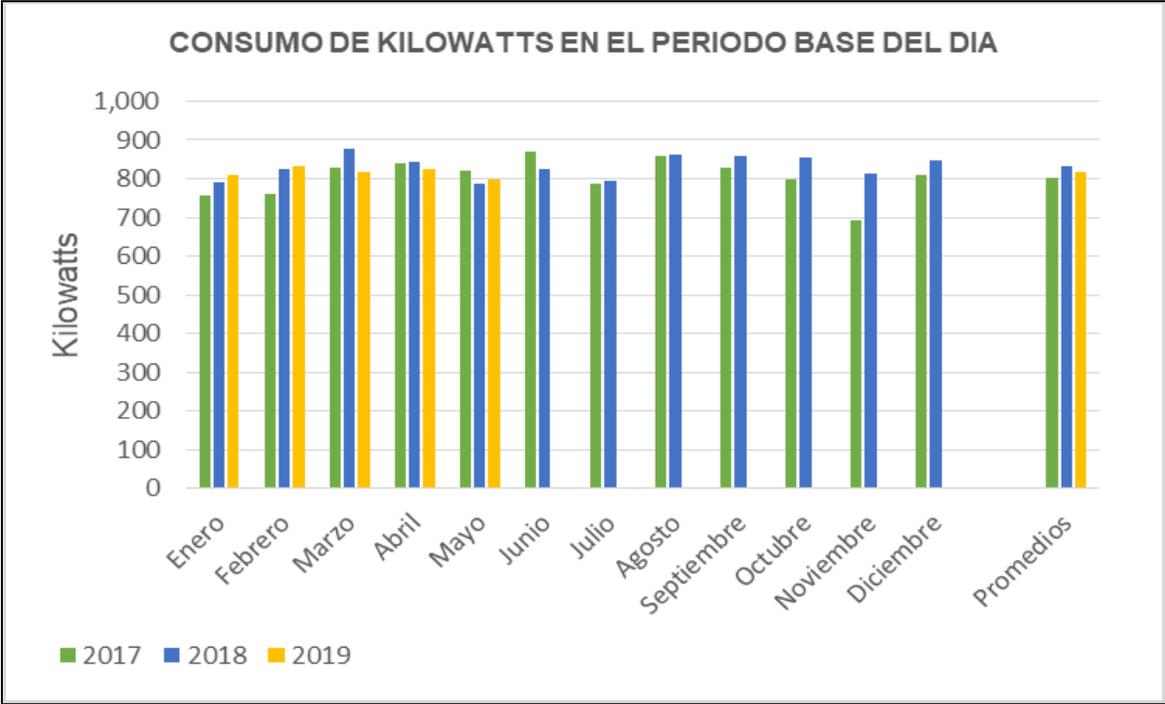
Para determinar esta demanda promedio, primero se promedia por día el consumo de los tres diferentes periodos de consumo del día y después se promedian los días, así la cantidad mostrada en los recibos es el promedio de consumo diario.

Es importante mencionar que este promedio de consumo mensual no debe superar la demanda contratada por la compañía, pues de ser así esto conlleva una multa que se carga directamente al recibo mensual y esto dispara el recibo de energía eléctrica.

A continuación, se muestra de manera gráfica el consumo mensual de kilowatts en los diferentes periodos de consumo del día, desde el año 2017 hasta la primera mitad del 2019.

Periodo de consumo base: Es el periodo del día donde el consumo de KW / h es bajo y por lo tanto el precio es el más bajo, tiene una duración promedio de 6 h por día.

Figura #17: Grafica de kilowatts en el periodo base del día

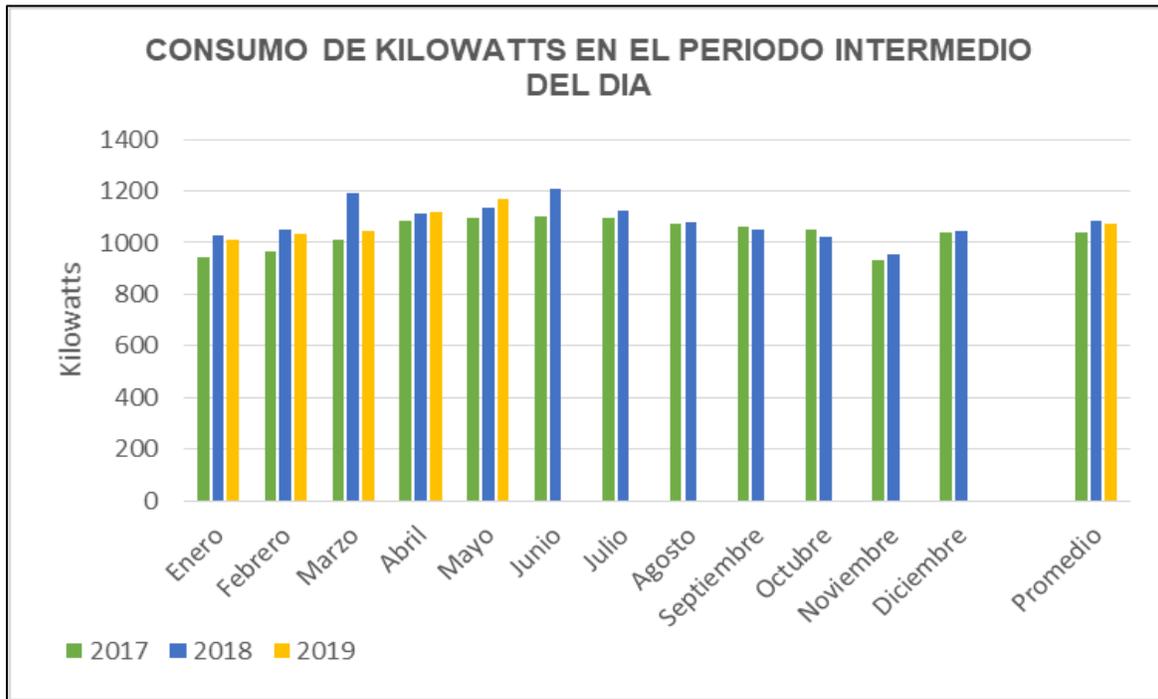


Fuente: Elaboración propia

El consumo promedio mensual de KW del 2017 a la primera mitad del 2019 en la zona de consumo base fue de 817 KW.

Zona de consumo intermedia: Es el periodo del día donde el consumo de KW / h aumenta y con este aumenta su precio y tiene una duración promedio de 16 h por día.

Figura #18: Grafica de kilowatts en el periodo intermedio del día

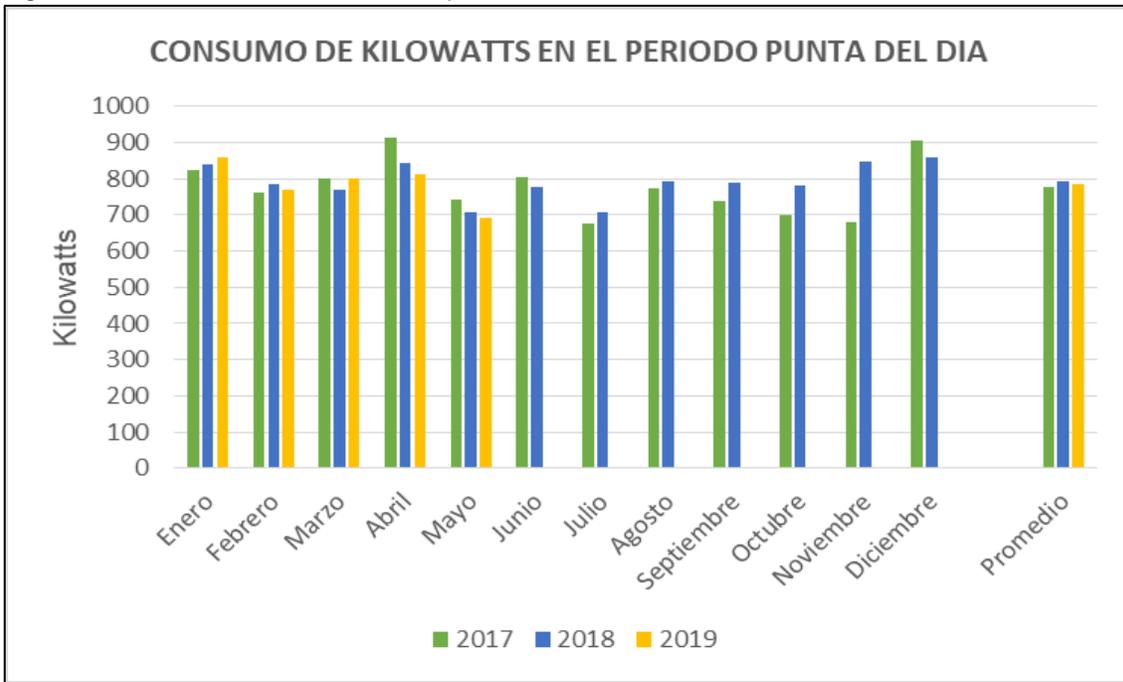


Fuente: Elaboración propia

El consumo promedio mensual de KW del 2017 a la primera mitad del 2019 en la zona de consumo intermedia fue de 1065 KW.

Zona de consumo punta: Es el periodo donde el consumo del KW/h está al máximo y su costo es el más alto, este periodo tiene una duración promedio de 2 h por día.

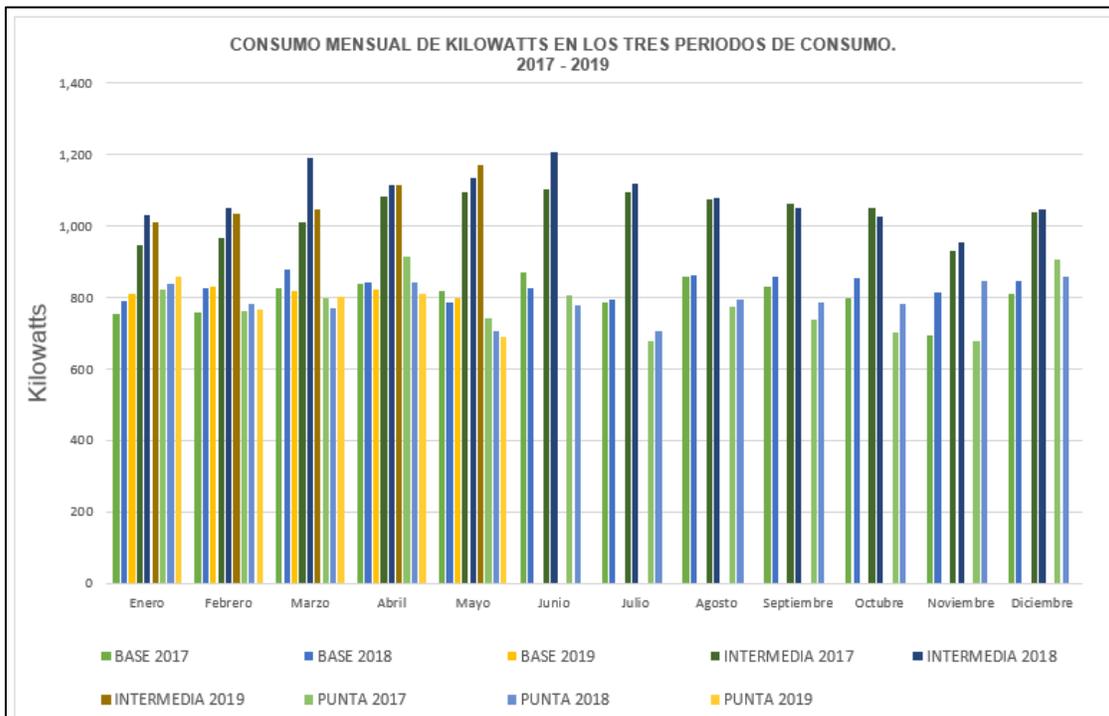
Figura #19: Grafica de kilowatts en el periodo intermedio del día



Fuente: Elaboración propia

El consumo promedio mensual de KW del 2017 a la primera mitad del 2019 en el periodo de consumo punta fue de 767 KW.

Figura #20: Grafica de consumo mensual de kilowatts en los tres periodos de consumo.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica general se pueden apreciar varias cosas; el periodo donde más se consume es el periodo intermedio, mientras que el periodo donde menos se consume es el punta. Sin embargo, el periodo intermedio trabaja por un lapso de 16 h diarias mientras que el periodo punta solo lo hace por 2 h al día.

La diferencia de consumo de kilowatts entre el periodo de consumo intermedio y el periodo de consumo punta es de 298 kilowatts en promedio al mes, lo cual es una diferencia no tan considerable si se toma en cuenta que la diferencia de tiempos en los que se demanda es de 14 h. Si el periodo de consumo punta se extendiera por un lapso de 16 h como lo hace el periodo intermedio, su consumo de kilowatts mensual promedio sería de más de 6000 KW.

Es por este motivo que lo que se pretende al implementar este sistema es evitar consumir la energía eléctrica suministrada por CFE en el periodo de consumo punta, donde el periodo es corto y el consumo es bastante elevado.

Equipos que serán alimentados

Una vez determinada la capacidad de cada planta y la demanda, se debe determinar los equipos que serán alimentados por el sistema que se propone.

El objetivo es determinar qué equipos serán alimentados por las plantas basándose en su demanda de consumo energético y de la misma forma determinar las plantas que serán necesarias para cubrir esta demanda.

En la actualidad en el área de producción se cuenta con un total de 506 equipos repartidos en cinco departamentos diferentes, quedando la distribución de estos equipos de la siguiente manera.

Figura #21: Tabla de número de equipos existentes

Número de equipos existentes por departamento	
Departamento	Equipos
Solidos	135
Inyectables	42
Cremas	30
Líquidos	42
Acondicionamiento	98
Mantenimiento	159
Equipos totales	506

Fuente: Elaboración propia

Se debe considerar, antes de determinar el número de plantas necesarias, un aspecto que es importante. Las plantas de emergencia tienen una capacidad de producción constante durante un periodo de tiempo, este periodo de trabajo puede variar en función de la carga del tanque de combustible, sin embargo, no son capaces de alimentar a todos los equipos, es decir que solo pueden alimentar equipos que trabajan con 220 V o 240 V, dependiendo de la planta.

De la tabla anterior, donde se muestra el número de equipos por departamento, se sabe que hay un total de 506 en el área de producción, de los cuales 77 operan con 440 V y 429 operan con un voltaje de 220 V.

Figura #22: Lista de los equipos que trabajan con 440 V.

LISTA DE EQUIPOS QUE OPERAN A 440 V					
AREÁ	EQUIPO	CONSUMO Kw	AREÁ	EQUIPO	CONSUMO Kw
Solidos	Uma 51 De Luwa 201	14.92	Acondicionamiento	Blistera Win Pack # 1 Tr130	0.1492
Solidos	Uma 37 De Paramix	14.92	Acondicionamiento	Llenadora De Polvos	0.1492
Solidos	Uma 02 De Pasillo Principal	14.92	Acondicionamiento	Engargoladora Cam	0.1492
Solidos	Tablero De Diosna # 1	0.2238	Acondicionamiento	Uma 42 Luwa 101	14.92
Solidos	Uma -20 De Glatt	14.92	Acondicionamiento	Uma 43 Luwa 102	14.92
Solidos	Tablero De Secador Glatt # 1	0.2238	Acondicionamiento	Uma 44 Luwa	14.92
Solidos	Uma 01 Pasillos	14.92	Acondicionamiento	Uma 45 Luwa	14.92
Solidos	Tablero Mg 2	0.2238	Acondicionamiento	Uma 46 Luwa 105	14.92
Solidos	Uma De Lavadora De Bins	14.92	Acondicionamiento	Enfajilladora # 3	0.1492
Solidos	Tableteadora Fette # 3 P1200	0.2238	Acondicionamiento	Enfajilladora # 4	0.1492
Solidos	Uma 50 De Paramix	14.92	Acondicionamiento	Uma 203 Luwa	14.92
Solidos	Uma 40 Pasillo	14.92	Acondicionamiento	Enfajilladora # 2	0.1492
Solidos	Tablero	0.2238	Acondicionamiento	Enfajilladora # 5	0.1492
Solidos	Unidad Manejadora	14.92	Acondicionamiento	Blistera Ima # 5 C90 # 2	0.1492
Solidos	Unidad Manejadora	14.92	Acondicionamiento	Impresora Hapa # 1	0.1492
Solidos	Molino	0.1492	Acondicionamiento	Impresora Hapa # 2	0.1492
Solidos	Tablero	0.2238	Acondicionamiento	Enfajilladora # 6	0.1492
Solidos	Tablero	0.2238	Acondicionamiento	Impresora Hapa # 3	0.1492
Solidos	Tablero Electrico De Mezclador De Bins	0.2238	Acondicionamiento	Blistera Ima # 6 C90 # 3	0.1492
Solidos	Tablero Electrico De Recubridor Glatt	0.2238	Acondicionamiento	Sistema De Goma Nordson	0.1492
Solidos	Granulador # 3 Diosna	0.1492	Acondicionamiento	Contadora De Tabletas Ima Swift	0.2238
Inyectables	Uma 07 Cuarto Técnico	14.92	Mantenimiento	Compresor # 1, Atlas Copco Zi 45	3
Inyectables	Uma 53 Luwa 301	14.92	Mantenimiento	Bomba Electrica De 75 Hp Cosielsa	0.1492
Inyectables	Liofilizadora Usifroid CI 580	6.5	Mantenimiento	Torno Sanchez	0.1492
Inyectables	Uma 55 Llenado De Viales	14.92	Mantenimiento	Uma 56 Unidad Manejadora De Baños Hombres	14.92
Inyectables	Blistera Heino	6.5	Mantenimiento	Uma 57 Unidad Manejadora De Baños Damas	14.92
Inyectables	Encartonadora Heino	6.5	Mantenimiento	Uma 58 Unidad Manejadora Pasillo Entrada A Planta	14.92
Inyectables	Llenadora De Jeringas Hypak	6.5	Mantenimiento	Bomba Vertical Jockey 3 Hp	0.1492
Cremas	Uma 08	14.92	Mantenimiento	Chiller # 2 Carrier, 30Gx-135-641 De 131.1 T.R.	0.1492
Cremas	Uma 13	14.92	Mantenimiento	Bomba Termocompresor	0.1492
Cremas	Unidad Manejadora	14.92	Mantenimiento	Bomba Termocompresor	0.1492
Cremas	Encartonadora Marchesini	15.5	Mantenimiento	Termocompresor	0.1492
Cremas	Sistema De Goma Nordson	0.1492	Mantenimiento	Motor De Compresor	63
Cremas	Uma 26	14.92	Mantenimiento	Tablero Termocompresor	0.2238
Liquidos	Aspiradora De Frascos Cfm	0.1492	Mantenimiento	Tablero Bombas	0.2238
Liquidos	Uma 401 Luwa	14.92	Mantenimiento	Compresor # 4 Atlas Copco Zi90	3
Liquidos	Uma 28	14.92	Mantenimiento	Compresor # 5 Atlas Copco Zi55	3
Mantenimiento	Uma Hapas	14.92	Mantenimiento	Chiller # 3 Carrier De 131.1 T.R.	3
Mantenimiento	Compresor # 6 Atlas Copco Zi75	3			213
		346		TOTAL	559

Fuente: Elaboración propia, lista de equipos proporcionada por la compañía.

Fuente: Elaboración propia

De esta lista se han priorizado los equipos críticos, los cuales se entienden como equipos que no pueden parar de trabajar y/o equipos que cumplen con un criterio de más de 50 h de trabajo a la semana.

Estos equipos son importantes debido a que su consumo de KW es constante, este consumo se utilizará como base para determinar el consumo del resto de los equipos, el cual se obtendrá de la diferencia entre el consumo base y el consumo que aparece en los recibos de luz.

Con lo anterior se determinará qué cantidad de kilowatts consumen los equipos que operan con 220 V.

Figura #23: Tabla aparecen los equipos que son considerados críticos.

LISTA DE EQUIPOS CRITICOS					
AREA	EQUIPO	CONSUMO Kw	AREA	EQUIPO	CONSUMO Kw
Solidos	Uma 51 De Luwa 201	14.92	liquidos	Uma 28	14.92
Solidos	Uma 37 De Paramix	14.92	liquidos	Uma 42 Luwa 101	14.92
Solidos	Uma 02 De Pasillo Principal	14.92	liquidos	Uma 43 Luwa 102	14.92
Solidos	Uma -20 De Glatt	14.92	liquidos	Uma 44 Luwa	14.92
Solidos	Uma 01 Pasillos	14.92	liquidos	Uma 45 Luwa	14.92
Solidos	Uma De Lavadora De Bins	14.92	liquidos	Uma 46 Luwa 105	14.92
Solidos	Uma 50 De Paramix	14.92	liquidos	Uma 203 Luwa	14.92
Solidos	Uma 40 Pasillo	14.92	mantenimiento	Compresor # 1, Atlas Copco Zl 45	3
Solidos	Unidad Manejadora	14.92	mantenimiento	Uma 56 Unidad Manejadora De Baños Hombres	14.92
Solidos	Unidad Manejadora	14.92	mantenimiento	Uma 57 Unidad Manejadora De Baños Damas	14.92
inyectables	Uma 07 Cuarto Técnico	14.92	mantenimiento	Uma 58 Unidad Manejadora Pasillo Entrada A Planta	14.92
inyectables	Uma 53 Luwa 301	14.92	mantenimiento	Chiller # 2 Carrier, 30Gx-135-641 De 131.1 T.R.	0.1492
inyectables	Liofilizadora Usifroid CI 580	6.5	mantenimiento	Termocompresor	0.1492
inyectables	Uma 55 Llenado De Viales	14.92	mantenimiento	Tablero Termocompresor	0.2238
cremas	Uma 08	14.92	mantenimiento	Compresor # 4 Atlas Copco Z190	3
cremas	Uma 13	14.92	mantenimiento	Compresor # 5 Atlas Copco Z155	3
cremas	Unidad Manejadora	14.92	mantenimiento	Chiller # 3 Carrier De 131.1 T.R.	3
cremas	Uma 26	14.92	mantenimiento	Uma Hapas	14.92
liquidos	Uma 401 Luwa	14.92	mantenimiento	Compresor # 6 Atlas Copco Z175	3
		275.06			179.6422
Consumo total					455

Fuente: Elaboración propia, lista de equipos proporcionada por la compañía.

Fuente: Elaboración propia

Los equipos críticos consumen mensualmente 455 kilowatts del total de kilowatts consumidos, este dato no varía debido a que estos equipos no paran de trabajar a menos que se les de mantenimiento mayor, con este dato determinaremos cuantos kilowatts pertenecen al resto de los equipos.

Esta información se puede visualizar en la siguiente tabla.

Figura #24: Tabla aparecen los equipos que no son considerados críticos.

TABLA DE CONSUMO DE LOS EQUIPOS QUE NO SON CRITICOS.									
Periodo	PERIODO DE CONSUMO PUNTA								
Año	2017			2018			2019		
Mes	Consumo (Kw)								
	Consumo	Equipos críticos	Resto de los equipos	Consumo	Equipos críticos	Resto de los equipos	Consumo	Equipos críticos	Resto de los equipos
Enero	822	455	367	838	455	383	860	455	405
Febrero	761	455	306	784	455	329	768	455	313
Marzo	800	455	345	771	455	316	802	455	347
Abril	915	455	460	844	455	389	812	455	357
Mayo	741	455	286	708	455	253	690	455	235
Junio	806	455	351	777	455	322	Consumo promedio de los equipos que no son críticos 330		
Julio	677	455	222	706	455	251			
Agosto	773	455	318	794	455	339			
Septiembre	737	455	282	788	455	333			
Octubre	701	455	246	782	455	327			
Noviembre	680	455	225	846	455	391			
Diciembre	905	455	450	859	455	404			

Fuente: Elaboración propia con base en los recibos de luz y las características de los equipos.

Fuente: Elaboración propia

Con lo anterior se determinará cuantas plantas serán necesarias. Los equipos críticos trabajan a 440 V y consumen mensualmente 455 kilowatts, estos equipos serán alimentados a la planta número dos, con capacidad de producción de 936 KW y una eficiencia de consumo de combustible del 90%. El resto de los equipos que trabajan con 440 V, pero no son críticos serán alimentados también por esta planta.

Los equipos de 220 V consumen en promedio 330 kilowatts del consumo mensual, de los cuales el mayor fue de 460 KW y el menor fue de 222 V, estos equipos serán alimentados por las plantas tres y cinco que en conjunto tienen una capacidad de producción de 250 KW con un consumo de combustible asociado al 90%.

4.2.7 Determinación de la localización óptima

En esta parte del estudio técnico, se debe determinar la localización más adecuada de los equipos que se determinaron como necesarios en la determinación del tamaño óptimo del proyecto, esto para asegurar el máximo ahorro del espacio y sacar el mayor provecho, economizando distancias y traslados que resulten innecesarios para la operación de los procesos o que incluso podrían entorpecer el desarrollo del proceso.

En el caso de la empresa donde se pretende implementar el sistema que se propone, determinar una localización óptima no es necesario puesto que los equipos a los que se dará servicio ya están determinados y se encuentra en una posición ya establecida, que garantiza el flujo de materiales óptimo. En el caso de las plantas de servicio ya se encuentran ubicadas y su reubicación trae consigo gastos que son innecesarios.

Lo único que se hará es definir cómo deben quedar conectados los equipos y la maquinaria, de tal manera que no sea necesario un recableado.

4.2.8 Distribución de la carga

Se debe considerar lo siguiente, la planta número uno puede producir 936 KW por hora y solo es capaz de alimentar a equipos que trabajan con 440 V, así que todos los equipos que trabajen con 440 V se deben conectar a esta forzosamente, sin importar si son críticos o no, la carga de todos los equipos que trabajan con 440 V es en total de 559 KW, lo cual nos deja una holgura de 377 kW.

Las plantas tres y cinco tienen una capacidad conjunta de producción de kilowatts de 250 y solo son capaces de alimentar a equipos que trabajan con 220 KW, la demanda de kilowatts promedio de los equipos que trabajan con 220 V es de 330 KW, tal como se observa en la tabla de arriba, es evidente

que ambas plantas no son capaces de cubrir esta demanda. Para dar solución a este problema se van a distribuir algunos equipos que trabajan con 220 V en los kilowatts producidos por la planta uno que no se están utilizando, para esto estos equipos que trabajan a 220 V serán conectados a un transformador de corriente que reducirá el voltaje que sale de la planta a 220 V.

Distribución de la maquinaria y equipo quedaría de la siguiente manera.

Figura #25: Tabla de distribución de los equipos.

Tabla del número de equipos que serán alimentados por planta.			
Planta	Número de equipos		Departamento
	440 V	220 V	
2	77	-	Todos
	-	77	Acondicionamiento
	-	140	Mantenimiento
3	-	114	Sólidos
5	-	39	Líquidos
	-	24	Crema
	-	35	Inyectables

Fuente: Elaboración propia

Es evidente que la planta número dos tiene la capacidad de cubrir el consumo de kilowatts de toda el área de producción, puesto que es de gran capacidad, sin embargo, no se recomienda esto debido a que el consumo de diésel sería demasiado y la demanda de trabajo sería casi al 100% de su capacidad, cosa que no es recomendable en ninguna maquinaria, pero la razón principal por la que no se recomienda hacer esto es que muchos de los equipos (principalmente los que trabajan con 220 V) están muy lejos de la planta y esto obligaría a hacer un recableado, cuyo costo es bastante elevado por la cantidad de cable necesario y el calibre de este, esto sin tomar en cuenta los trabajos de acondicionamiento de este recableado.

Figura #26: Tabla se muestra la simbología utilizada para señalar los puntos relevantes dentro del layout.

Símbolo	Planta
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">5400-032</div> 	Planta de emergencia No. 1
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">5400-147</div> 	Planta de Emergencia manejadoras de aire #2
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">1200-175</div> 	Laboratorio Analítica #3
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">5400-177</div> 	Planta de Emergencia bunker #4
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">5510-080</div> 	Biotech #5
	Transformador de 440V a 220V
Fuente: Elaboración propia	

Figura #27: Layout de la localización de las plantas y los departamentos del área de producción.



Fuente: Plano de localización de plantas de emergencia en la empresa.

4.2.9 Mantenimiento

El mantenimiento es una de las adecuaciones más significativas dentro de este proyecto. Anteriormente los trabajos de mantenimiento para las plantas se hacían de manera anual, esto debido a que su tiempo de operación era relativamente corto.

Este mantenimiento, por ser anual y debido a las políticas de la empresa, debe ser de tipo mayor, lo cual implica grandes costos debido al reemplazamiento de componentes críticos de las plantas.

Con la implementación del sistema que se propone los trabajos de mantenimiento deberán hacerse de manera mensual debido a que el desgaste de los componentes de las plantas es mayor, sin embargo, el cambio de elementos críticos no es necesario, puesto que el mantenimiento aumentaría de frecuencia, evitando así el deterioro de estos elementos críticos.

Rutina de mantenimiento.

A continuación, se presenta la rutina de mantenimiento propuesta. En el análisis financiero y económico se describirá de manera detallada el costo de esta rutina, tanto en equipos como en trabajos de mantenimiento y mano de obra.

1. Revisión de aceite
2. Revisión de refrigerante
3. Revisión de filtros de aceite
4. Revisión de filtros de combustible
5. Revisión de filtro de agua
6. Revisión de filtro de aire
7. Revisión de conexiones
8. Revisión de placas
9. Revisión de motor
10. Revisión de bomba
11. Revisión de mangueras del precalentador

Los trabajos de mantenimiento serán agregados al programa mensual de mantenimiento preventivo. Estos trabajos de mantenimiento no requieren de la contratación o entrenamiento de personal nuevo, pueden ser llevados a cabo con la plantilla actual de mecánicos.

El mantenimiento mensual que se propone será solo para las plantas que se consideran para operar dentro del sistema de plantas que se propone (planta 2, 3 y 5). Las plantas 1 y 4 permanecerán operando de la manera que lo han hecho hasta ahora, es decir, solo en caso de emergencias.

Trabajos de acondicionamiento.

Los trabajos de acondicionamiento como cortes de luz, recableados, cimentación especial, estudios de ergonomía, estudios de emisiones, análisis de entorno para la operación de los procesos y movimiento o reubicación de plantas de emergencia o maquinarias queda descartados, porque solo se hace una distribución de las máquinas y equipos que serán conectadas a las plantas (ver layout)

Para hacer la distribución en la conexión de la maquinaria y equipo, únicamente se tomó en consideración la cercanía de las plantas.

4.2.10 Rutina de operación actual y propuesta

A continuación, se describe la rutina de operación actual con la que se mantienen las plantas de emergencia:

1. Mantener siempre las plantas de emergencia en posición de AUTO o AUT en el *switch* selector de cada planta y se indica por el led en rojo de cada botón.

2. Todos los días lunes durante el recorrido se revisa cada planta y verifican los diferentes puntos indicados en la hoja bitácora de cada máquina

- A. Nivel de líquido en cada batería. Si se requiere recupera nivel en celdas
- B. Nivel de refrigerante. Si se requiere recupera nivel
- C. Luz del pre-calentador
- D. Nivel aceite del carter. Si se requiere recupera nivel
- E. Nivel del tanque de día (diésel), si se requiere recupera nivel
- F. Temperatura de agua ≥ 70 °C
- G. Voltaje de baterías (V)
- H. Hodómetro / Eventos

3. Todos los lunes entre las 18:00 y 19:00 h opera las plantas de emergencia en vacío, para lo cual, en el tablero de cada planta, selecciona la operación MANUAL y opera el botón de arranque VERDE y opera la planta por un periodo de 15 min. Para documentar la correcta operación de las plantas

4. El operador del área, después de los 15 min de operación en vacío, para la planta de emergencia y cambia de posición de MANUAL a AUTOMÁTICO en el tablero de control y lo reporta en la bitácora del equipo.

5. En caso de falla eléctrica (por falla en el suministro por Comisión Federal de Electricidad) o una falla interna, las plantas de emergencia detectarán una falla (baja) de voltaje y automáticamente entrarán en operación para restablecer las condiciones normales de operación mientras dura la falla.

6. Aproximadamente 20 segundos después de que las plantas entran en operación y estas están a plena carga de deberán de restablecer en el siguiente orden los siguientes equipos de servicios.

- A. Sistema de compresores.
- B. Calderas.
- C. Termocompresor de agua purificada
- D. Chillers
- E. UMAS

7. Debido a la criticidad de equipos de producción que no operan en forma automática (automáticamente solo se conectan los equipos que mantienen la esterilidad del área aséptica además de torre de enfriamiento de liofilizadora, loop de agua purificada, sistema de agua destilada) después de la falla eléctrica, producción deberá de reiniciar la operación de sus equipos críticos en el siguiente orden una vez que la planta está a plena capacidad.

A continuación, se menciona la rutina de operación propuesta:

1. Mantiene siempre las plantas de emergencia en posición de AUTO en el switch selector de la planta y se indica por el led en rojo del botón de dicha planta.

2. Todos los días lunes durante el recorrido revisa planta de 936 a 440V y verifica los diferentes puntos indicados en la hoja bitácora de la planta

- A. Nivel de líquido en cada batería. Si se requiere recupera nivel en celdas.

- B. Nivel de refrigerante. Si se requiere recupera nivel.
- C. Luz del pre-calentador.
- D. Nivel aceite del carter. Si se requiere recupera nivel.
- E. Nivel del tanque de día (diésel), si se requiere recupera nivel.
- F. Temperatura de agua ≥ 70 °C.
- G. Voltaje de baterías (V).
- H. Hodómetro / Eventos.

3. Todos los días de las 20:00 a las 19:00 horas se opera las plantas de emergencia en vacío, para lo cual se selecciona la operación MANUAL y opera el botón de arranque VERDE y opera la planta en de un modo continuo durante dos horas

4. El técnico de servicios críticos después de las dos horas de operación, revisa niveles de diésel para recargar tanque, en caso de que el tanque este a menos de un 30%, el técnico de servicios críticos deberá recargar y registrar en bitácora el nivel de carga del tanque.

5. En caso de falla eléctrica (por falla en el suministro por Comisión Federal de Electricidad) o una falla interna, las plantas de emergencia detectarán una falla (baja) de voltaje y automáticamente entrarán en operación para restablecer las condiciones normales de operación mientras dura la falla.

6. Aproximadamente 20 segundos después de que las plantas entran en operación y estas están a plena carga de deberán de restablecer en el siguiente orden los siguientes equipos de servicios.

- A. Sistema de compresores.
- B. Calderas.
- C. Termocompresor de agua purificada
- D. Chillers
- E. UMAS

7. Debido a la criticidad de equipos de producción que no operan en forma automática (automáticamente solo se conectan los equipos que mantienen la esterilidad del área aséptica además de torre de enfriamiento de liofilizadora, loop de agua purificada, sistema de agua destilada) después de la falla eléctrica, producción deberá de reiniciar la operación de sus equipos críticos en el siguiente orden una vez que la planta está a plena capacidad.

Marco legal y normativo vigente.

Actualmente la empresa únicamente se maneja bajo el marco de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2015, Buenas prácticas de fabricación de medicamentos.

Específicamente en el punto 8 es donde el proyecto propuesto tendría mayor impacto. Se investigó si se debía cumplir con otra norma, pero tomando en cuenta el hecho de que no sufrió cambios considerables el proceso ni se reubicaron o compraron maquinas o equipos esto resultó innecesario.

El sistema que se propone no interfiere con los requerimientos de la norma. En el cuadro de abajo se muestran resaltados en color azul los puntos de la NOM-059-SSA1-2015 que son concernientes a la implementación de un sistema como el que se propone.

Figura #28: Puntos de la NOM-059 SSA1-2015 involucrados.

Cuadro de justificación de los puntos de la NORMA que podrían verse afectados.					
Norma	Título	Punto	Específico	Requerimiento	Justificación
059-SSA1-2015	Buenas prácticas de fabricación de medicamentos.	8	8.1.3	Se debe contar con sistemas alternos de suministro de energía, para mantener las condiciones de las operaciones críticas del proceso de fabricación.	La implementación de este sistema no interfiere con los requerimientos de la norma anteriormente mencionada, puesto que solo se usarán tres de las cinco plantas durante un periodo de tiempo de dos horas al día, inclusive durante el funcionamiento de las plantas si se llega a presentar un corte de luz, la parte operativa no se vería afectada.
			8.2.1.2	Deben efectuarse actividades de mantenimiento en las instalaciones y edificios bajo un programa a fin de asegurar que las operaciones de reparación y mantenimiento no representen riesgo a la calidad del producto.	Se incluyen las plantas de emergencia en el plan mensual de mantenimiento preventivo, para asegurar su funcionalidad, por lo tanto, este punto de la norma no se ve afectado.

Fuente: NOM-059-SSA1-2015

4.3 Estudio financiero

Una de las fuentes de financiamiento de corto plazo con que cuentan las empresas son derivadas de sus operaciones diarias.

Las operaciones cotidianas de la empresa provocan que se utilicen recursos de otras entidades, empresas o personas y que no se pague por ello inmediatamente. Tal es el caso de los sueldos, pues el personal recibe el pago por sus labores de manera semanal, quincenal e incluso mensualmente. Durante el lapso que el empleado estuvo trabajando, contribuyó en la generación de ventas, procesos productivos, labores administrativas, etc., incluso la empresa pudo ya haber obtenido las utilidades por dichas operaciones y es hasta la fecha de la nómina cuando se le liquida al empleado su salario.

Servicios como energía eléctrica, teléfono y sistemas de comunicación se utilizan y aprovechan por períodos previos al momento de su liquidación.

A estas fuentes de financiamiento no se les reconoce costo en condiciones normales de uso; sin embargo, si no son pagadas a tiempo pudieran ser aplicables penalidades incluso más altas que las demás fuentes de financiamiento, como son las fuentes de financiamiento de largo plazo, dentro de las cuales se encuentran:

Financiamiento bancario: Las condiciones generales de los préstamos bancarios son similares, tanto en las operaciones de corto, como de largo plazo. Las principales diferencias están en cuanto al monto de los financiamientos que en el caso de largo plazo son mayores; las tasas de interés que tienden a ser menores, y que en este caso se exigen por lo regular garantías adicionales o colaterales.

Crédito de habilitación o Avío: Este tipo de financiamiento está destinado al apoyo o fortalecimiento del capital de trabajo; es decir, a la adquisición de materias primas, materiales, salarios, gastos directos de fabricación o explotación, de empresas manufactureras en los sectores industrial, agropecuario, forestal y pesquero. Las características particulares pueden variar según el sector para el cual se use. El plazo máximo es de cinco años. Sin embargo, en el caso de los créditos dirigidos al área rural es de dos años. Las garantías exigidas incluyen las naturales formadas por los bienes adquiridos como objeto del financiamiento y garantías adicionales como fianzas, avales, hipotecas o fideicomisos a favor de la institución bancaria.

Su forma de liquidación también presenta varias posibilidades, desde pagos iguales periódicos, regularmente mensuales, que incluyan intereses y capital, pagos iguales de capital adicionados de los intereses generados en el período, así como la liquidación del financiamiento en un sólo pago al final de plazo.

La entrega de los recursos a la empresa puede ser en el momento de la contratación o en varios montos parciales. Se debe considerar que para todos los financiamientos bancarios se aplican comisiones a favor de la institución financiera.

Crédito refaccionario: Se utiliza cuando la empresa requiere incrementar su planta productiva o adquirir activos fijos. Puede también utilizarse en parte para la liquidación de adeudos fiscales o derivados de su operación normal.

El financiamiento se da sólo por una porción del valor del bien a adquirir, el saldo deberá ser cubierto con fondos propios de la empresa. El plazo máximo del contrato es de diez años, con la condición de que este plazo sea menor a la vida útil del activo adquirido.

Los pagos deberán realizarse de manera periódica, pudiendo ser mensuales, trimestrales, semestrales e incluso anuales. Este tipo de operación no puede liquidarse en un sólo pago al final del plazo, salvo cuando dicho plazo total sea menor de un año.

El monto del financiamiento puede ser entregado en su totalidad o en varios montos parciales, según la necesidad de la empresa.

Algunas instituciones financieras otorgan un período de gracia para comenzar la realización de los pagos periódicos.

Crédito hipotecario industrial: Este tipo de financiamiento es similar al crédito refaccionario y puede ser utilizado por la empresa cuando el crédito refaccionario no es suficiente o aplicable para sus requerimientos. Su destino es también la adquisición de activos fijos o la consolidación de pasivos. Las condiciones de contratación son iguales al refaccionario a excepción de las garantías, ya que en esta modalidad es fundamental la garantía hipotecaria otorgada por la empresa.

Arrendamiento financiero. Cuando la empresa requiere adquirir un activo fijo sin comprometer recursos del capital de trabajo, pueden recurrir a este tipo de financiamiento. Constituye un contrato mediante el cual el arrendador financiero se compromete a dar en renta el uso del bien a la empresa y ésta se compromete a pagar una renta periódica y por un plazo obligatorio.

El arrendamiento financiero tiene varias características obligatorias: 1) El importe de la renta debe ser por un valor mayor que el valor de renta pura. 2) Que el importe periódico de pago incluya intereses. 3) Que al finalizar el contrato la empresa arrendataria pueda elegir una de las siguientes opciones: 3.1) Prorrogar el contrato de renta, estableciendo pagos menores que los precios fijados originalmente. 3.2) Adquirir la propiedad del bien pagando al arrendador financiero un monto menor al valor de mercado de dicho bien. Recibir parte del importe que se obtenga de la venta de dicho bien a un tercero. Que el plazo forzoso del arrendamiento financiero sea igual o mayor que los plazos de deducción que establecen las leyes fiscales.

En los contratos de arrendamiento financiero la renta mensual se determina considerando la tasa de interés vigente a realizar, adicionalmente se realizarán pagos relativos a los gastos de contratación, y el precio residual que se pagará por bien si se toma la opción final de compra.

Costo Anual Total: El análisis de los costos de las fuentes de financiamiento debe permitir identificar cuál de ellas es la que más conviene. Sin embargo, vemos que según el tipo de institución que proporciona los recursos hay un sinnúmero de partidas y erogaciones a realizar. las comisiones, los intereses, el momento del pago son condiciones que inciden de manera directa en el costo real de la fuente de recursos.

El Costo Anual Total (CAT) incluye en sus cálculos todos los flujos que están involucrados en el crédito contratado. El CAT se determina de la siguiente manera:

$$E \sum_{f=1}^M \frac{A_j}{(1+i)^j} = E \sum_{k=1}^N \frac{B_t}{(1+i)^k}$$

Donde:

$i = \text{CAT}$

$M = \text{Número total de disposiciones del crédito}$

$j = \text{Número consecutivo que identifica cada disposición del crédito}$

$A_j = \text{Monto de la } j\text{-ésima disposición del crédito}$

$N = \text{Número total de pagos}$

$k = \text{Número consecutivo que identifica cada pago}$

$B_k = \text{Monto del } k\text{-ésimo pago}$

$t_j = \text{Intervalo de tiempo, expresado en años y fracciones de año, que transcurre entre la fecha en que surte efecto el contrato y la fecha de la } j\text{-ésima disposición del crédito}$

$S_k = \text{Intervalo de tiempo, expresado en años y fracciones de año, que transcurre entre la fecha en que surte efecto el contrato y la fecha del } k\text{-ésimo pago.}$

La fórmula consiste en encontrar la tasa de interés que iguala los flujos de recursos recibidos con los pagos realizados cada uno de ellos descontado según el momento en que ocurrieron.

El procedimiento manual de cálculo puede resultar complejo cuando se tiene un gran número de flujos; sin embargo, a través de calculadoras financieras u hojas de cálculo se puede obtener mediante la función de TIR.

Es importante tener cuidado en los siguientes aspectos para realizar el cómputo: 1) Identificar el tipo de periodicidad menor en los flujos positivos y negativos. Si uno de los flujos es quincenal y todos los demás son mensuales, todos los cálculos deberán adaptarse a quincenales. 2) Diferenciar los flujos positivos y negativos mediante el signo de las cantidades. Los flujos negativos deberán expresarse con cantidades negativas. 3) Si en un solo período hay varios flujos positivos e incluso negativos, se deberá considerar para ese período el importe neto de los flujos. 4) El resultado que se obtiene de la función TIR corresponde al período menor de los flujos, si los flujos son quincenales, la TIR obtenida será quincenal.

Una vez que se ha obtenido la TIR, deberá realizarse la conversión expresando esa TIR en términos de capitalización anual. Es decir:

$$\text{CAT} = (1 + \text{TIR}_{\text{período}})^n - 1$$

Donde:

$\text{TIR}_{\text{período}} = \text{Es el resultado obtenido en TIR.}$

$n = \text{Es el número de períodos que hay en un año, considerando la periodicidad de la TIR calculada.}$

Bonos. Los bonos son títulos de crédito emitidos por una empresa o por el gobierno para contratar deuda, en los cuales se especifica el valor de bono, la fecha o plazo de reembolso, la tasa de interés y las demás obligaciones que asume el emisor,

Los costos del financiamiento a través de la emisión de bonos son altos si se desean recursos por corto plazo. Sin embargo, dichos costos se reducen a medida que el plazo sea mayor y el monto de la oferta de bonos también se incrementa.

Parte de los costos a considerar son los de flotación, que incluyen aquellas erogaciones que asume la empresa para poder realizar la emisión, administrar y mantener en circulación dichos bonos, adicionalmente a los costos derivados de las tasas de interés exigidas por los inversionistas.

La tasa de interés de los bonos está relacionada de manera directa con el riesgo del emisor. En la medida que el emisor represente un mayor riesgo de incumplimiento, mayor será la tasa de interés y mayores serán las exigencias y requerimientos para su colocación.

Los cupones en los bonos representan el derecho de los tenedores de exigir el pago de los rendimientos.

Algunos de los tipos más comunes de bonos son: 1) Bonos cupón cero: Son emitidos sin tasa de rendimiento o con una tasa de interés muy baja y que desde que son emitidos se venden con un descuento respecto de su valor nominal. Dicho descuento servirá para cubrir los rendimientos exigidos por los compradores. 2) Bonos chatarra: Son bonos de alto riesgo y altos rendimientos, emitidos por empresas cuya calificación de deuda es muy baja. 3) Bonos de tasa variable: Los cupones establecen una tasa de rendimiento que se ajusta periódicamente de acuerdo a los cambios en los mercados financieros o de las tasas líderes. Estos bonos son vendidos con frecuencia al valor nominal, pues ofrecen un rendimiento actualizado a los inversionistas.

Para determinar el rendimiento nominal que generará el bono se tiene:

$$R = \frac{VN * i * N}{360 * 100}$$

Donde:

R = rendimiento

VN = Valor nominal

I = Tasa de interés del bono

N = Plazo en días

Para calcular el valor de mercado del bono cuando la tasa de mercado es diferente a la estipulada en el cupón:

$$VA = \frac{VN + R}{1 + \frac{im * N}{360 * 100}}$$

Donde:

R = Rendimiento original del bono a la tasa del cupón

VN = Valor nominal

im = Tasa de interés de mercado

N = Plazo en días

La empresa que utilice a los bonos como opción de financiamiento tendrá como costo la tasa de interés de mercado que esté vigente al momento de su adquisición por los inversionistas.

Acciones. La diferencia básica entre el financiamiento mediante la emisión de acciones contra el financiamiento a través de acreedores o prestamistas consiste en que los tenedores de acciones se pueden considerar como dueños de la empresa. Los accionistas tendrán diversos derechos y obligaciones dependiendo del tipo de acción que posean.

Acciones comunes: son aquellas que otorgan a los tenedores derechos corporativos para votar en las asambleas y elegir a los administradores de las empresas.

Las acciones comunes tienen derecho a dividendos siempre y cuando se generen utilidades en la empresa y se hayan liquidado previamente los dividendos de las acciones preferentes.

El costo de utilizar las acciones comunes como fuente de financiamiento se determina considerando los dividendos que se pagan y la porción de utilidades que se retienen incrementando los derechos de los accionistas ordinarios en la empresa.

Acciones preferentes: a diferencia de las comunes, los tenedores de acciones preferentes tienen rendimientos garantizados, a cambio de no tener derecho a voto. En caso de liquidación de la empresa, tendrán preferencia sobre los activos antes que los accionistas comunes. Los dividendos que se garantizan sobre las acciones preferentes representan el costo de esta fuente de financiamiento.

Utilidades Retenidas. Las empresas regularmente generan utilidades derivadas de su operación después de haber hecho frente a todos sus gastos operativos, los derivados de los financiamientos contratados, así como los impuestos causados. Dichas utilidades son atribuibles a los socios que aportaron el capital.

Estos recursos generados pueden ser distribuidos entre los accionistas como dividendos, o pueden ser conservados dentro de la empresa fortaleciendo el capital contable. Aun cuando se reconoce legalmente que de manera proporcional pertenecen a los socios, éstos no reciben documento alguno por dichos recursos. Las utilidades que genera la operación de la empresa, y que de esta manera son retenidas dentro de la misma, son una fuente de financiamiento recurrente y que el accionista espera que también genere rendimientos. (Adnarim, 2019)

Al permanecer los fondos correspondientes a las utilidades retenidas dentro de la empresa, deberán generar cuando menos una tasa igual que el rendimiento de las acciones ordinarias de la empresa.

Usualmente el estudio financiero se hace a partir de la necesidad de conseguir financiamientos para la implementación y el desarrollo de proyectos, en el caso del proyecto que se propone en este trabajo, no es necesario llevar a cabo un estudio financiero ya que la empresa ya cuenta con todos los equipos que se necesitan y con todos los servicios que serían necesarios para su implementación y mantenimiento.

Incluso si hubiese sido necesario llevar a cabo trabajos de acondicionamiento, recableado o reposicionamiento de las plantas de emergencia o se habría necesitado solicitar apoyo a alguna institución ya que con los recursos actuales estos trabajos habrían sido posibles.

4.4 Estudio económico

El estudio económico es sin duda la fase más importante del proyecto ya que evalúa todos los elementos de la inversión, su función es analizar si la puesta en marcha del proyecto es rentable o no. Sin embargo, la eficacia del estudio dependerá de si se han tenido en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso y que pueden suponer un grave riesgo para el éxito de este. La puesta en marcha de cualquier proyecto de inversión debe ir precedida de un análisis exhaustivo de elementos tales como: el contexto de la organización, el mercado al que se dirige, las características técnicas que hacen falta para llevarlo a cabo, los recursos administrativos que se deben tener presente para su puesta en marcha, los requisitos legales que hay que cumplir para que el proyecto se ejecute, los gastos económicos que conlleva poner en funcionamiento la inversión.

Elementos clave del estudio económico:

El propósito de este estudio es analizar las necesidades de tipo económico y financiero que precisa la puesta en marcha del proyecto, con el propósito de ayudar a valorar si es rentable o no emprender el nuevo proyecto. Se trata de conocer:

La inversión económica necesaria y cómo se va a financiar, estimar los costos y gastos que va a suponer la puesta en marcha del proyecto, valorar los posibles ingresos para realizar un cálculo aproximado de los beneficios que puede dar el proyecto. Por lo tanto, para realizar este estudio económico, es preciso estructurarlo atendiendo los siguientes cuatro elementos:

1. Las inversiones

En todo proyecto productivo existen tres tipos de inversiones, cuya suma proporcionará el total de inversión necesario para poner en marcha el proyecto.

Inversiones en activos fijos: son aquellas destinadas a incorporar recursos de tipo tangible, como la maquinaria o el mobiliario preciso, o intangible, es decir, que no se pueden “tocar”, como los estudios, las relaciones con los proveedores, derechos y permisos.

Inversiones en Capital de trabajo o activo circulante: Se trata de determinar los recursos necesarios para poner en funcionamiento el proyecto (materias primas, mano de obra, etc). Para calcular este capital de trabajo, es preciso calcular el valor de los nuevos activos corrientes para poner en marcha el proyecto (capital disponible en efectivo o no, materias primas, repuestos y productos), los pasivos o deudas por pagar a proveedores. También hay que tener en cuenta cuáles son las fuentes de financiación del proyecto y en qué medida lo van a financiar, si se posee capital, existen inversores, se ocupara un crédito o si la financiación va a ser mixta, combinando dos o más fuentes de financiación.

Gastos previos preparatorios, es decir, aquellos destinados a la realización de estudios, captación de capital, y la realización de diseños y planes, previos a la puesta en marcha del proyecto.

2 Los gastos totales

Son los gastos totales que supone el proyecto. Para obtener este resultado es preciso analizar: los gastos de administración y ventas, donde se engloban los gastos derivados de la remuneración del personal; depreciaciones; los gastos financieros son aquellos gastos correspondientes a los intereses de las obligaciones financieras, los gastos de fabricación y comercialización serían aquellos derivados de facturas de luz, combustibles, impuestos, repuestos.

3. Los costos

Se trata de los costos de producción, dentro de los que se encuentran las materias primas, materiales y recursos necesarios para crear el producto o dar el servicio. Estos costos se pueden clasificar en función de su valor como variables o fijos.

4. Ingresos

Por otro lado, en el estudio económico, además de los gastos, hay que realizar una valoración del dinero que se estima se puede recaudar gracias a la venta del producto o servicio realizado y que puedan beneficiar la rentabilidad del proyecto.

Para la evaluación de un proyecto tecnológico, los conceptos que conforman el estudio económico mencionados con anterioridad no representan de manera oportuna los parámetros a considerar para una correcta evaluación, por lo tanto serán ajustados de manera que proporcionen un resultado claro sobre la rentabilidad del mismo, para la evaluación del diseño de un sistema de plantas generadoras

de energía eléctrica se determinara la inversión inicial, costos de operación y la utilidad generada por el ahorro que representaría la implementación del nuevo sistema de alimentación de electricidad.

4.4.1 Determinación de la Inversión inicial

La inversión inicial del proyecto está conformada por la proyección del incremento en el consumo de combustible con el que operaran las plantas, además de un mantenimiento preventivo inicial para asegurar el correcto funcionamiento de estas.

Consumo de combustible: Actualmente la empresa tiene una demanda de 8000 litros de combustible (diésel) que se reabastecen de manera periódica por quincena y se almacenan en tanques con una capacidad instalada de hasta 15,000 litros. Como se muestran en la imagen.

Figura #29: Fotografía de tanques de almacenamiento de combustible.



Fuente: Fotografía tomada en la empresa.

Figura # 30: Factura de pago a proveedor.

ETIQUETAS PERSONALIZADAS						
Sellos: 311580,311582			Solicitó: ALEJANDRO VARGAS			
CONCEPTOS						
Cantidad	Unidad	No. Identificación	Descripción	Precio Unitario	Importe	
8,000.00000 0	K62 - Lts	D5	PEMEX DIESEL Clave Prod. Serv. - 15101505 Combustible diesel Impuestos: Traslados: 002 IVA Base - \$ 146,537.240000 Tasa - 0.160000 Importe - \$ 23,445.958400	\$ 18.669255	\$ 149,354.040000	
1.000000	E48 - Servicio	F1	Flete Clave Prod. Serv. - 78121603 Tarifa de los fletes Impuestos: Traslados: 002 IVA Base - \$ 2,000.000000 Tasa - 0.160000 Importe - \$ 320.000000 Retenciones: 002 IVA Base - \$ 2,000.000000 Tasa - 0.040000 Importe - \$ 80.000000	\$ 2,000.000000	\$ 2,000.000000	

Fuente: Facturas de la empresa.

A través de una proyección de consumo mensual y con base en el estudio técnico, se determina que habrá un incremento considerable en el consumo de diésel debido al aumento en la frecuencia de uso de las plantas generadoras de energía. El aumento está considerado para abastecer las plantas por un periodo de 56 horas por mes, el incremento en el volumen del combustible se determina de la siguiente manera:

Figura #31: Tabla de consumo por distribución

Planta de emergencia	Ubicación	% carga tanque	Consumo de diésel (lt/h)	Horas de trabajo mensual (h)	consumo de diésel mensual
2	Planta de Emergencia manejadoras de aire #2	25%	51.7	56	2895.2
3	Laboratorio Analítica #3	25%	5.5	56	308
5	Biotech #5	25%	5.5	56	308
					3511.2

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto.

Litros totales $8,000+3,511= 11,511$

Como se observa en la tabla anterior el consumo de diésel se incrementará en un 43.8%

Figura # 32: Tabla de consumo extra de diésel

consumo extra de diésel mensual (lt)	Costo diesel (lt)	inversión inicial por combustible
3511.2	\$18.66	\$65,518.99

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto.

Mantenimiento inicial para el acondicionamiento de las plantas generadoras de energía eléctrica. Se realizará un mantenimiento inicial a las plantas generadoras de energía eléctrica para acondicionarlas de manera que se asegure su correcto funcionamiento durante el arranque del proyecto; este mantenimiento está conformado por un chequeo general, cambio de aceite, filtros, refrigerante, limpieza y servicios generales, el mantenimiento para las plantas generadoras es un servicio externo y su presupuesto es de \$1000 por cada una de las plantas, por lo tanto:

El costo del mantenimiento inicial es de: \$3000

Figura # 33: Tabla de inversión inicial.

CONCEPTO	CANTIDAD
COMBUSTIBLE	\$65,518.99
MANTENIMIENTO INICIAL	\$3000
INVERSION INICIAL	\$68,518.99
Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto	

4.4.2 Determinación del costo de operación

El costo de operación para el proyecto de diseño de un sistema de plantas generadoras de energía se determinará con base en los siguientes elementos: Consumo de diésel (lt/h) por cada planta generadora de energía que este en operación, Costo del diésel mensual (lt/h) y el Costo mensual de mantenimiento por cada planta en operación.

4.4.3 Plan de mantenimiento mensual

El mantenimiento programado para las plantas generadoras de energía se realizará de manera externa por lo que no representará un incremento en la carga de trabajo para los mecánicos internos de la organización. La empresa cuenta actualmente con un proveedor de mantenimiento externo, este servicio facilitara la programación de los mantenimientos rutinarios mensuales a las plantas generadoras de energía, el mantenimiento preventivo evitara que la planta presente fallas durante su operación,

En el supuesto caso de una emergencia mayor las plantas restantes podrán proporcionar un soporte oportuno para el correcto funcionamiento de la planta productiva por lo tanto el riesgo de una falla mayor es mitigado.

El costo del plan de mantenimiento diseñado por el proveedor (power diésel) para las plantas generadoras de energía es el siguiente:

Figura # 34: Tabla de determinación de costos.

Planta de emergencia	Ubicación	Capacidad (Kw/hr)	Horas de trabajo mensual (h)	Costo de mantenimiento (mensual)
2	Planta de Emergencia manejadoras de aire #2	936 KW	56	\$1,000.00
3	Laboratorio Analítica #3	125 KW	56	\$1,000.00
5	Biotech #5	125 KW	56	\$1,000.00
Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto.				

El costo del plan de mantenimiento mensual para las plantas incluye un porcentaje extra para la pronta reacción ante un mantenimiento correctivo.

Costo mensual del plan de mantenimiento: \$3000.

4.4.4 Costo mensual de diésel

Actualmente la empresa cuenta con 5 plantas generadoras de energía de diferentes capacidades de voltaje, cada una de ellas cuenta con un transformador para realizar las conversiones de voltaje para la correcta alimentación de los equipos, al contar con elementos suficientes se pueden realizar una serie de combinaciones con distintos escenarios técnicos que permitirán determinar la opción que representa un mayor ahorro.

Figura # 35: Tabla de consumo de las plantas de emergencia.

Planta de emergencia No:	Ubicación	Consumo de diesel (lt/h)	Capacidad (Kw/h)	Costo diesel (lt)
1	Planta de Emergencia loop de agua #1	21	350 KW,	\$18.66
2	Planta de Emergencia manejadoras de aire #2	47	936 KW	\$18.66
3	Laboratorio Analítica #3	5	125 KW	\$18.66
4	Planta de Emergencia bunker #4	21	350 KW	\$18.66
5	Biotech #5	5	125 KW	\$18.66

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Para el primer escenario se consideró utilizar dos plantas generadoras como se muestra en la siguiente tabla.

Figura # 36: Tabla de determinación de costo de operación “Escenario 1”.

No.	% carga tanque	Consumo de diesel (lt/h)	Capacidad (Kw/h)	Costo diesel (lt)	Costo diesel (lt/h)	Horas de trabajo mensual (h)	Costo diesel mensual (lt/h)	Costo de mantenimiento (mensual)	costo de operación
1	25%	21	350 KW	\$18.66	\$391.86	56	\$21,944.16	\$1,000.00	\$22,944.16
2	25%	47	936 KW	\$18.66	\$877.02	56	\$49,113.12	\$1,000.00	\$50,113.12
									\$73,057.28

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Esta opción no se considera viable, a pesar de que al distribuir las cargas de manera correcta se podría cubrir la demanda máxima mostrada en el estudio técnico la cual es de 915 kw. Sin embargo, la carga generada sería mayor a la necesaria por lo que esto representaría un consumo de diésel innecesario, lo que se traduce en un costo mayor por consumo de combustible, otro factor a considerar es la necesidad de realizar un recableado para conectar las plantas de emergencia a los equipos que deben alimentarse, lo que significa una inversión más grande, por lo tanto, esta opción quedaría descartada.

Costo de operación mensual: \$73,057.28

Costo de operación anual: \$73,057.28 X 12 meses = \$876,687.36

Segundo escenario

Para el segundo escenario se consideró utilizar una planta generadora como se muestra en la siguiente tabla:

Figura # 37: Tabla de determinación de costo de operación “Escenario 2”

No	% carga tanque	Consumo de diesel (lt/h)	Capacidad (Kw/hr)	Costo diesel (lt)	Costo diesel (lt/h)	Horas de trabajo mensual (h)	Costo diesel mensual (lt/h)	Costo de mantenimiento (mensual)	costo de operación
2	25%	47	936 KW	\$18.66	\$877.02	56	\$49,113.12	\$1,000.00	\$50,113.12

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Se considera la opción de utilizar solo la planta de emergencia de mayor capacidad debido a que puede cubrir la demanda máxima de 915 Kw. Sin embargo, este escenario tampoco se considera viable ya que se debe considerar de nuevo un recableado, además de conectar a un transformador que pueda realizar los ajustes de voltaje de 440 V a 220 V y se correría el riesgo de que se cerrara el rango de eficiencia de la planta de emergencia, además de traer una serie de modificaciones menores que se tendrían que considerar en la inversión inicial. Por lo tanto, este escenario quedaría descartado para asegurar la viabilidad del proyecto.

Costo de operación mensual: \$50,113.12

Costo de operación anual: \$50,113.12 X 12 meses = \$601,357.44

Costo de recableado:

Costo de transformador:

Tercera escenario

Para analizar el tercer escenario se consideró utilizar tres plantas generadoras como se muestra en la siguiente tabla:

Figura # 38: Tabla de determinación de costo de operación “Escenario 3”

No	% carga tanque	Consumo de diesel (lt/h)	Capacidad (Kw/hr)	Costo diesel (lt)	Costo diesel (lt/h)	Horas de trabajo mensual (h)	Costo diesel mensual (lt/h)	Costo de mantenimiento (mensual)	costo de operación
2	25%	47	936 KW	\$18.66	\$877.02	56	\$49,113.12	\$1,000.00	\$50,113.12
3	25%	5	125 KW	\$18.66	\$93.30	56	\$5,224.80	\$1,000.00	\$6,224.80
5	25%	5	125 KW	\$18.66	\$93.30	56	\$5,224.80	\$1,000.00	\$6,224.80
									\$62,562.72

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Para esta opción se consideró la planta de mayor capacidad y las dos plantas de menor capacidad. Esta opción representa ventajas en cuanto a recableado debido a que la distribución en los equipos actualmente se encuentra conectados de la siguiente manera.

Figura # 39: Tabla de distribución de los equipos.

Planta	Número de equipos		Departamento
	440 V	220 V	
2	77	-	Todos
	-	77	Acondicionamiento
	-	140	Mantenimiento
3	-	114	Sólidos
5	-	39	Líquidos
	-	24	Crema
	-	35	Inyectables

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Como se muestra en la tabla anterior todos los equipos quedan cubiertos y no es necesario ningún ajuste mayor, al distribuir el consumo de diésel entre tres plantas de emergencia el consumo de diésel se ve menos afectado y representa un mayor ahorro.

Costo de operación mensual = \$62,562.72

Costo de operación anual = \$62,562.72 x 12= \$750,752.64

Figura # 40: Tabla de resumen de escenarios.

ESCENARIO TÉCNICO	COSTO DE OPERACIÓN ANUAL
1	\$876,687.36
2	\$601,357.44
3	\$750,752.64

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Como se muestra en la tabla anterior el escenario 2 es el que presenta un menor costo de operación, sin embargo, la puesta en marcha para este plan conlleva una serie de modificaciones mayores como recableados, adquisición de equipos y actualización de diagramas de procedimientos, además de representar un consumo mayor de combustible al generar más energía de la necesaria lo que se traduciría en un desperdicio, por lo tanto, se considera que el escenario 3 es la opción adecuada para la realización de la evaluación económica.

4.4.5 Utilidad generada por el ahorro

A diferencia de los proyectos de inversión donde se invierte una gran cantidad de dinero para recibir un ingreso, este proyecto busca obtener un ahorro en los costos de la electricidad mediante el cambio en la forma de alimentar la corriente eléctrica, por lo tanto no se necesita realizar una inversión en maquinaria ni equipo, solamente en insumos y mantenimiento por lo tanto la forma en que se determina si el proyecto es viable es mediante el cálculo del ahorro que se generara de la implementación del nuevo sistema de plantas generadoras de energía con respecto a la forma actual de trabajo.

Figura # 41: Tabla de comparación de consumo del suministro de CFE y las plantas de emergencia.

COSTO MENSUAL				
MES	CONSUMO CFE	PROMEDIO CFE	CONSUMO PROPUESTO	AHORRO
Enero	\$91,949.45	\$89,389.43	\$62,562.72	\$29,386.73
Febrero	\$103,781.26	\$89,389.43	\$62,562.72	\$41,218.54
Marzo	\$90,448.33	\$89,389.43	\$62,562.72	\$27,885.61
Abril	\$99,437.70	\$89,389.43	\$62,562.72	\$36,874.98
COSTO ANUAL		AHORRO ANUAL		
CONSUMO CFE	\$1,072,673.11	\$321,920.47		
CONSUMO CON PLANTAS	\$750,752.64			

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto.

AHORRO=

(COSTO DE OPERACIÓN SIN EL PROYECTO) – (COSTO DE OPERACIÓN CON EL PROYECTO)

Costo anual de operación sin el proyecto= \$1,072, 673.11

Costo anual de operación con el proyecto= \$750,752.64

Ahorro= (\$1,072, 673.11) – (\$750,752.64)

Ahorro anual= \$321,920.47

Fuente: (OBS, 2019)

4.4.6 Evaluación económica

Para determinar la rentabilidad del proyecto de diseño de un sistema de plantas de energía eléctrica es necesario calcular los valores que permitirán visualizarlo, los cuales son, la Tasa de Rendimiento Esperada Mínima Aceptable (TREMA), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa interna de retorno (TIR).

Además, para tener una mayor certeza con respecto a la rentabilidad del proyecto se recomienda hacer un análisis de sensibilidad debido a variables económicas fuera de nuestro control esto para conocer los distintos escenarios en los que el proyecto de inversión continúa siendo rentable y en el que deja de serlo. (GOMEZ , 2018)

4.4.7 Cálculo de la rentabilidad del proyecto

Se sabe que el nivel de riesgo está asociado al nivel de rentabilidad, esto se basa en la administración del capital de trabajo, en el punto que la rentabilidad es calculada por utilidades después de gastos frente al riesgo que es determinado por la insolvencia que posiblemente tenga la empresa para pagar sus obligaciones.

Un concepto que toma fuerza en estos momentos es la forma de obtener y aumentar las utilidades. Por fundamentación teórica se sabe que el aumento de estas se puede lograr de dos formas esenciales; la primera es aumentar los ingresos por medio de las ventas, y en segundo lugar

disminuyendo los costos pagando menos por las materias primas, salarios, o servicios que se presten. En este caso se planea aumentar la utilidad produciendo un ahorro en el costo de la energía eléctrica mediante el diseño de un sistema que permitirá alimentar la corriente eléctrica en la misma cantidad, pero a un costo menor, el resultado de comparar los costos de operación entre el actual y el propuesto determinará si existe un ahorro significativo. Este postulado se hace indispensable para comprender la relación entre la rentabilidad y el riesgo.

Para obtener la rentabilidad de un proyecto y realizar un buen estudio económico es necesario calcular los siguientes indicadores y análisis: Determinación de la TREMA, determinación del VAN y determinación de la TIR. (GOMEZ , 2018)

4.4.8 TREMA (Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable)

Este punto es tal vez, el principal a determinar en el análisis económico ya que la tasa de rendimiento mínimo aceptable (TREMA), es la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exige al proyecto de tal manera que permita cubrir: la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con capital ajeno a los inversionistas del proyecto, los impuestos y la rentabilidad que el inversionista exige a su propio capital invertido.

Cuando la inversión se efectúa en una empresa privada, la determinación se simplifica, pues la TREMA para evaluar cualquier tipo de inversión dentro de la empresa, será la misma y además ya debe estar dada por la dirección general o por los propietarios de la empresa. Su valor siempre estará basado en el riesgo que corra la empresa en forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles más el costo social del dinero (cetes) más la ganancia exigida por el inversionista. En este caso para la evaluación del proyecto se determinará la TREMA de acuerdo a la fórmula para calcular esta tasa que es:

$$\text{TREMA} = r + R + g'$$

Donde:

r = Tasa de interés del mercado o tasa del costo de oportunidad del dinero.

R = Riesgo. Calculado por el evaluador del proyecto de inversión durante la evaluación del proyecto que incluye la totalidad de los estudios.

g' = Tasa de ganancia real exigida por los inversionistas.

Definiendo los valores de la ecuación:

El primer concepto, la tasa del costo de oportunidad del dinero (r) es una variable que está determina principalmente con base a las tasas generalizadas en la economía que se identifica con la tasa de interés que el gobierno paga por usar el dinero de la ciudadanía. En el caso del presente proyecto se toma el valor en porcentaje de los certificados de la Tesorería de la Federación (CETES) al 02 de julio del 2019 que se considera del 8.10% anual. (GOMEZ , 2018)

Los CETES son títulos de crédito al portador emitidos por el Gobierno Federal mexicano, en mercado de dinero, con un plazo máximo de un año, para fines de control del circulante y financiamiento del gasto público.

Figura # 42: CETES 2019

Cetes Julio 2019				
Show	10	entries	Search: <input type="text"/>	
Fecha	Cetes 28 días	Cetes 91 días	Cetes 182 días	Cetes 364 días
02/07/2019	8.10%	8.13%	8.15%	N/A

Fuente: (TIIE, 2019)

4.4.9 Porcentaje de riesgo del proyecto

El segundo concepto de la ecuación es el riesgo (R). El riesgo del proyecto queda determinado por un análisis de tipo multicriterio ponderando los elementos que componen el proyecto como lo es el estudio de pertinencia, mercado, técnico y financiero, por el nivel de confianza que se da a cada estudio, además de considerar el riesgo que implica ser empresa exportadora como es el riesgo de cumplimiento de requisitos locales de empaque, de presentación y etiqueta, riesgo de transportación, riesgo de imagen del producto en el extranjero y riesgo político del país a dónde se exporta. (GOMEZ , 2018)

El riesgo corporativo o interno de la empresa, es aquél que considera los efectos de la diversificación de los accionistas, se mide a través de los efectos de un proyecto sobre la variabilidad en las utilidades de la empresa. Refleja el efecto del proyecto sobre el riesgo de la empresa. (SINNAPS, 2019)

Para la determinación del riesgo en el presente proyecto se toma en cuenta el factor de que no se requiere una inversión a gran escala como podrían ser la adquisición de equipo nuevo, capacitación especializada o alguna modificación o adecuación a las instalaciones, solo se necesita aumentar el volumen de los insumos como el combustible y agregar un plan de mantenimiento rutinario como inversión inicial, esto no representa modificación alguna a la forma en la que opera actualmente la planta de producción, por lo tanto no se considera un riesgo mayor al que maneja la empresa normalmente, por lo planteado anteriormente y al tratarse de una inversión interna en este caso el riesgo del proyecto se determinara en un 5% anual.

4.4.10 Ganancia real exigida

El tercer concepto de la ecuación del cálculo de la TREMA es la ganancia real exigida por los inversionistas. La principal preocupación de toda empresa es que su inversión tenga el menor riesgo y el mejor rendimiento posible.

El riesgo es un principio básico de toda inversión y en muchos casos depende de factores no previsible o fuera del control del inversionista. El rendimiento por otro lado es la ganancia que se obtiene gracias a dicha inversión e indica el alza y la baja en unidades de moneda.

El rendimiento no debe confundirse con la rentabilidad de una inversión. Esta se refiere a capital monetario invertido en relación con el rendimiento obtenido y se expresa en porcentajes.

Dado que la inversión para el presente proyecto será realizada por la empresa, el porcentaje de la tasa de ganancia se establecerá en 5 %, como se mencionó con anterioridad lo que se busca es lograr un ahorro modificando la forma de alimentación de la corriente eléctrica mediante un incremento mínimo en los costos de operación que se vería rápidamente recuperado en comparación con el ahorro proyectado.

4.4.11 Determinación de la TREMA

La determinación de la TREMA para el proyecto de diseño de un sistema de plantas generadoras de energía, teniendo en cuenta los tres factores anteriormente mencionados es la siguiente:

Sustituyendo los valores en la fórmula: $TREMA = r + R + g'$

Figura # 43: Tabla de determinación de la TREMA.

	CONCEPTO	PORCENTAJE (%)
TREMA	r (CETES)	8.1
	R(RIESGO DEL PROYECTO)	5
	g' (GANANCIA EXIGIDA)	5
	TOTAL	18.1

Fuente: Elaboración propia con base en (GOMEZ , 2018)

Por lo tanto, la TREMA es del 18.1% Lo que nos indica que el proyecto no requiere un alto porcentaje de ganancia para ser rentable dadas las condiciones en las que se desarrollara son bastante favorables para la evaluación.

4.4.12 Determinación del VAN (Valor Actual Neto)

El método del valor actual neto o valor presente neto es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de un proyecto de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los ingresos menos los egresos (o flujos netos de efectivo, FNE) para cada año, actualizados a una tasa de interés predeterminada y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado.

El método es muy utilizado por dos principales razones, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a pesos de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VAN es mayor que cero se presenta una ganancia superior a la exigida. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente.

Por lo tanto, el criterio de decisión es el siguiente:

Si el VAN > o igual a 0 el proyecto se acepta

Si el VAN < 0 el proyecto se rechaza

Si el Valor Actual Neto (VAN) es 0 el proyecto se considera indiferente.

4.4.13 Determinación de la TIR (Tasa Interna de Retorno)

La Tasa Interna de Retorno es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado y está definida como la tasa de interés que reduce a cero el VAN. En términos económicos la tasa interna de retorno representa la rentabilidad exacta del proyecto.

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión. Por lo que se puede decir que, la Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto.

Esta herramienta es de gran utilidad para la toma de decisiones financiera dentro de las organizaciones.

Para determinar el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto de diseño de un sistema de plantas generadoras de energía, los valores utilizados para dicho cálculo se presentan en la siguiente tabla, donde los costos de operación anual que eran de \$1,072, 673.11 se reducen a \$750,752.64 por lo tanto la diferencia en los costos se traduce en un ahorro de \$321,920.47 por año por lo tanto al implementar el nuevo sistema de alimentación el ahorro generado por la nueva propuesta equivale a los ingresos netos del proyecto.

Figura # 44: Tabla de datos económicos.

CONCEPTOS	VALORES
INVERSION INICIAL	\$68,518.99
INGRESOS NETOS	\$321,920.47
TREMA	18.10%
PERIODOS	5

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Descripción

Inversión: Determinada mediante la proyección del uso de combustible y el mantenimiento rutinario para el inicio del proyecto.

Costo: El costo de operación se reduce en \$321,920.47 y debido a que los gastos de operación se mantienen dentro del presupuesto asignado, se aprecia un ahorro considerable con respecto al anterior sistema de alimentación de energía.

Ingresos netos: Los ingresos se determinaron con base en la diferencia entre el costo de operación actual menos el costo de operación propuesto para la alimentación de la corriente eléctrica.

TREMA: determinada por los tres elementos que la componen CETES, Riesgo del proyecto y la ganancia exigida.

Periodos: se determinó que el periodo adecuado para la correcta evaluación económica sea de 5 años ya que al ser un proyecto tecnológico que no requiere inversiones ni modificaciones mayores la recuperación del capital invertido es muy rápida.

Figura # 45: Tabla del cálculo de la tasa interna de retorno TIR

TASA = 18.10%		CORRIENTES			FLUJO NETO	VALOR ACTUAL		
FACTOR	AÑO	INVERSIÓN	COSTOS	INGRESOS	CORRIENTE	COSTOS	INGRESOS	VAN
1.0000	0	68,518.99	-	-	- 68,518.99	68,518.99	-	- 68,518.99
0.8467	1		-	321,920.47	321,920.47	-	272,582.96	272,582.96
0.7170	2		-	321,920.47	321,920.47	-	230,806.91	230,806.91
0.6071	3		-	321,920.47	321,920.47	-	195,433.45	195,433.45
0.5140	4		-	321,920.47	321,920.47	-	165,481.33	165,481.33
0.4353	5		-	321,920.47	321,920.47	-	140,119.67	140,119.67
SUMAS:		68,518.99	-	1,609,602.36	1,541,083.37	68,518.99	1,004,424.32	935,905.33
							TIR =	469.75%

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto.

Al calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR) se obtiene que su valor es del 469.75%, lo que significa que es una tasa superior a la de la Tasa de Rendimiento Mínimo Aceptable (TREMA), exigida por los inversionistas que es del 18.10%. Por lo cual se puede concluir que el proyecto es muy rentable por sus condiciones operacionales y de inversión.

También se muestra que el Valor Actual Neto es mayor que cero (935,905.33) y con respecto al criterio antes mencionado este proyecto se acepta como una buena oportunidad de inversión.

Si el VAN > o igual a 0 el proyecto se acepta.

4.4.14 Análisis de sensibilidad

Con ayuda del análisis de sensibilidad es posible mostrar cómo la rentabilidad del proyecto se modifica cuando se asignan diferentes valores a las variables necesarias para el cómputo (precios de venta, costos unitarios, volumen de ventas).

En un proyecto individual, la sensibilidad debe hacerse con respecto al parámetro más incierto; por ejemplo, si se tiene una incertidumbre con respecto al precio de venta del artículo que se proyecta fabricar, es importante determinar qué tan sensible es la Tasa Interna de Retorno (TIR) o el Valor Presente Neto (VPN) con respecto al precio de venta. Si se tienen dos o más alternativas, es importante determinar las condiciones en que una alternativa es mejor que otra.

Para el análisis de sensibilidad del presente proyecto se realizará un nuevo cálculo sobre la TIR con el propósito de evaluar el efecto que se puede producir cuando se presenten algunas variaciones en las principales variables; se analizará un posible escenario:

Se evaluará nuevamente el proyecto, pero considerando un posible aumento del 10% sobre los costos presupuestados derivados de la variación en el precio del combustible.

Figura # 46 Tabla de aumento del 10% sobre los costos presupuestados derivado de la variación en el precio del combustible.

No	% carga tanque	Consumo de diesel (lt/h)	Capacidad (Kw/hr)	Costo diesel (lt)	Costo diesel (lt/h)	Horas de trabajo mensual (h)	Costo diesel mensual (lt/h)	Costo de mantenimiento (mensual)	costo de operación
2	25%	47	936 KW	20.526	\$964.72	56	\$54,024.43	\$1,000.00	\$55,024.43
3	25%	5	125 KW	20.526	\$102.63	56	\$5,747.28	\$1,000.00	\$6,747.28
5	25%	5	125 KW	20.526	\$102.63	56	\$5,747.28	\$1,000.00	\$6,747.28
									\$68,518.99
Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto									

Costo anual actual: \$ 1, 072, 673.11

Costo anual escenario 1: 822, 227.904

Ahorro anual escenario 1: 250,445.21

Se procede a calcular un nuevo valor en la TIR

Figura # 47: Tabla de cálculo de la TIR (Escenario 1)

TASA =	18.10%	CORRIENTES			FLUJO NETO	VALOR ACTUAL		
FACTOR	AÑO	INVERSIÓN	COSTOS	INGRESOS	CORRIENTE	COSTOS	INGRESOS	VAN
1.0000	0	68,518.99	-	-	- 68,518.99	68,518.99	-	- 68,518.99
0.8467	1		-	250445.21	250,445.21	-	212,061.99	212,061.99
0.7170	2		-	250445.21	250,445.21	-	179,561.38	179,561.38
0.6071	3		-	250445.21	250,445.21	-	152,041.81	152,041.81
0.5140	4		-	250445.21	250,445.21	-	128,739.89	128,739.89
0.4353	5		-	250445.21	250,445.21	-	109,009.22	109,009.22
SUMAS:		68,518.99	-	1,252,226.05	1,183,707.06	68,518.99	781,414.30	712,895.31
							TIR =	365.34%

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto.

Finalmente se puede observar que el nuevo valor de la TIR es de 365.34% y sigue siendo mayor que el valor de la TREMA que tiene un valor bajo del 18.10% debido a las condiciones favorables de inversión que ofrece el proyecto, además de mencionar que la inversión inicial es completamente recuperada en menos de un año.

Nuevamente el valor de VAN es positivo y con base en los criterios establecidos se concluye que el proyecto seguirá siendo viable en este rango de variación, incluso si el precio del combustible aumentara en un mayor porcentaje.

Fuente: (GOMEZ , 2018)

CONCLUSIONES

Después de llevar a cabo las etapas de la metodología de la evaluación económica de proyectos podemos concluir que el objetivo se cumplió ya que se logró demostrar la rentabilidad del proyecto de diseño de un sistema de plantas generadoras de energía. Con base en la elaboración del estudio de pertinencia se determinó que este proyecto no tiene implicaciones legales diferentes a las actuales, en cuanto a recursos el proyecto resulta alcanzable pues ya se cuenta con el equipo necesario para su implementación, no solo referido a los recursos sino también de los conocimientos que serían necesarios para llevarlo a cabo. Por lo tanto, el sistema propuesto resulta pertinente.

Con base en el estudio técnico se determinó que únicamente tres de las cinco plantas disponibles y un transformador de corriente serían necesarias para cubrir la demanda de los equipos, esto únicamente en el periodo de trabajo punta; en cuanto a lo normativo se observó que ninguna norma o regulación se ve afectada por la utilización de las plantas como fuente alterna de energía.

Con base en el estudio económico se observa que el proyecto resulta favorable así que se realizó el estudio de sensibilidad correspondiente, partiendo de un incremento del 10% en el precio del diesel como el peor escenario posible, aun así, la propuesta sigue siendo rentable.

Se estableció la relación costo beneficio que existe entre el uso de plantas generadoras de energía eléctrica y el suministro de CFE identificando los diferentes periodos de consumo durante el día y el costo de este. Se determinó que el proyecto cumple con las disposiciones técnicas a nivel federal ya que se implementará con base en la normatividad NOM-059-SSA1-2015 - buenas prácticas de fabricación de medicamentos y NOM-001-SEDE-2012 - instalaciones eléctricas (utilización).

Como conclusión se tienen varias aseveraciones, el sistema propuesto es rentable y requiere de una inversión y adecuaciones mínimas, por otro lado, legalmente es viable y no infringe ninguna ley o norma que pudiera imposibilitarlo y tecnológicamente en cuanto a recursos ya se cuenta con todo lo necesario para llevarlo a la realidad.

Lo más importante son los \$300,000 pesos anuales de ahorro en el costo de producción que obtiene la empresa farmacéutica, si implementa el uso de plantas generadoras de energía sustituyendo el suministro eléctrico proporcionado por CFE en las horas pico del día.

REFERENCIAS

- Gomez, J. G. (2018). Evaluación de inversiones productivas. Teoría y análisis de casos. México.
- Sampieri R. (2014). Metodología de la investigación. México: Mcgraw-hill interamericana.
- Morales A. (2014) Administración financiera, México: Patria
- Haro F. (s.f.). DALE 3100 manual de operación. México
- Haro F. (s.f.). Manual técnico de operación, mantenimiento y servicio de plantas generadoras de energía eléctrica con el sistema MCM 500. México:
- Adnarim, A. O. (2019). Administración financiera. Obtenido de academia.edu, recuperado Junio 2019 de https://www.academia.edu/28196308/Administraci_n_financiera?auto=download.
- Castillo, J. A. (2018). Un futuro prometedor para la industria farmacéutica en México. de codigof.mx, recuperado mayo 2019 de <https://codigof.mx/un-futuro-prometedor-para-la-industria-farmaceutica-en-mexico/>
- Contreras, J. (2019). Mega tendencias mundiales. Obtenido de joseacontreras.net, recuperado mayo 2019 de <http://www.joseacontreras.net/econom/Economia/Megatendencias/page.htm>
- Energía, A. I. (2017). Key World Energy Statistics. Obtenido de <https://new.abb.com/drives/es/eficiencia-energetica/gasto-energetico-industria>, recuperado mayo 2019
- Energía, F. (2016). Energías alternativas: Qué son y qué tipos existen? Obtenido de factorenergia.com, recuperado abril 2019 de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-son-energias-alternativas>.
- Inegi. (2018). Estructura. Obtenido de inegi.org.mx, recuperado mayo 2019 de <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/estructura>
- Ing. Víctor Martínez, E. S. (2019). Técnica para el diseño de sistemas eléctricos (Primera parte). Obtenido de programacasasegura.org, recuperado junio 2019 <http://programacasasegura.org/mx/tecnica-para-el-diseno-de-sistemas-electricos-primera-parte/>
- intermodalmexico. (2019). Histórico de precios del diésel. Obtenido de intermodalmexico.com.mx, recuperado abril 2019 de <http://www.intermodalmexico.com.mx/Portal/AjusteCombustible/Historico#>
- López, P. (2012). ¿Cómo se genera la energía eléctrica? . Obtenido de twenergy.com, recuperado abril 2019 <https://twenergy.com/a/como-se-genera-la-electricidad-666>
- NOM. (2012). NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas. Obtenido de <http://dof.gob.mx>, recuperado abril 2019 de http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5280607
- NOM. (2016). NOM-059-SSA1-2015. Obtenido de dof.gob.mx, recuperado julio 2019 de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5424575&fecha=05/02/2016

- NOM. (2017). NOM-044-SEMARNAT-2017. Obtenido de dof.gob.mx, recuperado julio 2019 https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5513626&fecha=19/02/2018
- OBS. (2019). Elementos claves en el estudio económico de un proyecto. Obtenido de [obs-edu.com](https://www.obs-edu.com), recuperado julio 2019 de <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/etapas-de-un-proyecto/elementos-claves-en-el-estudio-economico-de-un-proyecto>
- Orve, G. (2019). ¿Cómo se calcula el rendimiento de una inversión? Obtenido de [grupoorve.mx](https://www.grupoorve.mx), recuperado junio 2019 de <https://blog.grupoorve.mx/como-se-calcula-el-rendimiento-de-una-inversion>
- SENER. (2010). Sistema de Información Energética. Obtenido de sie.energia.gob.mx, recuperado abril de 2019 <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE7C02>
- SINNAPS. (2019). ¿CÓMO HACER UN ANÁLISIS DE RIESGOS DE UN PROYECTO? Obtenido de [sinnaps.com](https://www.sinnaps.com), recuperado mayo 2019 de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/analisis-riesgos-proyecto>
- TIIE. (2019). Cetes 2019 – Evolución anual. Obtenido de tiie.com.mx, recuperado junio 2019 de <http://tiie.com.mx/cetes-2019/>

ANEXOS

1. Diseño de programa informático para almacenamiento y procesamiento de datos

En la actualidad la potencia de las naciones se mide por la cantidad de información que tienen y la capacidad para administrar y analizar esa información, por tal motivo, las tecnologías de la información están presentes en casi todas las áreas productivas del mundo. Con base en esto para este proyecto se utilizaron herramientas informáticas para almacenar información y realizar cálculos, como se puede ver regresamos al inicio del párrafo, cantidad y capacidad de administrar información.

Para analizar la solución propuesta de este proyecto, se requirió obtener información de la empresa farmacéutica objeto de estudio, como imágenes de los comprobantes de pagos, información histórica de tarifas, datos de costos de servicio, etcétera. Estos datos fueron trasladados a hojas de cálculo para concentrarlos y posteriormente realizar operaciones con el fin de llegar a un resultado.

Se propone diseñar un programa informático para realizar el análisis en futuras empresas que requieran disminuir el costo del consumo eléctrico y que cuenten o deseen implementar esta solución con plantas generadoras de energía sustituyendo el suministro de CFE. Dicho programa servirá como repositorio de información y tendrá la capacidad de realizar cálculos y proyecciones de consumo, así como realizar el análisis económico y financiero, para este proyecto se realizó de forma manual. La idea es automatizar estos procesos de cálculo para que la única tarea del equipo de análisis sea alimentar la aplicación con los datos necesarios y se obtenga un resultado de forma rápida, sin invertir tiempo y recurso humano.

Como todo desarrollo de programa informático requiere cumplir con el ciclo de vida del desarrollo Software (SDLC en sus siglas inglesas), que es una secuencia estructurada y bien definida de las etapas en Ingeniería de software. Se realizará bajo el modelo Scrum para agilizar su desarrollo, este es uno de los modelos del ciclo de vida del desarrollo del software más utilizados y aún vigentes. El modelo Scrum, se encuentra basado en lo que es el desarrollo incremental, es decir, conforme pasen las fases y las iteraciones, mayor va a ser el tamaño del proyecto que se esté desarrollando. Existe una gran diversidad de tecnologías y plataformas para la creación de este programa, dado a la experiencia con la que se cuenta se ha decidido realizar con la siguiente:

- Plataforma: Microsoft .NET
- Tipo de aplicación: Proyecto Web
- Lenguaje de programación: C#
- Servidor Web: IIS 7.0
- Base de datos: MS SQL SERVER versión 13.0
- Framework: MVC5

Automatizar los procesos y actividades que apoyen a la toma de decisión es una tendencia mundial dentro de las organizaciones, reemplazan las tareas manuales, administrativas y basadas en papel, reduce los errores humanos y ahorra tiempo mediante la centralización del proceso.