

30 8917
5



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERÍA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

AUTOGENERACIÓN POR MEDIO DE PLANTA DE
EMERGENCIA COMO MEDIO PARA CONTRIBUIR AL
AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

JORGE ISAAC BUSTOS ANTÚNEZ

DIRECTOR DE TESIS:
FÍSICO MARIANO ROMERO VALENZUELA

MÉXICO, D.F.

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIA

A mis Padres que siempre me han dado su
apoyo y cariño

A Sheila quien me ayudó a realizar este
trabajo

A mis hermanos, tíos, tías, sobrinos y amigos

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

INDICE

INTRODUCCION	1
I. Generación de Energía Eléctrica	4
A. Sistemas de Generación Convencional	5
1. Plantas Termoeléctricas	5
2. Plantas Hidroeléctricas	15
3. Plantas Eoloeléctricas	18
B. Fuentes alternas de Energía	19
1. Centrales Helioeléctricas.	19
2. Centrales Maremotrices.	20
II. Planta de Emergencia	22
A. Elementos de la Planta de Emergencia	23
1. Motor de Combustión Interna	24
2. Generador Síncrono	36
3. Tablero de Control	41
4. Tanque de Combustible	52
B. FACTORES PARA OPERAR LAS PLANTAS DE EMERGENCIA PARA PROPOSITO DE AUTOABASTECIMIENTO	53
1. Marco Legal	54
2. Modo de Operación	58
3. Selección y Operación	63
C. CARGAS POR CUBRIR	73
1. Alumbrado	74
2. Aire Acondicionado	82
3. Motores Eléctricos	86
4. Sistema de Bombeo.	92
D. COSTO DE GENERACION.	99

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III. Propuesta y Diagnóstico	102
A. Antecedentes	102
B. Planteamiento del Problema	104
C. Metodología de Solución	105
1. Levantamiento de Datos	105
2. Medición Eléctrica Horaria.	106
3. Intensidad de Energía	106
4. Interconexión	107
5. Análisis Económico	107
D. Solución del Problema	
1. Insurgentes	107
2. Patricio Sanz	119
Conclusiones	130
Bibliografía	132
ANEXOS	133

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCION

En el marco del LXI aniversario de la Comisión Federal de Electricidad, celebrado el 14 de agosto de 1998 se señaló que en los próximos años la demanda de energía eléctrica tendría incrementos anuales superiores al 6%. Ello implica que durante los siguientes siete años se deberán generar trece mil mega watts adicionales, es decir, un tercio más de los treinta y cinco mil mega watts de capacidad instalada actualmente.

Se manifestó que la suma de recursos público y privado ha demostrado ser una buena alternativa para dar atención a las necesidades presentes en materia eléctrica, así como para atender la demanda futura.

Es imprescindible encontrar nuevos mecanismos que permitan sumar el esfuerzo del sector privado al que realizan el sector público y los trabajadores electricistas. Para poder responder a los desafíos del sector eléctrico se requerirán inversiones por un monto mayor a 220 mil millones de pesos, lo que equivale a invertir en pocos años, 25% del capital total invertido en el sector, en los últimos 100 años.

Preocupada por lo anterior, la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía ha realizado estudios energéticos en inmuebles ocupados por entidades de los sectores público y privado, detectando importantes oportunidades de ahorro de energía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) es un organismo intersecretarial del Gobierno Federal, creado por acuerdo presidencial el 28 de septiembre de 1989, teniendo por objeto fungir como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como de los gobiernos de los estados, de los municipios y de los particulares, cuando así lo soliciten, en materia de ahorro y uso eficiente de energía.

El 27 de mayo de 1996 la CONAE aprobó la ejecución de un programa prioritario denominado CIENTO EDIFICIOS PÚBLICOS, cuyo objetivo fundamental era el de establecer los mecanismos que permitieran la realización de un programa masivo de eficiencia energética en edificios públicos, a fin de lograr sensibles ahorros por concepto de demanda y energía eléctrica, con la consecuente disminución del monto de la facturación correspondiente.

En su momento, la Compañía Nacional de Subsistencias Populares incorporo al PROGRAMA CIENTO EDIFICIOS PUBLICOS los inmuebles de oficinas del nivel central ubicados en Insurgentes Sur y Patricio Sanz.

El objetivo del presente estudio es el reducir el cargo por demanda máxima o facturable y el cargo por energía consumida, mediante el autoabastecimiento con la operación de las plantas de emergencia instaladas en los inmuebles de la empresa.

En el primer capítulo se habla de las diferentes formas de generación eléctrica, se describen las características principales de los generadores de emergencia como es su capacidad de operación, tipo de combustible, así como su poco tiempo de operación.

También se habla de los factores a tomar en cuenta para que las plantas de emergencia se usen con el propósito de autoabastecimiento. Estos factores son el marco legal, el tiempo que requiere ser utilizada, cómo se debe interconectar con respecto a la acometida.

Otro punto a tomarse en cuenta es el de las cargas por cubrir o alimentar por las plantas de emergencia, y el costo de generación que es lo más importante para el análisis final.

En el segundo capítulo se habla un poco de los antecedentes de la empresa, se hizo el planteamiento del problema, se realizó una recopilación de datos del inmueble como es el tipo de tarifa contratada, actividad de la empresa y censo de equipos para poder saber la carga instalada y la capacidad de generación de los equipos de emergencia. Con los datos anteriores y el cálculo del costo de generación de Kw/h con el costo del facturado se procedió al análisis económico.

I. Generación de Energía Eléctrica

El desarrollo de la electricidad se inició hace más de un siglo habiendo cambiado desde entonces nuestras formas de vida. A partir del desarrollo experimental de Thomas Alva Edison para obtener finalmente la lámpara incandescente se observó un desarrollo notable en los requerimientos del uso de la electricidad, con lo que quedó establecida la necesidad de producir volúmenes considerables de energía eléctrica y medios prácticos para su distribución.

Paralelamente a los usos incipientes de la electricidad aparecieron las centrales generadoras, los sistemas de transmisión y distribución y las instalaciones eléctricas. Es decir, que para poder dar uso a la electricidad se requiere de todo un conjunto de instalaciones con distintas funciones, pero con un solo propósito, llevar la energía eléctrica a satisfacer necesidades.

La electricidad es generada en las centrales eléctricas por medio de alternadores accionados por máquinas, que utilizan las diferentes formas de energía que se encuentran en la naturaleza: térmica, geotérmica, nuclear, hidráulica, eólica, heliotérmica y maremotriz.

Una central eléctrica, cualquiera que sea su tipo, comprende básicamente: la fuente de energía, un aparato motor, un generador y una estación transformadora. Esta última eleva la tensión de la energía producida hasta el valor adecuado para su transporte.

México cuenta actualmente, con 151 centrales en todo el Territorio Nacional, que en su conjunto, poseen una capacidad total instalada de más de 34mil Megawatts.

A. Sistemas de Generación Convencional

1. Plantas Termoeléctricas

Las centrales termoeléctricas producen la electricidad a partir de la energía calorífica desprendida por la combustión de diesel, carbón, gas natural, combustóleo y otros aceites pesados.

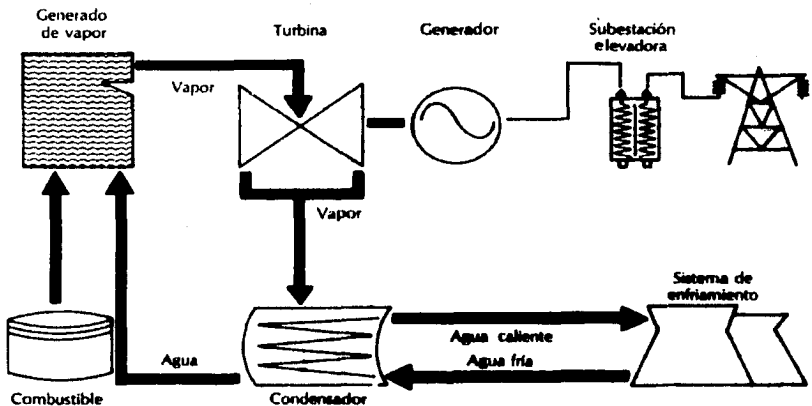


Figura 1. Diagrama de Centrales Termoeléctricas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El generador de vapor transforma el poder calorífico del combustible en energía térmica, la cual es aprovechada para llevar el agua a la fase de vapor. El vapor ya sobrecalentado, se conduce a la turbina donde su energía cinética se convierte en mecánica, la cual se transmite al generador para producir energía eléctrica.

En México las centrales termoeléctricas suman 85 y se dividen en tres tipos

a) Termoeléctricas de combustibles fósiles

- i) Vapor convencional: En México este tipo de plantas utilizan, básicamente como fuente energética el combustóleo.

Tabla 1. CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Adolfo López Mateos	6	2100
Fco. Pérez Ríos	5	1500
Manuel Álvarez Moreno	4	1200
Salamanca	4	916
Altamira	4	916
Valle de México	4	766
Villa de Reyes	2	700
Manzanillo II	2	700
Puerto Libertad	4	632
Presidente Juárez	6	627
José Aceves Pozos	3	616
Carlos Rodríguez Rivero	4	484
Monterrey	6	477
Francisco Villa	5	415
Emilio Portes Gil	3	375
Tepolomampo	3	361
Guadalupe Victoria	2	320
Samalayuca	2	316

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 1. CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Mérida II	2	168
Lerma	4	150
Poza Rica	3	117
Punta Prieta II	3	112.5
San Jerónimo	2	75
Felipe Carrillo Puerto	2	75
Guaymas I	2	73
Nachi-Cocom	2	49
Celaya	3	42,375
La Laguna	1	41

- ii) Dual: Esta clase de central utiliza como fuente primaria de energía dos combustibles: Combustóleo o carbón, lo que le da la particularidad de ser dual. Actualmente en México, funciona con combustóleo, aunque ya se está montando la infraestructura necesaria para que trabaje también con carbón mineral de bajo contenido de azufre.

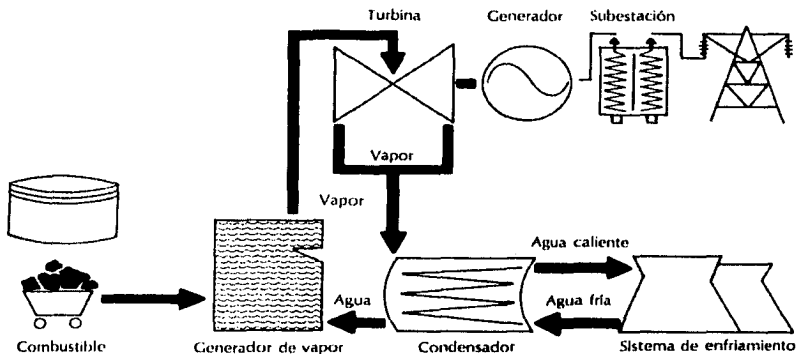


Figura 2. Diagrama Centrales Duales

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El generador de vapor transforma el poder calorífico del combustible en energía térmica, la cual se aprovecha para llevar el agua a la fase de vapor. El vapor ya sobrecalentado, se conduce a la turbina, donde su energía cinética se convierte en mecánica, la cual se transmite al gobernador para producir energía eléctrica.

Tabla 2. CENTRALES DUAL

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Plutarco Elías Calles	6	2100

- iii) Carbón: Como su nombre lo dice, usa carbón de bajo contenido de azufre como energético. En la práctica el carbón y sus residuos de combustión requieren de una alta tecnología para su buen manejo y de instalaciones específicas para abatir la contaminación.

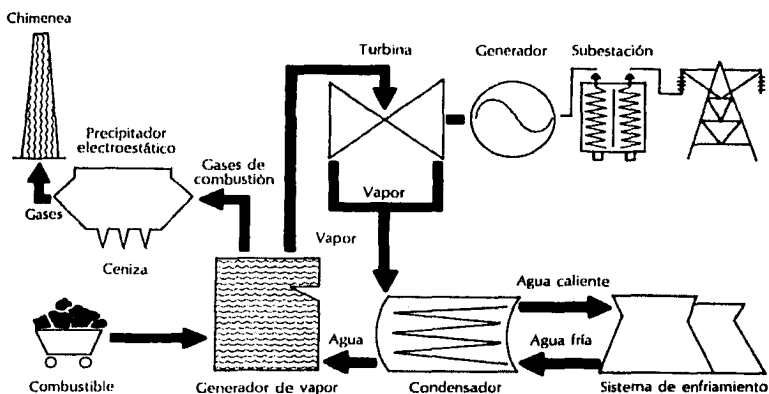


Figura 3. Diagrama de Centrales Carbocéntricas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3. CENTRALES CARBOELÉCTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
José López Portillo	4	1200
Carbón II	4	1400

iv) Ciclo combinado: Está integrada por dos tipos de unidades generadoras diferentes. Turbo gas y vapor. Cabe mencionar que una vez terminado el ciclo de generación de las unidades de turbogas, los gases desechados poseen un importante contenido energético por su alta temperatura, se utilizan para calentar agua y producir vapor de manera semejante a las termoeléctricas convencionales.

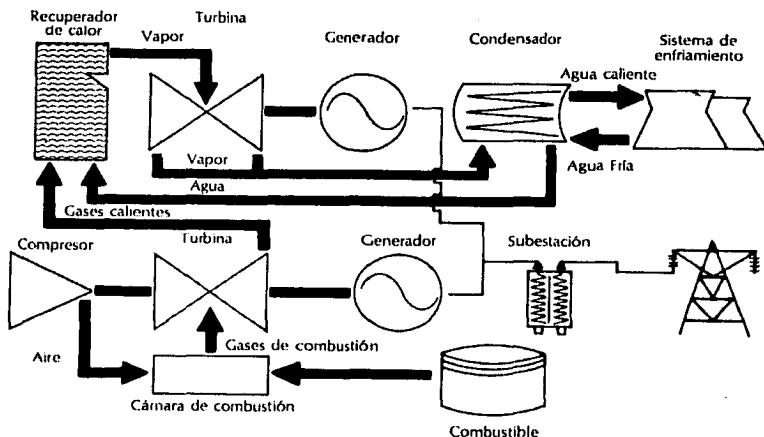


Figura 4. Diagrama de Centrales Ciclo Combinado

Tabla 4. CENTRALES CICLO COMBINADO

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Samalayuca II	6	690
Tula	6	602
Dos Bocas	6	480
Huinalá	5	377
El Sauz	4	263
Gómez Palacio	3	240
Felipe Carrillo Puerto	3	220

v) Turbo Gas: La generación en este tipo de central se logra aprovechando directamente de los álabes de la turbina, la energía cinética que resulta de la expansión de aire y gases de combustión, comprimido y a altas temperaturas. La turbina está acoplada al rotor del generador dando lugar a la producción de energía, los gases de la combustión, después de trabajar en la turbina, se descargan directamente a la atmósfera.

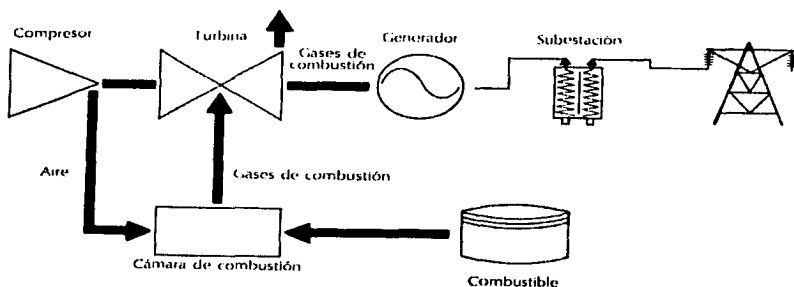


Figura 5. Diagrama de Central Turbo Gas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Esta central emplea gas natural o diesel, y en los modelos avanzados puede quemar también combustóleo o petróleo crudo mediante una máquina preparada para esto, el cambio de combustibles se puede realizar en forma automática en cualquier momento.

Tabla 5. CENTRALES TURBOGAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Tijuana	3	213.22
El Sauz	1	150
Hermosillo	1	150
Cancún	5	146
Nizuc	2	126
Parque	5	109
Monterrey	6	100
Monclova	3	86.7
Xul-Ha	4	78
Chankanaab	4	76
Mexicali	3	72
Chihuahua	4	70
La Laguna	4	60.8
Cabo San Lucas	2	55
Ciprés	2	54.86
La Paz	2	48.08
Caborca	2	44
Las Cruces	3	43.5
Ciudad Constitución	1	33.22
Ciudad Obregón	2	32
Nachi-Cocom	1	30
Mérida II	1	30
Culiacán	1	30
Chavéz	2	29.8
Nuevo Laredo	2	28
Cozumel	2	28
El Verde	1	26
Industrial	1	20
Unidades de Reserva	3	18.6
Chaveña	1	14.9
Esperanzas	1	14
Ciudad del Carmen	1	14
Guerrero Negro	1	5

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

vi) Combustión Interna: La tecnología diesel sigue el principio de los motores de combustión interna aprovecha la expansión de los gases de combustión, para obtener la energía mecánica, que es transformada en energía eléctrica en el generador.

Este tipo de plantas consumen una mezcla de combustóleo y diesel. De acuerdo con la información de los fabricantes de los equipos y dependiendo de la cantidad del combustóleo, las unidades pueden consumir este combustible puro o mezclado con diesel.

Tabla 6. COMBUSTIÓN INTERNA

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Agustín Olachea A.	2	65
Villa Constitución	4	12.8
Santa Rosalia	7	11.38
Guerrero Negro	4	3.5
Mexicali	2	3
Esmeralda	5	1.218
Huicot	16	1.18
Yécora	3	1.15
Holbox	3	0.77

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b) Geotermoelectricas

Centrales Geotérmicas. Estas centrales utilizan como fuente primaria de energía el vapor que existe en el subsuelo. Dicho vapor es obtenido a través de pozos cuyas profundidades llegan hasta los 4200m; los pozos producen una mezcla de agua y vapor a una temperatura promedio de 300 grados centígrados. El agua y el vapor son separados a boca de pozo. Posteriormente, el agua es enviada a una laguna de recuperación, mientras que el vapor se traslada por medio de tuberías a la central generadora, donde se distribuye a los turbogeneradores para transformar su energía cinética en mecánica, y ésta a su vez , ya en el generador, en eléctrica.

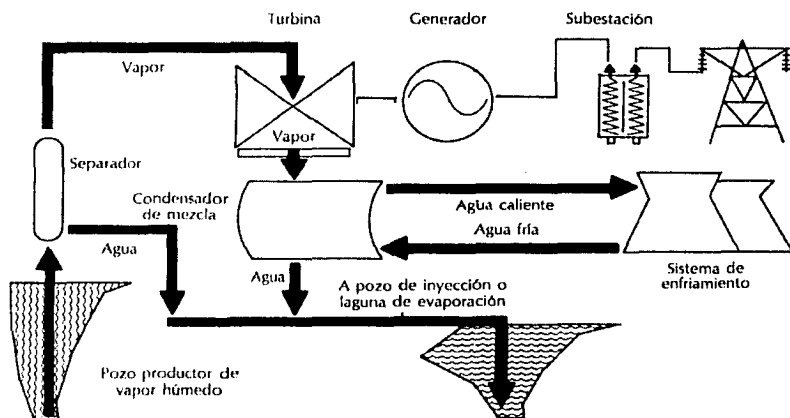


Figura 6. Diagrama de Central Geotermoelectricas

Existen unidades de 5MW en las que el vapor, una vez que ha trabajado en la turbina, se libera directamente a la atmósfera. En las unidades de 20 a 110 MW (que es la de mayor capacidad instalada en México) el vapor se envía a un sistema de condensación; el agua condensada, junto con la que proviene del separador, se reinyecta al subsuelo o bien es enviada a una laguna de evaporación

Tabla 7. CENTRALES GEOTERMOELÉCTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Cerro Prieto II	2	220
Cerro Prieto III	2	220
Cerro Prieto I	5	180
Los Azufres	12	97
Humeros	7	35

c) Nucleoeléctricas

Las centrales nucleares tienen cierta semejanza con las termoeléctricas convencionales, ya que también utilizan vapor a presión para mover las turbinas o turbogeneradores. En este caso se aprovecha el calor que se obtiene al fusionar los átomos de un isótopo de uranio en el interior de un reactor, para producir el vapor que activa a las turbinas. Este tipo de generación se utiliza como la generación más viable por su alta tecnología y la seguridad que proporciona su producción. Asimismo la energía nuclear es la que ocasiona muy escasa contaminación ambiental.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dicha generación eléctrica se prevé como la más promisoría para el futuro, en vista de que los recursos energéticos no renovables, como son los combustibles fósiles, tienden a agotarse.

México cuenta con una sola central de este tipo en el estado de Veracruz: Laguna Verde, que tiene una capacidad instalada con más de 1300 MW y que opera en condiciones máximas de seguridad, de acuerdo a la Asociación Mundial de Operaciones Nucleares.

Tabla 8. CENTRALES NUCLEOELECTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Laguna Verde	2	1350

2. Plantas Hidroeléctricas

Tales centrales utilizan la energía cinética de una masa de agua que acciona una turbina hidráulica. El valor de una explotación hidráulica depende no solamente de la cantidad de energía producida, sino también de la calidad de la misma, o sea, de las variaciones estacionales de la demanda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

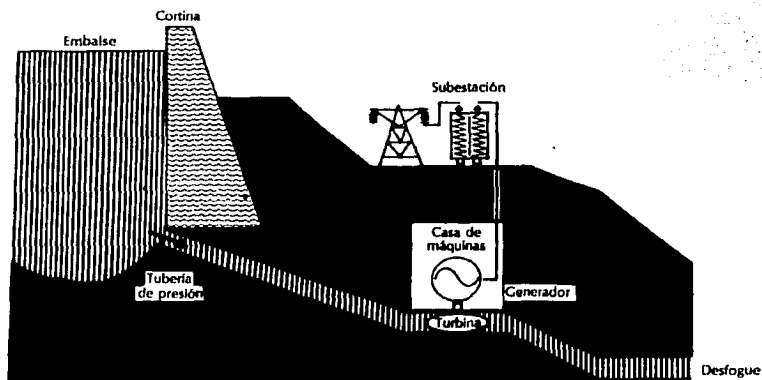


Figura 7. Diagrama de Central Hidroeléctrica

El emplazamiento de una central hidráulica viene impuesto por la naturaleza y se halla a veces muy alejado de los centros de utilización. Los transportes correspondientes gravan el costo de la instalación, que en la mayoría de casos, es superior al de una central térmica. Por el contrario, los gastos de conservación y de explotación son mucho menores que los de las centrales térmicas.

Tabla 9. CENTRALES HIDROELECTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Manuel Moreno Torres	5	1500
Malpaso	6	1080
Infiernillo	6	1000
Aguamilpa	3	960
Belisario Domínguez	5	900
Carlos Ramírez Ullóa	3	592
Huites	2	422
Angel Albino Corso	4	420
Temascal	6	354
Villita	4	304

Tabla 9. CENTRALES HIDROELECTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Fernando Hiriart Balderrama	2	292
Valentín Gómez Farías	2	240
Mazatepec	4	208
Tingambato	3	135
Plutarco Elías Calles	3	135
Ixtapantongo	3	107.55
Profesor Raúl J. Marsal	2	100
Bacurato	2	92.15
Humaya	2	85.5
Cupatitzio	2	72.45
Sta. Bárbara	3	67.575
La Amistad	2	66
Manuel M. Diéguez	2	61.2
27 de Septiembre	3	59.4
Cóbano	2	52.02
Colimilla	4	51.2
Tuxpango	4	36
Falcón	3	31.5
Ambrosio Figueroa	5	30
Chilapan	4	26
Boquilla	4	25
José Cecilio del Valle 1	3	21
Oviachic	2	19.2
El Durazno	2	18
C. Arriaga	2	18
Puente Grande	4	17.4
Juntas	3	15
Minas	3	14.4
Gral. Salvador Alvarado	2	14
Tepazolco	2	10.88
Encanto	2	10
Mocúzari	1	9.6
Platanal	2	9.2
Botello	2	8.1
Colotlipa	4	8
Zumpinito	4	6.4
Luis M. Rojas	1	5.32
Bombana	4	5.24
Colina	1	3
Portezuelos I	4	2.8

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 9. CENTRALES HIDROELECTRICAS

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
San Pedro Pruas	2	2.56
Tamazulapan	2	2.48
Schpoina	3	2.24
Jumatán	4	2.18
Portezuelos II	2	2.12
Texolo	2	1.6
Las Rosas	1	1.6
Huazuntlan	1	1.6
Electroquímica	1	1.4
Tirio	3	1.1
Ixtaczoquitlán	2	1.05
Micos	2	1
Bartolinas	2	0.75
Itzicuario	2	0.704

3. Plantas Eoloeléctricas

Centrales Eólicas. Este tipo de centrales convierte la energía del viento en energía eléctrica mediante una aeroturbina que hace girar un generador. La energía eólica está basada en aprovechar un flujo dinámico de duración cambiante y con desplazamiento horizontal.

La potencia total cinética que puede desarrollar teóricamente una vena de aire de un metro cuadrado de sección, expresada en Kw, viene dada por

$P = 0.000613X V^3$, en la cual V es la velocidad del viento en metros por segundo. Pero sólo los 16/27 de esta potencia es la utilizable; la potencia teorica recuperable por metro

cuadrado de sección del viento es, pues, solo $0.000364 \times V^3$. Con un viento de 5m/s se puede obtener una potencia de 0.032Kw.

La electricidad producida por el viento está clasificada actualmente entre las energías de costo elevado, y sólo se emplea en casos particulares: explotaciones agrícolas aisladas, estaciones radioeléctricas autónomas, etc.

B. Fuentes alterna de Energía

1. Centrales Heliotérmicas. Utilizan la energía térmica que procede del sol. La irradiación solar supone un aporte, en tiempo claro, de un Kw/m² aproximadamente. Esta fuente de energía es muy irregular por hallarse sometida a las sistemáticas variaciones de las horas y de las estaciones, así como a las variaciones accidentales de la nubosidad. Sin embargo, existe en el mundo gran número de regiones en que la insolación excede de 2000 horas y donde su potencia media bruta alcanza como promedio anual las 0.2 Kw/m². Estas regiones que, en general, carecen de recursos energéticos suficientes y en las que no suele abundar el agua, podrían resultar considerablemente revalorizadas por la utilización de la energía solar.

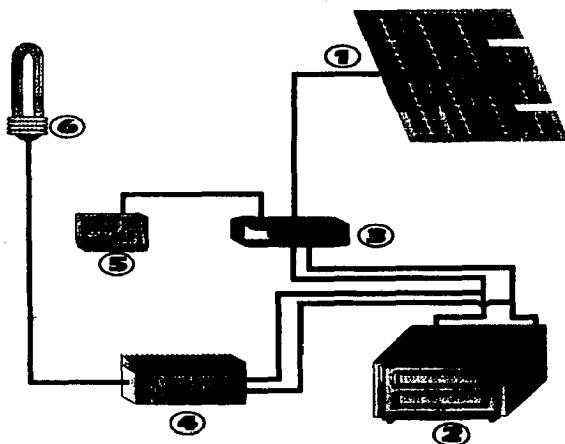


Figura 8. Diagrama de Central Eléctrica Solar

2. Centrales Maremotrices. En México todavía no se practica este tipo generación que puede funcionar con dos clases de ciclos termodinámicos: el ciclo abierto y el ciclo cerrado.

a) El fundamento del ciclo abierto es muy sencillo: el agua de mar caliente (25° a 30°) se distribuye por un evaporador en el que la presión es muy pequeña ($3/100$ de atmosfera), lo que provoca la ebullición espontánea del agua; el vapor así producido alimenta a una turbina antes de mezclarse con el agua fría del

condensador, en el que la presión es todavía más pequeña que en el evaporador. La pequeñísima diferencia de presión entre los extremos de la turbina (entre 1 y 2/100 de atmósfera) implica que para obtener alguna potencia sean necesarios grandes caudales de vapor, y por tanto, que la turbina sea de gran diámetro.

- b) El ciclo cerrado recurre a un fluido intermedio muy volátil como el amoníaco. El agua marina caliente cede su calor al amoníaco a través de un intercambiador y éste se vaporiza. El vapor así producido se envía a la turbina en la que se realiza un trabajo motriz. Posteriormente, el vapor se transforma en líquido al entrar en contacto con la pared fría del condensador que se alimenta con agua marina fría. Una bomba de circulación garantiza la recuperación del fluido condensado y su transmisión al evaporador para iniciar un nuevo ciclo.

II. Planta de Emergencia

Las plantas de emergencia se consideran del grupo de generadores de combustión interna, teniendo como principal función suministrar energía, cuando falla el sistema principal de alimentación de energía eléctrica, en lugares donde se requiere que nunca falte energía, como en hospitales, aeropuertos, hoteles, centros comerciales, etc.

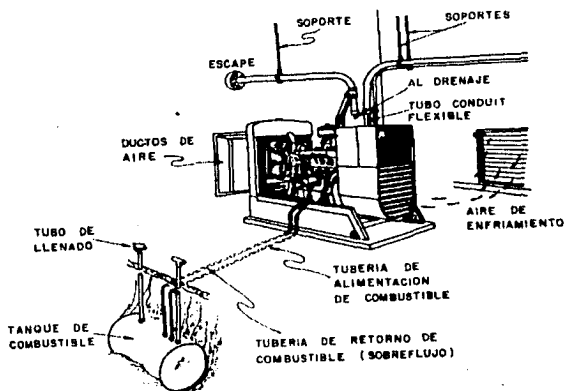


Figura 9. Diagrama de una Planta de Emergencia

Estos equipos se utilizan por lapsos relativamente cortos hasta 300 horas por año y su capacidad por lo general queda comprendida desde 30 a 1 000 KW. En México la CFE cuenta con 36 unidades de emergencia con una capacidad de 34,606 MW

Tabla 10. UNIDADES DE EMERGENCIA

NOMBRE	UNIDADES	CAPACIDAD MW
Guerrero Negro	8	11.892
Santa Rosalia	3	7.5
Servicio de Emergencia	17	5.714
Lema	1	2.5
Unidades de Reserva	2	2
Aguamilpa	2	2
Penal Islas Marias	3	1.5
Manzanillo	1	1.5

A. Elementos de la Planta de Emergencia

La planta de emergencia, está constituida principalmente por un motor de combustión interna, generador eléctrico, tablero de control, tanque de combustible.

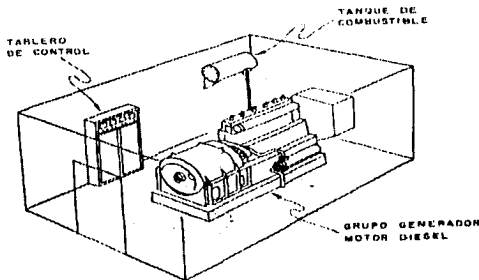


Figura 10. Elementos de una Planta de Emergencia

1. Motor de Combustión Interna

Un motor de combustión interna es aquél que aprovecha la energía térmica contenida en el combustible para producir un movimiento que se aprovecha para proporcionar el movimiento al Generador de C.A.

El tipo de motor que se utiliza en las plantas de emergencia, es el diesel debido a las ventajas con respecto al de gasolina.

a) Diferencias Entre los Motores de Gasolina y Diesel

Algunas de las diferencias que existen entre los motores usados para la generación de energía se encuentran en el siguiente cuadro, las cuales se presentan por los componentes que comprenden los motores.

Tabla 11. Diferencias entre Motores de Gasolina y Diesel

Componentes	Motor de Gasolina	Motor Diesel
Sistema de combustible	<ul style="list-style-type: none">• Bomba de gasolina, filtros y carburador, múltiple de admisión complicado.• El combustible y el aire se mezclan antes de entrar a la cámara de combustión.	<ul style="list-style-type: none">• Bomba de transferencia, filtros, bomba de inyección y toberas. Múltiple de admisión sencillo.• Únicamente entra aire en la cámara de combustión; el combustible se inyecta precisamente a tiempo. Buena eficiencia térmica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 11. Diferencias entre Motores de Gasolina y Diesel

Componentes		
Tipo de Combustible	<ul style="list-style-type: none"> Gasolina: Costosa. 	<ul style="list-style-type: none"> Combustible diesel: Comúnmente, más barato y se consume en menor cantidad.
Relación de Compresión	<ul style="list-style-type: none"> 6-8:1 	<ul style="list-style-type: none"> 15-19:1
Presión de compresión	<ul style="list-style-type: none"> 100-120 lbs/plg² 	<ul style="list-style-type: none"> 500-600 lbs/plg²
Construcción de Motor	<ul style="list-style-type: none"> Peso ligero, grandes esfuerzos de tensión los émbolos, cigüeñal, árbol de levas, bielas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Más grande y robusto para tener mayor cantidad de fuerza y duración que partes similares del motor de gasolina.
Operación	<ul style="list-style-type: none"> Arranque más rápido 	<ul style="list-style-type: none"> Tarda más tiempo para arrancar.
Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> Se desperdicia gran cantidad de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> Buena eficiencia térmica más BTU convertidos en energía y potencia utilizables.
Humos	<ul style="list-style-type: none"> Tóxicos, monóxido de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> No tóxicos, no venenosos buenos para instalaciones cerradas.

b) Principio de Funcionamiento del Motor Diesel

Este principio se basa en que el aire admitido a través de las válvulas, se comprime a un valor muy alto, en ese momento el aire alcanza una temperatura muy elevada y en momento preciso se inyecta combustible a muy alta presión provocando la explosión.

Los tiempos o carreras que se presentan durante el funcionamiento del MCI son:

Admisión

Compresión

Potencia o Expansión

Escape

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

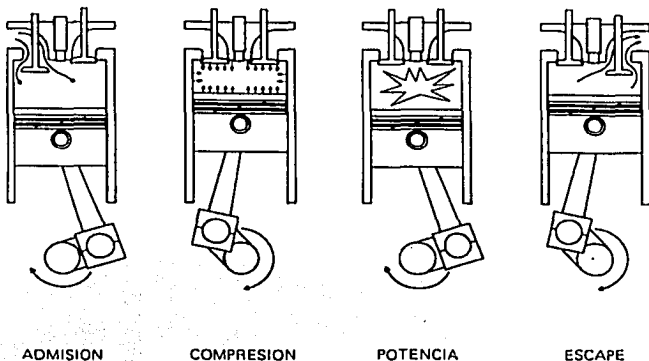


Figura 11. Tiempos del MCI

En el primer tiempo el pistón baja admitiendo aire a través de un purificador, múltiple de admisión y válvulas.

En el segundo tiempo el pistón sube comprimiendo así el aire que había entrado en la carrera anterior. La temperatura se eleva a más de 500°C y un poco antes de que el pistón llegue al final de esta carrera se inyecta combustible atomizado a muy alta presión produciendo en combinación con el aire caliente, la combustión.

En el tercer tiempo se expanden los gases impulsando con fuerza al pistón hacia abajo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En el cuarto tiempo el pistón vuelve a subir expulsando a los gases producto de la combustión hacia el exterior a través de válvulas, múltiple de escape, tubería y silenciador.

El cilindro está abierto en su parte inferior en la cual encaja el pistón que tiene un extremo sólido o cabeza. El pistón puede moverse libremente en el interior del cilindro, pero debe ajustarse lo suficiente para proveer un sellado perfecto que impida que el gas escape. La selladura es proveída por anillos de pistón. Debajo del cilindro se encuentra la caja del cigüeñal que contiene un par de cojinetes llamados cojinetes principales, que soportan al cigüeñal. Una biela, que conecta al pistón con el cigüeñal, está unida al primero por un pasador de pistón y al segundo con un pasador de cigüeñal. La biela puede oscilar libremente o moverse de atrás hacia delante en el pasador de pistón, y el pasador del cigüeñal puede girar libremente en el cojinete de la biela.

En uno de los extremos del cigüeñal se encuentra el volante.

La acción del pistón se puede llamar recíproca; es decir, hacia arriba y hacia abajo, y debe ser convertida en movimiento giratorio para proveer una forma de potencia práctica. El cigüeñal y la biela ejecutan esta conversión de potencia. El movimiento descendiente del pistón hace que la biela gire al cigüeñal y al volante en los cojinetes principales. El impulso obtenido por el movimiento giratorio del cigüeñal y del volante sirve para regresar al pistón a su posición original aunque la presión del cilindro cese.

El motor de combustión interna diesel tiene tantos inyectores como cilindros, y la explosión se produce en un orden bien determinado.

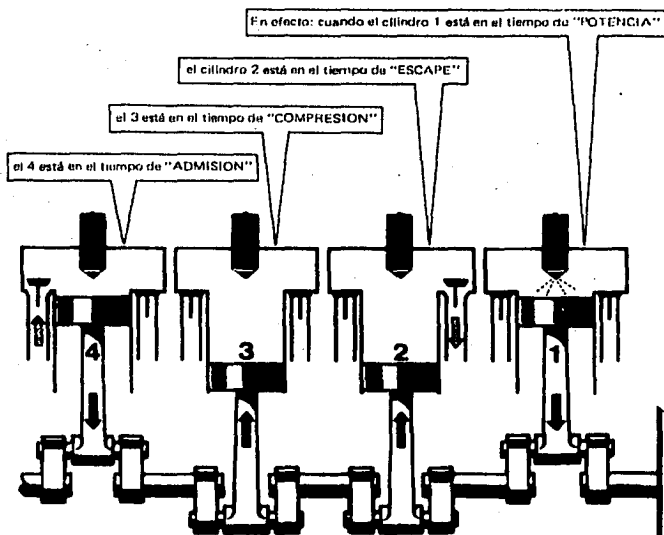


Figura 12. Diagrama de Tiempos para el MCI

El orden de explosiones más común es el siguiente: 1-3-4-2 para motores de cuatro cilindros y 1-5-3-6-2-4 para motores de seis cilindros.

Un motor de dos tiempos realiza las cuatro etapas en una vuelta del cigüeñal y realiza una etapa de potencia. Es decir que en 1800 RPM realiza 1800 etapas de potencia. En cambio un motor de cuatro tiempos realiza las cuatro etapas en dos vueltas del cigüeñal y realiza una etapa de potencia. Es decir, que en 1800 RPM realiza 900 etapas de potencia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

c) Partes Estacionarias Del Motor

i) Monoblock

El bloque de cilindro o monoblock que es como se conoce mas comúnmente es la parte principal del motor ya que en él se colocan la gran mayoría de piezas. Está hecho con una aleación de hierro fundido que nos garantiza una buena resistencia.

Aunque se construye de una sola pieza está formado por diferentes partes o asientos para instalar los demás elementos.

El lugar que ocupan los cilindros se llama block de cilindros, tiene perforaciones para atornillar los demás elementos y venas para la circulación de agua que se utiliza para el enfriamiento del motor. Los puntos de apoyo del cigüeñal se llama bancada.

ii) Cabezas de Cilindros

El diseño de estas cabezas varía según el tipo de motor, pero todas contienen las cámaras de combustión, los agujero para los inyectores, cavidades de agua que conectan con las venas del monoblock.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En algunos motores las cabezas contienen las válvulas y los mecanismos que las hacen funcionar incluyendo pasajes que permiten la entrada de la mezcla o bien la salida de los gases.

iii) Depósito de aceite

La función del depósito de aceite es mantener el aceite del motor que necesitamos para la lubricación y a la vez de cubierta de inferior del bloque de cilindros, generalmente es de lámina de metal lisa y troquelada.

iv) Múltiples

En los motores de combustión interna tenemos múltiple de admisión y múltiple de escape.

El múltiple de admisión es un ducto por el cual circula el aire que requiere el motor y el múltiple de escape es el ducto por el cual salen los gases producto de la combustión hasta el tubo de escape que generalmente se fabrica de hierro fundido para soportar las altas temperaturas de estos gases.

v) Cojinetes del cigüeñal

Los cojinetes del cigüeñal o metales como también se les conoce, son pequeñas láminas hechas de una aleación suave pero de gran resistencia al desgaste; su forma es de un medio círculo ya que son dos los que se utilizan por biela o por punto de apoyo, la función de éstos es evitar el desgaste del muñón del cigüeñal.

d) Partes móviles del motor.

i) Cigüeñal.

El cigüeñal o árbol motor es de las partes móviles la principal ya que es la encargada de convertir el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio y transmitirlo, todo esto debido a su forma peculiar, el material de que está hecho es de acero forjado que ha sido calentado al rojo vivo y después prensado para darle la forma adecuada; las partes donde se van a colocar las bielas y donde se van a fijar en el monoblock están trabajados con gran precisión y en sí todo está bien balanceado

ii) Volante.

No es más que un disco metálico perfectamente bien balanceado y que va atornillado en la parte trasera del cigüeñal su tamaño va a depender del número de pistones que tenga el motor al cual va a ser colocado, ya que para motores de pocos pistones será mayor que para motores con un mayor número de pistones su función es mantener girando al cigüeñal debido a la fuerza de inercia.

iii) Bielas y Pistones

Por medio de las bielas se une el pistón al cigüeñal (a estos dos elementos unidos se les conoce como conjunto de fuerza), las bielas están unidas al pistón por medio de pasadores llamados pernos de pistón.

iv) Pistón

Los pistones se mueven de arriba hacia abajo dentro del cilindro. Estos elementos son los primeros que reciben el empuje del combustible que se quema, su construcción generalmente es de una aleación a base de aluminio para que sean más ligeros y no exista pérdida de potencia.

La parte superior (donde van los anillos) se llama cabeza y la parte inferior se llama falda del pistón.

v) Anillos de Pistón

La colocación de éstos es en las estrías o ranuras que tiene la cabeza del pistón y su función es la de sellar el espacio entre la pared del cilindro y el pistón para evitar que escapen los gases de la cámara de combustión, regular la cantidad de aceite en las paredes del cilindro y disminuir el calentamiento en las paredes de éste.

Un mismo pistón lleva varios tipos de anillos: el de compresión, el de compresión raspador y el de aceite.

Los anillos de compresión generalmente están colocados en la primer ranura del pistón; su función es la de evitar fugas de compresión de la cámara de combustión.

Los anillos de compresión raspadores van colocados en la segunda ranura y su función es doble porque ayudan al sellado para evitar fugas y a regular la cantidad de aceite en las paredes del cilindro.

Los cilindros de aceite se localizan en las ranuras inferiores del pistón y su función es la de regular la cantidad de aceite en las paredes del cilindro para impedir pérdidas de aceite en la cámara de combustión.

vi) Resorte de válvula.

Los resortes de válvulas están asegurados al extremo de la varilla por un pasador sostenido en su lugar por un resorte de presión. El propósito del resorte es mantener la válvula cerrada cuando no es forzada a abrirse por la acción del árbol de levas.

vii) Varilla de empuje de válvula y balancín

Para motores con válvulas en la cabeza es necesario utilizar varillas de empuje y balancines. Estas varillas se usan para transferir el movimiento ascendente y descendente del elevador de válvula al balancín.

viii) Engranés de tiempo

En uno de los extremos del cigüeñal (el opuesto al del volante), se localiza un engrane de tiempo y en el extremo frontal del árbol de levas se encuentra otro engrane.

El objeto de estos engranes es la transmisión del movimiento del cigüeñal al árbol de levas. El árbol de levas debe girar a la mitad de la velocidad del cigüeñal. Para lograr lo dicho anteriormente el engrane del cigüeñal tiene exactamente la mitad de dientes de los que tiene el engrane del árbol de levas. Estos engranes de tiempo tienen marcas de sincronización para alinearse uno con otro de acuerdo con las especificaciones del fabricante para asegurar la relación necesaria entre la apertura y cierre de las válvulas según la posición del pistón en el cilindro.

ix) Árbol de levas.

Este se localiza en la caja del cigüeñal a un lado y un poco arriba de éste. Está soportado por tres o cuatro cojinetes. Tiene dos muñones lobulares por cada cilindro.

Cuando el árbol de levas gira, los muñones obligan a los elevadores de válvulas a subir en el orden apropiado y en el tiempo correcto. Un engrane que tiene en la parte media se usa para dar movimiento al eje de la bomba de aceite.

x) Elevadores de válvulas

Estos elevadores pueden ser sólidos o hidráulicos y están localizados directamente sobre el árbol de levas. Se mueven hacia arriba y hacia abajo por los muñones lobulares en los cuales descansan. La función principal de los elevadores es abrir y cerrar las válvulas.

En los motores modernos, estos elevadores son hidráulicos lo que hace más silencioso al motor.

xi) Válvulas

Estas se encuentran sobre los orificios de admisión y de escape de cada cilindro. Cada uno de éstos tienen dos válvulas, la de admisión y la de escape. Como la válvula de escape tiene que soportar altas temperaturas de los gases quemados, en su construcción se utiliza una aleación especial de alta resistencia al calor. La función de estas válvulas es:

La válvula de admisión permite la entrada del aire a la cámara de combustión.

La válvula de escape permite la salida de los gases quemados durante la misma carrera de escape.

e) Las características principales

i) Potencia en HP

ii) La velocidad que dependiendo del número de polos del generador da la frecuencia; pudiendo ser por ejemplo, de 1200 RPM a 1800 RPM, para generar a 60 Hz.

iii) La cilindrada, que se refiere al volumen que admite cada cilindro cuando succiona aire; multiplicado por el número de cilindros de la máquina.

2. Generador Síncrono

Es una máquina que produce corriente alterna diseñada para acoplarse directamente a un motor de combustión interna estacionario que la impulse. Generalmente incluyen, la unidad de excitación que suministra corriente continua a las bobinas de campo rotatorio, un regulador automático de voltaje que mantiene el voltaje de la salida del generador dentro del rango permisible, independientemente de los cambios de la corriente de carga.

Los generadores síncronos están diseñados y contruidos cuidadosamente, de tal manera que asegure una operación eficaz, facilidad de mantenimiento y una larga vida de servicio.



Figura 13. Generador Síncrono

El núcleo estator del generador está construido de laminaciones ranuradas aisladas individualmente, hechas de acero al silicio y comprimidas a alta presión. El núcleo armado se sujeta en la carcasa por medio de guías soldadas a las costillas de refuerzo.

Las bobinas del estator devanadas sobre el mismo, están acuñadas firmemente en las ranuras semicerradas del estator y el conjunto completo está impregnado con barniz sintético termofraguante, horneado posteriormente para asegurar la máxima resistencia a la humedad, una alta resistencia dieléctrica y excelentes cualidades de unión.

Las puntas del estator pasan a través de un bloque aislado de terminales y terminan en zapatas conectoras hechas de cobre. Los polos del campo de generador están montados sobre una flecha de gran diámetro y la jaula del devanado entre los polos, se completa con colecciones soldadas en latón dando excelentes características eléctricas.

El conjunto completo del rotor está balanceado estática y dinámicamente para asegurar la operación libre de vibraciones y la máxima vida de las chumaceras.

Los generadores síncronos están diseñados con un sistema de ventilación autocontenido que hace circular el aire de enfriamiento a través de la masa.

Un ventilador unidireccional montado en el extremo impulsor de la flecha del rotor, forma el aire ambiente introduciéndolo en la máquina a través de aberturas de celosía en el extremo de la exitatriz de la máquina. El aire pasa axialmente entre los polos del campo a través del entrehierro, siendo impulsado radialmente hacia los cabezales de la bobina del estator. El aire caliente pasa a la atmósfera por medio de aberturas de rejilla en el extremo de impulso de la carcasa.

a) Conceptos Básicos

El concepto elemental de la generación de energía eléctrica está basado en la ley de inducción de Faraday, que establece lo siguiente:

Cuando un conductor se introduce en un campo magnético y existe movimiento relativo entre el conductor y el campo, existirá un voltaje inducido en el conductor. Este voltaje es proporcional a la intensidad del campo magnético, a la velocidad relativa y a la longitud del conductor.

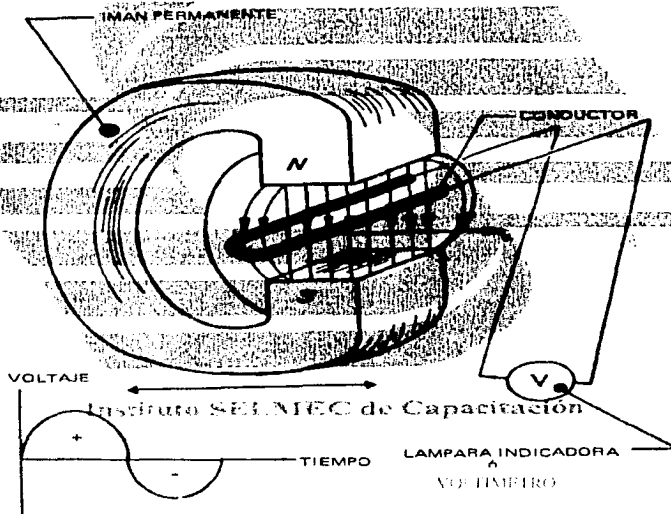


Figura 14. Diagrama de Inducción

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Esto se expresa algebraicamente por la fórmula: $e=vBL$

e-voltaje inducido, v-velocidad del conductor, B-densidad del campo magnético, L- longitud del conductor.

Hemos mencionado como fuente del campo magnético un imán permanente; sin embargo, también hay una forma de lograr este campo magnético mediante un arrollamiento.

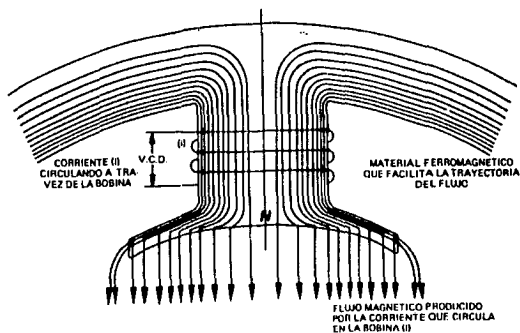


Figura 15. Diagrama de campo Magnético

Para lograr el campo magnético debe hacerse circular una corriente por el arrollamiento, obteniéndose resultados similares a los del imán permanente.

Este es el medio más comúnmente usado en las máquinas eléctricas, aunque el primero se utilice en aplicaciones especiales.

Hasta ahora se ha visto una forma muy simple de generar energía eléctrica; sin embargo, ya en una máquina eléctrica será más complicado, por ejemplo, el conductor será de varias espiras formando bobinas interconectadas entre sí, según se requiera.

También se tendrá un cierto número de polos con una determinada configuración para lograr una mejor distribución del flujo, en lugar de un imán. Desde el punto de vista mecánico se requerirá una estructura adecuada de soporte de estos elementos.

En un generador comercial de C.A. generalmente los conductores de inducido, están distribuidos a lo largo del estator dentro de ranuras. El campo magnético inducido se produce en polos colocados en un rotor. Por medio de una máquina impulsora, se hace girar el rotor, obteniéndose la velocidad relativa entre el inductor y el inducido; bajo estas condiciones, la forma de onda de voltaje generado será senoidal.

El tamaño del generador y del motor impulsor, se determina en función del valor de la carga, que se debe absorber durante una interrupción en el servicio normal; también el tipo de combustible para el motor impulsor, queda determinado por la carga y las restricciones normativas en el lugar de la instalación. Por lo general las plantas eléctricas de emergencia, pueden ser para uso de hasta ocho horas con carga continua y admitir de forma eventual, sobrecargas por lapsos de $\frac{1}{2}$ a 1 hora, siempre y cuando no excedan al 10% o 20% de su capacidad.

3. Tablero de Control

El tablero de control es la unidad que se encarga de censar el voltaje de alimentación, dar señal de arranque a la planta cuando el voltaje falta, preparar la transferencia, retarda la señal de paro al motor y posteriormente realiza su paro, mantiene el acumulador cargado.

El tablero de control está formado de tres sistemas diferentes, en los cuales se realizan las funciones anteriormente mencionadas; éstos son:

a) Control Maestro

En los tableros de control de las plantas de emergencia se encuentra un circuito que supervisa todo tipo de señales desde la de arranque, suministro de combustible y señales de alarma cuando ocurren fallas, este tipo de circuito recibe el nombre de control maestro o control de motor.

En la placa frontal del control se muestran todas las señalizaciones de fallas, operación, pulsos de arranque y válvula de combustible.

El tablero tiene un selector de operación manual-fuera-automático para poner en funcionamiento y parar al equipo.

Al colocar el selector en la posición manual, la planta de emergencia realizará su arranque y comenzará a generar voltaje. Al colocar el selector en la posición de automático, la planta estará esperando recibir señal del tablero de transferencia cuando detecte alguna anomalía de la alimentación normal. Al colocar el selector en la posición fuera, la planta parará y dejará de generar voltaje.

b) Interruptor de Transferencia

Los interruptores de transferencia están diseñados para prestar servicio durante muchos años con un mínimo de mantenimiento. Su función es la de conectar las líneas de energía eléctrica de emergencia a la carga; haciendo el cambio a las primeras cuando se restablece el sistema normal.

El transfer consiste de un interruptor de carga única, operado eléctrica o mecánicamente, que es capaz de manejar toda la energía del generador, así como la de interrumpir la corriente que pasa por la línea en forma continua, así como los picos que sucedan sin dañarse. Algunos interruptores de transferencia van equipados con protección térmica y magnética para proteger al generador, como también a las líneas y aparatos, en caso de algún corto circuito a una sobrecarga constante.

l) Tipos de Interruptores de Transferencia.

El uso de los interruptores de transferencia, dependen de las cargas por conmutar:

(a) Interruptor de Transferencia Tipo Contactor Magnético. (Hasta 250 A)

Este interruptor consta de un gabinete en el cual hay: un contactor de alimentación normal, un contactor de alimentación de emergencia, juego de palancas para el bloqueo mecánico, lámpara piloto de alimentación normal (Verde), lámpara de alimentación de emergencia (Rojo).

• Secuencia de Operación:

Quando se cierra el contacto del sensitivo de voltaje, el 1RTT se energiza y cierra su contacto 1RTT. Se energiza 2RC y éste cierra su platino(2RC-1) que está conectado en serie con la bobina del contactor de suministro normal (M1) y con el platino auxiliar de la bobina del contactor de emergencia (M2-4) que está normalmente cerrado, permitiendo con esto que la corriente fluya de la línea L2 del suministro normal a la bobina del contactor, cerrándose el circuito con la línea L3 hacia el contactor. En este momento se enciende la lámpara verde y los contactos M1-1, M1-2 y M1-3 se cierran, pasando así el voltaje hacia la carga.

• Bloqueo Eléctrico:

El contactor de suministro normal al energizarse, cierra 3 tipos de contactos, los cuales conectan la línea normal a la carga y abre un contacto auxiliar que está conectado en serie con la bobina del contactor de emergencia, asegurando que éste permanezca desenergizado.

- Bloqueo Mecánico

Al cerrarse los 3 juegos de contactos del contactor de suministro normal, éstos accionan una palanca que no permite cerrar los contactos del contactor de suministro de emergencia cuando éstos están operando, y viceversa.

- Falla de energía normal:

Cuando ocurre una falla de energía normal, el relevador sensitivo se desenergiza, al igual que el 2RC y el contactor del suministro normal.

Esto permite que se cierren el contacto auxiliar del contactor de suministro normal (M1-4) y el platino 2RC-4, permitiendo que pase la corriente de la línea L2 de emergencia cerrando el circuito con la línea L3 de emergencia, cuando la planta eléctrica esté generando el voltaje requerido.

Al energizarse el contactor del suministro de emergencia, conecta la carga al generador por medio de M2-1, M2-2, M2-3 y abre un contacto auxiliar (M2-4) que no permite que se energice el contactor de suministro normal.

- Retorno de la Energía Normal

Cuando retorna la energía normal, los controles dan la orden al interruptor para retransferir la carga y al mismo tiempo detienen la planta.

La secuencia es la siguiente:

El sensitivo detecta la energía normal y cierra su platino, energizando al 2RC. Este, al energizarse abre el platino del contactor de emergencia 2RC-4 y cierra el platino del contactor de alimentación normal (2RC-1), propiciado con esto que el contactor de emergencia se abra y desconecte la carga del generador y que cierre su contacto auxiliar (M2-4) y se energice el contactor de alimentación normal M1 y conecte la carga a la alimentación normal a través de M1-1, M2-2 y M2-3.

Estas operaciones toman menos de 0.050 seg. y se realizan una seguida de la otra, haciendo que los bloqueos (eléctrico y mecánico) cambien de posición y se encuentren ahora bloqueando el cierre del contactor del suministro de emergencia.

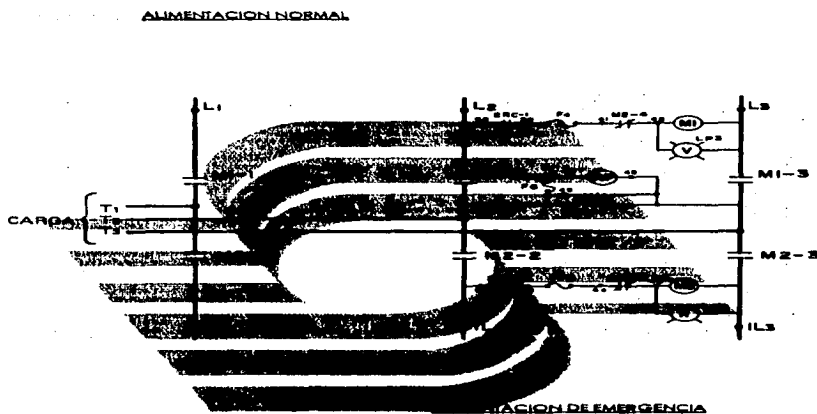


Figura 16. Diagrama de un Interruptor de Transferencia Tipo Magnético

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

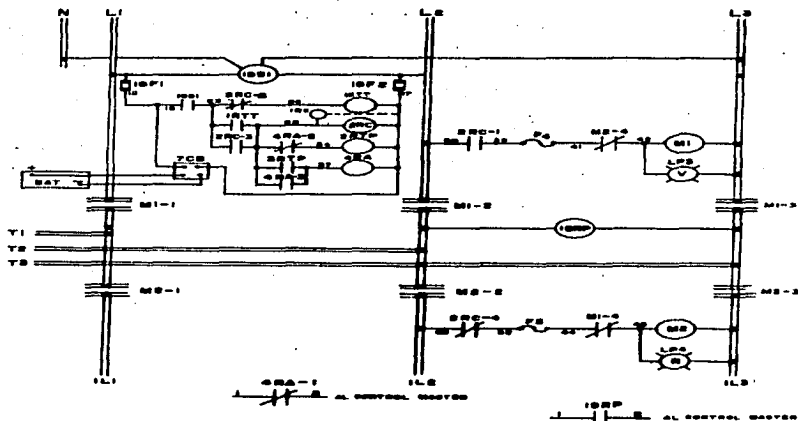
- Velocidad de Operación

Se entiende por velocidad de operación el tiempo en que el control de transfiere cambiando la alimentación del servicio normal (que falló) al servicio de emergencia (planta).

El tiempo de interrupción solamente, no tiene mayor importancia, comparado con el tiempo que tarda la planta en arrancar (5 a 10 seg.). Pero en la retransferencia, este tiempo si puede ser importante.

La velocidad de retransferencia de los interruptores es aproximadamente de 50mseg. para capacidades menores de 400 Amperes y de 300mseg. como mínimo para capacidades mayores en ambos casos, apenas si se alcanza a apreciar como un destello de luz.

Cuando falla la energía comercial, siempre existe un tiempo de no energía, o sea, mientras arranca la planta y se hace la transferencia de 5 a 10 segundos.



NOTA: EL RELEVADOR ICR SOLO ES UTILIZADO CUANDO EXISTEN INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA TIPO CHANGEMATIC.

Figura 17. Diagrama del circuito de control de transferencia y paro del interruptor de transferencia tipo contactores

(b) Interruptor de Transferencia Tipo Changematic. (Hasta 1000 A.)

El switch de transferencia está formado por dos interruptores en aire en caja moldeada accionados por un mecanismo común. Por medio de este mecanismo, el transfer puede colocarse en tres posiciones diferentes:

Normal, Abierto y Emergencia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El mecanismo se acciona manual o eléctricamente. Durante la operación eléctrica, el movimiento del motor universal se transmite a través de un tren de engranes a la barra maestra de accionamiento común. Por la posición de los dos interruptores con respecto al mecanismo, la barra de accionamiento sirve, a demás, como un interlock mecánico efectivo, puesto que evita que ambos interruptores puedan permanecer cerrados al mismo tiempo. Este sistema permite obtener transferencias automáticas con tiempos muertos que no excedan de diez ciclos.

Como un necesario estándar el transfer automático está equipado con un switch selector (1S) de 2 posiciones (Manual-Automático).

Cuando el switch (1S) está en la posición automático, el transfer pasa de normal a emergencia o viceversa, sin detenerse nunca en la posición de abierto.

Pasando el switch a la posición manual y operando el mecanismo por medio de la palanca, es posible accionar el transfer hasta la posición de abierto, en la cual ambos interruptores se encuentran desconectados.

La posición de abierto evita tener que desconectar los buses o cables del lado de carga del transfer durante las operaciones de mantenimiento. Esta operación puede bloquearse con uno o más candados para proporcionar la seguridad necesaria al personal.

Pensando siempre en la seguridad del operador, la unidad básica del mecanismo de transferencia se ha diseñado en tal forma que todas sus partes móviles quedan debidamente cubiertas.

Como el transfer utiliza interruptores en aire, puede ser aplicado en cargas mixtas de alumbrado y fuerza, ya sea en corriente alterna o corriente directa, hasta las capacidades de amperes igual a la del marco usado.

Los interruptores en aire están provistos con cámaras de arqueo y con mecanismo de apertura y cierre rápido. Las cámaras de arqueo se usan para dionizar el arco eléctrico y constan en una serie de placas de acero montadas paralelamente en un soporte de material aislante. En el momento de la apertura, el arco es conducido desde los contactos hacia las placas de acero en las cuales es seccionado, enfriado y extinguido. El arco de la corriente a plena carga se extingue en medio ciclo aproximadamente, lo cual proporciona gran seguridad durante las operaciones de transferencia o transferencia de cargas altamente inductivas, como las que aparecen en los sistemas modernos de distribución.

Para separar eléctricamente cada polo, cada interruptor tiene por construcción barras aislantes colocadas entre éstos, eliminando de esta forma la posibilidad de arcos eléctricos entre fases.

La posibilidad de alimentar monofásicamente la carga conectada al transfer, queda eliminada debido a que los interruptores en aire cuentan con una barra de

disparo común que abre todos los polos cuando se acciona el mecanismo de interrupción. Los interruptores del transfer pueden ser suministrados con o sin unidad de disparo para la protección contra sobrecargas.

El mecanismo de apertura del interruptor es de disparo libre. Este aspecto de diseño es de gran importancia pues permite que el interruptor abra, durante una sobrecorriente, aun cuando el mecanismo del transfer mantenga la palanca en posición de cerrado.

- Primer caso con Energía Normal:

Esta pasa directamente hasta la carga por los contactos M1 que se encuentran cerrados y también pasa al reloj programador (19RP).

En este momento se energiza el transformador TP8 e induce un voltaje, con tiempo los contactos del relevador 1RC y 2RC cambian de posición abriendo abajo y cerrando arriba.

Cuando se cierra (1RC-1) la energía pasa hasta la lámpara piloto de normal verde (V). El motor (M) a través de F4 y del interruptor IS. La lámpara de piloto de emergencia roja (R). Uno de los lados del contacto (1RC-2).

Al cerrar 2RC-1 la energía pasa hasta el otro lado de la lámpara verde (V) el contacto abierto del interruptor ILM. Así queda funcionando el sistema.

Los contactos de las bobinas 1RC y 2RC se controlan desde el circuito de control de transferencia y paro.

- Segundo Caso Falla de Energía Normal

Se desenergiza el 1RC y el 2RC , esto provoca que se cierre el contacto 1RC-2 y el 2RC-4 posteriormente se abre el contacto 1RC-1 y el 2RC-1, la alimentación de emergencia pasa hasta un lado de los contactos del M2 y el transformador TP9 .

Por un lado el transformador alimenta el motor (M) a través de 2RC-4 e ILM (NC) y también se alimenta a la lámpara roja (R), el motor funciona moviendo el mecanismo y éste hace lo siguiente: abre el interruptor de normal, cierra el interruptor de emergencia y cambia de posición ILM.

Si el interruptor ILM (NC) se encuentra abierto, el motor (M) estará desenergizado. Al cerrar el interruptor se prepara al motor para que éste funcione en el caso de que regrese la energía normal.

- Tercer Caso Retorno de la Energía Normal

Los contactos del relevador 1RC y 2RC cambian de posición abriendo abajo y cerrando arriba. Al cerrar los contactos 1RC-1 y 2RC-1 la energía normal pasa desde el transformador TP8 hasta la lámpara verde y por interruptor ILM, el cual abre el interruptor de emergencia, cerrando el interruptor normal.

Al cerrar el interruptor normal entra la alimentación a la carga.

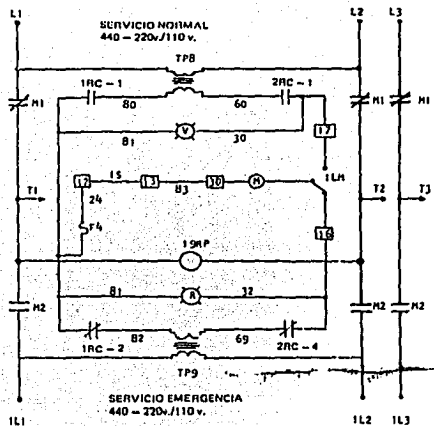


Figura 18. Diagrama de Transfer Chematic

DESCRIPCION	
L1, 2, 3	LÍNEA DE ENERGIA NORMAL
1L1, 2, 3	LÍNEA DE ENERGIA DE EMERGENCIA
M1	CONTACTOS DEL INTERRUPTOR NORMAL
M2	CONTACTOS DEL INTERRUPTOR DE EMERGENCIA
TP8, 9	T TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 440 - 220 v. /100 voltios 350 V.A.
ZRC	RELEVADOR AUXILIAR PARA TRANSFERENCIA
IRC	RELEVADOR AUXILIAR PARA TRANSFERENCIA
M	MOTOR DEL INTERRUPTOR
11M	INTERRUPTOR LIMITE DEL MOTOR
19	INTERRUPTOR MANUAL - AUTOMATICO
F4	FUSIBLE DE PROTECCION DEL MOTOR
19	19 AMP. 110 voltios.
V	LAMPARITA VERDE 110 voltios SERVICIO NORMAL
R	LAMPARA ROJA 110 voltios SERVICIO EMERGENCIA
T1, 2, 3	LÍNEAS HACIA LA CARGA
19 RP	RELOJ PROGRAMADOR
	TABLILLA DE TERMINALES DEL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA

NOTA: AL CONECTAR EL TABLERO A 440 VOLTS, EL 19 RP SE CONECTA A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 440/220 VOLTS 75 VA. V.11M F15481 # 6 DE 1 AMP. 220 VOLTS.

4. Tanque de Combustible

En cualquier planta de emergencia, es necesario disponer del tanque de combustible, que permita generar la potencia requerida durante un lapso de tiempo especificado; para esto por lo general se usan dos tanques, uno se denomina tanque de almacenamiento de combustible, que por lo general se instala fuera del área donde se instala la planta, el otro tanque se denomina tanque diario o auxiliar, es de menor capacidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B. FACTORES PARA OPERAR LAS PLANTAS DE EMERGENCIA PARA PROPOSITO DE AUTOABASTECIMIENTO

Por factores operacionales y de seguridad muchas empresas, tanto industriales como comerciales y de servicios, se ven obligadas a contar con generadores de emergencia. En ocasiones estos generadores, a pesar de que representan una fuerte inversión de capital, no entran en operación durante la falla en el suministro porque o bien, no se prueban periódicamente o por falta de un programa de mantenimiento adecuado.

Los equipos generadores de emergencia no sólo sirven para enfrentar algún tipo de interrupción en el servicio eléctrico, sino que pueden utilizarse como plantas de autoabastecimiento obteniendo beneficios importantes cuando se aprovecha su capacidad para cubrir parte del consumo eléctrico de las empresas en ciertas horas, o bien para disminuir la demanda en los períodos punta del día.

Dicho de otra manera, los equipos generadores de emergencia pueden utilizarse con importantes ventajas económicas si se convierten en plantas de autoabastecimiento de energía eléctrica sin desviar su objetivo básico.

Sin duda, conviene operar una planta de emergencia con fines de autoabastecimiento cuando el uso del equipo se traduce en ahorros en consumo y demanda de energía eléctrica procedente del servicio público, lo que implica una menor facturación y que la empresa cuente con el equipo, ya que el análisis sólo tomará en cuenta los costos de

inversiones adicionales y los asociados con la operación y mantenimiento del equipo. Sin embargo para llegar a esta conclusión se deben considerar los siguientes factores:

1. Marco Legal

a) Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

El autoabastecimiento consiste en la utilización de energía eléctrica para consumo propio, en cualquiera de los siguientes casos:

- Cuando la energía se origine en plantas destinadas a satisfacer las necesidades de los copropietarios o socios.
- Cuando el tenedor del permiso se comprometa a utilizar la energía eléctrica dentro de una superficie autorizada por la SEMIP.

De conformidad con el Artículo 89 del Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, no se requiere permiso de la Secretaría de Energía Minas e Industria Parastatal (SEMIP) para el autoabastecimiento eléctrico cuando la capacidad de la central no exceda de 500kw, ni para el funcionamiento de las plantas generadoras destinadas al uso propio en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica.

b) Norma Oficial Mexicana NOM-001-27-09-1991

Según el Capítulo 7 de la Norma Oficial Mexicana, en el artículo 700 habla de los Sistemas de Emergencia y sus requerimientos.

- 700-1 Alcance

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

Los sistemas de emergencia son aquéllos requeridos por la ley y clasificados como tales por reglamentaciones, decretos o legislaciones federales.

Estos sistemas deben suministrar iluminación o fuerza automáticamente a las áreas críticas y a los equipos, necesarios para la seguridad de la vida humana, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica o de los elementos del sistema.

El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, al alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 segundos.

Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde la iluminación artificial es necesaria para asegurar la salida del local, o para controlar el pánico en edificios con gran concentración de personas, tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, centros comerciales, servicios de asistencia médica o lugares similares. Los sistemas de emergencia también deben proveer la energía necesaria para equipos tales como: ventiladores, sistemas de alarmas y detección de incendios, ascensores, bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales y otros con funciones similares donde la interrupción de la energía eléctrica podría producir serios riesgos a la integridad de la vida humana.

- 700-3 Aprobación del equipo

Todo equipo utilizado en los sistemas de emergencia debe estar aprobado para este uso.

- 700-4 Pruebas y mantenimiento

Verificación del sistema. Se realizará una prueba con carga del sistema completo al ser instalado y posteriormente a intervalos periódicos.

Pruebas Periódicas. Los sistemas se deben probar periódicamente por el usuario, para asegurar que los trabajos de mantenimiento son los adecuados para mantener las condiciones apropiadas de funcionamiento.

- 700-5 Capacidad del Sistema.

Capacidad nominal. Los sistemas de emergencia deben tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea con todas las cargas. El equipo del sistema debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales.

Sistema selectivo de carga y desconexión de carga. Se permite que la fuente alterna suministre energía a los sistemas de emergencia, de reserva requeridos legalmente y a los de reserva opcional, si se provee de un sistema automático selectivo de toma y desconexión de carga para asegurar la energía adecuada a cada sistema, según se necesite, en ese orden de prioridad. La fuente alterna también puede usarse para reducir el efecto de los picos de carga.

- 700-9 Alambrado de sistemas de emergencia.

Identificación. Todas las cajas y envolventes (incluyendo desconectores de transferencia, generadores y tablero de distribución) para circuitos de emergencia deben ser marcados como componentes de emergencia.

Alambrado. El alambrado no debe pasar por la misma canalización, cable, caja, gabinete o equipo de otro sistema.

2. Modo De Operación

En cuanto al modo de operación, hay que definir si la planta debe operar en forma continua o intermitente durante el día, lo cual se ve influenciado por el tipo de tarifa contratada.

Existen 18 diferentes tipos de tarifas que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) aplica a sus usuarios. Aquí nos concentraremos en sólo cuatro de ellas, que son las aplicables a las pequeñas y medianas industrias.

a) Tarifa 02

Esta tarifa se aplica para demandas de hasta 25 kilowatts en periodos bimestrales de exactamente 60 días calendario.

El consumo se obtiene restando la lectura anterior a la lectura actual. Esta cantidad se divide entre 60 días, para obtener el consumo diario.

El promedio se multiplica por los días de cada mes: resultando el consumo por mes.

El costo de estos consumos se basa en: el cargo fijo, por cada uno de los primeros 50 KWh, por cada uno de los segundos 50 KWh, por cada uno de los siguientes KWh.

b) Tarifa 03

Esta tarifa se aplica para demandas mayores de 25 kilowatts, contempla un periodo de facturación de 30 días, y se calcula con base en 3 conceptos: Demanda máxima medida, dada en KW, energía consumida en KWh, bajo o alto factor de potencia (F.P.).

El costo de la tarifa se calcula de la siguiente manera:

Diferencia = Lectura actual - Lectura anterior.

Consumo en KWh = Diferencia X multiplicador.

Consumo promedio diario = Consumo / 30 días.

Cargo por demanda máxima medida = Costo por KW demanda X demanda máxima medida.

Cargo por consumo = Costo por KWh X Consumo registrado en KWh.

Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

Primero se determina el valor del cargo o bonificación mediante las siguientes fórmulas:

i) En caso de que el factor de potencia sea menor al 90% el cargo será:

$$\text{Cargo} = (\text{Cargo por demanda máxima medida} + \text{cargo por consumo}) \times (3/5 \\ (190/F.P. - 1) \times 100).$$

ii) En el caso de un factor de potencia superior al 90%, entonces la bonificación es

$$\text{Bonificación} = (\text{Cargo por demanda máxima medida} + \text{cargo por consumo}) \times (1/4 \\ (1 - 90/F.P.) \times 100).$$

Factura total = (cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo + cargo o bonificación por bajo factor de potencia) + I.V.A.

c) Tarifa OM

Esta tarifa se utiliza para servicios en media tensión con una demanda menor a 1000 KW. Involucra los cuatro conceptos: Cargo por demanda máxima medida, en KW, Cargo por energía consumida en KWh, cargo por medición en baja tensión, cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

El procedimiento para determinar el costo de la energía en esta tarifa es el siguiente:

Cargo por demanda máxima medida = Costo por KW demandado X demanda máxima medida.

Cargo por consumo = Costo por KWh X Consumo registrado en KWh.

Cargo por medición en baja tensión = (Cargo por demanda máxima medida + Cargo por consumo) X 0.02.

Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia. Se calcula de la misma forma que para la tarifa 03.

Factura total = (cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo + cargo por medición en baja tensión + cargo o bonificación por bajo factor de potencia) + I.V.A.

d) Tarifa HM

Es la tarifa horaria para servicio general en media tensión con demanda de 1000KW o más y al igual que la anterior involucra cuatro conceptos: Cargo por demanda facturable, en KW, cargo por energía de punta y/o de base consumida, en KWh, cargo por medición en baja tensión, cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

La manera de obtener el costo de la energía en esta tarifa es el siguiente:

Cargo por demanda facturable = Costo por KW facturable X demanda facturable registrada.

Cargo por consumo = Costo por KWh de punta y/o de base X Consumo registrado en KWh.

Cargo por medición en baja tensión = (Cargo por demanda facturable + Cargo por consumo) X 0.02.

Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia. Se calcula de la misma forma que la tarifa 03.

Factura total = (cargo por demanda facturable + cargo por consumo + cargo por medición en baja tensión + cargo o bonificación por bajo factor de potencia) + I.V.A.

Para tarifas horarias, puede ser conveniente operar la planta únicamente durante el periodo punto. En tarifas distintas a las anteriores, pero con cargo por demanda máxima la operación puede resultar conveniente sólo durante las horas en que ocurre dicha demanda. Finalmente para tarifas caras, la operación continua de las plantas de emergencia puede ser conveniente.

Los usuarios de las tarifas 02 y 03 de baja tensión, se pueden contratar en tarifa general de media tensión OM mediante la instalación de una estación reductora de tensión, cuyo monto sería recuperado en un par de años. Con este cambio es posible alcanzar ahorros del 30% en la facturación mensual. Al mismo tiempo, CFE reduciría sus pérdidas, mejorando la regulación de circuitos y así aumentar la calidad de los servicios.

3. Selección y Operación

Otro factor de suma importancia que hay que tomar en cuenta es el cómo está interconectada la planta generadora y cómo se intentará operar. Por lo que es importante tener presentes algunos de sus parámetros claves, especialmente cuando se intenta cambiar de la condición de operación de emergencia a la condición de auto abastecimiento.

a) Capacidad

Los componentes principales de las plantas de emergencia son el motor de combustión interna, ya sea a diesel, gasolina o gas, y el generador eléctrico acoplado. Ambos tienen una capacidad de diseño para condiciones nominales, entendiéndose por este término la operación continua y estable.

Existe además la capacidad para operar en condiciones de emergencia, la cual es siempre superior a la de condiciones normales.

Usualmente los proveedores de estos equipos especifican la potencia máxima efectiva del grupo motogenerador para condiciones de emergencia. Conviene mencionar que la potencia máxima es una característica comúnmente buscada por el usuario para adquisición de este tipo de equipos.

El cálculo de la capacidad para una planta de emergencia se realiza de la siguiente manera:

- Debemos saber el tipo de equipo y sistemas que se conectarán a la planta de emergencia como por ejemplo ventiladores, bombas de agua, iluminación, sistemas de energía ininterrumpida.
- Se realiza el censo por equipo, en el cual se incluyen los datos de placa; de esta manera conocemos: el voltaje, corriente y su consumo.
- Se cuantifican los consumos de los equipos (W), es importante que se considere para el sistema de energía ininterrumpida un 15% más de su valor nominal para las cargas de su banco de baterías.

- Posteriormente se realiza la suma de los consumos de los equipos. De esta manera se tiene la carga total.
- La carga total se multiplica por un factor de 20% de esta manera se obtiene la capacidad de la planta de emergencia con la que se hace la comparación con las capacidades comerciales de los proveedores.

Tabla 12. Tipos y Capacidades de Plantas de Emergencia

MODEL O	CAPACIDAD Kw	MOTOR	POTENCI A BHP	CILINDROS	DIMENSIONE S LxAXH	PESO SIN LIQUIDO S
JOHN DEERE 1800 RPM						
UD-10	10	3011D	17	3	125X50X100	700
UD-15	15	3029D	30	4	120X50X100	760
UD-20	20	3029D	36	4	160X55X125	800
CUMMINS 1800 RPM						
UM-30	> 1. ¡Transferencia interrumpida! FONT FACE="Arial" SIZE=2>4B3.9G	68	4	160X55X12 5	900	
UM-40	40	4B3.9G	68	4	175X55X125	950
UM-50	50	4BT3.9G 1	86	4	175X70X120	1000
UM-60	60	4BT3.9G 2	102	4	175X70X120	1030
UM-80	80	6BT5.9G 1	135	6	200X70X130	1100

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 12. Tipos y Capacidades de Plantas de Emergencia

MODELO	CAPACIDAD Kw	MOTOR	POTENCIA BHP	CILINDROS	DIMENSIONES LxAxH	PESO SIN LIQUIDOS
CUM-100	100	6BT5.9G2	166	6	220X95X130	1250
CUM-125	125	6CT8.3G	207	6	220X95X150	1500
CUM-150	150	6CTA83G	277	6	240X100X150	1520
CUM-175	175	6CTA83G	277	6	240X100X150	1600
CUM-250	250	LTA10-G1	380	6	250X130X165	2250
CUM-300	300	NTA855-G2	465	6	270X140X175	2350
CUM-350	350	NTA855	535	8	290X140X180	2800
CUM-400	400	NTA855-G5	605	6	290X150X195	2850
CUM-500	500	KTA19-G4	755	6	340X180X235	4540
CUM-600	600	VTA28-G5	900	12	390X180X235	4650
CUM-700	700	QST30G1	1135	12	400X200X235	5500
CUM-800	800	QST3062	1200	12	400X244X260	5700
CUM-900	900	QST30G3	1350	12	400X244X260	6500
CUM-1000	1000	KTA38G4	1490	12	470X290X265	7400
CUM-1100	1100	QSK45G1	1690	16	510X244X265	8847
CUM-1250	1250	QSK45G2	185	16	510X244X265	9200

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUM-1500	1500	QSK45G3	2220	16	510X244X265	9850
----------	------	---------	------	----	-------------	------

Tabla 12. Tipos y Capacidades de Plantas de Emergencia

MODELO	CAPACIDAD Kw	MOTOR	POTENCIA BHP	CILINDROS	DIMENSIONES LxAxH	PESO SIN LIQUIDOS
CUM-1750	1750	QSK60G1	/FONT>			
CUM-2000	2000	QSK60G2				

60D-1750	1750	16V-4000G40	2550	16	650X300X300	15,000
60D-1000	2000	16V-4000G80	2935	16	650X300X300	17,000

Nota: Dimensiones aproximadas y sujetas a cambio sin previo aviso.

Por otra parte, si se intenta operar la planta en forma continua o por períodos diarios superiores a una hora, es conveniente que la carga no sea superior a la capacidad nominal, cuyo valor también debe ser proporcionado por el proveedor. En caso de no contar con esta información, se pueden utilizar valores entre el 80 y el 85 % de la capacidad de emergencia para propósitos de análisis preliminar.

Es importante además tomar en cuenta que los datos de placa o de catálogo generalmente están dados para condiciones SO- a nivel del mar, temperatura ambiente de 15° C y humedad relativa de 60 %-. Cuando el equipo se instala en sitios con otras

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b) Consumo de Combustible

Normalmente los propietarios de plantas de emergencia no ponen atención al consumo de combustible, ya que lo más importante para ellos es asegurar que el equipo entre en funcionamiento al presentarse la interrupción del servicio de energía.

Cuando se pretende operar la planta con fines de autoabastecimiento, la eficiencia, al igual que la capacidad, son características de fundamental importancia que deben tomarse en cuenta en el funcionamiento del conjunto motogenerador, ya que sus valores incluyen en los costos de generación y en la competencia económica.

Los valores de diseño, afectados por las condiciones geográficas, sólo pueden cumplirse si el equipo se encuentra instalado en un lugar adecuado, con suficiente ventilación. Asimismo, para que los valores de diseño sean válidos el motor de combustión interna debe estar perfectamente carburado, con los ductos de admisión y escape limpios; los sistemas de lubricación y de enfriamiento en buenas condiciones y con las partes sujetas a desgaste (cilindros, anillos y válvulas, entre otros), en buen estado.

En el caso del generador eléctrico, éste debe mantenerse en buenas condiciones y con los soportes o las chumaceras correctamente lubricados, asimismo el sistema de enfriamiento debe funcionar apropiadamente. En cuanto a las bobinas, debe cuidarse que estén limpias y su aislamiento en buen estado.

Conviene, desde luego, leer cuidadosamente los instructivos de instalación, operación y mantenimiento para verificar que el consumo específico de combustible se encuentre en el rango garantizado.

Inspección y mantenimiento. Los períodos de inspección y mantenimiento juegan un papel de suma importancia en la confiabilidad y la vida útil del equipo, especialmente el motor.

Se deben cumplir a detalle las recomendaciones del fabricante para el sistema de lubricación y reponer el aceite quemado después de un período de operación. Además, hay que tener presente que las partes sujetas a desgaste deben reemplazarse después de cierto tiempo de funcionamiento. Durante el arranque, estas piezas sufren un desgaste mayor equivalente a cierto número de horas de operación, las cuales deben ser contabilizadas en el total para determinar cuándo ha llegado el tiempo de reemplazarlas.

c) Conexión de la Planta

Como se sabe las plantas de emergencia suministran automáticamente iluminación y/o fuerza a las áreas críticas y equipos, en los casos de falla del suministro normal de energía eléctrica.

La planta de emergencia debe suministrar energía a los sistemas de emergencia, a los sistemas de reserva legalmente establecidos y los de reserva opcional, donde se

proporciona un sistema automático selectivo de toma y desconexión de carga, según se necesite, para asegurar la energía adecuada.

Existen dos configuraciones de interconexión de las plantas de emergencia para condiciones de autoabastecimiento que son:

i) Operación en Forma Independiente.

El sistema para servicio de emergencia, se conecta a un conmutador de transferencia para cambiar la carga de la fuente normal al grupo electrógeno (el conmutador puede ser del tipo manual o automático). De forma tal que aísla los sistemas de emergencia y de reserva para volverlos independientes del resto de las cargas.

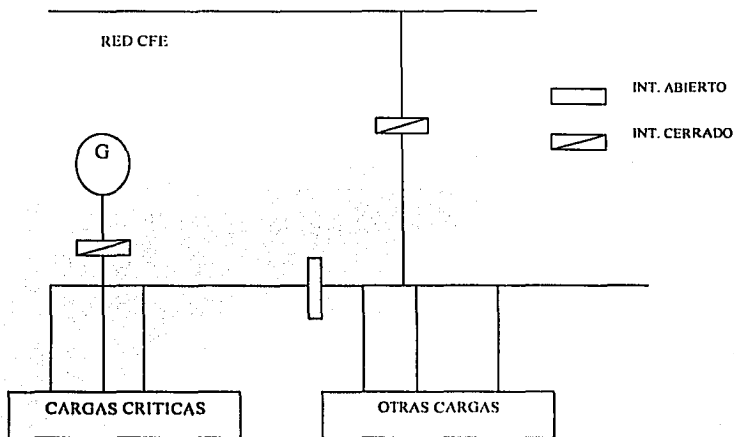


Figura 19. Diagrama de Conexión P.E en forma Independiente

ii) Operación Enlazada con la Red.

En esta configuración se opera con el interruptor de transferencia cerrado alimentando las cargas críticas con el resto de las cargas.

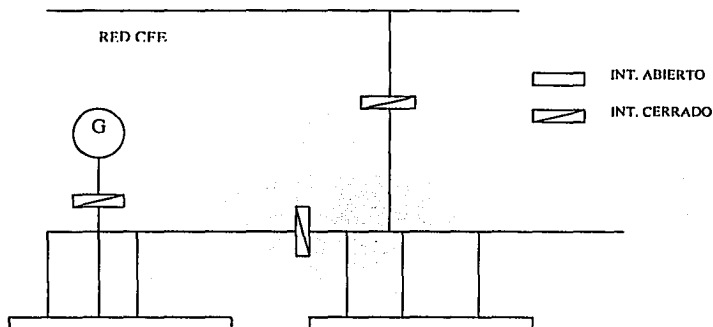


Figura 20. Diagrama de Conexión P.E. enlazada con la Red

Ambas configuraciones poseen ventajas y limitaciones. Para el caso 1 (Figura 19) las ventajas principales son la confiabilidad de operación por su simplicidad, además de que no requiere inversiones adicionales. Tiene, sin embargo, la inconveniencia de no utilizar la capacidad máxima de la planta en forma continua, ya que operando bajo este esquema la carga está determinada por las condiciones de funcionamiento de los equipos que alimenta.

Para el caso 2 (Figura 20) se puede aprovechar la capacidad completa durante el período de operación, dejando que el suministro de la red pública absorba las

variaciones de carga. Sin embargo, en este caso es indispensable instalar equipos de sincronismo, de protección y de control para que la planta de emergencia y el enlace con la red operen dentro de los parámetros permitidos de capacidad, tensión y frecuencia, entre otros. Si se opta por este esquema, será necesario que Comisión Federal de Electricidad o Luz y Fuerza del Centro inspeccionen y aprueben la instalación.

La decisión sobre la forma de operación de la planta implica el conocimiento de los perfiles de carga de la empresa, por circuitos o a nivel global. Esto puede determinarse a través de lecturas del medidor en forma periódica (cada 5,10 o 15 minutos) durante los días hábiles de una semana normal de trabajo.

Esta información es básica para la determinación de los períodos y el número de días que conviene operar la planta, así como de la conveniencia de que funcione independientemente o enlazada con la red.

C. CARGAS POR CUBRIR

La planta de emergencia debe suministrar energía a los sistemas de emergencia, a los sistemas de reserva. Este generador debe tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea de todas las cargas. El equipo de emergencia debe ser adecuado a la corriente máxima de falla disponible en sus terminales.

Los sistemas de emergencia suministran iluminación artificial necesaria para vías de escape seguras o para control de pánico en edificios sujetos a gran concentración de personas. También proveen la fuerza necesaria para equipos tales como ventilación, sistemas de alarmas y detección de incendios, ascensores, bombas para equipos contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales.

Los circuitos de alumbrado de emergencia no deben alimentar aparatos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para obtener la iluminación necesaria.

Los sistemas de reserva son típicamente instalados para servir cargas, tales como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, sistemas de drenajes.

La decisión sobre la forma de operación de la planta implica el conocimiento de los perfiles de carga de la empresa, por circuitos o nivel global. Esto puede determinarse a

través de lecturas del medidor en forma periódica, (cada 5 10 o 15 minutos) durante los días hábiles de una semana normal de trabajo.

Esta información es básica para la determinación de los periodos y el número de días que conviene operar la planta, así como de la conveniencia de que funcione independientemente o enlazada con la red.

El ahorro de energía eléctrica debe ser considerado por las empresas como un componente del conjunto de acciones orientadas a elevar la competitividad y productividad. En la mayoría de las empresas existen importantes potenciales de ahorro, ya que se desperdicia energía en focos y luminarias encendidas de día, o en áreas donde nadie las esté empleando; el uso inadecuado de equipos de aire acondicionado en oficinas, empleo de herramientas y maquinaria que consumen energía de manera ineficiente. Todos estos son costos, que pueden llegar a ser hasta un 30% de su consumo.

1. Alumbrado

Desde hace miles de años, el hombre ha necesitado la iluminación artificial para realizar diversas actividades, principalmente trabajos nocturnos y en lugares poco iluminados. En épocas tan remotas como en la era primitiva, cuando el hombre era nómada y se alimentaba de la caza, la pesca y la recolección, utilizaba antorchas para hacer pinturas y dibujos rupestres en las cuevas.

Posteriormente, en las grandes civilizaciones de la antigüedad como la teotihuacana, egipcia, griega, maya, inca, etc., se utilizó la iluminación artificial producida por el fuego. Los espléndidos murales interiores de los grandes templos y pirámides requirieron para su realización de considerables niveles de iluminación. Los edificios eran proyectados con espaciosos cubos y ventanales internos de manera que tuvieran buena ventilación e iluminación para poder realizar en ellos labores de gobierno y actividades religiosas durante el día. En las casas y chozas se utilizaba algún tipo de iluminación artificial, por ejemplo, los teotihuacanos usaban una especie de candelero de barro cocido en el que colocaban una vela, que seguramente era de cera de la producen las abejas.

En el feudalismo se acostumbraba iluminar castillos y casas con antorchas y candiles colgantes en los muros, se colocaban no donde podían dar los mejores resultados de iluminación sino donde su calor, humo y goteo causara las menores molestias.

Con el capitalismo y la Revolución Industrial se inventó la máquina de vapor, la bombilla eléctrica y se requirió de producir satisfactores materiales y de servicio para la población. Las actividades en talleres y oficinas públicas se prolongaron hasta altas horas de la noche por los que se desarrollaron y perfeccionaron las instalaciones de alumbrado.

Desafortunadamente los proyectistas de las primeras instalaciones dieron por hecho que los soportes en las paredes y los candiles colgantes tenían cualidades reales de

iluminación, lo que atrasó por cincuenta años la madurez arquitectónica del alumbrado artificial, ya que la mayor dificultad en la iluminación de este tipo se debía a la escasez de conocimientos sobre el proceso de la visión, incluso se pensaba que para obtener mejores resultados, la luz de las fuentes luminosas debía incidir directamente sobre los ojos y no sobre los objetos. Fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando se elaboraron métodos científicos basados en el funcionamiento real del proceso visual, en el desarrollo de la luz artificial eléctrica y en el conocimiento de la fotometría, para proyectar instalaciones de alumbrado como parte integral de una construcción arquitectónica en la que se combinan las instalaciones de luz artificial con las obras para proporcionar luz diurna de tragaluces, cubos y ventanales.

Uno de los desperdicios más comunes de energía se da en la iluminación de plantas industriales y oficinas de las empresas.

a) Niveles de Iluminación.

El concepto de iluminación o iluminancia expresado en la unidad lux es una medida de la cantidad de luz que incide en el plano de trabajo.

Pruebas realizadas han demostrado que el nivel de iluminación determina la calidad de la visión cuanto mayor es el nivel de iluminación se puede ver más fácil y claramente. Nuestros ojos están constituidos de manera que la visión es óptima con los niveles de iluminancia proporcionados por la luz del día (no necesariamente bajo la luz directa del sol) que van desde unos miles a 100 000 luxes.

Técnica y económicamente resulta imposible, o muy difícil, obtener valores de alumbrado de 10 000 a 20 000 luxes que nos permitan ver en las condiciones más favorables y con un mínimo de esfuerzo. En la práctica, tenemos que aceptar niveles de iluminación adecuados, mucho más bajos que los mencionados, aprovechando la gran capacidad de adaptación de la vista.

Frecuentemente los niveles de iluminación son elevados, tanto en áreas comunes como para específicas. Conviene comprobar tales niveles mediante el uso de un luxómetro y compararlo con las tablas de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación.

En caso de existir sobreiluminación, conviene retirar algunas lámparas o sustituirlas por otras de menor capacidad.

Si el nivel de iluminación no es suficiente, se pueden utilizar reflectores de aluminio en los gabinetes sin incrementar la carga eléctrica.

En caso de que los niveles de iluminación sean los adecuados, entonces lo recomendable es utilizar lámparas que proporcionan el mismo nivel, pero con un menor consumo de potencia. Lo más aconsejable será esperar a la terminación de la vida útil de la lámpara antes de hacer la sustitución. Para estos fines es fundamental llevar un control por áreas de las horas de utilización de las lámparas, que servirá para hacer el reemplazo en grupo. Estas lámparas se fabrican de 32,34,40,75 y 110 watts respectivamente.

b) Controles de Alumbrado.

Uno de los problemas más generalizados consiste en la imposibilidad de apagar ciertas lámparas que no son necesarias en determinado momento, debido a que existe un interruptor que controla un número de lámparas que por razón de la división de las oficinas quedan en pasillos y sala de juntas, por ejemplo, originando que siempre permanezcan encendidas.

También impide apagar las lámparas en horarios en que sólo un mínimo de personal está laborando, pese a que estén encendidas lámparas innecesarias.

En estos casos se recomienda rediseñar la instalación eléctrica con circuitos independientes, o bien instalar en cada luminaria un apagador de palanca o de perilla colgante.

Es conveniente redistribuir los circuitos de alumbrado de tal manera que las lámparas ubicadas cerca de las ventanas se puedan encender y apagar por medio de un interruptor sencillo (o mediante un control automático con fotocelda), a fin de aprovechar la luz natural.

c) Alumbrado Incandescente.

El foco incandescente es el de más bajo rendimiento, debido a que su operación está basada en el calentamiento de un filamento hasta el rojo blanco, con lo cual convierte el 95 % de la energía eléctrica en calor y sólo el 5% en luz. Adicionalmente hay áreas en los edificios que utilizan los llamados spots.

En todos los casos lo más aconsejable es sustituir los focos y spots por lámparas fluorescentes compactas las cuales cuentan con entrada para socket. Estas lámparas fluorescentes compactas existen en 5, 7,13, 15 y 18 watts.

En lugares donde el alumbrado se utiliza por intervalos pequeños de tiempo, no se recomienda utilizar lámparas fluorescentes con socket en lugar de incandescentes, pues el continuo encendido y apagado de las mismas demeritan su vida útil.

Es común encontrar lámparas quemadas o desconectadas intencionalmente, pero unidas al balastro. Esto debe evitarse, pues el balastro sigue consumiendo energía eléctrica, del orden del 20 % de la potencia de la lámpara.

Por otra parte, si un balastro está conectado a dos lámparas y una de ellas fue desconectada la lámpara en funcionamiento reducirá su vida útil.

Normalmente los balastros son construidos con circuitos magnéticos y su consumo es de aproximadamente el 20 % de la potencia de la lámpara. Actualmente existen en el

mercado balastros ahorradores que consumen menos energía y permiten a la lámpara llegar a su vida nominal. Por otro lado, también están los balastros electrónicos que son los más eficientes. Cabe observar que los balastros ahorradores cuestan casi lo mismo que los tradicionales no siendo el caso de los electrónicos cuyo costo es superior.

El difusor es la tapa de acrílico que se coloca debajo de las lámparas. Su función consiste en difundir hacia los extremos la luz que sale en forma vertical. Además reduce la brillantez sin que por ello se afecte el nivel de iluminación. Si el difusor se encuentra sucio por el polvo acumulado, o bien ha adquirido un color amarillo entonces sí disminuirá el nivel de iluminación. Hay que hacer una limpieza a los difusores y si no mejoran, le conviene sustituirlos por otros de mayor eficiencia; no acepte la compra de difusores de material similar al acrílico como el poliéster y otros; además de ser poco eficientes, su vida está limitada a un promedio de 12 a 15 meses en que pierden por completo su color transparente. También existe en el mercado difusores tipo rejilla con los que se obtienen buenos resultados.

El luminario es la caja de lámina en donde se alojan las lámparas y el balastro. La parte superior está cubierta con una pintura reflejante, que es necesario revisar periódicamente para cerciorarse que no esté deteriorada.

Actualmente ya se fabrican reflectores de aluminio que se sobreponen al luminario con lo cual se logra una mayor reflexión, que puede llegar hasta el 95 %, por lo cual, dependiendo del estado en que se encuentre la pintura, se puede ganar entre el 25 % y

50 % de nivel de iluminación, con lo que permitirá retirar la mitad de las lámparas ahorrándose el 50 % de la energía eléctrica. Si con esta medida se perdiera nivel de iluminación, éste se puede recuperar por otros medios, como por ejemplo, sustituir lámparas por otras de mayor flujo luminoso y pintar paredes, techos y columnas de colores claros. Estos reflectores también se usan para incrementar la iluminación cuando ésta no es suficiente, evitándose la instalación de luminarios adicionales.

En algunos edificios las lámparas se encuentran tan elevadas, que si permanecieran apagadas no se afectaría el nivel de iluminación. Esto se debe a que solo son elementos decorativos. Si se desea aprovecharlas, se recomienda reducir la altura de montaje y rediseñar el sistema para colocar menor número de luminarias.

Las áreas que no necesitan nitidez de color, como estacionamientos, jardines, etc., pueden ser iluminadas con lámparas de vapor de sodio de alta o baja presión, que reducen el consumo de energía hasta en 65 %.

Hay que tener en cuenta que el personal de seguridad y/o de mantenimiento no estará siempre en la disponibilidad de acatar las instrucciones en el sentido de desconectar determinados circuitos a determinadas horas; se recomienda instalar desde el sencillo apagador de tiempo en lugares de poco uso como pasillos, baños, etc., hasta equipos programables que conectan y desconectan circuitos según las necesidades de trabajo.

2. Aire Acondicionado

El acondicionamiento de aire es la adaptación del aire ambiental de un local a las necesidades y comodidades en las diferentes épocas del año, mediante la refrigeración, calefacción, humidificación, circulación y renovación de aire.

Para entender cómo se comporta la temperatura en un local cerrado, debemos analizar las fuentes de cambio de temperatura.

El calor transferido por conducción de la parte caliente a la parte fría a través de losas, paredes y pisos. Q1

El calor transferido por la energía sola. Q2

El calor infiltrado a través de abertura de puertas y ventanas. Q3

El calor que emanan los equipos, las lámparas y motores de las empresas. Q4

El calor que se desprende de la gente. Q5

En verano la ganancia de calor se da de la suma de $Q1+Q2+Q3+Q4+Q5$

En invierno la pérdida de calor se da de $Q1+Q3-Q2-Q4-Q5$.

En la medida en que se controlen estas variables Q estaremos en la capacidad de ahorrar energía destinada al aire acondicionado.

Si la losa y las paredes carecen de aislamiento térmico, tendremos alta temperatura. Este problema se puede evitar si aplicamos materiales aislantes a techos y paredes. Existen en el mercado diversas clases de aislantes a base de fibra de vidrio,

poliestireno, polietileno, que reducen el calor transferido por placas y paredes en forma dramática. Al entrar menos calor del exterior en verano, y al escapar menos calor del interior en invierno, los equipos de aire acondicionado trabajan menos y tienen más larga vida.

Al aplicar una capa de 25 mm de poliuretano aplicada en el techo reduce el consumo de energía eléctrica en aire acondicionado hasta en 29 %, mientras que la misma capa colocada en las paredes oeste y sur del inmueble llega a ahorrar hasta 9%. Actualmente los aislantes a base de fibra de vidrio son muy eficientes para este propósito.

El concreto es importante conductor del calor por lo cual no debe permitirse que el calor de las banquetas se introduzca al edificio. Esto se logra dejando un espacio entre la banqueta y la fachada que puede ser cubierto con algún material aislante,

El calor transferido por la energía solar, puede controlarse a través de la orientación de oficinas y naves industriales. Hay que minimizar las áreas de exposición directa al sol en sus instalaciones, estudiando el trayecto del sol y su ángulo sobre su edificio.

Reiteradamente se ha demostrado que la sombra proporcionada por una serie de árboles reduce la transmisión de energía solar. Por lo tanto, una buena inversión es sembrar árboles alrededor de los edificios y cuidarlos para que se mantengan frondosos.

En los edificios las ventanas son el elemento más sensible del paso del calor. Por ejemplo, un vidrio sencillo, común, transmite 80 % del total de la energía solar. Por tanto es necesario cubrir los cristales con películas que controlan esta transmisión de calor. Las reducciones que se obtienen son importantes al grado que la transmisión llega a ser de solo un 10 %. Es importante tener en cuenta que existen varios tipos de esta película con varios grados de transmisión de luz visible.

Para edificios nuevos, se recomienda instalar vidrios especiales que con diversas denominaciones existen en el mercado y los cuales incluyen las películas anteriores para permitir el paso hacia el interior de las ondas de luz pero no así de las infrarrojas que son las que provocan el incremento en la temperatura.

Para remodelaciones y sobre todo en nuevas construcciones, es recomendable hacer un diseño del edificio en donde se tome en cuenta la mejor orientación del mismo, la orientación de las ventanas, así como las dimensiones apropiadas, con el propósito de abatir los consumos de aire acondicionado y electricidad.

El calor que se transfiere por puertas y ventanas abiertas o con sello defectuoso. La existencia de fugas por puertas y ventanas obliga a los compresores de sus equipos a encender más a menudo, ocasionando un consumo innecesario de energía; por lo que se recomienda sellarlas con cinta y sellapuerta y cinta y silicón respectivamente.

En algunos lugares se depende de máquinas generadoras de calor para su producción pero hay que analizar la manera de disminuir la generación, de estos equipos con aislamientos o colocándolos en áreas donde su calor se disipe fácilmente hacia el exterior y no se encierre en el interior. Las lámparas incandescentes, también generan más calor que otro tipo de luminarias. Si se controlan estos elementos, los consumos por aire acondicionado disminuirán.

En zonas de climas extremos la mayor cantidad de energía es consumida por los aparatos de aire acondicionado; de ahí la importancia de proporcionar un mantenimiento adecuado, existe una serie de recomendaciones que, de seguirlas, aumentarán favorablemente la relación entre el confort de los equipos de aire acondicionado y el ahorro de energía.

Comprar equipos con la más alta relación de eficiencia energética del mercado.

Mantenga la temperatura del termostato en 25 grados centígrados en verano, es suficientemente confortable y evita la exposición de su personal a cambios bruscos de temperatura.

En invierno fije el termostato a 18 grados centígrados.

Limpie los filtros de aire regularmente una vez por semana.

Limpie regularmente los condensadores de los refrigerantes así como los filtros.

Procure que el equipo esté en óptimas condiciones de funcionamiento. Realice una revisión técnica especializada de los aparatos de aire acondicionado cada vez que comience la temporada de calor o frío.

No enfrie ni caliente áreas donde no hay nadie. Apague sus equipos cuando no haya gente que aproveche el confort que brindan. Instale controladores de tiempo, para asegurar que el equipo sólo funcione cuando el personal se encuentre en horas de trabajo.

Utilice el aire acondicionado únicamente en las áreas de trabajo.

Mantenga apagados los equipos cuando el clima natural lo permita y en las horas que no se labore.

Las unidades de aire acondicionado de tipo ventana, gastan 3 veces más energía en las resistencias para la calefacción que en los compresores. Una tonelada de refrigeración consume 3.5 KW.

Por lo anterior se recomienda cambiar este tipo de calefacción por una más eficiente y económica, como lo es la de base de gas natural.

3. Motores Eléctricos

En México, los motores consumen 62 por ciento del total de la energía que se genera y más del 75 por ciento de la energía que se suministra al sector industrial.

El motor eléctrico es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica giratoria que se transfiere a las bombas, ventiladores o bandas transportadoras, entre otros equipos industriales. En este proceso de transformación de

energía, la única potencia que consume el motor se debe a las pérdidas mecánicas y eléctricas que ocurren en él. Dado que estas pérdidas van desde un 5 hasta un 25 por ciento de la potencia de entrada. Es importante considerar el rendimiento del motor eléctrico para determinar la eficiencia del sistema completo.

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. Los mayores ahorros de energía se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia.

a) Eficiencia

La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es una medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en por ciento de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica, esto es:

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} \times 100$$

No toda la energía eléctrica que un motor recibe, se convierte en energía mecánica. En el proceso de conversión, se presentan pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será de 100 %. Si las condiciones de operación de un motor son incorrectas o este tiene algún desperfecto, la magnitud de las pérdidas, puede superar con mucho las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia.

Para calcular la eficiencia, las unidades de las potencias deben ser iguales. Como la potencia eléctrica se expresa usualmente en Kilowatts (KW) en tanto que la potencia mecánica en caballos de potencia (C.P o H.P), se dan a continuación sus equivalencias para su conversión:

$$0.76 \text{ KW} = 1.00 \text{ C.P}$$

$$1.00 \text{ KW} = 1.34 \text{ C.P}$$

El empleo de motores de mayor eficiencia, reduce las pérdidas y los costos de operación. Debido a los incrementos que han experimentado el costo de los energéticos a nivel mundial, han orientado a los fabricantes de motores a lograr principalmente motores de alta eficiencia, con rendimientos de hasta un 96% y cuyo costo adicional sobre los convencionales se puede pagar rápidamente con los ahorros que se tienen en el consumo.

b) Motores de Alta Eficiencia

Se entiende por motores de alta eficiencia, aquéllos que han sido optimizados en el diseño y en la manufactura y que han aumentado su rendimiento de 2 a 8 por ciento más que los motores estándar ya que son fabricados con gran precisión gracias al diseño asistido por computadora, materiales de alta calidad, así como a la más avanzada tecnología de manufactura.

Lo anterior ha ocasionado que el motor de alta eficiencia tenga un costo mayor entre el 20 y 40 por ciento arriba que el motor convencional. Sin embargo, es necesario destacar que el costo de operación se reduce considerablemente por concepto de consumo de energía, recuperando la diferencia del costo en algunas ocasiones en menos de un año.

Estos motores al operar con menos pérdidas de potencia, con menos temperatura, permiten tener mayor vida útil, menor costo de mantenimiento y ser más productivos.

c) Recomendaciones Generales.

La reparación inadecuada de un motor puede ocasionar un incremento en las pérdidas y adicionalmente en los motores de corriente alterna, la reducción del factor de potencia. Todo esto conduce a una disminución de su eficiencia.

Por ejemplo un motor que sufrió un desperfecto en su devanado y que por ello hay que rebobinarlo, puede disminuir su eficiencia considerablemente, si durante el proceso de reparación se presenta:

Calentamiento desmedido del hierro al quitar el devanado.

Daños en las ranuras al quitar el devanado dañado y montar el nuevo.

Diferente calidad y calibre del alambre,

Diferente número de vueltas.

Daños a los cojinetes y mal alineamiento.

Mayor tiempo de secado final.

Por esto es importante que cuando un motor sea reparado, los trabajos los efectúe personal calificado para garantizar que la compostura sea realizada correctamente y que los materiales empleados sean de calidad igual o superior a lo originales.

La misma atención se debe prestar a las partes eléctricas del motor, con los componentes mecánicos, tales como los cojinetes, el eje y el sistema de ventilación o

enfriamiento. Con frecuencia los daños que sufren los devanados tienen su origen en desperfectos mecánicos.

Un motor mal reparado al ser instalado nuevamente, gastará más energía que antes. Cuando los daños sean mayores puede resultar más económico sustituir el motor que componerlo. Por lo que es necesario realizar una evaluación técnica y económica y si es necesario cambiar el motor habrá que hacerlo por uno de alta eficiencia.

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad prácticamente constante y su costo relativamente bajo, son los más utilizados en la industria. Sin embargo, tienen el inconveniente de que aún en óptimas condiciones, consumen potencia reactiva por lo que son una de las causas principales del bajo factor de potencia en las instalaciones.

Los motores trifásicos ofrecen grandes ventajas de ahorro de energía en relación con aquéllos de una sola fase. Estos motores no requieren de circuitos especiales de arranque, están diseñados para operar con cargas bajas de potencia y su eficiencia es superior a la de los motores monofásicos.

El seleccionar el tipo, potencia y velocidad de los motores, el usar motores trifásicos en lugar de monofásicos, al aumentar la carga de los motores hasta su potencia nominal, el evitar el trabajo prolongado en vacío de los motores, así como la reparación correcta

y de alta calidad, son algunas de las medidas para corregir el factor de potencia del motor y así repercutirla en el Factor de Potencia Total.

4. Sistema de Bombeo.

El sistema de bombeo se compone de bomba, motor, tubería y accesorios. En las instalaciones la energía eléctrica consumida depende de la potencia, el tiempo en que funciona la bomba y de la eficiencia del sistema. Esta última es la relación entre la potencia que suministra la bomba al fluido y la potencia eléctrica consumida. Ahora bien, la potencia suministrada por la bomba, está en función del gasto y la carga.

Si cualquiera de los elementos del sistema, ha sido mal seleccionado en su tipo, capacidad o material, si el motor no está funcionando correctamente, si alguno de los accesorios está obstruido o si la tubería está deteriorada, aumentará el consumo de energía eléctrica del sistema total.

a) Bombas.

Existe una gran variedad de bombas, que se clasifican, de acuerdo con su principio de operación, en dos grandes rubros: las bombas dinámicas (centrífugas, axiales) y de desplazamiento positivo (recíprocantes y rotatorias). Las bombas dinámicas se utilizan para mover flujos grandes con bajas cargas, y las bombas de desplazamiento positivo

cuando se mueven pequeños gastos a alta presión, de igual manera se tienen bombas que se utilizan para gastos intermedios como son las de pozo profundo.

Para poder seleccionar el tipo de bomba hay que conocer la aplicación que se le dará por lo que es importante tomar en cuenta:

La naturaleza del fluido, el gasto requerido, la carga total, la presión estática, de succión y de descarga, la instalación prevista o existente (diámetro y longitud de tubería, accesorios, etc.), tiempo de operación de la bomba, tipo de motor y la velocidad límite de sobre carga, tipo de suministro del servicio eléctrico.

En algunos casos no es necesario mantener un flujo constante y la bomba funcionará cada vez que el nivel de agua baje de cierto límite. En estos casos, el usar una bomba de poca capacidad resulta más económico ya que su consumo de energía por hora es menor que el de una de mayor capacidad.

El material de la bomba debe ser adecuado para el tipo de fluido que se va a manejar, especialmente cuando se tienen partículas en suspensión o sustancias corrosivas que pueden ocasionar daños o un mayor desgaste a los elementos de la bomba, disminuyendo su eficiencia. El costo de una bomba más cara, puede amortizarse con ahorros en el mantenimiento y en el menor consumo de energía eléctrica en comparación al que se requeriría con una bomba que cuente con elementos deteriorados.

La instalación de dispositivos de paro automático en las bombas de flujo axial, para evitar sobrecargar el motor en caso de la reducción del gasto por obstrucción o falta de suministro al sistema. En las bombas centrífugas, si el gasto se reduce, baja también la potencia demandada y, por lo tanto, no hay riesgo de sobrecarga.

Es importante elegir la bomba en función del gasto que se va a mover y la presión final que debe tener el fluido. No hay que olvidar que el mayor ahorro de energía se logra evitando el desperdicio de energía eléctrica por lo que es importante no subutilizar los equipos.

Hay que comprobar que para condiciones normales de operación, la bomba opere con su máxima eficiencia.

Se debe calcular el costo de bombeo a largo plazo para cada una de las diferentes bombas consideradas y compararlas.

b) Motor

Después de seleccionar el tipo de bomba a utilizar es necesario saber qué motor se empleará para proporcionar la energía mecánica a la bomba. La potencia nominal suministrada por el motor, debe ser igual a la que requiere la bomba para trabajar a su máxima eficiencia; ya que un motor de menor capacidad trabajará con menor eficiencia, se sobrecargará y tendrá menor vida útil, mientras que uno de mayor

capacidad es más caro, su operación será con un bajo factor de potencia, disminución de su eficiencia y un costo más elevado de la energía que consume.

Para la instalación del motor de la bomba se tomarán en cuenta los siguientes puntos:

El motor debe estar perfectamente alineado con la bomba, y montado sobre una superficie que reduzca las vibraciones.

Debe seleccionarse un lugar con buena ventilación para evitar sobrecalentamiento del motor.

Instalar controles automáticos para el arranque y paro del motor, para evitar que siga consumiendo energía eléctrica cuando la bomba haya dejado de funcionar.

La bomba suministra al fluido energía que éste pierde al circular por la tubería debido a la fricción. Por lo que una tubería bien diseñada y con un buen mantenimiento puede reducir considerablemente el consumo de energía eléctrica.

c) Tubería y Accesorios

Para la instalación de la tubería y sus accesorios, se tomarán en cuenta los siguientes puntos:

Las uniones, los cambios de dirección y las variaciones de diámetro y materiales son fuentes de pérdidas en las tuberías, así que procure usar tramos rectos que reduzcan al mínimo los cambios de dirección o de diámetro. Hay que seleccionar el diámetro de tubería óptimo, aunque éste no sea igual a los diámetros de entrada y de salida de la bomba.

Los accesorios como válvulas, codos, uniones, reducciones, expansiones y filtros, son también fuente importante de pérdidas en las tuberías. Por eso se debe usar sólo los accesorios necesarios, y seleccionarlos con cuidado.

El desgaste y los sedimentos ocasionan deterioros que, con el tiempo, aumentan las pérdidas en la tubería y reducen el diámetro libre para la circulación del flujo.

La velocidad debe ser lo suficientemente alta como para evitar pérdidas de carga excesivas en la tubería. Por lo que se deben revisar las velocidades recomendadas para cada tipo de flujo en los manuales de tuberías.

d) Recomendaciones Generales.

Para un sistema de bombeo ya instalado el ahorro eléctrico se puede llevar a cabo mediante un mantenimiento preventivo, el cual consiste en:

Revisión de los filtros de la bomba. Limpiándolos con frecuencia par evitar que las obstrucciones ocasionen sobrecargas que aumenten innecesariamente el consumo eléctrico.

Verificar periódicamente que no existan fugas en los empaques interiores de la bomba. , Ya que pueden causar corrosión en la flecha, además de pérdidas.

Revisar periódicamente los baleros y las bandas de la bomba, así como su ajuste o cambio en caso de ser necesario.

Revisar el sistema de retorno de vacío para evitar que entre aire al sistema, ya que esto puede ocasionar que la bomba opere con menos eficiencia y durante más tiempo.

Comprobar que no exista sobrecalentamiento del motor por falta de ventilación.

Eliminar las conexiones flojas y falsos contactos en la instalación eléctrica.

Mantener limpio el motor y los baleros engrasados y en buenas condiciones, para reducir la fricción y el torque excesivo, que pueden ocasionar sobrecalentamiento y pérdidas de energía.

Revisar la instalación eléctrica para comprobar que no existan condiciones de sobre o bajo voltaje en el motor.

Revisar la instalación verificando que no existan fugas, en especial en las uniones de los tramos de tubería. Los empaques viejos y gastados y las uniones flojas, ocasionan fugas, las cuales dan como resultado un mayor consumo eléctrico.

Cuando la tubería tenga tramos de diferente diámetros y materiales, se deberán cambiar los tramos de diámetros que no cumplan con las velocidades recomendadas para el fluido que se esté manejando, lo cual reducirá las pérdidas en la tubería, de igual manera, cuando se tengan secciones formadas por la unión de varios tramos cortos, preferentemente cambiarlos por una tubería de una sola pieza.

Evitar cerrar parcialmente la válvula para reducir el gasto del fluido, ya que ocasiona que la bomba funcione en condiciones desfavorables y consuma más energía eléctrica.

Para controlar la energía consumida, puede ser conveniente instalar medidores de flujo en las salidas de las redes de tubería.

D. COSTO DE GENERACION.

La inversión del capital para la compra de la planta de emergencia no es un factor determinante en el costo de generación eléctrica, cuando ésta se opera para autoabastecimiento, ya que la inversión se realizó con otro propósito. Sin embargo, para poder operarla es necesario hacer adaptaciones que requieren capital, esta inversión sí debe tomarse en cuenta en el análisis. Por ejemplo se debe considerar la inversión en la compra de la instrumentación para operar en paralelo con la red pública; en la instalación de tanques de combustible o para modificar los circuitos eléctricos internos de la empresa.

Dado que el valor de la inversión se espera que sea mínimo, su influencia en el costo unitario de generación puede calcularse en forma simple. Se estiman los KWH anuales generados y se supone un período de recuperación no mayor de 5 años. El cociente del valor de la inversión entre el total generado en el período será el costo unitario de generación \$/KWH.

Cabe mencionar que los costos asociados tanto a la operación misma como al mantenimiento, incluyen gastos adicionales a los salarios del personal que operará la planta. También se incluyen en este rubro los materiales consumibles, los costos de las refacciones y la mano de obra para mantenimiento.

Si no se cuenta con información del fabricante, los costos asociados se pueden estimar para propósito del estudio de factibilidad como 0.017 \$/KW.

El gasto por combustible, que depende estrechamente de la eficiencia del conjunto motogenerador, representa el mayor costo en la generación de energía eléctrica. Puede calcularse multiplicando el KWH, por el precio del combustible, expresado en pesos por litro. En el caso de que se opere a diferentes cargas, el costo unitario puede calcularse mediante una ponderación que incluya tanto el tiempo de operación a diferentes cargas, como el consumo de específico respectivo.

El costo unitario total de generación será la suma de los costos de inversión, de operación y mantenimiento, así como el de combustible.

$$$/KWH_{total} = \$/KWH_{inv} + \$/KWH_{oym} + \$/KWH_{comb}$$

En la operación de cualquier planta de emergencia para propósitos de autoabastecimiento se buscan dos objetivos: Primero, reducir el cargo por demanda máxima o facturable; segundo, reducir el cargo por energía consumida.

Para el estudio de factibilidad, cada objetivo debe analizarse separadamente. Los resultados de ambos se conjuntarán para determinar el período de retorno y la capacidad de generación que de los mayores beneficios.

Para usuarios con tarifas horarias, lo más probable es que la operación de la planta durante el período punta sea lo más conveniente, aunque la demanda máxima de su proceso ocurra fuera de ese lapso. En cambio, para usuarios con tarifa no horaria el período más conveniente puede ser el correspondiente a la demanda máxima propia.

Es muy importante tomar en cuenta que para cumplir el primer objetivo es indispensable operar la planta de emergencia todos los días hábiles del mes durante el período normalmente ocurre la demanda máxima, ya que si deja de operar un solo día, la demanda de ese día puede ser la base para el cargo por este concepto. Es necesario, entonces, programar la inspección y el mantenimiento en los períodos de baja carga, o en días no hábiles.

III. Diagnóstico y Propuesta

A. Antecedentes

El Estado Mexicano inició en 1937 su participación en la regulación de los mercados de productos básicos, al crear el comité regulador del mercado de trigo, con el propósito de fijar un precio accesible para el consumo de este cereal, operar las reservas que garantizaran el abasto e importarlo cuando la oferta interna fuera insuficiente.

En 1941 fueron constituidas las empresas Nacional Distribuidora y Reguladora, S.A. (NADYRSA), que operó como agente del gobierno federal con el fin de mantener precios razonables en los mercados nacionales de granos. En 1949 se fusionó con la Compañía Importadora y Exportadora Mexicana, S.A. (CEIMSA), creada desde 1937 y controlada por el Banco Nacional de Comercio Exterior, S.A. cuya principal función era importar productos agrícolas básicos para mantener las reservas necesarias que aseguraran el abasto.

En 1961 la CEIMSA fue sustituida por la Compañía Nacional de Subsistencias Populares, S.A. (CONASUPOSA), que amplió sus funciones al ámbito de la producción de alimentos industrializados de consumo popular. En marzo de 1965 se constituyó por decreto presidencial la actual CONASUPO, como organismo público descentralizado

coordinado por la Secretaría de Industria y Comercio (actualmente Secretaría de Comercio y Fomento Industrial).

En enero de 1995 se adscribió administrativamente a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. A partir de entonces, su principal propósito fue el apoyo a los productores agrícolas.

Durante 1996 la CONAE realizó estudios energéticos en los inmueble ocupados por entidades de los sectores público y privado, encontrando importantes oportunidades de ahorro de energía. Con esta base se aprobó la ejecución de un programa prioritario denominado CIENT EDIFICIOS PÚBLICOS, con el objeto de lograr sensibles ahorros por concepto de demanda de energía eléctrica, particularmente en el sistema de alumbrado.

La CONASUPO participó en el programa CIENT EDIFICIOS PUBLICOS incorporando los inmuebles ubicados en Av. Insurgentes sur No. 489, Patricio Sanz No 1609 y Calle Diez 23 bis.

El inmueble que se ubica en Av. Insurgentes Sur es usado como oficinas de administración. La superficie total construida es de 11553 m², cuenta con veintitrés niveles y 536 usuarios.

El inmueble de Patricio Sanz es conformado por dos edificios con un total de superficie construida de 19,721 m² con trece niveles el edificio A y nueve niveles el edificio B; los cuales son usados como oficinas y laboran un máximo de 369 personas.

B. Planteamiento del Problema

CONASUPO se integró al programa Cien Edificios Públicos, con el fin de implantar un sistema integral para el ahorro de energía. Para lograr este objetivo se propone operar las plantas de emergencia con las que cuenta la entidad como equipo de autogeneración eléctrica, pretendiendo disminuir la demanda máxima, así como el consumo eléctrico mensual.

Para poder operar las plantas de emergencia como plantas de autoabastecimiento es necesario realizar un cuidadoso análisis de factibilidad tanto técnico como económico considerando los siguientes factores:

1. Cómo y en dónde se reglamenta la autogeneración eléctrica.
2. Cuál es el tipo de tarifa contratada de los inmuebles.
3. El tiempo que se debe operar la planta de emergencia durante el día.
4. Cuáles cargas se deberán cubrir.
5. La forma de interconexión de la planta de emergencia con respecto a la acometida.

C. Metodología de Solución

1. Levantamiento de Datos

Para poder hacer un análisis es necesario realizar la recopilación de información y censo de equipos en los inmuebles de la empresa.

Los datos del inmueble a recopilar son:

- Uso del inmueble
- Número de edificios y número de niveles por edificio que lo constituyen.
- Tipo de tarifa eléctrica contratada.
- Datos históricos de facturación eléctrica.
- Zonificación de áreas.

Los equipos a censar son:

Equipos de generación eléctrica

Equipo de aire acondicionado

Equipo de alumbrado

Los datos del inmueble nos darán un punto de partida sobre el consumo de energía en los inmuebles así como el conocer cómo se calcula el costo del mismo.

El conocimiento de cuántas plantas de emergencia existentes así como los datos de placa de cada una de ellas, nos ayudará a determinar cuántas y cuáles cargas se alimentarán, por lo que el saber cuántos equipos de alumbrado, de aire acondicionado y motores se encuentran instalados es una necesidad imperiosa.

2. Medición Eléctrica Horaria.

Para poder tomar la decisión sobre la forma en cómo se debe operar la planta de emergencia es necesario conocer el período punta o en qué horas ocurre la demanda máxima, por lo que es necesario realizar la medición del consumo eléctrico cada hora.

3. Intensidad de Energía

Como el objetivo es el reducir el consumo y demanda de energía se pretende realizar un ahorro integral, esto significa que se determinará la intensidad de energía a través de los índices energético y de esta manera conocer la densidad de potencia instalada en el inmueble y compararla con el valor que indica la norma eléctrica vigente.

4. Interconexión

La intención de utilizar las plantas de emergencia no sólo cuando se interrumpa la energía de la red convencional es la de disminuir los costos sin tener que realizar gastos en equipos de sincronismo, por lo que se utilizarán los equipos con los que cuenta la empresa.

5. Análisis Económico

Por ultimo se hará la comparación del costo de la compra de Kw contra la autogeneración.

D. Solución del Problema

El análisis de factibilidad sobre el uso de las plantas de emergencias como autogeneradoras se realizará para cada inmueble de CONASUPO.

1. Insurgentes

Este inmueble está ubicado en Avenida Insurgentes Sur No. 489, es usado como oficinas de administración. La superficie total construida es de 11,553 m², cuenta con veintitrés niveles, donde laboran un máximo de 536 personas y la tarifa eléctrica contratada es del tipo OM.

a) Censo de Equipos

El edificio cuenta con dos plantas de emergencia, una de ellas es de la marca IGSA con una capacidad de 600 Kw, la otra es una planta SELMEC de 165 Kw, ambas capacidades son para uso de emergencia, por lo que la capacidad de soporte para emergencias del edificio es de 765 Kw los datos de placa son:

Tabla 13. Datos de Placa

Equipo 1 Planta de Emergencia	Marca: Selmech
Motor: Cumins	Modelo: NT-855-C
Generador: Stanford	Tipo: AC434A
CAPACIDAD CONTINUO	187.5 KVA 150 KW 370 A
CAPACIDAD EMERGENCIA	206.5 KVA 165 KW 246 A
440 V, 60 Hz, 3F 1800 RPM	Rendimiento 36 l/hr

Equipo 2 Planta de Emergencia	Marca: Igsa
Motor: General Motors	Modelo: 12V1491
Generador: Delco	Ser: 7 A 75
CAPACIDAD CONTINUO	766 KVA 563 KW 900 A
CAPACIDAD EMERGENCIA	766 KVA 613 KW 1000 A
220 V, 60 Hz, 3F 1500 RPM	Rendimiento 130 l/hr

En la siguiente tabla se muestran los datos promedio obtenidos del análisis de 12 meses de facturación eléctrica; así como el número y consumo de los equipos de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

alumbrado (Anexo 3), aire acondicionado (Anexo 4), motobombas del sistema hidroneumático (Anexo 5), los cuales se encuentran instalados y documentados en el censo del inmueble. Los datos históricos de facturación del edificio y la zonificación de áreas se encuentran en las tablas Anexo 1 y Anexo 2 respectivamente.

Tabla 14. Datos promedios de Facturación

Descripción	Cantidad	Demanda Máxima (KW)	Consumo Mensual (KWh)	Factor de Carga (%)
Datos Promedio de Facturación	-	496.0	121,273.0	33.48
Datos de Equipo de Alumbrado	2,314	216.7	46,467.3	29.78
Datos de Aire Acondicionado	43	82.1	15,610.4	26.39
Datos de moto-Bombas	5	41.0	3,718.3	12.60
Carga Total de Equipos	-	339.8	65,796.0	26.18

De acuerdo con la recopilación de los datos, el inmueble tiene una carga instalada en alumbrado de 226 Kw, en aire acondicionado de 82.1 Kw, en motobombas de 41.0 Kw, esto quiere decir que el equipo de alumbrado absorbe el 43.6% de la demanda facturada, el aire acondicionado representa en esta demanda el 16.6 %, los motores un 8.3 % y el conjunto de equipos conectados a contactos representa el 31.5 restante de la demanda.

b) Índices Energéticos

La intensidad energética del inmueble se determinará a través de los índices energéticos. Estos son el parámetro de referencia para reconocer las mejoras en cuanto a eficiencia. Por lo anterior, se establecen los índices energéticos de acuerdo con la información recabada a partir de los recibos de energía eléctrica, medición eléctrica horaria y censo de alumbrado.

Tabla 15. Índices Energéticos

Datos	Densidad de Potencia		Nivel de Iluminación
	Por área (W/m ²)	Por potencia (W/potencia)	Lux
Facturación	51.78	925	-
Medición Horaria	20.88	373.13	-
Censo de alumbrado	22.62	404.29	565.8

Con base en censo de alumbrado se obtuvo una densidad de potencia instalada de 19.57 W/m², tomando como referencia que la NOM-007-ENER-1995 para los sistemas de alumbrado considera un valor máximo de 16 W/m² para oficinas (lo anterior sólo aplica en construcciones nuevas o ampliaciones), se observa que los valores son superiores a los indicados por la NOM, lo que manifiesta, que en el inmueble existe un potencial de ahorro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por otra parte se realizó un promedio de luxes del edificio tomando en cuenta el número de luminarias instaladas y la superficie que iluminan por zona del edificio, se obtuvo un valor promedio de 565 luxes, y tomando en cuenta los niveles promedio de iluminación propuestos por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (S.M.I.I), basados en un rendimiento visual del 95 % por zona se calculó un valor de 367 luxes para el edificio, esto quiere decir que existe una sobre iluminación en algunas zonas de trabajo dentro del inmueble.

c) Modo y Forma de Operación

Con respecto al modo de operación, se sabe que el período punta de demanda ocurre según los datos de la medición horaria de las 18:00 a las 22:00, por lo que se propone activar la planta de emergencia durante este tiempo.

En cuanto a la forma de interconectar la planta de emergencia con respecto al suministro eléctrico externo, será como normalmente se encuentran conectados los equipos de emergencia, esto quiere decir, que cuando exista una falla eléctrica el interruptor de transferencia aísla las cargas críticas para volverlas independientes. Para realizar esta conexión no se necesita realizar ninguna inversión adicional.

d) Cargas por Cubrir

La capacidad de emergencia de los equipos de generación eléctrica en conjunto es de 765 Kw. La carga instalada del edificio de todos los equipos y contactos es de 4996 Kw.

Según el reglamento de la Ley de Servicio de Energía Eléctrica, no se requiere permiso especial de la SEMIP para el autoabastecimiento cuando la capacidad de generación no exceda de 500 Kw.

De acuerdo con las cifras de generación y cargas de los párrafos anteriores se puede cubrir al cien por ciento la carga instalada, ya que la capacidad en conjunto de las plantas de emergencia para generación continua es superior a la carga instalada, y para su generación no excederá de los 500 Kw. que establece el reglamento. Pero sólo se alimentan los equipos de iluminación, UPS y elevadores, ya que no es una necesidad imperiosa el alimentar el sistema de aire acondicionado.

El equipo 1 de emergencia se encuentra localizado en la azotea del estacionamiento del inmueble, el cual es un edificio independiente al del presente estudio. Este equipo suministra energía eléctrica a uno de los tres elevadores de uso general y a un privado, la carga de los equipos es de 57 Kw, el 35% de capacidad de la planta.

El equipo 2 de emergencia alimenta los equipos de iluminación, el sistema de UPS (Sistema de Energía Ininterrumpida) de 100 Kw y el resto del equipo instalado en el

inmueble no se encuentra conectado a la planta, el total de la carga por suministrar es de 317 Kw.

e) Análisis Económico

El análisis consistirá en la comparación del costo unitario de generación contra el facturado por la CFE, de esta manera se determina la rentabilidad de la operación de la planta de emergencia con propósito de autoabastecimiento.

El costo por Kw por la planta de emergencia se calcula por medio de la siguiente fórmula:

Costo Unitario = Costo de Inversión + Costo de Operación y M. Obra + Costo de Combustible

$$(\$ / \text{Kwh}) \text{ Total} = (\$ / \text{Kwh}) \text{ Inv} + (\$ / \text{Kwh}) \text{ O Y M} + (\$ / \text{Kwh}) \text{ Comb}$$

i) Costo de Inversión

Este factor no es determinante para el cálculo del costo de generación, la empresa contaba ya con los equipos de emergencia, por otra parte éstos continuarán

trabajando de forma independiente a la red de CFE, por lo que no se realizará ningún tipo de inversión en equipo o instrumentos de sincronismo.

$$(\$/Kwh)_{Inv} = 0$$

ii) Costo de Operación y M. Obra

Los costos asociados tanto a la operación misma como al mantenimiento, incluyen gastos adicionales a los salarios del personal que opera la planta. También se incluyen en este rubro los materiales consumibles, los costos de refacciones y mano de obra para el mantenimiento.

El costo de mantenimiento preventivo y correctivo mensual a los equipos es de \$845.38, los equipos en conjunto producen 765Kwh, el costo es de \$1.105 por Kwh en el mes por lo que el costo es de \$0.03 por Kwh aproximadamente. Si empleamos todos los decimales el costo es de \$0.028 por Kwh

$$(\$/Kwh)_{O Y M} = \$ 0.028$$

El costo de mantenimiento para la planta de 600Kw será de \$0.023 por Kwh, mientras que para la de 165 Kw es de \$0.085 Kwh.

iii) Costo de Combustible

El gasto por combustible depende de la eficiencia del conjunto motogenerador, el cual representa el mayor costo en la generación.

El consumo de la planta de emergencia de 600 Kw es de 130 l/h a plena carga, el rendimiento es de 0.2166 l/Kwh, el precio del combustible es de 2.08 por litro. El costo de combustible para este equipo será de \$0.45 por Kwh

Para la planta de 165 Kw el consumo es de 36 l/hora a plena carga, el rendimiento es de 0.128 l/Kwh, el costo de combustible será de \$0.44 por Kwh

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Comb} = 0.45 + 0.44 = \$0.89$$

Entonces el costo total es de :

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total} = (\$/\text{Kwh}) \text{ Inv} + (\$/\text{Kwh}) \text{ O Y M} + (\$/\text{Kwh}) \text{ Comb}$$

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total (600Kw)} = (0) \text{ Inv} + (0.023) \text{ O Y M} + (0.45) \text{ Comb} = 0.47$$

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total (165Kw)} = (0) \text{ Inv} + (0.085) \text{ O Y M} + (0.44) \text{ Comb} = 0.52$$

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total} = (0) \text{ Inv} + (0.028) \text{ O Y M} + (0.89) \text{ Comb} = 0.918$$

El costo por Kwh facturado es de \$0.44; los resultados nos demuestran que no es rentable el emplear las plantas de emergencia como autogeneradoras.

f) Recomendaciones para el Ahorro de Energía

Las propuestas para el ahorro de energía se clasifican en medidas operacionales que no requieren inversión por adquisición de equipos y medidas tecnológicas que plantean la conveniencia de sustituir los equipos

i) Medidas Operativas

- Se deben controlar el encendido y apagado de luces durante las madrugadas (de 23:00 a 6:00 horas)
- Revisar las corrientes de líneas, ya que demuestran cierto desbalanceo de las fases de aproximadamente 7.6 % cuando el máximo permitido es de 5 %. Esto reduce la vida útil de los equipos trifásicos.

ii) Medidas Tecnológicas

El inmueble cuenta principalmente con equipos de iluminación de 2X39 con balastro convencional, que representan el 68 % del total de los equipos instalados

en el alumbrado interior. El resto se compone por: incandescentes de 75W que representan un 28 %, el 2.8% se compone por sistema de 2X75 con balastro convencional, el porcentaje restante lo componen los sistemas de 2X40 W y 2X20 Watts

- De los 649 focos incandescentes de 75 W se proponen sustituirlos por fluorescentes compactos de 13 W que dan, lo que representa un ahorro de 40.26 Kw.
- Para los 1,575 sistemas fluorescentes de 2X39 W, se propone su sustitución por sistemas 2X32 W con balastro de alta eficiencia, representando un ahorro en consumo de 48.83 Kw.
- Para los sistemas fluorescentes de 2X75 W, se pretende reemplazarlos por sistemas de 2X60 W, esto representa un ahorro de 3.58 Kw.

El planteamiento de la sustitución de las lámparas se sustenta en que las lámparas existentes son poco eficientes, según los datos de los sistemas de iluminación dan menor lúmenes por Watt consumido. En la siguiente tabla se encuentran los lúmenes iniciales y la eficiencia tanto de los sistemas instalados como los que se pretenden sustituir.

Tabla 16. Eficiencia de Luminarias

Descripción	Watts	Consumo (Kwh)	Eficiencia Luminaria/Watts
Foco Incandescente	75	1190	16
Compacta Fluorescente	13	900	69
Lámpara 2X39	39	3100	77
Lámpara 2X32	32	3050	95
Lámpara 2X75	75	5450	73
Lámpara 2X60	60	6100	102

Al implantar las medidas anteriores para el sistema de alumbrado se obtiene una reducción de 90.07 Kw (18.17 % de la demanda eléctrica facturada promedio) y un ahorro de 18,226 KWH/me (15.03 %) en consumo de energía facturada.

Tabla 17. Ahorros

Descripción	Ahorros Iniciales			
	Demanda		Consumo	
	(Kw)	(%)	(Kwh)	(%)
Sust. Sist. Incandescente de 75W por Fluorescente Compacta	37.67	7.59	7,294.91	6.02
Sust. Fluorescente 2X39 W por 2X32 W Bal A.E	48.83	9.84	10,014.48	8.26
Sust. Fluorescente 2X75 W por 2X60 Bal. Ahorrador	3.58	0.72	916.83	0.76
Apagado de luces durante la madrugada	-	-	8,036.00	6.62
TOTALES	990.07	18.16	26,262.22	21.65

2. Patricio Sanz

Este inmueble está ubicado en Patricio Sanz No. 1609, es usado como oficinas de administración. La superficie total construida es de 19,721 m², cuenta con trece niveles en el edificio A y nueve niveles el edificio B, donde laboran un máximo de 369 personas y la tarifa eléctrica contratada es del tipo 03.

a) Censo de Equipos

El edificio cuenta con dos plantas de emergencia, una de ellas es de la marca General Motors con una capacidad de 200 Kw, la otra es una planta SELMEC de 82.5 Kw, ambas capacidades son para uso de emergencia, por lo que la capacidad de soporte para emergencias del edificio es de 282.5 Kw los datos de placa son:

Tabla 18. Datos de Placa

Equipo Planta de Emergencia	Marca Modelo
Motor: Cumins	Modelo: NH250
Generador: KATO	Tipo: 20805599-1
CAPACIDAD CONTINUO	93.75 KVA 75 KW 246.3 A
CAPACIDAD EMERGENCIA	103.125 KVA 82.5 KW 270.93 A
440 V, 60 Hz, 3F 1800 RPM	Rendimiento 15 l/hr

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Equipo 2: Planta de Generación	
Motor: General Motors	Modelo: 12V1491
Generador: INDUSTRIAL S.A.	Ser: T0900506746-1
CAPACIDAD CONTINUO	KVA KW A
CAPACIDAD EMERGENCIA	250 KVA 200 KW 656/328 A
220/440 V, 60 Hz, 3F 1800 RPM	Rendimiento 44 l/hr

En la siguiente tabla se muestran los datos promedio obtenidos del análisis de 12 meses de facturación eléctrica; así como el número y consumo de los equipos de alumbrado (Anexo 9), aire acondicionado (Anexo 10), motobombas del sistema hidroneumático (Anexo 11), los cuales se encuentran instalados y documentados en el censo del inmueble. Los datos históricos de facturación del edificio y la zonificación de áreas se encuentran en las tablas Anexo 7 y Anexo 8 respectivamente.

Tabla 19. Datos promedios de Facturación

Descripción	Cantidad	Consumo Mensual (KW)	Cargos Mensual (\$M)	Factor de Carga (%)
Datos Promedio de Facturación	-	237	88,291	51.72
Datos de Equipo de Alumbrado	1,784	191	48,721	35.48
Datos de Aire Acondicionado	8	13.2	3,977	15.07
Datos de moto-Bombas	22	15	1,617	15.06
Carga Total	-	219	54,315	34.48

De acuerdo con la recopilación de los datos, el inmueble tiene una carga instalada en alumbrado de 198 Kw, en aire acondicionado de 13.2 Kw, en motobombas de 15 Kw, esto quiere decir que el equipo de alumbrado absorbe el 80.4% de la demanda facturada, el aire acondicionado representa en esta demanda el 5.6%, los motores un 6.3 % y el conjunto de equipos conectados a contactos representa el 8% restante de la demanda. Cabe señalar que el equipo de aire acondicionado Data Aire está fuera de operación por lo que su capacidad no se toma en cuenta.

b) Índices Energéticos

La intensidad energética del inmueble se determinará a través de los índices energéticos. Estos son el parámetro de referencia para reconocer las mejoras en cuanto a eficiencia. Por lo anterior, se establecen los índices energéticos de acuerdo con la información recabada a partir de los recibos de energía eléctrica, medición eléctrica horaria y censo de alumbrado.

Tabla 20. Índices Energéticos

Datos	Densidad de Consumo		Nivel de Iluminación
	Por Área (W/m ²)	Por Volumen (W/m ³ metros)	Lux
Facturación	12.39	642.2	-
Medición Horaria	7.57	392.9	-
Censo de alumbrado	9.96	516.8	394

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Con base en censo de alumbrado se obtuvo una densidad de potencia instalada de 10.34 W/m², tomando como referencia que la NOM-007-ENER-1995 para los sistemas de alumbrado considera un valor máximo de 16 W/m² para oficinas (lo anterior sólo aplica en construcciones nuevas o ampliaciones), se observa que los valores son superiores a los indicados por la NOM, lo que manifiesta, que en el inmueble cuenta con niveles de iluminación fuera de los establecidos por la norma NOM-025-STPS-1994.

Por otra parte se realizó un promedio de luxes del edificio tomando en cuenta el número de luminarias instaladas y la superficie que iluminan por zona del edificio, se obtuvo un valor promedio de 394 luxes, y tomando en cuenta los niveles promedio de iluminación propuestos por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (S.M.I.I), basados en un rendimiento visual del 95 % por zona se calculó un valor de 377 luxes para el edificio, esto quiere decir que existe una sobre iluminación del 45 % en algunas zonas de trabajo dentro del inmueble.

c) Modo y Forma de Operación

El modo y forma se realizará de la misma forma que los equipos instalados en el inmueble de Insurgentes

d) Cargas por Cubrir

La capacidad de emergencia de los equipos de generación eléctrica en conjunto es de 282.5 Kw. La carga instalada del edificio de todos los equipos y contactos es de 230 Kw.

Según el reglamento de la Ley de Servicio de Energía Eléctrica, no se requiere permiso especial de la SEMIP para el autoabastecimiento cuando la capacidad de generación no exceda de 500 Kw.

De acuerdo con las cifras de generación y cargas de los párrafos anteriores se puede cubrir al cien por ciento la carga instalada, ya que la capacidad en conjunto de las plantas de emergencia para generación continua es superior a la carga instalada, y para su generación no excederá de los 500 Kw. que establece el reglamento. Pero sólo se alimentan los equipos de iluminación, UPS y elevadores, ya que no hay necesidad de alimentar el sistema de aire acondicionado.

El equipo 1 de emergencia suministra energía eléctrica a un elevador de cada torre.

El equipo 2 de emergencia tiene una capacidad de 200 Kw, al emplearlo como planta de servicio continuo su capacidad desciende un 20 % aproximadamente por lo que sólo puede suministrar 160 Kw, este equipo alimenta al sistema de UPS que tiene una

capacidad de 60 Kw, esto nos limita a suministrar poco menos de 100 Kw a los equipos de iluminación

e) Análisis Económico

El análisis consistirá en la comparación del costo unitario de generación contra el facturado por la CFE, de esta manera se determina la rentabilidad de la operación de la planta de emergencia con propósito de autoabastecimiento.

El costo por Kw por la planta de emergencia se calcula por medio de la siguiente fórmula:

Costo Unitario = Costo de Inversión + Costo de Operación y M. Obra + Costo de Combustible

$$(\$ / \text{Kwh}) \text{ Total} = (\$ / \text{Kwh}) \text{ Inv} + (\$ / \text{Kwh}) \text{ O Y M} + (\$ / \text{Kwh}) \text{ Comb}$$

i) Costo de Inversión

$$(\$ / \text{Kwh}) \text{ Inv} = 0$$

No se realizó inversión ya que los equipos se tenían instalados

ii) Costo de Operación y M. Obra

El costo de mantenimiento preventivo y correctivo mensual a los equipos es de \$845.38, los equipos en conjunto producen 282.5 Kwh, el costo es de \$2.999 por Kwh en el mes por lo que el costo es de \$0.03 por Kwh aproximadamente. Si empleamos todos los decimales el costo es de \$0.011 por Kwh

$$(\$/Kwh) O Y M = \$ 0.011$$

El costo de mantenimiento para la planta de 200Kw será de \$0.016 por Kwh, mientras que para la de 82.5 Kw es de \$0.04 Kwh.

iii) Costo de Combustible

El consumo de la planta de emergencia de 200 Kw es de 40 l/h a plena carga, el rendimiento es de 0.22 l/Kwh, el precio del combustible es de 2.08 por litro. El costo de combustible para este equipo será de \$0.45 por Kwh

Para la planta de 82.5 Kw el consumo es de 15 l/hora a plena carga, el rendimiento es de 0.18 l/Kwh, el costo de combustible será de \$0.37 por Kwh

$$(\$/Kwh) Comb = 0.45 + 0.37 = \$0.82$$

Entonces el costo total es de :

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total} = (\$/\text{Kwh}) \text{ Inv} + (\$/\text{Kwh}) \text{ O Y M} + (\$/\text{Kwh}) \text{ Comb}$$

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total (200Kw)} = (0) \text{ Inv} + (0.016) \text{ O Y M} + (0.45) \text{ Comb} = 0.46$$

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total (82.5Kw)} = (0) \text{ Inv} + (0.04) \text{ O Y M} + (0.37) \text{ Comb} = 0.41$$

$$(\$/\text{Kwh}) \text{ Total} = (0) \text{ Inv} + (0.011) \text{ O Y M} + (0.89) \text{ Comb} = 0.831$$

El costo por Kwh facturado es de \$0.69; los resultados nos demuestran que no es rentable el emplear las plantas de emergencia como autogeneradoras.

f) Recomendaciones para el Ahorro de Energía

Las propuestas para el ahorro de energía son:

i) Medidas Operativas

- Se deben controlar el encendido y apagado de luces durante las madrugadas (de 23:00 a 6:00 horas)
- Revisar las corrientes de líneas, ya que demuestran cierto desbalanceo de las fases de aproximadamente 40 % cuando el máximo permitido es de 5 %. Esto reduce la vida útil de los equipos trifásicos.
- Se recomienda realizar un cambio de la tarifa 03 a la tipo OM ya que el costo de la facturación de energía eléctrica podría reducirse a la mitad

ii) Medidas Tecnológicas

El inmueble cuenta principalmente con equipos de iluminación de 2X39 con balastro convencional, que representan el 80.46 % del total de los equipos instalados en el alumbrado interior. El resto se compone por incandescentes de 75W que representan un 5.56% , el 18.73% se compone por sistema de 2X75 con balastro convencional, el porcentaje restante lo componen las lámparas fluorescentes compactas de 0 W y de halógeno de 90 W.

- De las 11 lámparas incandescentes de 75 W se proponen sustituirlos por fluorescentes compactos de 13 W que dan, lo que representa un ahorro de 0.55 Kw.
- Para los 1532 sistemas fluorescentes de 2X39 W, se propone su sustitución por sistemas 2X32 W con balastro de alta eficiencia, representando un ahorro en consumo de 47.46 Kw.
- Para los 206 sistemas fluorescentes de 2X75 W, se pretende reemplazarlos por sistemas de 2X60 W, esto representa un ahorro de 11.33 Kw.

El planteamiento de la sustitución de las lámparas se sustenta en que las lámparas existentes son poco eficientes, según los datos de los sistemas de iluminación dan menor lúmenes por Watt consumido. En la siguiente tabla se encuentran los lúmenes iniciales y la eficiencia tanto de los sistemas instalados como los que se pretenden sustituir.

Tabla 21. Eficiencia de Luminarias

Descripción	Potencia	Flujo luminoso	Eficiencia Lumenes/Watts
Foco Incandescente	75	1190	16
Compacta Fluorescente	13	900	69
Lámpara 2X39	39	3100	77
Lámpara 2X32	32	3050	95
Lámpara 2X75	75	5450	73
Lámpara 2X60	60	6100	102

Al implantar las medidas anteriores para el sistema de alumbrado se obtiene una reducción de 59.35 Kw (25 % de la demanda eléctrica facturada promedio) y un ahorro de 14,596.18 KWH/me (16.53 %) en consumo de energía facturada.

Tabla 22. Ahorros

Descripción	Ahorros mensuales			
	Demanda		Consumo	
	(Kw)	(%)	(Kwh)	(%)
Sust. Sist. Incandescente de 75W por Fluorescente Compacta	0.55	0.23	110	0.12
Sust. Fluorescente 2X39 W por 2X32 W Bal A.E	47.46	20.03	11,675	13.222
Sust. Fluorescente 2X75 W por 2X60 Bal. Ahorrador	11.33	4.78	2,812	3.18
Apagado de luces durante la madrugada	-	-	4,680	5.3
TOTALES	59.35	25.04	19,276	21.83

Conclusiones

El objetivo del estudio era el utilizar las plantas de emergencia instaladas en los inmuebles de CONASUPO con el propósito de autoabastecimiento con el fin de reducir el cargo por demanda máxima y la reducción del cargo de la energía consumida.

Para el Inmueble de Insurgentes no se recomienda el uso de las plantas de emergencia como autogeneradoras. Lo anterior se sustenta en los resultados del análisis económico de cada equipo y en conjunto para el edificio, los cuales arrojan un valor superior del costo de autogeneración con respecto al del facturado por la CFE además la planta de emergencia de 600 Kw debido a su gran tamaño ha requerido de una atención especial, a que al estar en funcionamiento por tiempo prolongado llega a calentarse y la emisión de ruido ha molestado a los vecinos, dando como resultado la adaptación del cuarto de máquinas con sistema para el aislamiento de ruido no permitiendo que éste pase de las paredes.

Para poder reducir el consumo de energía en el inmueble arriba mencionado se recomienda la sustitución de las luminarias 2X39 y 2X75 por lámparas 2X32 y "X60 respectivamente, esta medida se toma en base que la mayor parte de la energía consumida es requerida por los sistemas de iluminación y así se obtendría un ahorro de 20 %.

En el inmueble de Patricio Sanz se recomienda utilizar la planta de emergencia de 200 Kw para reducir la demanda máxima que es a las 16:00 horas. Se sugiere el cambio de tarifa eléctrica de la 03 a la OM esto con el fin de reducir el costo total por factura. Así mismo se propone la sustitución de las luminarias, de esta manera se reduciría un 25 % de la demanda facturada.

Recientemente se realizó en los inmuebles de CONASUPO una remodelación en las oficinas, en esos momentos se aprovechó las circunstancias para sustituir las lámparas de 2X39 y 2X74 por 2X34 que tienen una potencia de conjunto de 72W.

Como otra medida se identificaron los circuitos por piso para poder apagar las luces desde el tablero general durante la madrugada, se realizó el cambio de tarifas eléctricas el inmueble de Insurgentes se contrató a la tarifa tipo HM y el de Patricio Sanz al tipo OM.

Lo anterior trajo como consecuencia que para el inmueble de Insurgentes su consumo de energía se redujera un 42.90 % est es 212.77 y en Patricio Sanz un 30.56% de ahorro que equivale a 72.42 Kw.

Bibliografía

1. ALFARO SEGOVIA A.
Electricidad Industrial,
Madrid, Dossat, 2 vol., 1965.
2. MOSQUEIRA R. SALVADOR,
Física General,
México, Ed. Patria, 1989.
3. CHAPAN CARREON JORGE,
Manual de Instalaciones de Alumbrado y Fotometría,
México, Ed. Limusa, 1994.
4. ROSENBER P.
Reparación de Motores Eléctricos,
Barcelon, Ed. Gili, 7ª ed.
5. CAZAR IRWIN,
Análisis y Diseño de Sistemas Eléctricos para Plantas Industriales,
Ed. Limusa, 1 a Ed, 1988
6. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994
Relativa a las Instalaciones Destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica.
México, Ed. IPN, 1996
7. Ingeniería Aplicada al Control de Luz,
Catálogo Holophane, 1998.
8. Manual de Operación y Mantenimiento a Plantas Eléctricas de Emergencia,
México, SELMEC.
9. Manual de Instalación de Plantas Eléctricas,
México, SELMEC.
10. Fisco Agenda 99,

ANEXOS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 1. DATOS DE FACTURACION

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

PERIODO	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
951215						
960116	Enero	420	98,000	100.00%	54,512	0.5562
960126						
960227	Febrero	500	114,000	100.00%	45,101	0.3956
960221						
960328	Marzo	540	132,000	99.80%	49,568	0.3755
960328						
960429	Abril	480	124,000	99.80%	50,094	0.4040
960429						
960529	Mayo	496	121,273	99.82%	53,576	0.4418
960529						
960627	Junio	520	130,000	99.83%	54,243	0.4173
960627						
960726	Julio	520	128,000	99.87%	54,429	0.4252
960726						
960826	Agosto	480	120,000	99.88%	53,372	0.4448
960826						
960925	Septiembre	560	130,000	99.89%	60,021	0.4617
960925						
961024	Octubre	480	122,000	99.95%	52,753	0.4324
961024						
961112	Noviembre	480	120,000	99.99%	53,432	0.4453
961112						
970116	Diciembre	480	116,000	100.00%	61,814	0.5329
970116						
Promedio						
Total Anual						

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo 2. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

EDIFICIO	NIVEL	AREA	DESCRIPCION	AREA (M ²)	OBSERVACIONES
A	S	4	BODEGAS/ARCHIVOS	16	
	S	7	ESCALERAS/PASILLOS	21	
	S	10	ESTACIONAMIENTO	459	
	PB	2	PRIVADOS	24	
	PB	4	BODEGAS/ARCHIVOS	16	
	PB	7	ESCALERAS/PASILLOS	42	
	PB	8	VESTIBULOS	95	
	PB	16	BIBLIOTECA	315	
	MZ	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	20	
	MZ	6	SALA DE COMPUTO	46	
	MZ	7	ESCALERAS/PASILLOS	63	
	MZ	9	AUDITORIO	100	
	MZ	12	BAÑOS	20	
	MZ	14	CONSULTORIO	52	
	MZ	17	CAJA	15	
	1	1	OFICINAS GENERALES	241	
	1	2	PRIVADOS	137	
	1	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	23	
	1	7	ESCALERAS/PASILLOS	60	
	1	12	BAÑOS	19	
	2	1	OFICINAS GENERALES	191	
	2	2	PRIVADOS	134	
	2	6	SALA DE COMPUTO	20	
	2	7	ESCALERAS/PASILLOS	36	
	2	12	BAÑOS	20	
	2	13	APOYO SERETARIAL	59	
	3	1	OFICINAS GENERALES	16	
	3	2	PRIVADOS	49	
	3	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	47	
	3	4	BODEGAS/ARCHIVOS	60	
	3	7	ESCALERAS/PASILLOS	40	
	3	8	VESTIBULOS	18	
	3	9	AUDITORIO	207	
	3	12	BAÑOS	16	
	3	13	APOYO SERETARIAL	23	
	3	15	COCINA	7	
	4	2	PRIVADOS	115	
	4	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	132	
	4	7	ESCALERAS/PASILLOS	79	
	4	11	COMEDOR	18	
	4	12	BAÑOS	16	
	4	13	APOYO SERETARIAL	13	
	4	15	COCINA	13	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo 2. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

EDIFICIO	NIVEL	ZONA	DESCRIPCION	SUPERFICIE (m ²)	OBSERVACIONES
	5	1	OFICINAS GENERALES	309	
	5	2	PRIVADOS	67	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	5	
		4	BODEGAS/ARCHIVOS	10	
		6	SALA DE COMPUTO	17	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	36	
		12	BAÑOS	20	
	6	1	OFICINAS GENERALES	149	
		2	PRIVADOS	164	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	59	
		6	SALA DE COMPUTO	6	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	43	
		12	BAÑOS	119	
		13	APOYO SERETARIAL	29	
	7	1	OFICINAS GENERALES	283	
		2	PRIVADOS	65	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	17	
		6	SALA DE COMPUTO	9	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	30	
		12	BAÑOS	16	
		13	APOYO SERETARIAL	6	
	8	1	OFICINAS GENERALES	285	
		2	PRIVADOS	85	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	41	
		12	BAÑOS	16	
		13	APOYO SERETARIAL	6	
	9	1	OFICINAS GENERALES	180	
		2	PRIVADOS	38	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	63	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	41	
		12	BAÑOS	19	
		13	APOYO SERETARIAL	17	
		15	COCINA	5	
	10	1	OFICINAS GENERALES	196	
		2	PRIVADOS	152	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	13	
		4	BODEGAS/ARCHIVOS	29	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	48	
		12	BAÑOS	19	
		13	APOYO SERETARIAL	12	
	11	1	OFICINAS GENERALES	38	
		2	PRIVADOS	15	
		4	BODEGAS/ARCHIVOS	14	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	44	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 2. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

EDIFICIO	NIVEL	CANT.	DESCRIPCION	SUPERFICIE (m ²)	OBSERVACIONES
		12	BAÑOS	16	
		13	APOYO SERETARIAL	15	
12		1	OFICINAS GENERALES	299	
		2	PRIVADOS	71	
		4	BODEGAS/ARCHIVOS	4	
		6	SALA DE COMPUTO	10	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	44	
		12	BAÑOS	24	
13		1	OFICINAS GENERALES	233	
		2	PRIVADOS	94	
		6	SALA DE COMPUTO	23	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	45	
		12	BAÑOS	16	
		13	APOYO SERETARIAL	14	
		17	CAJA	23	
14		1	OFICINAS GENERALES	202	
		2	PRIVADOS	134	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	20	
		4	BODEGAS/ARCHIVOS	18	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	44	
		12	BAÑOS	19	
		13	APOYO SERETARIAL	12	
		15	COCINA	3	
15		1	OFICINAS GENERALES	273	
		2	PRIVADOS	96	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	24	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	44	
		12	BAÑOS	16	
16		1	OFICINAS GENERALES	246	
		2	PRIVADOS	96	
		4	BODEGAS/ARCHIVOS	51	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	44	
		12	BAÑOS	16	
17		1	OFICINAS GENERALES	309	
		2	PRIVADOS	59	
		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	15	
		4	BODEGAS/ARCHIVOS	10	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	44	
		12	BAÑOS	16	
PH1		3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	32	
		7	ESCALERAS/PASILLOS	26	
		11	COMEDOR	110	
		12	BAÑOS	28	
		15	COCINA	13	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 2. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

EDIFICIO				CANTIDADES
PH2	2	PRIVADOS		99
	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA		18
	7	ESCALERAS/PASILLOS		19
	12	BAÑOS		36
	13	APOYO SERETARIAL		43
PH3	15	COCINA		2
	2	PRIVADOS		124
	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA		48
	7	ESCALERAS/PASILLOS		16
	12	BAÑOS		32
	15	COCINA		2
	18	CASETA DE ELEVADORES		22
EDIFICIO				
TOTAL				

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo 3. EQUIPOS DE ALUMBRADO

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

DESCRIPCION DE EQUIPO	CANTIDAD	CAPACIDAD INSTALADA (KW)	CONSUMO (KW/MES)
ANDESCENTE 75	649	48.7	9433
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X 39	1575	163.8	33597
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X 75	65	11.7	3000
FLUORESCENTE AHORRADOR 2X20	20	1.2	312.48
FLUORESCENTE AHORRADOR 2X40	5	0.5	130.2

DESCRIPCION DE EQUIPO	POTENCIA (W)	CAPACIDAD INSTALADA (KW)	CONSUMO (KW/MES)	AHORRO (KW)	AHORRO (KW/MES)
PACTA FLUORESCENTE 13	17	11.03	2138.09	59.73	11571.09
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X 32	73	114.975	23582.52	278.78	57179.52
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X 60	125	8.125	2083.17	19.83	916383
Total		134.13	27803.78	358.33	68667.44

DESCRIPCION DE EQUIPO	AHORRO (KW)	AHORRO (KW/MES)
PACTA FLUORESCENTE 13	12.04	9.54
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X 32	56.2	47.15
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X 60	4	0.76
Total	72.24	57.45

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 4. EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

EDIFICIO	NIVEL	ZONA	DESCRIPCION DE EQUIPO	POTENCIA	CANTIDAD	TIEMPO DE USO PROMEDIO	TIEMPO MENSUAL [HRS]	CAPACIDAD INSTALADA [TON]	CONSUMO [KWH/MES]
A	PH13	18	FRAY VENTANA S 188	2520	1	12	260	2.5	656
		18	FREY VENTANA S248	2108	2	12	260	4.2	1098
		18	CARRIER 51HKG225	2665	1	12	260	2.7	694
		18	CARRIER 51DE1423	1990	1	12	260	2	518
		18	CARRIER 51FTB1135	2082	2	12	260	4.2	1084
			MANEJADORA	563	17	8	174	9.6	1662
			MANEJADORA	422	17	8	174	7.2	1247
			RECORD MOC60	22652	1	8	174	22.7	3932
			CHILLER	27182	1	8	174	27.2	4719

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo 5. MOTO BOMBAS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

EDIFICIO	NIVEL	DESCRIPCION DE EQUIPO	POTENCIA	CANTIDAD	TIEMPO DE USO PROMEDIO	TIEMPO MENSUAL [H/MES]	CAPACIDAD INSTALADA [KW]	CONSUMO [KWH/MES]
A	S	MOTO BOMBA G.E	5587.5	2	5	108.5	11.18	1212
		MOTOBOMBA REMSA	11175	2	5	108.5	22.35	2425
		MOTOBOMBA SIEMEN	7450	1	0.5	10.85	7.45	81
TOTAL				5			40.98	5713

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 6. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO [KW]	SUPERFICIE [m2]	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES SMI 95%
1	OFICINAS GENERALES	INCANDESCENTE 75	34	2.6		1190	40460		
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	617	64.2	3760	2600	1604200	437.41	600
2	PRIVADOS	INCANDESCENTE 75	268	20.1		1190	318920		
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	330	34.3		2600	858000		
		LAMP. FLOURESCENTES AI E 75	6	1.1	1818	5450	32700	665.36	900
3	SALA JUNTAS /	INCANDESCENTE 75	122	9.2		1190	145180		
	SALA DE ESPERA	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	115	12	536	2600	299000	828.69	200

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 6. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO [KW]	SUPERFICIE [m2]	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES SMI 95%
4	BODEGAS / ARCHIVO	INCANDESCENTE 75	10	0.8		1190	11900		
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	45	4.7	228	2600	117000	565.35	400
6	SALA DE COMPUTO	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	67	7	131	2600	174200	1329.77	900
7	ESCALERAS / PASILLOS	INCANDESCENTE 75	82	6.2		1190	97580		
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	154	15.9		2600	400400		
		LAMP. FLOURESCENTES AI E 75	22	4		5450	119900		
		L. FLUORESCENTE AHORRADOR 20	2	0.1		1300	2600		
		L. FLUORESCENTE AHORRADOR 40	2	0.2	950	3150	6300	659.77	100

TESIS CON
 FOLIA DE ORIGEN

Anexo 6. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO (KW)	SUPERFICIE (m2)	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES (M) 85%
8	VESTIBULOS	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	6	0.6		2600	15600		
		LAMP. FLOURESCENTES AI E 75	8	1.4	113	5450	43600	523.89	200
9	AUDITORIO	INCANDESCENTE 75	22	1.7		1190	26180		
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	38	4	307	2600	98800	407.1	200
10	ESTACIONAMIENTO	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	15	1.6		2600	39000		
		LAMP. FLOURESCENTES AI E 75	8	1.4		5450	43600		
		L. FLUORESCENTE AHORRADOR 20	18	1.1		1300	23400		
		L. FLUORESCENTE AHORRADOR 40	3	0.3	459	3150	9450	251.53	50

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 6. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO (KW)	SUPERFICIE (m2)	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES SMI 95%
11	COMEDOR	INCANDESCENTE 75	19	1.4		1190	22610	385.94	300
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	19	2	128	2600	49400		
12	BAÑOS	INCANDESCENTE 75	22	1.7		1190	26180	521.79	60
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	30	3.1		2600	78000		
		LAMP. FLOURESCENTES AI E 75	21	3.8	.419	5450	114450		
13	APOYO SECRETARIAL	INCANDESCENTE 75	55	4.1		1190	65450	881.23	600
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	66	6.9	269	2600	171600		
14	CONSULTORIO	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	10	1	52	2600	26000	500	300

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo 6. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO [KW]	SUPERFICIE [m2]	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES SMI 95%
15	COCINA	INCANDESCENTE 75	12	0.9		1190	14280		
		LAMP. FLUORESCENTES AI E39	13	1.4	45	2600	33800	1068.4	400
16	BIBLIOTECA	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	43	4.5	315	2600	111800	354.92	400
17	CAJA	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	10	1	38	2600	26000	684.21	900
18	CASETA DE ELEVADORES	LAMP. FLUORESCENTES AI E39	1	0.1	22	2600	2600	118.18	100
			235	228.4	600		227940	1018.54	660
					632.8		22795.6	895.8	367.2

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Anexo 7. DATOS DE FACTURACION

INMUEBLE: CONASUPO PATRICIO SANZ No. 1609

PERIODO	MES	DEMANDA MAXIMA [KW]	CONSUMO DE ENERGIA [KWH]	FACTOR DE POTENCIA [%]	FACTURA ELECTRICA [C]	COSTO UNITARIO [\$/Kwh]
951215						
960116	Enero	272	92,800	93.09%	59,989	0.6464
960126						
960227	Febrero	288	101,600	92.92%	67,766	0.6670
960221						
960328	Marzo	256	92,800	94.16%	60,217	0.6489
960328						
960429	Abril	272	88,800	94.08%	62,538	0.7043
960429						
960529	Mayo	237	88,291	92.88%	60,946	0.6903
960529						
960627	Junio	208	88,000	91.51%	58,270	0.6622
960627						
960726	Julio	208	84,800	92.20%	56,843	0.6703
960726						
960826	Agosto	192	80,800	92.66%	54,586	0.6756
960826						
960925	Septiembre	208	82,400	92.91%	57,787	0.7013
960925						
961024	Octubre	208	85,600	93.09%	61,218	0.7152
961024						
961112	Noviembre	288	80,800	92.82%	64	0.7964
961112						
970116	Diciembre	208	92,800	92.26%	66,844	0.7203
Promedio		237	88,291	93.00%	60,946	0.6918
Total Anual		2,946	1,000,000		731,383	0.6903

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo 8. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO PATRICIO SANZ No. 1609

OFICIO	NIVEL	ZONA	DESCRIPCION	SUPERFICIE (m2)	OBSERVACIONES
A	S	2	PRIVADOS	20	
A	S	4	BODEGAS/ARCHIVOS	894	
A	S	7	ESCALERAS/PASILLOS	65	
A	S	10	ESTACIONAMIENTO	1306	
A	PB	4	BODEGAS/ARCHIVOS	43	
A	PB	7	ESCALERAS/PASILLOS	65	
A	PB	8	VESTIBULOS	263	
A	PB	9	AUDITORIO	35	
A	PB	14	CONSULTORIO	14	
A	E1	4	BODEGAS/ARCHIVOS	20	
A	E1	7	ESCALERAS/PASILLOS	65	
A	E1	10	ESTACIONAMIENTO	2200	
A	E2	7	ESCALERAS/PASILLOS	65	
A	E2	10	ESTACIONAMIENTO	2390	
A	1	1	OFICINAS GENERALES	336	
A	1	2	PRIVADOS	92	
A	1	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	36	
A	1	4	BODEGAS/ARCHIVOS	2	
A	1	6	SALA DE COMPUTO	35	
A	1	7	ESCALERAS/PASILLOS	87	
A	1	12	BAÑOS	30	
A	1	13	APOYO SERETARIAL	46	
A	2	1	OFICINAS GENERALES	226	
A	2	2	PRIVADOS	114	
A	2	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	55	
A	2	4	BODEGAS/ARCHIVOS	37	
A	2	5	SALA DIBUJO	14	
A	2	6	SALA DE COMPUTO	29	
A	2	7	ESCALERAS/PASILLOS	88	
A	2	12	BAÑOS	36	
A	2	13	APOYO SERETARIAL	39	
A	2	14	CONSULTORIO	22	
A	3	1	OFICINAS GENERALES	183	
A	3	2	PRIVADOS	64	
A	3	4	BODEGAS/ARCHIVOS	93	
A	3	7	ESCALERAS/PASILLOS	44	
A	3	11	COMEDOR	177	
A	3	12	BAÑOS	35	
A	3	15	COCINA	63	
A	4	1	OFICINAS GENERALES	254	
A	4	2	PRIVADOS	234	
A	4	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	62	
A	4	4	BODEGAS/ARCHIVOS	10	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo 8. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO PATRICIO SANZ No. 1609

EDIFICIO	Nº	CANT.	DESCRIPCION	SUPERFICIE (m ²)	OBSERVACIONES
A	4	5	SALA DIBUJO	8	
A	4	7	ESCALERAS/PASILLOS	53	
A	4	12	BAÑOS	33	
A	4	13	APOYO SERETARIAL	6	
A	5	1	OFICINAS GENERALES	288	
A	5	2	PRIVADOS	178	
A	5	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	40	
A	5	4	BODEGAS/ARCHIVOS	15	
A	5	7	ESCALERAS/PASILLOS	44	
A	5	12	BAÑOS	35	
A	5	13	APOYO SERETARIAL	60	
A	6	1	OFICINAS GENERALES	303	
A	6	2	PRIVADOS	148	
A	6	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	5	
A	6	4	BODEGAS/ARCHIVOS	14	
A	6	6	SALA DE COMPUTO	13	
A	6	7	ESCALERAS/PASILLOS	66	
A	6	12	BAÑOS	29	
A	6	13	APOYO SERETARIAL	33	
A	7	1	OFICINAS GENERALES	169	
A	7	2	PRIVADOS	319	
A	7	7	ESCALERAS/PASILLOS	138	
A	7	12	BAÑOS	34	
A	8	1	OFICINAS GENERALES	25	
A	8	2	PRIVADOS	212	
A	8	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	23	
A	8	4	BODEGAS/ARCHIVOS	15	
A	8	5	SALA DIBUJO	45	
A	8	6	SALA DE COMPUTO	20	
A	8	7	ESCALERAS/PASILLOS	259	
A	8	12	BAÑOS	29	
A	8	13	APOYO SERETARIAL	32	
A	9	1	OFICINAS GENERALES	15	
A	9	2	PRIVADOS	148	
A	9	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	19	
A	9	4	BODEGAS/ARCHIVOS	12	
A	9	7	ESCALERAS/PASILLOS	143	
A	9	9	SALONES DE CAPACITACION	263	
A	9	12	BAÑOS	26	
B	1	1	OFICINAS GENERALES	247	
B	1	2	PRIVADOS	194	
B	1	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	33	
B	1	4	BODEGAS/ARCHIVOS	32	
B	1	6	SALA DE COMPUTO	34	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo 8. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO PATRICIO SANZ No. 1609

EDIFICIO	NIVEL	ZONA	DESCRIPCION	SUPERFICIE (m2)	OBSERVACIONES
B	1	7	ESCALERAS/PASILLOS	67	
B	1	12	BAÑOS	25	
B	1	13	APOYO SERETARIAL	21	
B	2	1	OFICINAS GENERALES	242	
B	2	2	PRIVADOS	142	
B	2	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	29	
B	2	4	BODEGAS/ARCHIVOS	92	
B	2	6	SALA DE COMPUTO	60	
B	2	7	ESCALERAS/PASILLOS	62	
B	2	12	BAÑOS	28	
B	2	13	APOYO SERETARIAL	2	
B	3	1	OFICINAS GENERALES	310	
B	3	2	PRIVADOS	159	
B	3	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	47	
B	3	4	BODEGAS/ARCHIVOS	29	
B	3	7	ESCALERAS/PASILLOS	56	
B	3	12	BAÑOS	31	
B	3	13	APOYO SERETARIAL	26	
B	4	1	OFICINAS GENERALES	401	
B	4	2	PRIVADOS	133	
B	4	4	BODEGAS/ARCHIVOS	20	
B	4	6	SALA DE COMPUTO	20	
B	4	7	ESCALERAS/PASILLOS	54	
B	4	12	BAÑOS	28	
B	5	1	OFICINAS GENERALES	313	
B	5	2	PRIVADOS	208	
B	5	4	BODEGAS/ARCHIVOS	10	
B	5	6	SALA DE COMPUTO	29	
B	5	7	ESCALERAS/PASILLOS	51	
B	5	12	BAÑOS	31	
B	5	13	APOYO SERETARIAL	15	
B	6	1	OFICINAS GENERALES	356	
B	6	2	PRIVADOS	201	
B	6	4	BODEGAS/ARCHIVOS	16	
B	6	7	ESCALERAS/PASILLOS	51	
B	6	12	BAÑOS	33	
B	7	1	OFICINAS GENERALES	202	
B	7	2	PRIVADOS	242	
B	7	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	23	
B	7	4	BODEGAS/ARCHIVOS	35	
B	7	6	SALA DE COMPUTO	10	
B	7	7	ESCALERAS/PASILLOS	49	
B	7	12	BAÑOS	31	
B	7	13	APOYO SERETARIAL	65	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo 8. ZONIFICACION DE AREAS

INMUEBLE: CONASUPO PATRICIO SANZ No. 1609

EDIFICIO	NIVEL	ZONA	DESCRIPCION	SUPERFICIE (m2)	OBSERVACIONES
B	8	1	OFICINAS GENERALES	264	
B	8	2	PRIVADOS	193	
B	8	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	53	
B	8	4	BODEGAS/ARCHIVOS	6	
B	8	6	SALA DE COMPUTO	12	
B	8	7	ESCALERAS/PASILLOS	55	
B	8	12	BAÑOS	36	
B	8	13	APOYO SERETARIAL	34	
B	9	1	OFICINAS GENERALES	136	
B	9	2	PRIVADOS	178	
B	9	3	SALA JUNTAS/ SALA DE ESPERA	54	
B	9	4	BODEGAS/ARCHIVOS	15	
B	9	7	ESCALERAS/PASILLOS	83	
B	9	12	BAÑOS	35	
B	9	13	APOYO SERETARIAL	70	
B	9	15	COCINA	12	
PROMEDIO				130.18	
TOTAL				16,138.00	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo 9. EQUIPOS DE ALUMBRADO

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

DESCRIPCION DE EQUIPO	CANTIDAD	CAPACIDAD INSTALADA [KW]	CONSUMO [KW/MES]
ACTA FLUORESCENTE 20	33	0.7	172
DESCENTE 60	9	0.5	107
DESCENTE 75	1	0.1	20
DESCENTE 100	1	0.1	20
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X	1532	159.3	39183
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X	206	37.1	9203
LECTOR ALOGENO 90	2	0.2	12

DESCRIPCION DE EQUIPO	POTENCIA [W]	CAPACIDAD INSTALADA [KW]	CONSUMO [KW/MES]	AHORRO [KW]	AHORRO [KW/MES]
ACTA FLUORESCENTE 13	17	0.15	30.25	0.39	76.51
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X	73	114.975	27507.98	47.46	11674.58
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X	125	25.75	6390.65	11.33	2811.89
Total		137.77	33938.68	69.35	14596.18

DESCRIPCION DE EQUIPO	AHORRO [KW]	AHORRO [KW/MES]
ACTA FLUORESCENTE 13	0.23	0.12
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X	20.03	13.22
FLUORESCENTES AL BAL CONV 2X	4.78	3.18
Total	25.04	16.53

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 11. MOTO BOMBAS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489								
EDIFICIO	NIVEL	DESCRIPCION DE EQUIPO	POTENCIA	CANTIDAD	TIEMPO DE USO PROMEDIO	TIEMPO MENSUAL [H/MES]	CAPACIDAD INSTALADA [KW]	CONSUMO [KWH/MES]
A	S	MOTO BOMBA G.E	7450	2	5	108.5	14.9	1617
TOTAL:				2			14.9	1617

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 12. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO [KW]	SUPERFICIE [m2]	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES SMI 95%
1	OFICINAS GENERALES	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	439	45.66	4270	2600	1141400	267.31	600
2	PRIVADOS	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	375	39		2600	975000		
		LAMP. FLOURESCENT ES AI E 75	4	0.72	3179	5450	21800	313.56	900
3	SALA JUNTAS / SALA DE ESPERA	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	76	7.9	479	2600	197600	412.53	200
4	BODEGAS / ARCHIVO	INCANDESCENT E 60	2	0.12		890	1780		
		LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	117	12.17		2600	304200		
		LAMP. FLUORESCENT ES AI E75	21	3.78	1410	5450	114450	298.18	400
5	SALA DIBUJO	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	11	1.14	67	2600	28600	426.87	450
6	SALA DE COMPUTO	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	36	3.74	262	2600	93600	357.25	900
7	ESCALERAS / PASILLOS	FLUORESCENT E COMPACTA 20	21	0.42		1250	26250		

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 12. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO [KW]	SUPERFICIE [m2]	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES SMI 95%
7	ESCALERAS / PASILLOS	INCANDESCENT E 100	1	0.1		1750	1750		
		LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	205	21.32		2600	533000		
		LAMP. FLOURESCENT ES AI E 75	98	17.64	1710	5450	534100	640.41	100
8	VESTIBULOS	FLUORESCENT E COMPACTA 20	12	0.24		1250	15000		
		LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	6	1.08	263	2600	15600	116.35	200
9	AUDITORIO	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	31	3.22		2600	80600		
		LAMP. FLOURESCENT ES AI E 75	2	0.36	298	5450	10900	307.05	200
10	ESTACIONAMIENTO	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	2	0.21		2600	5200		
		LAMP. FLOURESCENT ES AI E 75	53	9.54		5450	288850		
		REFLECTOR HALOGENO 90	2	0.2	5896	13500	27000	54.45	50

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 12. INDICES ENERGETICOS

INMUEBLE: CONASUPO INSURGENTES SUR No. 489

ZONA	DESCRIPCION	E. ALUMBRADO	CANTIDAD	CONSUMO [KW]	SUPERFICIE [m2]	LUMENES POR LAMPARA	TOTAL DE LUMENES	LUXES	LUXES SMI 95%
11	COMEDOR	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	24	2.5	177	2600	62400	352.54	300
12	BAÑOS	INCANDESCENT E 60	6	0.36		890	5340		
		INCANDESCENT E 75	1	0.1		1190	1190		
		LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	96	9.98		2600	249600		
		LAMP. FLOURESCENT ES AI E 75	18	3.24	565	5450	98100	626.96	60
13	APOYO SECRETARIAL	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	111	13	449	2600	288600	642.76	600
14	CONSULTORIO	INCANDESCENT E 60	1	0.1		890	890		
		LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	4	0.4		2600	10400		
		LAMP. FLOURESCENT ES AI E 75	4	0.7	36	5450	21800	919.17	300
15	COCINA	LAMP. FLUORESCENT ES AI E39	5	0.52	75	2600	13000	173.33	400
TOTAL			1784	19.46	19136		516800	5908.72	5000
Promedio					1275.7		344533.3	393.9	377.3

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN