UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“REDISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN Y MOTORES DE UN TALLER DE METAL-METALICAS”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICO ELECTRONICO

P R E S E N T A N:

AGUILERA ACOSTA ALEJANDRO

HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ MIGUEL A.

DIRECTOR DE TESIS:
ING. EDUARDO CARRANZA TORRES

CUIDAD UNIVERSITARIA MEXICO, D.F. JUNIO, 2009

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

“La humildad forja el carácter de un hombre”

A mis padres Jesús y Pilar: Por brindarme siempre su apoyo incondicional, en los buenos y malos momentos. Por las palabras de aliento y comprensión, por su cariño sincero, porque siempre dan sin recibir nada a cambio. Solo puedo decir gracias por ser parte de ustedes.

A mis hermanas: Le doy gracias a mis hermanas por toda una vida convivencia, a mis sobrinos por dar esa alegría cuando hace falta, a mi cuñado por esos buenos momentos y porque espero sigamos siendo la mejor familia.

A mi familia: A mis tíos y tías porque sus consejos y fortaleza, a mis primos por su espíritu alegre ante cualquier circunstancia y por todos los momentos vividos, a mis abuelos porque gracias a ellos hoy estoy aquí.

A mis amigos: Mis compadres que en cada momento de nuestra vida hemos podido crecer juntos, compartiendo alegrías y aventuras. Porque gracias al crecimiento constante y mutuo podremos ser siempre los mejores amigos.

A Karla Paola: Por ser tu persona especial, por brindarme tu amor y comprensión incondicionalmente porque nunca te das por vencida y sé que ante cualquier circunstancia estaremos juntos. Y al final del día habrá sueños hechos realidad.

A mi compañero de Tesis: Alejandro por tu amistad incondicional, por esos ratos de risas y desvelos. Porque gracias a tu apoyo hoy podemos decir el objetivo se cumplió.

Al Ing. Eduardo Carranza Torres: Por la oportunidad brindada para la realización de este trabajo, por su experiencia, paciencia, amistad, afecto que nos dio sin pedir nada a cambio.

A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México: Por brindarme la oportunidad de prepararme, por brindarme sus conocimientos y sabiduría. Siempre serán parte de mi vida.

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRUTU”.

Miguel Ángel Hernández Hernández.

Agradecimientos

"*La gratitud es la memoria del corazón*" **(Jean Baptiste Massieu)**

A dios: Ante ti no puedo hacer otra cosa más que darte las gracias por darme esta vida que disfruto al máximo y que eres tú mi guía en ella. Gracias

A mis Padres: Los seres que más admiro y respeto gracias de todo corazón por darme la estabilidad emocional, sentimental y económica; para poder alcanzar este logro y en general todos los aspectos de mi vida feliz. Mami, serás siempre mi inspiración y mi punto de referencia para alcanzar mis metas, gracias por enseñarme a disfrutar la vida. Papi tu esfuerzo y dedicación son mi ejemplo a seguir e inspiración para ser cada día una mejor persona. Este logro es suyo.

A mis Hermanos: Deya tu siempre serás parte de mi Alma siendo mi hermana consentida, Gera sabes que Gota a Gota eres y serás el mejor hermano y amigo que pude haber tenido, quiero que sepan que ambos son parte fundamental en mi vida. Gracias por vivir y soñar tantas cosas a mi lado, los quiero en verdad.

A mi Familia: A mis Abuelitos por cuidarme y ser fuente de admiración, A mis tíos Rosa, Hilaria y Arturo por ser un gran apoyo, A mis primos Fer, Pau, Ana, Diego y Chuy por inyectar de alegría mi vida y aquellos que no son de sangre pero que forman parte de ella; Juan, Carlos y Sergio gracias.

A mis Amig@s: Nancy, Ere, a la comunidad, Naye, Yess, Café, Oscar, Víctor, Lalo, a mis amigos del basquetbol de F.I. y todos aquellos que por lagunas eh olvidado poner gracias por compartir tantos excelentes y inolvidables momentos a su lado.

A la Familia Pérez Jerónimo: En especial al señor Francisco Pérez por darnos la confianza y poner en nuestras manos la reingeniería de su patrimonio pero sobre

todo porque desde niños ha sido cómplice de nuestra mayor adicción el basquetbol.

A §=μβ²+Λ3♥∞₭+₪ gracias por compartir tu vida a mi lado, por la motivación a cada instante, sobre todo por tu amor que ha sido un motor de inspiración; Sabes que al final del camino yo te sabré seguir, Burrita ya sabes Solo di Rana!!!

A mi compañero de Tesis Miguel que más allá del trabajo de tesis eres mi amigo en verdad, gracias por el apoyo en todo momento y chavo todo estuvo siempre bajo control.

Al Ing. Eduardo Carranza Torres gracias por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, paciencia, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México: Un agradecimiento en especial por brindarme la oportunidad durante todo este tiempo de combinar dos de mis mas grandes pasiones que son la Ingeniería Eléctrica y el Basquetbol, haciendo de esta unas de las etapas más importantes en mi vida.

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Alejandro Aguilera Acosta.

INDICE

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I

Instalaciones Eléctricas, Iluminación y Motores Marco Teórico 5

1.1 Revisión de las Normas para Instalaciones Eléctricas, Iluminación y Motores…….. 5

1.1.1 NOM-001-SEDE-2005 5

1.1.2 NOM-007-ENER-2004 6

1.1.3 NOM-025-STPS-1999 6

1.1.4 NOM-016-ENER-2002. 7

1.2 Instalaciones Eléctricas Industriales. 7

1.2.1 Análisis de Cargas. 7

1.2.2 Redes de Distribución Industrial. 8

1.2.3 Tarifas Eléctricas. 9

1.2.3.1 Estructura de las Tarifas Eléctricas. 10

1.2.4 Sistemas de Tierras. 10

1.2.4.1 Tipos de Sistemas de Tierras. 11

1.2.4.2 Elementos Básicos de un Sistema de Tierras. 11

1.2.4.3 Seguridad en los Sistemas de Tierra. 13

1.2.5 Sistemas de Fuerza 15

1.2.5.1 Alimentadores. 15

1.2.5.2 Circuitos Derivados. 16

1.2.6 Tableros. 17

1.2.6.1 Centro de Control de Motores. 19

1.2.7 Canalizaciones Eléctricas. 19

1.2.7.1 Tubo Conduit. 20
1.2.7.2 Ductos. 21
1.2.7.3 Charolas. 21
1.2.8 Protecciones de Instalaciones Eléctricas. 21
1.2.8.1 Características de un Sistema de Protección. 22
1.2.8.2 Protecciones de una Instalación Eléctrica. 22
1.2.9 Selección y Coordinación de Protecciones. 23
1.3 Instalaciones de Iluminación. 24
1.3.1 Iluminación Industrial y de Oficinas. 24
1.3.2 Lámparas Incandescentes e Incandescente Halógena. 27
1.3.3 Lámparas Fluorescentes Lineales. 28
1.3.4 Lámparas HID (Alta Intensidad de Descarga). 29
1.3.5 Luminarias. 30
1.4 Motor Eléctrico. 32
1.4.1 Motor de Corriente Continúa. 33
1.4.2 Motores de corriente alterna. 34
1.4.2.1 Tipos de Motores de Corriente Alterna. 34
1.4.3 Porque el Uso de Motores de C A. 35
1.4.4 Motores Eléctricos y el Factor de Potencia. 35
1.4.5 Control de Motores de CA. 36
1.4.5.1 Selección del Controlador de Motores. 36
1.4.5.2 Características de Operación del Controlador. 37
1.4.6 Curvas de Operación Características Par Velocidad y Voltaje. 37
1.4.6.1 Características Par Velocidad. 38
1.4.6.2 Curvas Características. 39
1.4.6.3 Efecto de las Variaciones de Voltaje. 39

CAPITULO II

Análisis,Calculo y Selección de Equipo 41

2.1 Levantamiento de la Instalación Actual 41
2.1.1 Instalación Eléctrica. 41
2.1.2 Iluminación. 42
2.1.4 Motores 43
2.1.4 Misceláneos. 44
2.1.5 Latonado. 45
2.1.6 Apagadores y Contactos. 45
2.2 Descripción del Proceso 46
2.3 Distribución de Cargas. 49
2.4 Análisis de la Facturación. 51
2.5 Mediciones. 54
2.5.1 Medición de Nivel de Resistividad del Terreno. 55
2.6 Problemáticas encontradas. 56
2.7 Cálculo de Iluminación. 58
2.7.1 Ecuación Básica del Método de Cavidad Zonal. 59
2.7.2 Clasificar que Tipo de Área y Condiciones del Lugar. 60
2.7.3 Análisis de Lámparas Luminarias y Balastros Según la Aplicación. 63
2.7.4 Determinación de las Relaciones que Involucran Dimensiones del Lugar. 65
2.7.5 Factores de Pérdida de Luz (FPL) y Coeficiente de Utilización (CU). 66
2.7.6 Determinación del Coeficiente de Utilización. 68
2.7.7 Numero de Luminarias. 69
2.7.8 Distribución de las Luminarias. 71
2.8 Cálculo de Motores 72
2.8.1 Medición de Parámetros Eléctricos. 74

2.8.2 Potencia Estándar Demandada a partir de las Mediciones Eléctricas. 75
2.8.3 Evaluación del Factor de Carga y la Eficiencia Actual del Motor. 75
2.8.4 Ajuste a la eficiencia Real del Motor. 76
2.8.5 Potencia Eléctrica de Salida del Motor. 78
2.8.6 Propuesta del Nuevo Motor de Alta Eficiencia. 78
2.8.7 Determinación de la Eficiencia del Nuevo Motor. 79
2.8.8 Ajustes al Motor de Alta Eficiencia. 79
2.8.9 Potencia Demandada por el Nuevo Motor. 80
2.9 Calculo de la Instalación Eléctrica 81
2.9.1 Calculo Circuito Derivado de Iluminación “C-1” Centro de Cargas 84
2.9.2 Calculo de la Bomba de Agua 85
2.9.3 Calculo Circuito Derivado Horno de Latonado “CM-18” Tablero de Motores 86
2.9.4 Calculo Circuito Derivado Motor de Rechazado “CM-1” Tablero de Motores. 88
2.9.5 Calculo del Alimentador para el centro de cargas 89
2.9.6 Cálculo para el alimentador de los Motores y Maquinas de Latonado 90
2.10 Calculo de la Red de Tierras. 95
2.10.1 Análisis del Electrodo de Puesta a Tierra y el Terreno. 95
2.10.2 Calculo de la Resistencia del Sistema. 98

CAPITULO III

Aspectos Técnicos, Ecónomicos y Administartivos del Proyecto 99

3.1 Propuesta Económica 99
3.2 Beneficios Técnicos 100
3.2.1 Instalación Eléctrica 100
3.2.2 Sistemas de Protección 102

3.2.3 Motores 102
3.2.4 Iluminación 104
3.3 Beneficios Económicos 106
3.3.1 Instalación Eléctrica 106
3.3.2 Motores 106
3.3.3 Iluminación 107
3.4 Algunos aspectos del proyecto ejecutivo 109
3.4.1 Definición del Ciclo de Vida del Proyecto Ejecutivo 109
3.4.2 Gestión del Tiempo del Proyecto 110
3.4.3 Descripción General de la Elaboración del Proyecto Ejecutivo de TAGSA 111
3.5 Cronograma para la realización del Proyecto Reingeniería Eléctrica. 111
3.5.1 Clasificación de áreas y actividades 112
3.6 Financiamiento 116
3.6.1 Adquisición de Equipos de Alta Eficiencia: 116
3.6.2 Proyectos Integrales 117
3.6.3 Requisitos para Autorizar el Financiamiento 117

CONCLUSIONES 119

BIBLIOGRAFIA 121

ANEXOS

ANEXO No. 1 Glosario I
ANEXO No. 2 Indices de Tablas, Figuras y Graficas VI
ANEXO No. 3 Planos IX
ANEXO No. 4 Hojas de Datos de los Motores XIV
ANEXO No. 5 Catalogo de Conceptos XXII

Introducción.

La energía eléctrica es hoy en día el motor de la industria y la mayoría de las actividades del ser humano. Hace apenas 150 años no existía energía eléctrica para consumo.

El desarrollo tecnológico ha traído consigo la necesidad de suministrar/consumir energía eléctrica, siendo así en nuestros días de vital importancia. El uso eficiente de energía consiste en utilizar la energía necesaria para cualquier proceso con las menores perdidas, ya que las perdidas representan dinero tanto para el consumidor como para la compañía suministradora y esto es necesario evitarlo haciendo un mejor uso de la energía eléctrica.

En México hace ya algún tiempo a partir de los años 20 el área de los ingenieros eléctricos en cuestión de instalaciones tantos residenciales como industriales estaban regidas por reglamentos y normas técnicas copiadas de la norma estadounidense del NEC (Nacional Electric Code) por lo que las instalaciones que se hacían en México no estaban de ninguna manera reglamentadas y por lo tanto las necesidades y cambios que día a día se exigen tanto en la industria como en el hogar de acuerdo a los avances tecnológicos y sociales no se contemplaban en las instalaciones hechas hasta principios de los noventas esto traía como consecuencia que cada ingeniero eléctrico y cada constructora interpretara a las instalaciones como mejor le convenía y por lo tanto cada instalación podía ser diferente de acuerdo a cada instalador o proyectista.
Algunas de los reglamentos existentes fueron los siguientes sin llegar a ser normas oficiales, hasta 1993 donde se hizo oficial el uso de una norma.

1926- CNE Código Eléctrico Nacional
1950- ROEI Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas
1985- NTIE Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas
1993- NOM-EM-001-SEMP-1993 Norma Oficial Mexicana de Emergencia
1994- NOM-01-SEMP-1994 Norma Oficial Relativa a Instalaciones Destinadas al Suministro y uso de Energía

1997- NOM-001-SEDE-1997 Norma Oficial Relativa a Instalaciones Destinadas al Suministro y uso de Energía Eléctrica
1999- NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones Eléctricas Utilización
2005- NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas Utilización

¿Que Ventajas representa Trabajar cualquier instalación bajo las Normas de Instalaciones Eléctricas?

- Seguridad a los usuarios
- Mejor organización del proyecto
- Tener una base con la cual se debe trabajar
- Optimización en los costos

En la actualidad es de vital importancia contar con una buena instalación eléctrica para el buen funcionamiento de cualquier industria, auque se podría pensar que no es tan indispensable invertir en un buen proyecto de este tipo resulta que es tan indispensable tanto para tener una instalación segura como para tener un ahorro por concepto de energía eléctrica.

La normatividad en cuestión de motores a evolucionado al igual que en instalaciones eléctricas teniendo los fabricantes que proveer motores mas eficientes y de menor consumo por lo que en la actualidad la NOM-016-ENER-2002 asegura que los motores cumplen con eficiencias mínimas de fabrica.

¿Qué ventajas trae Utilizar motores de alta Eficiencia?

- Son más silenciosos
- Mayor vida útil
- Mayor confiabilidad para los operadores
- Menores perdidas
- Menor temperatura de operación
- Optimización de los costos

En México el consumo de motores en la industria es de alrededor del 46% dependiendo del tipo de esta, lo que nos lleva a ver que si usamos motores y CCM mas eficientes, podemos tener mejor control sobre su uso, tendremos un ahorro potencial por concepto de energía eléctrica y costos de operación, además de mejorar las condiciones de trabajo y aumento de productividad.

Por Concepto de iluminación en cualquier tipo de fábrica digamos de más de 10 años el tipo de iluminación que predomina son las lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes y HID, pero poco eficientes además que el porcentaje por concepto de iluminación puede llegar a valores desde el 15 hasta el 25 % de la carga total, esto lleva a evaluar que un buen diseño por concepto de iluminación trae muchos beneficios.

¿Qué ventajas trae tener un buen Diseño de la Iluminación?

- Disminución de los costos por consumo de energía eléctrica
- Mayor calidad de luz para todas las áreas de trabajo
- Confort y salud
- Menor desgaste y calentamiento de conductores es decir menores pérdidas
- Disminución de la carga térmica del lugar

Por lo que podemos decir que un proyecto de este tipo resulta atractivo tanto desde el punto de vista de ahorros de energía y por consecuencia ahorro en pesos, como para mejorar la seguridad, productividad e imagen de la empresa.

Objetivo General.

Diseño de la instalación eléctrica, iluminación y motores de corriente alterna para una fabrica de tapas metálicas para camas (TAGSA).

Objetivos particulares.

- Estudio de carga, iluminación y motores del taller
- Proyecto de iluminación, instalación eléctrica y motores

CAPITULO I

Instalaciones Eléctricas, Iluminación y Motores Marco Teórico.

El conocimiento de la normatividad vigente en cualquier campo de aplicación es importante para poder diseñar bajo un estándar general esto ofrece más seguridad a los diseñadores y al usuario final ya que actualmente la ingeniería se rige por normas.
Los antecedentes teóricos son importantes para la realización de cualquier proyecto de ingeniería ya que ofrecen una base sobre la cual trabajar y poder cumplir óptimamente los objetivos del proyecto.

1.1 Revisión de las Normas para Instalaciones Eléctricas, Iluminación y Motores.

1.1.1 NOM-001-SEDE-2005

La norma establece los parámetros técnicos de diseño y remodelación para cualquier aplicación que requiera una instalación eléctrica; el uso que le daremos a lo largo del proyecto será bajo un esquema de estructura general.

La norma esta compuesta por diez capítulos generales los cuales están divididos en artículos específicos sobre cada tema; para fines del proyecto solo haremos uso de los primeros cuatro capítulos de los cuales mencionaremos adelante su contenido general.

Capitulo primero: **Disposiciones Generales**, define términos utilizados a lo largo de la norma, así como, especifica los requerimientos en una instalación eléctrica.

Capitulo segundo: **Alambrado y Protección**, cálculo, identificación y clasificación de circuitos derivados, alimentadores, puesta a tierra, apartarrayos y supresores de sobre tensiones transitorias y sus protecciones.

Capitulo tercero: **Métodos de Alambrado y Materiales**, especifica métodos de alambrado, calibres de conductores, incluye el uso de materiales como los soportes tipo charola; especifica los requisitos para el uso de tubo conduit metálico y no metálico e incluye los requisitos de gabinetes y tableros de distribución alumbrado y control.

Capitulo cuarto: **Equipos de Uso General**, especifica los requerimientos de equipos como aparatos eléctricos para diferente aplicación, equipo para iluminación, motores, y aire acondicionado, ventilación, calefacción refrigeración (HVAR)[1], generadores, transformadores, capacitores, resistencias y reactores.

1.1.2 NOM-007-ENER-2004

En esta norma analiza los niveles de eficiencia energética en términos de DPEA (densidad de potencia eléctrica para alumbrado [w/m^2] específicamente para alumbrado en edificios no residenciales como es nuestro caso tanto interior como exterior.

1.1.3 NOM-025-STPS-1999

En esta norma se establecen las características de iluminación en los centros de trabajo, de tal forma que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades. Especificando los niveles de Iluminancia [Lux] dependiendo de la tarea visual realizada.

[1] HVAR, por sus siglas en ingles. Véase, Notas del curso impartido por “Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, A.C. (AMERIC)”.

1.1.4 NOM-016-ENER-2002.

La presente norma establece los valores de eficiencia nominal y mínima asociada de los motores eléctricos de corriente alterna, trifásicos, de inducción, jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 Kw. hasta 373 Kw., abiertos y cerrados.

1.2 Instalaciones Eléctricas Industriales.

Para fines del proyecto utilizaremos como instalación eléctrica industrial al conjunto de materiales y aparatos eléctricos asociados a una aplicación determinada cuyas características están coordinadas.

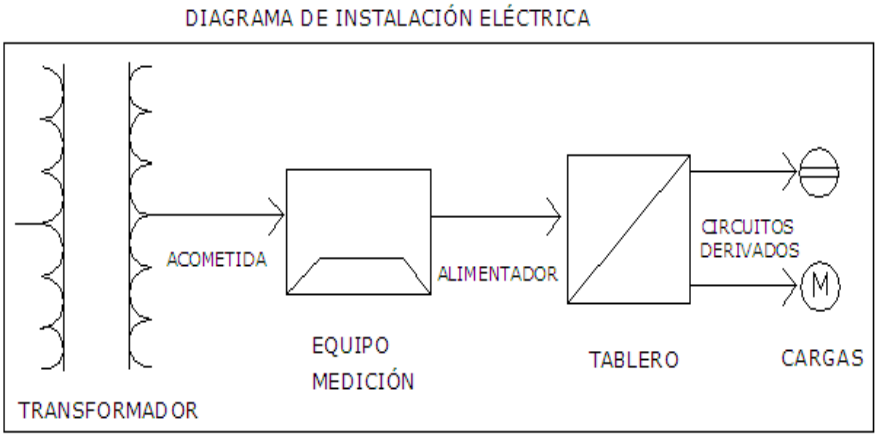


Figura 1.1 Diagrama unifilar de una instalación eléctrica
Fuente: NOM-001-SEDE-2005

1.2.1 Análisis de Cargas.

Las cargas en una industria pueden ser variadas y su estudio se facilita si las clasificamos en cuatro grupos principales, como se muestra en la figura 1.2[2].

[2] Elaboración propia (experiencia profesional).

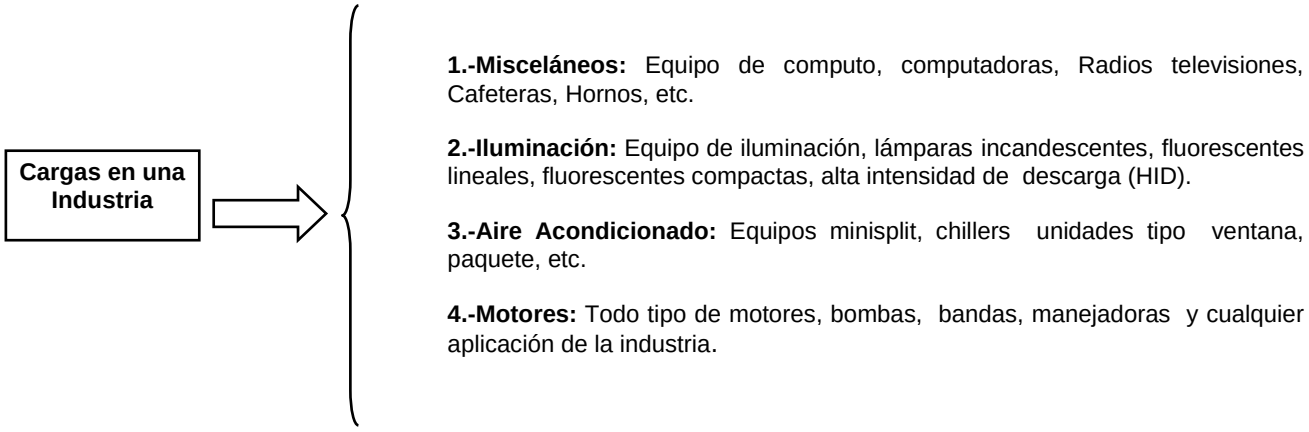


Figura 1.2 Cargas en una industria.
Fuente: Elaboración propia

Analizar las cargas nos permitirá conocer la capacidad de demanda de la industria así mismo diseñar y planear correctamente la instalación eléctrica, facilitando dimensionar correctamente conductores, equipo de protección, tableros de distribución, equipo de control, tuberías etc.

Otra razón por la que es importante analizar las cargas es el tener programas de mantenimiento preventivo y correctivo encargados de mantener en buen estado todos los aparatos y maquinas eléctricas necesarios para el buen funcionamiento de la industria.

1.2.2 Redes de Distribución Industrial.

Cada industria de acuerdo a sus necesidades de carga requiere cierta alimentación por parte de la compañía suministradora, puede ser que las necesidades de esta requieran alimentación en alta, media o baja tensión, por lo que la compañía suministradora cuenta con un sistema de distribución como el que sigue:

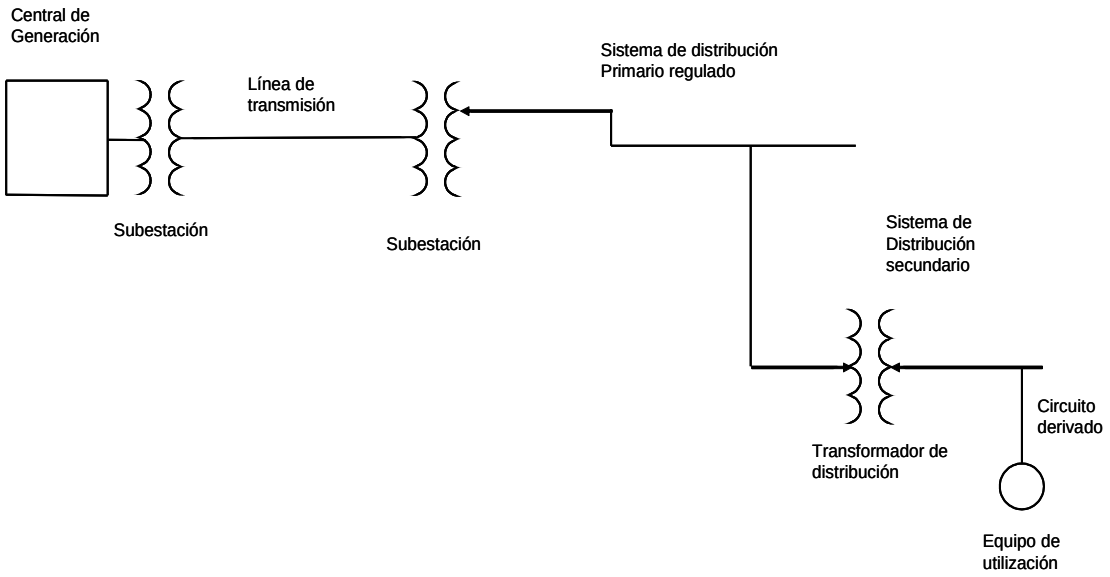


Figura 1.3 Sistema eléctrico[3] típico para la generación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica

Fuente: NOM-001-SEDE-2005.

1.2.3 Tarifas Eléctricas.

El conocimiento de la tarifa en una industria es importante estas nos pueden dar a conocer los principales parámetros eléctricos y su facturación, ver el consumo de cada equipo y su contribución al gasto eléctrico.

Comúnmente hay tres conceptos de cargo para formular estas facturas: demanda máxima, energía consumida y factor de potencia.

Cargos por demanda máxima.

El costo para el sostenimiento de estos servicios se les pasa a los usuarios en forma de cargos por demanda**.** La demanda máxima es la demanda media en kilowatts durante un período de 15 minutos en el cual el consumo de energía es mayor que en cualquier otro período.

Cargos por energía consumida.

[3] Véase: NOM-001-SEDE-2005, instalaciones eléctricas utilización.

Los costos de operación de la porción de la factura de consumo de energía eléctrica, se basan en el número de kilowatts-hora registrados en el término de cierto período, normalmente por un mes.

Cargos por bajo factor de potencia

Cuando el factor de potencia tenga un valor inferior a 0.9, el suministrador de energía eléctrica tendrá derecho a cobrar al usuario una penalización o cargo por la cantidad que resulte de aplicar al monto de la facturación.

1.2.3.1 Estructura de las Tarifas Eléctricas.

La estructura actual de las tarifas de energía eléctrica se basan en los costos de suministro a los usuarios, por lo cual se han tomado en cuenta las diferencias regionales, estaciones del año, horarios de consumo, nivel de la tensión de suministro y demanda.

Por lo anterior *L Y F y CFE* ha dividido el territorio por regiones, principalmente para diferenciar el uso de la energía eléctrica en media y alta tensión (Región Baja California. Región Baja California Sur. Región Noroeste. Región Norte. Región Noreste. Región Central. Región Sur. Región Peninsular).

1.2.4 Sistemas de Tierras.

Un sistema de tierras en un conjunto de electrodos, conductores y equipos misceláneos como, tornillos abrazaderas etc. Destinados a dar un camino de baja impedancia para todas las corrientes de cualquier naturaleza, corrientes de falla, o atmosféricas así como limitar al mínimo la diferencia de potencial que se presenta entre distintos puntos de la instalación para proporcionar seguridad a los usuarios. Dando al sistema una superficie equipotencial de

partes metálicas y neutras a tierra física evitando así el mal funcionamiento del sistema principalmente de los sistemas de protección.

1.2.4.1 Tipos de Sistemas de Tierras.

Un sistema de tierras se puede clasificar de acuerdo a su configuración o arreglo como:

- Radial, consiste en uno o más electrodos interconectados por un conductor en forma radial o lineal en el que se obtienen derivaciones para conectar los equipos o circuitos.
- Anillo, consiste en formar un anillo alrededor de la superficie de la instalación, teniendo varias varillas y derivaciones para aparatos y circuitos, en este sistema se reduce el tamaño del conductor debido a la configuración
- Malla, tiene una configuración tipo malla ya sea cuadrada o rectangular dependiendo del terreno utilizando mas varillas y mas conductor, este arreglo es con mayor frecuencia utilizado en subestaciones.

1.2.4.2 Elementos Básicos de un Sistema de Tierras.

Básicamente los elementos de una red o sistema de tierras son:

- Conductor de puesta a tierra
- Conectores y materiales misceláneos
- Electrodo de puesta a tierra
- Puente de unión principal

El conductor, de puesta a tierra es el camino por el cual se drena la corriente de falla o sobre tensiones originadas por las fallas y por lo tanto este conductor debe cumplir con las siguientes características:

- Alta conductividad eléctrica
- Bajo índice de corrosión

Los conectores y materiales misceláneos, son los encargados de asegurar la correcta conexión del sistema de tierras con las partes metálicas de equipos y partes del circuito, como tableros, tubería etc.

El electrodo de puesta a tierra, es indispensable ya que es el medio de conexión entre el sistema y la tierra por lo que debe contar con características iguales a las del conductor.

Además el electrodo de puesta a tierra debe ser lo más accesible posible y estar preferiblemente en la misma zona que la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema.

El electrodo de puesta a tierra debe ser[4]:

- Tubería metálica subterránea para agua. Que este en contacto directo con la tierra a lo largo de 3 m o más y deberá complementarse con un electrodo de puesta a tierra adicional, de acuerdo a 250-81 ò 250-83.
- Estructura metálica del edificio. La estructura metálica del edificio, cuando esté puesta a tierra eficazmente.
- Electrodo empotrado en concreto. Un electrodo empotrado como mínimo 50 mm en concreto.

[4] Veasè, OROPEZA, ANGELES, Javier; “Libro de Oro de puesta a tierra universal”, Schneider Electric, noviembre 2005, pp 200-206.

- Anillo de tierra. Un anillo de tierra que rodee el edificio o estructura, en contacto directo con la tierra y a una profundidad bajo la superficie no inferior a 800 mm, con una longitud mínima de 6 m, con un conductor desnudo no menor a 2 AWG.

Si son tipo prefabricados pueden ser lo siguientes:

- Los electrodos de puesta a tierra consistentes en tubería o tubo (conduit) no deben tener un tamaño nominal inferior a 19 mm (diámetro).
- Los electrodos de puesta a tierra de varilla de hierro o de acero deben tener como mínimo un diámetro de 16 mm.
- Estos electrodos deben de tener una longitud mínima de 2.4 m.
- Electrodos de placas. Los electrodos de puesta a tierra de placas deben tener en contacto con el suelo, un mínimo de 0,2 m^2 de superficie y un espesor de 6.4 mm.

El puente de unión principal, es la interconexión en la acometida entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra del equipo, con la finalidad de dar un camino a la corriente de falla hacia su lugar de origen.

1.2.4.3 Seguridad en los Sistemas de Tierra.

El objetivo principal de un sistema de tierra será:

- Proveer un camino para la corriente y tensión de falla
- Evitar sobretensiones durante un corto circuito
- Proveer protección para los usuarios de la instalación

En este punto nos enfocaremos a la protección de los usuarios. Las cusas por las que se pueden dar los accidentes son: exceso de confianza, fallas técnicas, fallas humanas, imprudencia, ignorancia.

La principal causa que preocupa en un accidente provocado por una falla eléctrica es la corriente eléctrica, los valores de corriente que pueden ser mortales dependen de varios parámetros como:

- El estado de humedad del cuerpo y principalmente de la piel
- El tipo de terreno o superficie
- La corriente eléctrica a través del cuerpo humano

Valores de Corriente y sus Efectos en el Ser Humano	
Valor en mA	**Efecto**
1 a 2	Se presenta umbral de percepción
2 a 9	Hay una contracción muscular
9 a 25	Es doloroso, no se puede soltar
25 a 60	Dificultad para respirar
60 a 100	Paro cardiaco y muerte

Tabla 1.1 Valores y efectos de la corriente eléctrica

Fuente: "Libro de Oro de puesta a tierra universal"

La siguiente ecuación evalúa el valor de la corriente a través del cuerpo en función del tiempo de exposición de esta.

Formula de Charles Dalziel[5].

$Ic = \frac{K}{\sqrt{t}}$ donde :

Ic: Es la corriente que pasa por el cuerpo

t: Es el tiempo de exposición.

[5] Véase, RAÚLL MARTÍN, José, "Diseño de subestaciones eléctricas", pág.240.

K= 0.116 en watts por segundo absorbidos por un cuerpo para mujeres (50 Kg.)

K= 0.157 para watts por segundo absorbidos por un cuerpo para hombres (70 Kg.).

1.2.5 Sistemas de Fuerza

Un sistema de fuerza es el encargado de proporcionar energía eléctrica a las cargas y sus componentes principales son los conductores para que en su conjunto con otros dispositivos formen la instalación eléctrica.

Los conductores eléctricos son los encargados de transmitir le energía eléctrica de una fuente primaria (generador) hasta la mas pequeña carga. En instalaciones industriales y comerciales, los conductores se encargan de enlazar el transformador con las cargas de alumbrado, fuerza, control, etc. En una instalación eléctrica los conductores se pueden clasificar dependiendo su ubicación y cargas que alimentan en: alimentadores y circuitos derivados.

1.2.5.1 Alimentadores.

Los alimentadores se definen como todos los conductores de un circuito, entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separadamente u otra fuente de alimentación y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Los circuitos alimentadores se clasifican de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente máxima, o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

La identificación de los conductores que componen el circuito es de gran importancia y se identifican de la siguiente manera:

- Conductor Neutro o Puesto a Tierra: color gris o blanco
- Conductor de Puesta a Tierra: color verde (para sistemas que no requieran tierra aislada), o sin aislamiento desnudo
- Conductores de Fase: negro, rojo, azul.

Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas.

1.2.5.2 Circuitos Derivados.

Los circuitos derivados se definen como, conductor o conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la o las salidas finales de utilización.

Los circuitos derivados se clasifican igual que los circuitos alimentadores. Así como su identificación de los conductores que componen un circuito derivado.

Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga máxima que alimentan.

El número mínimo de circuitos derivados será determinado por la carga total, en una instalación, el número de circuitos derivados deberá tener la capacidad para alimentar a las cargas instaladas. Los requisitos de los circuitos derivados se muestran a continuación:

Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Clasificación de circuito (A)	15	20	30	40	50
Conductores (tamaño o designación nominal mínimo mm^2-AWG):					
Conductores del circuito*	2,08(14)	3,31(12)	5,26(10)	3,37(8)	13,3(6)
Derivaciones	2,08(14)	2,08(14)	2,08(14)	3,31(12)	3,31(12)
Protección contra sobrecorriente (A)	15	20	30	40	50
Dispositivos de salida:					
Portalámparas permitidos	De cualquier Tipo	De cualquier Tipo	Servicio pesado	Servicio pesado	Servicio pesado
Valor nominal del receptáculo**	15 A máx.	15 A o 20 A	30 A	40 A o 50 A	50 A
Carga máxima, en amperes (A)	15	20	30	40	50
* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.					

Tabla 1.2 Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Fuente: NOM-001-SEDE-2005

En general las reglas para los circuitos de *motores* cambian debido a que los conductores se someten a un trabajo mayor y con cualidades diferentes a otras cargas, la definición de un circuito alimentador para un motor es la misma que la del punto anterior.

Para la identificación de los conductores se siguen las mismas reglas establecidas para los circuitos derivados.

1.2.6 Tableros.

Los tableros se definen como la estructura ò conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos de medición.

La función de los tableros es recibir la energía eléctrica en forma concentrada y distribuirla por medio de conductores. Los conductores y las barras colectoras en un tablero de distribución o en un tablero de alumbrado y control, deben estar instalados de manera que no queden expuestos a daño físico y deben sujetarse firmemente en su sitio.

El arreglo de las fases en las barras de sistemas trifásicos debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, vistas desde el frente del tablero o panel.

Para tener un buen funcionamiento y diseño de cualquier tablero se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Un tablero debe estar localizado de manera que tenga lugar de acceso y área de trabajo segura como lo indica la norma NOM-SEDE-001 de instalaciones eléctricas, se debe cumplir con los requerimientos de la compañía suministradora (demanda total esperada y la carga futura probable), así como una lista de todas las cargas instaladas.
- Se debe procurar la localización central para reducir la caída de tensión en los circuitos derivados.
- Los tableros de pared están limitados a 42 dispositivos de sobrecorriente.

Los tableros principales de una instalación eléctrica se pueden clasificar de la siguiente manera: tableros principales, servicios de 200 A se les denomina “pequeño” en el campo, hasta 600 A “medio”, y hasta 4000 A “grande”.

En cuanto a los requisitos eléctricos para el dimensionamiento de un tablero se tienen los siguientes puntos:

- Determinar el número de circuitos derivados
- Localizar lugar más conveniente para tableros y CCM, respetando las distancias permitidas por la NOM-001-SEDE-2005

- Alimentadores para tablero principal a los circuitos derivados de los demás tableros.

1.2.6.1 Centro de Control de Motores.

Un centro de carga para motores es una aplicación especifica de un tablero lo que facilita el manejo de cargas cuando son de un mismo tipo y reúnen las características de seguridad especificadas para tableros. Un centro de control de motores facilita la operación de los motores ya que un solo operador puede controlar fácilmente la instalación, este debe contar con un interruptor automático como dispositivo de seccionamiento y protección para la corriente de corto circuito; estaciones de botones, para el mando de los motores o arrancadores con estaciones de botones remotas.

En resumen las principales características que cumple un centro de control de motores son las siguientes:

- Estructura metálica normalizada, de tal manera que se facilite su montaje
- Los paneles o módulos, tienen dimensiones normalizadas, de manera que cada compartimiento contenga un número entero de elementos
- Cada panel contiene por lo general un interruptor automático que constituye un órgano de seccionamiento y protección para la corriente de corto circuito, estaciones de botones a control remoto, módulos de medición si es el caso

1.2.7 Canalizaciones Eléctricas.

Una canalización eléctrica es un canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras; de manera que queden protegidos contra deterioro mecánico y contaminación, además protejan a las

instalaciones contra incendios por arcos eléctricos que se presentan en condiciones de cortocircuito. Los medios más comunes para canalización son:

- Tubos conduit
- Ductos
- Charolas

1.2.7.1 Tubo Conduit.

Es un tubo de metal o plástico usado para contener y proteger los conductores eléctricos. Los tubos metálicos pueden ser de aluminio, acero en varios tipos, pesado, semipesado y ligero. En las instalaciones de tubo conduit sus conexiones deben de ser por medio de accesorios apropiados para dicho uso. Todas las conexiones de los conductores o uniones entre los mismos, se deben realizar en cajas de conexión apropiadas para tal fin y deben estar instaladas en lugares accesibles, igualmente las salidas hacia las cargas y contactos. Las cajas son de materiales metálicas y de plástico según su uso.

Tubo no metálico. Es una canalización corrugada y flexible, de sección transversal, circular con acoplamientos, conectores y accesorios integrados o asociados, aprobadas para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesto de un material resistente a la humedad a agentes químicos y a la propagación de la flama.

Tubo metálico. Es una canalización metálica de sección circular, aprobada para la instalación de conductores eléctricos y como conductor de puesta a tierra de equipo, cuando se instala con sus accesorios y acoplamientos aprobados. También existe metálico de uso semipesado, pesado y flexible, la elección depende de la aplicación y tipo de instalación.

Número de conductores en tubo conduit. Los conductores están limitados por su capacidad de conducción de corriente generando consecuentemente calentamiento y disminución de la vida del aislamiento debido a este incremento de temperatura. Debido a estas limitaciones, el número de conductores, dentro de un tubo conduit se limita de manera tal que permita un arreglo físico de conductores de acuerdo a la sección del tubo conduit

1.2.7.2 Ductos.

Son un medio de canalización eléctrica que se usan solo en instalaciones eléctricas visibles debido a que no podrían montarse en pared o dentro de lozas, son canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular. Tienen mayor espacio para alojar conductores y por lo tanto menores problemas con la disipación de calor de estos.

1.2.7.3 Charolas.

Es una unidad o conjunto de unidades secciones y accesorios, que forman un sistema estructural rígido utilizado para soportar cables y canalizaciones, estas pueden ser de cuatro tipos como son: tipo escalera, tipo fondo solidó, tipo canal perforado, tipo malla.

1.2.8 Protecciones de Instalaciones Eléctricas.

Un sistema de protección de una instalación eléctrica es el encargado de proteger la instalación contra cualquier desperfecto provocado por fallas humanas o naturales, como lo son:

- Cortos circuitos
- Sobrecargas
- Descargas atmosférica.

Cualquier instalación eléctrica debe estar provista de protecciones, cuyo objetivo es reducir al máximo los efectos producidos por un cortocircuito o una sobrecarga. Para que esto sea posible las protecciones deben ser dimensionadas adecuadamente según las características del circuito.

1.2.8.1 Características de un Sistema de Protección.

- *Confiabilidad*: es la característica más importante ya que un sistema de protección debe ofrecer certidumbre, de que operará siempre que se presenten las condiciones anormales para la cual fue diseñada.
- *Rapidez*: operación instantánea es aquella que caracteriza a un sistema de protección que no tiene retraso voluntario y operación de tiempo definido que integra cierta variable en el tiempo.
- *Selectividad*: es una característica que se atribuye a un sistema de protección en su conjunto.
- *Economía*: un estudio técnico-económico de un sistema de protecciones debe considerar la inversión necesaria para la instalación y operación del sistema contra el costo de reparación de los posibles daños asociados más el costo de interrupción del servicio.

1.2.8.2 Protecciones de una Instalación Eléctrica.

Para el cuidado de nuestra instalación es necesario contar con elementos diseñados específicamente para la protección del sistema como son:

- *Relevadores,* son dispositivos instalados en el sistema para detectar problemas y complementar el circuito eléctrico, se asocian con interruptores automáticos o con contactores.
- *Fusibles*, sensan corriente son dispositivos de interrupción, son conectados en serie con el circuito y actúan a efectos térmicos producidos cuando la corriente circula a través de el. El fusible es diseñado para abrir en un tiempo predeterminado dependiendo de la cantidad de corriente que circule.

Los fusibles pueden ser: limitadores de corriente o no limitadores de corriente.

Los fusibles no son recuperables, su elemento es consumido cuando interrumpe una corriente anormal.

- *Interruptores automáticos,* son dispositivos solo de interrupción y se utilizan en conjunto con dispositivos sensibles para una función de detección completa. Los sensores conectados pueden ser térmicos o magnéticos.

Los Termo-Magnéticos, son dispositivos de protección que se caracterizan por: desconectar un circuito eléctrico en condiciones anormales de operación, desconectar un circuito eléctrico en condiciones de falla, ya sea frente a una sobrecarga o frente a un cortocircuito; es posible que se utilice nuevamente después del (despeje) de una falla, a diferencia del fusible, que sólo sirve una vez.

1.2.9 Selección y Coordinación de Protecciones.

Salvo en instalaciones muy elementales, hay siempre dos o más protecciones conectadas en serie entre el punto de alimentación y los posibles puntos de falla. Para delimitar la falla a la menor área posible, la protección que esté más próxima al punto de la falla debe operar primero y, si ésta, por cualquier motivo, no opera dentro de su tiempo normal, la que sigue inmediatamente detrás deberá hacerlo y así sucesivamente. Cabe decir, debe haber un funcionamiento escalonado. Las protecciones deberán entonces elegirse y regularse, de acuerdo a sus curvas características, cuando se consigue que las protecciones sean

selectivas y el estudio que se ha hecho para conseguirlo, se denomina, coordinación de protecciones.

Los criterios para determinar el tipo y la coordinación de protecciones son los siguientes:

- Sobrecargas: utilizar las curvas de zonas de funcionamiento de los diferentes aparatos de protección. Sobre un mismo ábaco, las zonas de funcionamiento no deben cortarse.
- Cortocircuitos: utilizar las tablas de resistencia (esfuerzos) térmicos. En el esfuerzo térmico total del sistema de protección, el inferior debe ser menor al esfuerzo térmico del pre-arco de las protecciones superiores.

La intención de las curvas es mostrar la relación entre varios valores de sobrecorriente y algunas funciones de apertura del fusible, las corrientes se presentan en la parte baja de la curva. Los valores de tiempo son normalmente indicados en la parte vertical.

1.3 Instalaciones de Iluminación.

Un buen sistema de iluminación implica atender elementos como, la clase de lugar y el servicio para el cual se requiere la iluminación, el tipo de luminaria mas apropiado para determinada aplicación, el color de la luz y el efecto sobre las superficies así como las tareas visuales realizadas, estos factores deben ser considerados para un mejor diseño de la instalación de iluminación, respetando las normas oficiales aplicables.

1.3.1 Iluminación Industrial y de Oficinas.

El principal requerimiento para la iluminación industrial y de oficinas, es el facilitar la ejecución de la tarea visual mediante una buena iluminación.

Existen técnicas de iluminación, el general, el general localizado y el alumbrado suplementario.

El sistema de alumbrado general debe proporcionar iluminación suficiente para tareas visuales menos importantes.

El alumbrado localizado y/o el suplementario deben ser usados para tareas visuales más detalladas o importantes.

Industria.

Antes de aplicar cualquier propuesta se debe de identificar el tipo de industria así como de las condiciones en las que se trabajan, es decir si hay polvos gases etc., además de identificar el tipo de local si es de bahía alta o baja y requerimientos básicos de seguridad para una buena propuesta de iluminación.

Tipos de industria:

- agricultura
- automotriz
- construcción
- pieles y derivados
- petroquímica
- manufactura
- papel
- logística
- eléctrica - electrónica
- alimentos
- farmacéutica
- textil
- maderera
- metal – mecánica

Tipo de ambientes

- húmedo
- seco
- polvoso
- explosivo
- cálido
- frió

Los factores a considerar para una buena iluminación en la industria serán:

- tipo de Industria
- ambiente
- nivel de iluminación

- clase edificio
- interior o exterior
- cantidad de personal
- horarios de trabajo
- presupuesto

En la industria podemos hablar de la importancia de la iluminación como una de las siete herramientas de productividad de acuerdo a la siguiente clasificación:

- buen estado de maquinaria y equipo de trabajo
- medidas de seguridad
- buena *iluminación*
- aire acondicionado
- instrucciones de trabajo claras
- entrenamiento
- control de ruido

Oficinas

En cuanto a la iluminación de oficinas también debe de cumplir con los niveles mínimos de iluminación para poder realizar tareas visuales y a diferencia de la industria el aspecto estético es un factor más a tomar en cuenta.

Factores para una buena iluminación de oficinas.

- niveles mínimos de iluminación
- número de empleados
- clase de local
- presupuesto
- horarios de trabajo
-

Tomando estos factores, un buen diseño de iluminación trae consigo varias consecuencias:

- productividad

- confort
- calidad
- seguridad
- motivación

1.3.2 Lámparas Incandescentes e Incandescente Halógena.

Incandescente, origina energía radiante por la emisión de alta temperatura (2,500 ºC) de un filamento de tungsteno calentado por el paso de la corriente eléctrica, la mayor parte de la energía emitida se sitúa en el infrarrojo, por lo que el rendimiento en la luz visible es normalmente bajo.

Figura 1.4 Lámpara Incandescente

Fuente:www.ilumina.com/fuentes de luz

Halógena, este tipo de lámparas tienen el mismo principio solo que al bombillo se agrega gas halógeno, su vida es más larga, tiene mayor eficacia y mejor calidad de luz, este tipo de lámparas tienen su principal aplicación en iluminación de acento o comercial.

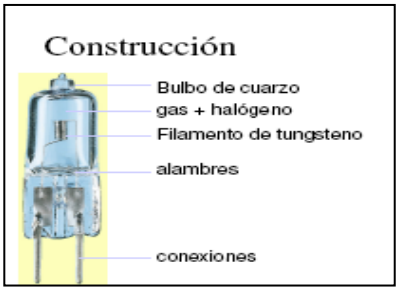


Figura 1.5 Lámpara halógena

Fuente: www.ilumina.com/fuentes de luz

Su instalación requiere de un transformador y una base especial, normalmente son transformadores que se conectan a 127/220 V.

1.3.3 Lámparas Fluorescentes Lineales.

Su principio de funcionamiento se basa en la descarga eléctrica a través de un gas ionizado en un recipiente tubular, en su pared interior se depositan una capa de sustancias minerales fluorescentes albergando en cada uno de sus extremos un electrodo. El tubo esta relleno de un gas noble, generalmente argón, a algunos milímetros de presión y una pequeña cantidad de mercurio. En la figura 1.12 se muestra el fenómeno en el que se aplica tensión elevada entre los cátodos de la lámpara, produciéndose una descarga eléctrica entre ellos. Los átomos de mercurio emiten radiación UV estas radiaciones excitan a los materiales depositados en las paredes del tubo emitiendo luz visible.

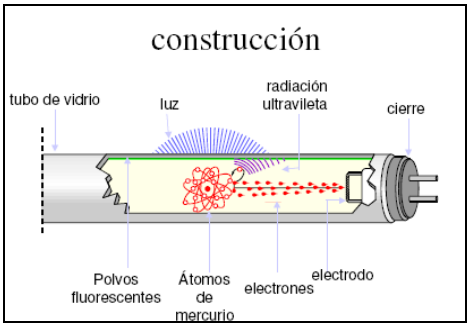


Figura 1.6 Lámpara fluorescente.

Fuente: www.ilumina.com/fuentes de luz

Este tipo de lámparas no puede funcionar por si solas, requieren de un balastro para obtener tensión elevada de arranque y su conexión depende del número de lámparas que maneje el balastro, pueden ser una, dos, tres o cuatro. Existe de dos tipos dependiendo del tipo de encendido de la lámpara, encendido rápido y encendido instantáneo.

Los balastros para este tipo de lámparas se dividen en:

Electromagnético, este puede ser baja energía, convencional o ahorrador, este tipo de balastros tienen mayores perdidas.

Electrónicos, proporciona la misma función pero con componentes electrónicos, estos pueden ser de arranque instantáneo, rápido y programado siendo este último el más eficiente y ahorrador, debido a su circuito, la tensión de encendido es menor después del encendido de la lámpara y esto ayuda a ahorrar energía.

1.3.4 Lámparas HID (Alta Intensidad de Descarga).

Su principio de funcionamiento se basa al igual que las lámparas fluorescentes en la descarga eléctrica a través de un gas ionizado, también necesitan de un balastro que proporcione tensiones y corrientes necesarias para su correcto funcionamiento. Todas las lámparas HID tienen un tubo de arco en el cual se efectúa la descarga eléctrica a muy alta temperatura y presión.

Gracias a sus nuevas características como alto CRI y bajas potencias ingreso a mercados como comercios y edificios ideal en algunas aplicaciones industriales.

- VAM: aditivos metálicos, este tipo de lámparas tienen una TCC intermedia entre 3,000-4,300 ºK, su CRI fluctúa entre 65 y 95 casi para cualquier aplicación.
- VSAP: sodio alta presión, esta lámpara tiene un CRI pobre por lo que su aplicación debe ser en tareas donde no se requiera una alta discriminación de color.
- VSBP: vapor de sodio baja presión, este tipo de lámparas produce una luz amarilla monocromático con TCC bajas, su reencendido es lento.
-

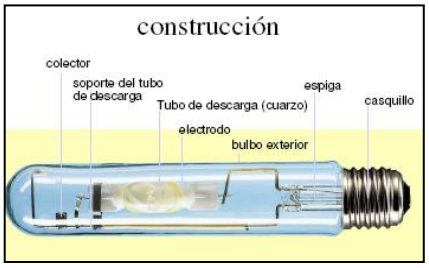


Figura 1.7 Lámpara aditivos metálicos

Fuente: www.ilumina.com/fuentes de luz

Los balastros para lámparas HID se fabrican normalmente con una clasificación térmica mayor que la de los de lámparas fluorescentes clase H y C con 180º C y 200º C respectivamente además de ser más resistentes debido a sus aplicaciones. Sus presentaciones son desnudas, en caja y en bote. Otra forma de clasificarlos es de acuerdo con su relación de fase, cuando la corriente de la lámpara va atrasada con respecto al voltaje, se trata de un balastro atrasado. Cuando en serie con la lámpara esta conectado un capacitor la corriente esta adelantada con respecto al voltaje y entonces el balastro es adelantado.

Los circuitos más comunes son:

- Reactor serie
- Auto transformador alta reactancia
- Auto transformador autorregulado
- Potencia constante

1.3.5 Luminarias.

Debido al alto deslumbramiento de las lámparas y a que no podríamos colocar solo lámparas para iluminar un área, debemos utilizar luminarias, estas son las encargadas de dar control a la luz emitida por las lámparas así como de proteger la integridad de las lámparas.

Un luminario cuenta con varios accesorios dentro de los más importantes están:

- armadura o carcasa. elemento físico que sirve de soporte y da volumen al luminario
- equipo eléctrico. este depende del tipo de lámpara y del consumo del conjunto lámpara balastro
- reflector. es una superficie en el interior del luminario que modela la forma y dirección del flujo de la lámpara

- difusor. elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa

Generalmente la clasificación para las luminarias pueden ser por:

a) Tipo de aplicación.

- industriales , montaje alto y montaje bajo
- oficinas, escuelas, comercios y residenciales

b) Protección eléctrica, aseguran la protección contra contactos eléctricos dentro de las cuales están:

- Clase 0. con aislamiento funcional pero sin conexión a tierra
- Clase I. aislamiento funcional y con conexión a tierra
- Clase II. aislamiento doble y/o aislamiento reforzado
- Clase III. diseñada para circuitos de voltaje extra bajo

c) Por condiciones operativas, clasificado por el sistema IP que clasifica las luminarias de acuerdo con el grado de protección que poseen contra el ingreso de cuerpos extraños, polvo y humedad, consiste en las letras IP seguidas por dos números. El primer numero indica el grado de protección contra polvo y el segundo indica la protección de sellado para evitar el ingreso de agua.

d) Por el porcentaje de lúmenes que emiten sobre la horizontal y bajo ella de acuerdo a la siguiente tabla 1.3.

Clase Luminaria	% distribución de flujo hacia arriba	% distribución de flujo hacia abajo
Directa	0-10	90-100
Semi-directa	10-40,	60-90
Directa-indirecta	40-60	40-60
Difusa general	40-60	40-60
Semi-indirecta	60-90	10-40,
Indirecta	90-100	0-10

Tabla 1.3 Tipo de luminarias

Fuente: Apuntes de Iluminación F.I. UNAM

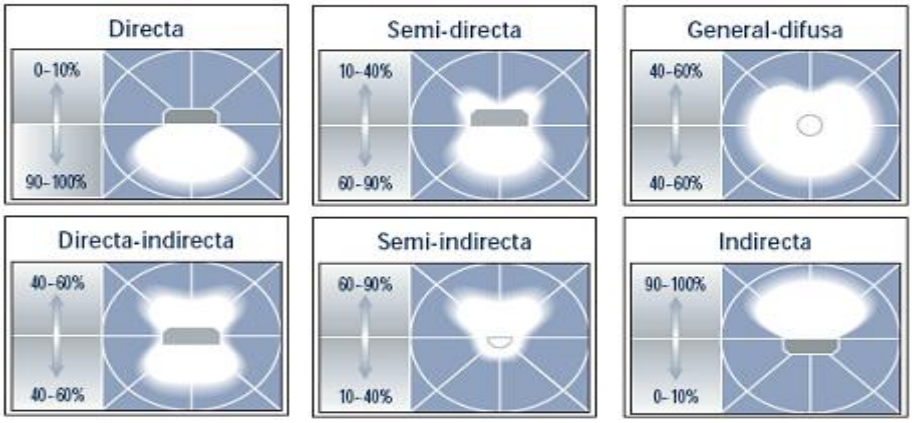


Figura 1.8 Tipos de Iluminación

Fuente: www.ilumina.com/fuentes de luz

1.4 Motor Eléctrico.

Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica, y viceversa, convierte la energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generador.

Figura 1.9 Motor Eléctrico

Fuente: www.motores-industriales.com/images/motor.gif

Clasificación de motores eléctricos:

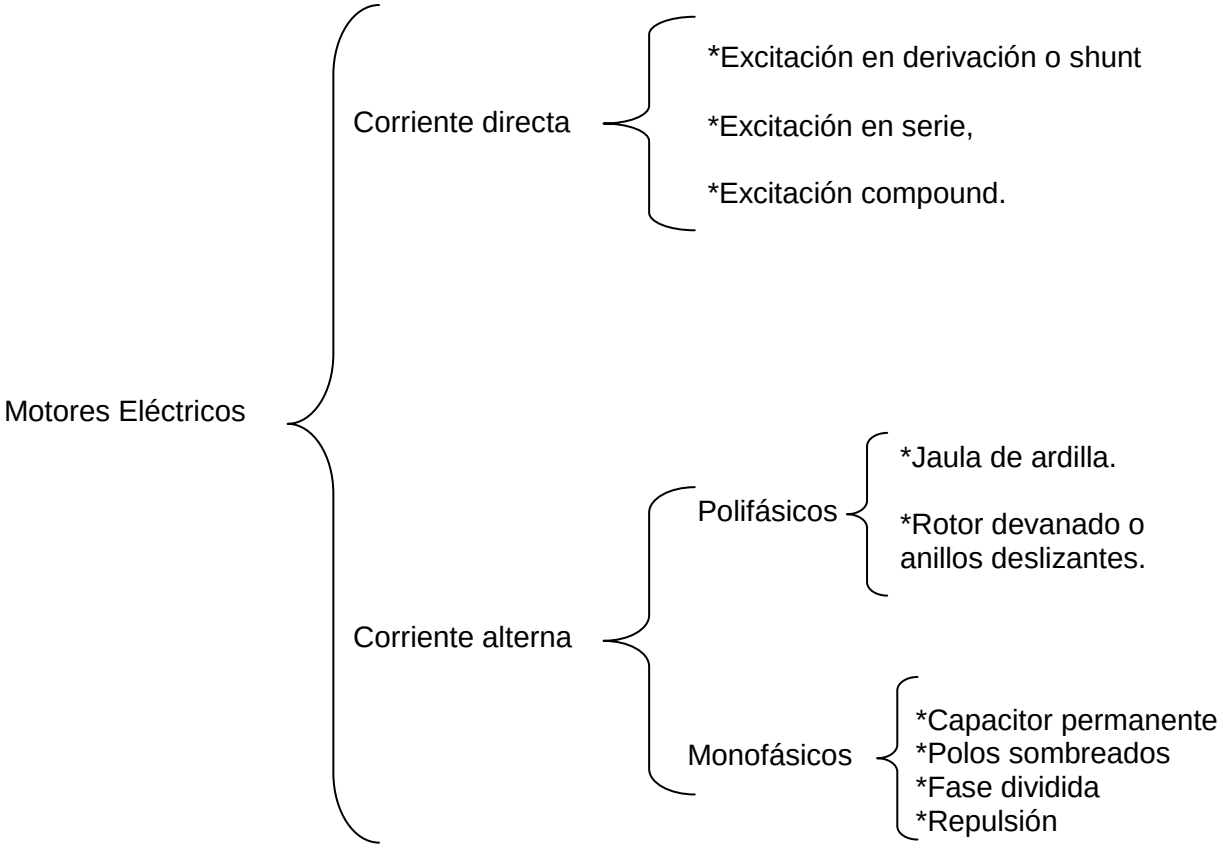


Tabla No. 1.4 Clasificación de los Motores Eléctricos
Fuente: Ahorro de energía en motores eléctricos. Ing. Alex Ramírez, GENERTEK S.A. de C.V.

1.4.1 Motor de Corriente Continúa.

Los motores de corriente continua (CC), se emplean en forma extensa en el sector industrial gracias a su capacidad para satisfacer una amplia variedad de requisitos de par y velocidad.

Estos motores son especialmente adecuados para aplicaciones que requieren:

- aceleración gradual dentro de un intervalo muy amplio
- ajuste preciso de velocidad
- sincronización de velocidades (o ambas cosas)
- control preciso del par de rotación o de tensión

1.4.2 Motores de corriente alterna.

La mayor parte de la energía eléctrica generada se utiliza para producir fuerza motriz y esta energía mecánica es desarrollada por motores eléctricos de corriente alterna CA.

Los motores de CA, se fabrican en tamaños que varían de menos 1/1000 hasta decenas de miles de caballos de potencia HP. Se construyen motores de CA para satisfacer casi todas las necesidades imaginables en la impulsión de maquinaria y aparatos de toda clase.

Algunos de los últimos tipos de motores de esta clase de corriente, se construyen para producir el par de arranque requerido y proporcionar un intervalo de control de velocidad muy amplio con variadas características deseables que antes sólo era posible obtener por los motores de corriente continua.

1.4.2.1 Tipos de Motores de Corriente Alterna.

Los motores de CA se construyen en diversos estilos o tipos, según la clase de servicio a que se destinan y según el tipo de energía que utilizan. Los tipos más comunes de esta clase de motores son los de repulsión, inducción y síncronos. Los de repulsión se emplean solamente en los circuitos monofásicos, pero los motores de inducción y síncronos pueden ser monofásicos, bifásicos y trifásicos.

Los motores monofásicos se fabrican más comúnmente en los tamaños de ½ a 10 HP, aunque en algunos casos se emplean mayores. Estos motores suelen diseñarse para circuitos con tensiones de 127, 220 y 440 V.

Los motores bifásicos se usan todavía en algunas fábricas y plantas antiguas, pero la inmensa mayoría de los motores de CA son trifásicos.
Los motores trifásicos se fabrican, por lo general, en tamaños que van desde ½ hasta decenas de miles de HP y se pueden hacer en la actualidad tan grandes como sean

necesarios. Los motores trifásicos de mayor uso, son los de inducción y estos a su vez se dividen en dos tipos:

- jaula de ardilla.
- rotor devanado o anillos deslizantes.

1.4.3 Porque el Uso de Motores de C A.

Los motores de CA tienen la ventaja de una velocidad prácticamente constante; dentro de los mismos, destaca el motor de inducción tipo jaula de ardilla, que es el más comúnmente usado en la actualidad por no tener conmutador, anillos deslizantes, escobillas y por lo tanto, elimina todas las chispas y el riesgo de incendio consiguiente, al mismo tiempo que reduce el número de partes sometidas a desgaste.

Los motores de CA, son silenciosos, seguros, eficientes y su control es sencillo; por estas razones, son los motores más utilizados. Un operador puede arrancarlo y pararlo, simplemente oprimiendo un botón.

1.4.4 Motores Eléctricos y el Factor de Potencia.

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad relativamente constante, su robustez y su costo hasta cierto punto bajo, son los motores más usados en la industria. Sin embargo, tienen el inconveniente de que aún en óptimas condiciones consumen potencia reactiva (kVAR) por lo que son una de las principales causas del bajo factor de potencia de las instalaciones industriales.

El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Se puede dar en por unidad o en porciento y es la relación entre la potencia real o activa (kw) y la potencia aparente o total (kVA). Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada y afecta la adecuada utilización del sistema eléctrico.

1.4.5 Control de Motores de CA.

Un controlador cubrirá algunas o todas de las siguientes funciones: arranque, paro, protección de sobrecarga, protección de sobrecorriente, movimientos reversibles, cambios de velocidad, pulsaciones, inversión rápida, control de secuencia, indicador de lámpara piloto. El controlador puede también servir de control para un equipo auxiliar, como por ejemplo; frenos, embragues, solenoides, calentadores y señales. Un controlador puede ser usado para control de un motor o grupo de motores.

Los términos de “arrancador” y “controlador” significan prácticamente la misma cosa. Estrictamente hablando, un arrancador es la forma más simple de un controlador y es capaz de arrancar y parar el motor dándole protección de sobrecarga.

Arranque de motores de inducción.

- arranque directo.
- arranque a tensión reducida.
- arranque con resistencia en serie.
- arranque con reactancia en serie.
- arranque con autotransformador a compensador.
- arranque con cambio estrella delta.
- arranque con devanado parcial.
- arranque de motores con transformador propio.

1.4.5.1 Selección del Controlador de Motores.

El motor, máquina y controlador se interrelacionan y necesitan ser considerados como un paquete cuando se elige un dispositivo específico para una aplicación en particular. En términos generales son cuatro los factores básicos que intervienen en la selección de un controlador:

- factor de servicio
- motor
- características de operación del controlador
- normas nacionales e internacionales

1.4.5.2 Características de Operación del Controlador.

El trabajo fundamental de un controlador es arrancar y parar el motor, así como dar protección al mismo. El controlador podría ser aprovechado para proporcionar funciones suplementarias que pudiera incluir movimientos reversibles de pulsaciones e inversiones rápidas, operando a diversas velocidades o a niveles reducidos de corriente y par del motor.
La caja del controlador sirve para dar protección al personal que lo opere, previniéndolo de algún contacto accidental con las partes vivas energizadas.

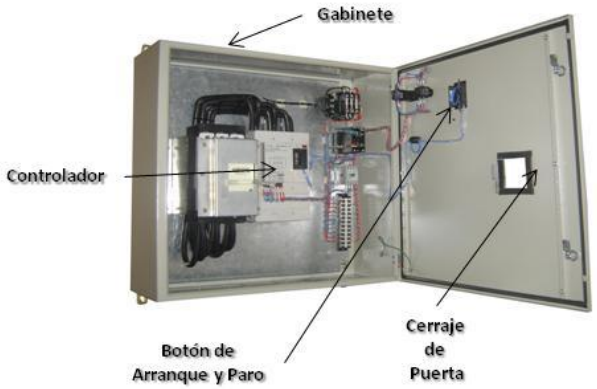


Figura 1.10 Componentes de Control en Gabinete
Fuente: 101 Básicos, eaton cutler-hammer S. R. de L.

1.4.6 Curvas de Operación Características Par Velocidad y Voltaje.

La operación correcta de un motor depende de varios factores importantes como las variaciones de voltaje la correcta selección de la potencia del motor de acuerdo a la carga, su correcto estudio facilita un buen funcionamiento de la instalación en general.

1.4.6.1 Características Par Velocidad.

Modificando el diseño de un motor tipo jaula de ardilla es posible controlar hasta cierto punto la corriente y el par de arranque. Dentro de las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association), estos diseños se han agrupado en cuatro clasificaciones principales:

NEMA A – motores de par normal y corriente de arranque normal
NEMA B – motores de par normal y baja corriente de arranque
NEMA C – motores de alto par y baja corriente de arranque con doble jaula en el rotor
NEMA D – motores de alto deslizamiento

Un motor de diseño A tiene corriente de arranque 6 a 10 veces la corriente nominal. Tiene además eficiencia y factor de potencia aceptables, alto par máximo y bajo deslizamiento. El par de arranque es cercano al 150% del par normal y el par máximo sobrepasa al 200% de este último.

Un motor de diseño B tiene mayor reactancia que uno de diseño A, lo cual se logra mediante el uso de barras delgadas y profundas en el rotor. Esto permite reducir la corriente de arranque a un valor del orden de cinco veces la nominal. Este tipo de motor puede arrancar a voltaje pleno en algunos casos en los que el motor de diseño A requeriría un arrancador a tensión reducida.

El motor de diseño C tiene mayor par de arranque que los de diseño A y B, aproximadamente un 200% del nominal. Por otra parte el par mínimo es menor que el de los diseños A o B, aproximadamente en 180% del nominal. Combina un alto par de arranque con baja corriente de arranque.

El motor de diseño D produce un par de arranque muy alto aproximadamente 275% del nominal, sin embargo no tiene en realidad un par máximo bien definido ya que el par disminuye en forma continua al aumentar la velocidad.

1.4.6.2 Curvas Características.

Diagrama de Saturación sin carga, estos diagramas o curvas se obtienen haciendo funcionar el rotor sin carga aplicada a su eje (o flecha). Estas curvas son de utilidad para estimar el factor de potencia y la eficiencia (o rendimiento) de la máquina a diferentes cargas, ya que la corriente magnetizante constituye la mayor parte de la corriente reactiva y tiene en efecto definitivo sobre el factor de potencia.

Diagrama de operación a rotor bloqueado, estos diagramas se trazan tomando lecturas de tensión, corriente y potencia mientras se aplica un freno el eje para evitar el giro del motor. Las curvas de saturación a rotor bloqueado proporcionan directamente el valor de la impedancia del motor, el par de arranque a diferentes tensiones y la corriente requerida para producir un par determinado.

1.4.6.3 Efecto de las Variaciones de Voltaje.

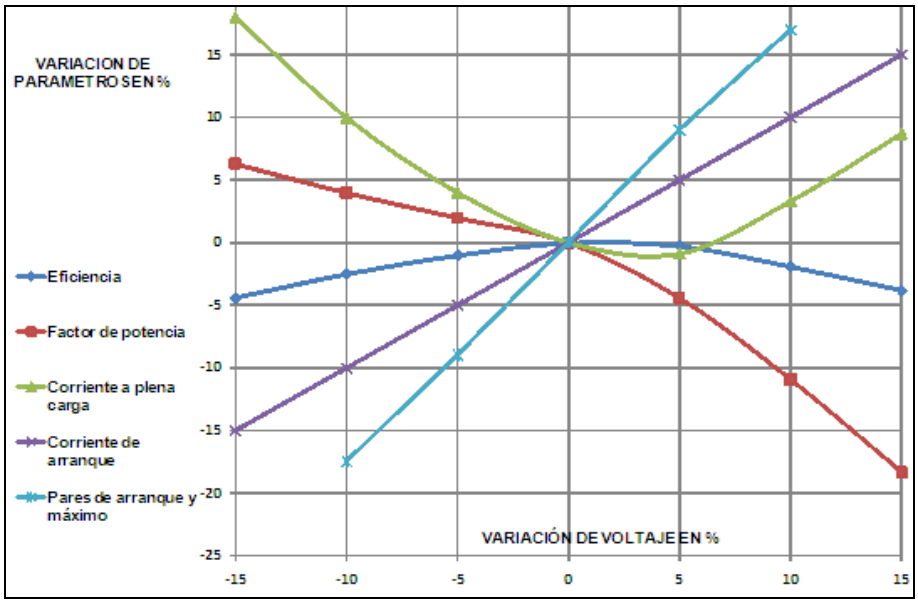
El voltaje disponible en la red que alimenta al motor, determinará el diseño del devanado. El no especificar correctamente este parámetro afecta los principales parámetros de operación: corrientes (nominal y de arranque), factor de potencia, eficiencia, velocidad, etc.

Si existen:

- incrementos ó decrementos de voltaje, derivan en aumentos de temperatura a carga nominal. Si esta condición se prolonga la vida útil de los aislamientos se acorta.
- incremento del voltaje disminuye el factor de potencia. Decrementos del voltaje traen aumentos del factor de potencia.
- los pares (arranque, nominal y máximo) son proporcionales al cuadrado del voltaje. decrementos de éste reducen los pares disponibles a la carga.

- un incremento del 10% en el voltaje reducirá el deslizamiento en aproximadamente 17%. Un decremento de 10% del voltaje aumentará el deslizamiento aproximadamente 21%.
- un aumento del 25% del incremento de temperatura por aproximadamente 3.5% de desbalance de voltajes.
- si existe desbalance de voltajes, la potencia útil de salida (HP´s) se ve afectada.

En general la grafica 1.1 muestra los diferentes parámetros afectados por la variación de tensión.



Grafica 1.1 Variación de parámetros por desbalance de tensión.
Fuente: Apuntes del seminario "Foro uso de motores de alta eficiencia" FIDE 2007

Teniendo un panorama general sobre las instalaciones eléctricas iluminación y motores es necesario tener conocimiento detallado de la instalación actual; permitiéndonos basarnos en los antecedentes teóricos y así hacer una propuesta sobre la instalación actual en TAGSA.

CAPITULO II

Análisis Cálculo y Selección de Equipo

La selección de equipo en TAGSA requiere de un estudio de cargas para poder determinar los requerimientos de la instalación, así como las necesidades reales del proyecto. En base al levantamiento y estudio de cargas se podrá hacer la ingeniería necesaria para la propuesta de equipos y materiales necesarios cumpliendo con las normatividades revisadas en el primer capitulo.

2.1 Levantamiento de la Instalación Actual

En todo proyecto de ingeniería es necesario plasmar de alguna manera el panorama actual del proceso y en general de lo que se quiere optimizar, en nuestro caso particular se desea realizar un nuevo diseño en la iluminación, en los motores y la instalación eléctrica de TAGSA. Para esto se debe realizar un estudio de la situación actual del taller, el cual consiste en realizar un levantamiento técnico del equipo actual que se utiliza y un estudio del funcionamiento del mismo, para determinar las acciones necesarias en el cumplimiento del objetivo derivando de esto una mejor instalación.

2.1.1 Instalación Eléctrica.

Para realizar el levantamiento del equipo de la instalación eléctrica se toma desde la acometida hasta la carga final, tomando en cuenta todos los elementos que intervienen entre estos dos puntos. Se tiene una acometida trifásica $V_{f\text{-}f}$=220 V la cual pasa por tres medidores, un medidor por fase de la compañía suministradora en este caso Luz y Fuerza del Centro, después que pasa por estos medidores las tres fases y el neutro llegan al interruptor principal de la instalación:

Figura 2.1 Medidores e interruptores.
Fuente: Toma propia del taller

Interruptor de Seguridad Tipo A	
Operación	Instantánea
Catalogo	2233
Polos	3
Amperes	100
Volts CA	250

Tabla 2.1 Datos del interruptor Principal
Fuente: Elaboración propia datos del taller

A partir del interruptor principal se realiza la distribución de los diversos circuitos derivados a través de las tuberías que están dentro de las paredes y la loza del taller sin ningún tipo de código de colores o marca para poder identificar que es a lo que alimenta cada uno, por lo que se llevo acabo solo el levantamiento del numero de contactos, apagadores, motores, luminarias y misceláneos en general, así como las mediciones pertinentes.

2.1.2 Iluminación.

Se realizo el levantamiento de la iluminación analizando el tipo de luminaria, su tensión y corriente de línea, descripción, sistema, potencia nominal y el número instalados en el taller. Además localizamos el balastro se detecto que los balastros están sobrecargados debido a un exceso de lámparas por balastro.

Figura 2.2 Levantamiento de lámparas.
Fuente: Toma propia del taller

Denominación	Tipo	Descripción	Sistema	Luminario
A	Fluorescente lineal	F48T12/D	2X39W	CAJA CANAL
C	Fluorescente lineal	F48T12/D	2X39W	GAVILAN
D	Fluorescente lineal	F20T12/D	1X20W	CANALETA
E	Fluorescente lineal	F40T12/D	2X40W	CANALETA DOBLE
F	Fluorescente lineal	F96T12/D	2X75	CAJON
a	Incandescente	100WA19	100W	A19 SOQUET

Potencia nominal lámpara (W)	Potencia línea balastro (W)	Tensión (V)	Amperes de línea (A)	Total	Total (Kw)
39	88	127	0,9	16	1,41
39	88	127	0,9	2	0,18
20	32	127	0,47	12	0,38
40	90	127	0,7	2	0,18
75	125	127	0,75	2	0,25
100	100	127	0,87	31	3,10
			Gran Total	65	5,50

Tabla 2.2 Levantamiento de iluminación.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.2.3 Motores.

Se realizo el levantamiento de datos de placa de todos lo motores instalados actualmente.

DATOS DE PLACAS DE LOS MOTORES ACTUALES								
Denominación	A	C	D	E	F	G	J	L
Uso	Troqueladora	Troqueladora	Torno	Torno	Torno	Torno	Torno	Compresor
Marca	Asea	US Motors	Siemens	OSEA	Motor MX	G.E.	Siemens	weg
HP	2	2	1	1	2	1	1	7.5
Voltaje	220/440	220/440	220	440/220	220/440	230/460	220	220
Amp.	3.4/6.8	3.5/7.0	3.4	2.0/4.0	6.4/3.2	1.6/3.2	-	-
RMS sin.	1680	900	1720	1720	1720	-	1745	1740
TEMP:		50°C	50°C	50°C	50°C		50°C	50°C
Armazón	-	254-5	-	-	A145T	-	-	-
F. S.	-	-	1.15	-	1	1.15	1.15	1.15
Diseño	-	-	A	-	-	NEMA E	B	E
Clase	E	E	F	B	-	F	B	B
Serie		533420		NR-9-098	2121-81-09-039	MOIF-2916	C9810011	-
Servicio	-	-	Continuo		Continuo		Continuo	-
Tipo	MM	5C	Cerrado	MM	-	-	Cerrado	Cerrado
H	-	-	NEMA	-	-	82.50%	-	-
Total	2	1	3	6	1	1	1	1
Gran total	16							

Tabla 2.3 Levantamiento de motores actuales.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

Figura 2.3 Levantamiento de motores actuales.
Fuente: Toma propia del taller

Cada unos de los motores cuenta con un interruptor de seguridad tipo termomàgnetico de operación instantánea de 3 polos, 30 amperes y 250 volts de operación como dispositivo de alimentación, protección y control, que estos a su vez se alimentan del interruptor principal.

2.1.4 Misceláneos.

Con ayuda del multimetro y auxiliándonos con tablas de valores típicos de consumo de energía eléctrica se realizo el levantamiento de los misceláneos, todos localizados en las oficinas administrativas. Detectando las siguientes fallas:

- sobre dimensionamiento del contacto que alimenta la carga del equipo de cómputo
- ausencia de dispositivo de protección y respaldo de energía (reguladores)

Oficina de Administración TAGSA				
Equipo	**Consumó en KW**	**Alimentación**	**Número**	**Total kw**
CPU	0.23	127 V / 1 fase	2	0.46
Monitor para computadora	0.75	127 V / 1 fase	2	1.5
impresora	0.1	127 V / 1 fase	2	0.2
Fax	0.016	127 V / 1 fase	1	0.016
Mini componente	0.11	127 V / 1 fase	1	0.11
Refrigerador	1.2	127 V / 1 fase	1	1.2
Horno de microondas	1.52	127 V / 1 fase	1	1.52
Contactos extras	1	127 V / 1 fase	2	2
			TOTAL kw	7.006

Tabla 2.4 Levantamiento de misceláneos.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.1.5 Latonado.

LATONADO				
Equipo	**Consumo en KW**	**Alimentación**	**Numero**	**Total**
Maquina de electrolisis	5	220 V/3fases	2	10
Horno de Secado	8	220 V/3fases	1	8
				18

Tabla 2.5 Levantamiento Latonado.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

En el área de latonado se realiza el pintado del producto con una técnica denomina electrolisis para la cual utilizan una maquina que genera de una corriente eléctrica. Este proceso lo componen dos maquinas descritas en la tabla 2.5.

Figura 2.4 Equipo en área latonado.
Fuente: Toma propia del taller

2.1.6 Apagadores y Contactos.

También se realizo un levantamiento de los contactos y apagadores existentes, a pesar de que no se logro identificar el circuito de origen que los alimenta, debido al mal estado de tubería y cableado.

Área	No. Apagadores	No. Contactos
Latonado	3	2
Recepción de lamina	2	1
Bodega 1	2	1
Bodega 2	1	1
Pasillo	2	0

Patio	2	1
Oficina Recepción	1	2
Baño P. B.	1	0
Refacciones	2	2
Rechazado 1 y 2	3	2
Clientes y entregas	2	1
Estacionamiento cerrado	2	1
Torno rechazado 1	2	2
Torno rechazado 2	2	3
Torno rechazado 3	2	2
Pasillo torno 1	2	1
Pasillo torno 2 y 3	2	3
Horno y pintado	2	2
Secado 1	1	1
Secado 2	1	1
Almacén P. A. 1	1	1
Almacén P. A. 2	1	1
Baño P.A.	1	0
Almacén P.A. 3	2	1
Oficina gerente P.A. 1	2	2
Oficina administración P.A. 2	2	2
Total	46	36

Tabla2.6Apagadores y contactos.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.2 Descripción del Proceso

TAGSA cuenta con un proceso sencillo de producción, no cuenta con la documentación de su proceso. El flujo que sigue su proceso fue adaptado de acuerdo, al crecimiento y necesidades de la fábrica.
La descripción que nos transmitió el gerente de la planta se resume de la siguiente manera:

a) Materia prima
b) Rechazado
c) Engargolado
d) Latonado
e) Barnizado

f) Empaquetado.

a) Materia Prima

La materia prima básicamente es lamina (negra) calibre 22 y 20 las cuales son almacenadas e identificadas según su calibre y se cortan según el tamaño de la tapa final.

b) Rechazado

En esta parte del proceso se cortan los discos de lamina según el tamaño que requiera la pieza final, esto se hace en las maquinas de corte, para después ser limpiadas y moldeadas en los tornos.

c) Engargolado

Las piezas ya limpias y moldeadas son sometidas a un proceso de engargolado en el cual se une la pieza ya moldeada de la tapa con un botón que se somete a presión para formar la pieza final.

d) Latonado

En está área se realiza el pintado del producto con una técnica denominada electrolisis, por medio de una maquina la cual se conecta a los diferentes depósitos contenedores de diferentes sustancias para dar el baño de latón al producto, en estos contenedores hay una serie de cátodos que al entrar en contacto con las diferentes sustancias requieren corriente para llevar acabo la reacción.

Una vez que se le da el baño de latón y se secan las piezas, se llevan a un horno para que el latón se fije a la pieza, este horno tiene un consumo de gas y de corriente eléctrica para llevar acabo este proceso. Siguiendo el proceso que a continuación se menciona.

i. latona o lámina negra
ii. proceso de electrolisis o galvanoplastia
iii. lamina Negra-Sucias, se la lava con sosa cáustica (6200 rona clear)
iv. raks de cobre (recubrimiento de plástico)
v. tina de sosa (Proceso de inmersión)
vi. planta de rectificado 6 volts dc 400-800 A
vii. enjuague con agua normal
viii. acido Sulfúrico Sal acida Sonax
ix. baño de agua
x. baño de Níquel (5-10 minutos a 80°-90° Grados)
xi. enjuague con Agua
xii. inmersión en cátodos
xiii. se seca con aserrín

e) Barnizado

Es este punto se barniza con el siguiente procedimiento.

i. pintura electrostática
   70% es pintura reciclada
   30% es pintura nueva
ii. horno 30 minutos 180°
iii. listo para se empaquetado el producto

f) Empaquetado

Finalmente se empaqueta las piezas en bolsas de plástico de diferentes tamaños esto dependiendo de los pedidos o demanda del producto.

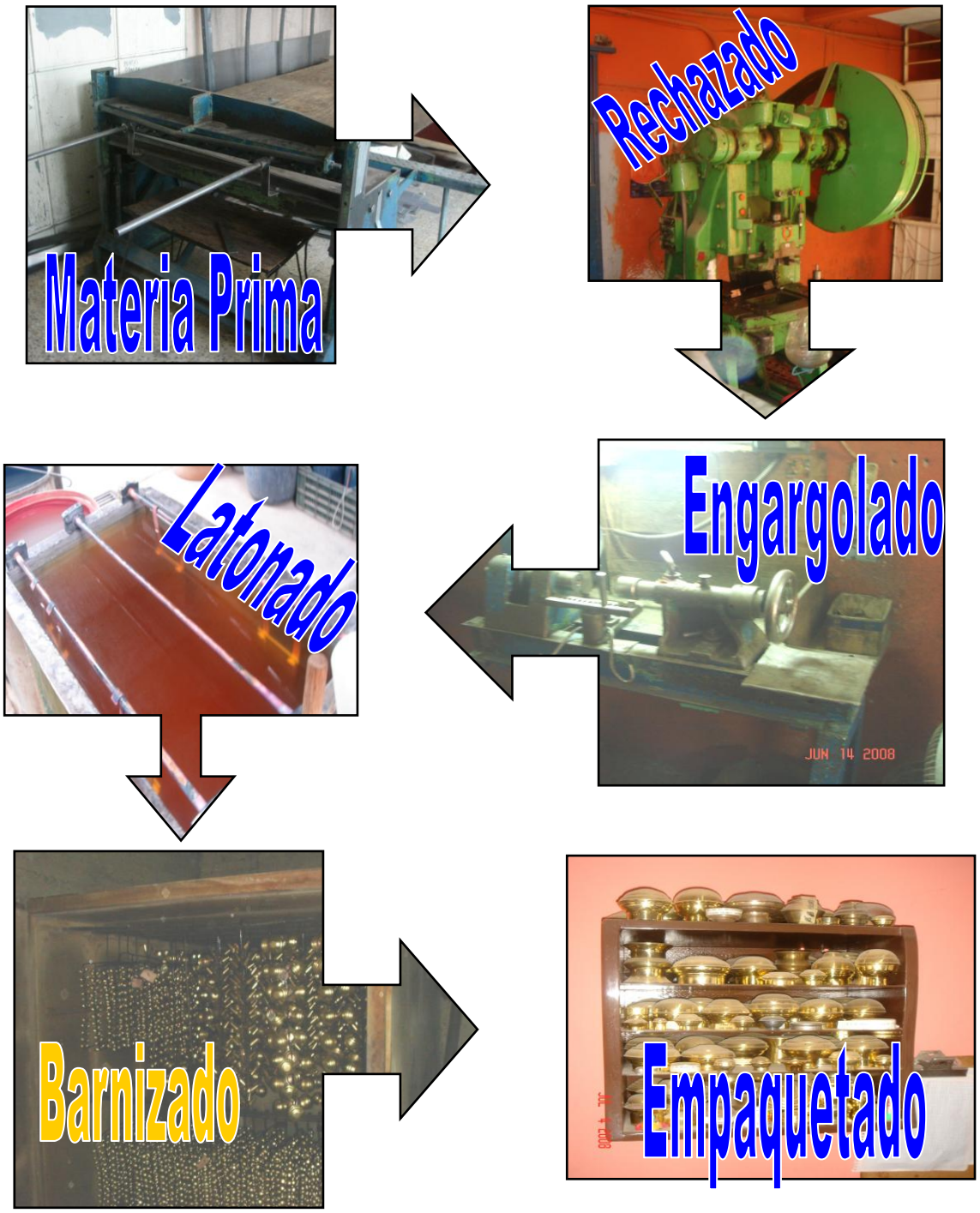


Figura 2.5 Diagrama del proceso.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.3 Distribución de Cargas.

El conocimiento de la participación de las diferentes cargas en cualquier industria es importante por dos principales razones: programas de

mantenimiento y el dimensionamiento correcto de la nueva instalación, tomando en cuenta la posible expansión o crecimiento a mediano plazo así como la seguridad de los usuarios, para cumplir con la normatividad vigente según sea el caso.

En las instalaciones de TAGSA se cuenta con las siguientes cargas:

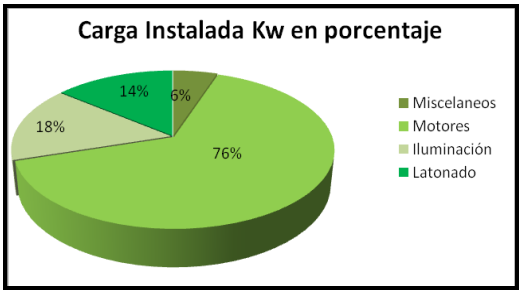
- misceláneos
- iluminación
- motores
- latonado (maquinas de electrolisis)

En la siguiente tabla 2.7 se muestran los Kw de carga instalada de cada tipo de carga.

Carga instalada Actual kw		
Carga	**Kw**	**%**
Misceláneos	1,85	5%
Motores	22,84	65%
Iluminación	5,50	16%
Latonado	5,00	14%
Total	**35,2**	**100%**

Tabla 2.7 Carga instalada en Kw
Fuente: Elaboración propia datos del taller

Se puede observar que los motores constituyen tres cuartas partes de la capacidad instalada de TAGSA.



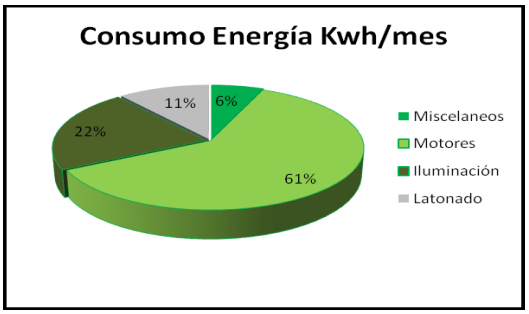
Grafica 2.1 Pay de carga instalada actual.
Fuente: Elaboración propia

El consumo por mes que representa cada carga se muestra en la siguiente tabla 2.8

Consumo kwh/mes		
Carga	**kwh/mes**	**%**
Misceláneos	348,7	6%
Motores	3.412,1	61%
Iluminación	1.209,6	22%
Latonado	605,0	11%
Total	**5.575,4**	**100%**

Tabla 2.8 Consumo kwh/mes.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

En este caso se puede observar que los motores reducen un poco su participación en comparación con la capacidad instalada y la iluminación aumento su participación.



Grafica 2.2 Pay de consumo de energía actual.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.4 Análisis de la Facturación.

La facturación eléctrica nos proporciona información importante para determinar junto con las mediciones y con el levantamiento de todas las cargas que tenemos en nuestro proyecto; si existe algún problema en nuestra instalación, esto nos llevara a tener cargos excesivos en nuestro recibo. Identificar el tipo de tarifa y sus principales cargos así como el factor de carga nos proporcionara un panorama de nuestro grado de utilización de la energía.

Periodo de consumo				Consumo en demanda Kw	Consumo energía Kwh	Factor de carga %
Mes	Fechas inicio	Fecha fin periodo	Días del periodo	Kw	Kwh/mes	%
jul-08	04/07/2008	03/08/2008	30	33	4.320	18%
ago-08	03/08/2008	04/09/2008	32	34	4.951	19%
sep-08	04/09/2008	03/10/2008	29	29	4.624	23%
oct-08	03/10/2008	03/11/2008	31	31	4.510	20%
nov-08	03/11/2008	03/12/2008	30	33	4.789	20%
dic-08	03/12/2008	03/01/2009	31	35	4.910	19%
			Promedio	33	4684,0	20%

Tabla 2.9 Análisis de facturación Actual.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

Se analizó un periodo de seis meses a partir de julio del 2008 hasta diciembre del 2008, la tarifa en la que se encuentran es tarifa 3 servicio general para más de 25 kw de demanda, con acometida trifásica.
La tabla 2.9 muestra los periodos analizados así como los principales consumos es importante señalar que el factor de carga es un poco bajo, debido quizá a la mala distribución de los consumos de energía.

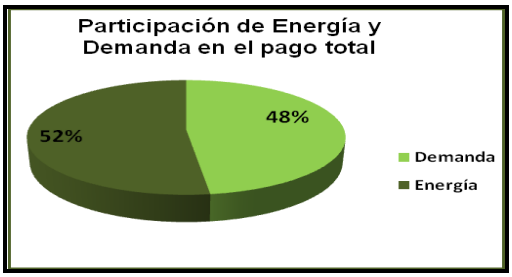
Esta es la relación que existe entre la carga promedio y la demanda máxima. Si el consumidor utiliza la capacidad total, o sea la demanda máxima, durante las 24 horas diariamente, se dice que está operando al 100 % de su carga o de su factor de carga. En esa forma se logrará la tarifa más baja por kilowatt-hora.
Sin embargo, si el ritmo de operación de la planta decrece, los cargos por la demanda se reparten entre unos cuantos kilowatt-hora por tal motivo estos cargos se elevan para cada kilowatt-hora.

La recomendación es, una planeación de la operación de la planta en función de la capacidad instalada, seccionando los procesos e identificando los de mayor y menor importancia; para poder calendarizar por día, semana o mes la operación de la planta y hacer más eficiente nuestro consumo de energía.

$/demanda	$/energía	Cargo por Energía y Demanda	IVA	Costo total	$/Kwh precio medio
$					
$6.567,33	$6.544,80	$13.112,13	$1.966,82	$15.078,95	$3,04
$6.843,52	$7.837,43	$14.680,95	$2.202,14	$16.883,10	$2,97
$5.926,44	$7.569,49	$13.495,93	$2.024,39	$15.520,32	$2,92
$6.365,23	$7.378,36	$13.743,59	$2.061,54	$15.805,13	$3,05
$6.939,24	$7.695,92	$14.635,16	$2.195,27	$16.830,44	$3,06
$7.332,50	$6.476,29	$13.808,79	$2.071,32	$15.880,11	$2,81
$6.662,38	$7.250,38	$13.912,76	$2.086,91	$15.999,67	$2,97

Tabla 2.9 Análisis de facturación
Fuente: Elaboración propia datos del taller

En esta parte del análisis se muestran los cargos[1] por Energía y Demanda así como la facturación desglosada. Se observa que el precio medio de la energía es en promedio de $ 2.97 lo que es un poco alto y se podría mejorar con un mejor aprovechamiento de la energía considerado en nuestra propuesta general (capitulo III). En la figura 2.9 se muestra la distribución del gasto total entre el consumo de energía y la demanda en porcentaje de participación.



Grafica 2.3 Distribución del gasto energía y demanda.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

[1] Veasè Costos Obtenidos de CFE, www.cfe.gob.mx/tarifaseléctricas.

2.5 Mediciones.

Con ayuda de multimetro de la marca Fluke se realizaron las diferentes mediciones necesarias que fueron:

- voltaje entre fases de la acometida
- corriente de línea en la acometida
- voltajes entre fases y corriente de línea en cada uno de los motores
- voltaje y corriente de línea de cada una de las luminarias
- voltaje y corriente de línea de cada uno de los misceláneos instalados en las oficinas
- voltajes entre fases y corriente de línea de las maquinas de electrolisis y del horno para el latonado

Figura 2.6 Mediciones a motores.
Fuente: Toma propia del taller

Se tomaron lecturas de voltaje en el tablero de seguridad principal y a su vez en los diferentes interruptores derivados.

Figura 2.7 Medición en cuchillas.
Fuente: Toma propia del taller

Se tomaron lecturas en cada uno de los interruptores de seguridad para todos los motores, el área de latonado y en cada una de las luminarias.

2.5.1 Medición de Nivel de Resistividad del Terreno.

Para realizar el estudio de nivel de resistividad del terreno se consiguió un megger (Megohmetro o terrometro) marca FLUKE modelo GEO1620.

La resistividad eléctrica del suelo es una variable básica que afecta la resistencia a tierra de un sistema de puesta a tierra.

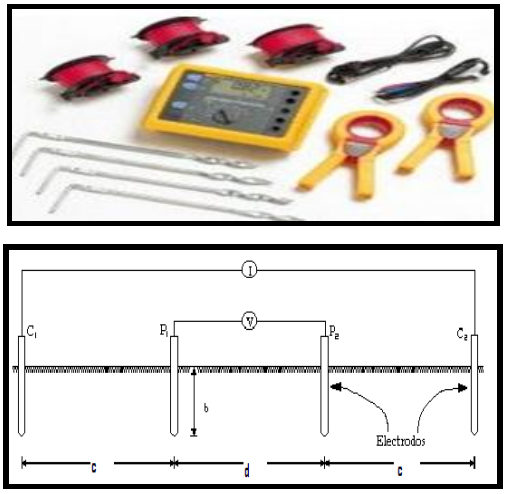


Figura 2.8 Configuración de medición de resistencia a tierra.
Fuente: http://www.cec.cubaindustria.cu/contenido/jornadaVII/1_2Cont.pdf

El método de los cuatro electrodos consiste en ubicar en línea recta, cada par (potencial y corriente) simétricamente ubicados con respecto al centro de medición elegido. Los electrodos se ubican a distancias relativamente grandes comparadas con la profundidad de enterramiento, de modo de suponerse a éstos como 4 fuentes puntuales de corriente.

$$\rho \approx \frac{[\pi \times c \times [c+d] \times R]}{[d]}$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno en Ohms x metro

d= Distancia entre electrodos interiores de prueba.

c= Distancia entre electrodos interiores y exteriores.

R= Resistencia a tierra medida por el aparato de medición.

Esta configuración conduce a la determinación de una (resistividad aparente) ρa , que se define como aquélla correspondiente a un terreno homogéneo en el cual, para la disposición dada de electrodos e igual magnitud de corriente inyectada al medio.

Figura 2.9 Estado del terreno para resistencia de tierra.
Fuente: Toma propia del taller

Por motivos de comodidad y para no interrumpir las actividades del taller nos tuvimos que valer de los recursos que teníamos a nuestro alcance; como, la reparación de las jardineras, dos externas y una interna del taller, para poder cumplir con la simetría que requiere el método, los electrodos de potencial se enterraron en la jardinera central en las orillas de la misma y los electrodos de corriente en una jardinera y una interna respectivamente, tratando de obtener la mayor simetría posible. El valor que se obtuvo es el siguiente:

p= 12.512 [Ohm.m].

2.6 Problemáticas encontradas.

De acuerdo a los datos recabados y a las mediciones realizadas los problemas encontrados en las instalaciones de TAGSA son los siguientes:

Motores:

- motores con mas de 10 años de uso
- arrancadores de motores subdimensionados
- sistema de protección de motores incompleto
- sistema transmisión de motores en mal estado
- acoplamiento mal balanceado
- bornera de motores en mal estado
- sistema de operación no adecuado y en mal estado.

Iluminación:

- luminarias con más de 15 años de vida
- niveles de iluminación bajos en todas las áreas de trabajo
- lámparas ineficientes
- balastros en mal estado
- luminarias sin difusor en zonas de polvo
- lámparas con alto contenido de mercurio
- colocación incorrecta de bases
- calentamiento excesivo de balastros

Instalación Eléctrica

- mal dimensionamiento de conductores
- canalizaciones incorrectas para las áreas de trabajo
- exceso de conductores sobre canalizaciones
- salidas para motores y luminarias en mal estado
- interruptores termomagnéticos subdimensionados
- número de salidas menores a las requeridas
- centros de carga en mal estado y con más de 15 años de operación
- CCM en mal estado y combinado con cargas diferentes
- interruptor general en mal estado
- no cuenta con sistema de tierra física.

De acuerdo a las normas vigentes de instalaciones eléctricas, iluminación y motores, se calculara cada parte de la instalación de TAGSA, cumpliendo con los requisitos técnicos y económicos.

2.7 Cálculo de Iluminación.

Como se menciono en el capitulo uno, el buen diseño de la instalación de iluminación nos trae beneficios técnicos y operativos, además de darle al trabajador la seguridad necesaria para desarrollar de manera confiable su actividad laboral; contando con los niveles de iluminación necesarios por norma (NOM-007-ENER-2004 y NOM-025-STPS-1999) y como adicional a lo anterior el ahorro de energía, que trae consigo una disminución en la carga y el consumo de energía.

Cabe aclarar que solo se mostrará el cálculo para una zona de trabajo y al final se presentará un resumen del cálculo de todas las zonas que se contemplan en el proyecto.

Se describe un método llamado de cavidad zonal[2] este nos arroja valores promedio de iluminancia. Considera superficie del local, altura de montaje de luminarias, reflectancias del local, coeficiente de utilización del luminario y lámparas, así como factores de perdida de luz por deterioro de lámparas, luminarias y superficies del local.

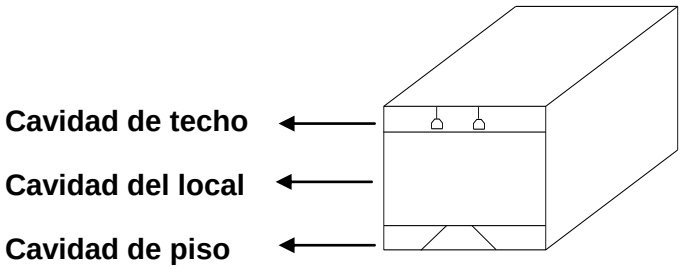


Figura 2.10 División del local por zonas.
Fuente: Elaboración propia

[2] El método de cavidad zonal curso básico de la IESNA Philips ww.philips.com.mx

2.7.1 Ecuación Básica del Método de Cavidad Zonal.

Una vez teniendo dividido el local podemos aplicar la ecuación básica de iluminación considerando que todo el flujo luminoso incide sobre el plano de trabajo, esto no es posible debido a que en la práctica existen varios factores que afectan este flujo y deben ser considerados para el diseño, por lo que se explican a continuación.

$$LUX \approx \frac{Flujo[lm]}{Area[m2]} \quad \text{..... (1)}$$

a) Coeficiente de utilización. Es la relación que existe entre la luz generada por la lámpara y la luz que finalmente incide en el plano de trabajo.

b) Depreciación de los lúmenes de lámpara. Compensa las perdidas de los lúmenes de salida de la lámpara el DLL es proporcionado por el fabricante de la lámpara al 70% de la vida útil.

c) Depreciación por polvo en la luminaria (DPL). Compensa pérdidas ocasionadas por acumulación de polvo en la luminaria.

d) Depreciación por suciedad local (DPSL). Compensa las pérdidas que ocasiona la suciedad en la reflectancia de las superficies del local. Por lo que la ecuación (1) queda de la siguiente forma.

$$LUX \approx \frac{Lumenes[lm] \times [DLL] \times [CU] \times [DPL] \times [DPSL]}{Area[m2]} \quad \text{..... (2)}$$

Y si $FPL \approx [DLL] \times [DPL] \times [DPSL]$, es el factor por pérdida de luz.

Por lo que nuestra ecuación de trabajo queda de la siguiente manera:

$$Lumenes[lm] \approx \frac{[LUX] \times [Area]}{[CU] \times [FPL]} \quad \text{..... (3)}$$

Cada luminaria tiene un número conocido de lámparas y cada lámpara genera una cantidad de lúmenes, por tanto la cantidad de lúmenes producidos dentro de cada luminaria es:

$$Lumenes\ por\ Lu\min aria[lm] \approx [No\ Lamparas] \times [Lumenes\ por\ Lampara[lm]] \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Esta ecuación considera a cada luminaria como un pequeño sistema.

Por lo que de estas ecuaciones el número de luminarias requerido es N:

$$N \approx \frac{Lumenes\ Totales[lm]}{Lumenes\ por\ Lu\min aria[lm]} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Por lo que si desarrollamos la ecuación (5) quedaría de la siguiente manera.

$$No\ Lu\min arias \approx \frac{[LUX\ requeridos] \times [Area\ Local]}{[CU] \times [Lumenes\ por\ sistema] \times [FPL]} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Antecedentes, latonado esta es un área de trabajo dedicada al proceso químico en el cual se aplica níquel a las piezas ya terminadas.

2.7.2 Clasificar que Tipo de Área y Condiciones del Lugar.

Esta clasificación se hace de acuerdo a las normas NOM-025-STPS-1999 y a la NOM-007-ENER-2004 para determinar el máximo valor de DPEA y el nivel mínimo de luxes requeridos para cada aplicación según la norma correspondiente, así como la clasificación vista en el primer capitulo (1.3.1 iluminación industrial y oficinas). A continuación se presenta la tabla 2.10 donde se da una clasificación de acuerdo a las normas mencionadas así como la recomendación de la IESNA, para cada una de las áreas del proyecto.

Áreas de trabajo de acuerdo ala NOM-025-stps-1999	Áreas	DPEA (w/m2) según NOM-007-ener-2004	Luxes según NOM-025-stps-1999	Luxes según IESNA
Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	Latonado	27	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Recepción lamina	27	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Oficina recepción	16,1	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Rechazado 1 y 2	27	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Torno 1	27	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Torno 2	27	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Torno 3	27	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Horno y Pintado	27	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Oficina gerente	16,1	300	categoría D, (200-300-500) luxes
	Oficina administración	16,1	300	categoría D, (200-300-500) luxes
Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia.	Bodega 1	11,8	200	categoría D, (200-300-500) luxes
	Bodega 2	11,8	200	categoría D, (200-300-500) luxes
	Refacciones	11,8	200	categoría D, (200-300-500) luxes
	Clientes y Entregas	11,8	200	categoría D, (200-300-500) luxes
	Secado 1	11,8	200	categoría D, (200-300-500) luxes
	Secado 2	11,8	200	categoría D, (200-300-500) luxes
Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos.	Pasillo	7,5	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Patio	7,5	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Baño PB	10,8	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Baño PA	7,5	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Pasillo torno 1	7,5	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Pasillo torno 2 y 3	11,8	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Almacén PA 1	11,8	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Almacén PA 2	10,8	50	categoría B, (50-75-100) luxes
	Almacén PA 3	11,8	50	categoría B, (50-75-100) luxes

Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos	Estacionamiento cerrado	3	20	categoría A (20-30-50) luxes

Tabla 2.10 Clasificación de áreas según normas y recomendaciones correspondientes.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

Otro factor importante es la reflectancia, es decir la reflexión de la luz en el techo paredes y piso, se representa por un porcentaje de la luz reflejada en cada superficie y debido a que en campo no se pudo contar con luxómetro para medir estos niveles se tomaron los valores de la tabla No 2.11 que cumple con los valores máximos por norma.

Concepto	**Niveles Máximos Permisibles de Reflexión Kf**
Techos	90%
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%
Suelos	50%

Tabla 2.11 Niveles máximos permisibles del factor de reflexión.
Fuente: NOM-025-STPS-1999

Por lo que para el proyecto debido a las condiciones de techos paredes y piso se tomaron los siguientes valores de reflectancia mostrados en la tabla 2.12.

Áreas	**Taller reflectancia %**	**Reflectancia en oficinas %**
R techo	50	70
R paredes	30	50
R Piso	20	20

Tabla 2.12 Niveles considerados para el proyecto.
Fuente: Elaboración propia en base datos del taller

2.7.3 Análisis de Lámparas Luminarias y Balastros Según la Aplicación.

Una ves que se identifico el tipo de aplicación en la que estamos trabajando podremos dar una propuesta preliminar es decir tipo de lámpara, tipo de luminaria y balastro.

En el proyecto se identifica que son dos aplicaciones básicamente una en el área de trabajo o taller y otra en el área de oficinas. Entonces se evaluarán luminarias, lámparas y balastros para determinar la mejor opción.

Los puntos más importantes a evaluar para luminarias son los siguientes:

- Costo. Es un factor importante ya que el luminario puede ser tan sofisticado como queramos siempre y cuando cumpla con los requisitos mínimos, ya que la instalación, el mantenimiento y la operación del mismo van ligados a su costo.
- Instalación. Esta tiene que ver directamente con el costo dependiendo del tipo de luminario y la forma de instalar ya que puede ser empotrado, sobreponer, suspendido, etc.
- Emisión de luz. En este punto se evalúa la mejor opción de acuerdo a la tabla 1.3.5 del primer capitulo

En cuanto a lámparas se enlistan los factores importantes a considerar.

- Flujo luminoso. Cantidad de luz emitida expresada en lumen
- Temperatura de color. tiene que ver con la apariencia de la luz, clara cálida suave.
- Índice de rendimiento de color. Este factor tiene que ver con la forma en que se reproducen los colores
- Costo. Todos los puntos mencionados en suma determinan el costo de la lámpara

En cuanto a los balastros en la actualidad se exige que sean de tipo electrónicos ya que ofrecen más ventajas que los antiguos electromagnéticos como lo son:

- menor calor de disipación
- ahorro de energía y eficiencia del sistema
- alto factor de potencia y baja distorsión armónica

Considerando estos factores para el área de trabajo, se tiene que es; bahía baja con ambiente polvoso con áreas de tamaño mediano a cubrir, por lo que la aplicación de lámparas tipo T5 es ideal, ya que tiene IRC alto, DLL alto, buen flujo luminoso y alta eficacia alrededor de los 85 [lm/w]. Se proponen sistemas de dos lámparas de 28 [watts] y balastro electrónico de encendido programado, para operar dos lámparas lo que nos ofrece confiabilidad del sistema además de tener la mayor expectativa de vida de la lámpara debido al balastro. En cuanto al luminario se propone un luminario tipo sobreponer a prueba de polvo y humedad tipo envolvente con difusor de policarbonato, para alojar las dos lámparas y el balastro[3].

Área: Latonado

Lámpara: T5 de 28 [w], con 2400 [lm] iníciales

Balastro: electrónico encendido programado para operar dos lámparas de 28 [w], con un consumo de 62 [w].

Luminario: Tipo sobreponer, aprueba de polvo y humedad, con difusor de policarbonato de iluminación indirecta.

En las áreas de oficinas también aplica sistemas de dos lámparas T5 de 28 [w], la calidad de luz de estas lámparas cumplen con los requisitos de iluminación y estética del lugar. A diferencia de las áreas de trabajo se propone un luminario decorativo tipo sobreponer, además de utilizar el mismo balastro y lámpara. Lo que ahorra tiempo, debido a que solo se cotizará un solo tipo de balastro y lámpara, además de dar confiabilidad de refacciones para el mantenimiento, ya que se reduce sustancialmente los tipos de refacciones.

[3] La descripción completa del sistema de iluminación se presentará en el anexo 1 catalogo de conceptos.

Área: oficinas

Lámpara= T5 28 [w], 2400 [lm] iníciales

Balastro: mismo balastro que para las áreas de trabajo

Luminario: Tipo sobreponer, envolvente con cuerpo de lamina de acero y difusor de acrílico para interiores, de iluminación indirecta.

2.7.4 Determinación de las Relaciones que Involucran Dimensiones del Lugar.

De acuerdo a la metodología se necesitan obtener algunas relaciones llamadas de cavidad, que involucran las dimensiones de cada lugar a iluminar a continuación se definen las relaciones de cavidad.

Cavidad de Techo: Es la distancia entre el techo y un plano imaginario en la cara inferior de las luminarias

Cavidad del local: Es la distancia entre el plano de las luminarias y un plano imaginario a la altura de las superficies de trabajo (escritorios, mesas, etc.)

Cavidad del piso: Es la distancia entre el plano de trabajo y el piso

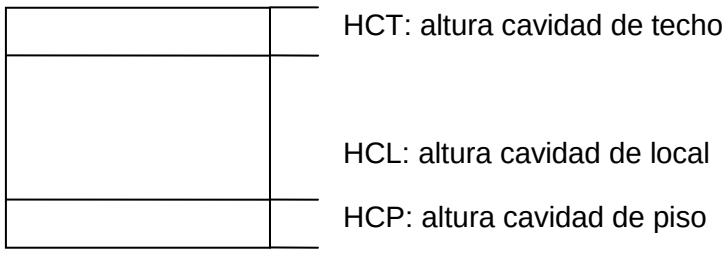


Figura 2.11. Determinación de las relaciones que involucran dimensiones del lugar
Fuente: Elaboración propia

Donde se tienen las siguientes relaciones:

$RCL \approx \frac{5 \times [HCL][L + A]}{[LXA]}$; relación cavidad de local

$RCP \approx 5 \times [RCL] \times \frac{[HCP]}{[HCL]}$; relación cavidad de piso

$RCT \approx 5 \times RCL \times \frac{[HCT]}{[HCL]}$; relación cavidad de techo.

Estas relaciones son adimensionales y son necesarias para encontrar el coeficiente de utilización del luminario.

Área: Latonado.
Largo= 10.4 [m]
Ancho= 5.9 [m]
Alto= 2.5 [m]
Área= 61.4 [m2]
HCP= 1 [m]
HCT= 0 [m]
HCL= 1.5 [m]
RCL= 2.0
RCP= 1.33
RCT= 0.0

Tabla No. 2.13 Tabla de relaciones de áreas
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.7.5 Factores de Pérdida de Luz (FPL) y Coeficiente de Utilización (CU).

DLL: De acuerdo a datos del fabricante = 0.95, este factor será utilizado para las áreas de trabajo y oficinas ya que solo depende del tipo de lámpara.

DPL: Este factor lo determinamos por tipo de ambiente y ciclo de limpieza del luminario.
De la tabla 2.14 se determina el tipo de mantenimiento del luminario para latonado y en general taller es categoría V, con una condición de sociedad alta, para entrar a la grafica 2.4, y de acuerdo a las visitas a TAGSA se determino que el nivel de sociedad fue medio, con los tados de la categoría de mantenimiento y tipo de ambiente se determinar el DPL. Los periodos de mantenimiento son de 6 meses de acuerdo a los datos proporcionados por el gerente de la planta.

Categoría de mantenimiento	Características
I	Lámparas desnudas sin reflector
II	Lámparas desnudas, utiliza reflector, con lámparas fluorescentes tipo industrial
III	Reflector que distribuye más del 70% del flujo luminoso hacia la superficie por iluminar.
IV	Lámparas fluorescentes de tipo empotrar o sobreponer, utilizan rejillas.
V	Estos como los de categoría IV pero utilizan difusores
VI	Son elementos de iluminación ínter construidos, como parte de la estructura arquitectónica del local a iluminar.

Tabla 2.14 Categorías de mantenimiento de luminarias.
Fuente: Apuntes iluminación F.I UNAM

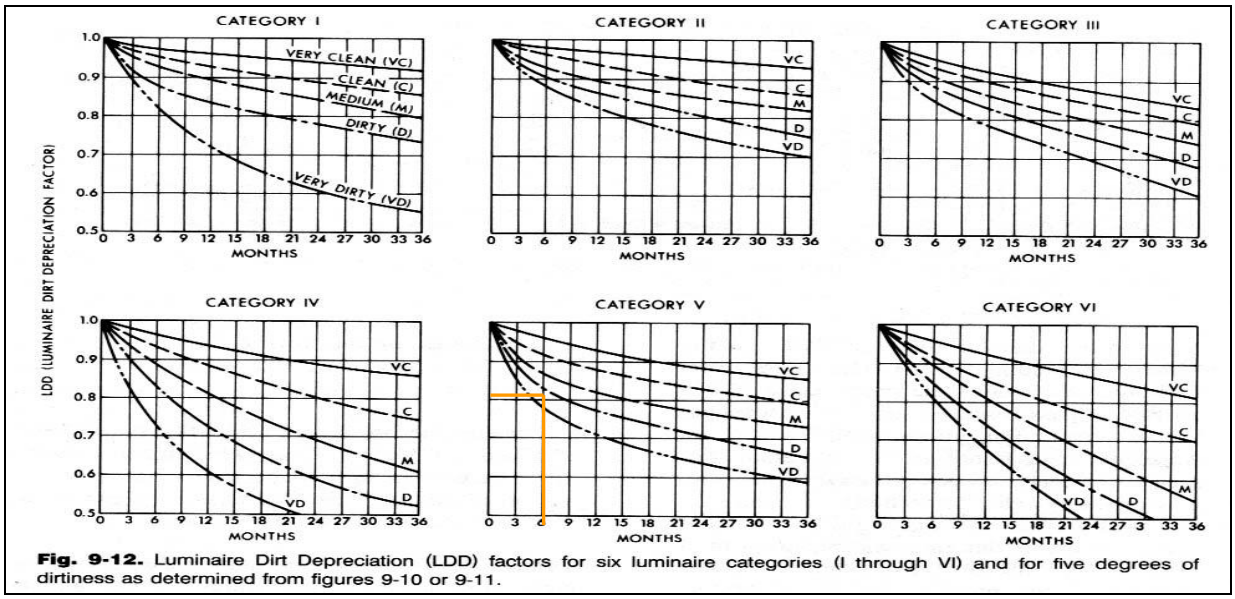


Fig. 9-12. Luminaire Dirt Depreciation (LDD) factors for six luminaire categories (I through VI) and for five degrees of dirtiness as determined from figures 9-10 or 9-11.

Grafica 2.4 DPL de acuerdo a la categoría de mantenimiento, los periodos de mantenimiento y el grado de sociedad.
Fuente: Apuntes iluminación F.I. UNAM

Por lo que el DPL= 0.85, será el mismo factor para todas las áreas de trabajo. En cuanto a las áreas de oficina se obtiene siguiendo la misma metodología y es de DPL= 0.88

DPSL: Se determina por el tipo de medio ambiente, ciclo de limpieza de cuarto y proporciones del cuarto. Se determina utilizando la tabla 2.15 que se utiliza

una vez determinado el tipo de ambiente se entra en las curvas de la parte superior izquierda con el ciclo de limpieza, se obtiene el porcentaje esperado de suciedad, después se entra en la tabla con el porcentaje obtenido, el tipo de distribución de luminario y la relación de cavidad de local, para obtener el factor buscado.

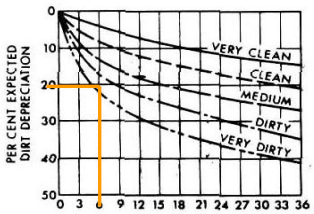


Fig. 9–7. *Room Surface Dirt Depreciation Factors*

	Luminaire Distribution Type																			
	Direct				Semi-Direct				Direct-Indirect				Semi-Indirect				Indirect			
Per Cent Expected Dirt Depreciation	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Room Cavity Ratio																				
1	.98	.96	.94	.92	.97	.92	.89	.84	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.73	.90	.80	.70	.60
2	.98	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
3	.98	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.74	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
4	.97	.95	.92	.90	.95	.90	.85	.80	.94	.86	.79	.73	.94	.86	.78	.70	.89	.78	.67	.56
5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.66	.55
6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
7	.97	.94	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
9	.96	.92	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
10	.96	.92	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

Tabla 2.15 Factores de depreciación por sociedad de local.
Fuente: Apuntes iluminación F.I. UNAM

Por lo tanto DPSL= 0.92, para latonado. Este factor es distinto para cada local del proyecto ya que depende de su relación de cavidad de local.

Por lo que el $\mathrm{FPL}\left[\text{factor de perdida de luz}\right] \approx \mathrm{DPSL} \times \mathrm{DLL} \times \mathrm{DPL} \approx 0.74$, para el área de latonado.

2.7.6 Determinación del Coeficiente de Utilización.

El CU depende de dos factores como son; reflectancias de local y relación de cavidad de local es determinado a partir de datos del fabricante estos datos el fabricante los muestra en una tabla como la siguiente.

ZONAL CAVITY COEFFICIENTS OF UTILIZATION

EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE = .20

CEILING	.80				.70				.50			.30		
WALL RCR	.70	.50	.30	.10	.70	.50	.30	.10	.50	.30	.10	.50	.30	.10
0	.86	.86	.86	.86	.84	.84	.84	.84	.80	.80	.80	.77	.77	.77
1	.81	.78	.76	.74	.79	.77	.75	.73	.74	.72	.71	.71	.70	.68
2	.76	.71	.67	.64	.74	.70	.66	.63	.67	.64	.62	.65	.63	.61
3	.70	.64	.60	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.58	.55	.59	.56	.54
4	.65	.58	.53	.49	.64	.57	.52	.48	.55	.51	.48	.54	.50	.47
5	.60	.52	.47	.42	.59	.51	.46	.42	.50	.45	.42	.49	.45	.41
6	.55	.47	.41	.37	.54	.46	.41	.37	.45	.40	.37	.44	.40	.37
7	.51	.42	.37	.33	.50	.42	.36	.33	.41	.36	.32	.40	.35	.32
8	.47	.38	.32	.28	.46	.37	.32	.28	.36	.32	.28	.36	.31	.28
9	.43	.34	.28	.24	.42	.33	.28	.24	.33	.28	.24	.32	.27	.24
10	.40	.31	.25	.22	.39	.30	.25	.21	.30	.25	.21	.29	.24	.21

Tabla 2.16 Coeficiente de utilización.
Fuente: www.imagenesiluminacion.com

Para Latonado el CU es de 0.65.

2.7.7 Numero de Luminarias.

De acuerdo a la ecuación No 6, se calcula el número de luminarias

$$No\ Lu\min arias \approx \frac{[LUX\ requeridos]\times[Area\ local[m2]]}{[CU]\times[Lumenes\ por\ sistema]\times[FPL]}$$

Para el área de latonado se tienen los siguientes datos:

Lux requeridos= 300 [lux]

Área de local= 61.4 [m^2]

Lúmenes por sistema= 4800 [lm]

FPL= 0.74

CU= 0.6

Sustituyendo todos los datos en la ecuación se tiene que No Luminarias= 8.0. Este procedimiento se sigue para cada área del proyecto. En la tabla 2.18 se muestra el resultado de esta operación para cada área del proyecto.

Numero de Luminarias por Áreas			
Partida	**Área**	**Sistema**	**No. Luminarias**
1	Latonado	2x28w T5	8
2	Recepción de lamina	2x28w T5	4
3	Bodega 1	2x28w T5	1
4	Bodega 2	2x28w T5	3
5	Pasillo	2x28w T5	1
6	Patio central	2x28w T5	2
7	Oficina recepción	2x28w T5	2
8	Refacciones	2x28w T5	1
9	Rechazado 1 y 2	2x28w T5	4
10	Clientes y entregas	2x28w T5	2
11	Estacionamiento cerrado	2x28w T5	1
12	Torno rechazado 1	2x28w T5	3
13	Torno rechazado 2	2x28w T5	3
14	Pasillo torno 1 y 2	LFC Dulux/14w 840	2
15	Torno rechazado 3	2x28w T5	3
16	Horno y pintado	2x28w T5	4
17	Secado 1	2x28w T5	2
18	Secado 2	2x28w T5	1
19	Almacén P.A. 1	2x28w T5	1
20	Almacén P.A. 2	2x28w T5	1
21	Almacén P.A. 3	2x28w T5	1
22	Oficina gerente P.A. 1	2x28w T5	2
23	Oficina administración P.A. 2	2x28w T5	3
24	Baño P.B.	LFC Dulux/14w 840	1
25	Baño P.A.	LFC Dulux/14w 840	1
		Total	**57,0**

Tabla 2.17 Numero de luminarias por área.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.7.8 Distribución de las Luminarias.

Unas ves que se tiene el número de luminarias por área, se debe de conocer previo a un cálculo, la ubicación de cada luminaria dentro del local ya que de lo contrario aunque el número de luminarias sea correcto no se tendrá el nivel suficiente de iluminación de acuerdo a cada aplicación.
Segun los criterios de la iesna la máxima separación entre los centros de luminarias es de 1 a 1.5 la altura de cavidad de local.

Para latonado se tiene que:
Largo = 10.5 [m]
Ancho = 5.9 [m]
HCL = 1.5 [m]
No Luminarias = 8
De acuerdo al criterio antes visto se tiene que:
Máxima separación [HCL] X [1.5] = 2.3 [m]
Mínima separación [HCL] X [1] = 1.5 [m]

Por lo tanto para este criterio de espaciamiento se propone un arreglo de 2 por 4 luminarias, y para comprobar esta propuesta se tiene:

Comprobación en largo = 10.5 / 4 = 2.6
Comprobación en ancho = 5.9 / 2 = 3.0

Se observa que la distribución en largo cumple con los valores de máxima separación, pero en ancho no cumple con el criterio máximo de espaciamiento. Suponiendo que se colocan 3 filas en lugar de dos, el numero de luminarias se eleva a 12; obviamente eso no es aplicable, por lo que aunque dos filas quedan un poco fuera del la máxima separación, por criterio y experiencia se deja ese valor.
A continuación se presenta un layout del área con el número de luminarias y su ubicación, y en el anexo No 2 se podrá observar la distribución de luminarias por área.

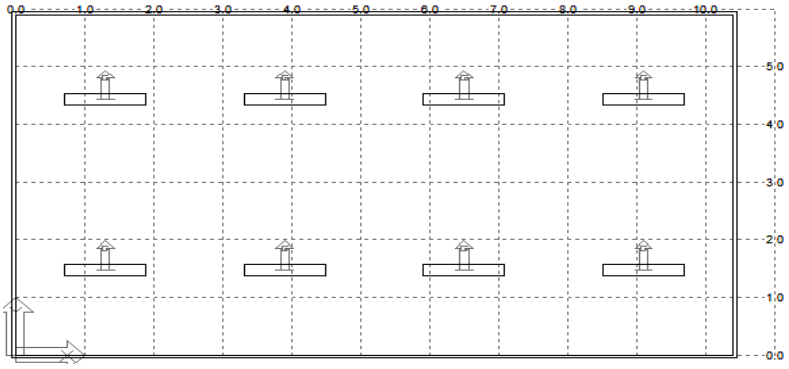
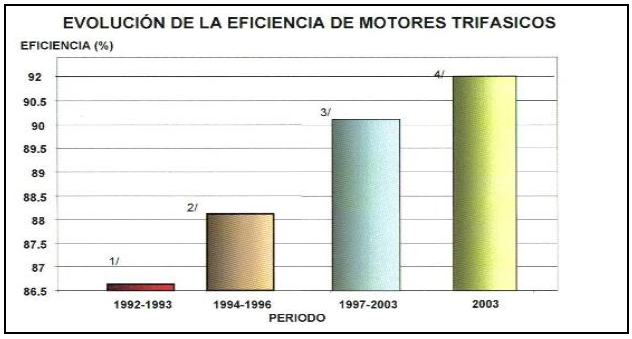


Figura 2.11. Layout luminárias.
Fuente: Software ilugram

2.8 Cálculo de Motores

La energía eléctrica es uno de los motores de la industria y un elemento indispensable para la sociedad, en estos tiempos de globalización de las economías resulta indispensable hacer uso eficiente de equipos eléctricos en este caso motores, esto lleva como resultado el hacer programas de sustitución y optimización de las instalaciones actuales para ver las oportunidades de ahorro de cualquier industria y hacer más eficiente el proceso como en este caso en particular TAGSA.

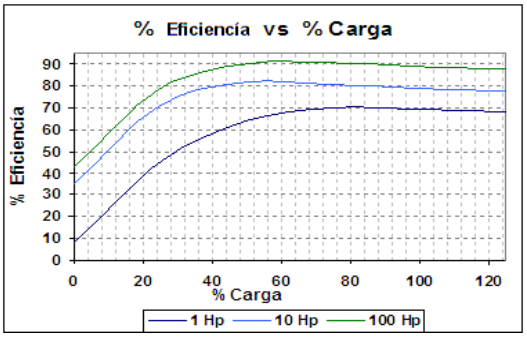
La siguiente figura 2.15 muestra el avance de las eficiencias de motores eléctricos desde 1992 hasta el año 2003 lo cual nos lleva a que cualquier motor con 10 años de servicio es factible de una sustitución, por un motor más eficiente.



Grafica 2.5 Evolución de eficiencia de motores trifásicos.
Fuente:www.fide.gob.mx/motores eléctricos

El procedimiento para la evaluación de motores se basa en la obtención del factor de carga, de acuerdo a los fabricantes, cuando un motor trabaja a

diferente factor de carga también se produce una variación de la eficiencia según la grafica siguiente:



Grafica 2.6 Eficacia vs Carga.
Fuente: Elaboración propia datos de Weg motores

De acuerdo a la grafica anterior la máxima eficiencia se obtiene cuando un motor trabaja entre 75% y 85% de su factor de carga. Según los datos de fabricantes estas son las razones por las que se proponen nuevos motores de alta eficiencia que trabajen entre ese rango de factor de carga.

La metodología aplicada consiste básicamente en nueve pasos que se describen a continuación. Cabe aclarar que no se describirá el cálculo de cada motor sólo se mostrará el cálculo de un motor y se anexará una tabla con los resultados obtenidos.

Troquel No.1.

Este motor tiene 12 años de vida y se utiliza para mover la banda de una máquina que troquela o corta lámina para la fabricación de esquineros, es un motor de 2 [hp] con los siguientes datos de placa:

HP	2
VOLTS	220
TYPE	CERRADO
FRAME	--
SERIAL	--
CYCLES	60
RPM SYNC	1680
AMP.	3,4
TEMP	40
CLASE	E
DESIGN NEMA	B
MARCA	ASEA
FACTOR DE SERVICIO	---

Tabla 2.18 Datos de placa de motor troquel 1.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.8.1 Medición de Parámetros Eléctricos.

Se obtuvieron mediciones de cada motor utilizando un multímetro digital marca Fluke, en un día común de trabajo normal y en condiciones de carga máxima de cada motor, para el motor troquel A ubicado en área de rechazado se tienen las siguientes mediciones.

Tensión de línea:
Vab = 210 [V]
Vbc = 204 [V]
Vca = 198 [V]

Se obtiene la tensión promedio $V\,STD\,promedio \approx \frac{[Vab + Vbc + Vca]}{[3]}$

V_{STD} = 204 [V]

Corriente;
Ia = 6.2 [A]
Ib = 5.9 [A]
Ic = 6.1 [A]

$$I\ STD\ promedio \approx \frac{[Ia + Ib + Ic]}{[3]}$$

I_{STD} = 6.1 [A]

Factor de Potencia

fpa = 0.7 [p.u]

fpb = 0.7 [p.u]

fpc = 0.75 [p.u]

$$fp\ STD\ promedio \approx \frac{[fpa + fpb + fpc]}{[3]}$$

fp_{STD} = 0.72 [p.u]

2.8.2 Potencia Estándar Demandada a partir de las Mediciones Eléctricas.

La evaluamos de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$POT\ STD\ elec \approx \frac{[\sqrt{3}] \times [V\ STDp] \times [I\ STDp] \times [fp\ STDp]}{[1000]} \ldots [KW] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

POT STD elec = 1.536 [Kw], potencia estándar demandada.

2.8.3 Evaluación del Factor de Carga y la Eficiencia Actual del Motor.

Para la evaluación del factor de carga se necesita el valor de la eficiencia a plena carga del motor actual, pero como ese dato por la edad de los motores no se tiene en placa se recurrió a la NOM-016-1997[4] para obtener los valores de eficiencias de motores ya que son motores de eficiencia estándar.

Entonces evaluamos el factor de carga con la siguiente expresión:

$$FC\ STD \approx \frac{[POT\ STD\ elec] \times [\eta]}{[HP\ placa] \times [0.746]} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

[4] Veasè Norma Oficial Mexicana 016 1997, Eficiencia Energética de motores de corriente alterna trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla, de uso general.

De donde ή= 0.815 de la NOM-016-1997, eficiencia a plena carga.

FC_{STD} = 0.8391

Con este dato se determina la eficiencia real del motor a ese factor de carga utilizando la formula de interpolación siguiente:

$$\eta\ STD \approx \frac{[FC\ STD - FC1]}{[FC2 - FC1]} \times [\eta 2 - \eta 1] + \eta 1 \quad \text{(9)}$$

Si FC_1 = 0.5; FC_2 = 1.0; $ή_1$ = 0.7661; $ή_2$ = 0.815

$ή_{STD}$ = 0.79

2.8.4 Ajuste a la eficiencia Real del Motor.

Los ajustes considerados a continuación son tres:

- diferencia de tensión
- desbalanceo de tensión
- reembobinados

Los factores de ajuste por tensión toman en cuenta que la eficiencia se ve afectada por la variación de la tensión, como se menciono en el primer capítulo específicamente en la figura 2.16.

El factor por reembobinado es importante ya que cualquier motor al reembobinarse pierde eficiencia debido a que sus elementos se someten a calentamientos, golpes y esfuerzos mecánicos, esto aunque sea realizado en un taller de buena calidad y peor si se hace en un taller que no cumpla con los requerimientos mínimos de calidad, por lo que se considera en promedio un 2.5% de pérdida de eficiencia por reembobinado.

El primer ajuste realizado a la eficiencia del motor es la diferencia de tensión, que es la relación entre la tensión trifásica de línea promedio y la tensión indicada en la placa, como se indica en la ecuación (4)

$$VV\ STD \approx \frac{[V\ STDp]}{[V\ STD\ placa]} - 1 \quad \text{..... (10)}$$

Diferencia de Tensión, VV_{STD} = -0.0727

Con la formula (5) se obtiene el factor de ajuste por diferencia de tensión.

$$FAvv \approx [VV\ STD] \times [0.07 - 1.224[VV\ STD]] - 0.0009 \quad \text{..... (11)}$$

$FA\ vv_{STD}$ = -0.0130

El segundo factor de ajuste desbalance de tensión, que es la máxima desviación de la tensión de línea, al valor promedio del sistema, entre la tensión promedio como se muestra en la siguiente ecuación.

$$DV\ STD \approx \frac{[Max[[V\ STD\max - V\ STDp]o[V\ STDp - V\ STD\min]]]}{V\ STDp} \quad \text{..... (12)}$$

V_{STD} línea máximo, V_{STD} p promedio, V_{STD} línea mínimo

DV_{STD} = 0.0249, una vez teniendo el desbalance por tensión se evalúa el factor de ajuste con la siguiente ecuación.

$$FA\,dv \approx 1 - [DV\ STD] \times [0.0113 + 0.0073] \times [DV\ STD] \quad \text{.....(13)}$$

$FA\ dv_{STD}$ = 0.996.

Por último el factor por reembobinado como ya se menciono se tomara en promedio el 2.5% de pérdida de eficiencia, en la siguiente tabla se muestra la relación con la temperatura aplicada a los devanados del motor y su reducción de eficiencia.

Temperatura ºC	Reducción de la eficiencia
633	0.0053
683	0.0117
733 soplete	0.025

Tabla 2.19 Factor por reembobinado
Fuente: Procedimiento para la evaluación de motores eléctricos de corriente alterna. Fideicomiso para el ahorro de energía

Por lo FA re $_{STD}$ = 0.025, factor por reembobinado.

Teniendo los factores de ajuste del motor evaluamos la eficiencia del motor, con la siguiente ecuación.

$$\eta STD\,ajustada \approx FA\,dv \times [\eta\ STD + FAvv - FAre] \ldots\ldots\ldots\

$$POT\ AE\ mec \approx \frac{[POT\ STD\ mec]}{[0.75]} \ldots [hp, KW] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

POT $_{AE}$ mec= 1.56 [Kw.] o 2.1 [hp], por lo que se elige un motor de 2 [hp] con las mismas condiciones de alimentación de tensión. Evaluamos el factor de carga del nuevo motor con la siguiente expresión.

$$FC\ AE \approx \frac{[POT\ STD\ mec]}{[POT\ AE\ placa]} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

FC $_{AE}$= 0.784

2.8.7 Determinación de la Eficiencia del Nuevo Motor.

Con base en el factor de carga del nuevo motor obtenemos la eficiencia al factor de carga encontrado. Los valores de la eficiencia para interpolar con el factor de carga encontrado se obtienen de la NOM-016-ENER-2002 y utilizando la formula de interpolación ecuación (9).

De donde:

Si $FC_1 = 0.5$; $FC_2 = 1.0$; $ή_1 = 0.8232$; $ή_2 = 0.84$

ή $_{AE}$= 0.8327.

2.8.8 Ajustes al Motor de Alta Eficiencia.

Se aplican los mismos ajustes que en el motor de eficiencia estándar, el único factor que en este cálculo no es considerado es el factor por reembobinado por razones obvias.

Por lo tanto FA re $_{AE}$ = 0.0

El siguiente factor de ajuste por desbalance de tensión se toma el mismo que ya se había calculado ya que tiene que ver con mediciones eléctricas.

FA dv $_{AE}$= 0.996

Por último tenemos el factor por diferencia de tensión, por lo que se tiene:

$$VV\ AE \approx \frac{[V\ promdeio]}{[V\ STD\ placa]} - 1 \quad \text{..... (18)}$$

VV $_{AE}$ = -0.072, utilizando la misma formula se calcula el factor por diferencia de tensión se tiene:

FA vv $_{AE}$ = -0.01

Por lo que para evaluar los ajustes al motor de alta eficiencia se aplica la siguiente formula:

$$\eta\ AE\ ajustada \approx FAdv \times [\eta\ AE + FEvv] \quad \text{..... (19)}$$

ή $_{AE\ ajustada}$ = 0.8194

2.8.9 Potencia Demandada por el Nuevo Motor.

Con la eficiencia, la potencia de placa y el factor de carga al que trabajara el nuevo motor se determina la potencia eléctrica que demandará.

$$POT\ AE\ elec \approx \frac{[POT\ AE\ mec] \times [FC\ AE] \times [0.746]}{[\eta\ AE\ ajustada]} \ldots [KW] \quad \text{..... (20)}$$

Pot $_{AE\ eléctrica}$ = 1.43 Kw., donde Pot $_{AE\ mecánica}$ = 2 hp, FC_{AE} = 0.784, y ή $_{AE\ ajustada}$ = 0.8194

A continuación se presentan dos tablas de resumen de los motores actuales de eficiencia estándar y los motores propuestos de alta eficiencia.

Resumen de Motores Actuales							
No	**Letra**	**Ubicación**	**Hp motor**	**Eficiencia**	**Factor de carga**	**Kw.**	**Kw. total**
2	A	Rechazado 1 y 2	2	0,77	0,87	1,59	3,18
1	C	Rechazado 1 y 2	2	0,79	0,86	1,58	1,58
3	D	Torno 1	1	0,73	0,91	0,89	2,68
3	E	Torno 1	1	0,73	0,89	0,88	2,64
3	E	Torno 2	1	0,73	0,89	0,88	2,64
1	F	Torno 3	2	0,78	0,81	1,48	1,48
1	G	Torno 3	1	0,73	0,91	0,90	0,90
2	J	Torno 2	1	0,73	0,90	0,89	1,77
16	**Total**					**Total**	**16,87**

Tabla 2.20 Motores actuales.
Fuente: Elaboración propia datos del taller

Motores Propuestos Alta Eficiencia							
No	**Letra**	**Ubicación**	**Hp Motor**	**Eficiencia**	**Factor de carga**	**Kw.**	**Kw. total**
2	A	Rechazado 1 y 2	2	0,82	0,78	1,43	2,85
1	C	Rechazado 1 y 2	2	0,82	0,83	1,51	1,51
3	D	Torno 1	1	0,80	0,88	0,82	2,47
3	E	Torno 1	1	0,80	0,86	0,80	2,41
3	E	Torno 2	1	0,80	0,86	0,80	2,41
1	F	Torno 3	2	0,82	0,77	1,41	1,41
1	G	Torno 3	1	0,80	0,88	0,82	0,82
2	J	Torno 2	1	0,80	0,86	0,80	1,61
16	**Total**					**Total**	**15,49**

Tabla 2.21 Motores de alta eficiencia.
Fuente: Elaboración Propia Datos del Taller

Nota1: La especificación de los nuevos motores se vera en el anexo 3, datos técnicos y curvas.

2.9 Calculo de la Instalación Eléctrica

Una vez que se realizaron los cálculos tanto de iluminación como de motores, se procede a realizar el cálculo de la nueva instalación eléctrica, tomando en cuenta que se parte de cero sin considerar ningún material de la instalación actual debido a su mal estado.

El primer paso que se realiza es dividir y calcular los circuitos derivados de acuerdo a su distribución y tipo dentro de las instalaciones del Taller.

Para tener un mejor control de los circuitos de Iluminación y de receptáculos se decidió dividir las cargas en cinco Tipos:

- Conjunto Iluminación (Lámpara, Luminaria y Balastro según sea el caso).
- Receptáculos promedio
- Receptáculos pequeños aparatos
- Receptáculos maquinaria industrial
- Motores

Las siguientes tablas muestran la distribución y carga de los circuitos derivados:

No. Cto.	Area	Sistema	Watts/sistema	No Luminarios	Total Kw	Total Cto.	In	CNC
C-1	Latonado	2x28w T5	62	6	0,3720	0,43	3,42	4,27
	Estacionamiento cerrado	2x28w T5	62	1	0,0620			
C-2	Recepcion de Lamina	2x28w T5	62	3	0,1860	0,51	4,01	5,01
	Bodega 1	2x28w T5	62	1	0,0620			
	Bodega 2	2x28w T5	62	3	0,1860			
	Pasillo	2x28w T5	62	1	0,0620			
	Baño P.B.	LFC Dulux/14w 840	13	1	0,0130			
C-3	Patio Central	2x28w T5	62	2	0,1240	0,68	5,37	6,71
	Oficina de Recepcion	2x28w T5	62	2	0,1240			
	Refacciones	2x28w T5	62	1	0,0620			
	Rechazado 1 y 2	2x28w T5	62	4	0,2480			
	Clientes y entregas	2x28w T5	62	2	0,1240			
C-4	Torno de rechazado 1	2x28w T5	62	3	0,1860	0,58	4,60	5,75
	Torno de rechazado 2	2x28w T5	62	3	0,1860			
	Pasillo Torno 1 y 2	LFC Dulux/14w 840	13	2	0,0260			
	Torno de rechazado 3	2x28w T5	62	3	0,1860			
C-5	Horno y Pintado	2x28w T5	62	4	0,2480	0,45	3,52	4,40
	Secado 1	2x28w T5	62	2	0,1240			
	Secado 2	2x28w T5	62	1	0,0620			
	Baño P.A.	LFC Dulux/14w 840	13	1	0,0130			
C-6	Almacen P.A. 1	2x28w T5	62	1	0,0620	0,50	3,91	4,88
	Almacen P.A. 2	2x28w T5	62	1	0,0620			
	Almacen P.A. 3	2x28w T5	62	1	0,0620			
	Oficina Gerente P.A. 1	2x28w T5	62	2	0,1240			
	Oficiona Administracion P.A. 2	2x28w T5	62	3	0,1860			
			Gran Total	**54,0**	**3,1520**	3,15	24,82	31,02

Tabla 2.22 Circuitos derivados iluminación
Fuente: Elaboración propia datos del taller

Circuitos Derivados Receptaculos								
No. Cto.	**Area**	**Sistema**	**KVA**	**No Receptaculos**	**Total Kw**	**Total Cto.**	**In**	**% CC o CNC**
C-7	Latonado	127 V	0,18	3	0,54	0,90	7,09	7,09
	Estacionamiento cerrado	127 V	0,18	2	0,36			
C-8	Recepcion de Lamina	127 V	0,18	2	0,36	1,62	12,76	12,76
	Bodega 1	127 V	0,18	1	0,18			
	Bodega 2	127 V	0,18	3	0,54			
	Pasillo	127 V	0,18	2	0,36			
	Baño P.B.	127 V	0,18	1	0,18			
C-9	Patio Central	127 V	0,18	2	0,36	1,44	11,34	11,34
	Oficina de Recepcion	127 V	0,18	1	0,18			
	Refacciones	127 V	0,18	1	0,18			
	Rechazado 1 y 2	127 V	0,18	2	0,36			
	Clientes y entregas	127 V	0,18	2	0,36			
C-10	Torno 1	127 V	0,18	2	0,36	1,44	11,34	11,34
	Torno 2	127 V	0,18	2	0,36			
	Pasillo Torno 1 y 2	127 V	0,18	2	0,36			
	Torno 3	127 V	0,18	2	0,36			
C-11	Horno y Pintado	127 V	0,18	3	0,54	1,98	15,59	15,59
	Secado 1	127 V	0,18	2	0,36			
	Secado 2	127 V	0,18	1	0,18			
	Almacen P.A. 1	127 V	0,18	2	0,36			
	Almacen P.A. 2	127 V	0,18	2	0,36			
	Baño P.A.	127 V	0,18	1	0,18			
C-12	Almacen P.A. 3	127 V	0,18	2	0,36	2,34	18,43	18,43
	Oficina Gerente P.A. 1	127 V	0,18	5	0,90			
	Oficiona Administracion P.A. 2	127 V	0,18	6	1,08			
C-13	Horno de microondas	127 V	0,18	1	0,18		12,00	12,00
C-14	Refrigerador	127 V	0,18	1	0,18		13,00	16,25
C-15	Bomba de Agua	746 VA	746 VA	-			14,00	17,50
			Gran Total	**56,0**	**10,08**	**9,72**	115,54	122,29

Tabla 2.23 Circuitos derivados receptáculos
Fuente: Elaboración propia datos del taller

Carga de Motores						
No. Cto.	**Area**	**Letra**	**Sistema (V)**	**H.P.**	**In**	**%125 CC**
CM-1	Rechazado 1 y 2	A	3F,4H,1T	2	8,50	10,63
CM-2	Rechazado 1 y 2	A	3F,4H,1T	2	8,50	10,63
CM-3	Rechazado 1 y 2	C	3F,4H,1T	2	8,50	10,63
CM-4	Torno 1	E	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-5	Torno 1	E	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-6	Torno 1	E	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-7	Torno 1	D	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-8	Torno 1	D	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-9	Torno 1	D	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-10	Torno 2	E	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-11	Torno 2	E	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-12	Torno 2	E	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-13	Torno 2	J	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-14	Torno 2	J	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-15	Torno 3	F	3F,4H,1T	2	8,50	10,63
CM-16	Torno 3	G	3F,4H,1T	1	5,25	6,56
CM-17	Horno y Pintado	L	3F,4H,1T	7,5	27,50	34,38
CM-18	Horno y Pintado	Horno	3F,4H,1T	8	25,10	31,38
CM-19	Latonado	Electroforesis	3F,4H,1T	5	15,69	19,61
CM-20	Latonado	Electroforesis	3F,4H,1T	5	15,69	19,61
					180,98	226,22

Tabla 2.24 Circuitos derivados motores
Fuente: Elaboración propia datos del taller

2.9.1 Calculo Circuito Derivado de Iluminación “C-1” Centro de Cargas

Este circuito tiene una carga de 0.434 [KW] de donde se obtiene:

$$I_{pc} = \frac{0.434 \times 1000}{127} = 3.417[A] \quad \text{.....(21)}$$

El articulo 220-3 de la NOM-001-SEDE-2005 indica que un circuito derivado no debe tener una capacidad inferior al 1.25 de la carga continua mas la carga no continua, en este circuito derivado en particular la carga es 100% continua por lo que:

$$I_n = I_{pc} \times 1.25 = 3.417 \times 1.25 = 4.271[A] \quad \text{.....(22)}$$

Una vez que se obtiene la corriente nominal se procede a aplicar los siguientes factores:

Por agrupamiento (F.A.) tenemos que la canalización que llevara al C-1 también llevara al circuito C-7 por lo que contendrá cuatro conductores vivos; de la tabla 310-15(g) de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor de agrupamiento del 80%

Por temperatura (F.T.) de acuerdo a las estadísticas de la secretaria del medio ambiente en 2008 se tuvo una temperatura máxima promedio en la época de mayor calor de 27.5 °C por lo tanto de la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor por temperatura de 1

Ahora aplicando los factores a nuestra formula obtenemos que:

$$l_{nc} = \frac{l_n}{F.A. \times F.T.} = \frac{4.271}{0.8 \times 1} = 5.34[A] \quad \text{.....(23)}$$

De la tabla 310-16 y de la columna de 60 °C de la NOM-001-SEDE-2005 se obtiene que por capacidad de conducción corresponde un conductor 14 AWG.

Se procede a verificar que el conductor seleccionado no produzca una caída de tensión que llegue afectar el correcto funcionamiento de los circuitos derivados.

$$e\% = \frac{2LI}{VScu} = \frac{2(21)(4.27)}{(127)(2.08)} = 0.68\% \quad \text{.....(24)}$$

Por lo que no se afecta al circuito derivado.

Selección de la protección del circuito:

$$I_{\text{Prot}} = I_{pc} \times 1.25 = 3.41 \times 1.25 = 4.27[A] \quad \text{.....(25)}$$

Se consulta el articulo 240-6(a) de la NOM-001-SEDE-2005 y se selecciona un interruptor termo-magnético de 1 x 15 [A].

Selección del conductor de puesta a tierra.

De la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-2005 obtenemos un cable 14 AWG.

2.9.2 Calculo del Circuito Derivado Misceláneos de la Bomba de Agua "C-15" Centro de Cargas

Descripción: Motor Monofásico de 1 HP, 127 Volts

Para determinar el conjunto de distribución de un motor es totalmente diferente al de un circuito derivado, para realizar todo lo relacionado con motores se debe consultar el artículo 430 de la NOM-001-SEDE-2005.

Lo primero que haremos es obtener la corriente a plena carga del motor de la tabla 430-148 de la columna a 127 V que es de 14 [A].

Para obtener la corriente nominal de nuestro motor aplicamos un factor 125%.

$$I_{nom} = I_{pc} \times 1.25 = 14 \times 1.25 = 17.5[A] \quad \text{.....(26)}$$

De la tabla 310-16 y de la columna de 75 °C de la NOM-001-SEDE-2005 se obtiene que por capacidad de conducción corresponde un conductor 14 AWG.

Calculo de la protección del motor

La selección de la protección contra sobrecorriente de motores representa un caso particular, ya que requieren de Protección contra cortocircuito o falla a tierra y contra sobrecarga.

De acuerdo a la sección 430-52 de la NOM-001-SEDE-2005, la capacidad del dispositivo de protección contra corto circuito o falla a tierra, para circuitos de un solo motor, debe cumplir con lo establecido en la tabla 430-152 de la NOM-001-SEDE-2005.

Como el dispositivo que utilizaremos será un interruptor termomagnetico el factor a utilizar es del 250% sobre la corriente a plena carga:

$$I_{prot} = I_{pc} \times 2.5 = 14 \times 2.5 = 32[A] \quad \text{.....(27)}$$

Se consulta el articulo 240-6(a) de la NOM-001-SEDE-2005 y se selecciona un interruptor termo-magnético con protección de falla a tierra de 1 x 40 [A] será nuestra protección.

La protección contra sobrecarga se encuentra por lo general en los arrancadores, que por conveniencia se encuentran los más cercano al motor y al medio de desconexión del mismo, en el articulo 430-32, inciso c) de la NOM-001-SEDE-2005, indica que para nuestro motor la corriente nominal del dispositivo contra sobrecarga no debe ser mayor al 115% de la corriente a plena carga del motor con lo que tenemos:

$$I_{protSC} = I_{pc} \times 1.15 = 14 \times 2.5 = 16.1[A] \quad \text{.....(28)}$$

Esta corriente será la que tomaremos para selección de nuestro arrancador.

Selección del conductor de puesta a tierra.
De la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-2005 obtenemos un cable 10 AWG.

Se anexa al final del capitulo un cuadro de carga con los 15 circuitos derivados que se pondrán en un centro de carga, se selecciono un centro de cargas y no un tablero de distribución debido por la corriente nominal que se va a manejar.

2.9.3 Calculo Circuito Derivado Horno de Latonado “CM-18” Tablero de Motores:

Este circuito tiene una carga de 8 [KW] de donde se obtiene:

$$I_{pc} = \frac{KW \times 1000}{\sqrt{3} \times V_f \times F.P.} = \frac{8 \times 1000}{\sqrt{3} \times 230 \times 0.8} = 25.13[A] \quad \text{.....(29)}$$

De acuerdo 220-3 de la NOM-001-SEDE-2005

$$I_n = I_{pc} \times 1.25 = 25.13 \times 1.25 = 31.41[A] \quad \text{.....(30)}$$

Una vez que se obtiene la corriente nominal se procede a aplicar los siguientes factores:

Por agrupamiento (F.A.) tenemos que la canalización solo llevara al CM-18 por lo que contendrá cuatro conductores vivos; de la tabla 310-15(g) de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor de agrupamiento del 80%

Por temperatura (F.T.) de acuerdo a las estadísticas de la secretaria del medio ambiente en 2008 se tuvo una temperatura máxima promedio en la época de mayor calor de 27.5 °C por lo tanto de la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor por temperatura de 1

Ahora aplicando los factores a nuestra formula obtenemos que:

$$l_{nc} = \frac{l_n}{F.A. \times F.T.} = \frac{31.41}{0.8 \times 1} = 39.26[A] \quad \text{.....(31)}$$

De la tabla 310-16 y de la columna de 60 °C de la NOM-001-SEDE-2005 se obtiene que por capacidad de conducción corresponde un conductor 8 AWG.

Se procede a verificar que el conductor seleccionado no produzca una caída de tensión que llegue afectar el correcto funcionamiento de los circuitos derivados.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}LI}{VScu} = \frac{2 \times \sqrt{3} \times (23)(39.26)}{(230)(8.37)} = 1.62\% \quad \text{.....(32)}$$

Por lo que no se afecta al circuito derivado.

Selección de la protección del circuito:

$$I_{\text{Prot}} = I_{pc} \times 1.25 = 25.13 \times 1.25 = 31.41[A] \quad \text{.....(33)}$$

Se consulta el articulo 240-6(a) de la NOM-001-SEDE-2005 y se selecciona un interruptor termo-magnético de 3 x 40 [A].

Selección del conductor de puesta a tierra.

De la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-2005 obtenemos un cable 10 AWG.

2.9.4 Calculo Circuito Derivado Motor de Rechazado “CM-1” Tablero de Motores.

Descripción: Motor Trifásico de 2 HP, 230 Volts

Para determinar el conjunto de distribución de un motor es totalmente diferente al de un circuito derivado, para realizar todo lo relacionado con motores se debe consultar el artículo 430 de la NOM-001-SEDE-2005.

Lo primero que haremos es obtener la corriente a plena carga del motor de la tabla 430-150 de la columna a 230 V obtenemos una corriente de 6.8 [A].

Pero hay un ajuste al final de la tabla de 1.25 para Factor de Potencia del 80%.

$$I_{pcc} = I_{pc} \times 1.25 = 6.8 \times 1.25 = 8.5[A] \quad \text{.....(34)}$$

Para obtener la corriente nominal de nuestro motor aplicamos un factor 125%.

$$I_{nom} = I_{pc} \times 1.25 = 8.5 \times 1.25 = 10.625[A] \quad \text{.....(35)}$$

De la tabla 310-16 y de la columna de 75 °C de la NOM-001-SEDE-2005 se obtiene que por capacidad de conducción corresponde un conductor 14 AWG. Pero por norma este calibre no puede tener una protección mayor de 30 A por lo que se dispone el siguiente valor inmediato de conductor que nos permitas utilizar nuestra protección que es 8 AWG

Calculo de la protección del motor

De acuerdo a la tabla 430-152 de la NOM-001-SEDE-2005.

Como el dispositivo que utilizaremos será un interruptor termomagnético el factor a utilizar es del 250% sobre la corriente a plena carga:

$$I_{prot} = I_{pc} \times 2.5 = 10.625 \times 2.5 = 26.5[A] \quad \text{.....(36)}$$

Se consulta el articulo 240-6(a) de la NOM-001-SEDE-2005 y se selecciona un interruptor termo-magnético con protección de falla a tierra de 3 x 30 [A] será nuestra protección.

La protección contra sobrecarga de acuerdo a 430-32, inciso c) de la NOM-001-SEDE-2005, indica que para nuestro motor la corriente nominal del

dispositivo contra sobrecarga no debe ser mayor al 115% de la corriente a plena carga del motor con lo que tenemos:

$$I_{protSC} = I_{pc} \times 1.15 = 10.625 \times 1.15 = 12.2[A] \quad \text{.....(37)}$$

Esta corriente será la que tomaremos para selección de nuestro arrancador.

Selección del conductor de puesta a tierra.

De la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-2005 obtenemos un cable 14 AWG.

Se anexa al final de este capítulo el cuadro de carga los 20 circuitos derivados que se pondrán en un tablero de distribución, se selecciono un tablero de distribución debido por la corriente nominal que se va a manejar.

2.9.5 Calculo del Alimentador para el Centro de Cargas

Tenemos una Carga calculada 16.55 KW de donde:

$$I_n = \frac{16.55 \times 1000}{\sqrt{3} \times 230 \times 0.8} = 52[A] \quad \text{.....(38)}$$

Se aplican los siguientes factores:

Por agrupamiento (F.A.) tenemos que la canalización de parte de interruptor principal a nuestro centro de carga contendrá cuatro conductores vivos por lo que de la tabla 310-15(g) de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor de agrupamiento del 80%

Por temperatura (F.T.) de acuerdo a las estadísticas de la secretaria del medio ambiente en 2008 se tuvo una temperatura máxima promedio en la época de mayor calor de 27.5 °C por lo tanto de la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor por temperatura de

$$l_{nc} = \frac{l_n}{F.A. \times F.T.} = \frac{52}{0.8 \times 1} = 65[A] \quad \text{.....(39)}$$

De la tabla 310-16 y de la columna de 60 °C de la NOM-001-SEDE-2005 se obtiene que por capacidad de conducción corresponda un conductor 4 AWG.

Se procede a verificar que el conductor seleccionado no produzca una caída de tensión que llegue afectar el correcto funcionamiento de los circuitos derivados.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}LI}{VScu} = \frac{2\sqrt{3}(1)(52)}{(230)(21.2)} = 0.036\% \quad \text{.....(40)}$$

Por lo que no afecta a los circuitos derivados.

Selección de la protección principal del centro de Carga:

$$I_{\Pr ot} = I_{pc} \times 1.25 = 52 \times 1.25 = 65[A] \quad \text{.....(41)}$$

Se consulta el articulo 240-6(a) de la NOM-001-SEDE-2005 y se selecciona un interruptor termo-magnético de 3 x 70 [A].

2.9.6 Cálculo para el Alimentador del Tablero de Motores y Maquinas de Latonado

De las tabla 430-150 de la NOM-001-SEDE-2005 y de los datos de placas de las maquinas para latonado se obtuvieron las corrientes a plena carga, con lo que se obtienen las corrientes nominales, Ver Cuadro de Cargas del tablero de Motores.

Con la siguiente formula se calcula la corriente para nuestro tablero:

$$I_{pc} = 1.25 \times \mathrm{I}_{motormayor} + \sum I_n démasc\,\mathrm{arg}\,as =$$
$$I_{pc} = (1.25 \times 27.5) + 153.46 = 187.835[\mathrm{A}] \quad \text{.....(42)}$$

De la tabla 310-16 y de la columna de 60 °C de la NOM-001-SEDE-2005 se obtiene que por capacidad de conducción corresponda un conductor 4/0 AWG.

El dispositivo de Protección contra cortocircuitos y fallas a tierra es igual al dispositivo de protección del motor mayor más las corrientes nominales de los demás motores y de las maquinas de latonado.

$$I_{pc} = \mathrm{I}_{\Pr otmotormayor} + \sum I_n démasc\,\mathrm{arg}\,as =$$
$$I_{pc} = 68.75 + 153.46 = 222.21[\mathrm{A}] \quad \text{.....(43)}$$

Se consulta el articulo 240-6(a) de la NOM-001-SEDE-2005 y se selecciona la capacidad de 225 [A].

Selección del conductor de puesta a tierra.

De la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-2005 obtenemos un cable 4 AWG

A continuación se muestran los cuadros finales tanto del tablero de los motores como del centro de cargas, mostrando en ellos los aspectos más relevantes como son: Distribución de las cargas y balanceo según sea el caso, calibre del cable, protección y forma de conexión.

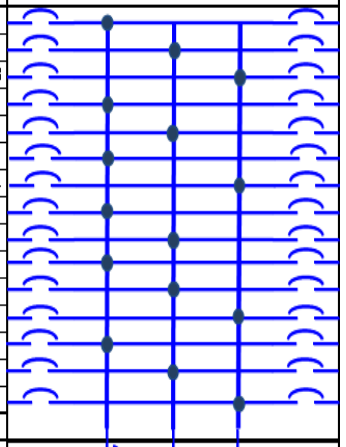
Alumbrado General, Oficinas y Miscelaneos

CUADRO DE CARGAS

HOJA:	
PROYECTO:	TESIS TAGSA
PLANO No.:	-----
CALCULÓ:	Alejandro Aguilera Acosta
REVISÓ:	Hernandez Hermandez Miguel H
APROBÓ:	g. Eduardo Carranza Torre
FECHA:	05-Feb-09

TABLERO DE ALUMBRADO:			"TAB-A"														CORRIENTE X FASE		
No. de Circuito	746	62	13	180	1651	Ipc	FC	In	FA	FT	Ampacidad Inc	Ampacidad AWG	Long.	x Caida de Tensión Scu en mm²	x Caida de Tensión e%		A	B	C
	M	2x28w T5	LFC Dulux/f4w 840	Ø	Ø														
C-1		7				3.4173228	1.25	4.271654	0.8	1	5.34	14	21	2.08	0.68	1 x 15 [A]	4.271654		
C-2		8	1			4.007874	1.25	5.009843	0.8	1	6.26	14	25	2.08	0.95	1 x 15 [A]		5.009843	
C-3		11				5.3700787	1.25	6.712598	0.7	1	9.59	14	37	2.08	1.88	1 x 15 [A]			6.712598
C-4		9	2			4.5984252	1.25	5.748031	0.7	1	8.21	14	40	2.08	1.74	1 x 15 [A]	5.748031		
C-5		7	1			3.519685	1.25	4.399606	0.7	1	6.29	14	53	2.08	1.77	1 x 15 [A]		4.399606	
C-6		8				3.9055118	1.25	4.88189	0.7	1	6.97	14	31	2.08	1.15	1 x 15 [A]	4.88189		
C-7				5		7.0866142	1	7.086614	0.8	1	8.86	14	26	2.08	1.40	1 x 15 [A]			7.086614
C-8				9		12.755906	1	12.75591	0.8	1	15.94	14	28	2.08	2.70	1 x 15 [A]	12.75591		
C-9				8		11.338583	1	11.33858	0.7	1	16.20	14	40	2.08	3.43	1 x 15 [A]		11.33858	
C-10				8		11.338583	1	11.33858	0.7	1	16.20	14	43	2.08	3.69	1 x 15 [A]	11.33858		
C-11				11		15.590551	1	15.59055	0.5	1	31.18	8	55	8.37	1.61	1 x 40 [A]		15.59055	
C-12				13		18.425197	1	18.4252	0.5	1	36.85	8	34	8.37	1.18	1 x 40 [A]			18.4252
C-13					1	13	1	13	0.5	1	26.00	10	22	5.26	0.86	1 x 30 [A]	13		
C-14					1	13	1.25	16.25	0.5	1	32.50	8	22	8.37	0.67	1 x 40 [A]		16.25	
C-15	1					5.8740157	1.25	7.34252	1	1	7.34	14	3	2.08	0.17	1 x 30 [A]			20
TOTAL																	52	53	52

Entrada de Fabrica



CARACTERISTICAS DEL TABLERO:

Tablero de Alumbrado tipo: NQOD FP: 0.8
Sobreponer: Polos 24
Interrptor Principal De: 100 A 220|127 V.C.A
Fases 3 Hilos 4
Marca: MARCA SQUARE'D Catalogo NQOD424LS

RESUMEN:

FASE	"A"	=	52	A
FASE	"B"	=	53	A
FASE	"C"	=	52	A
TOTAL		=	157	A
Inom		=	52	A

% DESBALANCEO= $\frac{\text{FASE MAYOR - FASE MENOR}}{\text{FASE MAYOR}}$ **X 100=**

% DESBALANCEO= $\frac{53 - 52}{53}$ **X 100=** 1.126708 %

100 A INT. PRINCIPAL

TERMOMAGNETICOS DERIVADOS;

USADOS: 15 **DISPONIBLES: 9**

INTERRUPTORES:
10 DE 1 x 15 AMP.
2 DE 1 x 30 AMP.
3 DE 1 x 40 AMP.

FORMULARIO

$$I_n = FC \times I_{pc}$$

$$I_{nc} = \frac{I_n}{F.A \times F.T.}$$

$$Scu = \frac{2LI}{Ve\%}$$

In=Corriente Nominal
FC= Factor de Carga
Ipc= Corriente a Plena Carga

Inc=Corriente nominal corregida
In=Corriente nominal
F.A.=Factor de Agrupamiento
F.T.= Factor de Temperatura

Scu= Sección transversal del cobre
L= Longitud del Circuito
I = Corriente Nominal
e%= Caida de tensión en por cierto

x Zap. Principales

Tabla No. 2.25 Cuadro de cargas de iluminación y receptáculos.
Fuente: Elaboración propia con los datos del taller

Motores

CUADRO DE CARGAS

HOJA :	
PROYECTO :	TESIS TAGSA
PLANO No. :	-----
CALCULÓ:	Alejandro Aguilera Acosta
REVISÓ:	Hernandez Hermandez Miguel H
APROBÓ:	g. Eduardo Carranza Torre
FECHA:	05-Oct-06

TABLERO DE MOTORES:				" TAB-A "				LOCALIZADO EN:							Entrada de Fabrica
No. de Circuito	1 HP	2 HP	7.5 HP	10 KW	8 KW	5KW	Ipc	In	Condutor AWG	I Prot		WATTS x FASE A	WATTS x FASE B	WATTS x FASE C	FASES A B C
TALM-01		1					6.8	8.5	14	21.25	3 x 30 [A]	8.500000	8.500000	8.500000	
TALM-02		1					6.8	8.5	14	21.25	3 x 30 [A]	8.500000	8.500000	8.500000	
TALM-03		1					6.8	8.5	14	21.25	3 x 30 [A]	8.500000	8.500000	8.500000	
TALM-04	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-05	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-06	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-07	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-08	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-09	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-10	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-11	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-12	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-13	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-14	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-15		1					6.8	8.5	14	21.25	3 x 30 [A]	8.500000	8.500000	8.500000	
TALM-16	1						4.2	5.25	14	13.125	3 x 15 [A]	5.250000	5.250000	5.250000	
TALM-17			1				22	27.5	14	68.75	3 x 70 [A]	27.500000	27.500000	27.500000	
TALM-18				1			31.37	39.2125	8	98.03125	3 x 100 [A]	39.212500	39.212500	39.212500	
TALM-19					1		25.1	31.375	8	78.4375	3 x 80 [A]	31.375000	31.375000	31.375000	
TALM-20						1	15.68	19.6	14	49	3 x 50 [A]	19.600000	19.600000	19.600000	
TOTAL												214.687500	214.687500	214.687500	

CARACTERISTICAS DEL TABLERO:

Tablero de Alumbrado tipo:		FP: 0.8		
Sobreponer:	Polos			
Interrptor Principal De:	A	220 | 127	V.C.A	
Fases	Hilos			
Marca:	Catalogo			

FASE "A"	:	########	W
FASE "B"	:	########	W
FASE "C"	:	########	W
CARGA FUTURA	:		W
TOTAL	:	########	W
I nom	:	########	A
% **DESBALANCEO**	:	0.000000	%

NEUTRO SOLIDO

INT. PRINCIPAL

TERMOMAGNETICOS DERIVADOS;

USADOS:

Disponibles:

INTERRUPTORES:

12 DE 3 x 15 AMP.
4 DE 3 x 30 AMP.
1 DE 3 x 50 AMP.
1 DE 3 x 70 AMP.
12 DE 3 x 15 AMP.

DISPONIBLES:

AMPS.

NEUTRO SOLIDO

x Zap. Principales

Tabla No. 2.26 Cuadro de cargas tablero de motores

Fuente: Elaboración propia con los datos del taller

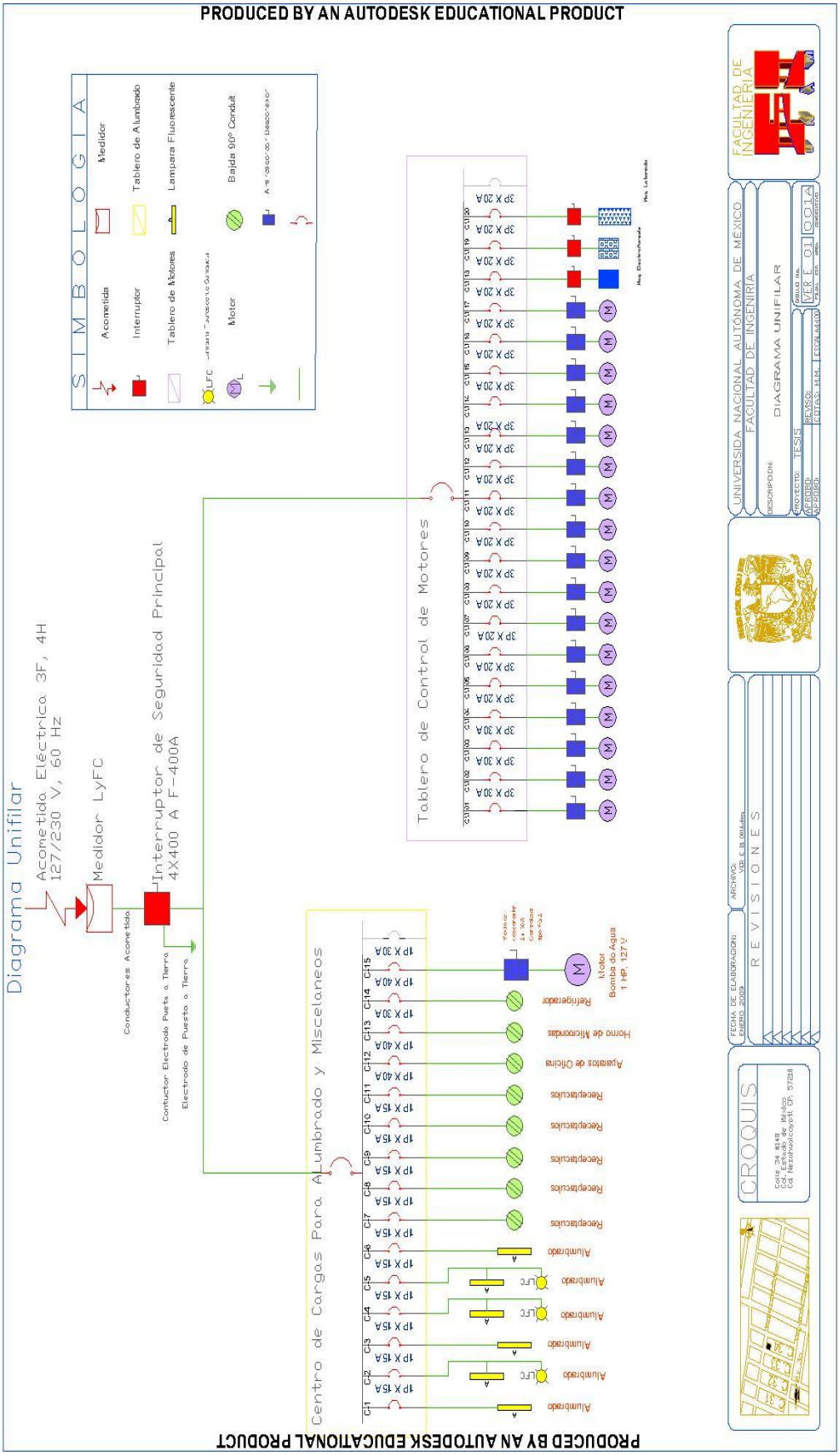


Figura No. 2.12 Plano No.1 Diagrama unifilar instalación final
Fuente: Elaboración propia con los datos propuestos

2.10 Cálculo de la Red de Tierras.

La red de tierras proporciona seguridad sobre las personas, seguridad y operación correcta de los equipos, en los sistemas de distribución de energía eléctrica, computadoras y sistemas de estado solido, así como en los sistemas de protección.

El cálculo de la red esta fundamentado en la normatividad vigente NOM-001-SEDE-2005, articulo 250. Partiremos de las siguientes afirmaciones.

La instalación es en baja tensión, por lo tanto nuestro nivel de corto circuito es bajo de acuerdo a la IEEE std 142-1991 y a la NOM-001-SEDE-2005; el nivel máximo de resistencia es de 25 Ω.
Estos valores de resistencia requeridos se cumplen con un arreglo de una varilla enterrada una distancia L, que cumpla con lo visto en capitulo1 en el apartado 1.2.4 *sistemas de tierras*.

La siguiente ecuación muestra los valores que se relacionan para la obtención de la resistencia del sistema de puesta a tierra.

$$R \approx \frac{[\rho]}{[2\pi L]} \times \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right]$$ Donde: ……(44)

R=resistencia en [Ω]
ρ =resistividad del terreno [$\rho.cm$]
L=longitud de la varilla [cm]
a=radio de la varilla [mm].

2.10.1 Análisis del Electrodo de Puesta a Tierra y el Terreno.

La resistencia de un electrodo de puesta a tierra se compone de tres elementos:

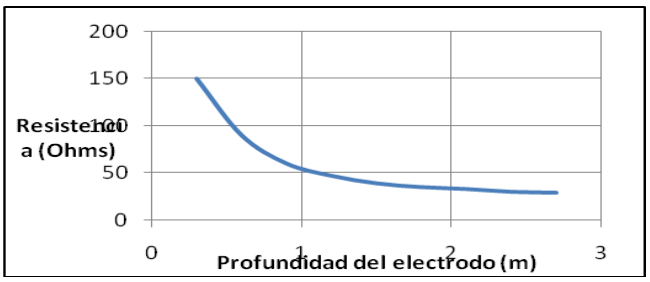
- Resistencia de electrodo de puesta a tierra y sus contactores: es la resistencia de contacto entre los electrodos de puesta a tierra y los contactores utilizados.

- La resistencia de contacto entre el electrodo de puesta a tierra y la tierra adyacente: esta depende del estado del recubrimiento del electrodo de puesta a tierra así como de la composición del terreno.

- La resistencia de la tierra alrededor del electrodo: esta depende únicamente del tipo del terreno donde se encuentre nuestra instalación.

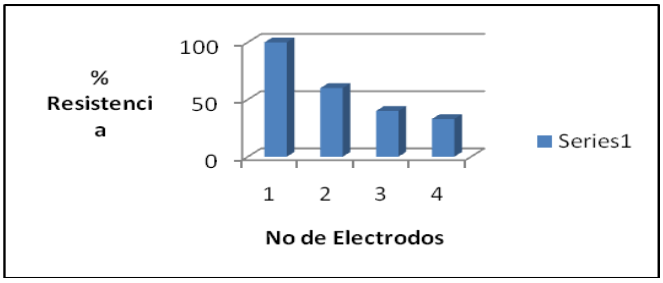
La instalación del electrodo es de gran importancia para tener resistencias bajas y hay varias opciones para lograrlo.

- Electrodos de puesta a tierra mas largos dentro del terreno: en la figura 2.17 se muestra el efecto de la profundidad del electrodo de puesta atierra con la resistencia obtenida



Grafica 2.7. Profundidad del electrodo de puesta a tierra
Fuente: "Libro de Oro de puesta a tierra universal"

- Utilizar electrodos de puesta a tierra múltiples: en caso de no conseguir el valor requerido de resistencia se pueden instalar electrodos múltiples logrando resultados óptimos que se muestran en la siguiente figura 2.18.



Grafica 2.8 % Resistencia vs numero de elèctrodos.
Fuente:"Libro de Oro de puesta a tierra universal"

- Tratamiento del terreno: el estado y tipo de terreno es de gran importancia porque dependiendo del tipo de terreno y su valor de resistividad podremos decidir si aplicamos algún tipo de tratamiento químico.

Tipo de Terreno	Resistividad (oh.m)
Terreno cultivables y fértiles	50
Terreno cultivables poco fértiles	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas	3000
Terreno pantanoso	30
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Hormigón	2000 a 3000
Grava	3000 a 5000

Tabla 2.27 % Resistencia vs No elèctrodos
Fuente:"Libro de Oro de puesta a tierra universal"

En caso de requerirlo el tratamiento puede ser con sulfatos de magnesio, sulfato de cobre y la roca de sal, ya que no son corrosivos. Dependiendo del tipo de terreno y el ambiente, será el periodo de reemplazo ya que los químicos no son de una sola aplicación y tendrá que ver con la medición de la resistencia en periodos no mayores a dos años.

2.10.2 Calculo de la Resistencia del Sistema.

De acuerdo al análisis hecho para nuestro caso vamos a proponer solo un electrodo de puesta a tierra tipo copperweld con los requisitos mínimos de 2.4 m de altura y 16 mm de diámetro, esto es debido a que nuestra instalación no presenta valores de cortocircuito altos y como se menciona en el std 142-1991 de la IEEE , un solo electrodo es suficiente y se comprobara con el cálculo de la resistencia. De acuerdo a los siguientes datos:

ρ = resistividad del terreno = 3980 [$\rho.cm$]
L= longitud de la varilla = 240 [cm]
a= radio de la varilla 8 [mm].

Aplicando la formula de resistencia del sistema tenemos el siguiente resultado.

R = 18,71 [Ω]
Con este resultado podemos concluir que con un solo electrodo basta para nuestro sistema; lo que si será conveniente es aplicar un tratamiento al terreno utilizando gel no corrosivo que tiene una vida promedio de 2 años lo cual garantiza que el valor de R va a ser menos al obtenido en el cálculo, además de garantizar un periodo de mantenimiento mas largo.

Una vez terminado el cálculo y selección de equipo se procede a plantear la implementación real del proyecto por medio de la administración del proyecto, en donde se analizaran los puntos técnicos y administrativos, incluyendo los beneficios técnicos y económicos.

CAPITULO III

Aspectos Técnicos, Económicos y Administrativos del Proyecto

La administración del proyecto representa la manera ordenada de llevarlo a cabo. Empezando por definir los objetivos del proyecto, así como administrar recursos como: tiempos, materiales, gente, dinero (financiamiento), calidad, comunicación, etc, hasta la entrega final.
A continuación se presenta la propuesta técnico económica del proyecto, considerando los beneficios económicos y técnicos, así como el plan de trabajo.

3.1 Propuesta Económica

De acuerdo a los cálculos realizados se propone equipo que cumpla con los requerimientos de acuerdo a las normas y a las condiciones de las instalaciones, buscando siempre que sea un producto de alta calidad que resulte en una buena inversión a largo plazo y que no afecte de manera drástica el monto de la inversión inicial de los propietarios del taller.

A continuación se presenta un catalogo de conceptos en cual se presenta un resumen del costo total del proyecto, el catalogo general se presenta en el anexo 5.

Concepto	costo ($)	
Instalación Eléctrica	$	110.549,45
Instalación motores	$	73.203,20
Instalación Iluminación	$	95.553,51
Gran total	$	279.306,17

Tabla 3.1 Costos del proyecto.
Fuente: Elaboración propia moneda: pesos.

Estos costos incluyen la mano de obra especializada y supervisión de los trabajos de acuerdo al cronograma de actividades, no incluyen IVA.

3.2 Beneficios Técnicos.

Los beneficios técnicos engloban toda una serie de beneficios adicionales que podemos ver a continuación:

- seguridad a los usuarios
- menos riesgo de fallas
- ahorros por disminución de interrupciones
- tiempos de operación menores
- ahorros sobre consumo de energía y demanda
- larga vida de nuestros equipos

Estos beneficios son el resultado de nuestra propuesta técnica, de los cuales mencionaremos los mas importantes.
Los beneficios técnicos de nuestro proyecto lo podemos dividir en cuatro partes, beneficios a:

- instalación eléctrica
- sistema de protecciones
- motores
- sistema de iluminación

3.2.1 Instalación Eléctrica.

Aunque la instalación eléctrica comprende estas cuatro partes, al hablar de instalación eléctrica mencionaremos la importancia técnica de los conductores.
En algunos equipos eléctricos existen pérdidas mecánicas por fricción, inercia, etc., puede decirse que las pérdidas más importantes son debidas a la cantidad de energía disipada al medio en forma de calor. Este proceso es un fenómeno irreversible, ya que no hay forma de hacer que esa energía disipada regrese a la red de manera que es una pérdida absoluta. Estas pérdidas pueden ser de origen eléctrico (efecto Joule) o magnético (histéresis y corrientes parásitas).

De acuerdo con lo anterior, se deduce que una disminución de la corriente, favorecerá en general a la eficiencia de los sistemas eléctricos. Un conductor que conduzca corriente alta se calentará y con ello elevará sus pérdidas. Esto implica que las pérdidas por efecto Joule en dicho conductor aumentarán debido al efecto térmico de la corriente. Este no será el único inconveniente; el aislamiento del conductor sufrirá las consecuencias de este calentamiento. Se considera que por cada 10°C de incremento en la temperatura promedio de operación la resistencia de aislamiento la vida se reducirá a la mitad con las inevitables consecuencias negativas en la seguridad y en los costos de mantenimiento por mano de obra y material. Esto es válido también para motores, reguladores, arrancadores, reactores, balastros, transformadores, etc.

Las pérdidas variarán en forma cuadrática con respecto a dicha corriente.

Disminución de perdidas por Efecto Joule	**Corriente (A,%)**
Carga Actual	92,4
Carga nueva instalación	67,4
Reducción aproximada de Corriente	24,9
Reducción de perdidas por efecto Joule	53,3%

Tabla 3.2. Comparación en la reducción de pérdidas
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior 3.2 podemos observar una disminución aproximada del 53% de pérdidas por efecto de calentamiento (Joule). Esto beneficia tanto al aislamiento del conductor como a la operación del conductor en la transmisión de corriente.

Otro beneficio tangible al reducir la corriente, es la mejora en la regulación de tensión ya que a mayor corriente mayor caída de voltaje. La caída de tensión varía en la misma forma en que varía la corriente. En nuestro caso la corriente disminuyo en un 27% y por lo tanto la caída de tensión disminuye en un 27% también, esto aunado a la separación de cargas en los tableros de distribución ayuda más a no tener desbalances en nuestra instalación.

3.2.2 Sistemas de Protección.

Los sistemas de protección están determinados prácticamente por las corrientes de operación de los equipos así como de su tipo de trabajo, el tener una disminución de la corriente de operación y por lo tanto menor caída de tensión evita sobredimensionamiento del sistema de protección así como operaciones innecesarias debido a sobrecargas y corrientes no deseables en el sistema. Por lo que la reducción del 28% en consumo de potencia ayuda a que la nueva instalación trabaje con menor cantidad de carga. Por lo que los dispositivos de protección serán más pequeños y en consecuencia menor inversión inicial.

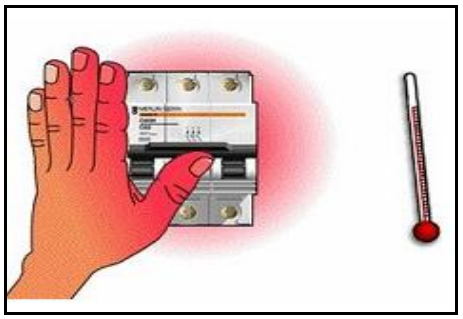


Figura 3.1. Prevención de sobre-temperatura

Fuente:www.schneider.com/cursos

La ubicación adecuada en tableros de motores, Iluminación y contactos en general divide la concentración de energía y da confiabilidad al sistema de protecciones ya que evita malas operaciones así como un mejor acceso para el mantenimiento del mismo.

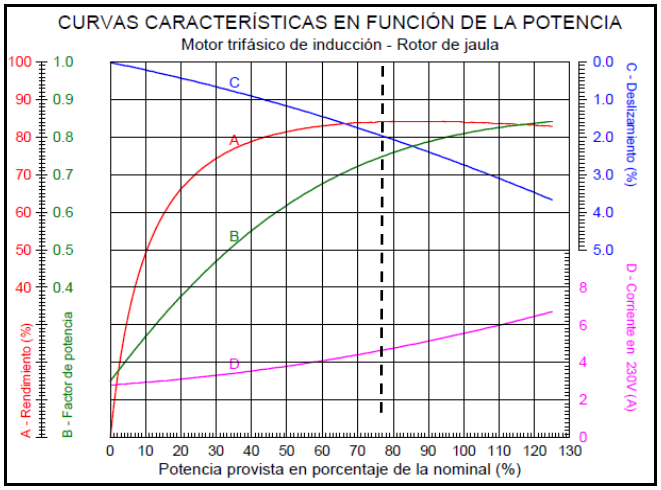
3.2.3 Motores.

Los beneficios técnicos en motores los podemos presentar en la siguiente tabla comparativa de un motor de alta eficiencia contra un motor de eficiencia estándar.

Parámetro	Motores eficiencia estándar	Motores alta eficiencia
Motor A rechazado		
Potencia HP	2	2
Eficiencia actual	0,77	0,82
Factor de carga	0,87	0,78
Factor de potencia	0,60	0,71
Consumo KW	1,59	1,43

Tabla 3.3. Beneficios técnicos en motores
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la comparación la eficiencia es más alta en un 7%, esto provoca que los KW efectivos de nuestro motor sean menores así como la corriente de operación, por lo tanto el factor de carga del motor este entre los valores más óptimos de su funcionamiento, como se como se muestra en la siguiente grafica.



Grafica 3.1 curvas características en función de la potencia
Fuente: Grafico obtenido de www.weg.net/mx/Productos-y-Servicios/Motores/Motores-Electricos-Industriales/

La línea punteada indica la operación del motor propuesto de alta eficiencia y de acuerdo al gráfico 2.16 del capitulo II el motor trabajará a su máxima eficiencia ya que nuestro factor de carga de 78% esta dentro del rango optimo de operación. Para lograr estos beneficios el motor propuesto tiene una construcción especial en todos sus componentes como se muestra en el siguiente esquema.

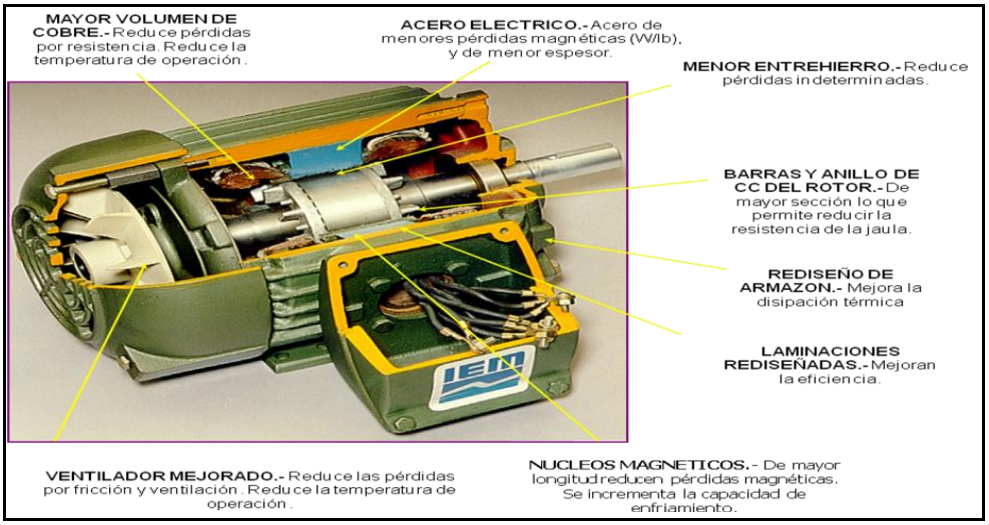


Figura 3.2. Construcción interna de un motor de alta eficiencia
Fuente: Fuente apuntes del seminario "Foro: Uso de motores de alta eficiencia" FIDE 2007

En resumen podemos decir que los motores propuestos ofrecen los siguientes beneficios:

- mas silenciosos
- vida más extendida
- mas confiable
- menor temperatura de operación
- funcionamiento mejorado
- menor consumo y pago de la energía.

3.2.4 Iluminación.

Un sistema de iluminación no sólo ofrece beneficios de disminución de consumo si no de mejoramiento de las condiciones de trabajo ya que como se menciono la iluminación es una de *las siete herramientas de productividad de la industria,* el mejoramiento en el sistema de iluminación ofrece un mejor ambiente de trabajo, salud, calidad, productividad y motivación para el trabajador.

Un sistema de iluminación comprende; lampara+luminario+balastro, mencionaremos los beneficios que ofrece el nuevo sistema de iluminación debido a cada componente.

La utilización de sistemas con lámparas T5 obliga a cambiar el luminario completo debido a las dimensiones diferentes de las T5 además que los nuevos luminarios ofrecen eficiencias mayores a 90% debido a sus materiales y construcción.

El uso de balastros electrónicos circuito integrado de encendido programado (PS), evita fallas en el encendido y reducción de vida de los equipos. Las lámparas pueden llegar a 36,000 horas de vida y los balastros 10 años promedio.

Las lámparas T5 ofrecen menos consumo de energía y mayor eficiencia mayor a 90% con balastros electrónicos, además de mejor calidad de luz con un IRC>85 que ayuda a que los trabajadores no tengan problemas con la distorsión de los colores debido a una mala calidad de iluminación. Su depreciación de lúmenes efectivos DLL es mucho menor a lo largo del tiempo, así como su vida promedio de 36,000 horas con balastros de encendido programado.

En la siguiente tabla 3.4 se muestran la comparación entre el sistema actual y el propuesto

Parámetro	**Sistema de 2X39 watts**	**Sistema de 2X28 watts**
Consumo KW	0,088	0,062
Flojo luminoso en (lm)	5130	4800
Temperatura de color (ºK)	6500	6500
Vida nominal	9000	20000
CRI Índice de rendimiento de color	<70	>85
DLL Depreciación de lúmenes	0,82	0,95
Eficacia (lm/w)	60	85

Tabla 3.4 Comparación entre el sistema actual y el propuesto
Fuente: Elaboración propia

Un factor muy importante es la calidad de la luz ya que pasamos de 70 a más de 85 CRI, con una vida nominal del 200% mayor a la del sistema actual haciendo al sistema más eficiente desde el punto de vista de mantenimiento.

En cuanto al consumo de potencia kw, disminuimos un 30 % lo cual nos ayuda en el menor calentamiento del sistema lámpara balastro, ayuda a una menor depreciación de los lúmenes efectivos a través del tiempo y evita posibles incendios; lo cual reduce riesgos para la empresa.

3.3 Beneficios Económicos.

En cualquier proyecto de ingeniería los beneficios económicos juegan un papel importante ya que hoy en día la rentabilidad de un proyecto no solo se basa en los beneficios técnicos, incluye los económicos y ecológicos que al final incide en la realización del mismo. Los beneficios económicos de nuestro proyecto lo podemos dividir en tres partes:

- instalación eléctrica
- motores
- sistema de iluminación.

3.3.1 Instalación Eléctrica.

En cuanto a la instalación eléctrica los beneficios económicos van aunados directamente a la carga instalada, es decir, una instalación eléctrica correcta beneficia en la operación directa de la producción de la empresa y menor consumo de energía por lo tanto menor pago de facturación eléctrica.

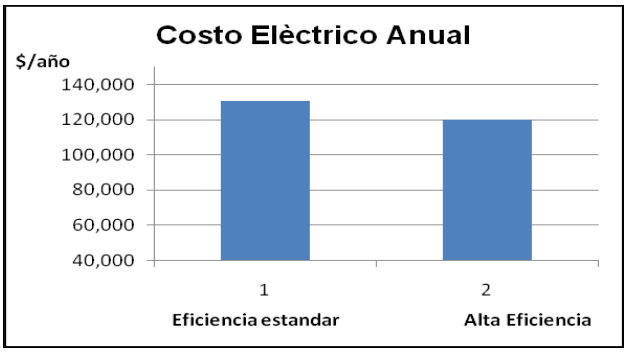
3.3.2 Motores.

Los beneficios económicos de los motores se muestran en la siguiente tabla.

Parámetros	**Motores eficiencia estándar**	**Motores alta eficiencia**	**Diferencias en %**
Eficiencias promedio	0,75	0,81	7,2%
Factor de carga promedio	0,88	0,84	-4,2%
Consumo KW	16,87	15,49	-8,2%
Consumo energía KWh/año	29.916,9	27.481,3	-8,1%
Costo eléctrico $/año	130.675,1	120.032,6	-8,9%
Ahorro KW	0,0	1,4	8,2%
Ahorro KWh/año	0,0	2.435,6	8,1%
Ahorro $/año	0,0	10.642,6	8,1%

Tabla 3.5. Beneficios económicos de los motores
Fuente: Elaboración Propia datos del taller.

De acuerdo a lo mostrado en la tabla vemos un ahorro del 9% en el costo eléctrico anual así como una disminución del 9% en consumo de energía, lo cual en un año resultarían ahorros del 8.1% sobre el costo eléctrico anual comparado con los motores actuales.



Grafica 3.2 Costo Eléctrico Anual
Fuente: Elaboración propia

La grafica 3.2 muestra las diferencias de costo eléctrico a lo largo de un año.

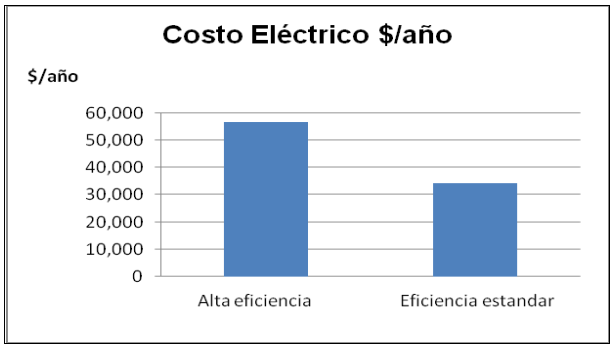
3.3.3 Iluminación.

Los beneficios por concepto de iluminación consideran el conjunto lámpara-balastro-luminario los cuales se muestran en la siguiente tabla 3.6.

Parámetros	**Conjunto estándar**	**Conjunto alta eficiencia**	**Diferencias en %**
Consumo kw	5,50	3,34	-39,3%
Consumo energía KWh/año	14.514,72	8.812	-39,3%
Costo eléctrico $/año	56.739,36	34.448	-39,3%
Ahorro KW	0,00	2,16	39,3%
Ahorro KWh/año	0,00	5.702,	39,3%
Ahorro $/año	0,00	22.291	39,3%

Tabla 3.6. Beneficios por concepto de iluminación.
Fuente: Elaboración propia datos del taller.

En este caso los ahorros son muchos mayores debidos a que los sistemas propuestos son de una potencia mucho menor y con niveles de iluminación mayores a los actuales. Los ahorros al año por concepto costo eléctrico son de alrededor de 39% lo cual es un beneficio para TAGSA pues se estaría pagando aproximadamente la mitad como se muestra en la grafica siguiente



Grafica 3.3. Beneficio costo eléctrico en un año
Fuente: Elaboración propia

El beneficio más evidente e inmediato es la disminución del importe de la factura eléctrica a través de la optimización del consumo, demanda máxima y factor de potencia alcanzados al ahorrar energía.

Para todos los usuarios en general, la energía eléctrica representa un porcentaje importante de sus costos de operación, que en algunos casos puede ser muy significativo. En el siguiente cuadro 3.7 se muestran los beneficios en general del proyecto.

Descripción	Actual	Propuesto
Consumo KW	22.37	18.83
Consumo Energía KWh/año	44,432	36,294
Costo eléctrico $/año	187,414	154,481
Reducción consumo kw	0.00	3.53
Ahorro anual KWh/año	0.00	8,138
Ahorro anual costo eléctrico $	0.00	32,934
Ahorro Económico sobre facturación anual %	0.00	17%

Tabla 3.7. Cuadro de beneficios en general del proyecto
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro anterior podemos ver un ahorro del 17% sobre la facturación total anual lo cual en pesos es de $32,933.79 lo que bien podría utilizarse para pagar parte de la inversión del proyecto.

3.4 Algunos Aspectos del Proyecto Ejecutivo.

Para poder plantear correctamente lo que se pretende, tenemos que tener bien en claro a que nos referimos con proyecto como parte o sinónimo de esta tesis, ya que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, que este caso para nosotros es el objetivo siguiente:

El diseño de la instalación eléctrica, iluminación y motores de corriente alterna para una fábrica de tapas metálicas para camas (TAGSA), y realizar una propuesta técnico-económica que sea atractiva para el dueño de la fábrica, que de ser autorizado el presupuesto requerido, llevar a cabo después la implementación física del proyecto. Aunque cabe resaltar que para fines de tesis lo que nos importa como objetivo principal es el diseño y la propuesta técnico-económica.

La dirección de nuestro proyecto incluye:

- administrar recursos (equipo, material, tiempos, recursos humanos, etc.)
- establecer unos objetivos claros y posibles de realizar (Tenemos que ser breves y congruentes)
- equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costos
- adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de los dueños de la fábrica.

3.4.1 Definición del Ciclo de Vida del Proyecto Ejecutivo

Para facilitar la gestión, los directores de proyectos o la organización pueden dividir los proyectos en fases, con los enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. El

conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto. Muchas organizaciones identifican un conjunto de ciclos de vida específico para usarlo en todos sus proyectos.

Los puntos importantes son:

- el nivel de implementación de cada proceso seleccionado
- las descripciones de las herramientas y técnicas que se utilizarán para llevar a cabo esos procesos.
- cómo se utilizarán los procesos seleccionados para dirigir el proyecto específico, incluidas las dependencias y las interacciones entre esos procesos, y las entradas y salidas esenciales.
- cómo se ejecutará el trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto
- cómo se supervisarán y controlarán los cambios

La definición y la gestión del alcance del proyecto influyen sobre el éxito general del proyecto. Cada proyecto exige un delicado equilibrio entre las herramientas, las fuentes de datos, las metodologías, los procesos y los procedimientos, y otros factores, con el fin de asegurar que el esfuerzo dedicado a actividades para determinar el alcance sea acorde al tamaño, la complejidad y la importancia del proyecto.

3.4.2 Gestión del Tiempo del Proyecto.

Identificar las actividades específicas en un cronograma que deben ser realizadas para poder llevar acabo nuestros objetivos.

Establecimiento de la Secuencia de las Actividades: identificar y documentar las dependencias entre las actividades de nuestro cronograma.

Estimación de Recursos de las Actividades: estimar el tipo y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.

Estimación de la Duración de las Actividades: estimar la cantidad de períodos laborables que serán necesarios para completar cada actividad del cronograma.

Desarrollo del Cronograma: analizar las secuencias de las actividades, la duración de las actividades, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.

Control del Cronograma: controlar los cambios del cronograma del proyecto.

3.4.3 Descripción General de la Elaboración del Proyecto Ejecutivo de TAGSA

Las actividades importantes para realizar el proyecto son:

- elaboración de la ingeniería de detalle
- elaboración de la propuesta general
- entrega de resumen de la propuesta y alcances del mismo (con planos de trabajo así como de cronograma del proyecto)
- aceptación del proyecto
- realización y administración del proyecto.

3.5 Cronograma para la realización del Proyecto Reingeniería Eléctrica

En la realización de un proyecto de Ingeniería es indispensable que se cuente con un plan de trabajo guiado y representado por un diagrama de Gantt que representa las actividades a realizar cronometradas estableciendo su duración así como el personal responsable de cada actividad.

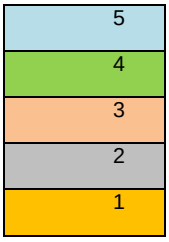
Los beneficios de utilizar los diagramas de Gantt son:

- exhibir una descripción gráfica de las actividades del proyecto.
- planificar las actividades del proyecto.
- dar una base para programar cuando se deben realizar las distintas tareas.
- asignar los recursos.
- comunicar las actividades del proyecto.

- coordinar y manejar las actividades del proyecto.
- supervisar el progreso de las actividades del proyecto

3.5.1 Clasificación de Áreas y Actividades.

El primer paso para administrar el programa de instalación del proyecto es clasificar las áreas de mayor a menor grado de importancia en cuanto a producción se refiere. Esto con la finalidad de saber por que área comenzar ya que el proyecto se llevara a cabo por partes tratando en todo momento nunca parar las actividades de la empresa a menos que sea estrictamente necesario, considerando trabajar por las noches en áreas criticas.



Esta es la escala a utilizar de acuerdo al numero y al color identificaremos la importancia del área de trabajo, por ejemplo el 5 y color azul es el área con menor grado de ponderación de acuerdo a las actividades que se realizan en esta área.

No de Área	Área	Número Clasificació
1	Estacionamiento cerrado	5
2	Patio	5
3	Pasillo	5
4	Bodega 1	5
5	Bodega 2	5
6	Baño P.B.	5
7	Baño P.A.	5
8	Pasillo Torno 1	5
9	Pasillo Torno 2 y 3	5
10	Almacén P.A. 1	4

11	Almacén P.A. 2	4
12	Almacén P.A. 3	4
13	Refacciones	4
14	Oficina Recepción	3
15	Clientes y Entregas	3
16	Oficina gerente P.A. 1	3
17	Oficina administración P.A. 2	3
18	Recepción de lamina	3
19	Secado 2	2
20	Rechazado 1 y 2	2
21	Latonado	1
22	Torno rechazado 1	1
23	Torno rechazado 2	1
24	Torno rechazado 3	1
25	Horno y Pintado	1
26	Secado 1	1

Tabla 3.8. Clasificación de áreas

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.8 muestra todas las áreas de trabajo de TAGSA y de acuerdo a esta clasificación programaremos las actividades del proyecto también con su clasificación dependiendo de la ponderación de las actividades. Los trabajos son los siguientes:

- recepción de equipo comenzando por tableros, CCM, cable tubería, protecciones, luminarias, motores.
- instalación de tableros y CCM
- instalación de tuberías según clasificación de áreas
- instalación de salidas (contactos)
- instalación de cable y protecciones
- instalación de luminarias
- puesta en marcha de instalación eléctrica

- instalación de motores
- puesta en marcha de motores

Cada actividad debe ser acompañada de la sustitución de equipo actual así como la limpieza del lugar y incluyendo el equipo que se retire de la instalación actual.

A continuación se muestra el cronograma general de actividades a realizar en TAGSA.

Este cronograma contempla los tiempos totales para cada actividad, la programación por área es de acuerdo a la clasificación vista en la tabla 3.8 por lo que lo que se atacara primero siempre son las áreas con numero 5 hasta llegar a la numero1.

Para la instalación de luminarias en las áreas naranja o área 1 tendrá que ser en la noche debido a que de lo contrario tendríamos que parar la producción.

En cuanto a la instalación de motores también tendrá que ser por la noche. Por la misma razón de producción, esto solo en las áreas 21 a 26.

Figura 3.3. Cronograma proyecto TAGSA

Fuente: Elaboración propia

3.6 Financiamiento.

El Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE) ofrece financiamiento para los proyectos de ahorro de energía y adquisición de equipos eficientes.

A TAGSA la podemos clasificar como Micro y pequeña empresa (MYPE) ya que se cuenta con un consumo menor a 100 kw y se factura en tarifa 3 por lo que se puede contar con los siguientes tipos de financiamiento.

3.6.1 Adquisición de Equipos de Alta Eficiencia:

En este programa se pueden adquirir un financiamiento desde $14,000.00 para adquirir equipo eléctrico de alta eficiencia dentro de un catalogo establecido como:

- lámparas fluorescentes compactas
- lámparas fluorescentes lineales T-5, T-8
- lámparas de vapor de sodio de alta presión
- balastros eficientes
- sensores de presencia
- motores eléctricos de alta eficiencia
- equipos de aire acondicionado (Tipo ventana, minisplit, multispilt y paquete)
- refrigeradores Comerciales
- luminarias
- compresores de Aire Eficientes (5 a 50 HP)
- bombas eficientes
- equipos para cámaras frigoríficas.

3.6.2 Proyectos Integrales.

En este programa se otorga una línea de crédito desde $30,000.00 para desarrollar un proyecto integral de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, financiando desde el diagnostico energético, la mano de obra y todo lo necesario para aplicar las medidas correctivas de su industria.

Financiamiento:

- hasta el 100% de la inversión
- la realización del diagnóstico energético (Ingeniería)
- la instalación de los equipos (Mano de obra)
- para proyectos nuevos o existentes
- nuevas tecnologías
- energías renovables.

Figura 3.4 Financiamiento FIDE
Fuente: www.fide.org.mx

3.6.3 Requisitos para Autorizar el Financiamiento.

- Solicitud de financiamiento de la MYPE.
- ultimo recibo de energía eléctrica (MYPE).
- cotización de un distribuidor participante[1] con atención a la MYPE y con la cual está de acuerdo, la que debe presentarse en pesos mexicanos, incluir características técnicas,

[1] Para inscripción de distribuidores solo presentar una carta de recomendación de un fabricante así como una carta de presentación de la empresa, fuente FIDE.

modelo, mencionar que cuentan con Sello FIDE en caso de aplicar, garantía y condiciones comerciales

- formato para Consulta del Buró de Crédito, se presenta en original en hoja embretada de la MYPE, en caso de no contar con historial crediticio, también se solicitará el ultimo estado financiero que cuente la empresa, así como una
- el financiamiento genera una tasa de interés de 9.5% sobre saldos insolutos.

Esquema general de financiamiento.

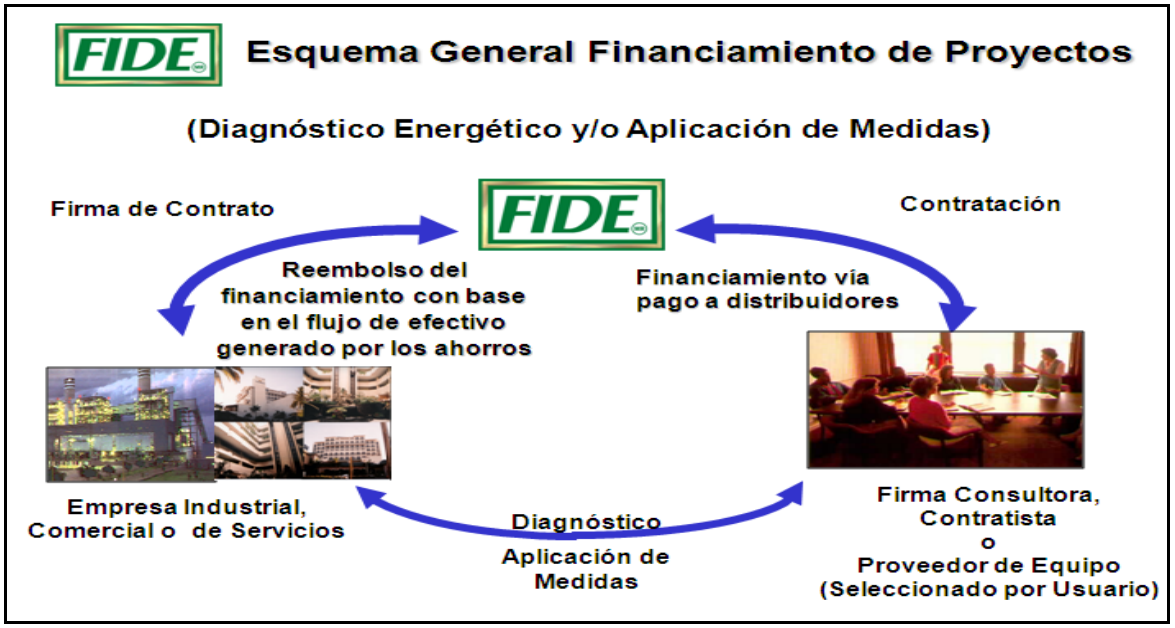


Figura 3.5 Esquema general de financiamiento
Fuente: www.fide.org.mx

Conclusiones

Los proyectos de ingeniería eléctrica en la actualidad deben contar con elementos que los hagan rentables tanto económicamente como técnicamente.

El desarrollo tecnológico y la globalización ha obligado a que los proyectos en todas las ramas de la ingeniería estén bajo normas nacionales y en ciertos casos internacionales.
En México hasta 1993 no existía normalización obligatoria en cuestión de instalaciones eléctricas. El diseño eficiente y con apego a la normatividad vigente resulta de gran beneficio para los proyectos ya que esta provee los requisitos mínimos para que una instalación sea segura y eficiente.

La normatividad en cuestión de motores también exige los valores mínimos de eficiencias que los fabricantes deben ofrecer a los consumidores esto proporciona la seguridad de contar con motores eficientes y de bajos consumos eléctricos lo que para TAGSA es importante debido a que los motores representan casi el 50 % de su carga total.

En cuestión de iluminación la normatividad en México provee los valores de iluminación que se necesitan en cada aplicación. El uso de nuevas tecnologías ofrece varios beneficios tanto en el nivel y calidad de la luz como en la disminución de consumo eléctrico.

En nuestro caso de estudio TAGSA, contempla una propuesta técnica económica que esta sustentada bajo las normas vigentes lo cual trae beneficios técnicos económicos y operativos.
La instalación eléctrica va a proveer mayor seguridad a los usuarios y a los equipos así como la disminución de pérdidas eléctricas por disminución de corriente eléctrica cerca del 53 % ayudando a que el sistema de protección trabaje adecuadamente, y la disminución de la caída de tensión en un 27 %.
La instalación del sistema de tierras proporciona seguridad a los usuarios y equipo, evita la circulación de corrientes no deseadas asegurando la operación adecuada del sistema.

La utilización de motores de alta eficiencia (7 % mayor que los motores actuales) proporciona confiabilidad ya que los motores propuestos son mas silenciosos tienen menor calentamiento, su vida de operación es mas alta. En consecuencia ofrecen gastos de operación y mantenimiento menores. Logrando ahorros del 8% en consumos eléctricos.

Al emplear equipos de última tecnología en el sistema de iluminación logramos optimizar y lograr los niveles de iluminación de acuerdo a cada área. Se logran ahorros del 39 % en consumo eléctrico y de un 50% en nivel de iluminación (lux) en la mayoría de las areas.

En general se logra un ahorro del 18 % sobre el consumo de energía anual lo que representa el 17% de la facturación total anual

Estos ahorros se podrán utilizar para pagar el financiamiento que en caso de requerirlo el FIDE proporcionara la inversión inicial, y la inversión por parte de TAGSA será poca. TAGSA contara con instalaciones modernas y equipos con garantías no menores a 5 años por lo que desde el punto de vista de mantenimiento será mínimo (solo preventivo), estos beneficios no son solo desde el punto de vista técnico si no también de confort ya que el mejoramiento de las instalaciones ofrece como consecuencia una mejor productividad.

Bibliografía

CAPITULO I Instalaciones Eléctricas, Iluminación y Motores Marco Teórico.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones eléctricas (Utilización)

Norma Oficial Mexicana *NOM-007-ENER-2004*, EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES

Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo

Norma Mexicana NMX-J-I 36-ANCE-2007, ABREVIATURAS Y S~MBOLOS PARA DIAGRAMAS, PLANOS Y EOUIPOS ELECTRICOS

NORMA Oficial Mexicana NOM-016-ENER-2002, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.

NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

HVAR, por sus siglas en ingles. Véase, Notas del curso impartido por “Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, A.C. (AMERIC)”

OROPEZA, ANGELES, Javier; “Libro de Oro de puesta a tierra universal”, Schneider Electric, noviembre 2005, pp 200-206.

RAÚLL MARTÍN, José, “Diseño de subestaciones eléctricas”, pág.240

www.motores-industriales.com/images/motor.gif

Ahorro de Energía en Motores Eléctricos. Ing. Alex Ramírez, GENERTEK S.A. de C.V

MANUAL TÉCNICO de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión, Grupo Condumex, Abril 2006, pp 157-268

OROPEZA, ANGELES, Javier; “Instalaciones Eléctricas Comerciales e Industriales”, Schneider Electric, Diciembre 2007, Capítulos 01, 02, 03, 04, 05 y 10.

OROPEZA, ANGELES, Javier; “Instalaciones Eléctricas Residenciales”, Schneider Electric, Octubre 2005, Capítulos 01, 03, 04 y 05.

CAPITULO II Análisis Calculo y Selección de Equipo.

Apuntes de Cursos 101 Básicos, Eaton Cutler-Hammer S. R. de L, 2001, México D.F.

Apuntes del Seminario “Foro uso de motores de alta eficiencia” FIDE 2007

www.cfe.gob.mx/tarifaseléctricas

http://www.cec.cubaindustria.cu/contenido/jornadaVII/1_2Cont.pdf

Curso básico de la IESNA Philips ww.philips.com.mx

CAPITULO III Aspectos Técnicos, Económicos y Administrativos del Proyecto.

www.imagenesiluminacion.com

Procedimiento para la evaluación de motores eléctricos de corriente alterna. Fideicomiso para el Ahorro de Energía

www.weg.net/mx/Productos-y-Servicios/Motores/Motores-Electricos-Industriales/TEFC-ALTA-EFICIENCIA dimensionamiento de motores de alta eficiencia

Apuntes del Seminario “Foro: Uso de motores de alta eficiencia” FIDE 2007

www.fide.org.mx

Ing. Moisés Cervantes Patiño, Apuntes Diplomado Administración y Aplicación de Tecnologías de Diseño en Proyectos, Modulo I “Fundamentos de Administración de Proyectos”, FES Aragón Periodo 2007-2 a 2008-1.

Norma Nacional Americana ANSI/PMI 99-001-2004, Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Guía del PMBOK®, Tercera Edición Español, ©2004 Project Managment Institute, Inc. Todos los derechos reservados

Anexo No. 1 Glosario

Enríquez Harper, Gilberto , Diseño de sistemas eléctricos : basado en la Norma Oficial Mexicana de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-1994, Editorial Limusa, Noriega Editores, México D.F. 1999

[Conceptos Electricidad Básica] http://electronicacompleta.com/lecciones/conceptos-basicos-de-electricidad/

[Conceptos Iluminación] http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/basic.htm

[Conceptos de Motores]
http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F6670%2F17851%2F00826194.pdf%3Farnumber%3D826194&authDecision=-203

Anexo No. 4 Hojas de Datos de los Motores

http://www.weg.com

Anexo No 1 Glosario

Acometida: Conductores de acometida que conecta la red del suministrador al alambrado del inmueble a servir.

Alimentador: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separadamente u otra fuente de alimentación y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Carga (eléctrica): Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

Centro de control de motores: Conjunto de una o más secciones encerradas, que tienen barras conductoras comunes y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

Circuito derivado: Conductor o conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la o las salidas finales de utilización.

Conductor de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

Conductor puesto a tierra: Conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra.

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito por medios no automáticos y para abrir el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica correctamente dentro de su valor nominal.

De retardo inverso: Término calificador que indica que en la acción de disparo del interruptor automático se ha introducido intencionalmente un retardo que decrece a medida que la magnitud de la corriente eléctrica aumenta.

Fusible: Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta por el paso de una sobrecorriente que circule a través de ella e interrumpe el paso de la corriente eléctrica.

Interruptor de circuito por falla a tierra: Dispositivo diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo determinado, cuando una corriente eléctrica a tierra excede un valor predeterminado, menor que al necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Luminario: equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

Sobrecarga: Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente nominal, cuando tal funcionamiento, al persistir por suficiente tiempo puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga (véase Sobrecorriente).

Sobrecorriente: Cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga (véase definición de “sobrecarga”), un cortocircuito o una falla a tierra.

Tablero de alumbrado y control: Panel sencillo o grupo de paneles unitarios diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, accesible únicamente desde el frente, que incluye barras conductoras de conexión común y dispositivos automáticos de protección

contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, y está equipado con o sin desconectadores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; diseñado para instalarlo dentro de un gabinete o caja de cortacircuitos ubicada dentro o sobre un muro o pared divisora y accesible únicamente desde el frente (véase Tablero de distribución)..

Tubo (conduit): Sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular.

Definiciones de instalaciones de Iluminación.

Alumbrado general interior. La iluminación que se localiza en los espacios interiores de un edificio, destinada a iluminar uniformemente las diferentes áreas dentro del mismo.

Carga total conectada para alumbrado. Es la suma de la potencia en watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro.

Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA). Indice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m^2.

Edificios no residenciales. Aquel edificio destinado para uso no habitacional.

Iluminancia. Es la luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento. La iluminancia esta expresada en lux (lx).

Luminario. Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

Sistema de alumbrado. Conjunto de equipos, aparatos y accesorios que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar iluminación a una superficie o un espacio.

Área de trabajo: es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

Iluminación localizada: es un alumbrado diseñado para proporcionar un aumento de iluminación en el plano de trabajo.

Flujo luminoso: Es la relación de cómo fluye la luz con respecto al tiempo su unidad es el lumen (lm).

Iluminancia (iluminación): Es la relación del flujo luminoso con respecto a un área, E= ø/A su unidad son los luxes (lux).

Reflectancia: Es la relación entre la luz total reflejada en una superficie y la luz total incidente en la misma superficie, se expresa en por ciento.

Luxómetro: es un instrumento para la medición del nivel de iluminación.

Nivel de iluminación: cantidad de energía radiante medida en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en lux.

Plano de trabajo: es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

Sistema de iluminación: es el conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas.

Coeficiente de utilización.: Es la relación que existe entre la luz generada por la lámpara y la luz que finalmente incide en el plano de trabajo.

Depreciación de los lúmenes de lámpara: Compensa las pérdidas de los lúmenes de salida de la lámpara el DLL es proporcionado por el fabricante de la lámpara al 70% de la vida útil, es un número entre 0 y 1.

Depreciación por polvo en la luminaria (DPL): Compensa pérdidas ocasionadas por acumulación de polvo en la luminaria, es un número entre 0 y 1.

Depreciación por suciedad local (DPSL): Compensa las pérdidas que ocasiona la suciedad en la reflectancia se las superficies del local, es un numero entre 0 y 1..

Factor de carga: Es la relación entre la potencia eléctrica demandada por un motor y su potencia de placa, expresada en por ciento.

.

Diferencia de tensión, que es la relación entre la tensión trifásica de línea promedio y la tensión indicada en la placa.

Desbalance de tensión: que es la máxima desviación de la tensión de línea, al valor promedio del sistema, entre la tensión promedio.

Anexo 2 Indice de Figuras, Tablas y Graficas Figuras

1.1 Diagrama unifilar de una Instalación Eléctrica 7
1.2 Cargas en una industria 7
1.3 Sistema eléctrico[1] típico para la generación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica 9
1.4 Lámpara Incandescente. 27
1.5 Lámpara Halógena. 27
1.6 Lámpara fluorescente. 28
1.7 Lámpara aditivos metálicos. 29
1.8 Tipos de Iluminación. 32
1.9 Motor Eléctrico. 32
1.10 Componentes de Control en Gabinete. 37
2.1 Estado de medidores e interruptores. 42
2.2 Levantamiento de lámparas.. 42
2.3 Levantamiento de Motores actuales 44
2.4 Equipo en área latonado. 45
2.5 Diagrama del proceso. 49
2.6 Mediciones a motores. 54
2.7Medición en Cuchillas. 54
2.8 Configuración de medición de resistencia a tierra. 55
2.9 Estado del terreno para resistencia de tierra. 56
2.10 División del local por zonas. 58
2.11 Relaciones de cavidad. 65
2.11. Layout Luminárias Fuente: Software Ilugram 72
2.12. Diagrama Unifilar. 94
3.1. Prevención de sobre-temperatura. 102
3.2. Construcción interna de un motor de alta eficiencia. 104
3.3. Cronograma 115
3.4. Financiamiento FIDE 117
3.5. Esquema general de financiamiento 118

Tablas

1.1 Valores y efectos de la corriente eléctrica.....14
1.2 Resumen de requisitos de los circuitos derivados 17
1.3 Tipo de luminarias 31
1.4 Clasificacion de motores electricos 33
2.1 Datos del interruptor Principal 42
2.2 Levantamiento de iluminación. 43
2.3 Levantamiento de motores actuales..... 43
2.4 Levantamiento de misceláneos..... 44
2.5 Levantamiento Latonado. 45
2.6 Apagadores y contactos..... 46
2.7 Carga instalada en Kw..... 50
2.8 Consumo kwh/mes. 51
2.9 Análisis de facturación. 53
2.10 Clasificación de áreas según normas y recomendaciones correspondientes 62
2.11 Niveles máximos permisibles del factor de reflexión NOM-025-STPS-1999 62
2.12 Niveles Considerados para el proyecto 62
2.13 Tabla de relaciones de áreas. 66
2.14 Categorías de mantenimiento de luminarias.....67
2.15 Factores de depreciación por sociedad de loca.....68
2.16 Coeficiente de Utilización. 69
2.17 Numero de luminarias por área.....70
2.18 Datos de placa de motor troquel 1 74
2.19 Factor por reembobinado. 78
2.20 Motores actuales. 81
2.21 Motores de alta eficiencia.....81
2.22 Circuitos derivados Iluminación.....82
2.23 Circuitos derivados Receptáculos. 83
2.24 Circuitos derivados Motores. 83
2.25. Cuadro de Cargas de Iluminación y receptáculos.....92
2.26 Cuadro de cargas Tablero de Motores.....93
2.27 % Resistencia vs No elèctrodos. 97
3.1 Costos del Proyecto. 99

3.2. Comparación en la reducción de perdidas. 101
3.3. Beneficios Técnicos en Motores 103
3.4. Comparación entre el sistema actual y el propuesto 105
3.5. Beneficios económicos de los motores 106
3.6. Beneficios por concepto de iluminación 107
3.7. Cuadro de beneficios en general del proyecto 108
3.8. Esquema general de financiamiento 113

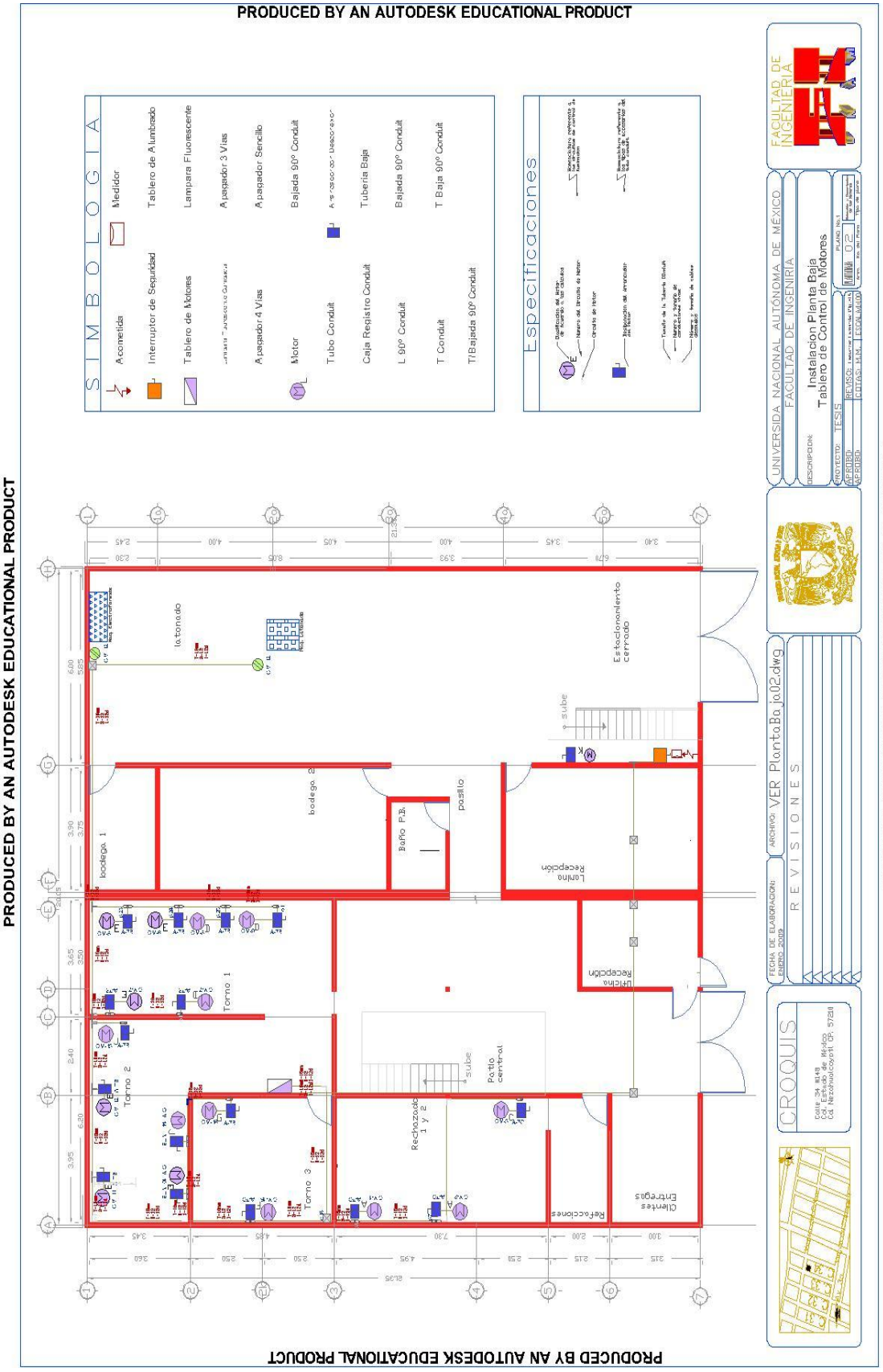
Gráficas

1.1 Variación de parámetros por desbalance de tensión 40
2.1 Pay de carga instalada actual. 50
2.2 Pay de consumo de energía actual 51
2.3 Distribución del gasto energía y demanda 53
2.4 DPL de acuerdo a la categoría de mantenimiento, los periodos de mantenimiento y el grado de sociedad.. 67
2.5 Evolución de eficiencia de motores trifásicos 72
2.6 Eficacia vs Carga. 73
2.7. Profundidad del electrodo de puesta a tierra. 96
2.8 % Resistencia vs No Elèctrodos 97
3.1 Curvas características en función de la potencia. 103
3.2 Costo Eléctrico Anual 107
3.3 Beneficio Costo Eléctrico en un Año 108

Anexo No 3 Planos Eléctricos

Plano No. 1 Planta Baja Ubicación Iluminación y Receptáculos

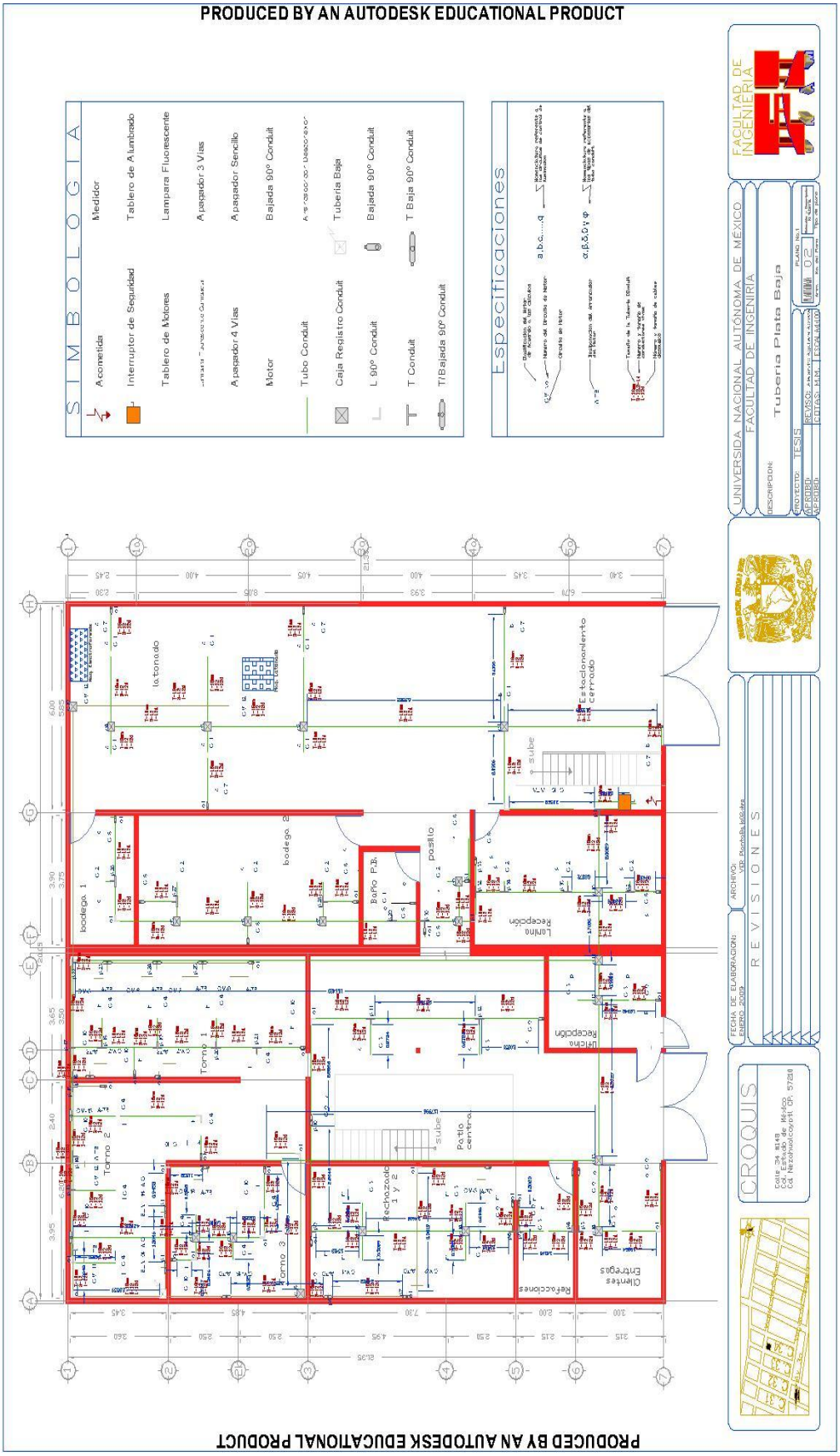
Fuente: Elaboración Propia Datos Propuestos



Plano No. 2 Planta Baja Ubicación Motores

Fuente: Elaboración Propia Datos Propuestos

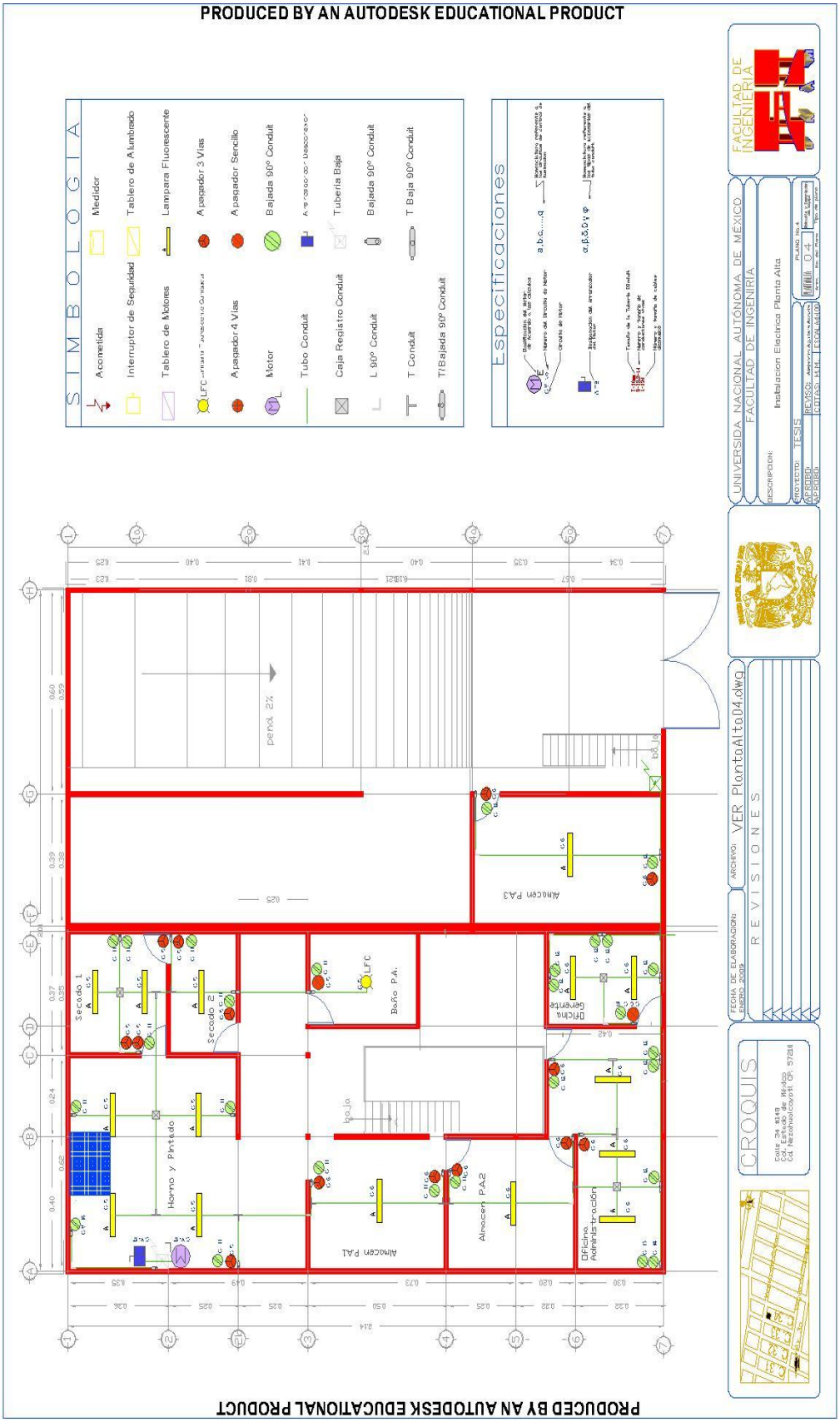
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

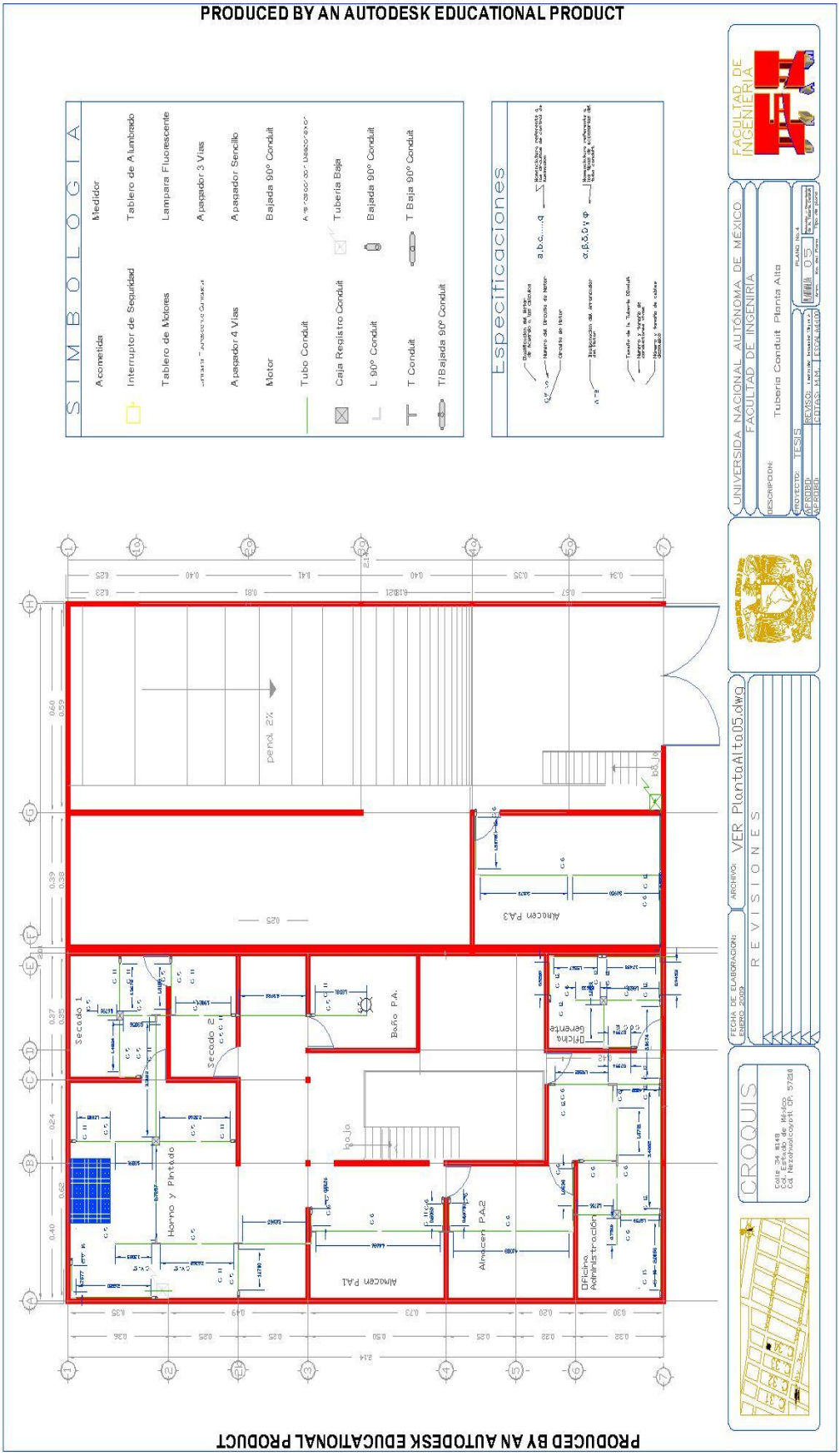
Plano No. 3 Planta Baja Tubería Conduit

Fuente: Elaboración Propia Datos Propuestos



Plano No. 4 Planta Alta Ubicación Equipo

Fuente: Elaboración Propia Datos Propuestos



Plano No. 5 Planta Alta Tubería Conduit

Fuente: Elaboración Propia Datos Propuestos

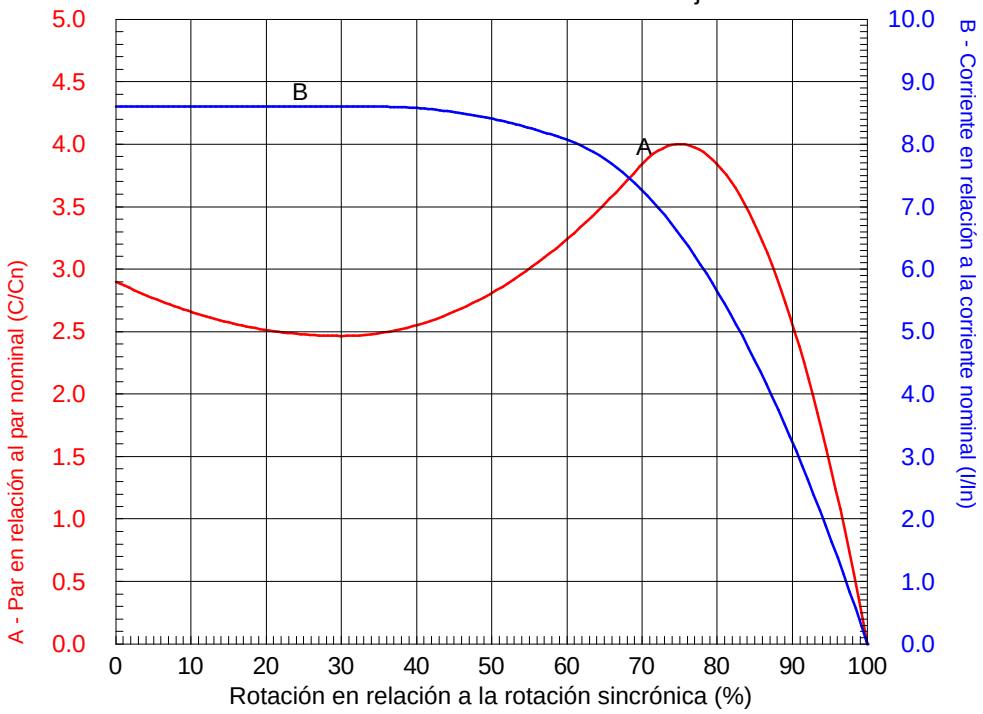
Tesis

Nr.: 1

Fecha: 3/4/2009 7:52:38 PM

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA ROTACIÓN

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	: Tagsa		
Línea del producto	: Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA		
Potencia	: 1 HP	Ip/In	: 8,6
Carcasa	: 143T	Régimen de servicio	: S1
Rotación nominal	: 1765	Factor de servicio	: 1,25
Frecuencia	: 60 Hz	Categoría	: B
Voltaje nominal	: 208-230/460 V	Par de arranque	: 290 %
Clase de aislación	: F	Par máxima	: 400 %
Corriente nominal	: 3,27-2,96/1,48 A		

Observaciones:

Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A	Verificado:

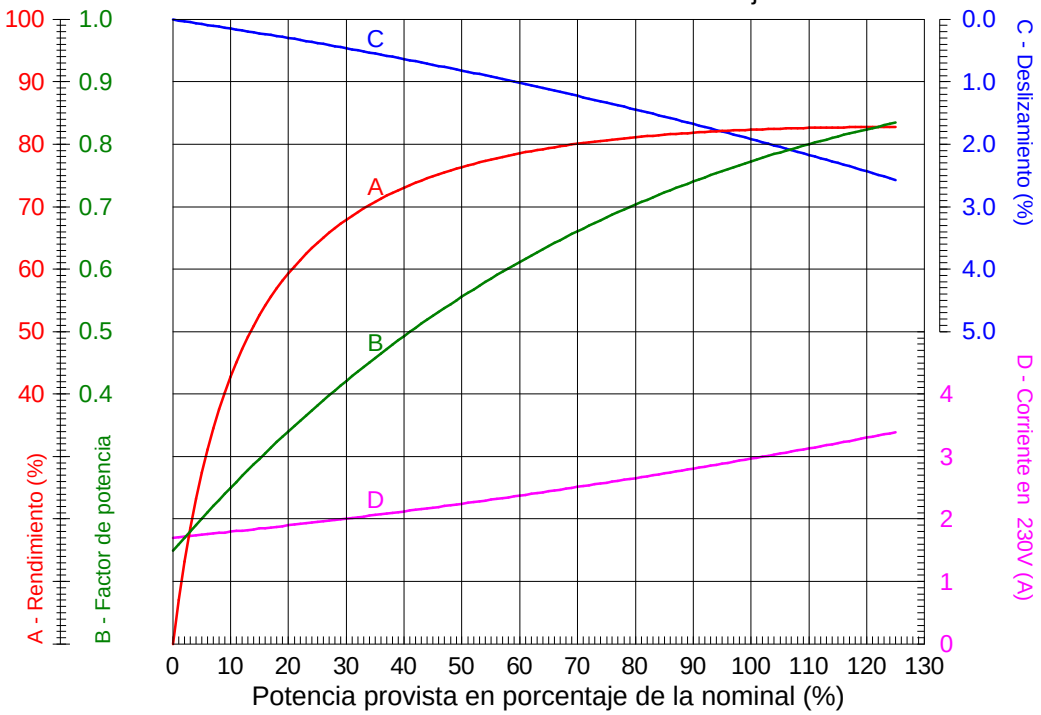
Tesis

Nr.: 1

Fecha: 3/4/2009 7:46:47 PM

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	: Tagsa		
Línea del producto	: Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA		
Potencia	: 1 HP	Ip/In	: 8,6
Carcasa	: 143T	Régimen de servicio	: S1
Rotación nominal	: 1765	Factor de servicio	: 1,25
Frecuencia	: 60 Hz	Categoría	: B
Voltaje nominal	: 208-230/460 V	Par de arranque	: 290 %
Clase de aislación	: F	Par máxima	: 400 %
Corriente nominal	: 3,27-2,96/1,48 A		

Observaciones:

Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A	Verificado:

	Tesis	Nr.: 1
		Fecha: 3/4/2009 7:45:58 PM

HOJA DE DATOS
Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

Cliente	: Tagsa
Línea del producto	: Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA

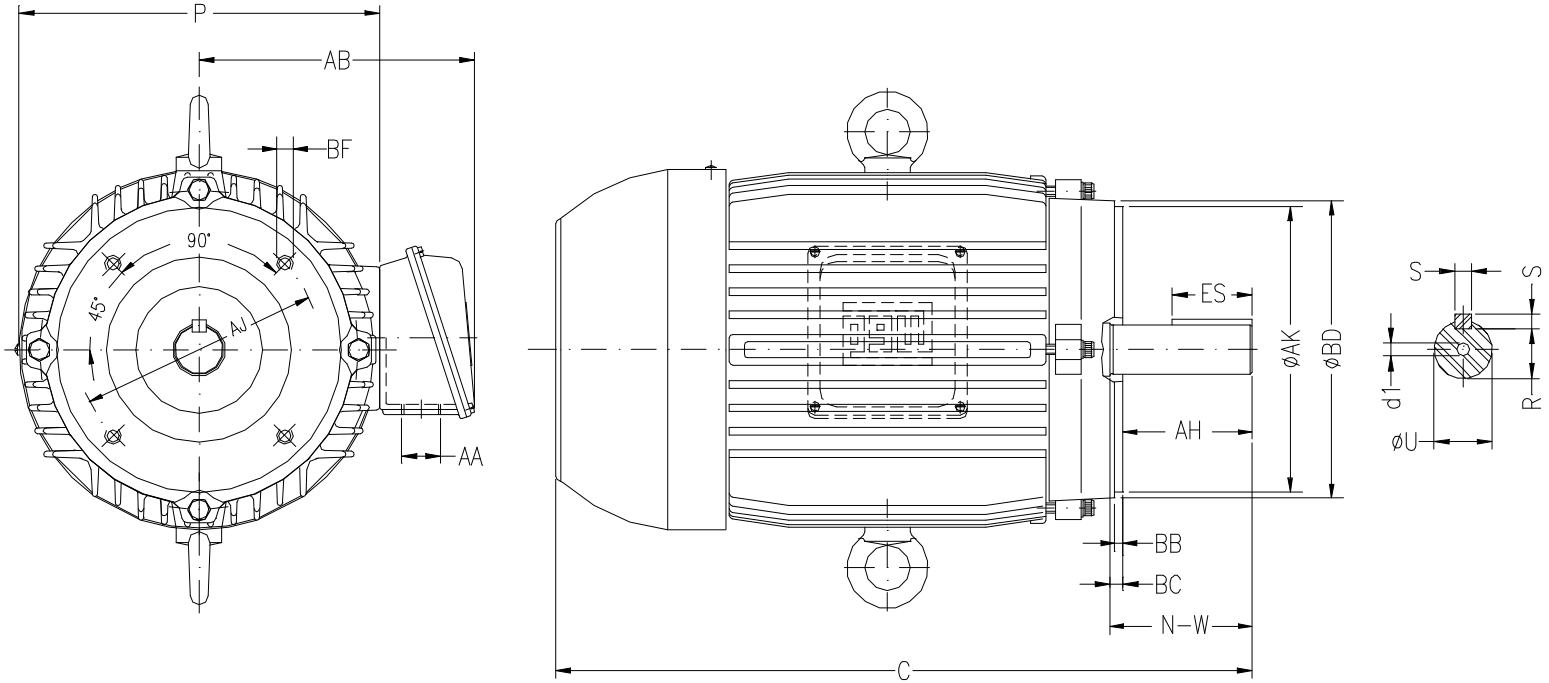
Carcasa	: 143T
Potencia	: 1 HP
Frecuencia	: 60 Hz
Polos	: 4
Rotación nominal	: 1765
Deslizamiento	: 1,94 %
Voltaje nominal	: 208-230/460 V
Corriente nominal	: 3,27-2,96/1,48 A
Corriente de arranque	: 25,5/12,7 A
Ip/In	: 8,6
Corriente en vacío	: 1,70/0,850 A
Par nominal	: 4,06 Nm
Par de arranque	: 290 %
Par máxima	: 400 %
Categoría	: B
Clase de aislación	: F
Elevación de temperatura	: 80 K
Tiempo de rotor bloqueado	: 16 s (caliente)
Factor de servicio	: 1,25
Régimen de servicio	: S1
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C
Altitud	: 1000 m
Protección	: IP55
Masa aproximada	: 18 kg
Momento de inercia	: 0,00392 kgm²
Nivel de ruido	: 51 dB(A)

	Delantero	Trasero
Rodamiento	6205 ZZ	6204 ZZ
Intervalo de lubrificación	---	---
Cantidad de grasa	---	---

Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
100%	0,77	82,5
75%	0,69	80,0
50%	0,55	77,0

Observaciones:

Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A	Verificado:



					Observaciones:
					Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A
2E 5.500	P 7.047	AB 6.102	2F 4.000	K 1.654	Verificado:
B 5.157	BA 2.250	FBA ---	U 0.875	N-W 2.250	Cliente: Tagsa
ES 1.575	S 0.187	R 0.765	depth 0.187	O 7.008	Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA
T 2.949	H 0.344	C 12.346	FC ---	AA NPT 3/4"	
d1 A 4	d2 A 4	Brida FC-149	AJ 5.875	AK 4.500	Motor trifásico de inducción Carcasa 143T - IP55
BD 6.500	BF UNC 3/8"x16	BB 0.156	BC 0.125	AH	3/4/2009 7:46:23 PM 1

Versión

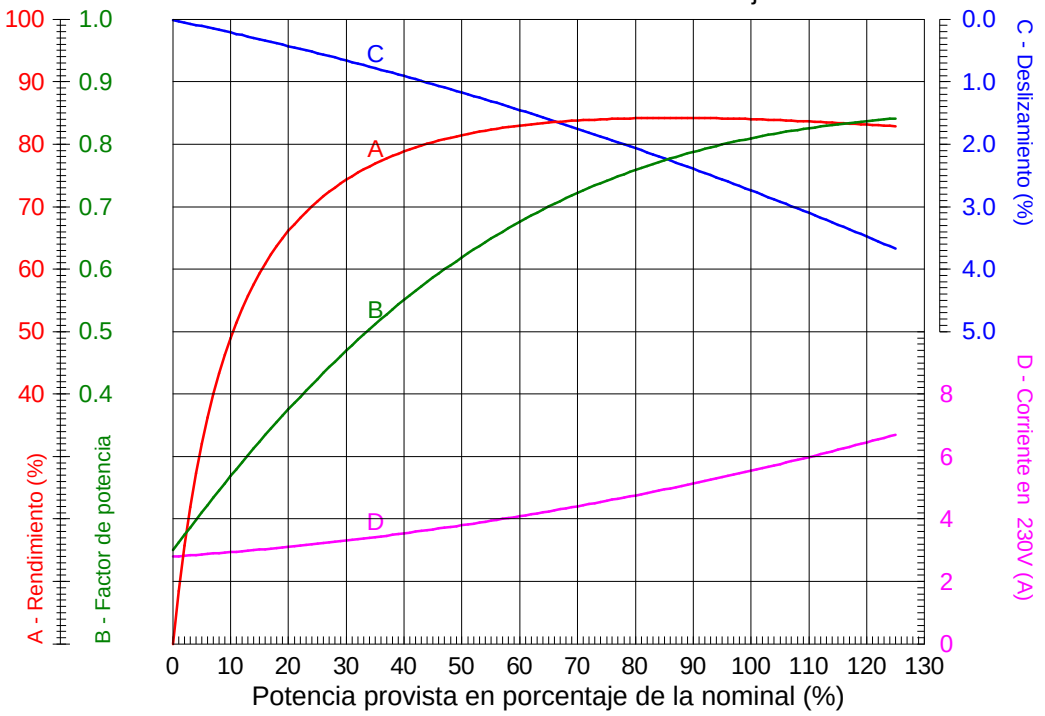
Tesis

Nr.: 2

Fecha: 3/4/2009 7:51:37 PM

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	: Tagsa		
Línea del producto	: Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA		
Potencia	: 2 HP	Ip/In	: 7,7
Carcasa	: 145T	Régimen de servicio	: S1
Rotación nominal	: 1750	Factor de servicio	: 1,25
Frecuencia	: 60 Hz	Categoría	: B
Voltaje nominal	: 208-230/460 V	Par de arranque	: 240 %
Clase de aislación	: F	Par máxima	: 300 %
Corriente nominal	: 6,13-5,54/2,77 A		

Observaciones:

Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A	Verificado:

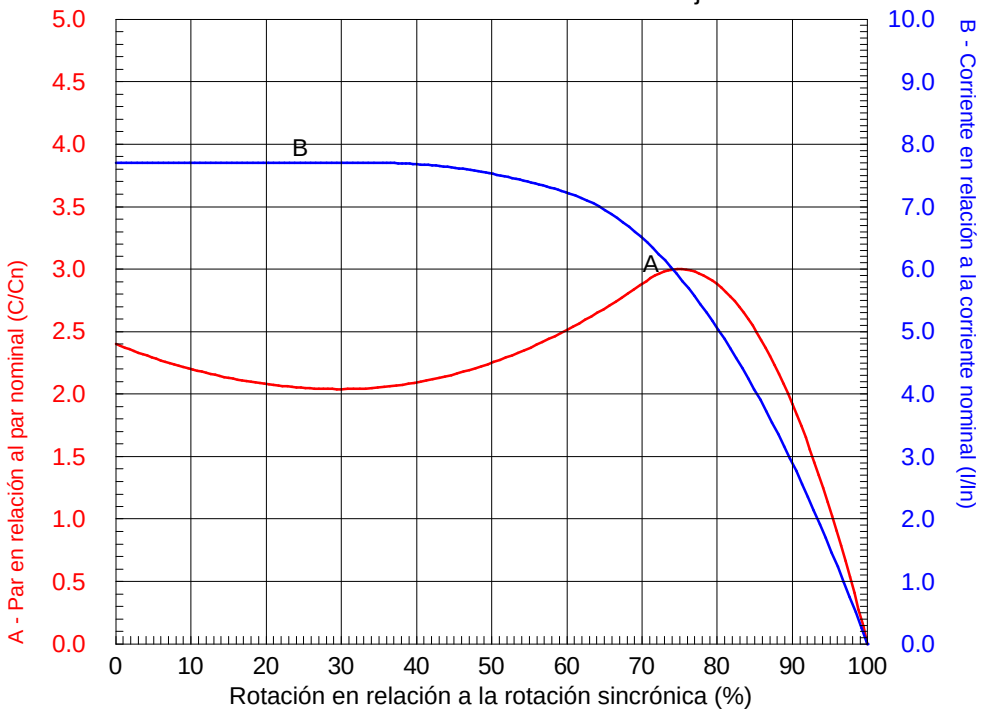
Tesis

Nr.: 2

Fecha: 3/4/2009 7:51:59 PM

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA ROTACIÓN

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	: Tagsa		
Línea del producto	: Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA		
Potencia	: 2 HP	Ip/In	: 7,7
Carcasa	: 145T	Régimen de servicio	: S1
Rotación nominal	: 1750	Factor de servicio	: 1,25
Frecuencia	: 60 Hz	Categoría	: B
Voltaje nominal	: 208-230/460 V	Par de arranque	: 240 %
Clase de aislación	: F	Par máxima	: 300 %
Corriente nominal	: 6,13-5,54/2,77 A		

Observaciones:

Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A	Verificado:

	Tesis	Nr.: 2
		Fecha: 3/4/2009 7:50:53 PM

HOJA DE DATOS
Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

Cliente	: Tagsa
Línea del producto	: Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA

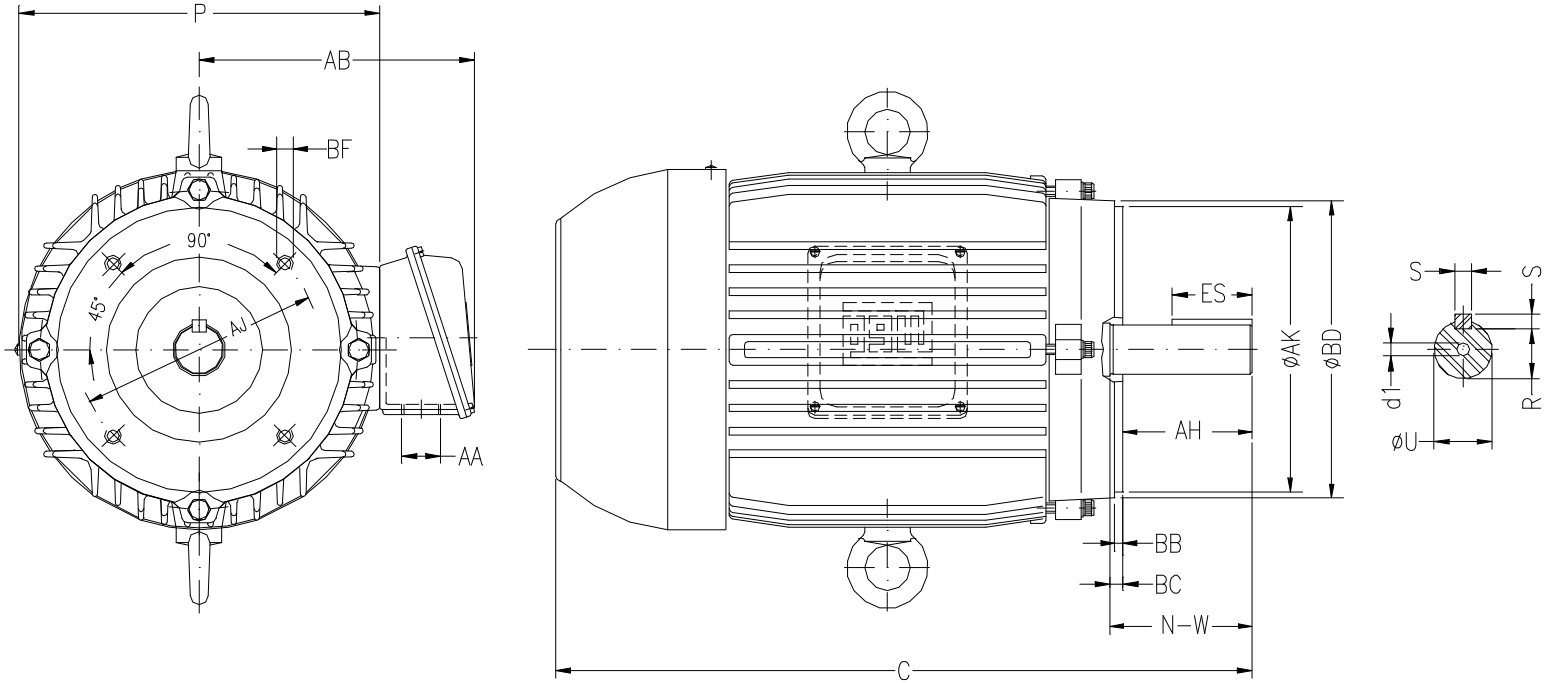
Carcasa	: 145T
Potencia	: 2 HP
Frecuencia	: 60 Hz
Polos	: 4
Rotación nominal	: 1750
Deslizamiento	: 2,78 %
Voltaje nominal	: 208-230/460 V
Corriente nominal	: 6,13-5,54/2,77 A
Corriente de arranque	: 42,7/21,3 A
Ip/In	: 7,7
Corriente en vacío	: 2,80/1,40 A
Par nominal	: 8,19 Nm
Par de arranque	: 240 %
Par máxima	: 300 %
Categoría	: B
Clase de aislación	: F
Elevación de temperatura	: 80 K
Tiempo de rotor bloqueado	: 11 s (caliente)
Factor de servicio	: 1,25
Régimen de servicio	: S1
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C
Altitud	: 1000 m
Protección	: IP55
Masa aproximada	: 22 kg
Momento de inercia	: 0,00560 kgm²
Nivel de ruido	: 51 dB(A)

	Delantero	Trasero
Rodamiento	6205 ZZ	6204 ZZ
Intervalo de lubrificación	---	---
Cantidad de grasa	---	---

Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
100%	0,81	84,0
75%	0,74	84,0
50%	0,62	81,5

Observaciones:

Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A	Verificado:



					Observaciones:
					Ejecutante: M.A.H.H y A.A.A
2E 5.500	P 7.047	AB 6.102	2F 5.000	K 1.654	Verificado:
B 6.142	BA 2.250	FBA ---	U 0.875	N-W 2.250	Cliente: Tagsa
ES 1.575	S 0.187	R 0.765	depth 0.187	O 7.008	Motores Eléctricos Industriales - TEFC - ALTA EFICIENCIA
T 2.949	H 0.344	C 13.346	FC ---	AA NPT 3/4"	
d1 A 4	d2 A 4	Brida FC-149	AJ 5.875	AK 4.500	Motor trifásico de inducción Carcasa 145T - IP55
BD 6.500	BF UNC 3/8"x16	BB 0.156	BC 0.125	AH	3/4/2009 7:51:15 PM 2

Versión

ANEXO 5 CATALOGO DE CONCEPTOS
TESIS
Reingeniería de las Instalación Eléctrica, Iluminación y Motores de un Taller de Metal-Metálicas

Revisión
Fecha:
Importe Total: **$279.306,05**

Acometida

Equipo ó Material	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe Sub-Total

Interruptor de Seguridad Principal

Interruptor principal	Interruptor de Seguridad Uso Pesado, 3 Plos, 240 VCA max, Fusibles Tipo H 400 [A], Nema 4X Acero Inoxidable,Neutro Instalado desde de fabrica, Marca Square- D	Pza.	1	$3.570,60	$3.570,60
Electrodo de Puesta a Tierra	Varilla copperweld de 16 MM de diámetro x 3,050 metros de longitud, MCA. CADWELD.	Pza.	1	$1.500,00	$1.500,00
Conectores	juego de conectores para la interconeccion del electrodo de puesta a tierra, con el conductor de puesta a tierra.	Pza.	1	$180,00	$180,00
Gel para tatamiento de terreno	gel para el tratamiento del terreno de alta duravilidad marca cadweld	Pza.	1	$285,00	$285,00

Centro de Cargas: Alumbrado y Miscelaneos

Centro de cargas	Centro de Cargas Nema 3 a Prueba de Lluvia Color GRIS ANSI 49, 3F, 4H, 230 VAC, Con Interruptor Principal	Pza.	1	$2.700,00	$2.700,00
Interruptor Termomagnetico Principal 3 Polos, 100 Amps	Interruptor Termomagnetico, 3 Polos , 100 Amperes, Corriente de Corto Circuito 10 KA	Pza.	1	$500,00	$500,00
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 1 Polo 15 Amps Falla a Tierra.	Interruptor Termomagnetico, 1 Polo , 15 Amperes, Corriente de Corto Circuito 10 KA	Pza.	10	$236,00	$2.360,00
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 1 Polo 30 Amps.	Interruptor Termomagnetico, 1 Polo , 30 Amperes, Corriente de Corto Circuito 10 KA	Pza.	4	$278,48	$1.113,92
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 1 Polo 40 Amps.	Interruptor Termomagnetico, 1 Polo , 40 Amperes, Corriente de Corto Circuito 10 KA	Pza.	1	$283,20	$283,20
Apagador Sencillo	Apagador sencillo linea Unica, color polar, 16a, 127v.	Pza.	30	$26,00	$780,00
Apagador 3 Vias	Apagador sencillo linea Unica, color polar, 16a, 127v.	Pza.	25	$45,00	$1.125,00
Apagador 4 Vias	Apagador sencillo linea Unica, color polar, 16a, 127v.	Pza.	8	$62,00	$496,00
LÁMPARA FLUORESCENTE BULBO T5	LÁMPARA FLUORESCENTE BULBO T5 DE ENCENDIDO RÁPIDO DE 28W MARCA SLI LIGHTING O GE, (F28T5/841), 65000°K, 20,000 HORAS DE VIDA NOMINAL, IRC 85 O MAYOR, BASE G-5.	Pza.	98	$65,72	$6.440,40
BALASTRO ELECTRONICO	MODELO SLI228PUNVC200C ENCENDIDO PROGRAMADO SE-PR VOLTAJE UNIVERSAL 120-227, POTENCIA 66 W, CORRIENTE A 0.55, FACTOR DE POTENCIA >0.98, THD,<10%, BF 1.00 FACTOR DE CRESTA <1.70 PARA OPERAR 1Ó 2 X28W T-5 MARCA UNIVERSAL.	Pza.	49	$297,65	$14.585,00
LUMINARIO TIPO SOBREPONER	A PRUEBA DE POLVO Y HUMEDAD, MARCA SOLA BASIC MODELO SL 232-IP65 CON DIFUSOR DE POLICARBONATO.	Pza.	49	$1.167,25	$57.195,25
Base Para Lampara	BASE G5 MARCA BJB DE POLICARBONATO PARA LAMPARA DE 28 W T5, 120W-600V.	Pza.	98	$11,25	$1.102,50
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA	LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE LFC DULUX/14W 840 ESPIRAL, MARCA GE,O SIMILAR, BALASTRO ELECTRÓNICO INTEGRADO, BASE E-26, 4000°K, 804 LÚMENES INICIALES, IRC DE 82, 15,000 HORAS DE VIDA.	Pza.	4	$76,19	$304,78

Circuito Derivado Bomba de Agua					
Interruptor de Flotador	Interruptor de Flotador Clase 9036, para cieere por diferencia en el nivel del Agua	Pza.	1	$350,00	$350,00
Medio de Desconexión	Interruptor de Seguridad , 1 Polo, 127 VCA max, Fusibles Tipo H 20 [A], Nema Tipo 1 , Marca Square- D	Pza.	1	$120,00	$120,00

Tablero de Distribución Motores					
Tablero de Distribución	Tablero de distribucion clave TG-07, 3F, 4H, 250 Ampers, Tension de aislamiento 480 Volts, Tension de operacion 480/277 Volts, 60 Hz, 25 KA simetricos de corto circuito, servicio interior nema 1, en gabinete metalico de frente muerto montaje en muro, tipo NF; marca Gpo. Schneider. El tablero contendra los siguientes interruptores:	Pza.	1	$3.870,50	$3.870,50
Interruptor Termomagnetico Principal 3 Polos, 250 Amps	Interruptor Termomagnetico Principal 3 Polos, 250 Amps	Pza.	1	$800,00	$800,00
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 15 Amps.	Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 15 Amps.	Pza.	12	$270,00	$3.240,00
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 30 Amps.	Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 30 Amps.	Pza.	4	$360,00	$1.440,00
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 50 Amps.	Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 50 Amps.	Pza.	1	$485,70	$485,70
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 70 Amps.	Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 70 Amps.	Pza.	1	$520,60	$520,60
Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 80 Amps.	Interruptor Termomagnetico Cto. Derivado 3 Polos 80 Amps.	Pza.	1	$600,50	$600,50
Juego Clavija y Conector	Juego de clavija y conector de media vuelta, 3 polos, 4 hilos puesta a tierra, 15 a. , 250 v., clavija cat. AH6565, conector color gris, cat. , mca. Arrow Hart	1	16	$70,00	$1.120,00
Juego Clavija y Conector	Juego de clavija y conector de media vuelta, 3 polos, 4 hilos puesta a tierra, 100 a. , 250 v., clavija cat. AH6565, conector color gris, cat. , mca. Arrow Hart	1	4	$105,00	$420,00
Arrancador	Arrancador Manual Nema M-1 1HP/230 VCA, Gabinete NEMA 4 Acero inoxidable, Operador Boton Pulsador, Luz Piloto	Pza.	12	$600,00	$7.200,00
Arrancador	Arrancador Manual Nema M-1 2HP/230 VCA, Gabinete NEMA 4 Acero inoxidable, Operador Boton Pulsador, Luz Piloto	Pza.	4	$750,00	$3.000,00
Arrancador	Arrancador Manual Nema M-1 7,5HP/230 VCA, Gabinete NEMA 4 Acero inoxidable, Operador Boton Pulsador, Luz Piloto	Pza.	1	$1.605,30	$1.605,30
Medio de Desconexion	Interruptor de Seguridad , 3 Polos, 230 VCA max, Fusibles Tipo H 30 [A], Nema Tipo 1 , Marca Square- D	Pza.	16	$270,48	$4.327,68
Medio de Desconexion	Interruptor de Seguridad , 3 Polos, 230 VCA max, Fusibles Tipo H 100 [A], Nema Tipo 1 , Marca Square- D	Pza.	4	$320,00	$1.280,00
MOTOR ELECTRICO 1HP	MOTOR ELECTRICO DE C.A. HTCCVE, ALTA EFICIENCIA , A PRUEBA DE GOTEO, CARCASA 143T, 230/460 V/ 60 HZ, 4 POLOS, 1765 RPM, DE 1 HP,TIPO NEMA B USO GENERAL, FACTOR DE SERVICIO 1,25, CLASE DE AISLAMIENTO TIPO F, NIVEL DE RUIDO 51 dB, MARCA WEG O SIMILAR.	Pza.	4	$2.150,00	$8.600,00
MOTOR ELECTRICO 2HP	MOTOR ELECTRICO DE C.A. HTCCVE, ALTA EFICIENCIA , A PRUEBA DE GOTEO, CARCASA 143T, 230/460 V/ 60 HZ, 4 POLOS, 1750RPM, DE 2 HP,TIPO NEMA B USO GENERAL, FACTOR DE SERVICIO 1,25, CLASE DE AISLAMIENTO TIPO F, NIVEL DE RUIDO 51 dB, MARCA WEG O SIMILAR.	Pza.	12	$3.870,00	$46.440,00

Cables, Tuberia Conduit y Accesorios					
Receptaculo Monofasico	Receptaculo Monofasico, Polorizado, 1F 3H, Marca Square-D	Pza.	45	$18,00	$810,00
T Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, T Bajada 90°. 33 mm	Pza.	12	$14,00	$168,00
L Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, L Bajada 90°. 33 mm	Pza.	10	$13,00	$130,00
Caja Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, 90°. Entradas 33 mm	Pza.	8	$21,00	$168,00
T Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, T Bajada 90°. 25 mm	Pza.	17	$13,00	$221,00
L Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, L Bajada 90°. 25 mm	Pza.	15	$12,00	$180,00
Caja Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, 90°. Entradas 25 mm	Pza.	10	$19,00	$190,00
T Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, T Bajada 90°. 19 mm	Pza.	15	$12,00	$180,00
L Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, L Bajada 90°. 19 mm	Pza.	20	$11,00	$220,00
Caja Conduit	Accesorio Tuberia Conduit de Alumino, 90°. Entradas 19 mm	Pza.	13	$17,00	$221,00
Caja Aluminio	Caja de alumino CAT. 5389-0, modelo BELL, marca Hubbell, incluye tapa ciega del mismo material.	Pza.	56	$11,23	$628,88
Tubo Conduit	Tubo conduit galvanizado tipo semipesado (pared gruesa), de 3.05 mts. de longitud incluyendo un cople, mca. Jupiter, de 33 mm de diametro	Pza.	40	$150,00	$6.000,00
Tubo Conduit	Tubo conduit galvanizado tipo pesado (pared gruesa), de 3.05 mts. De longitud incluyendo un cople, mca. Júpiter, de 25 mm de diámetro	Pza.	35	$130,00	$4.550,00
Tubo Conduit	Tubo conduit galvanizado tipo pesado (pared gruesa), de 3.05 mts. De longitud incluyendo un cople, mca. Júpiter, de 19 mm de diámetro	Pza.	36	$120,00	$4.320,00
Cable Cobre 14 AWG	Cable de cobre suave desnudo, mca. Condumex, calibre 14 AWG.	Caja	7	$300,00	$2.100,00
Cable Cobre 14 AWG	Cable de cobre suave monopolar, con aislamiento thw-ls/thhw, 75 grados, 600 volts, mca. Condumex, Color Azul calibre 14 awg.	Caja	21	$380,00	$7.980,00
Cable Cobre 14 AWG	Cable de cobre suave monopolar, con aislamiento thw-ls/thhw, 75 grados, 600 volts, mca. Condumex, Color Blanco, calibre 14 awg.	Caja	7	$380,00	$2.660,00
Cable Cobre 10 AWG	Cable de cobre suave desnudo, mca. Condumex, calibre 10 AWG.	Caja	4	$375,00	$1.500,00
Cable Cobre 10 AWG	Cable de cobre suave monopolar, con aislamiento thw-ls/thhw, 75 grados, 600 volts, mca. Condumex, Color Azul calibre 10 awg.	Caja	8	$425,00	$3.400,00
Cable Cobre 10 AWG	Cable de cobre suave monopolar, con aislamiento thw-ls/thhw, 75 grados, 600 volts, mca. Condumex, Color Blanco, calibre 10 awg.	Caja	4	$425,00	$1.700,00
Cable Cobre 8 AWG	Cable de cobre suave desnudo, mca. Condumex, calibre 8 AWG.	Caja	2	$458,23	$916,46
Cable Cobre 8 AWG	Cable de cobre suave monopolar, con aislamiento thw-ls/thhw, 75 grados, 600 volts, mca. Condumex, Color Azul calibre 8 awg.	Caja	4	$512,48	$2.049,92
Cable Cobre 8 AWG	Cable de cobre suave monopolar, con aislamiento thw-ls/thhw, 75 grados, 600 volts, mca. Condumex, Color Blanco, calibre 8 awg.	Caja	2	$512,48	$1.024,96

IMPORTE TOTAL	$279.306,05

Elaboro: Alejandro Aguilera Acosta	Reviso: Miguel Angel Hernandez Hernandez	Aprobo:Ing. Eduardo Carranza