

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

FRANKLIN ROBERTO MELO LÓPEZ

DIRECTOR: ING. MENTOR POVEDA

Quito, Diciembre 2006

DECLARACIÓN

Yo, Franklin Roberto Melo López, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Franklin Melo López

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Franklin Roberto Melo López, bajo mi supervisión.

Ing. Mentor Poveda
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la fuente de amor y sabiduría para que los hombres alcancen los más grandes ideales.

Al Ing. Mentor Poveda por su especial atención, consejo y guía hacia mi persona en el desarrollo y culminación del presente proyecto.

Al Tnlg. Diego Zaldumbide por su amistad y ayuda en la búsqueda de las fuentes de información. Al Ing. Néstor Duque por su ayuda en la gestión de los elementos necesarios para desarrollar el proyecto.

A todos los ingenieros de la carrera de Ingeniería Eléctrica que por varios años con me han impartido los valiosos conocimientos para alcanzar una vida profesional. A los amigos y compañeros de estudios.

A todos los nombrados y a todas las personas pertinentes que me han colaborado de alguna forma tal como el Ing. Santiago Sánchez, muchas gracias y que Dios les bendiga.

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios y a mi amigo Rajinder por su compañía, gracia y comprensión en todos los momentos. De una forma muy especial a mis padres Marco y Marina por su cariño, esfuerzo y preocupación en la consolidación de mi bienestar personal.

A mi tía Cecilia y tío Salomón por haberme acogido desinteresadamente en su núcleo familiar en el transcurso de mis estudios universitarios.

En fin lo dedico también a mis hermanos Verónica y Marco con los que también he llevado mi grata convivencia familiar.

CONTENIDO

RESUMEN	15
---------------	----

CAPÍTULO 1

BASES GENERALES DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

1.1	Introducción.....	16
1.2	Desarrollo en la reducción del Consumo de Energía	17
1.3	Situación Energética actual mundial y nacional	18
1.4	Definición del Diagnóstico Energético	20
1.4.1	Tipos del Diagnóstico Energético.....	20
1.4.2	Conducción del Diagnóstico General.....	22
1.5	El Diagnóstico Energético en servicio al Medio Ambiente.....	23
1.5.1	Efecto Invernadero.....	23
1.5.2	Incremento del Dióxido de Carbono en años futuros	24
1.5.3	Sostenibilidad en el Contexto Energético	26
1.6	Limitaciones y resultados económicos de los Diagnósticos Energéticos	26
1.6.1	Limitaciones para emprender Diagnósticos Energéticos	26
1.6.2	El Diagnóstico Energético y el Bienestar Económico.....	27
1.7	Los Diagnósticos Energéticos proyectados hacia el futuro	28
1.8	Objetivo de esta investigación.....	29
1.8.1	Objetivos específicos	29
1.9	Alcance de esta investigación	29
1.10	Incorporación de los sectores en los Diagnósticos Energéticos.....	30
1.10.1	Delimitaciones para el inicio del Diagnóstico Energético.....	31

CAPÍTULO DOS

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EN EL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO

2.1	La Empresa Eléctrica Quito.....	33
2.1.1	Posición y Visión de la Empresa.....	33
2.1.2	Descripción del Edificio “Las Casas”	34

2.2	Diagnóstico Inicial	36
2.2.1	Descripción laboral y los usos energéticos en el Edificio	36
2.2.2	Descripción de las Instalaciones Eléctricas	38
2.3	Levantamiento de la información.....	42
2.3.1	Carga instalada	43
2.3.2	La energía eléctrica y las horas de uso.....	43
2.3.3	Recopilación de la información	45
2.3.4	Desglose de carga por Grupos de Equipos	46
2.3.5	Distribución de las cargas instaladas por Sectores de Consumo	47
2.3.6	Características de los Sistemas Eléctricos	50
2.4	Cargos Tarifarios y antecedentes de los Registros de consumo y demanda	52
2.4.1	Pliego tarifario	52
2.4.2	Registro históricos de consumo y demanda	54
2.5	Mediciones Eléctricas.....	55
2.5.1	Mediciones puntuales	56
2.5.2	Mediciones temporales	56
2.5.3	Definición de los parámetros y variables eléctricas.	56
2.5.4	Instrumentos de medición utilizados en los Diagnósticos Eléctricos...	58
2.5.5	Establecimiento de las mediciones	59
2.6	Caracterización de la carga.....	60
2.6.1	El factor de carga	61
2.6.2	El factor de demanda.....	61
2.7	Estudio e interpretación de los resultados de las mediciones	62
2.7.1	Análisis de las curvas de demanda.....	62
2.7.2	Consumo mensual y perfil de demanda en el Centro de Transformación	62
2.7.3	Consumos y demandas del Centro de Cómputo	65
2.7.4	Consumos y demandas de los motores eléctricos	68
2.8	Resumen del consumo eléctrico del Edificio “Las Casas”	68
2.8.1	Distribución de los consumos eléctricos en el Edificio	69
2.8.2	Proyecciones de los consumos en el tiempo	73
2.8.3	Balance Energético del Edificio.....	74
2.9	Análisis de la Demanda Eléctrica	75

2.9.1	Cargos de facturación eléctrica total.....	76
2.10	Calidad del Servicio Eléctrico.....	77
2.10.1	Corrientes Armónicas.....	77
2.10.2	Desviaciones del Voltaje nominal	83
2.10.3	Desbalance de voltaje.....	87
2.10.4	Flicker o parpadeo común.....	89
2.10.5	Perturbaciones súbitas de la Calidad de la Energía Eléctrica.....	90
2.10.6	El Factor de Potencia.....	91

CAPITULO TRES

ALTERNATIVAS Y MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA

3.1	Introducción.....	96
3.2	Serie de propuestas para la reducción del consumo del Sistema de Iluminación	97
3.3	La Iluminación	98
3.3.1	La percepción de la luz	99
3.3.2	Descripción de las magnitudes de la Iluminación	100
3.3.3	Aspectos cualitativos de las fuentes.	101
3.3.4	Estudio general de las lámparas habituales usadas para la Iluminación.....	103
3.3.5	Eficiencia y Tecnología en los Sistemas de Iluminación Artificiales	111
3.3.6	Nuevos Sistemas de Iluminación Eficientes.....	116
3.3.7	Tipos de Distribuciones luminosas.....	117
3.3.8	Condiciones ineludibles para elevar el rendimiento de la Iluminación	119
3.3.9	Niveles de Iluminación recomendados	120
3.3.10	Recomendaciones finales para el Sistema de Iluminación actual del Edificio	121
3.3.11	Rediseño del Sistema de Iluminación del Edificio “Las Casas”.....	123
3.3.12	Consideraciones finales para el Sistema de Iluminación	127
3.3.13	Iluminación Natural	128
3.3.14	Controles electrónicos para la Iluminación.....	129
3.4	El Centro de Cómputo.....	132

3.4.1	El aire acondicionado.....	135
3.5	Las computadoras de las oficinas	136
3.5.1	El uso racional de la energía.....	136
3.5.2	Adquisición de equipo eficiente.....	137
3.5.3	Configuraciones especiales de ahorro	138
3.6	Motores Eléctricos.....	139
3.6.1	Evaluación de la eficiencia de los motores eléctricos del Edificio.	140
3.6.2	Propuestas para mejorar el desempeño y reducir el consumo de los motores eléctricos.....	142
3.7	Equipos de oficina	144
3.7.1	Impresoras	145
3.8	Cafeterías.....	146
3.9	Transformador de distribución.....	148
3.9.1	Evaluación de la Eficiencia Energética del transformador	149
3.10	Grupo electrógeno.....	152
3.10.1	Baterías o acumuladores	153
3.11	Selección técnica de las medidas a adoptarse.....	153
3.12	Prácticas de mantenimiento	154
3.12.1	Mantenimiento predictivo	154
3.12.2	Mantenimiento preventivo	155
3.12.3	Mantenimiento correctivo	155
3.13	Gestión de la demanda	155

CAPITULO CUATRO

ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA LAS MEDIDAS DE USO EFICIENTE DEL EDIFICIO Y SELECCIÓN DE MEDIDAS RENTABLES.

4.1	Introducción.....	156
4.2	Cálculo de los Ahorros Potenciales de las medidas técnicas acreditadas .	156
4.2.1	Sistema de Iluminación.....	157
4.2.2	Sistemas de Computación	165
4.2.3	Motores Eléctricos	167
4.3	Análisis económico de las medidas.....	169

4.3.1	Cálculo de los Ahorros y Costos económicos globales.....	170
4.3.2	Resumen de los Ahorros y Costos económicos de las medidas.....	171
4.3.3	Índices o criterios de Evaluación Económica de las medidas	175
4.3.4	Descripción final de las medidas rentables para el Edificio.....	179

CAPITULO CINCO

PLAN DE ACCIÓN QUE SE PROPONE PARA EL EDIFICIO

5.1	Introducción.....	181
5.2	Promoción de la Gestión Energética para el Edificio “Las Casas”	182
5.3	Plan de acción para el Edificio “Las Casas”	183
5.4	Plan de acción general de empresa	184

CAPITULO SEIS

6 RECOMENDACIONES PARA EVITAR LAS CONDICIONES DE INSEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

6.1	Introducción.....	186
6.2	Situación propia de las instalaciones del Edificio	187
6.3	Riesgos de instalaciones eléctricas antiguas	187
	6.3.1 Choques eléctricos	188
	6.3.2 Incendios.....	189
6.4	Recomendaciones para el uso adecuado de las instalaciones eléctricas del Edificio “Las Casas”	190
	6.4.1 Instalaciones de recepción o de acometida principal.....	190
	6.4.2 Cuarto general de medidores y disyuntores.....	190
	6.4.3 Instalaciones de tomacorrientes y alumbrado general.....	191
	6.4.4 Serie de reformas para mejorar las instalaciones eléctricas.....	192
6.5	La Puesta a tierra	193
	6.5.1 Las puestas a tierra del Edificio “Las Casas”	194
	6.5.2 Mejoras para el sistema de puesta a tierra del Edificio	195
	6.5.3 Conformación de las puestas a tierra del Edificio	196
6.6	El Centro de Transformación.....	197
	6.6.1 Ampliación de la construcción.....	198
	6.6.2 Uso de cercas metálicas (metal enclosed).....	198

6.7 Recomendaciones finales y mantenimientos respectivos de la Instalación Eléctrica.....	199
---	-----

CAPITULO SIETE

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.....	201
7.2 Recomendaciones.....	204

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	206
---	-----

ANEXOS	210
---------------------	-----

ANEXO A

Diagramas eléctricos

ANEXO B

Levantamiento de la carga instalada y de los consumos del Edificio “Las Casas”

ANEXO C

Pliego tarifario / Cargos por energía y demanda

ANEXO D

Registros históricos de energía y demanda

ANEXO E

Tablas útiles de las normas eléctricas para la Calidad del Servicio Eléctrico

ANEXO F

Curvas de distribución luminosa directa

ANEXO G

Rediseño del Sistema de Iluminación

ANEXO H

Procedimiento para la obtención de la eficiencia de los motores eléctricos

ANEXO I

Ahorros Potenciales en el Sistema de Iluminación general

ANEXO J

Ahorros Potenciales en las computadoras

ANEXO K

Beneficios económicos de las medidas eficientes para reducir el consumo y demanda del Edificio

ANEXO L

Inversiones para la renovación y remodelación de las Instalaciones Eléctricas interiores y del Sistema de protección a tierra

LISTA DE TABLAS

Tabla No 2. 1 Descripción del número de dependencias	36
Tabla No 2. 2 Formato para el levantamiento de carga	45
Tabla No 2. 3 Distribución de la carga instalada del edificio	48
Tabla No 2. 4 Características principales del transformador de distribución	50
Tabla No 2. 5 Características principales del grupo electrógeno	51
Tabla No 2. 6 Motores eléctricos principales del edificio	51
Tabla No 2. 7 Registros históricos del Edificio “Las Casas”	55
Tabla No 2. 8 Analizadores de redes utilizados en el diagnóstico energético	60
Tabla No 2. 9 Total de consumos obtenidos de las mediciones.....	62
Tabla No 2. 10 Resumen del consumo y demanda del centro de transformación	65
Tabla No 2. 11 Resumen del consumo y demanda del área de servidores	66
Tabla No 2. 12 Resumen del consumo y demanda del aire acondicionado.....	67
Tabla No 2. 13 Resumen del consumo y demanda de los motores eléctricos	68
Tabla No 2. 14 Distribución de los consumos eléctricos	69
Tabla No 2. 15 Cuadro resumen de la carga instalada y del consumo por pisos.	71
Tabla No 2. 16 Proyecciones de los consumos del edificio “Las Casas”	74
Tabla No 2. 17 Consumos mensuales representativos	75
Tabla No 2. 18 Tasa de distorsión total del Edificio “Las Casas”	81
Tabla No 2. 19 Límites de desviación de voltaje según CONELEC	85
Tabla No 2. 20 Valores límites de voltaje según norma ANSI	85
Tabla No 2. 21 Desviaciones máximas de voltaje obtenidas en el centro de transformación.....	86

Tabla No 2. 22 Desviaciones máximas de los voltajes de utilización de los motores eléctricos	87
Tabla No 2. 23 Desbalance de voltaje máximo del sistema motriz del edificio	88
Tabla No 2. 24 Valores del factor de potencia del Edificio “Las Casas”	95
Tabla No 3. 1 Magnitudes principales de la iluminación.....	100
Tabla No 3. 2 Comparación entre las lámparas fluorescentes convencionales y eficientes	112
Tabla No 3. 3 Comparación entre los focos incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas y ahorradoras.....	116
Tabla No 3. 4 Niveles de iluminación recomendados.....	121
Tabla No 3. 5 Factor de mantenimiento según el número de horas que la lámpara se utilice	125
Tabla No 3. 6 Resumen de sustitución entre luminarias ineficientes por eficientes del Edificio “Las Casas”.....	127
Tabla No 3. 7 Recopilación de eficiencias para los motores eléctricos del Edificio	141
Tabla No 3. 8 Eficiencias actuales de los motores eléctricos del	142
Tabla No 3. 9 Pérdidas promedio de diferentes transformadores de distribución	150
Tabla No 4. 1 Resumen de los ahorros potenciales en el sistema de iluminación	159
Tabla No 4. 2 Ahorros en demanda y energía por el uso de la iluminación natural	162
Tabla No 4. 3 Ahorros en consumo por el uso de sensores de presencia en las gradas inferiores del Edificio	164
Tabla No 4. 4 Ahorros en consumo por el uso de atenuadores en la bodega de papelería	165
Tabla No 4. 5 Ahorros potenciales en las computadoras	166
Tabla No 4. 6 Valores porcentuales de los motores eléctricos eficientes.....	168
Tabla No 4. 7 Ahorros potenciales en los motores eléctricos de los ascensores	169

Tabla No 4. 8 Resumen de los ahorros y costos del sistema de iluminación eficiente del Edificio “Las Casas”	171
Tabla No 4. 9 Resumen de los ahorros y costos para el aprovechamiento de la iluminación natural dentro del Edificio “Las Casas”	172
Tabla No 4. 10 Resumen de los ahorros y costos del uso de sensores de presencia.....	173
Tabla No 4. 11 Resumen de los ahorros y costos del uso de atenuadores	173
Tabla No 4. 12 Resumen de los ahorros y costos de la adquisición de motores eléctricos eficientes para los ascensores	174
Tabla No 4. 13 Valor presente y TIRs de las inversiones propuestas.....	177
Tabla No 4. 14 Relación beneficio-costo de las medidas.....	178
Tabla No 4. 15 Resumen de las medidas rentables para el edificio.....	179
Tabla No 6. 1 Valores de intensidades eléctricas y sus efectos en las personas	189
Tabla No 6. 2 Tamaños del conductor de tierra para los electrodos	196
Tabla No 6. 3 Tamaños del conductor de tierra para los equipos	197
Tabla No 6. 4 Costos de inversión para el mantenimiento de los tableros y subtableros del edificio.....	200

LISTA DE FIGURAS

Figura No 1. 1 Reservas mundiales de petróleo – 1995 (billones de barriles)	18
Figura No 1. 2 Crecimiento de la energía eléctrica en el Ecuador.	19
Figura No 1. 3 Ciclo del efecto invernadero	24
Figura No 1. 4 Evolución de la temperatura en los últimos 100 años.....	25
Figura No 1. 5 Emisiones de CO ₂ de los países andinos.....	25
Figura No 2. 1 Fachada principal del área de construcción del Edificio “Las Casas”	35
Figura No 2. 2 Clasificación por grupos de equipos	47
Figura No 2. 3 Participación porcentual de la carga instalada del edificio.....	49
Figura No 2. 4 Perfil de demanda semanal en el centro de transformación.....	63

Figura No 2. 5 Perfil de demanda diaria en el centro de transformación.....	64
Figura No 2. 6 Perfil de demanda semanal del área de servidores.....	66
Figura No 2. 7 Perfil de demanda del aire acondicionado.....	67
Figura No 2. 8 Porcentajes de los consumos dentro del edificio.....	70
Figura No 2. 9 Diagrama de las corrientes armónicas principales.....	78
Figura No 2. 10 Espectro armónico individual del Edificio “Las Casas”.....	82
Figura No 2. 11 El ángulo de factor de potencia en las distintas cargas.....	92
Figura No 2. 12 Triángulo del factor de potencia.....	92
Figura No 3. 1 Espectro electromagnético de la luz visible.....	99
Figura No 3. 2 Temperaturas de color de las fuentes de luz.....	102
Figura No 3. 3 Partes principales del foco incandescente.....	103
Figura No 3. 4 Partes principales de la lámpara fluorescente convencional.....	105
Figura No 3. 5 Lámpara fluorescente con balasto de arranque rápido.....	106
Figura No 3. 6 Lámpara fluorescente con balasto instantáneo.....	107
Figura No 3. 7 Curva de reducción del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes.....	108
Figura No 3. 8 Comportamiento de un reflector ineficiente frente a un eficiente	114
Figura No 3. 9 Distribuciones luminosas de las fuentes artificiales.....	119
Figura No 3. 10 Curva de demanda de una cafetera típica.....	147
Figura No 4. 1 Comparación de la demanda actual contra la propuesta.....	158
Figura No 4. 2 Comparación del consumo anual contra el propuesto.....	158
Figura No 4. 3 Pérdidas actuales y futuras del transformador cuando se aplique la sustitución eficiente de las luminarias actuales.....	160

RESUMEN EJECUTIVO

Las soluciones propuestas para el ahorro de energía en el Edificio matriz de la EEQSA, demuestran que es posible conseguir un beneficio económico neto de US \$ 9 909 al año con base en una inversión incremental de US \$ 6 307 que se recupera en 7 meses y medio. Las mejoras y beneficios se proponen con base en un diagnóstico de los consumos y demandas correspondientes a la operación actual.

La iluminación es el uso final con mayor potencial de ahorro en el Edificio, por esta razón en el desarrollo del proyecto se presentan las enmiendas necesarias para optimizarlo mediante el uso de tecnologías eficientes y mejores hábitos de uso, la inversión reditúa sobre los US \$ 8 077 al año, que representa el 81,5 % del beneficio económico de la propuesta total. La sustitución de las luminarias es imprescindible no sólo para reducir los gastos; sino también por elevar la calidad visual en las tareas diarias que desempeñan los funcionarios.

Las medidas propuestas para el ahorro de energía del 18.5% restante están en todos los sectores de consumo del edificio, complementadas con una concienciación y mejor uso de los equipos eléctricos.

También se presentan recomendaciones orientadas a mejorar la seguridad de las instalaciones eléctricas como un medio que asegure la vida de las personas y la conservación de los bienes materiales.

CAPÍTULO 1

1 BASES GENERALES DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

1.1 INTRODUCCIÓN

EL diagnóstico energético identifica el desperdicio y busca la manera de poder ahorrar energía eléctrica sin limitar, ni la comodidad ni la producción.

Un diagnóstico energético bien planificado y realizado demuestra los derroches de energía que pueden estar dando en los equipos, usuarios e instalaciones para de esta manera emprender estudios de renovación tecnológica, conservación y uso racional de la energía que mitiguen los consumos innecesarios.

El agrado de las personas por estar satisfaciendo sus necesidades energéticas no refleja un óptimo desempeño del sistema eléctrico y los equipos eléctricos debido a que del total de energía que se produce a nivel mundial solo el 37% se aprovecha, es decir el 63% son pérdidas en la conversión y transporte de la misma.¹

Si bien las pérdidas técnicas propias de la naturaleza eléctrica constituyen uno de los retos más importantes por reducir, el potencial de ahorro energético que busca el diagnóstico energético en muchos artefactos y equipos eléctricos es también de mucha importancia.

¹ Poveda, Mentor. Seminario de Eficiencia Energética. OLADE. Junio 2005

Los estudios de diagnósticos energéticos no ven la manera en que las personas puedan prescindir de la energía para sus actividades, sólo delimitan los puntos más relevantes de derroche con medidas que pueden enfrentarlos ya que no hay razón para estar pagando una energía que no rinde beneficios.

1.2 DESARROLLO EN LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Desde los finales del año 1700 en donde James Watt un notable ingeniero insertó unas mejoras en las máquinas de vapor para aumentar su eficiencia, comenzó la era de la industrialización que ha traído la comodidad que hoy se conoce pero con un desmedido consumo de energía en insumos agotables que pueden tener impacto negativo, especialmente en el ambiente global.

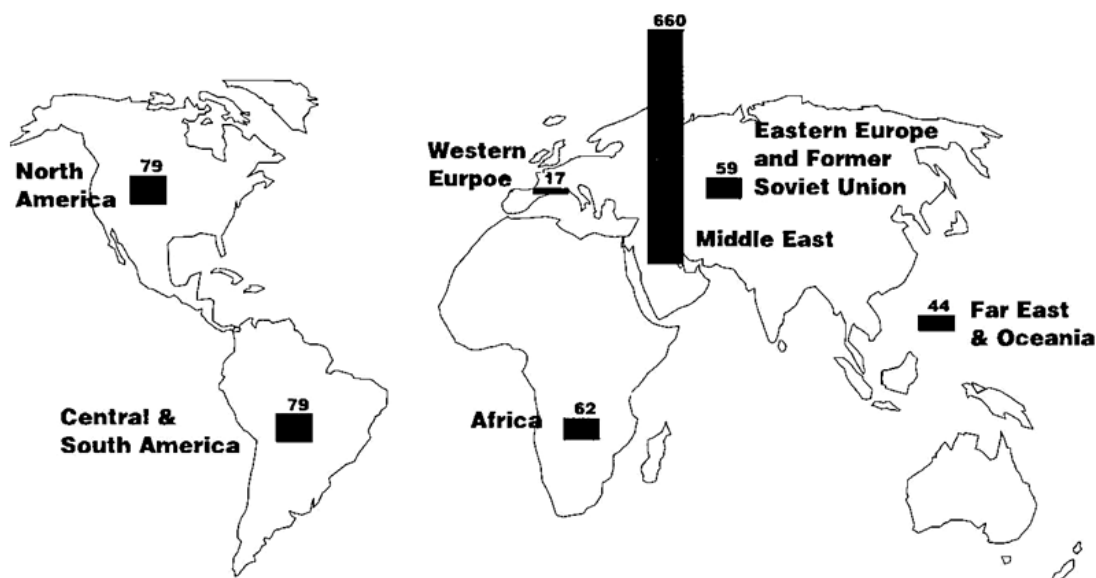
A finales del año 1973, se consolidó un hecho que relevó la importancia de la energía; la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) subió el precio del barril de petróleo de 1.6 dólares a 10 dólares, originando un conflicto económico mundial que hizo surgir las nuevas maneras de poder obtener energía e investigaciones más profundas en evaluaciones para reducir los requerimientos energéticos de máquinas y equipos.

La creciente contaminación del aire por las emanaciones de CO₂ producidos por plantas generadoras térmicas junto con las alzas en el precio del petróleo han hecho que los estudios energéticos vayan subiendo su escala de estudio. Un caso notable del ahorro energético sucedió en California en donde se pronosticó que para 4 años futuros la demanda subiría en 20 MW por lo que tendría que construirse 20 plantas de 1MW, pero se elaboró un programa para ahorrar energía y solamente se construyeron 4 plantas de 1MW, significando un ahorro potencial de inversión en las otras 16 plantas de generación.² Con los recursos ganados se dio atención a otros problemas con la eliminación de alza de tarifas.

² PAE, Programa de Ahorro de Energía. La Escuela de Berkeley. Mundo científico N° 112. 1999

1.3 SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL MUNDIAL Y NACIONAL

La generación de gran cantidad de energía eléctrica necesita el consumo de grandes cantidades de recursos derivados petrolíferos. Se pronostica que las reservas comenzarán a agotarse en unos 50 años³, pero la mayor preocupación está en que los yacimientos más abundantes se encuentran en el Medio Oriente y una vez acabadas las reservas locales se necesitaría de obligación y con apuro de nuevas fuentes de energía o la importación, que resquebrajaría la economía. La ejecución de programas de diagnósticos energéticos podría dar mucho más tiempo antes que las reservas se agoten y de sus beneficios económicos se podría colaborar para la construcción de centrales hidroeléctricas o energías alternativas que satisfagan totalmente el mercado eléctrico. La Figura No 1.1 muestra la concentración de las reservas actuales de petróleo a nivel mundial.



FUENTE: Oil & Gas Journal. Reporte de producción mundial

Figura No 1. 1 Reservas mundiales de petróleo – 1995 (billones de barriles)

En nuestro país el consumo de energía eléctrica con un porcentaje representativo de generación no renovable que satisface la demanda principalmente en horas pico entre las 6 y 9 de la noche, ha venido aumentando. En varios lapsos ha decaído a consecuencia de factores políticos, económicos y propios de la

³ Torres, Mónica. Daños ecológicos en el mundo. Desarrollo Sustentable en el Ecuador. Mayo 1999

naturaleza en cuyo caso se depende de la central hidroeléctrica Paute como la mayor fuente de obtención de energía. El ahorro energético juega un papel muy importante frente a la escasez de energía eléctrica; pero su labor en pro de conseguir los rendimientos esperados debe ser una labor de largo plazo.

La Figura No 1.2 muestra la evolución del crecimiento energético ecuatoriano a través de los años.

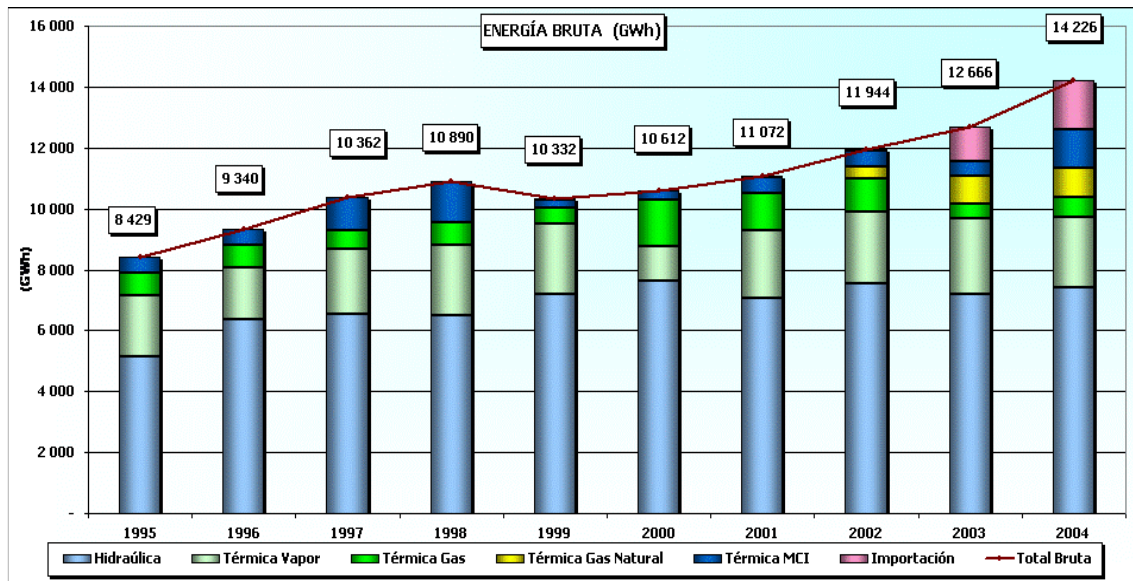


Figura No 1. 2 Crecimiento de la energía eléctrica en el Ecuador.

Como se nota para el año del 2004 cerca del 50% de generación eléctrica se ha obtenido de centrales térmicas e importación a Colombia. Las ayudas que podrían prestar los diagnósticos energéticos en el mejoramiento y aprovechamiento de procesos, de los ciclos de trabajo y de cambio o sustitución de equipos que hayan cumplido su vida útil, si bien requerirían de inversiones, los beneficios pagarían rápidamente las inversiones con base en ahorros significativos que disminuirían el consumo y rebajaría la importación de energía de Colombia y se podría destinar esos recursos hacia la construcción de nuevas y modernas centrales hidroeléctricas para suplir

1.4 DEFINICIÓN DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

El Diagnóstico Energético se define como la aplicación de un conjunto de métodos que permite determinar el nivel de empleo, el modo y lugar como la energía es utilizada. Este es el punto de partida que sirve para implementar las técnicas innovadoras de eficiencia energética que tratan de disminuir el consumo sin sacrificar las necesidades de iluminación, calor o servicio que presta la electricidad.

1.4.1 TIPOS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Un diagnóstico energético se lleva mediante procedimientos que comprende la observación de todo proceso que involucre consumo de energía, identificando las áreas en las cuales se concentran los gastos. Los tipos del diagnóstico energético son:

1.4.1.1 Diagnóstico inicial

En este tipo de diagnóstico, mediante la inspección visual de los sistemas que consumen energía, junto con la evaluación del uso de energía y una breve interpretación de la causa del desperdicio de energía, se detectan los potenciales ahorros en energía y costos con simples medidas en las prácticas de operación y mantenimiento.

La conversación e intercambio de criterios con los trabajadores o con el personal de mantenimiento que conoce un área en particular demostrarán causas que podrían estar aumentando el consumo tal como operación horaria inadecuada de equipo, conductores con empalmes defectuosos, sobreutilización de tableros, tiempo innecesario de uso, etc. Abriendo las perspectivas y la información para profundizar en un diagnóstico.

1.4.1.2 Diagnóstico general

Comprende la evaluación cuantificada de demanda- energía de las áreas y de las pérdidas a través de una revisión más detallada del equipo incluyendo la iluminación, motores eléctricos, sistemas de bombeo, equipos de control, entre otros.

Se requiere anotar los tiempos de uso de los equipos o sus ciclos de trabajo para estimar su energía. Se calcula las eficiencias de los equipos basadas en los mejoramientos y cambios de un sistema por otro.

Incluye además la medición de parámetros de calidad de energía, de las corrientes y los voltajes en los circuitos principales de alimentación y la obtención de consumos de equipos que pudieran ser causa de duda.

Se debe realizar el análisis económico y un plan de acción para el buen uso de energía.

1.4.1.3 Diagnóstico final

Requiere de una evaluación más detallada del uso de energía por funciones y una más comprensiva evaluación de la energía haciendo el uso de modelos. Este es un tipo de diagnóstico costoso ya que involucra la simulación por computadoras en los cambios que pudieran suscitarse y el cambio físico de los sistemas mejorando su eficiencia para compararlos con una base de consumo tal como la facturación mensual con el fin de prevenir una sobrestimación de ahorros.

En algunos casos es necesario dirigir un denominado diagnóstico energético especial que delimita una cierta área física debido principalmente a que no puede sujetarse al mismo comportamiento del que lo tiene la instalación restante. Otro tipo de diagnóstico denominado de seguimiento ofrece asistencia y vigilancia técnica en las recomendaciones enmendadas junto con el análisis de sus consecuencias.

1.4.2 CONDUCCIÓN DEL DIAGNÓSTICO GENERAL

Una vez que se haya escogido el tipo de diagnóstico energético que se ajuste a la complejidad de los sistemas en estudio, se procede al diagnóstico energético que tiene que ser realizado por una persona que esté familiarizada con el conocimiento eléctrico y funcionamiento de los equipos. Se debe establecer períodos para los pasos que se llevarán a cabo para preparar un informe de mayor comprensión.

El proceso del diagnóstico por realizar se lo subdivide en tres pasos:

a.- Recolección y evaluación de la información inicial.

Comprende una revisión de los sistemas y de su operación cotidiana. Se debe establecer una subdivisión para la recopilación de la información de los equipos de acuerdo a su tipo o funcionamiento recogiendo los valores de potencia, tiempo de funcionamiento y observaciones técnicas que pueden tener, es importante además recoger la información de las planillas analizando los factores de carga, los factores de potencia y las energías de los meses más representativos. Toda la información debe ser equiparada para estar con la seguridad de que la información representa acabadamente el comportamiento energético.

b.- Visita al sitio de estudio.

Es la etapa donde se inspecciona mediante mediciones el gasto real que están teniendo los equipos y se revisa las dudas que pudieran haberse tenido en la primera parte. Se revisa los perfiles de consumos entre el auditor y el encargado del mantenimiento del inmueble discriminando las medidas que pueden tener impacto con el desenvolvimiento normal de las personas o los equipos.

c.- Procesamiento de la información y elaboración del informe final.

Es una etapa importante y necesaria para asegurar que el diagnóstico será útil, será necesario evaluar la información recogida de la visita, investigando las posibles oportunidades de conservación, si una medida es técnicamente aceptable se habrá de encontrar los presupuestos, los ahorros potenciales y períodos simples de recuperación de la inversión. La idea es priorizar cuanto antes cualquier plan técnico que pudiera disminuir el consumo.

Por último se organizará un informe comprensivo señalando las recomendaciones eléctricas y operacionales que garanticen un ahorro duradero.

1.5 EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN SERVICIO AL MEDIO AMBIENTE

1.5.1 EFECTO INVERNADERO

La atmósfera se compone de varios gases como el dióxido de carbono que capturan parte de la radiación solar y mantienen la temperatura normal. Si no existieran el clima sería tan bajo llegando hasta el frío absoluto, la desviación por encima del nivel gaseoso normal puede producir el conocido efecto invernadero que sobrecalienta la superficie de la tierra con el aumento del nivel del mar a causa del derretimiento de la nieve de los casquetes polares y glaciares. Una muy buena parte de las emanaciones de gases excedentes provienen de las centrales de generación eléctrica térmicas que queman combustible o carbón.

La Figura No 1.3 muestra el bosquejo del mencionado efecto:



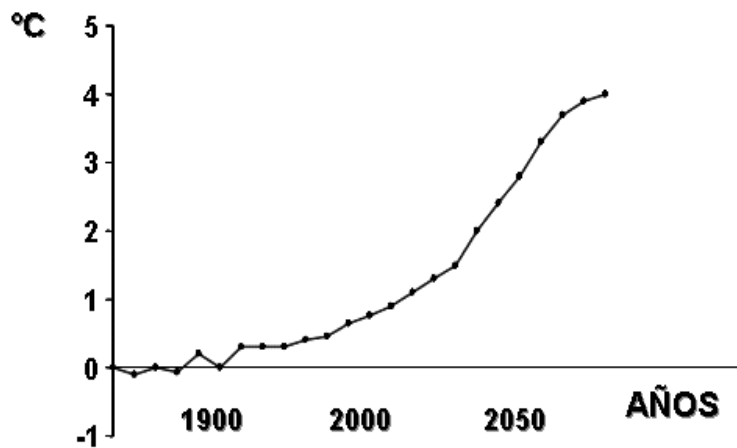
Figura No 1. 3 Ciclo del efecto invernadero

Sería ideal que toda la generación eléctrica provenga de fuentes renovables, pero como no se puede dar, las plantas térmicas deberían contar con el aprovechamiento máximo que se pueda dar a la energía de los combustibles elevando la eficiencia; también se debería medir y contabilizar la cantidad de dióxido de carbono en lugares que infrinjan el límite permitido. En este campo existe diversidad de instrumentos como el analizador de gases utilizado en los diagnósticos energéticos de calderas, chimeneas y tuberías. Las alternativas de mejoramiento están en tratar los gases o incorporar algún filtro que podría traer reconocimientos por organizaciones medioambientales o financiamiento y apoyo de empresas de servicios energéticos dispersas en todo el mundo.

1.5.2 INCREMENTO DEL DIÓXIDO DE CARBONO EN AÑOS FUTUROS

La capacidad de absorción de las plantas y árboles de todo el mundo, alrededor de 2500 t/año, no llega a absorber la cantidad de dióxido de carbono emanada por los seres humanos de alrededor de 6500 ton/año⁴. De continuarse de este modo y de no implementarse programas de sofisticación energética o generación renovable la temperatura tomará una fuerte picada como lo demuestra la Figura No 1.4.

⁴ Volker, Quaschnig. Understanding renewable energy systems. 1 Ed. Earthscan. 2005.

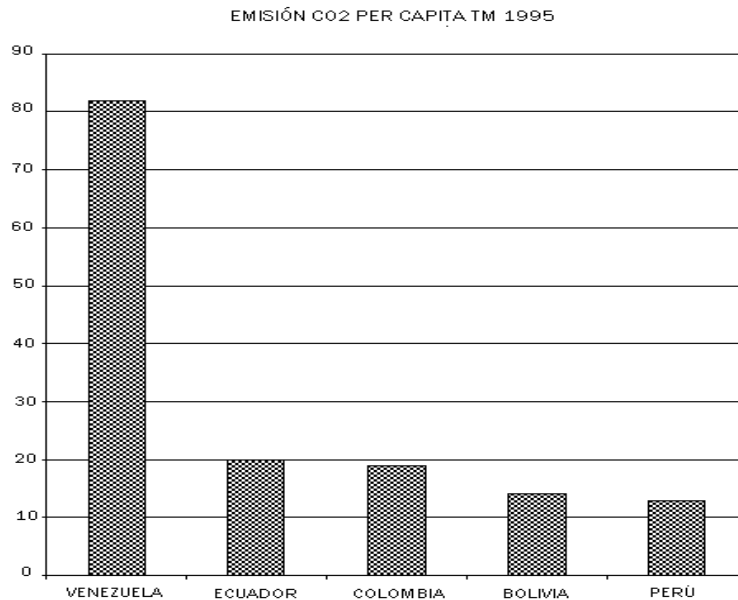


FUENTE: World Resources Institute: Climate protection initiative. 1999

Figura No 1. 4 Evolución de la temperatura en los últimos 100 años

Según las últimas investigaciones la temperatura en el siglo pasado aumentó en $0,45^{\circ} C$ ⁵ y ya se están comenzando a sentir sus efectos en la aparición de inundaciones, sequías y fenómenos naturales.

La Figura No 1.5 muestra el nivel de emisiones de CO₂ de los países andinos.



FUENTE: Torres Mónica. Desarrollo sustentable en el Ecuador. Mayo 1999

Figura No 1. 5 Emisiones de CO₂ de los países andinos

⁵ Sánchez, Santiago. Energías renovables: Conceptos y aplicaciones. 2 Ed. Quito. 2004

Venezuela tiene un importante aporte en la emisión de gases, mientras que Ecuador y Colombia parecen tener iguales emanaciones.

Más allá de que los países industrializados con un 73% de contribuciones a las emisiones mundiales tengan la obligación de realizar planes de diagnósticos energéticos, el deber del Ecuador aparte de obtener beneficio económico en la disminución del consumo tiene la misión de cuidar la biodiversidad y espacios naturales que quedarán para las próximas generaciones.

1.5.3 SOSTENIBILIDAD EN EL CONTEXTO ENERGÉTICO

La sostenibilidad pretende satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades del mañana. El balance de energía en un diagnóstico energético demuestra siempre que la energía que entra nunca iguala a la energía que sale debido a las pérdidas internas, convirtiéndose así en uno de los factores que están demandando una mayor energía involucrando un mayor gasto de energía no renovable que no podrá ser recobrado. Así entonces una meta del diagnóstico energético en la mejoría de la sostenibilidad es la reducción de pérdidas.

Por lo tanto si se desea conservar los recursos para las generaciones futuras, es imprescindible tomar conciencia de la forma que la energía es usada y la garantía de que los equipos que se usan poseen pérdidas reducidas.

1.6 LIMITACIONES Y RESULTADOS ECONÓMICOS DE LOS DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

1.6.1 LIMITACIONES PARA EMPRENDER DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

Los principales aspectos que dificultan el desarrollo de los diagnósticos energéticos comprenden:

- Consumo excesivo y dependencia total de recursos energéticos finitos.
- Alto grado de desinterés en los cambios en el medio ambiente.
- La falta de difusión de los beneficios de los programas energéticos.
- Desconocimiento del avance tecnológico en reducción de consumo.
- Falta de regulación y etiquetado eficiente de equipos.

Más que una limitación se tiene mucha inseguridad en las medidas que exigen alta inversión, sin saber que si técnicamente son justificadas y pueden disminuir los consumos amortizando rápidamente el gasto inicial y lo que es más, si perduran los ahorros por muchos años.

Otro problema que debe ser tratado principalmente en el Ecuador es el de los subsidios a las tarifas que distorsionan los costos reales y hacen olvidar del buen uso que se debe dar a la energía.

1.6.2 EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO Y EL BIENESTAR ECONÓMICO

En muchos países la producción de todos los bienes que puede realizar un país (PIB) crece igualmente con parámetros como consumo de energía y combustibles; si este ritmo continúa siempre se tendrá la misma utilidad, en cambio si se puede llevar a cabo una medida identificada del diagnóstico desde el mismo momento de su implantación pueden mantener o reducir los mismos consumos lo que significa una mayor utilidad o ganancia.

Los ahorros del diagnóstico energético pueden ser usados como una estrategia de mercado ya que si se reducen los costos operativos de producción de una empresa se puede reducir los precios de venta consiguiendo una mayor demanda

ganando competitividad frente a otras empresas; o invirtiendo el excedente de utilidad en adquisición de tecnología.

En estos momentos en que los países en pro de alcanzar el crecimiento y desarrollo tratan de ser más competitivos a nivel mundial, es necesario que reduzcan sus importes o gastos energéticos para alcanzar un nivel económico que les permita hacer frente a otros problemas.

1.7 LOS DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS PROYECTADOS HACIA EL FUTURO

El uso eficiente de recursos energéticos como el petróleo, gas, electricidad se debería proyectar como una política a futuro hacia la cúspide de un entorno global energético eficiente.

Las entidades oficiales, tanto como los organismos privados, deberían patrocinar y establecer políticas en campañas de diagnósticos energéticos en un tiempo específico con el debido seguimiento, ayuda y control que estos demanden.

Si bien las campañas publicitarias de ahorro de energía tienen solamente un grado de aceptación temporal, es necesario ejecutarlas técnica y económicamente y motivar a que los diversos participantes del sector lleguen a conocer sus beneficios para que exista un mercado que regule los productos eficientes.

El conocimiento de los buenos resultados obtenidos en los distintos sectores hacia universidades, centros de formación técnica, escuelas y personas motivará un mayor interés por los diagnósticos energéticos.

1.8 OBJETIVO DE ESTA INVESTIGACIÓN

Desarrollar el estudio de diagnóstico energético en un edificio público de servicios, identificando oportunidades para mejorar la eficiencia y el ahorro en el uso de energía, consiguiendo un mejor aprovechamiento de los beneficios en disminución de costos, impacto ambiental y mejorando la calidad del servicio eléctrico al usuario que se llegan a conseguir con la puesta en marcha de las recomendaciones de dicho estudio.

1.8.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Identificar los consumos eléctricos como base de información que indicará el comportamiento eléctrico de la instalación.
- ii) Proponer medidas de ahorro de energía y reducción de demanda.
- iii) Evaluar económicamente las soluciones propuestas.
- iv) Identificar y señalar mejoras para las condiciones de inseguridad de las instalaciones interiores

1.9 ALCANCE DE ESTA INVESTIGACIÓN

Se elaborarán estudios de diagnóstico energético en los diferentes sistemas eléctricos que componen el edificio, con la visión de delimitar los puntos energéticos de mayor consumo.

Se conformará la serie de oportunidades para la reducción de gastos operativos energéticos, definiendo las acciones de uso eficiente y ahorro de energía que determinen en los ahorros potenciales por obtener.

Se llevará a cabo la evaluación económica de dichas recomendaciones obteniendo directamente los costos de implementación y los ahorros. En este aspecto se evaluarán las inversiones incrementales por hacer a través del valor presente y la tasa de retorno, con la obtención del período de retorno del capital.

Luego se estudiará las condiciones de inseguridad eléctrica que pueda estarse suscitando en la instalación y la forma de remediarlos.

Por último se obtendrá un plan de acción, que consolide el uso racional de energía y eficiencia energética en el edificio.

1.10 INCORPORACIÓN DE LOS SECTORES EN LOS DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

Existe diversidad de ahorros que los diagnósticos energéticos pueden conseguir en los sectores residencial, comercial e industrial.

En el sector residencial un aspecto generalizado es el evitar el uso de focos incandescentes y equipos electrodomésticos que desperdician una gran cantidad de energía sin realizar ejecución alguna o en modo de espera. Las medidas consisten en replantear el consumo habitual en un uso racional de la energía con la utilización de lámparas fluorescentes compactas ahorradoras y la adquisición de equipo inscrito con etiquetado de eficiencia. Además se debe revisar que todas las instalaciones eléctricas estén en perfecto estado para detectar fugas de energía por conductores sobrecargados o degradación del aislamiento.

En el sector comercial en que se incluye edificios públicos y comercios existe un enorme potencial de ahorro por la sustitución de lámparas T12 con balasto

electromagnético por lámparas T8 con balasto electrónico. Se cuenta además con equipos como la computadoras impresoras y copiadoras que consumen gran cantidad de energía por su permanencia de uso, entre las medidas que se puede adoptar está la renovación o sustitución por equipo más eficiente con un conocimiento generalizado por todos los trabajadores de un buen uso de energía.

En las industrias que cuentan con maquinaria de gran potencia y consumo se plantea alternativas de operación laboral en horas de menor costo eléctrico que describen las tarifas de las empresas distribuidoras. Los motores pueden ser sustituidos por otros de mayor eficiencia con el uso de equipo electrónico que entregue solamente la carga límite para las necesidades mecánicas. Además calderos o tuberías de presión pueden aprovechar el calor excedente para otro trabajo o generar energía eléctrica.

En la parte netamente eléctrica se trata de elevar la eficiencia a través del mejoramiento del factor de potencia con capacitores, de la eliminación de corrientes armónicas y de evitar la sobre-dimensión de motores eléctricos.

Un edificio es un sitio ideal para determinar los puntos de desperdicio de energía, un inmueble de este tipo una vez recomendado las soluciones respectivas ofrece enormes ventajas en el mercado competitivo, en una primera parte se incrementa el confort y durabilidad, se disminuyen los costos operativos y de mantenimiento y se asegura un mejor desempeño físico y mental de todos los trabajadores.

1.10.1 DELIMITACIONES PARA EL INICIO DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Se debe disponer de formularios sencillos y del equipo de medición necesario. Se debe coordinar el trabajo en equipo de personas que puedan estar a cargo de las partes informáticas y eléctricas, haciendo un cronograma de actividades para evitar cortes de energía inesperados en el desarrollo de mediciones que puedan afectar el trabajo cotidiano.

Si la contabilización e identificación de consumos resultara muy extensa, es recomendable tener la ayuda de un delegado que permita agilizar el trabajo ya que muchos problemas pueden llevar a un estudio más profundo por desarrollar.

Por otra parte, asegurar el visto bueno de la autoridad principal, de la confianza económica en la disponibilidad de las inversiones, y de la colaboración de las personas del lugar deben ser los aspectos anímicos para finalizar el trabajo total. Se debe divulgar los beneficios que puedan encontrarse con el programa de ahorro de energía para que a través de los años todos lo practiquen y no se desvanezca en el tiempo.

En el caso del edificio matriz de la EEQSA se ha delegado al Departamento de Servicios Generales como el responsable de ayudar a disminuir el consumo mejorando los factores de carga de las redes, la disminución de pérdidas y una mejor rentabilidad y situación financieras de las empresas distribuidoras.

CAPÍTULO DOS

2 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EN EL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO

2.1 LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO

La Empresa Eléctrica Quito con cincuenta años de servicio al Distrito Metropolitano de Quito, como ente funcional de servicio eléctrico seguro, confiable y de calidad a la capital, debe promover y dar el ejemplo del uso eficiente de energía comenzado en sus distintos sectores de trabajo, que motiven a todos los empresarios a conseguir un mayor beneficio y desarrollo con menores gastos energéticos. Las redes eléctricas saturadas podrían beneficiarse al librarse de una buena parte de pérdidas eléctricas, liberando capital para la inversión en nuevas necesidades tales como la modernización de equipos o el cambio a voltajes de operación más económicos. Los diagnósticos energéticos promoverán el realce y prosperidad del trabajo continuo de la empresa con sus abonados, para obtener beneficios entre las dos partes.

2.1.1 POSICIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA

La Empresa Eléctrica Quito es la entidad encargada de generar, distribuir y comercializar la energía eléctrica con los mejores y más altos parámetros técnicos y de servicio a sus abonados.

Como visión importante está el incorporar tecnología moderna que garantice el adecuado crecimiento de la empresa, la mejora de la calidad al servicio del cliente y la preservación ambiental.

Todos los aspectos mencionados anteriormente delimitan un diagnóstico energético preliminar sobre la base de los cimientos teóricos de la eficiencia energética; que puedan dar resultados positivos en la reducción de la energía y demanda.

2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO “LAS CASAS”

El edificio se encuentra ubicado en la ciudad de Quito en la Av. 10 de Agosto y Fray Bartolomé de Las Casas, fue construido alrededor del año 1965 destinado para viviendas domiciliarias. Hoy en día se encuentra destinado principalmente al uso de oficinas en dónde se encuentran las principales áreas ejecutivas, administrativas y financieras que tiene la Empresa.

2.1.2.1 Descripción física

El Edificio “Las Casas” cuenta con 10 plantas incluidos el subsuelo y la terraza. Como en principio fue destinado a viviendas multifamiliares, su estructuración de áreas y pasillos obedece a este diseño en particular. Ha sido reestructurado para hacerlo apto para oficinas, sin perder en algunas partes de su entorno físico el diseño multifamiliar. Cuenta además con un parqueadero y un área destinada a arriendo.

La propiedad cuenta con dos áreas físicas disponibles; la primera es el área de construcción y la segunda es la del parqueadero. El área total tiene una superficie aproximada de 1500 m² de los cuales 1037 m² corresponden al área de construcción y el resto al área de garaje. El entorno físico del edificio es rectangular, sus dimensiones aproximadas son de 46m de largo por 34 m de ancho.

En su acceso posee dos entradas principales y una secundaria propia para los trabajadores de la agencia de recaudación. En la parte más baja se encuentran algunas casetas que contienen baños, los motores eléctricos y el transformador.

La Figura No 2.1 presenta la fachada principal del área de construcción, vista desde la calle Las Casas.



FACHADA CALLE LAS CASAS

Fuente: Datos de la División de Servicios Generales. 2005

Figura No 2. 1 Fachada principal del área de construcción del Edificio “Las Casas”

Las partes exteriores de los pisos se cubren con ventanas de diversos tamaños y en algunos casos existen balcones empotrados. En las partes laterales principalmente en el lado oriental, existen extensiones de cables de comunicación y de energía aislados que cruzan exteriormente los pisos.

En la parte más alta de la terraza se encuentran los tanques de depósito de agua y las antenas de comunicación.

2.1.2.2 Descripción organizacional y funcional

El edificio cuenta con cerca de 48 dependencias agrupadas dentro de los 10 pisos. Entre las más importantes están la Gerencia General, la Asesoría Jurídica, las divisiones técnicas de gestión y operación, los departamentos de estudios financieros y económicos, la Dirección de Relaciones Industriales, la División de Recursos Humanos, etc. La Tabla No 2.1 muestra el número de dependencias por área general de trabajo.

Tabla No 2. 1 Descripción del número de dependencias

Ítem	Campo de trabajo	No de dependencias
a	Administrativo-económico	13
b	Técnico	8
c	Judicial	2
d	Organizacional	4
e	Funcional	18
f	Servicios	3

Por parte de la división de recursos humanos se conoció, que alrededor de 265 personas laboran habitualmente en el edificio, pero una parte permanece fuera en su trabajo de campo.

2.2 DIAGNÓSTICO INICIAL

2.2.1 DESCRIPCIÓN LABORAL Y LOS USOS ENERGÉTICOS EN EL EDIFICIO

La mayoría del personal que trabaja en el edificio efectúa sus labores en oficinas dedicadas al constante manejo de asuntos, servicios y diligencias de la empresa. Existen algunas partes como el Despacho de Potencia y de Distribución donde se supervisa y se encarga del manejo de la red eléctrica urbana y rural. En otros

sitios como el Centro de Cómputo y la Central Telefónica se envía y se recibe información constantemente.

La jornada laboral diaria de todos los trabajadores va desde la 7:30 de la mañana hasta las 3:30 de la tarde, a excepción de pocas dependencias que están ocupadas algunas horas más y otras como Despacho de Distribución en donde existen varias computadoras y luminarias prendidas todo el día.

Es muy notoria la gran cantidad de lámparas fluorescentes ineficientes T-12 con balasto electromagnético funcionando en todas las plantas. Algunas de las luminarias no cuentan con difusor y no tienen un buen mantenimiento.

Debido a la reestructuración del sistema de cómputo principal se aprovechó la instalación de varias luminarias eficientes T-8, pero la mayoría tiene muchos años de uso y no han recibido mantenimiento.

Es considerable además la gran cantidad de equipo electrónico por todas las oficinas como son las computadoras e impresoras. El tipo de carga típica dentro de las oficinas en las que se incluye equipos tales como: fotocopiadoras, faxes, impresoras, etc., es muy similar para todos los pisos, con varios artefactos eléctricos como calefactores y refrigeradoras ubicados en sitios específicos.

En lugares como la Central Telefónica y el Centro de Cómputo se tiene además servidores, equipos de comunicación y de climatización que funcionan las 24 horas del día.

Los equipos que se encuentran en algunas oficinas se mantienen apagados, pero con algunas luminarias encendidas sin que nadie ocupe el lugar.

Al iniciar la mañana se encienden las computadoras que fueron desconectadas el día anterior, pero una buena parte se mantiene en modo de espera debido a que los cortapicos se mantienen cerrados. Lo mismo sucede en algunas copadoras e

impresoras; algunas de la cuales incluso se mantienen encendidas todo el día porque se conectan directamente a los tomacorrientes.

Por lo común cada ala por piso cuenta con una cafetería en donde se encuentran artefactos eléctricos como cafeteras, cocinetas, microondas, que son utilizados varios minutos en la mañana y al mediodía.

Al ocaso del día la mayoría del sistema de iluminación de pasillos está todavía encendido hasta que poco a poco se desconecta después de la revisión de la limpieza del personal de mantenimiento.

En la instalación eléctrica interior de las oficinas existen tomacorrientes que no tienen un orden establecido; por ejemplo, existen tomacorrientes antiguos que quedaron de las instalaciones multifamiliares anteriores y siguen siendo utilizados. Se observa que se ha tenido mucho desorden en la distribución de conductores de energía, inclusive permanecen entrelazados con cables de datos que causa dificultad al momento de encontrar el origen de la fuente eléctrica.

El transformador, el grupo electrógeno y varios de los sistemas motrices están ubicados en el subsuelo. De todos los motores solamente los que pertenecen a los ascensores se encuentran en la terraza. La frecuencia de uso de los ascensores a lo largo de todo el día es muy importante.

2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El Edificio “Las Casas” por continuidad en el servicio eléctrico se alimenta de dos acometidas trifásicas a 6.3 kV, para esto cuenta con dos seccionadores tripolares manuales de transferencia en media tensión ubicados en el mismo centro de transformación. El primario al que normalmente está conectado es el denominado 11C, que parte de una acometida aérea y llega hasta el centro de transformación por un tramo subterráneo con cable No. 2 AWG en una longitud aproximada de 109 m. La otra acometida viene del primario B Carolina que parte de una red aérea y llega en un corto recorrido subterráneo con cable No. 2 AWG. Luego la

acometida se dirige a seccionadores portafusibles de 7.8 kV - 50 A que se conectan finalmente a los bornes de media tensión del transformador trifásico de distribución de 250 kVA.

A los bornes de baja tensión se conectan transformadores de intensidad y potencial que alimentan un registrador de demanda; luego por medio de seccionadores fusibles tipo NH se conecta la alimentación principal hacia el cuadro general de protección (CGP).

Debido al tipo de carga y la continuidad en el servicio energético; se tiene otro juego de barras conocido como el cuadro de protección del aire acondicionado (CPAc) que energiza el sistema de refrigeración del centro de cómputo. En el esquema 1 del anexo A se muestra el diagrama de la alimentación eléctrica principal al edificio.

Tanto del CGP como del CPAc que están en el centro de transformación salen líneas repartidoras trifásicas con su respectiva protección que llegan hasta el cuarto general de medidores, disyuntores y al tablero del centro de cómputo (TSCc). Estas se muestran en el esquema 2 del anexo A.

2.2.2.1 Cuarto general de medidores y disyuntores

La despreocupación en el momento de señalar y dirigir los cables junto con la falta de mantenimiento ha hecho que el cuarto de medidores y disyuntores no presente buen aspecto. Se tiene cables que no se encuentran sujetos, están amontonados, dificultando la verificación de sus recorridos. A más de la estrechez del lugar, se lo usa como bodega y el polvo ha llenado el lugar. Es recomendable tomar prontas rectificaciones ya que las condiciones de inseguridad podrían ocasionar dificultades de un momento a otro.

Desde el CGP hasta el cuarto general de medidores llegan tres líneas de 3 fases que se conectan a tres barras generales tal como se muestra en el esquema 3 del

anexo A. Mediante derivaciones, la barra 1 alimenta tanto a la barra 2 como a la barra principal del centro de cómputo BPCc en enlace con la transferencia automática del grupo electrógeno.

Algunas de las barras como la 2 y 4 no cuentan con su cubierta respectiva, se puede observar también que la pletina de una de las fases de la barra 4 no tiene sujeción y está envuelta con un empalme casero. Una buena proporción de recalentamientos que pueden ocasionar situaciones peligrosas en las instalaciones eléctricas se dan por conexiones mal hechas o flojas por lo que hay que remediarlas cuanto antes.

La barra principal del centro de cómputo (BPCc) y la transferencia automática son los equipos más nuevos y con menos uso que se tiene en el lugar.

2.2.2.2 Tableros generales de protección

Desde las 4 barras en el cuarto general de medidores salen derivaciones hacia los tableros generales de protecciones que protegen a los conductores que van hacia los subtableros de las plantas superiores. La mayoría de tableros generales han sido identificados con un nombre conforme a la dependencia por ala oriental-occidental o al equipo al cual pertenecen.

En la BPCc se encuentra un disyuntor trifásico de 100 A que alimenta los subtableros de la carga correspondiente a circuitos de iluminación y computadoras del centro de cómputo; así como ampliaciones de carga en subtableros secundarios colocados en algunos pisos.

Sólo algunos de los tableros que sirven a la carga de Despacho de Distribución, División de Sistemas, Despacho de Potencia, y un ascensor tienen respaldos de emergencia tomados desde la BPCc. El esquema 4 del Anexo A muestra la esquematización gráfica de los tableros generales principales del edificio.

2.2.2.3 Referencias hacia otras instalaciones eléctricas

Debido al crecimiento de la carga, existen subtableros que se encuentran en el centro de cómputo con derivaciones eléctricas que sirven a varios cuadros de distribución de pocos años de instalación que recorren el subsuelo, el tercer y cuarto pisos.

A expensas de evitar el efecto de posibles cortes en el suministro eléctrico o de la insuficiencia del grupo electrógeno en abastecer la energía, el Despacho de Distribución y el Despacho de Potencia cuentan con un suiche manual para poder recibir energía de un secundario de la red eléctrica que está conectado a través de una caja de derivación, ubicada en el parqueadero del edificio.

El sistema de tierra principal se lo toma de la acometida del primario 24B que se une al neutro del transformador y se distribuye a los repartidores principales trifásicos. Se constató además que existen tierras independientes en varios sitios una de las cuales está en el grupo electrógeno. El estudio del sistema de tierras será desarrollado más adelante cuando se trate el tema de la seguridad en las instalaciones eléctricas.

2.2.2.4 Instalaciones eléctricas interiores

Con respecto a las instalaciones eléctricas interiores se tiene algunas falencias entre las que se puede observar el doble uso que se da a los disyuntores de los subtableros, se los usa simultáneamente tanto para circuitos de tomacorrientes como de luminarias, un caso se tiene en el tablero noroccidental del séptimo piso.

Otro problema es la sobrecarga de las derivaciones eléctricas de los subtableros que llegan a los enchufes de los equipos, un caso se tiene en el subtablero noroccidental del primer piso en la división de sistemas dónde se pudo indagar que algunas veces en el momento que se hallan conectados un gran número de

equipos se pierde la energía eléctrica por la apertura intempestiva de un disyuntor.

Esto demuestra que a las instalaciones eléctricas mucho les está faltando un análisis técnico. Se debe dar más atención a la instalación eléctrica; es necesario independizar los circuitos de distinta naturaleza y capacidad eléctrica de cortocircuito. Además en los casos en que se necesite adicionar una carga para un disyuntor en particular, se debe primeramente evaluar la máxima corriente que está circulando por el circuito y decidir la mejor adecuación para su servicio, verificando la capacidad del disyuntor y del cable, o colocando una nueva derivación.

Un caso muy particular es que muchos funcionarios piden una extensión eléctrica para ciertos equipos, en algunas partes se envían extensiones de tomacorrientes cercanos, aquí también es importante tener cuidado en no sobrecargar los circuitos. Además es primordial dirigirlos en canaletas, con un orden y señalización del circuito al que pertenece porque con la constante manipulación de escritorios o sillas pueden descubrir sus aislamientos que lleven hacia efectos más graves.

2.3 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El levantamiento de la información es una etapa muy importante para el fructífero desarrollo del estudio energético; puesto que si existe amplitud y exactitud en los censos energéticos, las etapas de análisis técnico-económicas subsiguientes mostrarán un base creíble y sólida para las recomendaciones finales.

El crecimiento de la carga eléctrica, los circuitos desactualizados de años anteriores y las extensiones ramificadas de tableros y tomacorrientes ha hecho que la configuración del sistema eléctrico se disperse y no lleve un modelo de orden establecido. De esta manera no existe compaginación entre tableros principales y sitios específicos, de todos modos la recopilación del consumo y

carga del edificio se subdividió por pisos con el fin de relacionarla con las dependencias que allí funcionan.

En una primera etapa del diagnóstico se investigaron los datos de placa nominales de los aparatos y equipos que se encuentren en el lugar; algunos tenían pero otros no, incluso hubo motores eléctricos con la placa deteriorada imposible de leerla. Para completar la información se tuvo que recurrir a catálogos e información técnica característica de los equipos en Internet.

2.3.1 CARGA INSTALADA

La carga eléctrica es la potencia eléctrica nominal que requiere o proporciona cualquier artefacto o equipo eléctrico a un funcionamiento normal y con una temperatura adecuada.

La carga instalada representa un parámetro energético importante para el ahorro en los diagnósticos industriales donde se encuentra maquinaria de gran potencia como los hornos eléctricos industriales. Debido a las pérdidas todos los equipos absorben una cierta potencia, este es el caso de los UPS en donde la potencia nominal es de pérdidas que no debe ser confundida con la potencia total que pueden manejar para el respaldo de las computadoras.

La carga instalada se la expresa en vatios (W) pero de forma habitual se da en voltamperios (VA) o inclusive en datos de corriente en amperios (A) o voltios (V) teniendo que multiplicar por el factor de potencia, dependiendo de la clase de equipo y en el caso de que la placa no traiga inscrito el valor del factor de potencia se puede asumir.

2.3.2 LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y LAS HORAS DE USO

La energía eléctrica es la forma de energía más versátil que el ser humano tiene a su disposición. La facilidad del transporte y la eficacia para proporcionar los

trabajos, hace que sea utilizada en la mayoría de servicios de iluminación, ofimática, ventilación, calefacción y otros servicios modernos de gran utilidad.

La denominación más conocida para la energía eléctrica es el consumo, este se mide en kilovatios-hora (kWh), y es el resultado de multiplicar la potencia de trabajo y pérdidas por el número de horas que opera el equipo eléctrico. La alteración de estos dos últimos parámetros son los elementos claves que se usan para disminuir el consumo.

Las horas uso son un tiempo promedio usando aprovechamiento de los equipos, se lo puede encontrar mediante la observación del desenvolvimiento de las personas y los procesos. Una ventaja de encontrarlos es que facilitan la obtención del consumo, desechando la obtención de otros medios que en ciertos casos pueden conllevar a gasto de tiempo y dinero.

2.3.2.1 Estimación y aplicación de las horas uso al caso de estudio

Las horas uso de las luminarias fluorescentes del edificio varían de acuerdo a la permanencia de los funcionarios dentro de las oficinas y de la necesidad de un servicio específico. Muchas de las personas no apagan las luces cuando salen de la oficina al almuerzo y se olvidan prendidas cuando termina la jornada, por las continuas variaciones que pudieran ocurrir se estimó un valor promedio de 8 horas diarias. Un caso de necesidad se presenta en el Despacho de Distribución en donde por la baja luminosidad natural y la continua información que se maneja, se tienen algunas luminarias que pasan encendidas las 24 horas del día.

Las computadoras son los equipos más relacionados con el trabajo de las oficinas durante la jornada laboral, se estimó unas 6 horas para tener en cuenta los tiempos en que los funcionarios realizan otras diligencias o salen del edificio.

Las horas uso del resto de equipos se cuantificaron por el tiempo de proceso en el servicio final que entregan. Un ejemplo es el de las copiadoras donde se tiene que averiguar el número de hojas fotocopiadas por día.

Varios equipos consumen una mayor energía cuando están en modo de espera que cuando están desempeñando el servicio normal, estos consumos también fueron considerados.

2.3.3 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El cálculo y análisis de consumos y demandas en los diagnósticos energéticos tiene que ser organizado mediante tablas que recojan la información general y específica de las cargas, la ubicación, la aplicación y los horarios de trabajo. En el sector comercial que comprende edificios públicos y privados, ya que la carga es bastante parecida, no se necesita mucho detalle, basta con realizar formatos de fácil visualización con las potencias, las horas uso y los consumos proyectados.

La tabla No 2.2 muestra el formato que se empleó para recoger toda la información.

Tabla No 2. 2 Formato para el levantamiento de carga

Área						
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga Total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
		Carga instalada total (kW)		Consumo total (kWh)		

El consumo diario podrá encontrar la primera estimación del gasto energético en días laborables. El análisis de las mediciones de los consumos en fines de

semana despejarán las incertidumbres por el consumo de una mínima carga aleatoria que pueda estar conectada incidiendo en el consumo mensual.

Se recorrieron todos los alrededores buscando cualquier equipo que consuma energía eléctrica, se registró la potencia nominal y las horas uso para obtener el consumo mensual y diario por pisos que se muestra en el anexo B.

En el transcurso del levantamiento de la información se encontró que el Centro de Cómputo y los motores de servicios generales, hacia falta realizar mediciones eléctricas para precisar los consumos.

2.3.4 DESGLOSE DE CARGA POR GRUPOS DE EQUIPOS

El desglose de carga tiene como propósito escoger y ordenar las diferentes clases de equipos y artefactos que se encuentren en el edificio según el servicio o uso final energético que presten, de esta manera se encontrará los valores más importantes de demanda o consumo que signifiquen los mayores gastos económicos.

El nivel de participación de los usos finales en todos los sectores varía considerablemente, la iluminación por ejemplo tiene mucha relevancia en el sector comercial. La clasificación de los usos finales podrá demostrar que cantidad de potencia instalada de una carga determinada incide en el comportamiento del transformador y de la instalación eléctrica.

La carga eléctrica y sus correspondientes grupos de equipos son presentados en la figura No 2.2.

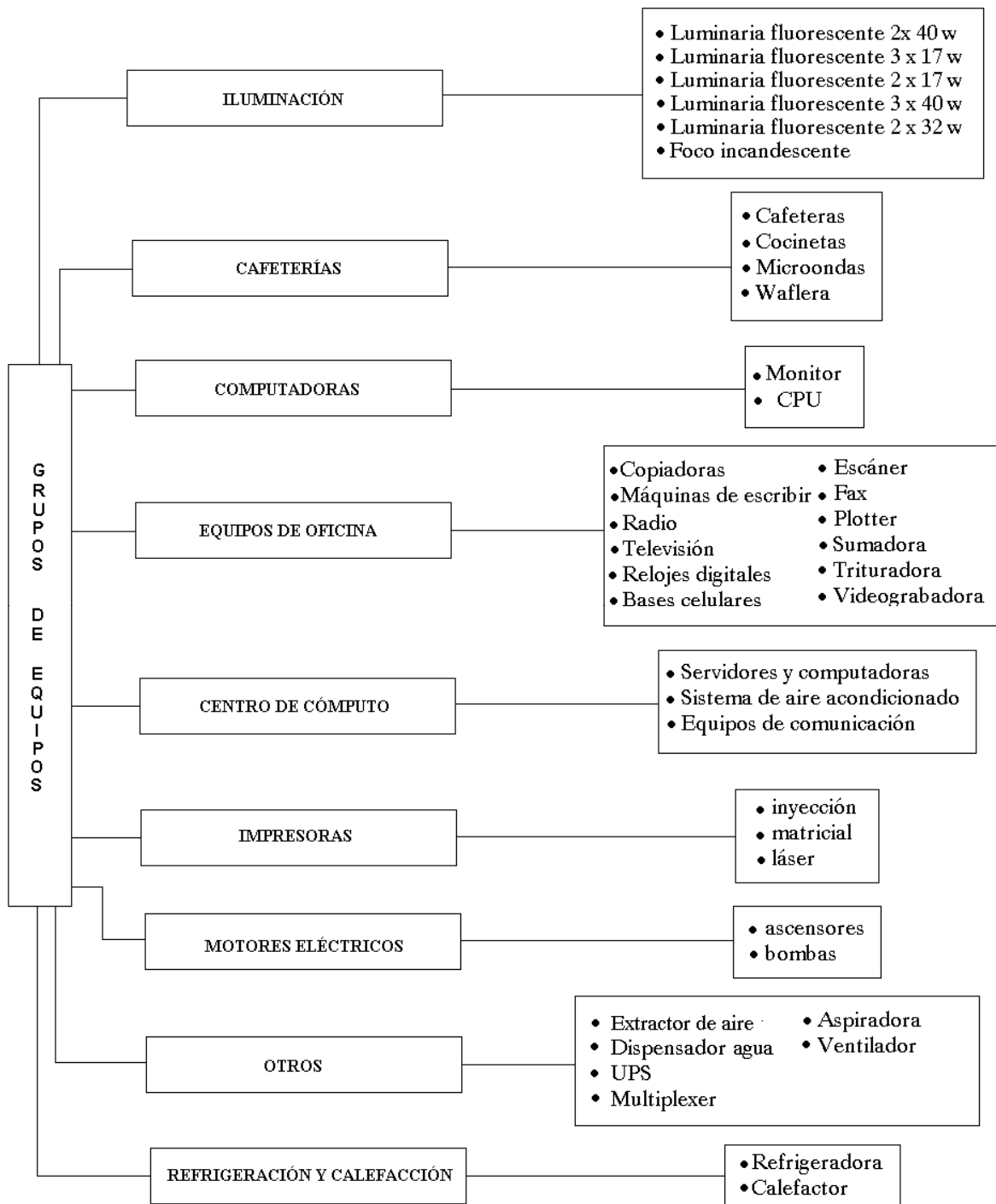


Figura No 2. 2 Clasificación por grupos de equipos

2.3.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS INSTALADAS POR SECTORES DE CONSUMO

La tabla No 2.3 muestra el valor de las cargas instaladas de los diferentes grupos de equipos.

Tabla No 2. 3 Distribución de la carga instalada del edificio

No	GRUPO DE EQUIPO	CARGA INSTALADA (kW)
1	Iluminación	102,2
2	Cafeterías	64,9
3	Computadoras	53,7
4	Centro de cómputo	43,6
5	Equipos de Oficina	34,6
6	Impresoras	30,3
7	Motores eléctricos	15,3
8	Otros	11,2
9	Refrigeración y calefacción	3,8
	CARGA TOTAL INSTALADA (kW)	359,6

La carga se ha ordenado de mayor a menor participación. Es evidente que la iluminación ocupa el primer lugar debido a la gran cantidad de luminarias ineficientes; algunas de las cuales tienen 30 años de vida, a lo largo de ese tiempo las lámparas quemadas se han ido sustituyendo por lámparas de las mismas características sin tomar en cuenta su eficiencia. Los accesorios adicionales como balastos generan más pérdidas por sus bobinados.

2.3.5.1 Porcentajes y análisis de la distribución de carga instalada del edificio

La figura No 2.3 presenta la participación porcentual de carga instalada del edificio.

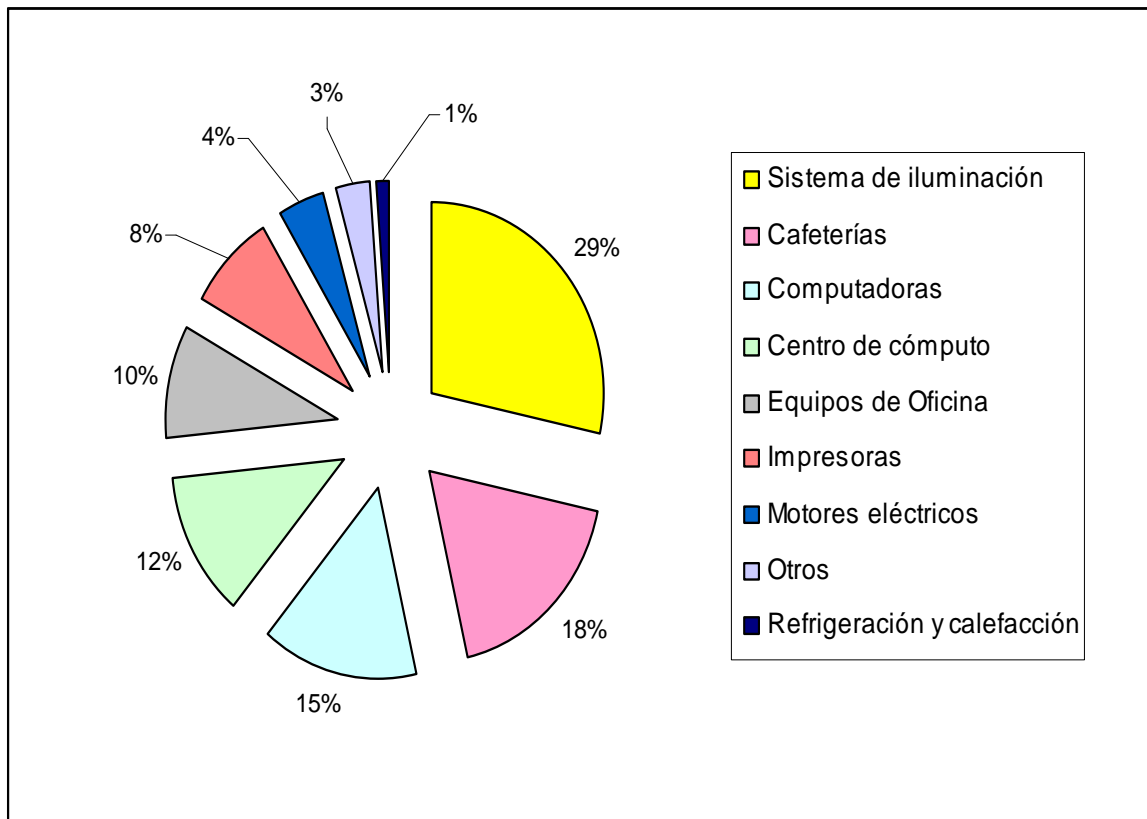


Figura No 2. 3 Participación porcentual de la carga instalada del edificio

Los equipos correspondientes a cafeterías, con un 18%, se posicionan en el segundo lugar, debido a que la obtención de calor por electricidad no es un proceso eficiente.

Se observa que las computadoras y el centro de cómputo ocupan el tercer y cuarto lugar, respectivamente. Las computadoras por ser el equipo indispensable en los trabajos que efectúan los funcionarios y el centro de cómputo por ser un sistema que posee varios servidores y un aire acondicionado destinado a enfriar el lugar donde las máquinas informáticas se encuentran.

Los equipos de oficina e impresoras tienen porcentajes similares y si se los considera como equipos electrónicos ambos suman un 18% de aporte al valor total. Los motores eléctricos y los equipos eléctricos restantes no tienen mayor incidencia pero también se debe verificar su consumo.

2.3.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

En esta fase se obtienen las características básicas de voltaje, corriente, frecuencia, potencia, entre otros, del transformador principal, los motores eléctricos y los equipos de respaldo que estén activos. Con breves comentarios se aclaran las condiciones físicas en que se encuentran y la forma como están operando.

El principal objetivo de especificar las características consiste en buscar las variables energéticas de fábrica que ayuden a obtener las eficiencias actuales y puedan encaminar a encontrar las mejores soluciones de ahorro de energía que sean rentables.

2.3.6.1 Transformador de distribución

El transformador se encuentra en una cámara de transformación interior, de superficie, ubicada en el extremo nororiente del edificio, este lugar no tiene suficientes seguridades para las personas, pues se tiene un espacio físico reducido para el ingreso de personas y distancias muy pequeñas entre la carcasa del transformador y las celdas de media y baja tensión. Los datos de placa son visibles desde la entrada principal por lo que no se corre mayor riesgo, mas si se debe ejecutar otra acción que involucre contacto con las partes activas y pasivas, los riesgos son grandes. El transformador es trifásico bañado en aceite. La tabla No 2.4 muestra sus características eléctricas principales.

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN	
Marca	Inatra
No Fases	3
Capacidad	250 KVA
Tensión nominal primaria	6.3 kV
Tensión nominal secundaria	210/121 V
Grupo de conexión	DY-5
Frecuencia	60 Hz
Enfriamiento	ONAN

Tabla No 2. 4 Características principales del transformador de distribución

2.3.6.2 Grupo electrógeno

El grupo electrógeno está localizado al fondo del garaje, se halla dentro de una caseta metálica. Consiste de un motor de combustión interna que usa diesel como combustible. Sus partes mecánicas y eléctricas están bien conservadas. La tabla No 2.5 muestra sus características principales.

GRUPO ELECTRÓGENO	
Marca	Perkins
Tipo	Trifásico
Capacidad	55 KVA
Factor de Potencia	0.8
Voltaje nominal	220 V
Frecuencia	60 Hz
rev/min	1800
Temp Ambiente	40°C

Tabla No 2. 5 Características principales del grupo electrógeno

2.3.6.3 Motores eléctricos de servicios generales

En el subsuelo se encuentran dos motores eléctricos de inducción que se usan para el bombeo y succión de agua. Los otros dos se encuentran en una cabina ubicada en la terraza donde también está el conjunto mecánico y el tablero que contiene los circuitos de control de arranque, frenado e inversión de las máquinas. Los motores activos y de mayor importancia son presentados en la tabla No 2.6.

Identificación	Marca	Modelo	Potencia (hp)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (rev/min)
1.Ascensor entrada	Schindler	179940 Class B	4.5	220Δ/380Y	17.3 / 10.0	1200
2.Ascensor fondo	Schindler	179940 Class B	4.5	220Δ/380Y	17.3 / 10.0	1200
3.Bomba agua residual	Baldor	JMM331 Class B	10	208/460	27 / 12.5	3450
5.Bomba agua	General Electric	5KC39R Class J	1.5	115/230V	12 / 6.0	3450
6.Motor del compresor del aire acondicionado	Liebert	CSF083-P	0.75	208/230	4.8	-

Tabla No 2. 6 Motores eléctricos principales del edificio

Básicamente son motores de pequeñas potencias, el tercer motor tiene la mayor potencia pero es del tipo eficiente. Las bombas y el motor del compresor funcionan por períodos de tiempo específicos pero no cuentan con un cable de conexión a tierra. Los motores de los ascensores comienzan a recalentarse cuando trabajan continuamente.

2.4 CARGOS TARIFARIOS Y ANTECEDENTES DE LOS REGISTROS DE CONSUMO Y DEMANDA

Los cargos tarifarios son los cobros por energía y demanda que tiene la instalación o usuario. Las metas para que los ahorros de energía consigan la aceptación personas en el sector residencial y comercial; se vinculan estrechamente con tarifas reales sin subsidios que muestren los verdaderos costos de producción, transmisión y distribución de la energía.

Los registros históricos son importantes porque recogen la cronología de los consumos energéticos que tiene el usuario. Una amplia información afina conocer los sucesos que incurren en el aumento o reducción de energía. Se debe tener una cierta selectividad en la información cuando se tenga que comparar con los consumos estimados de los otros métodos, para de esta forma no distorsionar el balance energético total.

2.4.1 PLIEGO TARIFARIO

La Empresa Eléctrica Quito establece el pliego tarifario para usuarios residenciales, comerciales, industriales e entidades privadas y públicas. La tarifa correspondiente para este tipo de edificios públicos es la denominada tarifa en media tensión con registrador de demanda horaria. Los cargos correspondientes a esta tarifa se presentan en el anexo C.

2.4.1.1 Análisis de los cobros por energía y demanda

La Empresa Eléctrica Quito al ser la distribuidora de energía eléctrica, no destina un capital para pagar los consumos de sus instalaciones, solamente se contabilizan y se tienen como auto-consumos necesarios para la operación de la empresa.

Muchos tipos de usuarios en edificios públicos y privados se sujetan a las mismas tarifas que tienen los edificios de la empresa, los cambios a tarifas que involucren menos gasto depende de la organización, la acogida de los trabajadores y la decisión de los funcionarios principales.

En cuanto al análisis del pliego tarifario se tienen dos cargos por energía. El período que corresponde al edificio va desde las 7h00 hasta las 22h00 con un cargo por energía de 0.058 \$/kWh.

EL cobro por demanda depende de si se tiene o no un equipo registrador de demanda, en el caso del edificio si lo tiene por lo que la demanda solicitada para el cobro será la mayor del mes que nunca será menor hasta el 60% de la demanda máxima ocurrida hace un año. El cargo por demanda tiene un valor de 4.129 \$/(kW-mes).

En el cobro por demanda trata de disminuir el rubro por gasto de demanda beneficiando a los dos lados de la red eléctrica. En una parte el usuario tiene que pagar una menor factura y por otra el suministrador alivia la saturación y las pérdidas de la red en horas pico.

Si se tiene la medición en baja tensión, se recarga un 2% del monto total por energía y demanda como consecuencia de las pérdidas que puede tener el transformador. Otros usuarios como medida de ahorro podrían pedir la medición en media tensión y, en lugar de este recargo, tener la medición real de las pérdidas, en el caso particular de los edificios y centros de trabajo de la empresa se deben enfocar en la reducción de pérdidas de los transformadores.

2.4.1.2 Cargos por bajo factor de potencia

La penalización por bajo factor de potencia se da cuando se tiene un valor promedio menor que 0,92 y el recargo será contabilizado como la fracción entre este valor y el valor promedio medido.

La ecuación 1 permite calcular los costos efectivos mensuales que se tuviera que pagar si se fuera un usuario común, se incluyen los costos por transformación y el recargo de factor de potencia según sea el caso.

$$\text{Cobro efectivo mensual (\$)} = \left(\text{kWh} \times 0.058 \left(\frac{\$}{\text{kWh}} \right) + \text{kW} \times 4.129 \left(\frac{\$}{\text{kW}} \right) \times \text{FC} \right) * 1.02 * \left(\frac{0.92}{\text{fp}} \right)$$

Ecuación 1

Donde:

kWh = Energía mensual.

kW = Demanda máxima registrada.

FC = Factor de corrección (Demanda abonado horas pico / Demanda abonado mes)

fp = factor de potencia.

2.4.2 REGISTRO HISTÓRICOS DE CONSUMO Y DEMANDA

Se obtuvieron los registros históricos de los consumos con ayuda del Departamento de Control de Clientes, sólo se llevan antecedentes del consumo de energía, mas no se ha anotado los registros de demanda. Es conveniente llevar registros de demanda porque permiten evaluar la capacidad en potencia de la instalación y en el futuro ayudan a constatar las reducciones de la carga conforme se establezcan las medidas de ahorro.

Muchos de los registros mensuales recogidos han sido ajustados o cambiados por trámites entre dependencias, así solo se decidió extraer los datos que fueron tomados y ratificados en forma directa. El anexo D contiene los registros históricos de los suministros que tiene el edificio matriz.

La tabla No 2.7 resume los consumos históricos para cinco meses representativos.

2004/2005	Días contabilizados	Consumo histórico (kWh)	Consumo promedio diario (kWh)
Diciembre	27	30710	1137
Enero	29	32330	1115
Febrero	34	31510	927
Marzo	26	33480	1288
Abril	31	32250	1040
TOTAL	147	160280	

Tabla No 2. 7 Registros históricos del Edificio “Las Casas”

Los consumos sobrepasan los 30.000 kWh y no varían drásticamente, el mes de Marzo tiene el mayor consumo pero ocurre ocasionalmente. Si se divide el consumo histórico total para los días contabilizados totales se obtiene el consumo promedio diario cuyo valor es de 1090 kWh/día, si se multiplica por los días promedios al mes (30.4 días) se obtiene el consumo mensual promedio con un valor de 33.136 kWh/mes.

Los consumos de los meses siguientes pueden no ser útiles ya que se comenzó a ahorrar energía con el simple apagado de luces y con la disminución de lámparas de algunas luminarias. El uso racional de la energía es un camino eficaz hacia disminuir los consumos, pero no se debe sacrificar la iluminación requerida sino de mejorarla con menores consumos de energía.

2.5 MEDICIONES ELÉCTRICAS

Las mediciones eléctricas tienen el objetivo de encontrar las variables eléctricas de potencia, voltaje, corriente, factor de potencia, de cualquier parte de la instalación eléctrica para su respectivo análisis. Su uso en los diagnósticos energéticos tiene mucha importancia, especialmente cuando se desconocen los consumos de cargas variables ó cuando se requiere constatar el consumo total que se está recibiendo. Unas mediciones bien hechas demostrarán que la

distribución y forma como se emplea la energía corresponden al funcionamiento actual que tiene la instalación.

2.5.1 MEDICIONES PUNTUALES

Como su nombre lo indica son breves mediciones que consisten en la toma de varios valores instantáneos de las variables eléctricas en equipos y partes delimitadas del objeto de estudio. Los valores son promediados para obtener el valor estimado y con esto compararlo con el valor óptimo dictado por normas. Como ejemplo de este tipo de medición es medir el nivel de iluminación de una habitación en donde el valor estimado es el promedio de los valores tomados en varios puntos de la habitación. No es recomendable utilizar este tipo de mediciones cuando se tenga dudas de las horas de mayor demanda o desempeño energético de sitios y equipos ó cuando las cargas varíen constantemente.

2.5.2 MEDICIONES TEMPORALES

Las mediciones temporales se realizan con equipos que capturan y almacenan las variables eléctricas durante un tiempo predefinido, se la puede recoger mediante un computador portátil para su posterior análisis. Son necesarias en la contabilización de los consumos desconocidos o en la falta de precisión de los equipos utilizados en las mediciones concisas.

2.5.3 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS Y VARIABLES ELÉCTRICAS.

A continuación se enuncia los conceptos básicos de los principales parámetros y variables eléctricas que se encuentra en las mediciones y que sirven para referirse en el desarrollo del diagnóstico energético.

2.5.3.1 Demanda eléctrica

La demanda eléctrica de un equipo o instalación es la energía recibida promediada sobre un intervalo de tiempo definido. Matemáticamente se expresa mediante la ecuación 2.

$$D = \frac{\text{kWh}}{\Delta t} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

kWh : es la energía consumida en el intervalo

Δt : es el intervalo específico ó intervalo de demanda, puede ser cualquier intervalo pero por lo común es de 15 minutos.

2.5.3.2 Demanda máxima

Es la mayor de las demandas que ocurrió sobre el período de tiempo en que se hizo la medición. El período usual para facturación es de un mes.

2.5.3.3 Corriente eléctrica

Es el flujo ordenado de electrones, la corriente puede ser alterna o continua dependiendo de la trayectoria que marque su circulación.

2.5.3.4 Intensidad de corriente eléctrica

Es el total de electrones que pasa por una sección sobre la unidad de tiempo. Su unidad es el amperio (A).

2.5.3.5 Voltaje o tensión eléctrica

Es el trabajo necesario para trasladar la carga de un punto a otro. Como analogía hidráulica se entiende como una presión que mueve un fluido.

2.5.3.6 Potencia eléctrica instantánea

Mide la tasa de transferencia de la energía. Se la encuentra como el producto de intensidad y voltaje en milésimas de segundo.

2.5.3.7 Potencia activa (P)

Es la potencia nominal que produce trabajo efectivo. Su unidad es el kilovatio (kW).

2.5.3.8 Potencia reactiva (Q)

Es la potencia que no produce trabajo útil mas es necesaria para la operación de los equipos. Su unidad es el kilovoltamperio-reactivo (kvar).

2.5.3.9 Potencia total o aparente (S)

Es la composición de la potencia activa y reactiva. Se la obtiene mediante el producto de la intensidad eléctrica y la tensión independiente del ángulo de fase. Su unidad el kilo-voltamperio (kVA).

2.5.3.10 Factor de potencia (fp)

El factor de potencia está relacionado con el ángulo de fase entre el voltaje y la intensidad. Mide el grado o porcentaje de la potencia total que produce trabajo efectivo. Una relación para calcularla se escribe como:

$$fp = \left(\frac{P}{S} \right) \quad \text{Ecuación 3}$$

2.5.4 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS EN LOS DIAGNÓSTICOS ELÉCTRICOS

El continuo avance ha dado auge para que surjan muchos equipos de medición electrónicos y digitales compactos que tienen muchas mejoras y funciones entre las cuales están la visualización en tiempo real de las variables eléctricas y la comunicación efectiva y rápida con los dispositivos informáticos.

Dependiendo del caso de estudio o el tipo de artefactos y máquinas que se tenga en el lugar del diagnóstico, se deben designar los equipos de medición ideales que se ajusten a captar las variables desconocidas. Muchos de los equipos son costosos por los que las mediciones deben ser efectuadas por equipos comunes a un buen juicio y forma del auditor energético. El buen estado y precisión de los instrumentos deberán garantizar unas mediciones confiables.

2.5.4.1 Amperímetro

Es muy utilizado para determinar las intensidades que circulan por los conductores y cables, es recomendable adquirir uno que posee la característica de verdadero valor eficaz (true rms value) porque se detectan las corrientes exactas especialmente cuando las ondas de voltaje o corriente están deformadas.

Si bien los amperímetros comunes son económicos no podrán distinguir estas intensidades y habrá una falta de precisión.

2.5.4.2 Multímetro

Es un equipo multifuncional que mide varias variables eléctricas. Los modelos de vanguardia son costosos pero incluyen la simulación gráfica de las ondas eléctricas y los parámetros de la calidad de la energía eléctrica.

2.5.4.3 Analizador de redes

Es el equipo ideal para desarrollar mediciones temporales de casi todas las variables y parámetros eléctricos que más tarde serán analizados en un programa computacional. Posee un sistema de adquisición de datos y una memoria donde almacena toda la información, algunos modelos tienen registros de eventos de corta duración con la hora y fecha de ocurrencia.

2.5.4.4 Cámara termográfica

Es un equipo parecido a las filmadoras que mide la radiación infrarroja de los cuerpos emisores de calor, rápidamente puede encontrar los puntos calientes de interruptores, disyuntores, conductores, aisladores, transformadores con lo que se puede deducir los problemas que acarrea la elevación de la temperatura manifestada en pérdidas tal como la sobrecarga, las conexiones flojas o la degradación de los aislamientos.

2.5.4.5 Luxómetro

Es un dispositivo que mide el nivel de iluminación de un lugar mediante una fotocélula que transforma la energía lumínica en energía eléctrica.

2.5.5 ESTABLECIMIENTO DE LAS MEDICIONES

Las mediciones se establecen en un tiempo determinado encontrando las áreas estratégicas de consumo desconocidas. Como primer paso se elabora el cronograma de mediciones con el conocimiento de las características de los instrumentos de medición a utilizarse.

Para las mediciones efectuadas se utilizaron varios analizadores de redes. En una primera etapa se instaló un analizador en la cámara de transformación. En una segunda etapa para encontrar los consumos de ciertas áreas tales como el Centro de Cómputo y los motores, la oficina de Pérdidas Técnicas ayudó en la colocación de varios analizadores más, uno de los cuales se instaló en la cámara de transformación con el fin de constatar el consumo general.

2.5.5.1 Características de los instrumentos de medición

La tabla No 2.8 muestra las características generales de los analizadores eléctricos utilizados en el diagnóstico energético.

<u>Tabla No 2. 8 Analizadores de redes utilizados en el diagnóstico energético</u>			
EQUIPO	QNA-412	MEMOBOX 300	POWERSIGHT
MARCA	CIRCUTOR	LEM NORMA	SUMMIT
FABRICACIÓN	Española	Austriaca	Estadounidense
PRECISIÓN			
Tensión:	0.1	0.1	0.1
Corriente:	0.1	0.5	0.1
Potencia:	0.2	0.3	0.1
TIEMPO DE CÁLCULO	Menor 1 s	8.3 ms	8 us
IMPEDANCIA Ω	0.64	0.48	-
MÉTODO DE MEDICIÓN	IEC 61000-4-30	IEC 61000-4-30	ANSI/IEEE

Los equipos son especializados en la obtención de los parámetros de la calidad de la energía eléctrica que se analizará más adelante. La clase de precisión denota el porcentaje de desviación sobre la variable eléctrica que tiene el equipo a causa de los consumos internos, estos son bajos y no influirán mayormente en la validez de la información.

2.6 CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA

La caracterización de la carga consiste en obtener valores adimensionales que den una breve referencia de la forma como la carga eléctrica se usa en los equipos e instalaciones del sistema eléctrico del usuario.

2.6.1 EL FACTOR DE CARGA

El factor de carga se define como la relación entre la demanda media sobre la demanda máxima. Por lo general los factores bajos corresponden a equipos o instalaciones que utilizan su capacidad por algún poco tiempo de su periodo total de uso. Se puede obtener mediante la ecuación 4:

$$Fca = \frac{E_{\text{PERÍODO}}}{h_{\text{PERÍODO}} * D_{\text{máx}}_{\text{PERÍODO}}} = \frac{D_{\text{media}}}{D_{\text{máx}}_{\text{PERÍODO}}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

E: energía total.

h: horas totales.

Dmáx: Demanda máxima.

El período puede ser de un año, un mes o un día.

2.6.2 EL FACTOR DE DEMANDA

Este factor se define como la relación entre la demanda de un sistema eléctrico sobre la carga total conectada del mismo sistema. Mide la posibilidad de que un sistema o la carga de unos equipos en particular sean conectados al mismo tiempo. Se puede obtener por medio de la ecuación 5.

$$Fd = \frac{D_{\text{máx}}_{\text{PERÍODO}}}{P_{\text{nom}}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

P nom: potencia o carga total conectada.

En un centro de transformación entre menor sea el factor se puede concluir que la carga conectada podría servirse con un transformador de menor capacidad.

2.7 ESTUDIO E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

A continuación se describe los consumos y la descripción de los parámetros y factores de carga más relevantes obtenidos de las mediciones eléctricas.

2.7.1 ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE DEMANDA.

La conexión y desconexión de carga varían continuamente la demanda eléctrica, los efectos temporales o las condiciones circunstanciales también la afectan. Sería aprovechable analizar las curvas de demandas anuales, mas en el sector público de edificios con oficinas no es práctico ya que el comportamiento de la demanda no cambia drásticamente.

Se ha hecho un análisis de demanda semanal y uno típico diario, el primero con la finalidad de constatar la similitud de las curvas dentro de los días laborables y el segundo para profundizar los hechos cotidianos diarios que modifican este parámetro.

2.7.2 CONSUMO MENSUAL Y PERFIL DE DEMANDA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La tabla No 2.9 muestra los consumos obtenidos, el total de días contabilizados, el consumo promedio diario y el consumo promedio mensual de las mediciones realizadas.

<u>Tabla No 2. 9 Total de consumos obtenidos de las mediciones</u>				
# Medición	Consumo Obtenido (kWh)	Días contabilizados	Consumo promedio diario (kWh/día)	Consumo promedio mensual (kWh/mes)
1^{ra} etapa	10132.7	8	1266.6	38504.6
2^{da} etapa	8410.8	7	1201.5	36525.6

Los consumos para días hábiles y no hábiles serán presentados más adelante. La figura No 2.4 muestra la variación de la demanda en una semana típica.

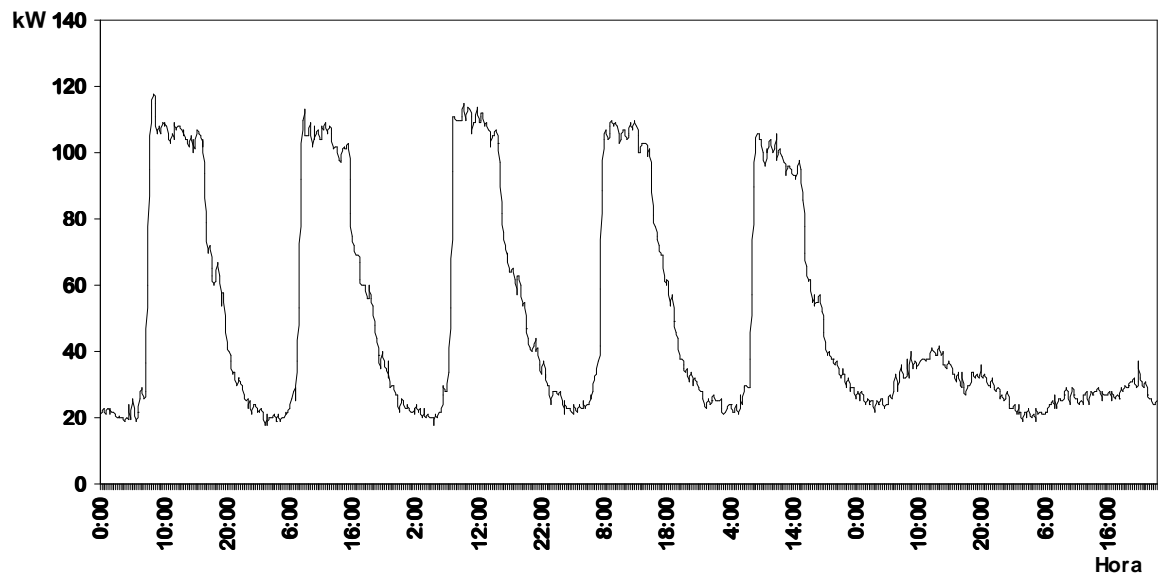


Figura No 2. 4 Perfil de demanda semanal en el centro de transformación

Se observa que las curvas de demanda para los cinco días laborables son muy parecidas, entre tanto que los días sábado y domingo disminuyen considerablemente. Al iniciar la mañana la demanda crece súbitamente hasta que llega la tarde y desciende lentamente por el tiempo en que la limpieza de las oficinas se efectúa. En la cresta se nota unas súbitas variaciones que se deben a los procesos que se realizan internamente, especialmente en el uso de los ascensores.

La demanda máxima y su variación diaria más detallada se muestran en la figura No 2.5.



Figura No 2. 5 Perfil de demanda diaria en el centro de transformación

En esta curva después de las 7:00 am existe un pico sobresaliente de carga que puede deberse al encendido coincidente de las luminarias, computadoras y cafeteras, mientras que en la tarde hay unos pequeños picos que se deben al arranque de los motores eléctricos de los equipos de limpieza. Un notorio caso es ver que la demanda a altas horas de la noche no regresa a la demanda inicial con la que inició tal vez porque muchos equipos eléctricos quedaron en modo de espera o incluso quedaron prendidos. En una o dos oficinas del cuarto y sexto piso se constató que las computadoras permanecen encendidas todo el día debido a que la pantalla entra en modo de espera aparentando de que el sistema está apagado, lo que no es cierto porque el CPU está prendido dificultando que el personal de mantenimiento se fije en apagarlos.

2.7.2.1 Resumen y caracterización de la carga

En el diagnóstico energético a más de ver la forma en que la demanda se comporta dentro de un período, es necesario cuantificar los valores energéticos para consolidar los gastos totales. Los valores se constituyen en una base con la que se deben enfrentar las medidas para generar ahorros.

La tabla No 2.10 muestra el consumo, la demanda, y las características de la carga de los períodos más representativos.

<u>Tabla No 2. 10 Resumen del consumo y demanda del centro de transformación</u>						
PERIODO (días)	DEMANDA MÁXIMA (kW)	DEMANDA PROMEDIO (kW)	HORAS USO (h)	CONSUMO (kWh)	Fca	Fd
Semana típica	120	50	168	8410.8	0.41	0.36
Día laborable típico (demanda máxima)	120	60.7	24	1458.1	0.50	0.36
Día sábado típico	42	30.9	24	742	0.73	
Día domingo típico	37	25.2	24	606.1	0.68	

Con esto se puede constatar que para días feriados existe un consumo aproximado de más del 40% del consumo de un día laborable típico. Sobre los factores de carga se ve que son menores en días laborables ya que la demanda máxima sostenida se aleja mucho de la demanda media, mientras que en los días feriados coinciden cercanamente. El factor de demanda permite concluir que la demanda máxima podría ser satisfecha por un transformador de menor capacidad.

2.7.3 CONSUMOS Y DEMANDAS DEL CENTRO DE CÓMPUTO

En la actualidad está en funcionamiento un nuevo centro que reemplazó a computadoras de antigua generación, posee un entorno físico especial en el que se incluyen, iluminación eficiente con lámparas T8, control de acceso y seguridad contra incendios y un buen aislamiento en las paredes exteriores.

La recepción, preparación y envío de información involucran consumos de energía fluctuantes, por esta razón se planificó mediciones tanto para los servidores como para el sistema de aire acondicionado. Es el único lugar que tiene un subtablero con monitorización de variables eléctricas instantáneas.

2.7.3.1 Consumos y demandas de los servidores

La figura No 2.6 muestra el perfil de demanda de los servidores integrada en un intervalo de 15 minutos.

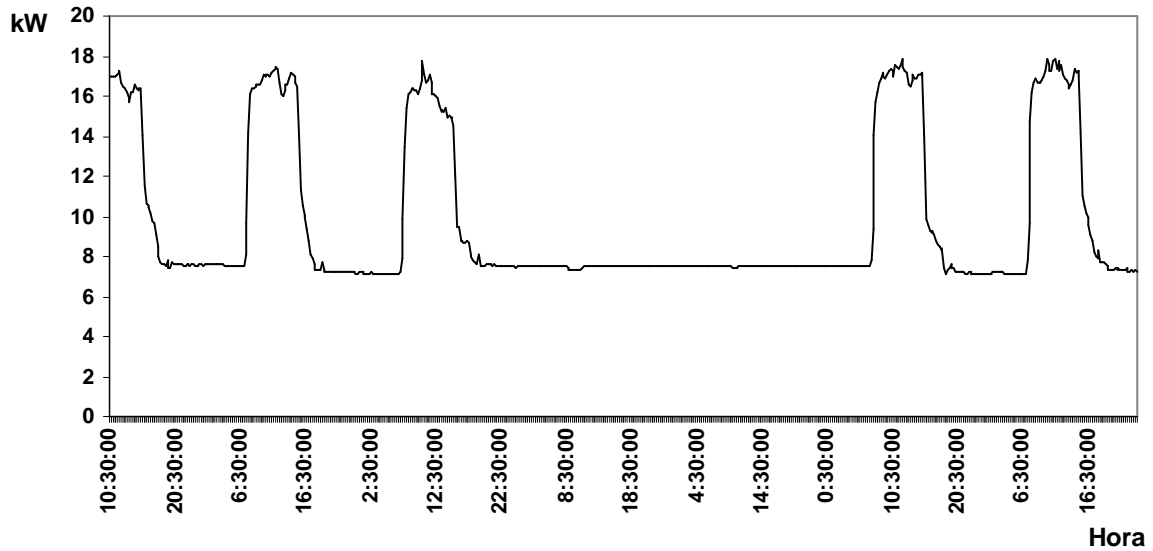


Figura No 2. 6 Perfil de demanda semanal del área de servidores

En este caso se puede observar un ascenso y descenso de la demanda perpendicular antes de las ocho de la mañana y después de las tres y media de la tarde respectivamente, este lapso es donde la mayoría de funcionarios y agencias intercambian y manejan información. La demanda lineal intermedia constante corresponde a los fines de semana.

La tabla No 2.11 muestra el resumen representativo de consumo y demanda de esta área.

<u>Tabla No 2. 11 Resumen del consumo y demanda del área de servidores</u>				
PERIODO (días)	DEMANDA MÁXIMA (kW)	DEMANDA PROMEDIO (kW)	HORAS USO (h)	CONSUMO (kWh)
Semana típica	17.8	9	168	1535
Día laborable típico (máxima demanda)	17.8	10	24	247.9
Día sábado típico	7.5	7.5	24	179
Día domingo típico	7.5	7.5	24	179

2.7.3.2 Consumos y demandas del aire acondicionado

La figura No 2.7 muestra el perfil de demanda del aire acondicionado.

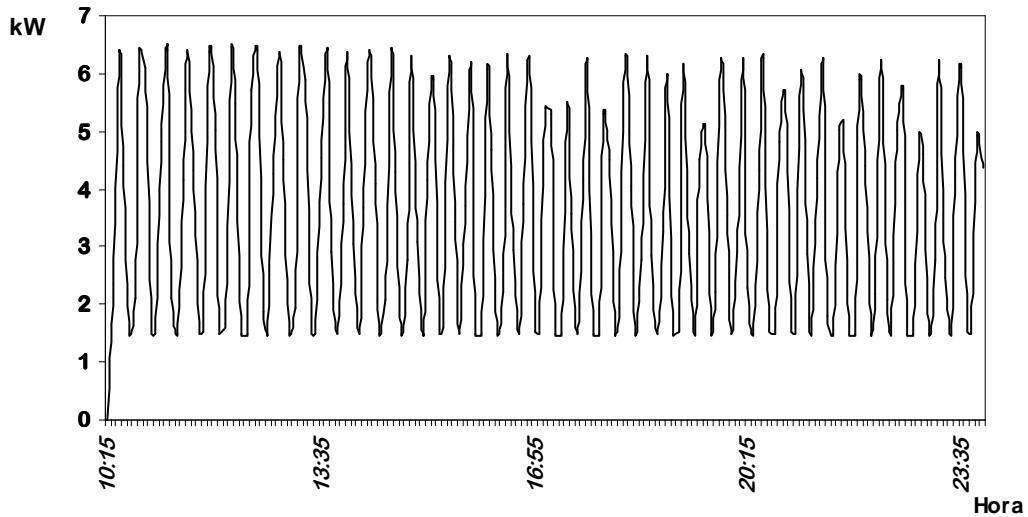


Figura No 2. 7 Perfil de demanda del aire acondicionado

El perfil corresponde a un cierto período de un día hábil, se repite de igual manera para los demás períodos y todos los días de la semana incluidos el sábado y el domingo. Se observa que la demanda a ciclos iguales cambia rápidamente de un límite inferior a superior y viceversa debido a que la alimentación del compresor incorpora un temporizador que conecta y desconecta automáticamente el sistema a tiempos determinados. Se puede dar cuenta que en la tarde los picos se reducen porque la carga térmica de los procesos se reduce.

La tabla No 2.12 muestra los índices representativos de consumo y demanda de esta área.

<u>Tabla No 2. 12 Resumen del consumo y demanda del aire acondicionado</u>				
PERIODO (días)	DEMANDA MÁXIMA (kW)	DEMANDA PROMEDIO (kW)	HORAS USO (h)	CONSUMO (kWh)
Semana típica	6.4	3.1	168	537
Día laborable típico (máxima demanda)	6.4	3.4	24	83
Día sábado típico	6.3	3.4	24	82
Día domingo típico	6.3	3.4	24	82

Definitivamente los consumos y demanda máxima para días hábiles y no hábiles son similares, esto se produce por el funcionamiento mecánico de la programación del temporizador que arranca a plena carga el compresor dentro intervalos predeterminados.

2.7.4 CONSUMOS Y DEMANDAS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

La carga eléctrica de los motores eléctricos no supera el 5% del valor total, los análisis selectivos de demanda se realizan cuando se tiene una gran cantidad de motores eléctricos tal como en las fábricas. La tabla No 2.13 muestra el resumen representativo de los consumos eléctricos de los motores eléctricos del Edificio “Las Casas”.

<u>Tabla No 2. 13 Resumen del consumo y demanda de los motores eléctricos</u>					
		Semana típica		Día sábado típico	Día domingo típico
IDENTIFICACIÓN	MARCA	HORAS USO (h)	CONSUMO (kWh)	CONSUMO (kWh)	CONSUMO (kWh)
1.Ascensor entrada	Schindler	81	96	5.1	2.3
2.Ascensor fondo	Schindler	66	80	3.2	2.7
3.Bomba agua residual	Baldor	78	447	23.9	21.6
5.Bomba agua	General Electric	22	15	1.8	1.7
		TOTAL (kWh)	638	34	28.3

El tercer motor tiene el mayor gasto de energía con un 70% del total de consumo. Los consumos de los ascensores son bastante parecidos.

2.8 RESUMEN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DEL EDIFICIO “Las Casas”

El amplio rango de servicios que brinda la energía eléctrica en los hogares y oficinas tiene mucha importancia. Los diagnósticos energéticos no tratan de

impedir los consumos sino de reducirlos, para de esta manera obtener un beneficio económico para los actores del sistema eléctrico y un aporte del sector a la reducción de la contaminación global.

Los objetivos que puede lograr el diagnóstico energético dependerán del buen uso de la energía eléctrica, es decir de la concienciación en el proceso de gastos en operación y pérdidas desde la generación hasta la comercialización de la energía eléctrica.

2.8.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS EN EL EDIFICIO

La relevancia en cuantificar y subdividir los consumos radica en poder señalar los sectores de mayor consumo para dar apertura a las mejores medidas de ahorro que se adapten al sitio de estudio.

La tabla No 2.14 presenta la estimación del consumo participativo y total diario que gasta el edificio. Para su elaboración se ha tomado en cuenta la información procesada del levantamiento de carga y de los resúmenes representativos de las mediciones.

<u>Tabla No 2. 14 Distribución de los consumos eléctricos</u>		
Ítem	GRUPOS DE EQUIPOS	CONSUMO (kWh)
1	Iluminación	825,7
2	Centro de cómputo	313,9
3	Computadoras	242
4	Motores	87,7
5	Cafeterías	43,7
6	Equipos de oficina	40,3
7	Impresoras	24
8	Otros	12,9
9	Refrigeración y calefacción	6
	CONSUMO TOTAL (kWh)	1596.1

Los primeros ítems contienen los mayores consumos, el sistema de iluminación compuesto en su gran mayoría con lámparas fluorescentes T12 ocupa el primer lugar. La figura No 2.8 muestra los porcentajes de consumo diario por grupos de equipos que se sirven del transformador principal.

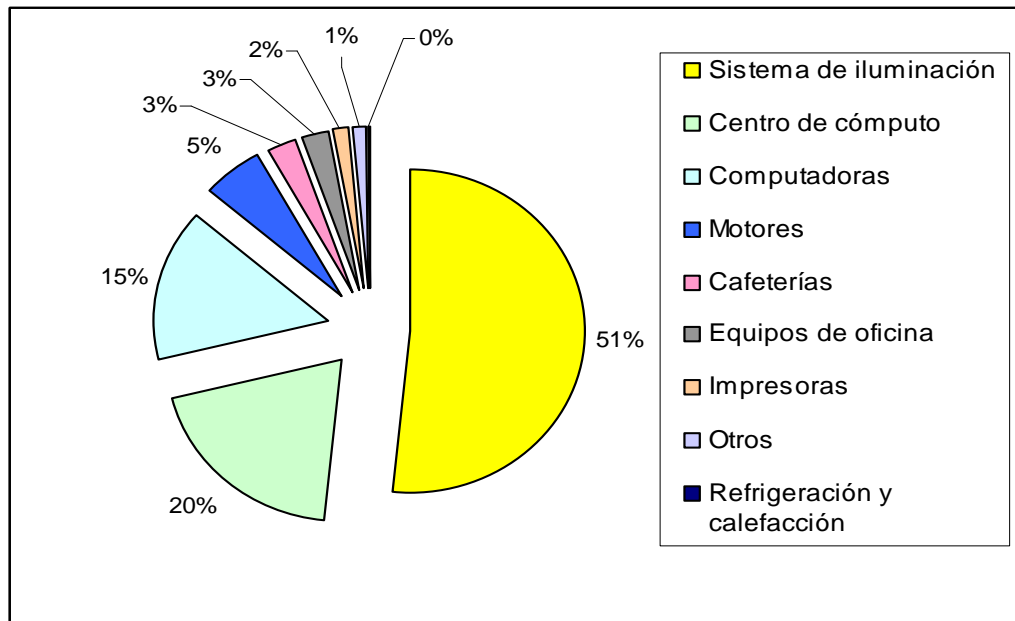


Figura No 2. 8 Porcentajes de los consumos dentro del edificio

El sistema de iluminación consume la mitad de la energía diaria, mientras que el Centro de Cómputo y las computadoras suman alrededor del 35% del consumo total. Los motores eléctricos tienen una cierta participación, y los equipos habituales de oficinas requieren hasta un 10% del consumo total, si bien estos equipos no representan una mayor consideración de gasto, hay que tener en cuenta que muchos edificios contribuirán a una gran demanda por estos usos que no será despreciable.

Es interesante observar la diferencia entre potencia y consumo. Un caso notable se da con las cafeterías que se colocan en segundo lugar en carga instalada; pero, bajan al quinto lugar en consumo; se puede decir entonces que para algunos equipos las horas uso influyen de mayor manera que la potencia en sí misma. Un caso notable se da en los sistemas de iluminación y computadoras en que sus dos parámetros concuerdan en su ubicación.

Es conveniente separar los usos finales de las áreas o sectores del edificio que mayor incidencia tienen en el consumo energético tratando de no descuidar el valor y la clasificación de cada tipo de carga. Dentro del edificio se han resumido cinco grupos de equipos principales por piso, que son:

- Iluminación
- Computadoras
- Cafeterías
- Equipos de oficina (incluye las impresoras)
- Otros (incluye refrigeración y calefacción).

La tabla No 2.15 muestra los valores de carga instalada y de consumo por pisos del Edificio “Las Casas”.

<u>Tabla No 2. 15 Cuadro resumen de la carga instalada y del consumo por pisos</u>			
<i>Área : SUBSUELO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	13	150	72%
Computadoras	5	44	21%
Cafeterías	6	5	2,3%
Equipos de oficina	2	3	1,5%
Otros	6	7	3,3%
TOTAL	32	209	100
<i>Área : PLANTA BAJA</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	8	63,3	62%
Computadoras	6,5	29,6	29%
Cafeterías	3,1	3,3	3,2%
Equipos de oficina	3,6	3,8	3,7%
Otros	0,1	1,9	1,8%
TOTAL	21,3	101,9	100%

<i>Área : PRIMER PISO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	4	35,6	56%
Computadoras	4,2	22	34,6%
Cafeterías	2,7	2,1	3,3%
Equipos de oficina	2,7	2,7	4,2%
Otros	1,6	1,1	1,7%
TOTAL	15,2	63,5	100%
<i>Área : SEGUNDO PISO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	11,3	86,9	71,1%
Computadoras	6,4	25	20,4%
Cafeterías	7,5	2,2	1,8%
Equipos de oficina	8	7,2	5,8%
Otros	1,5	0,8	0,6%
TOTAL	34,7	122,1	100%
<i>Área : TERCER PISO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	12,4	94,2	73,2%
Computadoras	6,6	25,7	19,9%
Cafeterías	8,1	3,6	2,7%
Equipos de oficina	6,6	4,5	3,4%
Otros	0,9	0,6	0,4%
TOTAL	34,6	128,6	100%
<i>Área : CUARTO PISO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	15,2	115,3	71.3%
Computadoras	8,1	28,9	17.8%
Cafeterías	11,6	4,6	2.8%
Equipos de oficina	12,5	11,8	7.3%
Otros	0,04	1	0.61%
TOTAL	47,4	161,6	100%
<i>Área : QUINTO PISO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	12,7	95,9	71.8%
Computadoras	4,8	18,7	14%
Cafeterías	6,7	7,9	5.9%
Equipos de oficina	8	10,9	8.1%
Otros	0,1	0,1	0.07%
TOTAL	32,3	133,5	100%
<i>Área : SEXTO PISO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	9,5	65,2	65%

Computadoras	5,4	21,1	21%
Cafeterías	6,1	3,8	3.7%
Equipos de oficina	10,3	8,7	8.6%
Otros	0,8	1,4	1.3%
TOTAL	32,1	100,2	100%
<i>Área : SÉPTIMO PISO</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	11,1	95,9	74,1%
Computadoras	4,4	17,2	13,3%
Cafeterías	5,3	9,4	7,2%
Equipos de oficina	7,4	6,1	4,7%
Otros	1,5	0,7	0,5%
TOTAL	29,7	129,3	100%
<i>Área : TERRAZA</i>			
	Carga instalada (kW)	Consumo diario (kWh)	Porcentaje del Consumo total
Iluminación	5,3	23,1	50,7%
Computadoras	2	10,1	22,1%
Cafeterías	7,3	2,2	4,8%
Equipos de oficina	3,5	5	10,9%
Otros	2,2	5,1	11,25%
TOTAL	20,3	45,5	100%

La iluminación y las computadoras son los primeros consumos que tienen todos los pisos, mientras que los consumos de los equipos de oficina y cafeterías se elevan o decrecen de acuerdo al uso característico de cada dependencia.

2.8.2 PROYECCIONES DE LOS CONSUMOS EN EL TIEMPO

Los consumos en usuarios comerciales públicos como las demandas en usuarios industriales son variables y no se sujetan a un comportamiento permanente. Las proyecciones se acercarán mucho al comportamiento energético general del edificio y serán útiles en la obtención de los costos económicos y de los ahorros potenciales.

La tabla No 2.16 muestra las proyecciones de los consumos en los períodos mensual y anual.

Tabla No 2. 16 Proyecciones de los consumos del edificio “Las Casas”

ITEM	SECTOR DE CONSUMO	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO ANUAL (kWh)
1	Sistema de Iluminación	18800.9	225611
2	Centro de Cómputo	8944.2	107330
3	Computadoras	5799.8	69597.6
4	Motores	2134.4	25612.8
5	Equipos de oficina	1474.7	17696.4
6	Cafeterías	918.3	11019.6
7	Otros	441.4	5296.8
CONSUMO TOTAL		38513.7	462164

Los consumos mensuales se encontraron sobre la base de la información de los consumos del levantamiento de carga en 21 días promedios hábiles de jornada laboral con la contribución de un consumo minoritario de 9 días promedios por mes de los días no hábiles.

Examinando los cargos tarifarios el valor por energía para el edificio se sitúa en 0.058\$/kWh, multiplicando por el consumo total anual se tiene un valor de 26805.5 \$/año, gasto que se tendría que pagar por concepto de gastos operacionales energéticos. El gasto total se definirá más adelante cuando se estudie la demanda eléctrica.

2.8.3 BALANCE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

El balance energético se lo hace para demostrar que la energía que entra a un sistema es igual a la energía que se consume y pierde en el mismo. Es útil también para aseverar la fiabilidad de la información energética encontrada.

La tabla No 2.17 presenta los consumos obtenidos por los tres métodos aplicados para la obtención de los consumos.

<u>Tabla No 2. 17 Consumos mensuales representativos</u>		
I	II	III
Historial de consumo	Levantamiento de información	Mediciones centro De transformación
Consumo mensual (kWh)	Consumo mensual (kWh)	Consumo mensual (kWh)
33136	36089	36525

La desviación o la diferencia entre las mediciones y el levantamiento tiene un valor de 1% que se considera despreciable y así se cumple el balance energético. La tasa de error del levantamiento y las mediciones con respecto al historial tiene una valor promedio de 9.4% que si bien es un poco más alto, es aceptable ya que se debe a varios factores; uno de los cuales está en que fueron obtenidos por medidores electromecánicos que debido a su edad e insensibilidad pueden contabilizar el consumo con mucha inexactitud. Otro factor a considerar es que los consumos históricos fueron recopilados cuando el Centro de Cómputo se hallaba en proceso de renovación, y no se recogió de meses venideros por que se introdujo un plan de ahorro de energía con el simple apagado de luces.

2.9 ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

La demanda eléctrica sostenida debe ser reducida por cualquier medida que sugiera el diagnóstico, generalmente en edificios de oficinas se la reduce mediante la incorporación de equipo eficiente que requiera de menor carga eléctrica o del control en la operación simultánea de equipos. Debido a circunstancias propias de la empresa no se lleva registros históricos de demanda, se recomienda tomarla mensualmente especialmente para encontrar la demanda máxima no solamente para llevar un registro de un autoconsumo sino también como una medida de monitoreo de la carga del transformador.

Su obtención se ha realizado de dos formas:

La primera es de las mediciones hechas en la primera etapa en intervalos de 15 minutos, aquí se encontró un valor de demanda máxima semanal de 138.5 kW.

La segunda la proporcionó el propio registrador de demanda que está ubicado en el centro de transformación su valor fue de 147.3 kW, este valor corresponde al período anual ya que el centro de transformación siempre pasa cerrado sin que ninguna persona entre ni cambie físicamente los equipos.

Tal como mostró el factor de demanda calculado anteriormente el transformador se halla subcargado. Analizando la información se encontró un factor de potencia de 0,86, dividiendo la demanda máxima por el factor de potencia se tiene 171.1 KVA, esto representa un 68.44 % de la capacidad total del transformador.

2.9.1 CARGOS DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA TOTAL

La mayoría de edificios de oficinas públicas casi nunca establecen su demanda eléctrica punta en las horas picos del sistema, de este modo el factor de corrección mínimo⁶ será de 0.6 tal como exige el pliego tarifario. Así el gasto por demanda se contabiliza como:

$$\text{Gasto}_{\text{DEMANDA}} (\$) = 147.3(\text{kW}) * 4.12 \frac{\$}{\text{kW-mes}} * 0.6 = 364.1 \frac{\$}{\text{mes}}$$

La penalización del factor de potencia casi siempre es uno porque los valores mínimos duran uno a dos intervalos de demanda. Considerando las pérdidas en el transformador de distribución y con la suma de los gastos por energía y demanda anual; el gasto total sería de 31798.1 \$/año.

⁶ Ver ecuación 1

2.10 CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO

La calidad del servicio eléctrico determina y prevé las soluciones a los problemas eléctricos que pueden causar prejuicios dentro de la instalación eléctrica. Los problemas son de origen interno o externo a la red de suministro; cada cual se manifiesta en sobrecalentamiento, daño o mal funcionamiento de los equipos.

Desde siempre la variable fundamental por controlar ha sido la variación de voltaje; mas, ahora con el progreso en la rapidez y miniaturización de los componentes internos de los aparatos electrónicos se incluyen los armónicos.

Un servicio eléctrico óptimo puede ser alcanzado si se cumple un rango permitido de valores que señala una determinada norma. Un estudio de la calidad de la energía se constituye como un seguro de bienes; ha sucedido frecuentemente que por voltajes excesivos computadoras de alto precio se queman o se dañan sin que muchas veces nadie asuma el costo de la inversión que si se hubiera pagado con una adecuación previa de las condiciones eléctricas.

La pobre configuración de un sistema eléctrico también incide en la calidad de la energía, un caso son las puestas a tierra que se las diseña de una forma parcial.

2.10.1 CORRIENTES ARMÓNICAS

Son corrientes eléctricas múltiplos de la fundamental que componen una corriente eléctrica distorsionada. En su recorrido por los cables eléctricos las armónicas deforman la onda de voltaje, acentúan la caída de voltaje y aumentan las pérdidas por efecto Joule⁷.

Matemáticamente toda onda distorsionada puede convertirse en la suma de una serie de ondas armónicas cuyo múltiplo de frecuencia se calcula mediante la ecuación 6

⁷ El efecto Joule es una pérdida de potencia que se transforma en calor, su valor depende de la resistencia interna y de la intensidad de la corriente eléctrica al cuadrado

$$n = \frac{f_n}{f_1} \quad n = 1, 2, 3 \dots n+1 \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

f_n = frecuencia de la armónica

f_1 = frecuencia fundamental (60 Hz).

Así por ejemplo al hablar de la tercera armónica ($n=3$) se hace referencia a una armónica que tiene 180 Hz de frecuencia.

La producción principal de armónicos se debe a cargas no lineales donde la corriente eléctrica no se relaciona directamente al voltaje aplicado. Las cargas no lineales tales como copadoras, faxes, impresoras láser y computadoras personales son las de las principales productoras de armónicas en las oficinas.

La figura No 2.9 muestra la onda fundamental junto con algunos armónicos, se nota que conforme el orden de la armónica sube su amplitud disminuye.

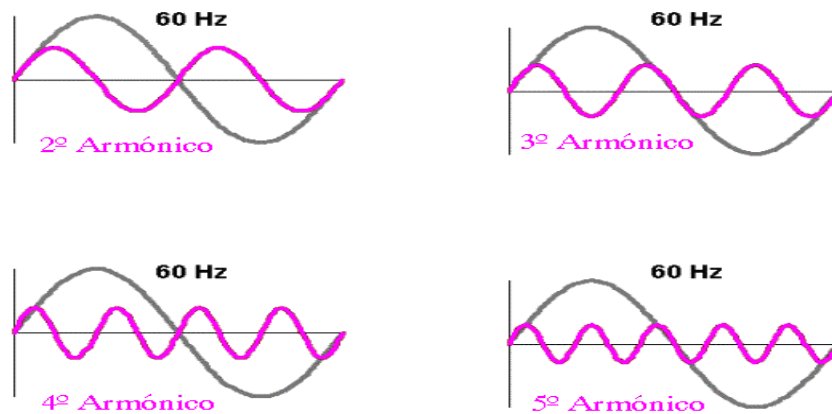


Figura No 2. 9 Diagrama de las corrientes armónicas principales

2.10.1.1 Fuentes de producción de armónicos en los edificios

Los nuevos equipos electrónicos instalados en las oficinas han traído comodidad, menor ocupación del espacio físico una mejor desempeño en los procesos que diariamente se necesita ejecutar, sin embargo no se ha prestado mucha atención

en la forma como alteran la forma de onda motivando la aparición de armónicos en la red.

En una buena parte las luminarias con balastos electromagnéticos y electrónicos son fuentes de armónicos; los primeros debido a la constitución propia de los materiales ferromagnéticos y los segundos debido a los componentes semiconductores que los componen.

Un caso particular se tiene en los sistemas ininterrumpibles de energía (UPS) que protegen los equipos sensibles en los centros de información pero a la vez aportan armónicos hacia las líneas que los alimentan.

Cuando los transformadores se hallan saturados o trabajan en vacío, tal como en la madrugada de un día, también se producen armónicos por la corriente magnetizante del núcleo que es no lineal.

2.10.1.2 Principales efectos de los armónicos

Las corrientes armónicas siguen el camino de menor oposición o resistencia a su circulación, así se manifiestan de diversa manera. Los condensadores de corrección del factor de potencia disminuyen su reactancia conforme aumenta la frecuencia de esta forma se convierten en sumideros para los armónicos que los calientan y en casos especiales motivan la aparición de fenómenos de resonancia.⁸

En otro efecto, los conductores se sobrecalientan y presentan pérdidas adicionales ya que a medida que se aumenta la frecuencia, la corriente circula por la periferia del conductor desaprovechando la sección efectiva del conductor.

En los disyuntores de los tableros el calentamiento excesivo degrada el aislante y puede producir disparos intempestivos de la fase con exceso de corriente

⁸ La resonancia es un fenómeno eléctrico que sucede por la interacción de la inductancia de las líneas o del transformador y la capacitancia de los condensadores cuando circulan corrientes armónicas, este fenómeno puede crear corrientes de elevada magnitud

armónica, por esta razón cuando se diseñe un circuito que proteja una carga no lineal es conveniente aplicar un disyuntor de valor eficaz verdadero, con esto se evitará molestias cuando de una sola se conecte toda la carga.

En los sistemas motrices los armónicos pueden abatir la vida útil por el sobrecalentamiento, inclusive por que los campos rotativos de algunos armónicos reducen la fuerza o par promedio.

Si el transformador de distribución no tiene un nivel K aceptable para soportar armónicas puede sobrecalentarse y disminuir su capacidad efectiva.

2.10.1.3 Medidas de la distorsión armónica

El nivel o la presencia de mayor o menor porcentaje de corriente armónicas se llama distorsión armónica y su tamaño se cuantifica por las tasas de distorsión que a continuación se presentan:

2.10.1.3.1 Distorsión armónica individual TH

Es el porcentaje del valor eficaz de cada armónico respecto a su valor fundamental.

$$TH = \frac{V_n}{V_1} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

V_n = voltaje o intensidad eficaz armónica

V_1 = voltaje o intensidad fundamental (120 V)

2.10.1.3.2 Distorsión armónica total THD

La distorsión armónica total representa un porcentaje que mide el nivel total de corrientes armónicas que tiene un sistema con respecto al valor fundamental.

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{\text{Armonico}=2}^n (V_n)^2}}{V_1} \quad \text{Ecuación 8}$$

Lo mejor sería tener un valor tan bajo como 0%, pues representa que la forma de onda es completamente sinusoidal. Por la fiabilidad en poseer una forma de onda sinusoidal la tasa no deberá exceder el 5%.

2.10.1.4 Normas exigidas y aplicación al sistema eléctrico del Edificio “Las Casas”

En la actualidad existe la regulación del Conelec No 004/01 que define los valores límites para los dos tipos de distorsiones señaladas anteriormente. Si bien esta regulación emite los valores límites de distorsión de voltaje, no presenta los límites de distorsión de corriente. En el anexo E (e.1) se muestra el cuadro de desviaciones límites para la distorsión armónica que sugiere la norma.

Para tener un enfoque alterno de los límites de distorsión armónica se obtuvo la norma IEEE “Prácticas recomendadas y requerimientos para el control armónico en el sistema eléctrico de Potencia 519-1992”, su objetivo es establecer una guía del origen, cálculo, efectos y recomendaciones sobre las armónicas en los equipos industriales y en el sistema eléctrico en general. Los límites de distorsión armónica que sugiere esta norma se encuentran en el anexo E (e.2).

La tabla No 2.18 muestra los valores de la tasa de distorsión total encontrada en los bornes de baja tensión del transformador

<u>Tabla No 2. 18 Tasa de distorsión total del Edificio “Las Casas”</u>		
FASES DEL SISTEMA		
THD V_{A_N}(%)	THD V_{B_N} (%)	THD V_{C_N} (%)
5.4	5.5	5.5

Los valores límites de distorsión armónica que fija el CONELEC como la regulación de la IEEE son del 8% y 5% respectivamente, conviene aclarar que la IEEE recomienda que este valor se aplique cuando las condiciones sean normales, para períodos cortos su valor puede ser excedido en un 50%; o sea el valor límite de distorsión armónica total será de 7.5%. Ya que se obtuvo de dos a

tres tasas máximas como señala la tabla No 2.17 se concluye que la instalación eléctrica aprueba tanto la Norma del IEEE como la Regulación del CONELEC.

2.10.1.5 Detalles de los armónicos individuales del Edificio “Las Casas”

La figura No 2.10 muestra la distorsión individual TH de cada armónico que influye en las variables eléctricas que se encuentran en el edificio.

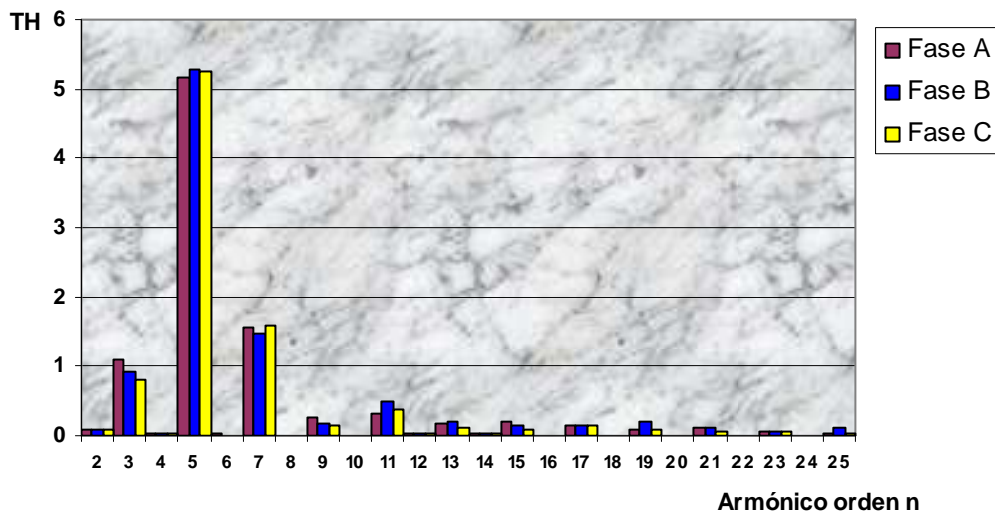


Figura No 2. 10 Espectro armónico individual del Edificio “Las Casas”

La quinta armónica no excede el límite superior del TH de 6%, pero se debería tener en cuenta ya que en los motores puede crear campos rotativos extras que contrarrestan al campo fundamental, ocasionan pérdida de eficiencia y disminución de la vida útil.⁹

La presencia de la tercera armónica aparece por la carga no lineal; pero también puede deberse a la excitación de los transformadores de los equipos¹⁰, su porcentaje es menor que el de la quinta armónica pero debido a que posee la secuencia trifásica cero se suma hacia el conductor neutro motivando la aparición de pérdidas y voltajes a tierra.

⁹ Sharke, Paúl. The fifth harmonic. Mechanical Engineering Power. Junio 2001.

¹⁰ VOGAR. <http://www.vogar.com.mx/glosario.html>

Las luminarias fluorescentes y el centro de cómputo son los mayores productores de armónicos; pero no se está incumpliendo con los límites recomendados y así este aspecto no se convierte en un problema para el edificio.

2.10.2 DESVIACIONES DEL VOLTAJE NOMINAL

La tecnología actual ha creado equipos sofisticados que ofrecen mayor agilidad y rapidez al trabajo con condiciones eléctricas más exigentes tal como un rango de voltaje adecuado para su operación normal. Los motores eléctricos por su robustez pueden soportar breves variaciones rápidas, pero las computadoras al ser más sensibles se ven seriamente afectadas.

Otro aspecto importante a señalar es que la evaluación de la eficiencia de muchos equipos eléctricos depende del voltaje de operación. Es imprescindible evaluar este aspecto porque aún cuando se encuentren las mejores soluciones que disminuyan los consumos eléctricos si no se tiene el voltaje apropiado los equipos funcionarán mal y la vida útil se reducirá.

2.10.2.1 Terminología de los voltajes en baja tensión

Para referir y expresar correctamente las varias denominaciones de voltaje a continuación se esclarecen unos términos singulares¹¹.

2.10.2.1.1 Voltaje nominal

Es el voltaje perteneciente a una parte del sistema eléctrico relacionado con ciertas características de operación. Este voltaje está limitado por los límites del transformador o el equipo al que se halla conectado.

2.10.2.1.2 Voltaje máximo

Es el máximo voltaje que puede ocurrir en operación continua y normal que pueden soportar todos los equipos sin sufrir consecuencia alguna, se excluye los voltajes transitorios de maniobra y sobrevoltaje.

¹¹ Adaptado de la Norma ANSI C84.1-1995, Cáp.2, Pág.1-2. 1995.

2.10.2.1.3 Voltaje de acometida

Es el valor del voltaje en la parte que se conecta el suministrador con el usuario. Normalmente se mide a los bornes de baja tensión del transformador.

2.10.2.1.4 Voltaje de utilización

Es el valor del voltaje en los terminales de recepción de los equipos. Es menor que el voltaje de acometida porque incluye la caída en cables alimentadores y circuitos derivados.

2.10.2.2 Normas y regulaciones aplicadas al sistema eléctrico del edificio “Las Casas”

La regulación No 004/01 da a conocer los límites de variación de voltaje de servicio, de ahí en adelante los voltajes de utilización dependen del diseño propio de cada usuario. Muchos países especialmente europeos cuentan con regulaciones que van más allá de la acometida principal; con esto se tecnifica y mejora el sistema eléctrico en general, hay que recordar que los conductores eléctricos producen caídas de voltaje.

La desviación que sugiere el CONELEC mide el nivel de diferencia del voltaje en la acometida con respecto al voltaje nominal. El voltaje nominal en el sistema trifásico de 4 hilos del edificio es de 208V/120V, la desviación puede calcularse mediante la ecuación No 9.

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100 \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

ΔV_k : variación de voltaje, en el punto de medición.

V_k : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de demanda.

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

Una vez recolectada la información se aplican los voltajes de acometida medidos en la ecuación No 9 y se calcula la variación, el incumplimiento de la desviación

de voltaje se da cuando, en más de un 5% del período total de medición, se sobrepasan los límites dados por la tabla No 2.19.

<u>Tabla No 2. 19 Límites de desviación de voltaje según CONELEC</u>		
	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

Actualmente se encuentra en la subetapa 1 ya que la subetapa 2 registrará a partir de Junio del 2007. Se puede ver que la desviación permitida para el edificio se ubica en ± 8,0 %.

Con el fin de contrastar la calidad de voltaje de servicio, de las diversas normas internacionales que existen se revisó la Norma ANSI C84 -1-1995 “Electric Power Systems and equipment voltaje ratings (60 Hertz)” ésta se la usa en los EE.UU. por los fabricantes eléctricos y electrónicos para garantizar una operación confiable y económica de los equipos y sistemas eléctricos de alta, media y baja tensión. La tabla No 2.20 muestra las desviaciones límites que sugiere dicha norma.

<u>Tabla No 2. 20 Valores límites de voltaje según norma ANSI</u>								
Clase de voltaje	Voltaje nominal del sistema	Voltaje nominal de utilización	Voltaje del rango A			Voltaje del rango B		
			Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo	
	4-hilos	4-hilos	Voltaje de utilización y acometida	Voltaje de acometida	Voltaje de utilización	Voltaje de utilización y acometida	Voltaje de acometida	Voltaje de utilización
Bajo voltaje	Sistema trifásico							
	208Y/120	200	218Y/126	197Y/114	191Y/110	220Y/127	191Y/110	184Y/106
Desvia.			+9% +4.9%	-5.1%	-4.7%	+10% +5.7%	-8.9%	-8.6%

La norma proporciona dos rangos de variación de voltaje, el rango A es el predeterminado para comparar la variación de cualquier medición efectuada, en tanto que el rango B se usa para casos extraordinarios y temporales motivados por la operación o naturaleza misma del comportamiento de la red eléctrica. Tan pronto se hayan corregido las malas condiciones del sistema se debe regresar a los límites del rango A.

De la comparación de las tablas No 2.19 y No 2.20 se ve que la norma ANSI es más exigente que la regulación 004/01 del CONELEC en su dos subetapas. Es un hecho inusual pues se sabe que los EEUU manejan los mismos niveles de voltaje de baja tensión y frecuencia que el Ecuador y los equipos son los mismos.

En la tabla No 2.21 se presentan las máximas desviaciones de voltaje ocurridas en el centro de transformación.

<u>Tabla No 2. 21 Desviaciones máximas de voltaje obtenidas en el centro de transformación</u>		
120 V f-n	Variación máxima %	Variación mínima %
	+5.8	-2.2

De estos valores se concluye que el edificio cumple con la regulación y con la norma. Según la norma ANSI se sobrepasa casi un 1% del límite de voltaje máximo pero es aceptable ya que sólo dura uno o dos intervalos, el tiempo restante alrededor de un 99% del período total se está por abajo o igual que el mencionado límite.

Para constatar los voltajes en otros puntos la tabla No 2.22 muestra la desviación máxima del voltaje de utilización en los motores eléctricos del edificio.

<u>Tabla No 2. 22 Desviaciones máximas de los voltajes de utilización de los motores eléctricos</u>	
IDENTIFICACIÓN	VARIACIÓN DE VOLTAJE UTILIZACIÓN MÁXIMO
1.Ascensor entrada	+5.2 % / -4.6%
2.Ascensor fondo	+5.2 % / -4.7%
3.Bomba agua residual	+2.8 % / -5.9%
5.Bomba agua	+5.1 % / -4.7%

Las desviaciones cumplen con los valores límites de los voltajes de utilización de la norma ANSI. El porcentaje del tercer motor desciende un tanto por ciento más de lo recomendado, sus conexiones si están en buen estado pero se los empalma con cinta adhesiva; no tienen conectores propios, se recomienda sustituirlos.

2.10.3 DESBALANCE DE VOLTAJE

El desbalance de voltaje es un aspecto de la calidad tan importante como lo es la variación de voltaje. En forma particular afecta el rendimiento y funcionamiento normal de los motores trifásicos de inducción incidiendo en su desgaste y duración.

En los motores eléctricos un pequeño porcentaje de desbalance de voltaje conduce a un gran desbalance de corriente, esto produce un sobrecalentamiento y disminución de la potencia efectiva. El desbalance puede afectar también el par que requiere el motor para vencer la inercia de la carga.

El desbalance de voltaje puede ser calculado mediante la ecuación No 10¹²

$$\% \text{Desbalance} = \frac{\text{Desv}_{\text{MÁX}}}{V_{\text{PROM}}} \times 100 \quad \text{Ecuación 10}$$

¹² Norma NEMA MG1 Sección 14.35. 1993.

Donde:

$Desv_{MÁX}$: es la máxima desviación del voltaje promedio respecto a los voltajes de las tres fases.

V_{PROM} : es el voltaje promedio de las tres fases.

El desbalance de voltaje puede originarse en la red de la misma empresa suministradora o aparecer a causa de ciertos factores tales como, la sobrecarga de una fase de un alimentador. En los bornes de baja tensión se encontró un valor porcentual de 0.62% lo que descarta que el desbalance de voltaje provenga de la empresa suministradora. El valor porcentual de desbalance aceptable que reduce la mínima potencia nominal es de 1%.¹³

En la tabla No 2.23 se presenta los desbalances en los motores eléctricos trifásicos de inducción del edificio.

<u>Tabla No 2. 23 Desbalance de voltaje máximo del sistema motriz del edificio</u>	
IDENTIFICACIÓN	DESBALANCE DE VOLTAJE
1.Ascensor entrada	1.5 %
2.Ascensor fondo	1.5 %
3.Bomba agua residual	2.1%

Los valores no sobrepasan excesivamente el valor recomendado, el tercer motor tiene el mayor valor disminuyendo su potencia efectiva hasta en un 5%¹⁴, o sea que de los 10 hp que entrega, 0,5 hp serán inutilizables por efecto del desbalance.

Entre algunos medios para solucionar los desbalances de voltaje se encuentran:¹⁵

¹³ Norma ANSI C84.1. Anexo 3. Sub D.3. 1995.

¹⁴ Tomado de la curva del factor de derating de la Norma. ANSI C84.1-1995.

¹⁵ Garstang, Sthepen. Unbalanced voltage. Plant services. 2005.

- Verificar el equilibrio de cargas redistribuyendo la carga eléctrica pesada.
- Revisar y corregir los daños de componentes internos del motor con un especialista eléctrico.
- En el caso que hubiere capacitores comprobar su funcionamiento ya que los dañados pueden estar disminuyendo los voltajes de una fase.
- Independizar los circuitos motrices de los circuitos que contiene cargas con fuentes armónicas porque degradan la onda de voltaje.

2.10.4 FLICKER O PARPADEO COMÚN

El flicker es un fenómeno visual producido por un repentino cambio de las variaciones de voltaje manifestado en parpadeos de las lámparas fluorescentes e incandescentes. Es un aspecto de la calidad importante en edificios que contienen un gran número de luminarias ya que dependiendo de la perceptibilidad de la persona puede molestar su visión y su desempeño.

El flicker externamente se origina por equipos conectados a la red que requieren gran energía tal como las soldadoras de arco o fallas externas, pero también tiene un origen interno en el arranque de motores eléctricos de ascensores y compresores.

2.10.4.1 Evaluación del flicker

Para medir el nivel de flicker se tiene el Pst que es un índice de probabilidad medido en 10 minutos de que ciertas variaciones de voltaje a una frecuencia particular produzcan flicker.

Según el CONELEC en su regulación No 004/01 si se supera el $Pst=1$ hasta un 5% del período de medición se incumple con la calidad de la energía. De la

información del analizador se obtuvieron dos valores que superan el 1% pero sólo representan el 0,1% del período de medición, por lo tanto el flicker no merece mayor atención.

Para comprobar que los motores son fuentes de flicker se obtuvo los valores de Pst en los ascensores cuyo valor se mantiene entre 1 y 1.8 hasta en un 30% del período total de medición. Por esta razón es aconsejable separar los circuitos de los motores de las derivaciones que contengan circuitos de iluminación.

En partes importantes del sistema de distribución donde los niveles de flicker son graves las soluciones son bastantes caras porque involucran el diseño de nuevas redes eléctricas separadas de las fuentes de flicker o la adquisición de controladores de flicker con compensación reactiva.

2.10.5 PERTURBACIONES SÚBITAS DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Aparte de las clásicas perturbaciones de la regulación eléctrica, existe una clase de problemas que suceden pero no se los ha puesto mucha atención. Se tratan de variaciones de voltaje con características conocidas que traen varios problemas como la pérdida de datos de computadoras y la reducción de la vida útil de lámparas y motores.

2.10.5.1 Depresiones de voltaje

Las depresiones son reducciones de voltaje nominal en menos de un segundo causados por la operación de despeje de fallas de reconectores o por el arranque de motores. Su ocurrencia puede distinguirse cuando la intensidad luminosa de las lámparas desciende por el tiempo que dura la depresión. Las depresiones de voltaje hacen que las lámparas de vapor de sodio o mercurio se apaguen intempestivamente y se vuelvan a prender después de un tiempo.¹⁶

¹⁶ Fetters, John. The quality of power matters. Power Management. December 2004.

2.10.5.2 Micro Sobrevoltajes

Al contrario de las depresiones, se originan en la desconexión de motores, el switcheo de capacitores, la desconexión de carga importante o fallas que elevan los voltajes de las fases sanas. Estresan el aislamiento de los transformadores y pueden dañar los motores y sus controladores variables de velocidad.¹⁷

2.10.5.3 Micro Interrupciones

Este tipo de perturbación es muy importante en cualquier edificio e industria, porque la falta de energía implica altos costos de servicio o producción desperdiciados. Afortunadamente el edificio “Las Casas” cuenta con dos servicios de emergencia, el generador y una acometida directa hacia un secundario, en lo que respecta a esta última para conmutar la energía se tiene un suiche manual; se recomienda sustituirlo por un conmutador automático porque su tiempo de respuesta es menor y no se sacrifica la pérdida de la información que se este realizando en ese momento. Por indagaciones se pudo conocer que este suiche viene directamente de un transformador de distribución en algún poste, las implicaciones de esta conexión será analizada cuando se trate las condiciones de inseguridad de las instalaciones eléctricas que se verán más adelante.

De la información de los eventos sucedidos en el centro de transformación sólo se encontró depresiones de voltaje dentro de un 1.1% del período total de medición a una duración máxima de 0.8s. Así el edificio no tiene problemas de esta índole, pero si llegarán a presentarse una solución efectiva es la utilización de sistemas ininterrumpibles de energía (UPS).

2.10.6 EL FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia se define como el coseno de ϕ ($\cos \phi$), donde ϕ es el ángulo de fase entre la corriente y el voltaje de la corriente alterna. En cargas resistivas la corriente y el voltaje cambian de polaridad concordante al mismo instante (\cos

¹⁷ Feters, John. The quality of power matters. Power Management. December 2004.

$\Phi = 1$) pero en cargas inductivas o capacitivas por la capacidad de almacenamiento de energía cambian de polaridad concordante en instantes diferentes $0 \leq \cos \Phi < 1$. La figura No 2.11 presenta la relación del factor de potencia entre las ondas de voltaje y corriente.

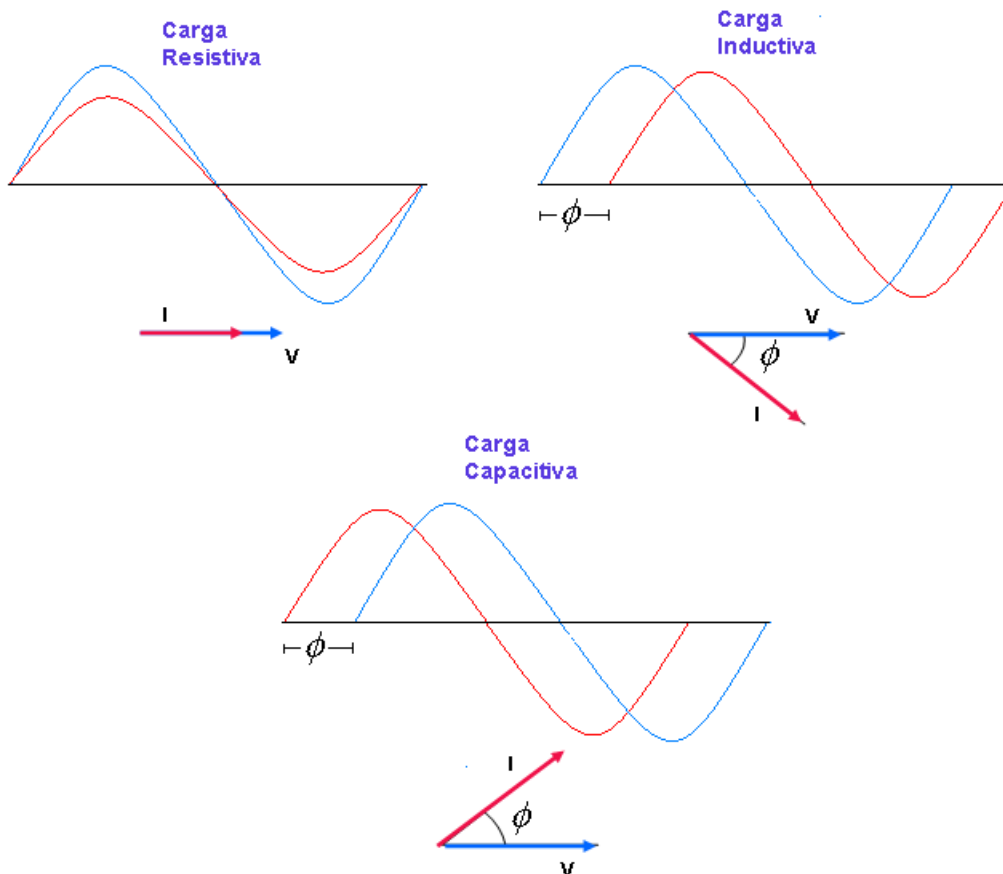


Figura No 2. 11 El ángulo de factor de potencia en las distintas cargas

De este modo aparecen dos tipos de potencia, la potencia reactiva utilizada para crear los campos magnéticos de los equipos y la potencia efectiva que produce trabajo útil. La figura No 2.12 muestra el triángulo de potencias que relaciona ambas potencias.

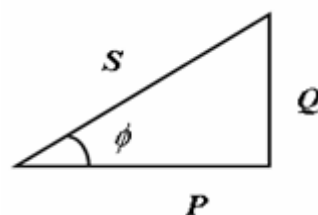


Figura No 2. 12 Triángulo del factor de potencia

Donde:

S : Potencia total o aparente (KVA).

P : Potencia activa (kW)

Q : Potencia reactiva (kvar).

De esta manera el factor de potencia cuando las ondas son senoidales puede ser calculado mediante la ecuación No 11.

$$f.p = \frac{P}{S} \quad \text{Ecuación 11}$$

Esta relación puede ser entendida como un porcentaje de la potencia total que produce trabajo útil.

El bajo factor de potencia corresponde a cargas que requieren grandes cantidades de potencia reactiva, el principio para aumentarlo es compensar la necesidad energética en el mismo lugar que se halla la carga y así evitar conducir una corriente adicional por la serie de conductores que llegan hasta los terminales.

2.10.6.1 Regularización y penalización del bajo factor de potencia

Un bajo factor de potencia trae prejuicios económicos para el suministrador y el usuario, el distribuidor deberá invertir en aumentar su capacidad instalada de la que tiene actualmente para satisfacer la demanda, mientras que el usuario pagará una planilla de consumo penalizada.

Según la regulación del Conelec No 004/01 el factor de potencia mínimo será de 0,92, y se incumplirá cuando sea menor en un 5% del período de medición. En esta parte de la regulación sería necesario aclarar el tipo de usuario al que se especifica el límite porque hay que tener en cuenta que las cargas no lineales insertan armónicas que hacen aparecer un potencia de distorsión que reduce aún más el factor de potencia.

En el caso de poseer un bajo factor de potencia el reglamento de tarifas indica que el costo total por energía y demanda deberá ser afectado por la relación que viene dada por la ecuación No 12:

$$f.\text{penal} = \frac{0.92}{fp_{\text{medio}}} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

$f.p_{\text{medio}}$: es el valor de potencia medio registrado por debajo de 0.92.

En el sector residencial y comercial los factores de potencia no son bajos, por el contrario de lo que sucede en plantas industriales que deben preocuparse por mejorar el factor de potencia y reducir su consumo tempranamente porque factores menores que 0,6 acreditan a la empresa suministradora a cortar el servicio eléctrico.

2.10.6.2 Consecuencias en la ineficiencia energética del bajo factor de potencia

Los bajos factores de potencia traen muchas consecuencias negativas, un primero efecto es el sobrecalentamiento e incremento de pérdidas del transformador y los conductores que transportan la energía eléctrica.

Otras consecuencias que aparecen son:

- Disminución de la capacidad o potencia aparente de los transformadores
- Degradamiento de los cables y partes eléctricas del sistema.
- Aumento de las caídas de voltaje en los cables y conductores eléctricos.

2.10.6.3 Valores del factor de potencia del edificio

La tabla No 2.24 muestra los valores del factor de potencia del edificio “Las Casas”.

<u>Tabla No 2. 24 Valores del factor de potencia del Edificio “Las Casas”</u>				
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor medio	Porcentaje período total
$0 \leq \cos \Phi < 0.92$	0.86	0.91	0.89	17%
$0.92 \leq \cos \Phi \leq 1$	0.92	1	0.95	83%

El edificio no cumple con la regulación porque sobrepasa el período admitido que es alrededor de un 12%; sin embargo, la diferencia es mínima, además los valores bajos se presentan especialmente en la madrugada y pueden ser debido a las fuentes de poder de los aparatos eléctricos que contienen pequeños transformadores o motores que demandan corriente reactiva cuando se encuentran en vacío.

2.10.6.4 Beneficios en la mejora del factor de potencia

Un alto factor de potencia trae beneficios económicos para el sistema eléctrico en general ya que desde la generación hasta la distribución se aumenta la capacidad instalada para satisfacer una mayor demanda.

En la distribución se puede ofertar mayor energía a los clientes obteniendo mayores ingresos, además existe reducción de los gastos en mantenimiento e inversión de la infraestructura eléctrica. Las instalaciones eléctricas interiores tienen un menor desgaste reduciendo sus pérdidas y mejorando el perfil de voltaje.

CAPITULO TRES

3 ALTERNATIVAS Y MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

Las medidas de ahorro en consumo y reducción de demanda que presentan los diagnósticos energéticos tienen dos frentes de aplicación, el de la oferta y el de la demanda de la energía.

El frente de la oferta abarca desde las centrales de generación hasta los sistemas de transmisión y distribución; las medidas concernientes se basan en el mantenimiento, la adopción de tecnología eficiente, la remodelación de mecanismos electromecánicos, la generación eléctrica con fuentes alternativas y programas para la reducción de pérdidas en líneas y redes eléctricas.

Referente a la demanda existen varias medidas con diferentes niveles de ahorros y formas de aplicación una de las cuales se denomina “Uso Racional de la Energía (URE)”, popularmente se conoce como “ahorro de energía”, la cual comprende una lista de hábitos para ahorrar energía no aprovechada con unos simples consejos, la URE es útil siempre y cuando no se reduzca o limite la disponibilidad de servicio y confort para las personas; su ventaja principal es que las inversiones son prácticamente nulas pero con ciertos pareceres de los usuarios al tomarla como medida transitoria o de disconformidad con su uso satisfactorio de energía.

Las medidas restantes necesitan de una alteración en las funciones laborales o una sustitución o mejoramiento de los artefactos y maquinarias eléctricas de usos finales, las experiencias en la realización de los diagnósticos energéticos

muestran que aquellas medidas son las más efectivas porque aún cuando necesitan inversión son lo bastante independientes de la vigilancia de las personas.

La división de las medidas efectivas para los dos frentes pueden dividirse en tres grandes grupos:

- 1) Utilización de pérdidas para la generación eléctrica.
- 2) Manejo y control de la energía y la demanda en los procesos o labores.
- 3) Incorporación de tecnología eficiente.

La utilización de pérdidas de energía se relaciona con el aprovechamiento de un desperdicio que puede ser reutilizado. Es una medida importante en el sector industrial donde existen máquinas y conductos que emiten una gran cantidad de vapor al aire exterior pudiendo ser recuperado para producir energía eléctrica o efectuar un trabajo mecánico complementario.

La segunda medida requiere de una planificación sistemática de las operaciones de máquinas y trabajadores en horarios con tarifas eléctricas de menores costes, por último la tercera medida se la usa en todos los sectores de consumo, y se refiere a la sustitución de los equipos obsoletos e ineficientes por otros con mayores eficiencias incluyendo beneficios extras que sólo el avance tecnológico puede dar.

3.2 SERIE DE PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Los resultados del diagnóstico inicial mostraron al sistema de iluminación como el grupo de energía de mayor consumo de energía, la realidad no se escapa de los resultados obtenidos porque la simple observación muestra la gran cantidad de luminarias ineficientes con lámparas T12 y balastos electromagnéticos instalados en todos los lugares. A más de las lámparas las medidas considerarán las luminarias porque muchos accesorios como los difusores se encuentran

deteriorados y amarillentos implicando bajos niveles de iluminación, también por muchos años se ha estado incurriendo en cuantiosos gastos operativos por la compra de lámparas y balastos insertándolos en luminarias que no cumplen con los requisitos para garantizar una iluminación óptima.

Las mejores propuestas para reducir el consumo del sistema de iluminación sin disminuir su nivel de prestación podrían llevarse a cabo mediante:

- Sustitución de lámparas fluorescentes T12 por lámparas fluorescentes T8.
- Sustitución de balastos electromagnéticos por balastos electrónicos.
- Uso de luminarias con reflectores de alta reflexión.
- Uso de la iluminación natural.
- Adecuación de controles electrónicos para la iluminación artificial.

Cualquier medida se deberá adaptar de la mejor manera a las condiciones físicas del edificio y del trabajo para las personas ofreciendo los ahorros que reduzcan el consumo total y tengan ventajas económicas.

3.3 LA ILUMINACIÓN

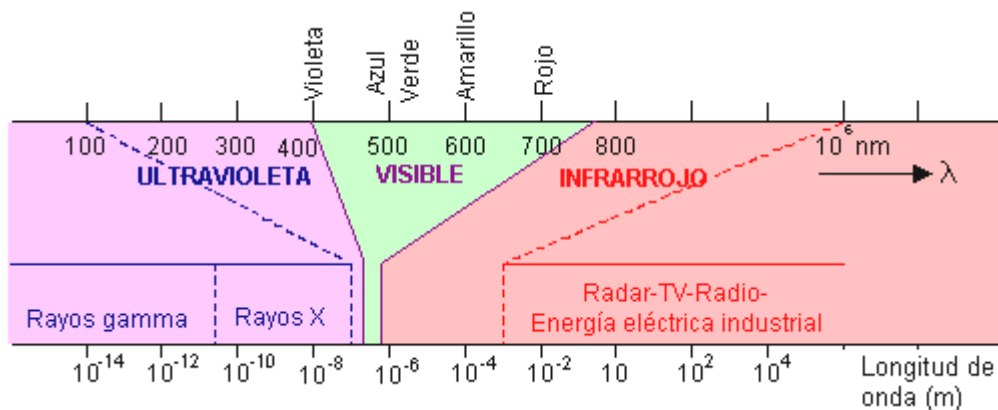
La iluminación se encamina a proporcionar la visibilidad adecuada para los diferentes trabajos que realizan las personas. Desde que Thomas Alva Edison inventará el foco incandescente la iluminación ha sido uno de los servicios energéticos más importantes que la energía eléctrica ha prestado a la sociedad moderna.

El ambiente interior en los lugares que cuentan con iluminación eficiente de calidad se torna más agradable, los trabajos se efectúan con comodidad y precisión lo que aumenta el crecimiento personal de los trabajadores y de la empresa.

La iluminación en el sector comercial tiene varios roles de desenvolvimiento importantes, entre otros está la seguridad cuando se necesita iluminación de emergencia ó la imagen corporativa cuando se la usa para decorar las fachadas exteriores de los edificios.

3.3.1 LA PERCEPCIÓN DE LA LUZ

La luz es una radiación electromagnética oscilatoria que se esparce por el espacio. Los diferentes colores que se ven corresponden a oscilaciones de diferente frecuencia que se reflejan por los objetos de una fuente luminosa que los genera, según la teoría óptica los colores son distinguidos por su longitud de onda que es el inverso de la frecuencia cuyo rango visible cae dentro de la banda intermedia de la figura No 3.1.



Fuente: García, Javier. Lámparas incandescentes. <http://edison.upc.edu/curs/ilum/lamparas/lincan.html>

Figura No 3. 1 Espectro electromagnético de la luz visible

El uso de colores definidos tiene una finalidad práctica, como ejemplo se puede citar a las lámparas de las avenidas y túneles que proporcionan un color cercano a la máxima sensibilidad de respuesta de la visión ubicada entre los 500 y 550 nm¹⁸, a fin de que el conductor más se centre en distinguir los sucesos que las definiciones cromáticas de los objetos.

¹⁸ Chavarría, Ricardo. Sensibilidad del ojo. Iluminación en los Centros de Trabajo.1997

3.3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MAGNITUDES DE LA ILUMINACIÓN

Los diseños de iluminación necesitan de los diferentes tipos de fuentes luminosas y de los lugares a iluminarse, dentro de este concepto existen varias magnitudes que cuantifican las propiedades de las lámparas y de los ambientes iluminados. Los términos principales son mostrados en la tabla No 3.1

<u>Tabla No 3. 1 Magnitudes principales de la iluminación</u>		
Nombre	Descripción	Símbolo- Unidad
Flujo luminoso	es la cantidad total de luz que brinda una fuente.	lm-lumen
Intensidad luminosa	Es la densidad del flujo luminoso total en una dirección dada.	cd-candela
Iluminación	Es la magnitud que relaciona el flujo luminoso total que incide sobre una superficie determinada.	lx-lux
Brillantez fotométrica o Luminancia	Es una magnitud que mide el flujo luminoso reflejado de la fuente o de los objetos iluminados por unidad de superficie en una dirección dada.	cd/m ² candela/metro ²

3.3.2.1 Eficacia relativa de las fuentes

Se ha separado esta magnitud propia de cada lámpara para resaltar su importancia, la eficacia es un término que relaciona el flujo luminoso total y la potencia de entrada de una lámpara, su unidad es el (lm/W) lumen/vatios. Los valores altos corresponden a lámparas que transforman la mayor parte de la

energía en luz visible dando por resultado un menor número de lámparas a instalar y una menor potencia eléctrica a consumir.

3.3.3 ASPECTOS CUALITATIVOS DE LAS FUENTES.

La agradabilidad y buen desempeño laboral de las personas dentro de sus lugares de trabajo se consiguen con ciertos aspectos inherentes de las fuentes luminosas, estos son:

3.3.3.1 Índice del rendimiento de color (IRC)

Es un índice que mide la calidad en la reproducción de los colores de las fuentes, su valor varía entre 0 y 100. Valores altos hacen aparecer los objetos más naturales y atractivos, un ejemplo de esta fuente luminosa es el foco incandescente. En varios sitios del edificio tal como las oficinas un IRC alto motiva a que los trabajadores se sientan a gusto en sus puestos de trabajo.

3.3.3.2 Temperatura de color

Es una medida de la apariencia de la luz que emiten las fuentes luminosas comparadas con el color que emite un cuerpo negro¹⁹ cuando se calienta a una temperatura determinada. Su valor viene dado en grados kelvin °K. En la iluminación fluorescente existen cuatro intervalos de tonalidades relativas para las aplicaciones que se requiera, estos son:

3.3.3.2.1 Blanco cálido o warm white

Va desde los 2600°K hasta los 3400°K. Son fuentes que tienen una apariencia rosada o amarillenta que hacen que las personas tengan acogimiento y comodidad por el lugar en que se encuentran. Su uso es común en los supermercados y áreas de conversación.

¹⁹ En física es un tipo de radiador que absorbe cualquier radiación de luz independientemente de su ángulo de incidencia o dirección.

3.3.3.2.2 *Neutras*

Como su nombre lo indica es una tonalidad que no ni tan cálida, ni tan fría. Su valor está en los 3500°K. Se la usa en lugares que requieren atención e interrelación entre las personas y cosas. Pueden ser usadas en oficinas, bibliotecas y librerías.

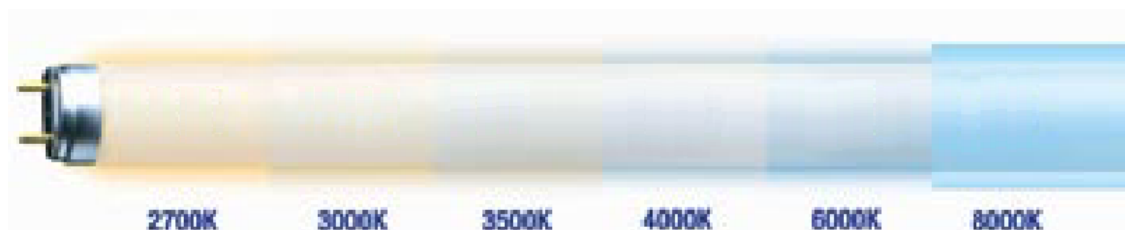
3.3.3.2.3 *Blanco frío o coolwhite*

Estas fuentes poseen un color blanco brillante. Su valor va desde los 3600°K hasta los 4900°K. Se la puede usar en lugares que requieran mayor atención a los asuntos que al entorno mismo tal como las salas de conferencias u oficinas de reuniones.

3.3.3.2.4 *Luz del día o daylight*

Va desde los 5000°K en adelante. En una tonalidad que causa admiración y atención de los objetos iluminados. Se la usa en joyerías, y centros artísticos.

Para un mayor entendimiento la figura No 3.2 presenta las diversas temperaturas de color para las lámparas fluorescentes que otros tipos de lámparas también las tienen.



Fuente: Osram Mini Lighting Guide Illuminating Ideas. <http://www.osram.com>

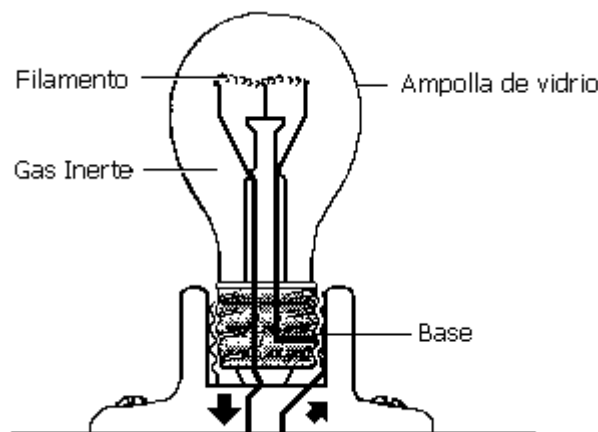
Figura No 3. 2 Temperaturas de color de las fuentes de luz

3.3.4 ESTUDIO GENERAL DE LAS LÁMPARAS HABITUALES USADAS PARA LA ILUMINACIÓN

3.3.4.1 El foco incandescente

Es quizás la lámpara más conocida por las personas desde muchos años, su fácil instalación, el bajo precio y la variedad de potencias con amplios rangos de voltajes de operación motivan que sean las preferidas dentro del sector residencial y comercial.

Su estructura física cuenta con un filamento delgado por donde pasa una corriente eléctrica que calienta la estructura hasta la incandescencia²⁰ emitiendo el flujo luminoso. La figura No 3.3 muestra las partes principales del foco incandescente normal.



Fuente : Biblioteca Microsoft Encarta 2006, bombilla.

Figura No 3. 3 Partes principales del foco incandescente

La ampolla aísla el filamento del exterior para conservar el gas inerte cuyo fin es reducir la rápida evaporación del filamento por las elevadas temperaturas de operación. Poco a poco el filamento se desgasta hasta que llega el

²⁰ El fenómeno de incandescencia se produce cuando ciertos materiales tal como el tungsteno se calientan y alcanzan temperaturas que pueden producir luz visible.

ennegrecimiento de la bombilla con la reducción sustancial del flujo luminoso, en este momento la lámpara ha alcanzado la culminación de su vida útil.

El foco incandescente por sí solo no ahorra energía; su uso se torna ineficiente cuando se la usa por largas horas, la eficacia relativa se sitúa por debajo del 15% desperdiciando el 85% restante como calor al ambiente. Poco o nada se puede hacer para elevar su eficiencia, lo máximo que se ha logrado para aumentarla ha consistido en rellenar la bombilla con otros tipos de gases o utilizar un filamento de doble enrollado.²¹

En la parte eléctrica las variaciones por encima del voltaje nominal aumentan el flujo luminoso pero originan la depreciación de la vida útil de la lámpara, todo lo contrario sucede cuando las variaciones son por debajo del voltaje nominal.

3.3.4.2 Lámpara halógena

La lámpara halógena se puede considerar como un foco incandescente mejorado. Su diferencia en comparación con el foco normal se establece en contener gases inertes como el bromo o yodo que ayudan a mantener el flujo luminoso y por ende a conservar las lámparas por un tiempo de vida mayor con una eficacia mejorada.

Aunque se mejora la vida útil, no se alcanza los valores óptimos deseados, además una dificultad que se hace presente es el exceso de temperatura con instalación de muchas lámparas halógenas instaladas en lugares aislados de permanente estancia de personas, esto demanda la colocación de aires acondicionados que aumentan el consumo de energía.

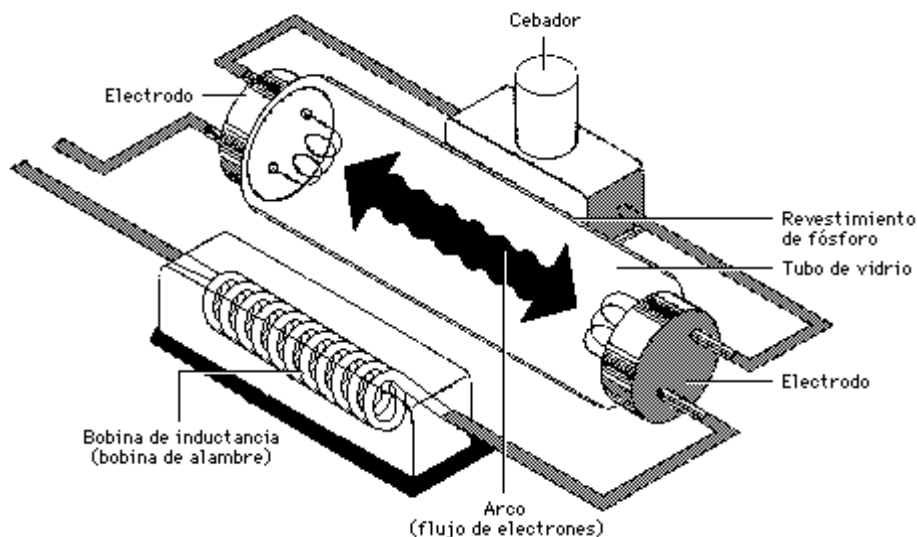
Hasta aquí se ha presentado los tipos generales de lámparas incandescentes que existen en el mercado, por sí solas no ayudan a obtener ahorros de energía pero combinadas con controles electrónicos pueden traer beneficios económicos. Los controles electrónicos serán analizados más adelante, ahora se analizarán las lámparas de descarga de alta intensidad.

²¹ Fink, Donald. Manual de Ingeniería Eléctrica. 13^{ra} Ed. McGraw hill. México. 1996

3.3.4.3 Lámparas fluorescentes convencionales

La larga duración, la calidad de la iluminación y la amplia distribución luminosa de la lámpara fluorescente motivan su uso como el medio de iluminación general de los edificios e industrias.

Las lámparas fluorescentes producen luz a través del fenómeno de fotoluminiscencia, el arco eléctrico producido entre los dos electrodos desprende electrones que motivan a que los gases emitan radiaciones ultravioletas que son absorbidas por los recubrimientos de fósforo de la lámpara produciendo luz visible. La figura No 3.4 muestra las partes principales de una luminaria fluorescente



Fuente : Biblioteca Microsoft Encarta, Iluminación eléctrica

Figura No 3. 4 Partes principales de la lámpara fluorescente convencional

El tipo de luminaria de la figura es una de precalentamiento en la que el cebador funciona como un interruptor que calienta los electrodos y abre el circuito provocando el arco eléctrico y el encendido de la lámpara, la bobina de inductancia es el balasto o reactancia encargado de producir el arco eléctrico y limitar la corriente después del mismo.

El revestimiento de fósforo da la tonalidad de la lámpara y es el factor más importante para que la mayor parte de la energía se convierta en luz.

Recubrimientos de dobles o triples capas de fósforo aumentan la eficiencia considerablemente.²²

3.3.4.3.1 Tipos de sistemas fluorescentes

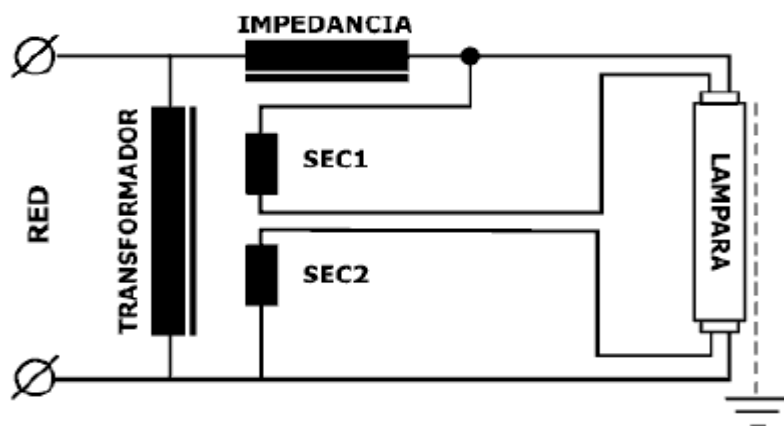
Cada tipo de lámpara fluorescente necesita de un balasto característico para su arranque y operación. Los sistemas fluorescentes básicos se pueden dividir en tres tipos:

a) Lámpara con balasto de precalentamiento

Este tipo de sistema posee un lámpara fluorescente con dos pines por extremo, el balasto está formado por un cebador y un balasto serie tal como se mostró en la figura No 3.4. Es el sistema de mayor demora en el encendido de las lámparas.

b) Lámpara con balasto de arranque rápido

Es un tipo de sistema fluorescente que también requiere el precalentamiento de los electrodos que se lo realiza a través de un balasto que contiene un transformador reductor de dos devanados. Es el balasto más ineficiente porque los devanados secundarios permanecen cerrados calentando los electrodos. La figura No 3.5 muestra este sistema.



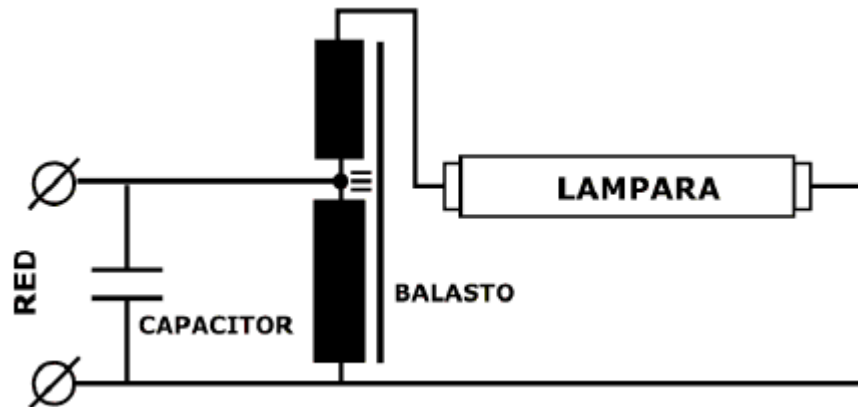
Fuente: Curso de instaladores Italavia Argentina. <http://www.eltargentina.com>

Figura No 3. 5 Lámpara fluorescente con balasto de arranque rápido

²² Fink, Donald. Manual de Ingeniería Eléctrica. 13^{ra} Ed. McGraw hill. México. 1996

c) Lámpara de Balasto de arranque instantáneo

Se diferencia de los demás sistemas porque las lámparas tienen un solo pin por extremo. No mantienen los electrodos calientes y el encendido se produce por un gran potencial entre los electrodos de la lámpara que vence la resistencia de ruptura y produce la ionización²³. La figura No 3.6 muestra el sistema descrito.



Fuente: Curso de instaladores Italavia Argentina. <http://www.eltargentina.com>

Figura No 3. 6 Lámpara fluorescente con balasto instantáneo

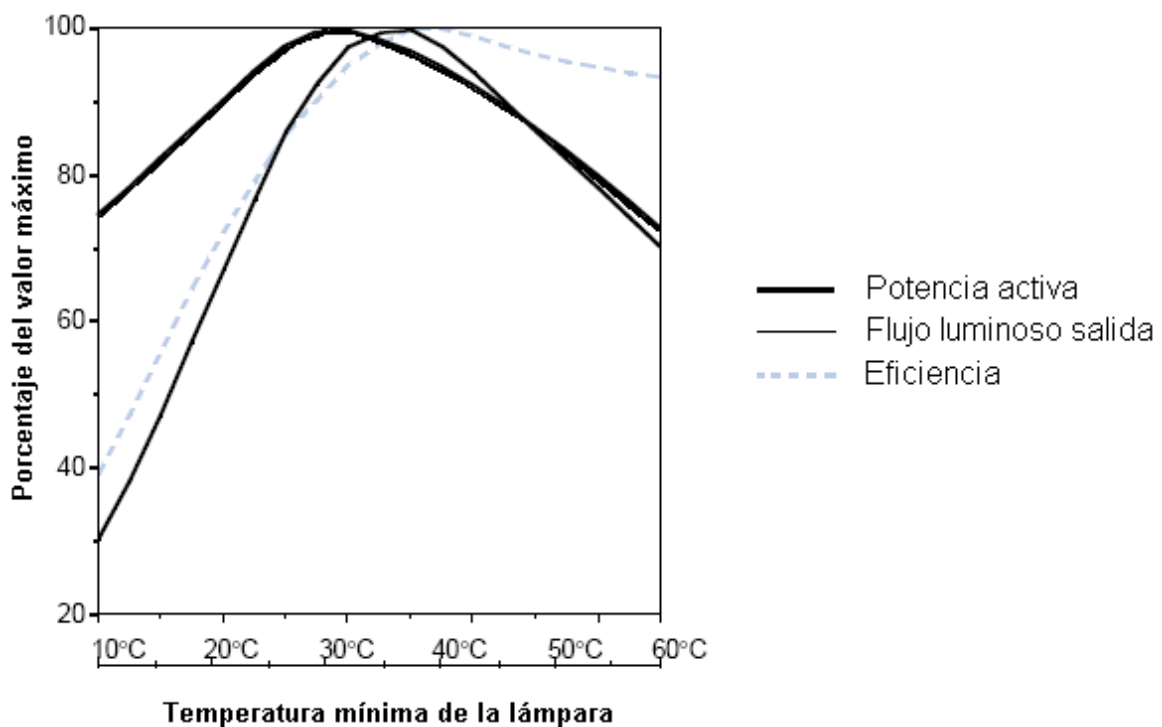
En el reemplazo de lámparas quemadas se debe prestar mayor atención para el diferente tipo de balasto que cada luminaria contiene, las lámparas deben corresponder al funcionamiento de determinado balasto; puede suceder insospechadamente que lámparas de arranque instantáneo colocadas en balastos de arranque rápido se ennegrezcan o dañen porque no son aptas para soportar el calentamiento continuo, con este simple consejo se puede evitar cuantiosos gastos de reposición.

3.3.4.3.2 Particularidades y medidas para las luminarias fluorescentes en el edificio”
Las Casas”

Si por largos años el sistema de iluminación ha prestado un servicio con continuas reposiciones y gastos las soluciones están al alcance de la mano. Se necesita una renovación de las luminarias obsoletas usándolas de mejor manera.

²³ Durda, Frank. Instant Start Fluorescent Fixtures. The Fluorescent Lighting Systems. 2002.

Recorriendo los pasillos y oficinas se observa que muchas luminarias no llevan puesto el difusor, esta parte física de la luminaria es esencial porque realiza tres funciones principales, la primera en la difusión de la luz hacia los extremos; la segunda en la eliminación del deslumbramiento que molesta la visión y una última función porque mejora la eficiencia de la luminaria; está última parte del hecho de que las lámparas pierden su flujo luminoso si la temperatura de operación se reduce o enfría. La figura No 3.7 muestra la curva que relaciona el flujo luminoso con la temperatura de operación de las lámparas fluorescentes.



Fuente : Kaufman, J.E. Lighting Handbook. Illuminating Engineering Society. 1984

Figura No 3. 7 Curva de reducción del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes

Se nota que existe un intervalo de temperaturas por donde la luminaria brinda su flujo luminoso nominal. Así no es recomendable quitar los difusores que atrapan el calor y permiten el buen desempeño de las lámparas.

En algunos sitios existen difusores amarillentos, esto también disminuye el flujo luminoso, la limpieza no quita totalmente la tonalidad y en muchos casos dada la

vejez de los difusores conviene desecharlos. La alternativa eficiente es usar difusores que no impregnen las tonalidades indeseadas.

3.3.4.3.3 Inconvenientes en el uso de sistemas fluorescentes convencionales

Los sistemas fluorescentes convencionales con lámparas de gran potencia y balastos electromagnéticos a más de contribuir a las pérdidas por su constitución propia poseen otros inconvenientes que deben ser conocidos.

Debido al continuo calentamiento de las partes activas y de los circuitos internos del balasto electromagnético; el flujo luminoso puede reducirse tempranamente. Además por la sensibilidad con los continuos arranques los electrodos se desgastan acortando la vida útil, esto obliga a que las luminarias no se apaguen o prendan frecuentemente.

En las oficinas son las principales fuentes del efecto estroboscópico que se manifiesta como un parpadeo dando la sensación de que los cuerpos en movimiento se desplazan en cámara lenta. La solución para este efecto se puede remediar haciendo que la alimentación de cada lámpara este en desfase con otras; por decir si se tiene una red trifásica y una luminaria de dos lámparas, el efecto puede ser eliminado colocando las lámparas a distinta fase con objeto de que mientras la corriente de una lámpara tenga un valor máximo la otra esté en un valor mínimo y así el total pueda disminuirse.

Otro problema que atañe principalmente a los sistemas de precalentamiento son los bajos factores de potencia que aumentan el calibre de los cables de alimentación, uno modelos de luminarias tienen una ranura de inserción para un condensador individual pero otros no.

En la parte eléctrica las lámparas al igual que los focos incandescentes son afectados por las variaciones de voltaje, voltajes por arriba del valor nominal hacen que se mejore la iluminación pero se acorte la vida útil, mientras que voltajes por debajo del nominal dan una mayor esperanza de vida pero pueden

ser insuficientes para encender las lámparas. Los valores admisibles para las lámparas son de un $\pm 10\%$ ²⁴, afortunadamente la instalación maneja una desviación de voltaje tolerable por lo que no es un factor que afecte a las lámparas actuales y futuras.

3.3.4.4 Lámparas de halogenuros metálicos

Es un tipo de lámpara de descarga de alta intensidad HID, tiene el principio de funcionamiento de la lámpara fluorescente convencional, se diferencia porque es más compacta y de intensidad luminosa más puntual, requiere de un equipo auxiliar para su operación; su combinación con balasto electrónico es mucho más eficiente que la luminaria fluorescente convencional y el foco incandescente. Su luz es cálida dando al ambiente un entorno fresco y limpio. Las breves conmutaciones pueden afectar su operación normal por lo que no es recomendable utilizarla en lugares que prendan y apaguen las luces sucesivamente²⁵.

3.3.4.5 Lámparas de vapor de mercurio

Es la lámpara de alumbrado público más antigua. Produce la luz a través de la descarga eléctrica en el interior de una bombilla rellena de vapor de mercurio y otros gases. Por ser la más ineficiente no es recomendable usarla en la iluminación de vías y carreteras o sitios que tengan elevadas horas de uso. Entre sus ventajas poseen un alto índice de rendimiento de color y bajos costos de operación.

3.3.4.6 Lámparas de vapor de sodio

Son las mejores lámparas que pueden adaptarse al alumbrado de calles y avenidas. Tienen muchas ventajas tal como la más alta eficiencia, insensibilidad frente a las variaciones de temperatura y tiempos de respuesta rápidos ya que no necesitan esperar un tiempo para volver a encenderse. De acuerdo a su aplicación una desventaja podría ser su bajo rendimiento de color (IRC).

²⁴ Fink, Donald. Manual de Ingeniería Eléctrica. 13^{ra} Ed. McGraw Hill. México. 1996

²⁵ Waymouth, John. Electric Discharge Lamps. Cambridge MA. 1971

3.3.5 EFICIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIALES

La competitividad y la reducción de los gastos operativos de las empresas han hecho que los fabricantes exhiban nuevos productos que brinden un mejor servicio con un menor consumo de energía. Toda empresa que presta importancia a su desarrollo necesita incorporar los avances que la tecnología ofrece.

En el campo de la iluminación el avance tecnológico ha sido provechoso, a continuación se da a conocer las nuevas lámparas y equipos auxiliares que están brindando la eficiencia y el confort requeridos por los sectores industrial, comercial y de servicios.

3.3.5.1 Lámparas fluorescentes T8

Es una de las mejores lámparas ahorradoras de energía que se ajusta a la dimensión y conexión de las luminarias que poseen lámparas fluorescentes convencionales. Los fabricantes han encontrado que los recubrimientos de materias químicas como las tierras raras y polvos fosfóricos dentro de las lámparas aumentan su eficiencia, su luminosidad y su rendimiento de color.

Antes de mostrar sus características conviene clarificar la denominación T8 o T12; esto es una abreviación que da a conocer una lámpara fluorescentes de 8/8 de pulgada y 12/8 de pulgada respectivamente.

La tabla No 3.2 muestra la comparación de las lámparas fluorescentes convencionales frente a las lámparas fluorescentes T8.

<u>Tabla No 3. 2 Comparación entre las lámparas fluorescentes convencionales y eficientes</u>						
	POTENCIA (W)	LONGITUD (cm)	TEMPERATURA COLOR °K	FLUJO LUMINOSO (lm)	EFICACIA (lm/W)	VIDA ÚTIL (horas)
Fluorescente convencional T12	20	60,96	4000 Coolwhite	1300	65	9000
	20	60,96	5000 Daylight	1075	53	9000
	40	121,9	4000 Coolwhite	3000	76	9000
	40	121,9	5000 Daylight	2500	64	9000
	40	Tipo U	4000 Coolwhite	2900	72	12000
Fluorescente T8	17	60,96	5000 Daylight	1400	82	20000
	32	121,9	3000 Warmwhite	3200	100	20000
	32	121,9	4000 Coolwhite	3200	100	20000
	32	121,9	5000 Daylight	3050	95	20000

La diferencia que marca la lámpara T8 con 8 W menos representa un ahorro de demanda del 20% por cada lámpara unitaria que sustituye a una T12. El ahorro puede aumentarse hasta un 40% cuando se sustituye dos lámparas por luminaria (T12 2x40 W) común del Edificio “Las Casas”

Se observa además como la eficacia de la T8 aumenta hasta un 30% del valor que maneja la T12, esclareciéndose que la mayor energía que consume la lámpara T8 se transforma en luz y no en calor.

No hay duda alguna que la lámpara T8 es superior a la T12, una ventaja insuperable en los modelos de marca es la superación de la vida útil frente a la vida que tiene la lámpara convencional (T12), esto reduce los costos de reposición y de tiempo de servicio por reemplazo.

3.3.5.2 Lámparas fluorescentes T5

Este tipo de lámparas representa un nuevo concepto de iluminación eficiente y de calidad. El diámetro de esta lámpara se reduce hasta un 38% del que tiene la T8 evitando así las sombras que obstaculizan la reflexión total de los rayos luminosos hacia la zona iluminada, para su utilización es imprescindible el uso de un balasto electrónico.

Es el sistema individual fluorescente de mayor eficacia luminosa y de menor depreciación de flujo que hasta ahora se cuenta, puedan ahorrar hasta un 30% más de lo que ahorran las T8 pero su costo de inversión es más alto pudiendo dejar a los proyectos de conservación energética irrealizables.

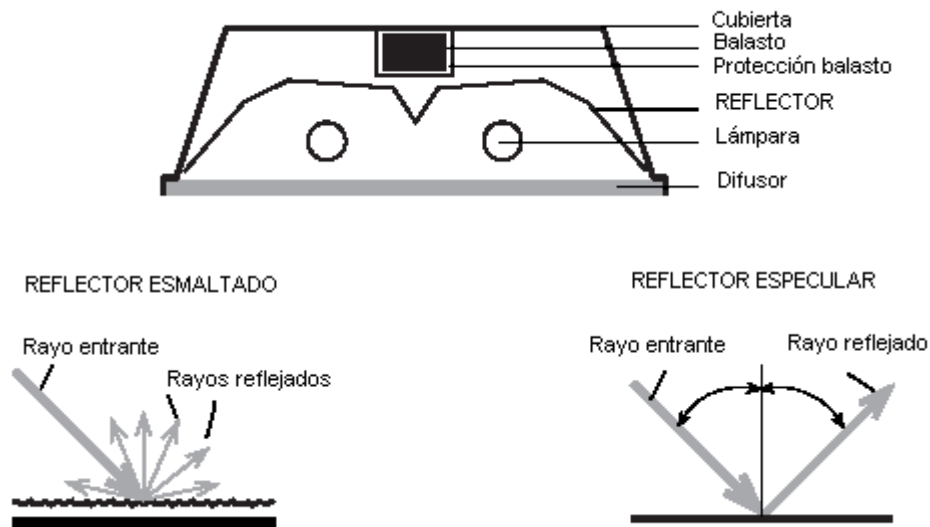
La lámpara, el balasto electrónico, la luminaria especular y equipo adicional encarecen su costo, lo recomendable sería esperar hasta cuando la demanda baje los precios y después adquirirlas; para esto se debe asegurar que las luminarias eficientes que se decidan colocar puedan después de un tiempo adaptar el equipo y las lámparas T5.

3.3.5.3 Balastos electrónicos

Son los balastos que hacen uso de dispositivos semiconductores a cambio de los antiguos bobinados o núcleos magnéticos de los balastos electromagnéticos. Su principio se basa en la elevación de la frecuencia normal de 60 Hz a frecuencias que bordean los 20 o 60 Khz, con esta tecnología las pérdidas propias del equipo se reducen logrando un mejor aprovechamiento del flujo luminoso de las lámparas, un aumento de la eficiencia de la luminaria y la eliminación de las molestias a causa de las variaciones de voltaje. Los balastos para el arranque y operación de las lámparas son del tipo instantáneo.

3.3.5.4 Uso de reflectores y difusores especulares

Son uno de los principales componentes de las luminarias eficientes, se diferencian de los reflectores esmaltados porque sus pulidas superficies con revestimientos de aluminio reflejan completamente los rayos de luz en una dirección determinada sin difundirlos en el entorno de la luminaria; con esto la iluminación se focaliza hacia el plano de trabajo. En la figura No 3.8 se presenta una sección de la luminaria que muestra al reflector de la luminaria y la modelación física del comportamiento de la intensidad luminosa entre un reflector esmaltado frente a uno especular.



Fuente: National Lighting Product Information Program. Especular Reflectors. Vol. 1. Tem. 3. Julio 1992

Figura No 3. 8 Comportamiento de un reflector ineficiente frente a un eficiente

El reflector especular es un complemento indispensable cuando se instala lámparas T8, el ahorro de energía que pueden aportar se presenta al prescindir de una o más lámparas si la disposición física de la luminaria y el nivel de iluminación son los satisfactorios. Se investigó el mercado de oferta de los reflectores especulares; pero la mayoría de tiendas no cuentan todavía con este accesorio primordial para la eficiencia, se debe contactar directamente a los fabricantes. En todo caso se puede usar ciertos tapizados pulidos en los reflectores esmaltados que ayuden a mejorar la eficiencia de la luminaria.

En el caso de los difusores es conveniente utilizar uno del tipo eficiente ya sea del tipo especular o de rejillas, para el rediseño se ha utilizado un difusor especular de aluminio tipo parabólico.

En varias dependencias como la Auditoria se ha sustituido las luminarias viejas por las mismas luminarias fluorescentes con lámparas T12 y con difusores de tipo acrílicos; sin tomar en cuenta la eficiencia. No es recomendable utilizar difusores de tipo acrílico porque si bien son económicos su vida se limita a un período menor al año en que pierden totalmente su transparencia y bajan los niveles de iluminación.

3.3.5.5 Lámparas fluorescentes compactas y ahorradoras

El desperdicio de energía y la reducida vida útil del foco incandescente han promovido la creación de nuevas lámparas electrónicas de pequeñas dimensiones que lo sustituyan adecuadamente. Estas son las llamadas lámparas compactas o ahorradoras que brindan el mismo flujo luminoso que los focos normales pero con un menor consumo de energía.

Las formas y diseños de las lámparas fluorescentes varían; pero la mayoría se configuran con un tubo cilíndrico de corto diámetro moldeado de diversas formas, las paredes interiores contienen recubrimientos de polvos fosfóricos que dan la tonalidad de la lámpara. Como se trata de lámparas fluorescentes requieren de un conversor electrónico de alta frecuencia que se acopla en la misma base de la lámpara o separado en el interior de un equipo reflector. Su fácil adaptación y su excelente durabilidad hacen que sean importantes cuando se tenga que reducir la energía de focos incandescentes que permanecen muchas horas prendidos.

En la decisión económica quintuplica el precio del foco incandescente pero si el tiempo de uso justifica su empleo la inversión se repone rápidamente con los ahorros de hasta un 80% de energía.

Su funcionamiento hace que pueda llegar a tener una tasa aceptable de armónicos. El control de armónicas y del factor de potencia encarece la lámpara; sin embargo en instalaciones que requieren muchas lámparas conviene delimitar su uso para no incurrir en problemas de sobrecalentamiento de los cables. Resisten las variaciones de voltaje eléctrico; pero es recomendable evitar las breves conmutaciones de los encendidos.

La tabla No 3.3 muestra la comparación entre algunos focos incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas.

Tabla No 3. 3 Comparación entre los focos incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas y ahorradoras

	POTENCIA	TIPO	FLUJO	EFICACIA	VIDA
			LUMINOSO		ÚTIL
	(W)		(lm)	(lm/W)	horas
	25	Bombillo	190	8	1000
Incandescente	60	Bombillo	870	15	1000
convencional	60	Halógena	1044	17	2000
	100	Bombillo	1410	14	1000
	5	1 vueltas pines	250	50	10000
Fluorescente	14	3 vueltas rosca	900	64	10000
compacta	18	3 vueltas pines	1250	69	10000
	25	Espiral	1500	60	10000

Las combinaciones de capas fosfóricas han dado lugar a que exista una tonalidad cálida que iguale a la temperatura de color amarilla de los focos normales, sin embargo las tonalidades frías siguen siendo las más comerciales.

Las lámparas fluorescentes compactas transforman la mayor parte de energía en luz tal como lo demuestran las eficacias respectivas, dentro de la tabla se observa además que duran hasta diez veces más que los focos convencionales. La sustitución eficiente para cada lámpara incandescente podría escogerse de acuerdo al orden en que se han ido presentando las lámparas.

3.3.6 NUEVOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EFICIENTES.

3.3.6.1 Diodos emisores de luz

Los diodos emisores de luz o LEDS son dispositivos electrónicos que emiten luz cuando la carga eléctrica incide ciertas capas de transición o de energía de un material semiconductor. Son muy usados para aplicaciones decorativas y de control, actualmente se los utiliza en el alumbrado interior en módulos de conjuntos asociados.

La iluminación con LEDs es la iluminación del futuro, son llamados fuentes de luz fría pues la energía eléctrica recibida es convertida hasta un 99% en luz visible. Poseen un vida útil diez veces mayor que la lámpara fluorescente T8, son rígidos, no necesitan mantenimiento y ofrecen mucha seguridad ante accidentes eléctricos debido a sus bajos voltajes de operación.

3.3.6.2 Fibra óptica

La iluminación por fibra se da por una serie de delgadas fibras que envían las ondas luminosas por medio de una fuente luminosa separada que acoge a las mismas. La linealidad de los cables no permite difundir el flujo luminoso como lo hacen otros elementos, pero con ciertas configuraciones de fibras se puede dar la oportunidad de utilizarlas para la iluminación interior tal como algunos prototipos que se encuentran en su fase de implementación²⁶.

Son medios de transmisión con rendimientos del 99,9% de la energía absorbida en luz ya que la transmisión óptica no necesita de la circulación de corriente eléctrica tal como otros medios. Además se realiza la seguridad eléctrica porque no hay circuitos que provoquen calentamientos.

3.3.7 TIPOS DE DISTRIBUCIONES LUMINOSAS

Toda clase de lámpara o luminaria reparte su flujo luminoso de una forma en particular. Las distribuciones se realizan a través de planos imaginarios que pasan por los ejes longitudinales o transversales de las fuentes de luz. Las principales distribuciones luminosas son:

²⁶ Light design for professionals. <http://www.magiclite.com/efo/fibre-optic-EFO.shtml>

3.3.7.1 Distribución directa

Es la distribución que dirige el 90 y 100% del flujo luminoso total hacia abajo. Es una de las más usuales para la iluminación de oficinas en donde se consigue altos índices de eficiencia.

Dentro de este tipo de distribución se debe considerar una relación de separación entre las luminarias con respecto a la altura que deberán ser colocadas, espacios demasiados anchos entre luminarias pueden proyectar sombras mientras que alturas considerables disminuyen el nivel de iluminación. En el anexo F se muestran diversas distribuciones directas que se ajustan a la relación mencionada.

3.3.7.2 Distribución semi-directa

Este tipo de distribución reduce su aporte luminoso hacia abajo hasta un 30% de lo que envía la distribución directa. Se las puede usar cuando se tenga colores claros que puedan reflejar la luz que se dirige hacia el techo

3.3.7.3 Distribución difusa

Como su nombre lo indica es una distribución que difunde la luz por todas partes por arriba y por debajo en iguales proporciones.

3.3.7.4 Distribución directa-indirecta

Es parecida a la distribución difusa a excepción que se estrecha en el plano horizontal que contiene la fuente luminosa.

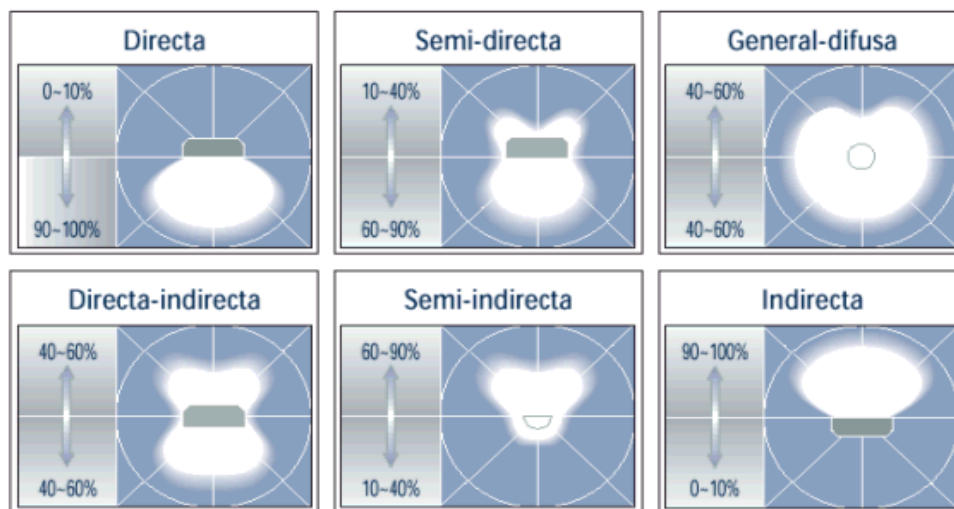
3.3.7.5 Distribución semi-indirecta

Estas distribuciones dirigen entre un 60 y 90% del flujo luminoso hacia arriba y el restante hacia abajo.

3.3.7.6 Distribución indirecta

Es la distribución que envía la totalidad del flujo luminoso hacia arriba con porcentajes entre el 90 y 100%. En este tipo de iluminación los techos y paredes deben ser altamente reflexivos para alcanzar los niveles de iluminación deseados.

La figura No 3.9 muestra las distintas distribuciones luminosas de las fuentes



Fuente: Hernández, Juan. Distribuciones luminosas. Luminotecnia. España. 2004

Figura No 3. 9 Distribuciones luminosas de las fuentes artificiales

En varios corredores y algunas oficinas del edificio se tiene una luminaria obsoleta con el tipo de distribución luminosa semi-directa, se nota que no brinda un nivel de iluminación adecuado porque los colores del techo no son tan reflexivos y el flujo luminoso se dispersa, por cualquier caso se aconseja tener los fondos de los techos con colores claros.

3.3.8 CONDICIONES INELUDIBLES PARA ELEVAR EL RENDIMIENTO DE LA ILUMINACIÓN

Los estudios psicofísicos han demostrado que del total de información que el ser humano recibe; un 80% de asimilación se da por el sentido de la visión²⁷, de esta manera una buena iluminación es un factor de importancia para el

²⁷ La iluminación natural y el ahorro de energía, <http://www.imcyc.com/revista/2000/junio2000/iluminacion4.html>

desenvolvimiento intelectual de las personas. Es necesario brindar el confort visual para que los trabajadores de la empresa no desgasten su visión y efectúen los trabajos sin dificultades.

Los óptimos resultados que se obtengan de una nueva iluminación dependerán de ciertas condiciones de las luminarias, de la apariencia física del entorno y de la colocación precisa de los objetos dentro de los espacios, las condiciones que pueden ayudar a elevar el nivel de iluminación son:

- Pintar las superficies interiores de paredes y techos con colores claros que aumenten la luminosidad del lugar.
- Colocar adecuadamente las luminarias evitando zonas oscuras.
- Reubicar los casilleros de documentos y otros enseres, priorizando que los escritorios reciban la mayor iluminación directa.
- Evitar el deslumbramiento o brillo indirecto por el resplandor de objetos
- Adaptar el contraste correcto de los colores de los objetos.

3.3.9 NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS

Los valores de iluminación recomendados se eligen de acuerdo a la tarea que se vaya a desarrollar. La complejidad de una tarea aumenta el valor de la iluminación solicitada, en lo que respecta al Edificio “Las Casas” las tareas son propias de asuntos de oficinas, con ciertas excepciones como las cafeterías, las salas de reuniones, las bodegas, los corredores y pasillos.

La tabla No 3.4 presenta los valores de iluminación recomendados según la Westinghouse.

<u>Tabla No 3. 4 Niveles de iluminación recomendados</u>		
ACTIVIDAD		NIVEL DE ILUMINACIÓN (lux)
Oficinas		
	Lectura de textos con mucho contraste y bien impresos, tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada.	300
	Salas de conferencia	300
	Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz tinta sobre un buen papel.	700
	Lecturas de buenas reproducciones, lecturas o transcripciones de escritura a mano con lápiz duro o sobre mal papel.	1000
Cafeterías		200
Corredores de circulación		200
	Pasillos	200
	Corredores, ascensores, escaleras normales y escaleras mecánicas	200

Fuente: Manual de Alumbrado de la Westinghouse, 4^{ta} Ed.

Mediante un luxómetro se procedió a medir los niveles de iluminación de varios pisos, el valor real o promedio se lo obtuvo de los varios valores puntuales tal como se indicó en el tema de las mediciones eléctricas. En varias oficinas existe un valor promedio entre 200 y 250 luxes que no se sujeta a lo contemplado por la tabla No 3.4, esto se debe a que si bien las lámparas fluorescentes son nuevas las luminarias están viejas y amarillentas lo que impide el paso del flujo luminoso. Es claro observar que en algunas zonas el valor puntual alcanza valores altos tal como los 370 luxes; pero se debe a que las luminarias están aglomeradas sin una disposición estética.

3.3.10 RECOMENDACIONES FINALES PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO

Las luminarias del edificio han sufrido mucha degradación a través de los años por lo que conviene cambiarlas no sólo por la reducción de energía y el beneficio económico por obtener, sino también para satisfacer las necesidades visuales de las personas que laboran en el edificio.

En varios pisos existen algunos casos en los cuales un sólo interruptor tiene el control de varios circuitos de luminarias a la vez; algunas de las cuales están cerca pero fuera del área de visión que el interruptor delimita, esto también contribuye al desperdicio de energía porque se está encendiendo luminarias innecesarias de áreas que no pueden tener a persona alguna dentro de su lugar de trabajo, en este caso sería conveniente independizar los circuitos de iluminación con un interruptor que controle una área específica. Es necesario además colocar los interruptores en lugares que estén a plena vista de los funcionarios para que se den cuenta de las luminarias innecesarias que se pueden apagar.

Una mala práctica es dejar una única lámpara en una luminaria que se completa con dos lámparas; o también dejar las luminarias sin ninguna lámpara. En la primera práctica es necesario sustituir tan prontamente la lámpara quemada para que la vida útil de la primera no disminuya, en la segunda práctica también se debe sustituir las lámparas ya que el balasto seguirá consumiendo una energía sin brindar ningún servicio.

En algunas luminarias electrónicas se observa que se mezcla la temperatura de color de una lámpara de una luminaria de dos lámparas, esto distorsiona el ambiente que se quiere dar al espacio iluminado, se recomienda colocar lámparas con temperaturas de color iguales tal como se presentó en la figura No 3.2.

Por último se deberá ver la posibilidad de cambiar lámparas, luminarias y balastos ineficientes por otros de menor consumo de energía, las condiciones técnicas se verán favorecidas en beneficios tales como:

- Conservación y poca pérdida del flujo luminoso a través de los años.
- Menor aporte de calor al espacio interior de las personas.
- Tolerancia amplia a los problemas de variaciones de voltaje.

- Con balastos de calidad se obtiene la garantía de factores de potencias altos y distorsiones armónica bajas
- Disminución de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

3.3.11 REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO “LAS CASAS”

El consumo más grande que tiene el edificio se encuentra en la iluminación. Será necesario entonces incorporar un nuevo sistema de iluminación con el conjunto de lámparas T8 y balastos electrónicos, con esto se conseguirá reducir un buen porcentaje de la energía malgastada a las horas de jornada laboral diaria.

Existen dos métodos generales que se usan para los diseños de iluminación en general, estos son:

- El método del lumen o las cavidades zonales
- El método punto a punto

El método de lumen parte del promedio de iluminación recomendada, de las características físicas del lugar y de los datos fotométricos propios de las luminarias que se elegirá utilizar.

El método punto a punto parte de la ecuación fundamental de la iluminación (Ecuación No 13):

$$E = \frac{I}{D^2} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

E: iluminación (lux)

I: intensidad luminosa (cd)

D: distancia al punto de iluminación (m)

El método punto a punto necesita conocer las intensidades luminosas de las curvas de distribución de las luminarias, tiene mucha utilidad en la iluminación exterior por las mayores distancias tanto de altura como de separación de las luminarias. En lo que respecta a la iluminación interior el método más conveniente y fácil para el diseño es el método del lumen.

3.3.11.1 Método del lumen

El número de lámparas obtenidas de una iluminación promedio del área y de factores específicos vienen dadas por la ecuación No 14.

$$\# \text{lámparas} = \frac{E \times A}{C_u \times f_m \times \Phi_{\text{lámpara}}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

E: iluminación recomendada (luxes)

A: área del espacio a iluminarse

C_u: coeficiente de utilización

f_m: coeficiente de mantenimiento

Φ_{lámpara}: flujo luminoso por lámpara individual.

Los coeficientes son factores que disminuyen el flujo luminoso nominal de la lámpara. El coeficiente de utilización es un factor de eficiencia que toma en cuenta el diseño de la lámpara y las condiciones físicas del área sobre el flujo luminoso total que brinda la lámpara.

El coeficiente de mantenimiento toma en cuenta el grado de limpieza de los sitios al que las luminarias se expondrán, para los cálculos más precisos se tendrá en

consideración además la degradación del flujo luminoso de las lámparas a lo largo de la vida útil y el factor de balasto.²⁸

Los factores de mantenimiento se elevan si existe un cronograma periódico de limpieza, con respecto a las luminarias del edificio se da cuenta que no se ha llevado un buen mantenimiento. Una vez que se instalen las nuevas luminarias se recomienda establecer un periodo mensual o trimestral donde se limpien todos los equipos para mantener los flujos luminosos e incrementar la duración total del sistema.

La tabla No 3.5 muestra los factores de mantenimiento para las luminarias fluorescentes según la Philips.

<u>Tabla No 3. 5 Factor de mantenimiento según el número de horas que la lámpara se utilice</u>		
ILUMINACIÓN RECOMENDADA	FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA	FACTOR DE MANTENIMIENTO DE LAS LÁMPARAS
Valor de Iluminancia en servicio	Valor a las 100 horas	0.9
	Valor a las 2000 horas	1
Valor mínimo de Iluminancia	Valor a las 100 horas	0.8

Fuente: Manual de Alumbrado de la Philips. 1997

²⁸ El factor de balasto es un coeficiente que aparece por el autoconsumo de pérdidas que tienen los balastos. Valores altos por encima de 1 corresponden al sistema T8-balasto electrónico que reduce las pérdidas sin bajar el nivel de flujo luminoso.

3.3.11.2 Establecimiento de las luminarias eficientes para el rediseño.

Con el fin de crear un ambiente eficiente y de calidad visual se ha conformado el nuevo sistema de iluminación con lámparas fluorescentes T8, luminarias especulares, balastos electrónicos y lámparas ahorradoras. La decisión de escoger una luminaria especular si bien depende del visto bueno de los funcionarios principales, al querer alcanzar el ahorro energético se recomienda utilizar luminarias con reflectores y difusores especulares que a más de brindar los ahorros económicos y mejorar el nivel de iluminación; no se oxidan, se conservan y se ajustan a la estética de las oficinas modernas. No se recomienda la combinación de lámparas T8 con difusores acrílicos porque se degradan y la cubierta cambia de tonalidad rápidamente.

En el edificio existe una bodega de papelería y un archivador de documentos, estos lugares no necesitan proyectar una iluminación atractiva ni evitar el deslumbramiento, así se ha decidido colocar lámparas T8 con luminarias que incluyan reflectores industriales (ref-ind).

Cada tipo de lámpara tiene una clase de aplicación definida, por esta razón se sustituirá las luminarias fluorescentes frías de las cafeterías por lámparas fluorescentes compactas cálidas.

Debido al poco uso de la iluminación en baños y cuartos que rara vez se abren no se recomendará ningún cambio porque los ahorros de energía son escasos y la inversión no se recupera.

En lo referente a las gradas y corredores entre alas se ha decidido colocar lámparas fluorescentes compactas desde el subuelo hasta el tercer piso ya que las gradas superiores cuentan con una buena iluminación natural, si las lámparas en tiempo invernales comenzarán a usarse se recomienda sustituirlas por unas ahorradoras cálidas.

Para los pasillos entre oficinas de cada dependencia también se ha utilizado sistemas T8 con luminarias especulares porque son las luminarias que permanecen mayormente encendidas y es justificable de alguna manera con la considerable vida útil de la lámpara T8 y el balasto electrónico.

La tabla No 3.6 muestra la propuesta en la sustitución de las luminarias ineficientes por luminarias eficientes de las distintas áreas que se encuentran dentro del edificio.

<u>Tabla No 3. 6 Resumen de sustitución entre luminarias ineficientes por eficientes del Edificio “Las Casas”</u>		
Aplicación	Sistema ineficiente	Sustitución eficiente
Oficinas y pasillos entre dependencias	» Lum. fluorescente 2 x 40 W b.electromag. dif.acrl.	»Lum. fluorescente 2 x 32 W b.electrón. dif.esp »Lum. fluorescente 3 x 17 W b.electrón. dif.esp
Cuartos almacenamiento	» Lum. fluorescente 3 x 40 W b.electromag. dif.acrl.	»Lum. fluorescente 2 x 32 W b.electrón. ref.ind
Bodegas grandes	» Lum. fluorescente 2 x 40 W b.electromag. dif.acrl. » Foco reflector 100 W	»Lum. fluorescente 2 x 32 W b.electrón. ref.ind
Bodegas pequeñas	» Foco incandescente 60 W	»Lámpara ahorradora 14 W
Cafeterías, corredores y gradas	»Lum. fluorescente 2 x 40 W b.electromag. dif.acrl. »Foco incandescente 100 W	»Lum. fluorescente compacta 26 W

Abreviaciones : (b.electromag : balasto electromagnético) – (dif.acrl : difusor acrílico) – (b.electrón : balasto electrónico) – (dif. esp: difusor especular) – (ref. ind : reflector industrial).

El ejemplo del procedimiento para el rediseño de la iluminación y el resumen con el número y tipo de luminarias para todos los pisos es presentado en el anexo G.

3.3.12 CONSIDERACIONES FINALES PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El ambiente cálido o frío puede crearse con la temperatura de color de la lámpara, el uso preferencial de temperatura de color para lámparas de oficina se sitúa entre

los 3500°K hasta los 4900°K. En el caso de los lugares que se desee brindar calidez se recomienda el uso de lámparas comprendidas entre los 2500°K hasta los 2700 °K.

Se debe conseguir lámparas con altos rendimientos de color (IRC) que bordeen entre 80 hasta 100% de su valor, esto reproducirá los colores adecuadamente y el personal se sentirá a gusto en su trabajo.

Si todas las luminarias se cubren con los difusores respectivos no habrá molestias por los brillos directos que molesten la visión, no por esto si existiera deslumbramiento indirecto por varios objetos habría que reubicarlos en otros lugares.

En el tercer piso existen unas luminarias de color rojo oscuro que se encuentran en buenas condiciones y que podrían permanecer en su sitio pudiendo solamente cambiar las lámparas T12 y los balastos electromagnéticos por lámparas T8 y balastos electrónicos.

Por último las nuevas luminarias tendrán que brindar protección y fijación adecuada a los equipos; pero a la vez facilitar el mantenimiento; para limpiar y sustituir los accesorios a fin de mantener la iluminación adecuada por muchos años.

3.3.13 ILUMINACIÓN NATURAL

El potencial de ahorro energético con el uso de la iluminación natural en los sectores laborales matutinos es alto. La falta de conocimiento, los precios bajos de la energía y el inadecuado acondicionamiento físico de los lugares; hace que se la olvide, de hecho existen muchos establecimientos educativos y edificios que prenden las luces inclusive cuando el día está claro.

La luz natural es una energía limpia y con el más mínimo impacto a la naturaleza y a la economía. Su disponibilidad al provenir del sol es ilimitada.

La luz natural brinda calidad, disminuye el cansancio visual y ayuda a mejorar el desempeño de trabajo, esta ha sido la pauta para que muchos fabricantes de iluminación produzcan lámparas que igualen el nivel de reproducción cromática que posee dicha iluminación natural.

3.3.13.1 El uso de la iluminación natural en los edificios públicos

Con respecto al Edificio “Las Casas” la ubicación y las amplias ventanas dan la oportunidad de aplicar satisfactoriamente el uso de la iluminación natural. En los extremos esquineros de algunos pisos existen dos ventanas por oficina lo que propicia su uso aún más.

En las oficinas la ubicación lateral de la ventana hace que parte de la luminosidad natural entregada no alcance espacios interiores, en estos casos por necesidad se debe hacer uso del sistema de iluminación artificial.

Las molestas consecuencias tales como el aumento de la temperatura de los ambientes o los brillos pueden ser solucionados con adecuaciones a las ventanas en donde se incluyen el uso de vidrios que reflejen la radiación infrarroja o la colocación de niveladores de luminosidad como las persianas.

3.3.14 CONTROLES ELECTRÓNICOS PARA LA ILUMINACIÓN

La falta de hábitos adecuados para el control de los sistemas de iluminación por parte de las personas, ha hecho aparecer dispositivos automáticos que mediante sensores o temporizadores apaguen, conecten y nivelen los sistemas de iluminación artificial.

La aplicación de un control electrónico requiere del análisis que relaciona el entorno físico de la instalación, las tareas que realizan las personas en sus

lugares de trabajo y el número de horas uso del alumbrado. La combinación de controles electrónicos con la iluminación natural es el principio para conseguir ahorros energéticos en las distintas partes que puedan ser utilizados.

La mayoría de los controles electrónicos trabajan adecuadamente con lámparas comunes tal como los focos incandescentes o las lámparas fluorescentes T12, el trabajo junto con lámparas eficientes tal como las fluorescentes compactas y fluorescentes T8 no es aconsejable con una restricción completa porque podrían dañarse o quemarse.

Cada control electrónico puede soportar una demanda eléctrica límite, de esta manera aparecen controles electrónicos individuales o de conjunto. También puede existir un control centralizado tal como un temporizador dentro de un centro de carga que conecte o desconecte los equipos a un horario predeterminado.

3.3.14.1 Tipos de controles electrónicos

3.3.14.1.1 Sensores de presencia

Son dispositivos electrónicos pequeños que prenden o apagan el sistema de iluminación de acuerdo a la permanencia o ausencia de las personas. En la actualidad existen tres tipos básicos de sensores de presencia, esto son:

a) Sensores infrarrojos.- son sensores que mantienen encendidas las luminarias si detectan las radiaciones térmicas de las personas en movimiento. Para asegurar su sensibilidad su campo de visión debe estar despejado de cualquier obstáculo externo.

b) Sensores ultrasónicos.- son sensores de acción y reacción. En este caso el sensor envía ondas de elevada frecuencia en el rango del sonido inaudible que se reflejan con los objetos del lugar, si existieran personas o objetos en movimiento la frecuencia de retorno al sensor se altera y se mantiene la iluminación encendida. Su alta sensibilidad puede hacer que algunas luminarias

se mantengan prendidas si objetos inanimados como adornos se encuentran en continuo movimiento.

c) Sensores híbridos.- Son sensores que incorporan una combinación de sensores infrarrojos con sensores ultrasónicos o con micrófonos. Las combinaciones se dan para la fiabilidad del funcionamiento certero ante posibles falsas conmutaciones o aumentar la sensibilidad.

Antes de aplicar un sensor de presencia se deberá hacer un análisis de las condiciones de trabajo. Si el sensor por varias circunstancias no puede detectar los movimientos ligeros tal como la escritura en las computadoras puede apagar la iluminación repetitivamente cuando las personas permanezcan inmóviles, para solucionar este problema se puede retardar el tiempo de apagado desde la última detección de movimiento con un temporizador que muchos llevan incluido. Se debe considerar además que su aplicación con lámparas fluorescentes por los sucesivos arranques puede desgastar las partes del balasto disminuyendo la vida útil de las luminarias. Por todo esto es recomendable usarlos en lugares donde la permanencia de las personas sea por momentos.

3.3.14.1.2 Focélulas

Son dispositivos cuya misión se basa en el aprovechamiento de la iluminación natural, desconectando o disminuyendo el nivel de iluminación aportado por las fuentes artificiales. Son comúnmente usados en la iluminación exterior nocturna pero pueden usarse también con las luminarias que se encuentran cerca de las ventanas.

3.3.14.1.3 Timers o medidores cronometrados

Son dispositivos que ordenan la conexión y desconexión de los equipos eléctricos a una hora establecida. Su función en el ahorro energético es desconectar automáticamente los sistemas eléctricos cuando la jornada laboral se haya terminado y ninguna persona haya quedado en su puesto de trabajo.

3.3.14.1.4 Dimmers o atenuadores

Son dispositivos que varían la potencia eléctrica a las lámparas disminuyendo su flujo luminoso. Su aplicación requiere encontrar lugares donde se efectúen varias tareas diferentes que se apliquen a un nivel de iluminación deseado. Cuando las lámparas trabajan a una menor intensidad eléctrica también aumentan su vida útil.

En las oficinas con una continua entrada y salida del personal no sería conveniente instalar algún tipo de control electrónico; en todo caso se podría planificar un control integrado manual que lleve a delegar funciones a los ocupantes los cuales disminuirían los niveles de iluminación en partes innecesarias durante ciertos tiempos, para esto se debe tener interruptores que manejen los circuitos de alumbrado en forma independiente y que tengan adhesivos alusivos hacia el ahorro energético.

3.3.14.2 Los controles y el caso práctico al Edificio “Las Casas”

Debido a la vejez y las incorrectas disposiciones de las luminarias en algunos pisos del edificio no existe facilidad y apertura para la adaptación de controles electrónicos, además es inadmisibles solventar gastos en luminarias que no prestan el nivel de iluminación adecuado. De este modo se ha escogido solamente ciertos lugares que pudieran ajustarse con los diferentes tipos de controles en las cuales las luminarias presentaban cierto orden con un tiempo de funcionamiento considerable. Estos son un tramo de las primeras gradas y la bodega de papelería.

3.4 EL CENTRO DE CÓMPUTO

Las antiguas computadoras de generación anterior han sido reemplazadas con nuevas computadoras de tecnología reciente, es así como aparece el nuevo centro de cómputo. Su funcionamiento es de vital importancia en el reparto,

recepción y traslado de la información entre las agencias y las dependencias. El diseño físico cuenta con servicios automáticos especializados que mejoran al sistema total aún más.

El centro de cómputo impone un consumo apreciable alrededor del 20% de la energía total diaria que consume el edificio, la iluminación eficiente con sistemas T8 y balastos electrónicos que tiene ayudan a ahorrar energía; pero las cargas eléctricas de servidores, los sistemas de comunicación y el aire acondicionado que pasan prendidos las 24 horas del día son los equipos preponderantes que contribuyen al gran consumo.

Las mejores alternativas eficientes tendrían que haberse dado en el momento mismo de adquisición de los equipos, los cambios requieren de altas inversiones que muchas veces no pueden amortizarse con los ahorros. Tratando de no interferir en el desenvolvimiento del centro de cómputo se harán solamente ciertas recomendaciones que pudieran ser aplicables.

La mayor demanda de energía se encuentra en el horario de jornada habitual, en este lapso los procesadores, tarjetas madres, memorias y discos duros tienen su mayor desempeño. Los procesos de datos se manifiestan en calor de los componentes que se transmite al ambiente y que se controla por medio del sistema de aire acondicionado que mantiene la temperatura normal.

El hardware en general debe ser protegido del calor que quema o daña a los equipos, en el ahorro energético es recomendable que cuando un componente se haya quemado sustituirlo por uno eficiente, un ejemplo está en la sustitución de un procesador eficiente que consume 70 W comparado con uno comercial que consume 150 W²⁹, esto podría brindar un ahorro de energía de hasta 53.3% por servidor. En el mercado actual existen nuevos procesadores de doble núcleo que pueden ejecutar varias tareas simultáneas y ofrecen un menor consumo de energía, sus precios son altos pero conforme la demanda los rebaje podrían ser una alternativa para reducir la energía dentro de los centros de cómputo.

²⁹ Energy Efficient IT. http://saveenergy.about.com/od/savingenergyattheoffice/gr/sun_servers.html

En la parte física constructiva del centro de cómputo se tiene un buen aislamiento y hermeticidad por lo cual no puede haber entrada de aire exterior que influya en las pérdidas térmicas, no está por demás revisar cualquier abertura o grieta sellándola o taponándola.

De manera general el Instituto Danés de Tecnología³⁰ sugiere algunas recomendaciones, estas son:

- Escoger en lo posible componentes eficientes porque fuentes o discos duros convencionales tienen eficiencias por debajo del 50%. Los componentes eficientes disminuyen el consumo eléctrico del aire acondicionado por la menor emisión calorífica al ambiente.

- Deshabilitar las aplicaciones que no son requeridas fuera del horario normal de trabajo.

- Remover el equipo innecesario tal como UPS, teléfonos e impresoras que no requieran enfriamiento.

- Desconectar todo dispositivo externo que no este siendo usado como por ejemplo las unidades de cintas que son utilizadas únicamente unas pocas horas en la noche.

- Hacer uso de las opciones de energía en los monitores o apagarlos si es posible ya que en modo de espera el consumo de energía se va acumulando por las 24 horas de funcionamiento.

- Mantener la puerta del centro de cómputo cerrada, la entrada de calor externo demanda mayor energía del aire acondicionado.

³⁰ Viegand, John. Good advice for saving electricity in Server rooms. Danish Technological Institute. Noviembre 2004.

3.4.1 EL AIRE ACONDICIONADO

La energía consumida por los aires acondicionados en países industrializados alcanza cifras sumamente grandes que supera muchas veces a los consumos restantes, en Quito por lo contrario por el clima moderado no tiene mayor relevancia; su participación tiene importancia en la región costera y amazónica.

El consumo del aire acondicionado representa alrededor de la tercera parte del consumo del centro de cómputo y el 5% sobre el consumo global, nuevamente una inversión en la readecuación física o de los sistemas no presentaría rentabilidad económica.

Los análisis de curvas de demanda mostraron que sea cual sea la carga térmica del centro de cómputo el acondicionador consume la misma energía, en este punto es recomendable ver si que el sistema de refrigeración tiene funcionalidades automáticas de hibernación para que se trate de reducir la energía de los servidores y comunicaciones cuando se hallen con poca carga de información.

El diálogo con los funcionarios del centro de cómputo dio a conocer que ciertos discos duros se habían quemado, existe una probabilidad remota de que la causa haya sido dada por el sistema eléctrico ya que el UPS elimina cualquier perturbación eléctrica fuera de lo normal, se debería centrar en ver como esta el componente con respecto a la circulación de los flujos de aire que pueden estar llegando con una temperatura un tanto mayor debido al paso anterior por otros racks o estanterías. También se recomienda balancear la carga correctamente para que cualquier fase eléctrica no este sobrecargada.

El mantenimiento debe ser realizado no sólo porque puede reducir la energía sino también para el buen funcionamiento y duración del sistema. En este punto es importante limpiar la acumulación de suciedades en los filtros; eliminando las obstrucciones de los canales o tuberías que llevan el aire refrigerante, entre una mayor suciedad el compresor demandará una mayor potencia y disminuirá su capacidad efectiva.

3.5 LAS COMPUTADORAS DE LAS OFICINAS

La vitalidad de la información en las empresas hace que la computadora sea una de los equipos electrónicos de mayor crecimiento en el mundo entero. El campo tecnológico computacional ha desarrollado muchos avances que consiguen equipos de mayor rapidez y de menor consumo de energía.

Los precios reducidos de las computadoras antiguas hacen que se las prefiera y se las use por años, si bien el precio es un factor decisivo en la renovación de cualquier equipo se deberían considerar también los beneficios de diferente índole que las nuevas computadoras pudieran presentar.

El diagnóstico energético delimitó a la computadora como el conjunto de un UCP (Unidad central de proceso) y un monitor. De las constantes visitas al sitio de estudio se observó una gran cantidad de UCP's y monitores de antigua generación, estos UCP's denominados clones son equipos que después de un tiempo podrán seguir funcionando pero estarán limitados en la rapidez, capacidad y ahorro de energía de las computadoras actuales.

Los medios propuestos para conseguir el ahorro de energía de tan útiles y sofisticados equipos se pueden basar en el uso racional de la energía, la elección y reemplazo de componentes ineficientes y ciertas configuraciones de ahorro en el software principal del computador.

3.5.1 EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

Es de por sí habitual que cada persona que ocupe un escritorio se traslade hacia otra partes para tratar otros asuntos dejando las computadoras prendidas, si el tiempo de demora fuera unos pocos minutos no tiene importancia, pero si fueran horas no sería conveniente porque se está malgastando la energía. Esta es la base de este método que trata de que cada persona por sí sola apague el computador cuando se vaya a ausentar por un tiempo prolongado tal como a la salida de su trabajo.

El computador se apagará normalmente; sin olvidar conmutar el foco luminoso de los reguladores o cortapicos que eliminan las pequeñas pérdidas internas de las fuentes de los UCP's, las impresoras, los escáneres, estos consumos son irrelevantes para un usuario común pero con la suma de miles de usuarios comerciales y residenciales se hacen considerables.

3.5.2 ADQUISICIÓN DE EQUIPO EFICIENTE

La sustitución de cada computadora dentro de las oficinas se la debe hacer paulatinamente y de acuerdo al fin de trabajo que los funcionarios desarrollen. Con el propósito de conservar la energía cuando se compren los UCP's o monitores individuales por marcas en particular se recomienda exigirlos con la etiqueta de Energy Star, ésta es una aprobación hecha por los fabricantes de equipos eléctricos que garantiza la funcionalidad de ahorro de energía en los mismos. De manera paralela de acuerdo a solicitud de un UCP hacia una agencia o dependencia; con el visto bueno de la División de Sistemas en el ensamble de clones se sugiere utilizar componentes eficientes que brindan mayor rapidez y menor consumo de energía. En los momentos actuales existen procesadores de doble núcleo o memorias RAM (DDR2) eficientes, se deberían considerar actualizaciones de productos que ofrezcan rapidez, menor consumo de energía y precios cómodos.

Una muy buena alternativa sobre el inventario de monitores del edificio y sus dependencias y agencias respectivas es la sustitución de las tradicionales pantallas de tubo de rayos catódicos (CRT) con monitores planos de cristal líquido (LCD); estos consumen la mitad de la potencia de un monitor tradicional; como ejemplo si un monitor tradicional demanda 74 W su correspondiente en pantalla plana demanda 36 W; significando un ahorro de hasta un 50% en energía, a más de esto presentan otras ventajas tales como:

- Reducen el espacio ocupado por escritorio y se adaptan a los lugares de una mejor manera.
- Las pantallas no emiten radiación alguna que afecta o cansa la visión.

- Tienen una mejor resolución con mayor calidad en la imagen y color
- Evitan el deslumbramiento indirecto.

La principal desventaja de los monitores de pantalla plana es su alto precio que puede amortizarse con los beneficios adicionales a lo largo del tiempo. En el caso de los monitores del edificio, la mayoría todavía se encuentran en buen estado por lo que se recomienda sustituirlos poco a poco teniendo presente que un gasto adicional es una inversión fructífera que lleva beneficios energéticos y personales.

3.5.3 CONFIGURACIONES ESPECIALES DE AHORRO

Las configuraciones especiales son medios sencillos que apagan los dispositivos de almacenamiento y salida del computador automáticamente, de esta forma se soluciona la falta de efectividad en el apagado manual de las personas.

Dentro de las configuraciones se hace necesario diferenciar el protector de pantalla con las opciones de ahorro de energía que ofrece el computador, mucha gente piensa que el protector de pantalla de imágenes ahorra energía del monitor, esto no es así; el equipo sigue consumiendo energía como si estuviera normalmente trabajando. Un hecho curioso se observó en ciertas oficinas donde se constató que algunos monitores aparentemente apagados, en realidad estaban prendidos porque el protector de pantalla tenía el fondo negro.

Las opciones de energía ubicados en el panel de control permiten administrar la potencia eléctrica de acuerdo a una configuración, secuencia y duración establecida. Las opciones de energía son cuatro, estas son:

- i. Apagar monitor.
- ii. Apagar los discos duros.
- iii. Pasar a inactividad.

iv. El sistema hiberna.

Una opción especial es el “el sistema hiberna”, aquella apaga el computador almacenando en el disco duro la información de la memoria RAM para que cuando retorne a encender la máquina se tenga los mismos programas que quedaron abiertos.

Una configuración sugerida en la secuencia de apagado sería de 10 minutos para el monitor y 30 minutos para el disco duro³¹; la hibernación puede habilitarse en una hora. No se recomienda utilizar las opciones en los servidores porque pueden crear conflictos.

En las mañanas al llegar a las oficinas se recomienda prender los computadores hasta que necesariamente se vaya a utilizarlas. En lo referente a las computadoras portátiles o laptops se las debe sacar provecho porque son las más eficientes, su sustitución por las computadoras convencionales es inejecutable ya que la inversión es alta y compromete la seguridad en la sustracción de bienes.

3.6 MOTORES ELÉCTRICOS

El consumo de los motores eléctricos en algunos países es más de la mitad de su consumo total. El ahorro energético de una gran cantidad de motores eléctricos para accionamientos mecánicos debería ser de especial interés para los empresarios industriales quienes podrían reducir sus gastos operativos.

Los motores eléctricos son mucho más eficientes que cualquier motor de combustión; para muestra se tiene el motor de inducción que se usa en todos los sectores, su alta eficiencia conjugada con la durabilidad y el fácil mantenimiento lo hacen competente para cualquier aplicación.

Todos los motores principales del Edificio “Las Casas” son motores eléctricos de inducción. El sistema de bombeo cuenta con dos motores eléctricos de diferente

³¹ Green tips. Computer energy savings. http://www.nrel.gov/sustainable_nrel/energy_saving.html

marca y tamaño mientras que el sistema de ascensores tiene dos motores eléctricos similares de edad avanzada.

Cualquier proceso de conversión de energía produce pérdidas por lo tanto la eficiencia de cualquier motor nunca alcanzará el 100%. Esta relación o porcentaje de eficiencia se puede calcular mediante:

$$\eta = \frac{P_o}{P_{in}} = \frac{P_o}{P_o + P_l} \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

P_o : potencia de salida en el eje del motor (kW).

P_{in} : potencia eléctrica de entrada (kW).

P_l : potencia de pérdidas (kW).

Existen numerosos métodos que pueden hallar las pérdidas eléctricas, estos requieren de pruebas que pueden interferir con el normal desempeño de las máquinas, para evitar cualquier eventualidad se evaluará la eficiencia de los motores eléctricos del edificio por medio de las mediciones eléctricas.

3.6.1 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS DEL EDIFICIO.

Se excluyó del estudio energético una pequeña bomba de agua, por que es un motor pequeño que no tiene mayor incidencia en el consumo de energía. Las eficiencias de los demás motores eléctricos serán calculadas mediante la ecuación No 16³²

$$\eta_{AJUSTADA} = [(\eta_{FC} + AVV)ADV]* AR \quad \text{Ecuación 16}$$

³² Tecnologías Eficientes. Evaluación energética en motores eléctricos de inducción. III4. México. Junio 2001

Donde:

$\eta_{AJUSTADA}$: eficiencia real de de operación, evaluada al factor de carga actual y ajustada por las condiciones de operación.

η_{FC} : eficiencia evaluada solo a partir de las condiciones de carga.

AVV : ajuste por diferencia o variación de voltaje.

ADV : ajuste por desequilibrio de voltaje.

AR : ajuste por rebobinado.

La eficiencia de un motor de inducción depende su factor de carga, esto es del nivel o permanencia de su demanda sobre la potencia nominal en un período determinado. Los fabricantes inscriben los valores de eficiencia para los distintos factores de carga en la placa o catálogo del respectivo motor.

La tabla No 3.7 muestra una recopilación de las eficiencias y de los factores de carga para las potencias nominales de los motores eléctricos del edificio.

<u>Tabla No 3. 7 Recopilación de eficiencias para los motores eléctricos del Edificio</u>					
POTENCIA NOMINAL	VELOCIDAD	TIPO	FACTORES DE CARGA		
			100%	75%	50%
(HP)	(rpm)		EFICIENCIAS (%)		
5	1200	Estándar	83.9	83.6	81.5
10	3600	Eficiencia	90.5	91.1	90.3

Fuente: Adaptado Tablas Seminario de eficiencia energética. OLADE. Junio 2005.

Dado que la EEQ está planeando cambiar los motores de los ascensores, por la edad que tienen y los problemas que están ocasionando, debería considerar la conveniencia de emplear motores eficientes en lugar de aquellos de diseño estándar.

La tabla No 3.8 muestra el resumen de las eficiencias actuales de los motores eléctricos de inducción del edificio encontradas mediante el método de evaluación que se describe en el anexo H.

<u>Tabla No 3. 8 Eficiencias actuales de los motores eléctricos del Edificio</u>				
IDENTIFICACIÓN	NUMERO DE MOTORES	MARCA	FACTOR DE CARGA	EFICIENCIA
Ascensores	2	Schindler	52.4 %	80.1 %
Bomba agua residual	1	Baldor	83.7%	89.7 %

Los motores eléctricos de los ascensores poseen eficiencias similares; siendo las más reducidas de los motores importantes del Edificio debido a que tienen muchos años de servicio y han soportado el calentamiento permanente que podría haber desgastado las partes eléctricas. La bomba de agua posee la mayor eficiencia porque es del tipo eficiente quedando así ratificado que es un motor eléctrico que no desperdicia energía.

3.6.2 PROPUESTAS PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO Y REDUCIR EL CONSUMO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Las propuestas en la disminución de la energía consumida por los motores eléctricos parten desde unas simples recomendaciones en su mantenimiento hasta medidas que requieren inversiones rentables.

Los motores eléctricos de los ascensores han sido usados desde años. Los paros de los motores que traen gastos de mantenimiento y molestias a las personas, son indicios que en un momento dado necesitarán ser sustituidos. Cuando la EEQ haya decidido cambiar los motores, se recomienda sustituirlos por unos eficientes para que ahorren energía y mejoren el desempeño de trabajo.

El motor de la bomba de agua residual por ser del tipo eficiente y por tener un 90% de eficiencia no merece mayor atención, solamente se recomienda llevar un mantenimiento adecuado.

Las cargas por arriba o por debajo de la carga eléctrica nominal disminuyen la eficiencia del motor eléctrico, en este caso cuando se instale o diseñe cualquier motor es necesario contar con técnicos especializados que no lo sobrecarguen o sobredimensionen. Hay que saber que a cargas reducidas la corriente inductiva prevalece disminuyendo considerablemente el factor de potencia del motor.

Todos los motores de inducción en el momento de su arranque absorben una alta corriente de la línea de alimentación, esto incrementa la demanda y sobrecalienta el motor, cuando no se tengan cargas pesadas se recomienda utilizar arrancadores de estado sólido que arrancan el motor de una manera suave.

En los sistemas de bombeo y compresión conviene revisar cualquier apertura o fugas que pudiera estar solicitando una mayor demanda eléctrica a la red, este es un aspecto común que se pasa por alto pero en muchos casos es la consecuencia de tener motores eléctricos sobrecalentados que despilfarran energía todo el tiempo y reducen su vida útil.

3.6.2.1 Recomendaciones explícitas para los motores eléctricos del edificio.

El mantenimiento y la adaptación de controles electrónicos son otras maneras con las que se puede mejorar la eficiencia de los motores eléctricos. Los controles a más de generar ahorros pueden ayudar a mejorar el factor de potencia.

A continuación se presentan algunas recomendaciones explícitas que ayudan a ahorrar energía en los diferentes motores eléctricos que prestan servicio al Edificio “Las Casas”.

3.6.2.1.1 En los ascensores

- Predefinir el uso de ascensores para pisos pares e impares utilizando lógica electrónica para evitar el arranque simultáneo de los mismos.

- Examinar el alineamiento entre el eje del motor y la carga total, en ocasiones aparecen excesivas pérdidas de rozamiento que disminuyen la eficiencia.
- Subir o bajar pisos cercanos a través de las gradas. Preferir utilizar los ascensores para llegar a los pisos altos.
- Ajustar y engrasar las partes mecánicas, verificar los engranajes, las poleas y los cables tensores de la carga por personal altamente calificado.
- Utilizar arrancadores de estado sólido y reguladores de velocidad tal como los variadores de frecuencia que realzan la eficiencia de la energía.

3.6.2.1.2 En las bombas

- Limpiar los filtros porque pueden acumular suciedad que demanda una mayor potencia eléctrica del motor eléctrico.
- Revisar y sellar las filtraciones de agua por codos, cierres y válvulas que motivan una pérdida de presión y un aumento de demanda de la bomba.
- Seleccionar el mejor motor con la potencia nominal acorde a la carga y al ambiente de trabajo.

3.7 EQUIPOS DE OFICINA

Son los equipos imprescindibles para realizar cualquier tarea dentro de las oficinas. La falta de una regulación eléctrica no establece delineamientos sobre los parámetros específicos de eficiencia que deben cumplir los equipos eléctricos en general. Se recomienda que cuando se realice los concursos de ofertas en la adquisición de copadoras, faxes, impresoras; se exija a los proveedores para que presenten garantías sobre la conservación de energía de sus productos.

Uno de los equipos comunes en las oficinas es la fotocopidora, en el caso de las fotocopadoras del edificio “Las Casas”, estas han venido funcionando por muchos años y tendrían que ya haberse sustituido por los constantes gastos en operación y mantenimiento. El consumo de las copadoras es casi la tercera parte del consumo total de los equipos de oficinas; no incide mayormente en el consumo total del edificio pero si se pusiera a pensar en todos los centros de copiados de la empresa y de todos los edificios públicos el consumo no sería nada despreciable.

En caso de que la empresa renueve sus fotocopadoras obsoletas se recomienda que se la exija con el etiquetado eficiente Energy-star, así se tendrá disponibilidad de las funciones de ahorro que reducen el consumo eléctrico cuando la copadora no está siendo usada. Otro problema con el uso intensivo de las fotocopadoras es el gasto desmesurado en papel, no se debe olvidar que la elaboración de una hoja de papel demanda energía 10 veces más que la que requiere una fotocopia, para economizar en compra de papel y ahorro de energía es necesario contar con copadoras que incluyan la opción de doble lado, esto fotocopia una hoja en los dos lados a la vez.³³

Se recomienda cuando se tenga que copiar una gran cantidad de documentos u oficinas se organice un horario para hacerlo en una sola vez, esto contribuirá a reducir la demanda eléctrica que se consume en el precalentamiento de la copadora.

3.7.1 IMPRESORAS

Las nuevas impresoras han traído rapidez y una mejor calidad de impresión para los trabajos a sacrificio de una demanda de potencia considerable; un caso se tiene en las impresoras láser. Tal como las copadoras, las impresoras representan más de la tercera parte del consumo eléctrico de los equipos de oficina que raramente incidieron en el consumo general, por la renovación en la

³³ Energy Star. <http://www.energystar.gov/index.cfm>

compra de impresoras de mayor potencia y por las impresoras usadas a nivel residencial y comercial se hace necesario señalar algunas recomendaciones para su buen uso.

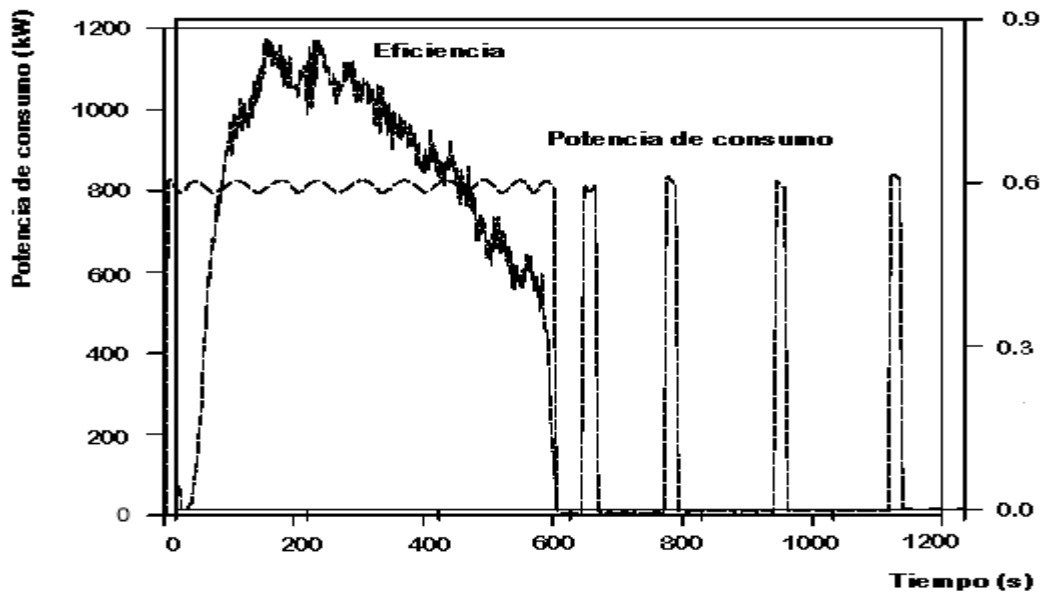
En la sustitución de impresoras que hayan quedado obsoletas o dañadas y una vez que se haya determinado la estimación de hojas impresas por dependencia, se recomienda adquirir impresoras que traigan el etiquetado Energy Star, una configuración previa vía computadora o automáticamente reducirá la energía en funcionamiento normal o cuando la impresora permanezca en modo de espera.

Un hecho inusual sucedió en el transcurso del diagnóstico preliminar donde se revelo que algunas impresoras consumen más en modo de espera que cuando imprimen hojas. La medida más simple sin duda alguna para deshacer cualquier consumo en modo de espera fuera de la jornada laboral es desconectar el cortapicos o regulador de voltaje que de seguro conecta todos los equipos electrónicos sensibles.

3.8 CAFETERÍAS

Este uso final corresponde a los equipos tales como cafeteras, cocinetas y microondas que posee cada dependencia en forma centralizada en un lugar donde se preparan desayunos y refrigerios. No representa un consumo importante pero puede proyectar un gasto energético innecesario que podría corregirse.

El funcionamiento de las cafeteras obedece a un proceso térmico en cuyo primer nivel de funcionamiento se demanda la mayor potencia, la figura No 3.10 muestra el comportamiento de demanda eléctrica de una cafetera similar a la que se tiene en las dependencias.



Fuente: Marchese;Shreekanth;Schmalzel. Rowan University. Termodinámica de la cafetera

Figura No 3. 10 Curva de demanda de una cafetera típica

Hasta que se alcance la temperatura requerida la cafetera consume la mayor energía en el encendido, por esta razón es conveniente que cuando se hierva el agua mantener la tapa cerrada y ajustada para evitar que el calor se escape. Después de unos 10 a 15 minutos la energía consumida por la cafetera disminuye considerablemente por lo que, menos aún se debe dejar sin la tapa de la cafetera ya que debido a la evaporación se necesitaría una nueva reposición de agua y un nuevo consumo de energía.

Debido a que muchas personas usan las cafeteras indistintamente dentro de la jornada laboral no es recomendable desconectar las cafeteras después del primer servicio, se sugiere desconectarlas después que todas las personas hayan salido de las oficinas.

Para modernizar las cafeteras antiguas y ahorrar energía se recomienda adquirir cafeteras con controles electrónicos que ahorran energía hasta un 70%.³⁴

³⁴ Cafecombate. <http://www.cafecombate.com/cafetera.php>

En muchas cafeterías se observó muchas cocinetas eléctricas de resistencias internas, este tipo de calentamiento es el más ineficiente en la preparación de alimentos, se aconseja utilizar ollas o cacerolas de fondo plano; esto ayuda a concentrar el calor en la base sin disiparlo al contorno. No está por demás colocar las tapas respectivas y disminuir la perilla de la cocineta cuando la preparación haya llegado a su punto de ebullición.

Se debe favorecer el uso de los hornos microondas antes que calentar las preparaciones por medio de las cocinetas eléctricas, la tecnología microonda demanda una gran potencia pero ahorra energía por la rapidez en su servicio.

3.9 TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN

El transformador ha revolucionado la transmisión de la energía eléctrica, la elevación de voltaje hace posible transmitir una gran cantidad de energía eléctrica desde las fuentes de generación hacia los usuarios con unas pérdidas reducidas.

En la realidad los transformadores son máquinas de gran eficiencia, pero con la gran cantidad de transformadores localizados en las distintas partes del sector eléctrico las pérdidas se hacen considerables.

Del diagnóstico preliminar se pudo revelar que el centro de transformación de 250 kVA maneja una demanda de 147,3 kW, dividiendo para el factor de potencia promedio 0.95 se obtiene una demanda aparente de 155 kVA lo que quiere decir que el transformador se halla subcargado con una utilización del 62% de la potencia nominal. Debido a la reserva de carga que tiene el transformador las pérdidas variables son reducidas.

3.9.1 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL TRANSFORMADOR

Un transformador tiene dos tipos de pérdidas, las primeras denominadas resistivas son variables y se deben a la circulación de corriente eléctrica por los devanados primarios y secundarios, mientras que las segundas “del núcleo” son fijas y se deben al magnetismo y constitución física del núcleo. La evaluación que a continuación se describe se acerca mucho al comportamiento energético del transformador, varía porque las pérdidas resistivas no son constantes y dependen de las solicitaciones de carga eléctrica.

Como primera parte se evalúa el porcentaje de carga que tiene el transformador por arriba o por debajo de la corriente nominal que abastece, la relación de este porcentaje se da a través del factor “c” que se expresa mediante³⁵:

$$c = \frac{I_1}{I_{N1}} = \frac{I_2}{I_{N2}} \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

I_1 : intensidad primaria medida a la máxima demanda.

I_{N1} : intensidad primaria nominal del transformador.

I_2 : intensidad secundaria medida a la máxima demanda.

I_{N2} : intensidad secundaria nominal del transformador.

El factor “c” puede dar una primera idea del funcionamiento del transformador, valores por debajo de 1 muestran que el transformador trabaja con holgura o está subcargado, mientras que valores por arriba de 1 muestran que el transformador se puede hallar sobrecargado con algún efecto térmico que le puede estar afectando. El transformador puede soportar una sobrecarga ligera a un tiempo corto, una sobrecarga continua le hace más ineficiente degradándolo con el tiempo.

³⁵ EVE. Curso de auditoría energética. Seminario de Eficiencia Energética. OLADE. Junio 2005.

La falta de legibilidad de la placa del transformador y la complejidad para encontrar las pérdidas del cobre y del núcleo del transformador “Las Casas” mediante ensayos han hecho que las pérdidas eléctricas sean aproximadas por medio de la tabla No 3.9.

<u>Tabla No 3. 9 Pérdidas promedio de diferentes transformadores de distribución</u>		
Potencia aparente Sn	Pérdidas en el núcleo Po	Pérdidas en el Cobre. Pcc
KVA	kW	kW
100	0.32	1.75
160	0.46	2.35
200	0.55	2.85
250	0.65	3.25
315	0.77	3.9

Fuente: PAE Proyecto de Ahorro de Energía, Ministerio de Energía y Minas del Perú, Diciembre 1999.

A no ser por la variación de tensión o frecuencia las pérdidas en el núcleo se consideran constantes, las pérdidas de cobre por su lado dependen del factor c; las expresiones para las pérdidas quedarían como:

$$\text{Pérdidas en el núcleo} = P_o = \text{cte.} \quad \text{Ecuación 18}$$

$$\text{Pérdidas en el cobre} = P_{cu} = c^2 P_{cc}. \quad \text{Ecuación 19}$$

Por último encontrados todos los valores se encuentra la eficiencia del transformador que viene dada por la ecuación No 20³⁶.

$$\eta = 100 - \frac{P_o + P_{cu}}{c * S_n * f_p + P_o} * 100 \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde Sn y fp son la potencia aparente y el factor de potencia respectivamente.

³⁶ EVE. Curso de auditoría energética. Seminario de Eficiencia Energética. OLADE. Junio 2005.

Con los datos de la tabla No 3.9 y con los parámetros de demanda máxima y factor de potencia encontrados en los bornes de baja tensión del transformador del edificio se encuentra una eficiencia de 98.7% que se puede considerar adecuada.

Las eficiencias de los transformadores por debajo del 90% pueden incitar a los empresarios a tratar de sustituirlos por unos eficientes, pero antes que todo sería necesario evaluar la rentabilidad económica que pudieran ofrecer.

El mantenimiento debe ser llevado tanto para transformadores eficientes e ineficientes, con esto no sólo se conseguirá ahorros sino que también se alargará la vida útil del transformador y se prestara un mejor servicio al usuario. Entre algunas recomendaciones para su buen mantenimiento se tienen:

- Limitar la sobrecarga del transformador ya que puede dañar el aislamiento.
- Instalar y diseñar transformadores que estén cargados entre el 85 y 100%.
- Compensar los bajos factores de potencia.
- Preferir transformadores que puedan soportar altos grados de corrientes armónicas, si se tiene cargas no lineales.
- Chequear el aceite de la cuba verificando la rigidez dieléctrica.
- Limpiar las aletas disipadoras de calor de la cuba.
- Colocar los transformadores en lugares con suficiente ventilación.

3.10 GRUPO ELECTRÓGENO

El grupo electrógeno es la fuente de respaldo principal en cualquier edificio o entidad que por urgencia necesita suplir la energía ante un posible corte eléctrico, su funcionamiento se debe a un motor de combustión interna que produce electricidad. La mayor parte del tiempo las máquinas pasan apagadas pero en pleno funcionamiento pueden emanar ciertos gases tóxicos que pueden afectar la salud personal.

De lo que se pudo constatar el grupo electrógeno del edificio se encuentra en buenas condiciones, está perfectamente ubicado alejado de la circulación de la gente con una ventilación exterior óptima. En la parte de la instalación eléctrica cuenta con la transferencia automática que está bien conectada y conservada.

Resulta poco práctico y costoso realizar cualquier mejoría al grupo electrógeno, ya que la baja probabilidad de cortes en el servicio eléctrico general hará funcionar al grupo unas pocas horas al año. Si en algún momento se decidiera sustituir un grupo electrógeno se aconseja que posea ciertas características eficientes tales como³⁷:

- ❖ Optimización en el sistema de mezcla del combustible.

- ❖ Uso de la tecnología de la inyección electrónica.

Es importante además programar un ciclo de limpieza periódico que incluya el ajuste de las conexiones eléctricas y mecánicas, la revisión de los tanques de depósito y de los tubos de escape; en este último se puede usar un purificador tal como el catalizador que contrarreste los gases contaminantes.

³⁷ Portilla, Ángel. Emisiones contaminantes de los motores diesel, Rondas Alternativas EPN. Noviembre 2005.

3.10.1 BATERÍAS O ACUMULADORES

De los diferentes medios de respaldo eléctrico, las baterías son una buena opción por su bajo costo de adquisición en el respaldo de cargas pequeñas, si se las tiene deberá existir un mantenimiento programado porque pueden perecer rápidamente y operar con ineficiencia. En la terraza a un costado del Despacho de Potencia se encuentra un banco de baterías que en caso de emergencia entra a suplir una cierta carga, la vejez ha hecho que la cabina comience a oxidarse por lo que se debe protegerla adecuadamente, además con el fin de alargar su vida útil aumentando su eficiencia es recomendable que se cargue y descargue dentro de dos a tres períodos al año.

3.11 SELECCIÓN TÉCNICA DE LAS MEDIDAS A ADOPTARSE

Cualquier alternativa a tomar deberá adaptarse convenientemente a la infraestructura física del edificio, sin que por ello distorsione el ambiente de trabajo o sacrifique las necesidades de las personas. Las medidas más efectivas serán las que mayor ahorro energético traigan, esta es la razón de escoger al sistema de iluminación y al sistema de computación como las potenciales fuentes de ahorro.

En el sistema de iluminación las tres medidas propuestas tal como la sustitución de las luminarias ineficientes, el aprovechamiento de la luz natural y el uso de los controles electrónicos serán escogidas para evaluarse económicamente en el subsiguiente capítulo.

En el sistema de computación se escogerá la medida de configuraciones especiales de ahorro ya que son las más simples y económicas.

Por último para promocionar el uso de la eficiencia de los motores se escogerá la sustitución de los motores eléctricos antiguos de los ascensores por otros más

eficientes. La medida puede mejorarse con un análisis en la parte mecánica de las máquinas que no corresponde al estudio eléctrico que se realiza.

Las demás medidas no representan un mayor consumo pero con los consejos y medidas simples proporcionadas se podrá aportar en algo a reducir el consumo total del edificio; y lo que es más a incentivar a las empresas, comercios y usuarios para que las practiquen.

3.12 PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

Tal como se señaló en las recomendaciones prácticas anteriores el mantenimiento puede elevar la eficiencia total de la instalación eléctrica y de los equipos. La gestión en la reparación, el ajuste o la limpieza trae un menor gasto del que se puede obtener cuando el sistema falle o fenezca porque los costos de reposición son más elevados. Por lo tanto es imprescindible que cuando se instale un sistema nuevo para un servicio general se tomen a futuro ciertas prácticas que realcen la eficiencia y la esperanza de vida de los equipos.

Existen tres tipos de mantenimiento que tienen que ser aplicados de acuerdo a los tipos de servicios que presten los equipos y a las condiciones desfavorables que pudiera someterse, estos son:

3.12.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Consiste en explorar y averiguar las malas condiciones que pudieran afectar después de un tiempo al sistema o equipo eléctrico. Un ejemplo de este tipo de mantenimiento se da cuando se averigua la temperatura a la que está expuesto un transformador de potencia para precautelar un mal desempeño.

3.12.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Consiste en ajustar o modificar una posible mala desviación localizada que puede repercutir en un problema. Un ejemplo está al coordinar las protecciones eléctricas para que de forma segura despejen cortocircuitos o sobrecargas.

3.12.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es el mantenimiento al que no se quiere llegar especialmente cuando el coste por inversión fue elevado. Este consiste en reparar o arreglar el problema que ya sucedió sea lo que cueste. Un ejemplo se tiene cuando se reemplaza lámparas quemadas.

3.13 GESTIÓN DE LA DEMANDA

La gestión de la demanda controla la participación de cargas eléctricas excesivamente grandes que funcionan a las horas pico donde se cobran las mayores tarifas eléctricas por demanda. El control puede hacerse con un cronograma para poder traspasar las excesivas cargas eléctricas a un horario de menores costos.

Un control automático de la administración de la demanda es costoso porque involucra averiguar el estado de las cargas eléctricas mediante sensores, cables de datos y una computadora, esto tiene una mayor aceptabilidad en la industria donde los costos por demanda igualan a los costos por consumo o inclusive los superan. Por lo que respecta al edificio “Las Casas” no se hace necesario y se tiene que reducir la carga con tecnologías eficientes que bajen la demanda sostenida y eleven el factor de carga.

CAPITULO CUATRO

4 ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA LAS MEDIDAS DE USO EFICIENTE DEL EDIFICIO Y SELECCIÓN DE MEDIDAS RENTABLES.

4.1 INTRODUCCIÓN

En muchos casos la economía es el factor preponderante que decide la realización de cualquier proyecto. Esta etapa trata de determinar los beneficios y costos de las medidas técnicas aceptadas para llegar a definir su rentabilidad económica.

El análisis económico comprende el estudio de las inversiones de capital para la realización de las medidas eficientes; naturalmente toda inversión demanda una rentabilidad, en el caso de las inversiones para los diagnósticos energéticos la rentabilidad es el ahorro de energía.

4.2 CÁLCULO DE LOS AHORROS POTENCIALES DE LAS MEDIDAS TÉCNICAS ACREDITADAS

En los diagnósticos energéticos existen dos tipos de ahorros, el ahorro por energía y el ahorro por demanda. El ahorro básico se calcula sobre la base de

demanda eléctrica, este lleva a establecer una demanda eléctrica propuesta de menor potencia que brinde el mismo servicio ofrecido por una demanda eléctrica actual en pleno funcionamiento. El ahorro vendrá dado por la diferencia entre la demanda eléctrica actual menos la demanda propuesta; para el ahorro de energía se deberá solamente multiplicar las horas promedio del servicio actual a cada demanda eléctrica y proceder a diferenciar la energía actual menos la energía propuesta.

Los ahorros de las otras medidas requieren hacer cálculos más detallados porque no solo dependen de la demanda sino también de factores referentes al comportamiento del ambiente y de las personas, a continuación se presentarán los ahorros de energía y demanda para las alternativas escogidas en el capítulo 3.

4.2.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación actual no presta las condiciones para poder sostenerlo, el mantenimiento correctivo hace que los accesorios se desgasten y pierdan sus cualidades. Con el fin de parar los gastos continuos y la insatisfacción visual de los trabajadores es necesario reemplazarlo o proveer medios para optimizarlo.

4.2.1.1 Instalación del nuevo sistema de iluminación eficiente

Se obtendrán ahorros por medio de la sustitución de lámparas fluorescentes T8 y balastos electrónicos. Se han usado las lámparas fluorescentes compactas en áreas determinadas ya que por las tareas no merecen luminarias fluorescentes como fuentes de iluminación. En el anexo I se muestran los ahorros potenciales para esta medida.

La figura No 4.1 y la figura No 4.2 presentan la reducción en demanda y energía eléctrica del edificio si se diera la instalación de las luminarias y de las lámparas eficientes.

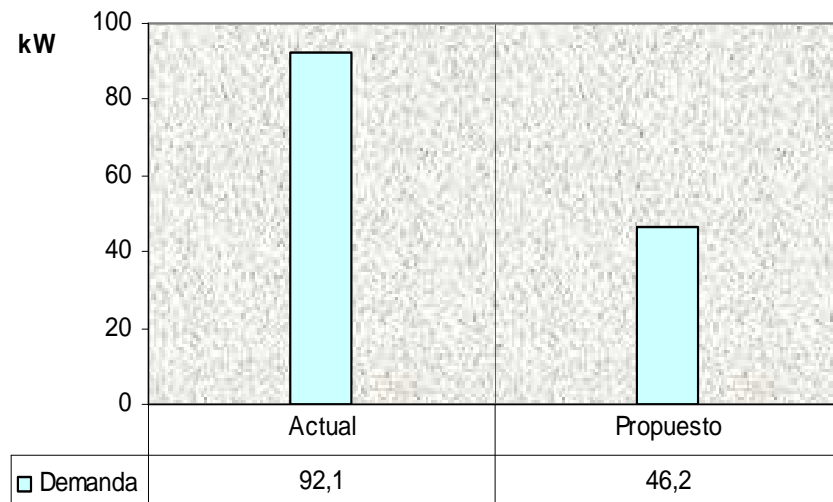


Figura No 4. 1 Comparación de la demanda actual contra la propuesta

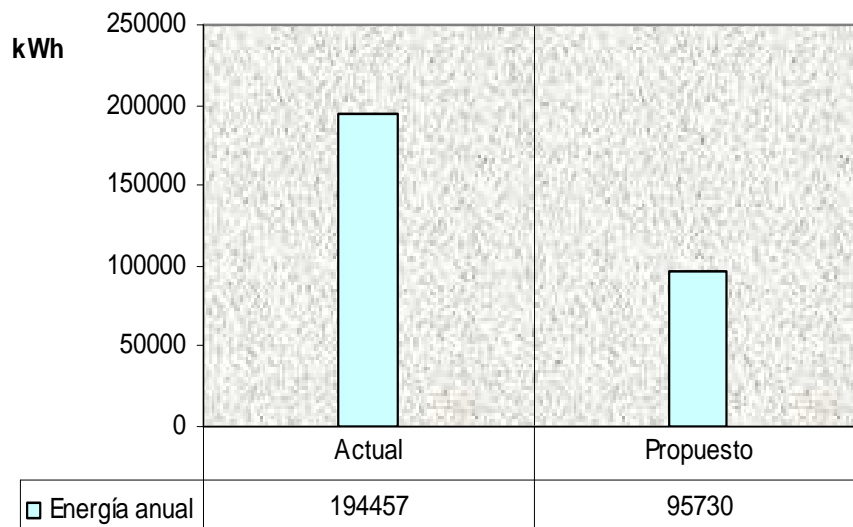


Figura No 4. 2 Comparación del consumo anual contra el propuesto

Observando las gráficas se puede reducir la demanda y la energía hasta la mitad de su valor actual; esto es el 50% en consumo y demanda actual. En la tabla No 4.1 se presenta el resumen de ahorro en demanda y consumo para cada piso.

Tabla No 4. 1 Resumen de los ahorros potenciales en el sistema de iluminación

<i>Piso</i>	<i>Carga actual (kW)</i>	<i>Carga propuesta (kW)</i>	<i>Consumo actual (kWh/año)</i>	<i>Consumo Propuesto (kWh/año)</i>	<i>Ahorro por demanda (kW)</i>	<i>Ahorro por consumo (kWh/año)</i>	<i>Ahorro por consumo (kWh/mes)</i>
Subsuelo	12.4	5.1	39377	15632	7,3	23745	2016
PB	7.9	4.5	15808	8764	3,4	7044	599
1 ^{ER} piso	1.6	0.8	3656	1608	0,8	2047	174
2 ^{DO} piso	10.4	5.7	20699	10711	4,7	9988	849
3 ^{ER} piso	11.1	6.7	21637	12477	4,4	9160	779
4 ^{TO} piso	14.4	6.2	28578	12199	8,2	16379	1393
5 ^{TO} piso	12	5.3	23613	10412	6,7	13202	1122
6 ^{TO} piso	8.5	5.3	15956	9838	3,2	6119	520
7 ^{MO} piso	9.8	5.4	17463	9684	4,4	7779	652
Terraza	4	1.8	6872	3606	2,2	3266	276
TOTAL	92.1	46.8	193659	94931	45,3	98729	8380

El primer piso tiene el menor ahorro tanto en demanda como energía porque las luminarias viejas fueron cambiadas con luminarias eficientes T8 y balastos electrónicos, se puede decir que en cuanto a iluminación es el lugar más eficiente.

Debido a la reducción de demanda y con el establecimiento del nuevo sistema de iluminación eficiente se puede contribuir a reducir las pérdidas variables del transformador de distribución. Partiendo de un cálculo práctico por medio de un coeficiente de relación de demandas y con las pérdidas variables en kilovatios a potencia nominal del transformador, se obtienen hasta unos 0.66 kW por reducción de pérdidas variables a demanda máxima.

La reducción de pérdidas dentro del período habitual en que se usa el sistema de iluminación brinda un ahorro de energía de 24, 2 kWh a la semana; que se convierte en 1210 kWh al año y beneficia económicamente con 70.1 \$ al año.

La figura No 4.3 muestra el perfil de demanda semanal para las pérdidas actuales y reducidas a futuro del transformador de distribución cuando se implante el nuevo sistema de iluminación eficiente.

noroccidental de los pisos superiores; la iluminación natural cubre de manera autosuficiente las necesidades visuales porque hay dos ventanas contiguas por pared, se recomienda a los trabajadores que laboran en estos sitios hagan máximo uso de la iluminación natural.

La ciudad de Quito al ubicarse cerca de la mitad del mundo cuenta con una duración de visibilidad natural al día estimada en 12 horas. De la información que proporcionó el INAMHI de los últimos tres años se tiene un promedio de 2091.8 horas con cielos claros, si se reparte estas horas para la duración de visibilidad natural se obtiene 174.31 días al año por los cuales se podría aprovechar la iluminación natural.

El personal sale y entra de sus oficinas en tiempos inesperados pero de las observaciones se pudo definir que casi siempre se encuentran desde las 9 de la mañana hasta la 1 de la tarde, a base de esto el tiempo aprovechable de la iluminación natural tendría un lapso de 4 horas.

Tomando en consideración al segundo piso donde se tienen 15 luminarias cercanas a las ventanas, si cada luminaria absorbe 100 W, el ahorro por demanda vendría dado por $15 \times 100 \text{ W} = 1,5 \text{ kW}$; esto representa el 16% en demanda de la iluminación actual del piso con luminarias T12. Si la demanda ahorrada calculada se multiplica por los días de cielos claros y por las horas aprovechables al día, se obtiene el ahorro de consumo anual que viene dado como:

$$\text{Ahorro consumo}_{\text{ANUAL}} = 1,5 \text{ (kW)} * 4 \text{ (h/día)} * 174.31 \text{ (día/año)} = 1045 \text{ (kWh)}$$

La tabla No 4.2 presenta el ahorro en energía y demanda para los pisos restantes del edificio.

<u>Tabla No 4. 2 Ahorros en demanda y energía por el uso de la iluminación natural</u>				
<i>Piso</i>	<i>Carga Actual (kW)</i>	<i>% ahorro carga actual</i>	<i>Ahorro en Demanda (kW)</i>	<i>Ahorro por Energía (kWh/año)</i>
Subsuelo	11	4,1	0,45	313,7
PB	7,7	6.49	0,5	348,6
1 ^{ER} piso	3,5	28,5	1	697,2
2 ^{DO} piso	10,1	14,9	1,5	1045,8
3 ^{ER} piso	11,2	9,8	1,1	766,9
4 ^{TO} piso	14,1	7,8	1,1	766,9
5 ^{TO} piso	11,8	10,1	1,2	836,6
6 ^{TO} piso	8,3	15,6	1,3	906,4
7 ^{MO} piso	9,6	12,5	1,2	836,6
Terraza	3,1	19,3	0,6	418,3
TOTAL	90,4		9,95	6937

El subsuelo tiene el menor aprovechamiento de iluminación natural porque no tiene muchas ventanas, mientras que el segundo piso tiene el mayor ahorro de energía porque existe un mayor acercamiento de las luminarias hacia las ventanas.

Los ahorros por la iluminación natural se verán favorecidos por el mantenimiento que se de a las ventanas y a los espacios interiores; en las ventanas los incrementos surgen de la limpieza de vidrios y de persianas; mientras que techos y paredes de colores claros promueven la utilización de la luz natural a distancias interiores mayores.

4.2.1.3 Utilización de controles electrónicos

El control electrónico deberá anular total o parcialmente la demanda eléctrica, siempre y cuando no afecte las actividades rutinarias de los trabajadores.

4.2.1.3.1 Sensores de presencia

Se propondrá instalar sensores de presencia en las gradas inferiores debido a que el lugar no cuenta con una buena iluminación natural y se necesita el uso del sistema de iluminación artificial. Asimismo la circulación de personas por este lugar no es permanente y el servicio de la iluminación es ocasional.

Como se señaló anteriormente existen posibilidades de que los sensores de presencia conlleven a molestias apagando inadecuadamente las luminarias cuando las personas se mantengan inmobilizadas en los lugares que se hallen instalados. Esto no permite aplicar los sensores a las salas de computación y de capacitación ubicadas en el segundo y primer piso respectivamente, para aquello es recomendable dirigir una concienciación de ahorro de energía hacia a todos los funcionarios; para que apaguen todas las luminarias una vez terminadas las reuniones o conferencias.

De manera general las primeras gradas son utilizadas por los trabajadores que laboran en los primeros pisos del edificio. Si la tasa promedio de circulación de personas es de 4 personas en 5 minutos y si el tiempo en subir o bajar un piso se estima en 35 segundos, el tiempo de ocupación en las gradas sobre las ocho horas promedio uso es de:

$$T_{\text{CIRCULACIÓN}} = \frac{4(\text{per}) * 35(\text{s}) * 12_{\text{VECES 5 MIN}} * 8(\text{h})}{3600(\text{s})} = 3,73 \text{ horas}$$

De la diferencia entre las 8 horas promedio se tiene 4,27 horas, esto representa un 53.4% de ahorro diario de energía durante el día. La tabla No 4.3 muestra el resumen de los consumos y ahorros con el uso de sensores de presencia para las gradas.

<u>Tabla No 4. 3 Ahorros en consumo por el uso de sensores de presencia en las gradas inferiores del Edificio</u>				
<i>Lugar</i>	<i>Carga actual (kW)</i>	<i>Consumo actual (kWh/año)</i>	<i>Consumo propuesto (kWh/año)</i>	<i>Ahorro por consumo (53,4%) (kWh/año)</i>
Gradas	0,8	1580,8	736,7	844,1

Con el uso de sensores de presencia en las gradas inferiores se obtendría un ahorro de energía total de 844,1 kWh/año.

4.2.1.3.2 Uso de atenuadores

Muchas de las veces dentro de la bodega de papelería principal se prenden una gran cantidad de luminarias que incluyen fluorescentes T12 y reflectores industriales de 100 W, esto demanda del sistema eléctrico una potencia alrededor de 2.5 kW. La iluminación es prendida continuamente para ahorrar tiempo en el traslado rápido de la utilería hacia las distintas oficinas.

El control electrónico que mejor se adaptaría es un atenuador que puede bajar la intensidad luminosa de los reflectores industriales cuando se desee hacer una simple observación, nivelándola hasta una máxima intensidad luminosa cuando se requiera la revisión detallada de la utilería. Si la potencia instalada de los reflectores incandescentes es de 1kW y si cada atenuador tiene una potencia nominal de 600 W se necesitarían 2 dimmers en 2 circuitos independientes; los circuitos independientes ayudan aún más al ahorro de la energía porque se puede nivelar los flujos luminosos por sectores de acuerdo a las necesidades.

El uso del atenuador a una carga máxima y una carga mínima usual divide los ahorros energéticos en dos etapas. La carga máxima por lo común se da cuando la persona permanece en el lugar, que en el caso de la bodega es del 25% del período total, mientras que la carga mínima se da cuando el lugar permanece desocupado o sea el 75%. Si el giro mínimo de atenuación de la perilla absorbe

un carga mínima de 1/4 de potencia eléctrica los ahorros vendrán dados tal como se presentan en la tabla No 4.4.

<u>Tabla No 4. 4 Ahorros en consumo por el uso de atenuadores en la bodega de papelería</u>							
<i>Lugar</i>	<i>Carga máxima (kW)</i>	<i>Carga mínima (kW)</i>	<i>Consumo actual (kWh/año)</i>	<i>Consumo propuesto (kWh/año)</i>			<i>Ahorro por consumo (kWh/año)</i>
			<i>Carga máxima</i>	<i>Carga máxima</i>	<i>Carga mínima</i>	<i>TOTAL</i>	
Bodega de papelería	1	0,25	1976	494	370.5	864.5	1111.5

Los ahorros por energía con el uso de atenuadores pueden brindar unos 1111.5 kWh/año.

4.2.2 SISTEMAS DE COMPUTACIÓN

Es muy favorable que los programadores hayan brindado la oportunidad de reducir la energía consumida por los computadores a través de unas maneras simples en el software operativo. En sí los buenos resultados serán alcanzados cuando todas las personas colaboren en el ahorro energético; el simple apagado de un monitor en los momentos en que se vaya a ausentar de la oficina es una manera simple de reducir cerca de la tercera parte de la energía que demanda un computador.

4.2.2.1 Configuraciones especiales de ahorro

El criterio para determinar la activación de las opciones de ahorro de cualquier computador depende de los servicios funcionales, se recomienda no activar las opciones de energía en servidores que de forma continua envían y reciben información; el monitor de estos servidores podría ser el único que podría ser desconectado pero se lo deja al visto bueno de los funcionarios de sistemas.

Las computadoras de las oficinas por su parte se prestan acertadamente para la activación de las opciones de ahorro de energía. La elección de una configuración en particular debe comenzar con el periférico que efectúa el último proceso de envío de datos con objeto de reducir el tiempo de espera para el reinicio del sistema, de este modo el monitor es el primer periférico que siempre se apagará manual o automáticamente.

Los ahorros que ofrecen las opciones de ahorro de energía varían de acuerdo a los componentes internos de los computadores tal como los procesadores; pero en el caso de las computadoras del edificio la estructura física del hardware es bastante similar. En unas mediciones realizadas con algunas computadoras del edificio se obtuvieron porcentajes de ahorro de hasta un 70% por demanda sobre la opción en modo de espera más ahorradora.

En el anexo J se muestra los ahorros potenciales por pisos de las computadoras del edificio. La tabla No 4.5 presenta el resumen del consumo actual y ahorro propuesto total anual de las computadoras que se ajustan a las configuraciones especiales de ahorro de energía.

<u>Tabla No 4. 5 Ahorros potenciales en las computadoras</u>	
<i>Consumo actual total (kWh/año)</i>	<i>Ahorro por energía (kWh/año)</i>
48930.7	21541.2

El ahorro representa el 44.1% del consumo anual que se gasta para las computadoras de trabajo neto de oficina.

Además, se recomienda utilizar computadores eficientes que reduzcan el consumo y la demanda cuando la carga de trabajo y las horas de funcionamiento

lo ameriten, con las computadoras actuales las opciones de energía satisfacen plenamente el ahorro de energía.

4.2.3 MOTORES ELÉCTRICOS

La falta de una política reguladora y el desconocimiento de la reducción de gastos a largo plazo han promovido que los motores eléctricos sean escogidos de acuerdo a las características básicas de potencia e inversión restando poca importancia a la eficiencia. Es así como la sustitución eficiente entra a cambiar este concepto mediante la incorporación de motores eléctricos eficientes cuyas pérdidas eléctricas son reducidas.

De los resultados del anterior capítulo los motores eléctricos de los ascensores mostraron eficiencias más o menos bajas con valores similares al 80%, esto se debe a la edad que tienen.

Tal como en los transformadores los factores de carga bajos también varían las eficiencias de los motores eléctricos, así para que no incidan sustancialmente es necesario mantenerlos entre el 75 y 100% de la carga nominal³⁸. En cuanto a los motores de los ascensores los factores de carga se establecen cerca del 50%, aunque los arranques sucesivos pueden reflejar este comportamiento los factores de carga son realmente bajos.

4.2.3.1 Sustitución de motores eléctricos ineficientes por eficientes

A continuación la tabla No 4.6 muestra los porcentajes estimados para varios motores eléctricos eficientes de inducción según la NEMA representante oficial de la asociación de fabricantes nacionales eléctricos de los Estados Unidos.

³⁸ Catálogo de la SIEMENS. Rendimiento en función de la carga del motor.1995

<u>Tabla No 4. 6 Valores porcentuales de los motores eléctricos eficientes</u>						
<i>hp</i>	<i>1200 rpm (6 polos)</i>		<i>1800 rpm (4 polos)</i>		<i>3600 rpm (2 polos)</i>	
	<i>E_{pact}</i>	<i>NEMA Premium</i>	<i>E_{pact}</i>	<i>NEMA Premium</i>	<i>E_{pact}</i>	<i>NEMA Premium</i>
1	80.0	82.5	82.5	85.5	75.5	77.0
1.5	85.5	87.5	84.0	86.5	82.5	84.0
2	86.5	88.5	84.0	86.5	84.0	85.5
3	87.5	89.5	87.5	89.5	85.5	86.5
5	87.5	89.5	87.5	89.5	87.5	88.5
7.5	89.5	91.0	89.5	91.7	88.5	89.5
10	89.5	91.0	89.5	91.7	89.5	90.2

Fuente: Cooper.org. http://www.copper.org/applications/electrical/energy/motor_text.html

Se nota que cada motor tiene dos eficiencias, la primera (E_{pact}) se refiere a una eficiencia mínima producto de los inicios en la implementación de una política de eficiencia energética en los EE.UU., en tanto que la segunda (NEMA Premium) es una eficiencia galardonada por las mejores adecuaciones en las partes y materiales constitutivos de los motores eléctricos para obtener un mayor ahorro de energía.

Definida la eficiencia actual y la eficiencia propuesta que según la tabla No 4.7 se estima en 89.5% se procede a calcular los ahorros potenciales que vienen dados de la diferencia entre el consumo actual menos el consumo propuesto y que se resumen con la ecuación No 21

$$\text{Ahorros consumo}_{\text{ANUAL}} = 0.7457 * P_o * F_{ca} * \left(\frac{1}{\eta_{\text{actual}}} - \frac{1}{\eta_{\text{prop}}} \right) * h_{\text{anual}} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

0.745.7 : es el factor de transformación de hp a kW.

P_o : es la potencia mecánica en el eje en hp.

F_{ca} : es el factor de carga corregido.

η_{actual} y η_{prop} : son las eficiencias actual y propuesta respectivamente.

h_{anual} : son las horas uso anuales de funcionamiento del motor.

Por último la tabla No 4.7 presenta el resumen de datos y los ahorros anuales generados para los dos motores eléctricos.

<u>Tabla No 4. 7 Ahorros potenciales en los motores eléctricos de los ascensores</u>						
<i>Lugar</i>	<i>Po (hp)</i>	<i>n_{actual}</i>	<i>n_{prop}</i>	<i>Fca</i>	<i>h_{anuales}</i>	<i>Ahorro por Consumo (kWh/año)</i>
Ascensores	5	0.801	0.895	0.75	4050	2969.8

La suma total de ahorro brinda unos 2969.8 kWh/año.

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS

El análisis económico tiende a cuantificar los ahorros energéticos de las medidas técnicas aceptadas en unidades monetarias que son beneficios netos. Los ahorros monetarios por ahorro de energía ayudan a mejorar la economía de los entes eléctricos comerciales; por una parte el usuario minimiza sus gastos por facturación sin sacrificio en los servicios eléctricos y por otra la distribuidora cubre una mayor demanda con mínimos costos operacionales.

Dentro de esta etapa de estudio también se valoriza los costos por las inversiones físicas o de servicios de todas las medidas eficientes acreditadas. La decisión de aceptar cualquier inversión dependerá de la rentabilidad económica de la medida.

Generalmente los empresarios que entregan el capital desean que las inversiones se recuperen en el menor tiempo posible, para validar este tiempo aparece el índice denominado período simple de recuperación el cual se determina mediante el cociente entre el costo de inversión sobre el ahorro potencial anual generado. En el transcurso de los temas cuando se trate los análisis de las alternativas se ampliarán otros índices que aportan una idea de la credibilidad económica que tienen las medidas eficientes.

4.3.1 CÁLCULO DE LOS AHORROS Y COSTOS ECONÓMICOS GLOBALES

Es esta etapa se procede a definir los resultados totales del gasto y ahorro energético anual para convertirlos en términos económicos. En términos energéticos los gastos y ahorros globales vienen definidos por tres parámetros que son:

- ❖ La demanda o consumo actual (D/C_{ACTUAL})
- ❖ Ahorro energético en demanda o consumo (A_{ENER})
- ❖ La demanda o consumo propuesto ($D/C_{PROPUESTO}$)

De este modo el balance energético global será la relación de estos tres parámetros presentados en la ecuación No 22.

$$A_{ENER} = D/C_{ACTUAL} - D/C_{PROPUESTO} \quad \text{Ecuación 22}$$

Los ahorros económicos vendrán dados por la multiplicación de la tarifa comercial aplicable al edificio sobre los parámetros actual y propuesto de la ecuación anterior, a manera de ejemplo los ahorros globales en consumo de cada medida pueden calcularse mediante la ecuación No 23.

$$A_{ECON} (\$/kWh) = \text{Tarifa}_{(\$/kWh)} * C_{ACTUAL} - \text{Tarifa}_{(\$/kWh)} * C_{PROPUESTO}$$

$$\text{Ecuación 23}$$

Para conocer los cargos por consumo y demanda de la tarifa correspondiente al edificio se debe revisar el pliego tarifario descrito en el capítulo 2.

En la definición de los parámetros se usará el período anual porque es el tiempo común para apreciar los resultados acorde a los criterios económicos; asimismo para los gastos actuales se partirá del consumo promedio diario (kWh/día) por grupos de equipos del levantamiento de carga. En el anexo K se presenta los

ahorros económicos, los gastos propuestos y los costos de las inversiones de todas las medidas según como han ido presentándose.

4.3.2 RESUMEN DE LOS AHORROS Y COSTOS ECONÓMICOS DE LAS MEDIDAS

4.3.2.1 Implementaciones en el sistema de iluminación

La magnitud de los ahorros de energía conseguidos demuestran que las tecnologías eficientes son efectivas y deben establecerse como caminos por donde se reduzcan los gastos innecesarios de las empresas públicas, la tabla No 4.8 indica el resumen de los ahorros y costos anuales para el nuevo sistema de iluminación eficiente conforme al pliego tarifario y a la inversión incremental, dicha inversión es el costo diferencial de la inversión de mayores beneficios sobre la inversión de permanencia de la ineficiencia e inoperatividad; la inversión incremental no requiere saldar este último costo porque de todas maneras las luminarias han venido operando por largos años y tienen que renovarse.

<u>Tabla No 4. 8 Resumen de los ahorros y costos del sistema de iluminación eficiente del Edificio “Las Casas”</u>				
Ahorro de consumo promedio	Valores totales económicos de los ahorros		Inversión incremental	Período de recuperación
(kWh/mes)	(\$/mes)	(\$/año)	\$	años
8380	673.1	8077	5302.6	0.66

Los valores económicos totales incluyen los ahorros por demanda. Si el ahorro en consumo anual se proyecta en 98729 kWh/año aquello proporciona una utilidad anual de 8077 \$/año.

La inversión incremental viene dada de la diferencia entre el costo del sistema de iluminación eficiente menos el costo del sistema de iluminación eficiente, en ciertos pisos la inversión incremental resultó negativa esto quiere decir que la rentabilidad es aún más efectiva ya que la inversión eficiente resulta ser más económica que la ineficiente y no se necesita de los ahorros energéticos para amortizar la inversión; de esta manera los ahorros son obtenidos desde el primer día de la instalación de las luminarias eficientes sin ningún reembolso.

La inversión total para el edificio se puede recuperar en un transcurso ínfimo alrededor de un poco más de la mitad de un año, esto brindará confianza para ejecutar la inversión en la compra de luminarias eficientes porque los desembolsos totales se amortizarán rápidamente

La tabla No 4.9 muestra el resumen de ahorro e inversión para el aprovechamiento de iluminación natural

<u>Tabla No 4. 9 Resumen de los ahorros y costos para el aprovechamiento de la iluminación natural dentro del Edificio “Las Casas”</u>				
Ahorro consumo promedio (kWh/mes)	Valores totales económicos de los ahorros		Inversión \$	Período de recuperación años
	(\$/mes)	(\$/año)		
589.8	34.2	410.5	944	2.30

También es una medida de alta aceptación porque si bien el período de recuperación simple es un tanto superior a la alternativa anterior, dos años pasan brevemente y la implementación eficiente durará por varios años ya que la energía de la iluminación natural es directa con una conversión de energía de mínimas pérdidas; es más, las luminarias aledañas a las ventanas por sus horas fuera de servicio aumentarán su vida útil.

La tabla No 4.10 y 4.11 presentan el resumen de los ahorros conseguidos por la adopción de controles electrónicos.

<u>Tabla No 4. 10 Resumen de los ahorros y costos del uso de sensores de presencia</u>					
Lugar	Ahorro consumo promedio (kWh/mes)	Valores totales económicos de los ahorros		Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
		(\$/mes)	(\$/año)		
Gradas inferiores	71.7	4.2	49.9	234	4.69

<u>Tabla No 4. 11 Resumen de los ahorros y costos del uso de atenuadores</u>					
Lugar	Ahorro consumo promedio	Valores totales económicos de los ahorros		Inversión	Período de recuperación
	(kWh/mes)	(\$/mes)	(\$/año)	\$	años
Bodega de papelería	94.5	5.48	65.7	26	0.39

El tiempo de recuperación de los controles en las gradas inferiores es alto. La incidencia primordial para este valor es que las gradas por sus diferentes orientaciones necesitan de un mayor número de sensores eléctricos que aumentan la inversión total por equipos e instalación.

El uso de los atenuadores tiene mucha aceptación, la inversión no tarda en recuperarse y parece ser rentable, aunque los atenuadores son unos pequeños dispositivos electrónicos el ahorro de energía que podrían proporcionar puede ser importante.

4.3.2.2 Configuraciones del sistema de computación

Los ahorros por consumo de las computadoras dependen de la aceptación de todos los funcionarios para la aplicación de las configuraciones de ahorro, por esta razón, primero se los deberá concienciar sobre los beneficios para luego designar a un responsable del Departamento de División de Sistemas para que

efectúe las configuraciones; las máquinas de última versión de software ofrecen mayores opciones de energía que deberán ser aplicadas.

Tan valiosa herramienta para la reducción de costos no debe ser desaprovechada ya que es una medida que no tiene inversión. Si el ahorro energético anual se estima en unos 21541.2 kWh/año al año, su valor económico asciende a los 1249.4.6 \$/año.

4.3.2.3 Sustitución de los motores eléctricos de inducción

Se debe recalcar que la sustitución es del motor eléctrico en sí mismo y no por los sistemas mecánicos que se acoplan a los ascensores, el sistema será completamente eficiente cuando se optimice la parte mecánica, de las conversaciones con los encargados de Servicios Generales se pudo conocer que se renovará tanto la parte eléctrica como la parte mecánica. La tabla No 4.12 presenta el resumen de ahorros energéticos en la adquisición de motores eléctricos eficientes.

<u>Tabla No 4. 12 Resumen de los ahorros y costos de la adquisición de motores eléctricos eficientes para los ascensores</u>					
Lugar	Ahorro consumo promedio (kWh/mes)	Valores totales económicos de los ahorros		Inversión incremental \$	Período de recuperación años
		(\$/mes)	(\$/año)		
Ascensores	247.4	14.4	172.2	60	0.34

Los períodos de recuperación no son altos si se toma en consideración que la vida útil de los motores eléctricos de inducción es bastante amplia, además se debería considerar que los motores vienen funcionando por muchos años y que en un momento dado sería necesario reemplazarlos. La aceptación definitiva se dará más adelante cuando se analice el respectivo flujo de ahorro económico en el tiempo. Se ha usado la inversión incremental pues la sustitución de los

ascensores es total y se tiene la oportunidad de acoplar un equipo eléctrico que traerá beneficios.

Hasta aquí se ha analizado una fase preliminar de la evaluación económica que deberá apoyarse con otros criterios que toman en consideración factores económicos de mayor perspectiva.

4.3.3 ÍNDICES O CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS

La evaluación económica es efectuada para analizar la viabilidad y la rentabilidad de las medidas propuestas. Los análisis posteriores partirán de ciertos criterios económicos que miden la efectividad económica de los flujos monetarios corroborando con la toma de decisiones.

Los ahorros energéticos se convierten en utilidad en tanto que la inversión un desembolso inicial hecho al momento de adquirir los equipos eficientes, en la fase económica preliminar se analizaron las formas de como las alternativas eficientes devengan el capital de inversión, ahora se encontrarán los valores en términos monetarios reales que fortalecerán la evaluación económica.

La teoría económica brinda la posibilidad de evaluar cualquier proyecto mediante alguno de los siguientes métodos:

- Valor presente
- Tasa interna de retorno
- Relación beneficio costo

4.3.3.1 Evaluación por el valor presente (Vp)

El valor presente trae los ahorros económicos de tiempo futuro al valor actual donde se sitúa la medida con antelación a su funcionamiento. Para utilizar la evaluación se debe contar con la vida útil de los equipos y el conocimiento de la tasa de descuento que relativa a la empresa es establecida como la tasa de prosperidad económica que propone un proyecto dado. Por medio del Departamento de Estudios Económicos se pudo conocer que la tasa de descuento para los proyectos de la empresa se halla alrededor del 11,5%.

El valor presente de una serie de flujos económicos a futuro puede calcularse mediante la ecuación No 24.

$$Vp = -C + \sum_{j=1}^n G_j(1+i)^{-j} \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

C : es el costo de inversión inicial

G : son los ahorros o ganancias económicas.

i : es la tasa de descuento en decimales.

j : 1,2,3,...n son los años de funcionamiento de los equipos.

4.3.3.2 Evaluación por la tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es un valor porcentual que iguala los beneficios con los costos por las inversiones propuestas. De este modo la tasa interna de retorno se convierte en un valor específico que se puede calcular de acuerdo a las expresiones No 25 ó 26.

$$\sum_{j=1}^n (G_j) (1+i)^{-j} - C = 0 \quad \text{Ecuación 25}$$

$$-C + G \sum_{j=1}^n \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n * i} = 0 \quad \text{Ecuación 26}$$

Donde:

C : es el costo de inversión inicial

G : son los ahorros o ganancias económicas.

i : es la tasa interna de retorno en decimales.

j : 1,2,3,...n son los años de funcionamiento de los equipos.

La tabla No 4.13 indica los valores monetarios a valor presente y la TIR correspondiente de las diferentes medidas eficientes técnicamente acreditadas.

<u>Tabla No 4. 13 Valor presente y TIRs de las inversiones propuestas</u>						
Descripción de la medida eficiente	Ahorro económico total anual (\$/año)	Inversión (\$)	Tasa de descuento (%)	Vida útil (años)	Valor presente (\$)	TIR (%)
Sistema de iluminación eficiente	8077	5302.6(*)	11.5	10.1	41594.3	152
Aprovechamiento de la iluminación natural	410	944	11.5	10.1	1436.6	42.1
Uso de sensores de presencia en las gradas inferiores	50	234	11.5	10.0	54.0	16.8
Uso de atenuadores en la bodega de papelería	65.7	26	11.5	10.0	352.9	252
Sustitución de motores eléctricos eficientes para los ascensores	172.2	60(*)	11.5	30.0	1380.2	286

(*) Inversión incremental

De la tabla se observa que el nuevo sistema de iluminación eficiente posee el valor presente más elevado, con una de las TIRs más grandes, con esto se afirma que es la inversión más rentable.

En relación con los controles electrónicos todos tienen valores presentes positivos y TIRs por encima de la tasa de descuento propia de la empresa, conviene revisar el uso de los sensores de presencia en las gradas inferiores porque su TIR es un tanto baja en comparación con el otro control electrónico. De esta manera el uso

de atenuadores dentro de la bodega de papelería tienen rentabilidad y no necesitan mayor análisis quedando como medida técnico-económica aceptada.

Para despejar cualquier incertidumbre acerca del uso de sensores de presencia en las gradas, a continuación se expondrá un último criterio para analizar sus resultados económicos.

4.3.3.3 Relación beneficio-costos (B/C)

La relación beneficio/costo se establece del cociente entre los ahorros económicos a valor presente sobre el costo total de inversión. La tabla No 4.14 muestra la relación B/C individual de algunas de las medidas eficientes en referencia con los datos de la tabla No 4.13.

<u>Tabla No 4. 14 Relación beneficio-costos de las medidas</u>				
Descripción de la medida eficiente	Ahorro económico total anual (\$/año)	Inversión (\$)	Valor presente (\$)	B/C
Uso de sensores de presencia en las gradas inferiores	50	234	54.0	0.23
Sustitución de motores eléctricos eficientes para los ascensores	172.2	60	1380.2	23

Por una relación B/C menor a uno, la medida uso de sensores de presencia en las gradas inferiores queda completamente descartada como alternativa para el ahorro de energía.

La relación B/C mayor a uno de la sustitución de motores eléctricos eficientes deduce que la inversión es rentable y puede aplicarse. De esta manera conviene adquirir motores eléctricos eficientes ya que a más de ahorrar energía podrían ayudar a disminuir el calentamiento debido al reducido y aislado espacio en que se encuentran ubicados.

4.3.4 DESCRIPCIÓN FINAL DE LAS MEDIDAS RENTABLES PARA EL EDIFICIO

El análisis económico ha planteado las mejores alternativas eficientes que podrían reducir el consumo y la demanda con una alta rentabilidad económica, la principal alternativa ofrece la sustitución de luminarias 2x40 W T12 por luminarias 2 X32 W T8 que incluyan balastos electrónicos y acabados altamente reflexivos de las superficies de las luminarias. La iluminación natural y el uso de controles electrónicos en partes específicas del edificio también representan medidas efectivas de ahorro.

La mayoría de las medidas que pasaron la evaluación técnica también pasaron la evaluación económica, se puede decir así que se acertó para conformar el diseño eficiente que necesita el edificio matriz en varios años de funcionamiento.

La tabla No 4.15 presenta el resumen de los ahorros y costos económicos de las medidas eficientes aceptadas para el Edificio “Las Casas”.

<u>Tabla No 4. 15 Resumen de las medidas rentables para el edificio</u>				
<i>Descripción de la medida eficiente</i>	<i>Ahorro energía anual (kWh/año)</i>	<i>Ahorro económico anual (\$/año)</i>	<i>Costos por inversión (\$)</i>	<i>PR (años)</i>
Sistema de iluminación eficiente	98729	8077	5302.6(*)	0.66
Aprovechamiento de la iluminación natural	7077	410.5	944.0	2.30
Configuraciones especiales de ahorro de energía de las computadoras	21541.2	1249.4	0.0	0
Uso de controles electrónicos(**)	1111.5	65.7	26	0.39
Uso de motores eléctricos eficientes	2969.8	172.2	60(*)	0.34
TOTAL	130317	9909.1	6306.6	

(*) Inversión incremental

(**) No se tomó en cuenta en el total porque se abarca en el sistema de iluminación eficiente.

Queda descartado el uso de controles electrónicos en las gradas inferiores, así la alternativa eficiente más simple podría sustituir los focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas que están incluidas en los costos del sistema de iluminación eficiente.

Los resultados finales muestran que la implementación y la puesta en práctica de las medidas técnico-económicas efectivas ahorrarían uno 130317 kWh/año que con el ahorro de demanda representa un ahorro económico de 9909.1 \$/año. Los períodos de recuperación difieren de acuerdo a cada medida, los mejores corresponden al sistema de iluminación con lámparas T8 eficientes, los controles electrónicos y el uso de motores eléctricos eficientes.

CAPITULO CINCO

5 PLAN DE ACCIÓN QUE SE PROPONE PARA EL EDIFICIO

5.1 INTRODUCCIÓN

El plan de acción promueve las directrices que establecen las enmiendas y deberes de los trabajadores para el edificio en general en la consecución de los objetivos planteados. Las recomendaciones de ahorro deberán aplicarse a lo largo tiempo; las responsabilidades para elevar la eficiencia de los equipos y los buenos hábitos de uso de la energía no deberán olvidarse ya que de nuevo se tendrían desperdicios innecesarios.

La empresa distribuidora eléctrica al mantenerse en contacto con los abonados puede promover como alternativa de ahorro la acogida de tecnología y equipo eficiente, muchas personas creen que el ahorro de energía cesa por completo los servicios de uso final. Las empresas, los comercios y las residencias deben conocer las posibilidades en enfrentar y reducir los costos energéticos sin sacrificar sus necesidades diarias.

Es importante señalar que el ahorro de energía va más allá de disminuir los gastos económicos; menores kilovatioshora aumentan la competitividad de las empresas, ayudan a la conservación de los recursos naturales y reducen las

emisiones de CO₂. De manera especial para el país, el ahorro de energía con eficiencia energética puede ayudar a reducir la demanda eléctrica que año tras año aqueja el sector eléctrico ecuatoriano.

5.2 PROMOCIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL EDIFICIO “LAS CASAS”

Se culminarán los objetivos propuestos cuando se ejecuten las medidas eficientes y se responsabilice de los mantenimientos respectivos. Se puede delegar un comité de ahorro energético con un funcionario principal quienes sean los encargados de velar por el ahorro de energía, orientando a los trabajadores y solucionando los problemas de desperdicios de energía dentro de todas las áreas del edificio.

Se debe incentivar al grupo de trabajadores o funcionarios quienes se empeñen y esfuercen por ahorrar energía, se puede establecer un seguimiento de los consumos para compararlos después de un tiempo y galardonar o resaltar la contribución de los trabajadores al fin propuesto.

La interrelación de los trabajadores junto al comité de ahorro pondrán de manifiesto sugerencias o comentarios que podrían optimizar el uso de la energía, vale recordar que en los momentos del diagnóstico preliminar algunos funcionarios estuvieron muy interesados por el ahorro de energía, inclusive hubo quien comentó que algunas luminarias de alumbrado público en su sector domiciliario se hallaban prendidas todo el día; sugiriendo que se informe para que puedan apagarse.

La incesante actualización de medidas y tecnologías eficientes compromete a adquirir nueva información de la existente, los conocimientos deben ser impartidos en cursos o charlas energéticas; esta es una de las mejores formas para llegar a un numeroso grupo de trabajadores.

Uno de los mejores medios para mejorar los hábitos de uso racional de la energía son los carteles alusivos al ahorro de energía. El fomento del ahorro energético será perpetuado con la colaboración y concientización de todos los trabajadores del edificio.

5.3 PLAN DE ACCIÓN PARA EL EDIFICIO “LAS CASAS”

La iluminación constituye el gasto energético más importante, de este modo es el principal sector en la asignación de recursos presupuestarios. Al adquirir las luminarias se recomienda adquirirlas con las indicaciones que se propusieron en el capítulo de las medidas eficientes.

Se puede planificar un horizonte para la adquisición de las nuevas luminarias con el fin de que el gasto inicial se reparta equitativamente, como ejemplo en cada mes se puede sustituir el mayor grupo de luminarias ineficientes por piso, si existen 10 pisos en 10 meses todo el edificio ya contaría con una iluminación eficiente y de calidad.

En los concursos de ofertas para la adquisición de lámparas y luminarias se debe exigir que garanticen altos índices de rendimiento energético o etiquetado eficiente. De preferencia se debería escoger a un proveedor que ofrezca asistencia técnica y mantenimiento.

La instalación y ubicación de las luminarias tiene que realizarse con un técnico especialista que independice los circuitos en grupos de luminarias por espacios visibles de manera de poder encender o apagar las luminarias innecesarias.

Los ahorros por opciones de energía en las computadoras podrán ser alcanzados cuando los trabajadores se adapten al cambio y no cambien o quiten la configuración de ahorro de forma arbitraria. Se debe restringir el uso de protectores de pantalla propios de la computadora o descargables ya que no disminuyen el consumo de energía.

En la renovación o cambio de equipos para oficina, se debe solicitar a los proveedores que sus productos cumplan con un etiquetado eficiente tal como el Energy-Star de los EE.UU.

Finalmente se deberá seguir los lineamientos señalados en la gestión energética, debiendo adaptarse a mejores hábitos en el uso de la energía tal como el simple apagado de luminarias y equipos innecesarios.

5.4 PLAN DE ACCIÓN GENERAL DE EMPRESA

La empresa eléctrica al ser la entidad encargada de la distribución eléctrica no paga sus autoconsumos, pero sí podría disminuir sus costos operativos si en su área de concesión invita a empresarios, usuarios industriales y residenciales a la formación de un mercado eléctrico eficiente mediante algunos planes que a continuación se mencionan.

En toda actividad por contrato de servicios o bienes eléctricos se debe establecer certificados de eficiencia energética o ayuda al medio ambiente. Existe muchos etiquetados que demuestran la eficiencia de su productos de acuerdo a un orden ascendente de letras, la letra A por ejemplo representa un equipo de máxima eficiencia.

Modernizar los equipos eléctricos de gran demanda o consumo, por lo general los equipos eléctricos de edad avanzada ofrecen desperdicios de consumo que en el tiempo exceden o duplican la inversión en equipos eficientes que podrían haberlos sustituidos por dicho tiempo.

Mejorar la generación eléctrica de plantas industriales o centrales de generación térmicas con mecanismos eficientes de ahorro como la cogeneración. La cogeneración es la producción de energía eléctrica y vapor al mismo tiempo, este

principio ayuda a aprovechar el vapor residual en un proceso mecánico por ejemplo.

Se podría organizar la realización de diagnósticos energéticos en los lugares o puntos de la ciudad que mayor gasto energético pudieran estar presentando, un recurso vital para el desarrollo de las mismas son las herramientas de medición y los gastos rutinarios para lo cual se necesita la colaboración entre las dos partes involucradas en el ahorro; la empresa eléctrica y el abonado.

Se debería aclarar que los diagnósticos energéticos necesitan una financiación previa pero se pagan en el tiempo cuando los equipos eficientes ya están funcionando, el temor de que la inversión en grandes proyectos de ahorro de energía nunca será recuperable debe ser desechado.

CAPITULO SEIS

6 RECOMENDACIONES PARA EVITAR LAS CONDICIONES DE INSEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

6.1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas antiguas e inadecuadas acarrearán situaciones de inseguridad para los trabajadores y bienes de los edificios construidos hace mucho tiempo. El cuidado y la preocupación para corregir los deterioros pueden ayudar a eliminar los riesgos eléctricos con un aumento de la eficiencia del sistema eléctrico de cada usuario en general.

En el país no existe una norma que rijan las condiciones de seguridad eléctrica que deberían mantener las instalaciones eléctricas interiores, esto causa que muchos disyuntores automáticos y conductores de corriente eléctrica hayan permanecido en operación por un largo período, tiempo en el cual pudieran haber disminuido sus capacidades eléctricas. Refiriéndose a la instalación eléctrica del Edificio “Las Casas” no se ha llevado un plano histórico de las readecuaciones de los circuitos eléctricos a través del tiempo, con todo se han investigado los posibles problemas eléctricos infiriendo y observando las condiciones actuales en las que se encuentran las instalaciones eléctricas más importantes.

6.2 SITUACIÓN PROPIA DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO

Dentro del Edificio “Las Casas” la instalación eléctrica ha venido usándose por más de treinta años. El servicio de energía eléctrica a lo largo de este tiempo no ha sufrido mayores percances; pero el envejecimiento de las instalaciones sin correctivos puede desarrollar problemas posteriores. Con la simple observación dentro del cuarto de medidores se da cuenta que sólo se ha llevado un mantenimiento correctivo dirigiendo una mayor atención a la ampliación de los circuitos eléctricos para satisfacer la demanda eléctrica creciente.

En las oficinas interiores existe mucho desorden por cables de instalaciones pasadas existentes, esto dificulta establecer los orígenes de los cables que a lo largo de su recorrido sufren empalmes y derivaciones. Es considerable que se organice de una mejor forma los cables sueltos identificándolos, así se podrá realizar un mantenimiento preventivo que examine la carga eléctrica y el deterioro del aislamiento a consecuencia de las sobrecargas eléctricas.

Abriendo algunos tableros eléctricos se encontraron unos cuantos disyuntores sobrecalentados, un cambio apropiado reestablecerá la coordinación perdida por el tiempo de uso con mayores sensibilidades para cortar las corrientes eléctricas de sobrecarga y de cortocircuito.

6.3 RIESGOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS ANTIGUAS

Los riesgos eléctricos son las circunstancias de peligro al que están expuestas las personas o bienes a causa del impacto accidental con la corriente eléctrica. La prevención es la mejor forma de aplacarlos, esta comienza desde el diseño del sistema eléctrico hasta cuando los equipos y las partes del sistema eléctrico entran en operación.

Las personas y las instalaciones eléctricas necesitan establecer ciertas barreras para la seguridad personal, el rompimiento de los límites de seguridad puede conducir a ciertos percances que debieron ser prevenidos. A continuación se indicarán unos breves conceptos de los dos riesgos eléctricos principales que pueden implicar pérdidas personales o gastos económicos irreversibles.

6.3.1 CHOQUES ELÉCTRICOS

Los choques eléctricos son los contactos directos e indirectos que las personas hacen frente al paso de una corriente eléctrica. Los choques eléctricos aparecen diferencias de potencial o de voltaje que motivan la circulación de corriente eléctrica por las personas.

6.3.1.1 Contactos directos

Es el contacto directo involuntario con las partes activas o energizadas de la instalación eléctrica. El aislamiento defectuoso de los cables puede incidir que las personas toquen los conductores y se produzcan electrocuciones; debido a esto es conveniente revisar que todos los conductores vivos lleven un aislamiento en estado óptimo.

6.3.1.2 Contactos indirectos

Los contactos indirectos se producen por partes que no forman parte del camino de circulación de corriente eléctrica tales como las carcasas de los equipos o gabinetes metálicos; estas estructuras hacen aparecer diferencias de potencial por un contacto de falla en el aislamiento de las partes energizadas. Los medios para evitar los contactos indirectos requieren de la instalación de una óptima y correcta instalación de puesta a tierra.

6.3.1.3 Efectos de la circulación de corriente eléctrica por las personas

El agravio físico en la salud de las personas depende de la magnitud, la forma y duración del choque eléctrico. La única variable que la persona puede controlar para contrarrestar el efecto de recibir una descarga es un alto aislamiento ya que si la resistencia aumenta la corriente eléctrica disminuye. La tabla No 6.1 muestra el valor de la intensidad eléctrica y sus correspondientes efectos en las personas.

<u>Tabla No 6. 1 Valores de intensidades eléctricas y sus efectos en las personas</u>			
<i>Item</i>	<i>I (mA) 60 Hz</i>	<i>Duración Choque eléctrico</i>	<i>Efectos fisiológicos en el cuerpo humano</i>
1	0-1	independiente	Umbral de percepción, no se siente el paso de la corriente
2	1-15	independiente	Desde cosquilleos, imposibilidad de soltarse
3	15-25	Minutos	Contracción de brazos, dificultad de respiración
4	25-50	segundos a minutos	Irregularidades cardíacas.,Aumento presión, inconsciencia
5	50-200	ciclos	Fibrilación ventricular
6	>200	ciclos	Paro cardíaco, marcas visibles, quemaduras

Fuente: Carrión., Juan, Seguridad y control de riesgos en la industria eléctrica, Quito, Junio 2003

6.3.2 INCENDIOS

Las instalaciones eléctricas defectuosas son causas innegables para la aparición de incendios, cualquier probabilidad de incendio por parte de la instalación eléctrica deberá ser eliminada por completo porque los incendios no dan tregua y destruyen todo lo que encuentran.

Los equipos y cables que se sobrecalientan, conexiones caseras y el continuo desgaste operativo pueden ser los focos que propicien la aparición de incendios. Esto da cabida a revisar y realizar un mantenimiento preventivo de los cables y

equipos eléctricos; verificando su carga eléctrica, su condición física y su capacidad para soportar la intensidad eléctrica adecuada.

Una vez que se agoten los esfuerzos en la revisión y corrección de instalaciones defectuosas, como medida de respaldo para la prevención se deberían instalar mecanismos que eliminen el fuego a su totalidad; esto se da con el uso de extintores automáticos de gas carbónico que se los puede ubicar de manera especial en los lugares propensos a los incendios tal como la cámara de transformación o el cuarto general de protecciones.

6.4 RECOMENDACIONES PARA EL USO ADECUADO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO “LAS CASAS”

6.4.1 INSTALACIONES DE RECEPCIÓN O DE ACOMETIDA PRINCIPAL

Es la parte de la instalación eléctrica que administra y distribuye la energía a los tableros generales centrales del edificio. Las posibles repercusiones de la interrupción del servicio dificultan comprobar la carga eléctrica de los alimentadores primarios, cabe mencionar que se encuentran en el mismo sitio del transformador de distribución con espacios reducidos que comprometen la seguridad personal. Como una rutina de mantenimiento anual se recomienda verificar el estado de las líneas repartidoras principales ya que manejan altas corrientes que deterioran el aislamiento, además en el caso de que un fusible corte el suministro se debe sustituirlo con otro que coincida con la capacidad del alimentador que protege.

6.4.2 CUARTO GENERAL DE MEDIDORES Y DISYUNTORES

Un hecho que pudiera preocupar sobre la colocación de varios tableros eléctricos es su asentamiento sobre unas superficies pequeñas de madera, en el caso de presentarse un incendio se constituye como un combustible propagador del fuego, para corregir este asunto se debe sustituir la superficie inadecuada por una

superficie metálica o antideflagrante que no se encienda el fuego. Se enfatiza esta recomendación porque en el otro lado de la pared se ubica el archivo de documentos que incidiría en la propagación de cualquier incendio.

Se debe obligar a las personas para que no utilicen el cuarto general de medidores como una bodega de materiales, el espacio de entrada debe mantenerse cerrado para la entrada de cualquier persona, pero el pasillo interior debe estar libre y sin obstáculos. Esta enmienda tiene dos campos de acción; en una primera acción para no dificultar la inspección del personal técnico que pudiera tropezar con cables eléctricos y sufrir choques eléctricos y en segunda acción para desconectar rápidamente los disyuntores o fusibles de protección para suspender la propagación de los riesgos eléctricos.

En cuanto a la disposición de los cables dentro del cuarto de medidores no llevan un orden de seguimiento claro, es recomendable delinear los conductores neutros suspendidos en el aire, se debe también separar los enredos y dirigir los cables en uniformidad con su identificación respectiva.

Existe una acometida directa adicional que viene desde un secundario de algún transformador de distribución aéreo; se la necesita en caso de emergencia por la interrupción del servicio eléctrico normal. La conmutación manual hacia esta acometida se lo hace por medio de un seccionador de cuchillas, se recomienda el uso de una transferencia automática que disminuiría el tiempo de conexión y sin labor manual sincronizaría la entrada y salida automática de las fuentes de energía. Se sugiere además que la transferencia esté centralizada en el cuarto de medidores ya que de suceder cualquier riesgo eléctrico se asegura que todas las líneas de alimentación eléctrica se hallen desenergizadas.

6.4.3 INSTALACIONES DE TOMACORRIENTES Y ALUMBRADO GENERAL.

Son los circuitos de mayor recorrido por las áreas internas y externas de las oficinas. En la fase de diseño se debe adecuarlos para que soporten la demanda

eléctrica de los equipos receptores considerando un posible crecimiento de carga y la caída de voltaje.

Una característica particular de las instalaciones interiores de las oficinas son las extensiones hacia las computadoras u otros equipos a preferencia de los funcionarios. Aquí también se debe tener cuidado en no sobrecargar la derivación del tomacorriente que puentea la extensión; primero se debe comprobar la demanda máxima, el calibre y estado de la derivación que sale del tablero secundario para hacer uso del circuito.

En muchas de las frecuentes revisiones de los subtableros por pisos se encontró que un mismo disyuntor protege a circuitos de alumbrado y tomacorrientes, esto se da porque sin mayor juicio se coloca una instalación eléctrica descartando una revisión previa. Es importante independizar los circuitos porque de presentarse una falla se interrumpiría el servicio a circuitos eléctricos que nada tuvieron que ver con el incidente, otra incidencia de esta mala práctica es la descoordinación de la protección eléctrica porque las sobrecargas para uno u otro circuito no serán las mismas.

En una buena parte de los circuitos de los subtableros del segundo y tercer piso existen conductores sulfatados que desprenden una sustancia pastosa color negra-verdosa, esto se debe a la edad de los circuitos internos que sufren cambios químicos. Es recomendable cambiar estos circuitos para optimizar la instalación y evitar las pérdidas y las caídas de voltaje.

6.4.4 SERIE DE REFORMAS PARA MEJORAR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se ha propuesto verificar las instalaciones eléctricas por los desajustes, sobrecalentamientos de cables, desgastes de disyuntores y partes accesibles resolviendo sustituirlos con otros nuevos. El tema de seguridad eléctrica implica

realizar cualquier inversión; no con el fin de obtener un ahorro sino de velar por el cuidado de las personas y los bienes materiales.

Como se mencionó muchos disyuntores eléctricos protegen dos circuitos a la vez, de esta manera es imprescindible separar cada circuito con su respectivo disyuntor de protección eléctrica, los disparos intempestivos causan molestias a los trabajadores que deben ser arregladas.

En varios subtableros se constató una descoordinación de protecciones; un ejemplo por decir se tiene en un disyuntor de 50 A que protege a un cable de capacidad máxima de 20 A, esto inhabilita la protección eléctrica que nunca disparará por sobrecarga sostenida dañando el cable y los equipos con una probabilidad de incendios. Para solucionar el problema siempre se deberá instalar una protección eléctrica de acuerdo a la capacidad de corriente del conductor eléctrico diseñado a partir de la demanda eléctrica y un porcentaje de sobrecarga.

El anexo L presenta las inversiones para los cambios más necesarios en la renovación de las instalaciones eléctricas del edificio.

6.5 LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra tiene la finalidad de proteger la vida de las personas de cualquier potencial eléctrico que pudiera presentarse en los equipos o en la instalación eléctrica. La puesta a tierra deberá tener una resistencia de tierra reducida para asegurar que los disyuntores de los tableros eléctricos conmuten y despejen la falla rápidamente, una funcionalidad secundaria de la puesta a tierra es establecer una referencia única para el buen funcionamiento de equipos sensibles tales como las computadoras.

En la seguridad eléctrica el sistema de puesta a tierra establece un voltaje equipotencial entre todas las partes que no forman parte del circuito de fases eléctricas, para esto se conectará un hilo o cable conductor que vaya desde la

barra de tierra del tablero principal o del centro de transformación donde se instala la puesta a tierra hacia otras barras en subtableros y desde ahí hasta las partes metálicas de computadoras, copiadoras, y todo artefacto eléctrico que necesite una conexión a tierra.

6.5.1 LAS PUESTAS A TIERRA DEL EDIFICIO “LAS CASAS”

El edificio tiene puestas a tierras independientes, se ha dado mucho crédito y confianza a las simples puestas a tierra entre los contornos de la construcción. Este es el caso de varias puestas a tierras que se encuentran en el edificio y que consisten en el cableado de simples conductores desde algunos tomacorrientes hasta las varillas correspondientes enterradas en grietas entre el concreto de las aceras y del jardín.

Existe un concepto erróneo de creer que la tierra independiente es una conexión con una varilla y un conductor en un punto alejado desunido de la puesta a tierra principal. El concepto debe ser rectificado porque lo de independiente en una puesta a tierra apartada se refiere al conductor eléctrico en sí mismo y no a la conexión a tierra.

Las conexiones independientes representan un peligro latente porque como se sabe las descargas eléctricas o las corrientes de falla de los equipos de gran tamaño producen corrientes eléctricas de elevada magnitud que se dispersan por el terreno y hacen aparecer centenares de voltios que se transmiten hacia los circuitos de los equipos eléctricos por medio de las puestas a tierra independientes poniendo en peligro a las personas y a los equipos.

Con las puestas a tierras independientes se compromete la seguridad de las personas porque el camino de retorno de la corriente de falla tiene una elevada resistencia lo que dificulta la apertura rápida de los disyuntores automáticos. En los equipos eléctricos en muchos casos se funden los componentes internos de las computadoras aunque estén apagadas pero enchufadas al tomacorriente.

6.5.2 MEJORAS PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO

Las soluciones al problema de tierras independientes o la instalación de cualquier puesta a tierra adicional tienen dos caminos fiables. El primer camino aconseja derivar un conductor eléctrico individual que partiendo de la única puesta a tierra principal desde el transformador o tablero principal llegue hasta los equipos eléctricos por proteger. El segundo camino se basa en el uso de un transformador de aislamiento D-Y que establece un sistema de derivación aislado de las incidencias de las puestas a tierra aledañas, se lo usa generalmente en los centros de cómputo porque establece referencias de señal inmejorables para las comunicaciones.

Se debe desechar la mala costumbre de unir el polo de tierra con el neutro en el tomacorriente ya que si bien este se halla conectado a la puesta a tierra, en algún momento de enchufar los cables de alimentación se puede polarizar el equipo al revés favoreciendo para que las cubiertas metálicas de los equipos se energicen e incidan en un riesgo eléctrico. En todo caso se recomienda utilizar tomacorrientes polarizados que disminuyen la inseguridad porque traen diferenciados la fase y el neutro; en el cajetín la fase se deberá conectar a la ranura chica y el neutro a la ranura grande.

6.5.2.1 Consideraciones sobre la puesta a tierra del Centro de cómputo

La puesta a tierra de este lugar es independiente pero cuenta con un supresor de voltaje adaptado con un transformador de aislamiento con propia conexión a tierra. Se aconseja que esta puesta a tierra se le deje libre para el uso propio de las computadoras porque si se unen a otras cajas metálicas con conductores de tierra se introducen interferencias que afectan las comunicaciones.

6.5.3 CONFORMACIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA DEL EDIFICIO

En la primera parte de la renovación del sistema de protección a tierra se deberá quitar y eliminar las tierras independientes que resultan un peligro más que un beneficio.

Se recomienda chequear la resistencia de puesta a tierra del transformador que deberá ser lo más baja posible, según el NEC (National Electric Code)³⁹, en su artículo 250-94 recomienda que el calibre del cable que conecte la barra de tierras y neutros con el electrodo enterrado se diseñe tomando en consideración el tamaño del conductor alimentador de fase, esto se puede ver en la tabla No 6.2.

<u>Tabla No 6. 2 Tamaños del conductor de tierra para los electrodos</u>	
<i>Mayor calibre del conductor de suministro eléctrico</i>	<i>Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra</i>
(AWG)	(AWG)
2 o menor	8
1 o 1/0	6
2/0 o 3/0	4
4/0 a 350 kcmil	2
400 a 600 kcmil	1/0
650 a 1100 kcmil	2/0
1200 o mayor	3/0

Por otra parte El NEC en su artículo 250-95 sugiere que el tamaño del conductor de tierra de los equipos sea elegido de acuerdo a la protección eléctrica del conductor de fase, es decir de la capacidad del disyuntor automático. La tabla No 6.3 recoge algunos tamaños para el conductor de tierra de los equipos.

³⁹ El NEC es una norma seguida por los ingenieros eléctricos de los EE.UU para evitar la aparición de cualquier incendio en la instalación eléctrica y como referente para la imposición de sanciones a las instalaciones eléctricas defectuosas.

<u>Tabla No 6. 3 Tamaños del conductor de tierra para los equipos</u>	
<i>Capacidad nominal del disyuntor</i>	<i>Calibre del conductor de tierra del equipo</i>
(A)	(AWG)
20	12
60	10
90	8
100	8
150	6
200	6
300	4
400	3
500	2
600	1

El rediseño del sistema de protección a tierra ha sido realizado conforme los valores dados por el NEC. El anexo L presenta la descripción e inversión necesaria para la remodelación del sistema básico de protección a tierra para los equipos eléctricos del edificio.

6.6 EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El transformador de distribución se encuentra ubicado en la cámara de transformación totalmente cerrada para el ingreso de cualquier persona. De la investigación se pudo conocer que dicha cámara ha sido catalogada como de alto riesgo por accidentes eléctricos que han involucrado la integridad física de las personas. El principal problema que atañe al centro de transformación es que el cuarto que alberga a las celdas y al transformador es extremadamente estrecho.

El mantener la puerta de ingreso cerrada o el seguir un procedimiento de seguridad tal como el recubrimiento de las partes activas y el aislamiento de la persona sólo ayuda a reducir la probabilidad de riesgo eléctrico, se debería eliminar toda posibilidad de riesgo eléctrico al 100%.

Para solucionar la inseguridad eléctrica del centro de transformación se propondrá dos medios efectivos, que son:

- Ampliación de la construcción.
- Uso de cercas metálicas (Metal enclosed)

Los medios se fundamentan en la separación y obstaculización de las partes activas eléctricas que pueden entrar en contacto con las personas. A continuación se detallará cada una de ellas.

6.6.1 AMPLIACIÓN DE LA COSTRUCCIÓN

Consiste en expandir el espacio físico entre las diferentes partes activas, lo cual irremediamente involucra desenergizar y desinstalar los equipos eléctricos para levantar una nueva construcción. Cuando la obra haya finalizado se deberá separar las celdas de media y baja tensión tomando en consideración las distancias mínimas de seguridad que garanticen confiabilidad en la maniobrabilidad de las personas. Por último se deberá conectar todas las partes metálicas de sujeción, carcazas y superficies a la malla de tierra del centro de transformación.

6.6.2 USO DE CERCAS METÁLICAS (METAL ENCLOSED)

Consiste en cercar las partes activas con gabinetes metálicos que se conecten a la malla de puesta a tierra. De este modo se podría tener dos gabinetes metálicos

independientes para media y baja tensión que podrían ser abiertos en labores de revisión o mantenimiento por el personal calificado. La resistencia de puesta a tierra deberá ser lo más reducida posible para que cualquier corriente eléctrica de falla se envíe por la conexión a tierra.

6.7 RECOMENDACIONES FINALES Y MANTENIMIENTOS RESPECTIVOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Hasta que se instale un sistema de protección a tierra adecuado y con el fin de no perder la conexión a tierra de equipos como las computadoras y el grupo electrógeno por sus puestas a tierra independientes, se puede establecer una conexión a tierra provisional que parta individualmente desde la barra de tierras del centro de transformación hacia los equipos mencionados.

Cuando se realice la instalación del sistema de protección a tierra del grupo electrógeno, se recomienda utilizar una transferencia automática de cinco contactos; la cual a más de transferir las fases y el neutro permita transferir también el conductor de protección a tierra. Esto protegerá a las personas de los contactos indirectos cuando el grupo electrógeno funcione.

Se pudo conocer por medio del Departamento de Servicios Generales que si se lleva un mantenimiento de ciertas instalaciones eléctricas importantes tales como el grupo de generación y su transferencia automática correspondiente, los mantenimientos deben continuar normalmente por todos los años.

No se debe descuidar el mantenimiento de los tableros y subtableros eléctricos porque también forman parte de la instalación eléctrica e intervienen en la eficiencia de las instalaciones interiores y en la seguridad eléctrica. La tabla No 6.4 presenta los costos que representaría el mantenimiento anual de los tableros y subtableros del edificio.

Tabla No 6. 4 Costos de inversión para el mantenimiento de los
tableros y subtableros del edificio

No	Tipo de tablero	Cantidad (u)	Costo unitario del mantenimiento (\$)	Costo total del mantenimiento (\$)
1	Tablero monofásico	1	10	10
2	Tablero bifásico	11	15	165
3	Tablero trifásico	19	18	342
4	Subtablero monofásico	2	12	24
5	Subtablero bifásico	3	18	54
6	Subtablero trifásico	19	22	418
TOTAL				1013

CAPITULO SIETE

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Al implementar todas las medidas descritas en este diagnóstico energético; se obtendría un ahorro total de 130317 kWh/año que representa un ahorro neto para la Empresa de 9909 \$/año, si el gasto actual por autoconsumo de energía de los equipos eléctricos analizados dentro del Edificio es de 17551 \$/año habría un beneficio económico de hasta un 56.4 % del gasto actual. Las inversiones incrementales para la aplicación de las medidas suman los 6306 \$, y pueden recuperarse en 7 meses.

Se encontraron dos grupos de equipos eléctricos con gran oportunidad de ahorro de energía dentro del Edificio “Las Casas”, el grupo relevante es el sistema de iluminación fluorescente donde el consumo de energía puede reducirse hasta un 50% de su valor actual con un ahorro de 8077 \$/año; a continuación está el ahorro de energía en las computadoras donde se alcanza una reducción de hasta el 40% del valor total y un ahorro de 1249 \$/año.

La mayor parte de las luminarias del edificio “Las Casas” se hallan deterioradas ya que vienen funcionando por muchos años. La sustitución sin planificación de lámparas que se dañan en luminarias obsoletas desperdicia energía, acorta la vida útil de las lámparas y reduce el nivel de la iluminación para realizar los trabajos.

Dentro de las oficinas las computadoras son los equipos de oficinas más utilizados pero poco conocidos para ahorrar energía, los mismos ofrecen medios sencillos para reducir los consumos innecesarios de energía sin ninguna inversión.

La evaluación económica ha aceptado el uso de medidas eficientes que no exigen mayor inversión, una muy interesante es la iluminación natural. La iluminación natural representa hasta el 8% de ahorro total sobre la sustitución de iluminación eficiente y es una fuente de energía gratuita para el ahorro de energía.

El uso de controles electrónicos y la sustitución de motores eléctricos eficientes a escala mínima también representa ahorros de energía, la aplicación de estas medidas confiere otros beneficios que aparecen en conjunción con los sistemas eléctricos que operan.

En reiteradas ocasiones se observó luminarias encendidas sin que ningún funcionario se halle trabajando, esto da a entender que los funcionarios y trabajadores de los edificios públicos no acatan totalmente los consejos del buen uso de la energía; su mayor interés se da en los momentos que existe crisis energética.

La iluminación eficiente del Centro de Cómputo y del primer piso ponen de manifiesto las bondades que se puede alcanzar con la propuesta eficiente del diagnóstico energético; en cuanto a consumo de energía eléctrica son los lugares más eficientes que posee el Edificio “Las Casas”.

El diagnóstico realizado evidenció los límites entre los que actúan las medidas de ahorro de energía, aquí se puede citar como ejemplo al sistema del aire acondicionado y los servidores del Centro de Cómputo donde la sustitución en equipos eficientes demandaría una gran inversión que tarda en recuperarse.

Los departamentos de compras de bienes eléctricos de los edificios públicos no cuentan con un asesoramiento técnico que valore los equipos eléctricos por su contribución al ahorro de energía. Se escogen los equipos eléctricos por su inversión económica inicial sin visualizar que a lo largo del tiempo representarán un mayor gasto.

Muchas instalaciones eléctricas tales como el cuarto general de medidores y los subtableros de los pisos no garantizan la seguridad ante riesgos eléctricos. Los empalmes y cableados caseros, los circuitos y disyuntores antiguos y la insuficiencia en el mantenimiento contribuyen a la degradación y el desorden de los circuitos eléctricos. Las instalaciones eléctricas se realizan rápidamente con el fin principal de suplir energía eléctrica sin mucha importancia en las condiciones de inseguridad que pudieran ocasionar.

7.2 RECOMENDACIONES

Se han desarrollado las propuestas para reducir el consumo y la demanda de los distintos grupos de energía con el fin de mejorar los servicios que el sistema eléctrico ofrece, con costos operativos económicos y una seguridad eléctrica confiable, a continuación se presentan las recomendaciones finales para los objetivos propuestos.

Para lograr el principal ahorro de energía que necesita el Edificio "Las Casas", se recomienda sustituir las luminarias acrílicas (2 x 40 W) T12 con balastos electromagnéticos por luminarias con reflectores de aluminio tipo parabólico (2 x 32 W), difusores reticulados, lámparas T8 y balastos electrónicos. El ahorro anual en energía que esta medida proporciona se estima en unos 98729 kWh/año y su beneficio económico asciende a los 8077 \$/año. La inversión incremental es de 5303 \$ y se recupera en medio semestre, se ha hecho uso del concepto de inversión incremental que se establece a partir de la diferencia entre el costo de las luminarias eficientes menos el costo de las luminarias ineficientes; ya que por el deterioro de las luminarias actuales ya requieren una sustitución.

Como segunda acción para ahorrar energía se propone utilizar las opciones de configuración que las computadoras ofrecen, éstas son fáciles de modificar por lo que se recomienda concienciar a todos los funcionarios sobre las utilidades y beneficios del ahorro de energía. Según la aplicación efectiva de la medida, los ahorros de energía alcanzarían los 21541 kWh/año con un beneficio económico neto de alrededor de 1249 \$/año.

Se debe concienciar a todos los funcionarios de la EEQ para que se conviertan en agentes del ahorro de energía, acepten los cambios de hábito propuestos y vean con agrado su contribución al cuidado del ambiente global.

Satisfaciendo la iluminación necesaria y evitando deslumbramiento en la visión de los funcionarios se sugiere hacer uso de la iluminación natural, muchas oficinas cuentan con varias ventanas; así se recomienda ubicar las tareas o trabajos que no exijan mucho esfuerzo visual cerca de las ventanas. Los ahorros por energía que se pueden conseguir tienen un valor de 7077 kWh/año con un beneficio económico de 411 \$/año

En la bodega de papelería se puede hacer uso de controles electrónicos. El uso de atenuadores electrónicos en la bodega de papelería representa un ahorro de energía de 112 kWh/año, y tiene un beneficio de 66 \$/año. El período de recuperación de la inversión es de casi 5 meses.

Se recomienda usar motores eléctricos eficientes para los ascensores en remodelación, los motores eficientes tendrán un mejor desempeño y por ende tendrán una mayor durabilidad. Si la medida llegara a concretarse el ahorro por energía sería de 2970 kWh/año con ahorros anuales económicos de 172 \$/año y un tiempo de recuperación de 4 meses.

Se debería planificar la revisión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, según el plan de renovación que se elaboró para este proyecto se necesitarían unos 5594 \$ en la mejora de los tableros, subtableros y del sistema de protección a tierra del Edificio. El costo de inversión para el mantenimiento anual de tableros y subtableros se estima en 1013\$.

Ya que la “Empresa Eléctrica Quito” no realiza desembolsos para el pago de sus propios consumos, se recomienda que los beneficios del diagnóstico sirvan de ejemplo para divulgarlos a otras entidades públicas quienes pudieran estar animados en reducir sus costos operativos y ayudar a reducir el consumo de energía. Un aspecto extremadamente importante para la “Empresa Eléctrica Quito” es mostrar a manera ejemplar el ahorro y buen uso de la energía que tienen sus establecimientos, esto creará credibilidad y motivará a todos los sectores de su concesión hacia el ahorro de energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Poveda, Mentor., Seminario de eficiencia energética, OLADE, Junio 2005
2. Ministerio de Energías y Minas del Perú, Programa de Ahorro de Energía, PAE
3. Torres, Mónica., Desarrollo Sustentable en el Ecuador, Mayo 1999
4. Volker, Quaschnig., Entendiendo los Sistemas de Energías renovables, 2005
5. Sánchez, Santiago., Energías renovables: Conceptos y aplicaciones, 2004
9. Sharke, Paul., Mechanical energy power, Junio 2001
10. Página Web de VOGAR. Dirección: www.vogar.mx.
11. American National Standard, Electric Power Systems and Equipment and Voltage ratings (60 Hertz), 1995
12. National Electrical Manufacturer Association, Effects of unbalanced voltages on the performance of polyphase Induction Motors, 1993
15. Página Web de LLewelyn Technology, Garstang, Sthepen.
Dirección: www.plantservices.com/articles/2005/158.html
16. Feters, John., La calidad de los problemas de potencia, Diciembre 2004
18. Chavarría, Ricardo., La iluminación en los Centros de Trabajo, 1997
21. Fink, Donald G., Manual de Ingeniería Eléctrica, 1996
23. Durda, Frank, Los Sistemas de Iluminación fluorescentes, 2002

25. Waymouth, John., Lámparas de Descarga Eléctrica, 1971

26. Página Web de Diseño de Iluminación para profesionales
Dirección: www.magiclite.com/efo/fibre-optic-EFO.shtml

27. Página Web de La iluminación natural y el ahorro de energía,
Dirección: www.imcyc.com/revista/2000/junio2000/iluminacion4.html

29. Página Web de Energía eficiente IT, Dirección:
http://saveenergy.about.com/od/savingenergyattheoffice/gr/sun_servers.html

30. Viegand, John., Buen consejo para el ahorro de electricidad en los Centros de Cómputo, 2004

31. Página Web de Green tips, Ahorros de energía en las computadoras,
Dirección: www.nrel.gov/sustainable_nrel/energy_saving.html

32. Tecnologías Eficientes, Evaluación energética en los motores eléctricos de inducción, México, Junio 2001

33. Página Web de la Energy Star,
Dirección www.energystar.gov/index.cfm

34. Página Web de Café cómbate,
Dirección: www.cafecombate.com/cafetera.php

35. Ente Vasco de la Energía, Seminario de Eficiencia energética, OLADE, Junio 2005

- 37 Portilla Ángel., Emisiones Contaminantes de los motores diesel, EPN, Noviembre 2005

39. Catálogo de la Siemens, Rendimiento en función de la carga del motor, 1995

40. American National Standard, National Electrical Code, 1984

F.1.1. U.S. Energy, The 9th. Annual Assessment of United States Energy Policy. USEA, 1995

F.1.2. Conelec, Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano, 2003

F.1.3. World Bank Energy and Environment strategy paper, 1997

F.1.4. World Resources Institute, Climate protection initiative, 1999

F.3.1. Página Web de Lámparas incandescentes, García, Javier.
Dirección: <http://edison.upc.edu/curs/ilum/lamparas/lincan.html>

F.3.2. Página Web de la Osram,
Dirección: www.osram.co.uk/pdf/miniLighting/1587_mini-guide-www.pdf

F.3.3. Microsoft, Biblioteca interactiva Microsoft Encarta, 2006

F.3.5 Página Web de Italavia Argentina,
Dirección: www.eltargentina.com

F.3.7 Illuminating Engineering Society, Lighting Handbook, 1984

F.3.8 National Lighting Product Information, Reflectores Especulares, Program.
Vol. 1. Tem. 3, Julio 1992

F.3.9 Hernández, Juan., Luminotecnia, España, 2004

F.3.10 Marchese; Shreekanth; Schmalzel, Termodinámica de las cafeteras,
Rowan University.

T.3.4 Westinghouse, Manual de alumbrado, 1984

T.3.5 Philips, Manual de alumbrado, 1997

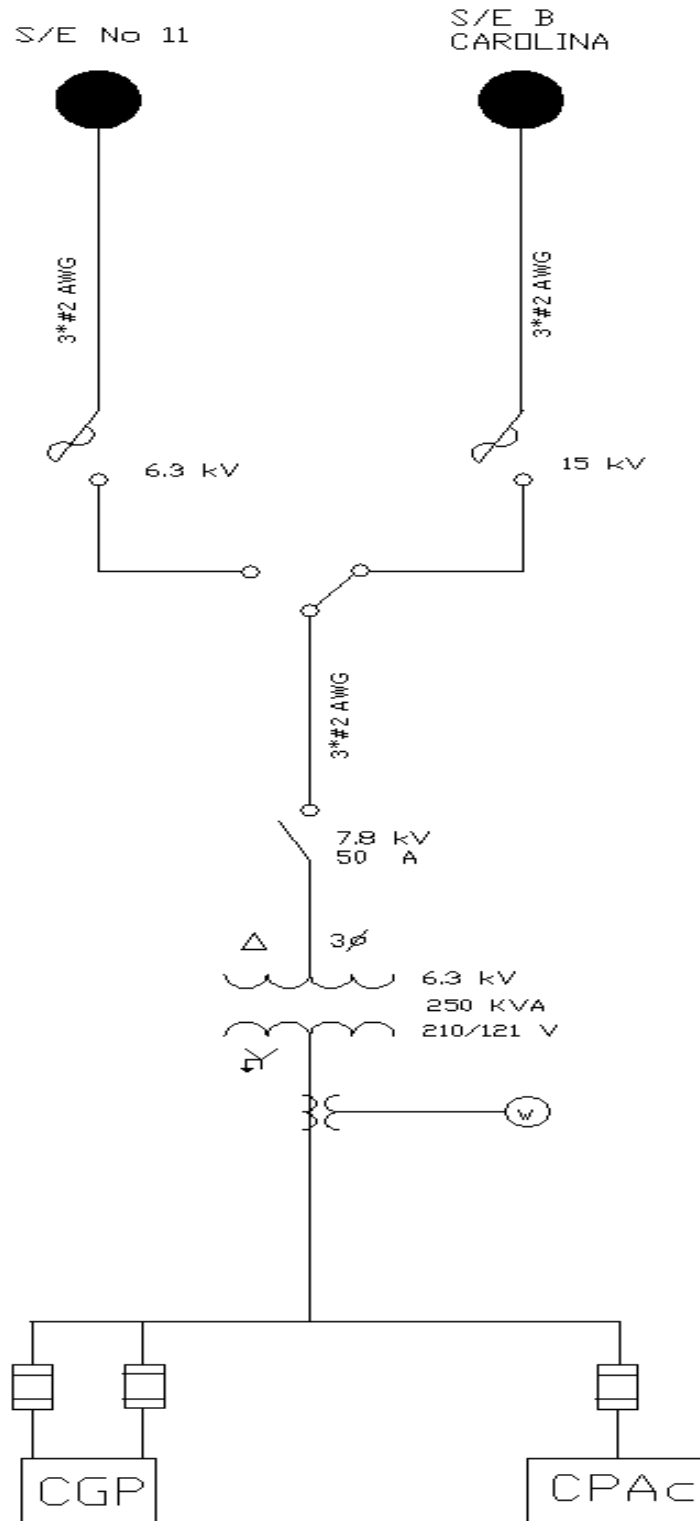
T.4.7. Página Web de Cooper,

Dirección : www.copper.org/applications/electrical/energy/motor_text.html

T.6.1. Carrión, Juan., Seguridad y control de riesgos en la Industria Eléctrica,
Quito, Junio 2003

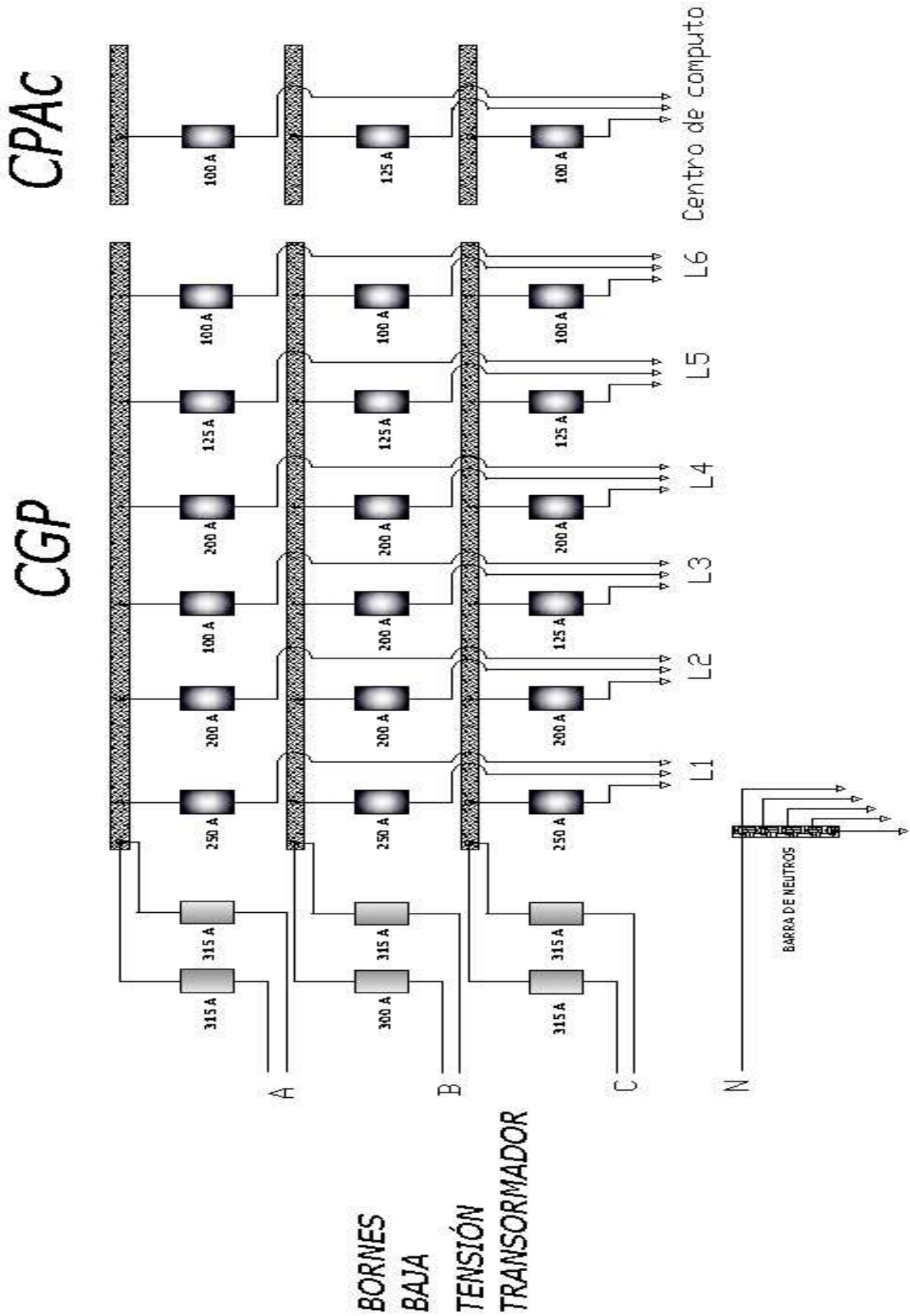
ANEXOS

ANEXO A
DIAGRAMAS ELÉCTRICOS
Esquema 1



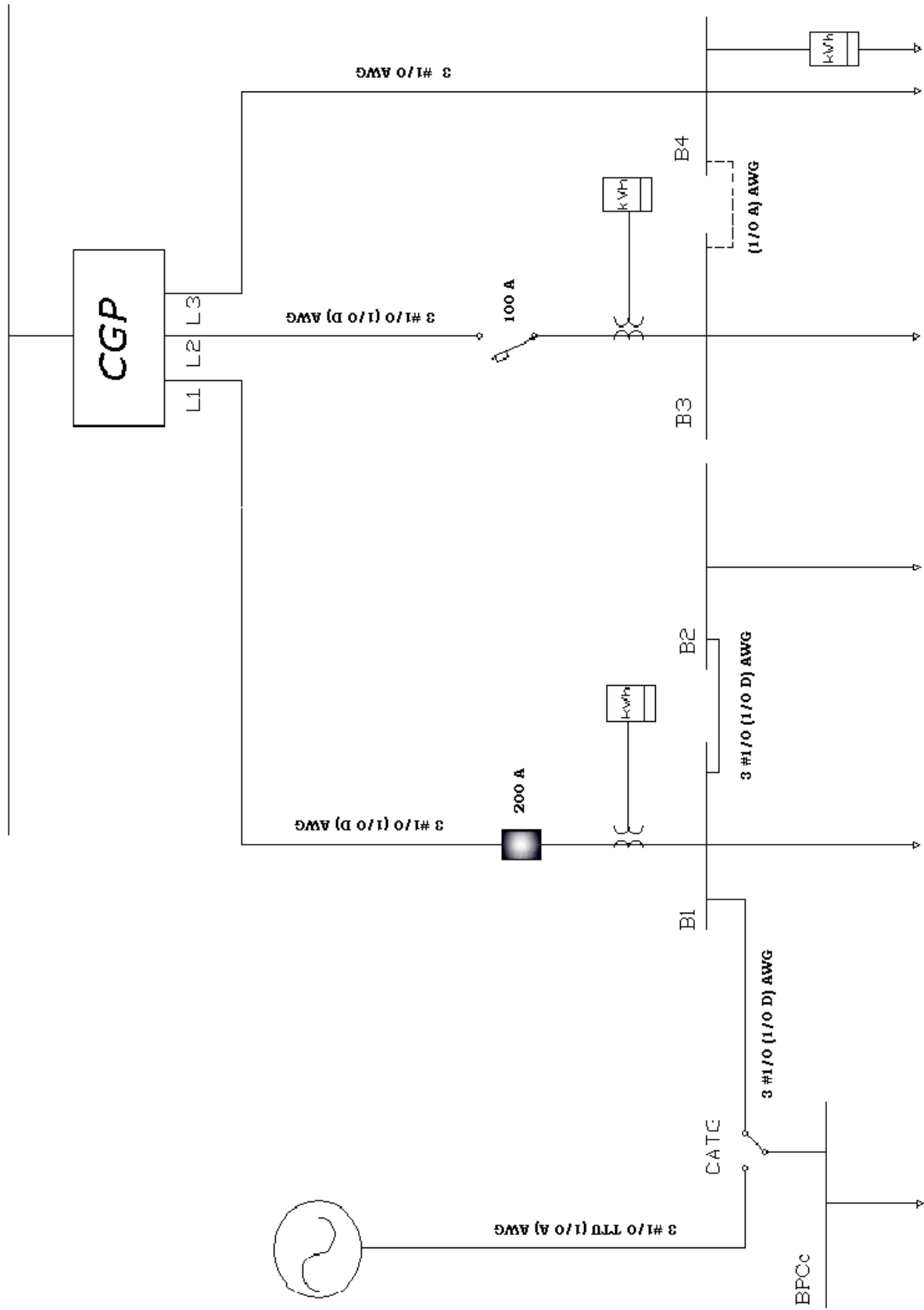
A.1 Diagrama principal de alimentación al edificio.

Esquema 2



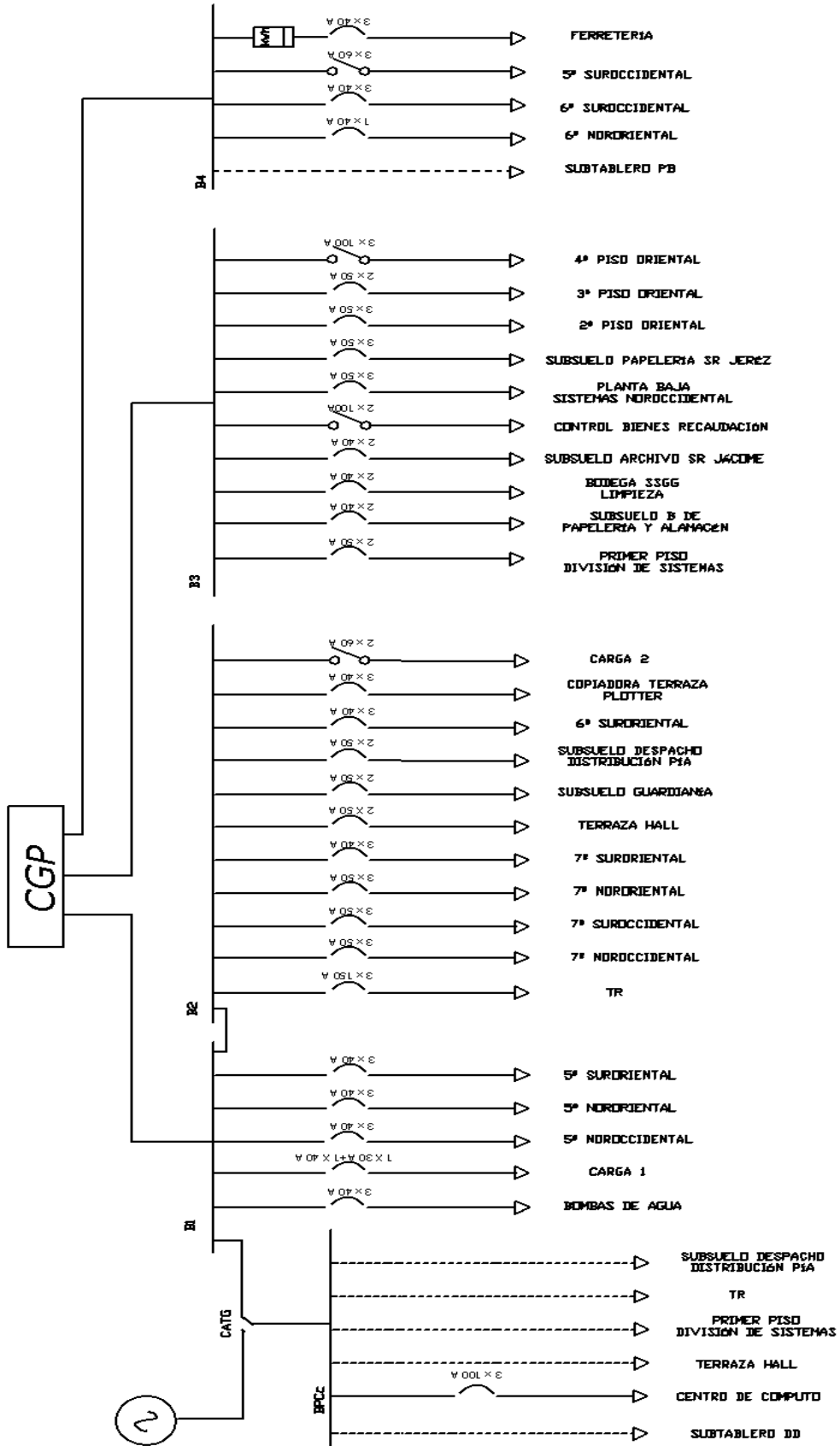
A.2 Cuadro general de protecciones y líneas repartidoras.

Esquema 3



A.3 Alimentación principal al cuarto general de medidores y disyuntores.

Esquema 4



A.4 Tableros generales principales del edificio.

ANEXO B

LEVANTAMIENTO DE LA CARGA INSTALADA Y DE LOS CONSUMOS DEL EDIFICIO “LAS CASAS”

Área	Subsuelo					
	No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)
57	Luminaria fluorescente 2*40 W	100	5700	168	957,6	45,6
27	Luminaria fluorescente 2*40 W	100	2700	483	1304,1	62,1
14	Luminaria fluorescente 2*40 W	100	1400	231	323,4	15,4
11	Luminaria fluorescente 2*40 W	100	1100	456	501,6	16,5
1	Luminaria fluorescente 2*40 W	100	100	152	15,2	0,5
10	Foco incandescente tipo reflector	100	1000	168	168	8
5	Foco incandescente	60	300	21	6,3	0,3
4	Foco incandescente	100	240	168	40,3	1,9
15	Computadoras	200	3000	168	327,6	15,6
9	Computadoras(servicio continuo)	250	2250	730	853,6	28,1
1	Impresora láser HP	408	408	3	6,5	0,2
1	Impresora láser Lexmark	240	240	13	8,1	0,39
1	Impresora inyección Epson	84	84	5	2,9	0,1
1	Impresora matricial Epson fx1800	40	40	2	3,7	0,1
1	Impresora inyección HP	40	40	84	6,2	0,3
1	Impresora matricial Epson Ix300	100	100	15	4,1	0,1
1	Impresora matricial Epson	30	30	4	2,1	0,1
2	Aspiradora Electrolux	670	1340	21	28,1	1,3
1	Abrillantadora Electrolux	400	400	6	2,5	0,1
3	Cafetera West Bend	1090	3270	32	57	2,7
2	Cocineta Haceb	1100	2200	21	37,8	1,8
1	Copiadora Dialta	800	800	25	5,3	0,3
1	Ducha eléctrica Fame	4000	4000	0,2	0,8	0,04
1	Escáner HP Scanjet	40	40	1	1,5	0,07
2	Extractor de aire Bescan	50	100	504	50,4	2,4
1	Fax Panasonic	12	12	720	1	0,05
2	Máquina de escribir Brother	52	104	6	2,6	0,13
1	Microondas Samsung	500	500	2	1,6	0,07
1	Plotter Houston Instruments	92	92	2	0,2	0,01
4	Radios de comunicaciones Motorola	8	32	720	23	0,8
4	Radios (varias marcas)	15	60	126	7,6	0,4
1	Refrigeradora LG	100	100	720	5,9	0,3
1	Sumadora Casio	26	26	6	0,7	0,03
1	Televisión Lg	85	85	42	3,6	0,2
1	Televisión Sony	30	30	42	1,3	0,1
1	UPS 5000 Matrix	4500	4500	730	32,8	1,1
1	Ventilador Cata L-190	50	50	504	25,2	1,2
		Carga instalada total (kW)	31,7	Consumo total (kWh)	4820	208,3

Área	Planta Baja					
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
77	Luminaria fluorescente 2*40 W	100	7700	168	1293,6	61,6
2	Foco incandescente	100	120	365	43,8	1,4
5	Foco incandescente	60	300	21	6,3	0,3
30	Computadora	200	6000	126	491,4	23,4
2	Computadora(servicio continuo)	250	500	730	189,7	6,2
2	Impresora láser HP	450	900	2	11,2	0,5
1	Impresora láser HP	500	500	3	6,3	0,3
1	Impresora matricial Epson fx2180	204,99996	205	7	2,8	0,1
1	Impresora OKI Microline	120	120	7	5,8	0,3
1	Impresora inyección Lexmark	60	60	7	2,9	0,1
3	Impresora inyección Lexmark	40	120	14	7,1	0,3
2	Impresora matricial Epson	40	80	4	2,2	0,1
1	Impresora inyección HP	40	40	7	2,9	0,1
1	Impresora matricial Epson lx300	100	100	35	3,1	0,1
1	Cafetera Haceb	1090	1090	84	38,9	1,9
1	Cocineta Haceb	900	900	21	18,9	0,9
1	Copiadora Xerox	1100	1100	22	6,3	0,3
1	Extractor de aire Cata-B10	40	40	84	3,4	0,2
2	Máquina de escribir Brother	52	104	11	3,1	0,1
1	Microondas Microwave	600	600	7	4,7	0,2
1	Plotter HP	80	80	10	2,3	0,1
5	Radios (Varias marcas)	16	80	168	13,4	0,6
6	Sumadora Casio	20	120	42	10,6	0,5
1	UPS Smart	2700	2700	730	15,8	0,5
1	Ventilador C	50	50	504	25,2	1,2
1	Waflera Oster	600	600	11	6,3	0,3
		Carga instalada total (kW)	20,6	Consumo total (kWh)	2218	101,9

Área		Primer piso				
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
14	Luminaria fluorescente 2*40W	100	1400	189	264,6	12,6
20	Luminaria fluorescente 2*32W	60	1200	210	252	12
19	Luminaria fluorescente 3*17W	49	931	210	195,5	9,3
2	Foco incandescente	100	120	231	27,7	1,3
6	Foco incandescente	60	360	21	7,6	0,4
19	Computadoras	200	3800	126	311	14,8
2	Computadoras (servicio continuo)	200	400	730	218,9	7,2
1	Impresora láser HP	500	500	21	5,2	0,2
2	Impresora láser Lexmark	500	1000	23	14,4	0,7
1	Impresora láser HP	450	450	21	5,1	0,2
1	Impresora láser HP	300	300	21	5,1	0,2
3	Impresora inyección HP	60	180	17	7,6	0,4
1	Impresora matricial Epson fx1050	120	120	9	6,1	0,3
1	Aspiradora Electro	1100	1100	11	11,6	0,6
2	Cafetera Westbend	1090	2180	42	39	1,9
1	Dispensador Agua Cyntiu	517	517	21	8	0,4
1	Escáner HP Escanjet	40	40	13	0,3	0,01
1	Máquina de escribir IBM	58	58	11	2,2	0,1
1	Microondas Wave	600	600	7	5,2	0,2
4	Radios (Varias marcas)	15	60	168	10	0,48
1	Ventilador Nedfon	25	25	168	4,2	0,2
		Carga instalada total (kW)	15,3	Consumo total (kWh)	1401	63,51

Área		Segundo piso				
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
93	Luminaria fluorescente 2*40W	100	9300	168	1562,4	74,4
13	Luminaria fluorescente 2*32	60	780	168	131	6,2
10	Foco incandescente	60	600	21	12,6	0,6
9	Foco incandescente	100	540	168	90,7	4,3
2	Foco incandescente	100	120	231	27,7	1,3
32	Computadora	200	6400	126	524,2	25,0
1	Impresora láser Lexmark	720	720	2	6,7	0,3
2	Impresora láser HP	500	1000	3	12,7	0,6
1	Impresora láser HP	408	408	3	6,4	0,3
1	Impresora Lexmark	240	240	3	3,1	0,15
3	Impresora inyección Lexmark	60	180	17	11,6	0,55
1	Impresora inyección Lexmark	112	112	5	3,1	0,15
1	Impresora inyección HP 6540	70	70	1	2,5	0,12
2	Impresora inyección HP 610c	30	60	6	3,97	0,19
1	Impresora matricial Xerox	36	36	7	2,8	0,1
1	Impresora inyección HP 670c	20	20	3	1,5	0,07
1	Impresora inyección HP 845c	20	20	5	1,1	0,05
2	Impresora inyección HP 695c	21	42	5	2,7	0,13
1	Cafetera Regal	1090	1090	7	6,9	0,3
1	Calefactor	1500	1500	11	15,8	0,8
3	Cocineta Haceb	1100	3300	11	28,4	1,4
1	Copiadora Canon	537	537	22	10,5	0,5
2	Copiadora Toshiba	1200	2400	24	13,2	0,6
1	Copiadora Kyocera	900	900	22	12,1	0,6
2	Escáner HP	25	50	11	0,6	0,03
5	Fax Panasonic	50	250	720	21	1
11	Máquina de escribir Brother	52	572	11	12,1	0,6
2	Microonda Panasonic	1200	2400	2	3,2	0,2
7	Radios (Varias marcas)	20	140	168	14,4	0,7
6	Sumadoras Casio	20	120	42	4,2	0,2
1	Televisión Sony	72	72	63	4,5	0,2
1	Videogradora Sony	28	28	11	0,3	0,01
1	Waflera	760	760	11	8,0	0,4
		Carga instalada total (kW)	34,8	Consumo total (kWh)	2562	122,0

Área		Tercer piso				
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
85	Luminaria fluorescente 2*40W	100	8500	168	1428	68,0
15	Luminaria fluorescente 2*40W	100	1500	210	315	15
6	Luminaria fluorescente 2*32W	60	360	189	68,0	3,2
6	Luminaria fluorescente 2*32W	60	360	168	60,5	2,9
11	Luminaria fluorescente 3*17W	50	550	126	69	3,3
16	Foco incandescente	60	960	11	10	0,5
2	Foco incandescente	100	120	231	27,7	1
1	Foco ahorrador Sylvania	13	13	42	0,5	0,03
33	Computadoras	200	6600	126	540,5	26
4	Impresora láser HP	400	1600	5	7,2	0,3
1	Impresora láser HP	500	500	2	0,9	0,04
1	Impresora láser Lexmark Op	500	500	7	12,3	0,6
1	Impresora láser Lexmark	400	400	3	3,5	0,2
1	Impresora matricial Epson fx1050	120	120	2	1,2	0,1
2	Impresora inyección Canon	78	156	7	2	0,09
1	Impresora matricial Epson lx800	100	100	7	0,7	0,03
2	Impresora inyección HP	20	40	5	2	0,1
3	Impresora inyección HP	20	60	24	4,2	0,2
1	Impresora inyección Lexmark	30	30	3	0,8	0,04
1	Impresora inyección Canon	5	5	7	0,5	0,03
4	Cafetera Westbend	1090	4360	21	39	2
1	Cocineta Haceb	1100	1100	21	19	1
2	Copiadora Canon	600	1200	27	17,6	0,8
1	Escáner HP	25	25	2	0,5	0,02
1	Extractor de aire Cata-B12	50	50	42	2,1	0,1
2	Fax Panasonic	60	120	720	3,7	0,1
1	Fax Panasonic	902	902	720	12,7	0,4
1	Fax Panasonic	30	30	720	2,4	0,1
1	Proyector Infocus	800	800	2	1,3	0,1
7	Máquina de escribir Brother	52	364	5	3,4	0,2
1	Microondas Sumbeam	600	600	28	6,6	0,3
1	Microondas Admiral	1100	1100	26	6,3	0,3
1	Microondas Daewoo	1000	1000	24	5	0,2
11	Radios (Varias marcas)	18	198	168	19,7	0,9
1	Televisión	60	60	42	2,5	0,1
3	Trituradora papel Dahle-Intimux	200	200	0,4	3,6	0,2
2	Ventilador	42	84	105	8,8	0,4
		Carga instalada total (kW)	34,67	Consumo total (kWh)	2709	128,75

Área	Cuarto piso					
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
139	Luminaria fluorescente 2*40W	100	13900	168	2335,2	111,2
2	Luminaria fluorescente 2*40W	100	200	126	25,2	1,2
18	Foco incandescente	60	1080	21	23	1
2	Foco incandescente	100	120	231	28	1
1	Foco incandescente	100	60	168	10	0,5
37	Computadoras	220	8140	126	606	29
1	Impresora láser HP 1100	500	1000	1	28	1
1	Impresora láser Lexmark e220	600	600	6	17	1
1	Impresora láser HP 2200dn	550	550	7	6	0,3
2	Impresora láser HP 1150	500	500	3	9	0,4
1	Impresora láser HP 3030	420	420	3	19	1
1	Impresora láser HP 2100	400	400	2	3	0,1
1	Impresora láser Lexmark e330	400	400	3	2	0,1
1	Impresora láser HP 4000n	330	330	14	5	0,2
1	Impresora Epson dfx8000	200	200	3	6	0,3
1	Impresora Epson dfx5000	110	110	7	3	0,1
1	Impresora inyección Lexmark	100	100	9	3	0,1
2	Impresora inyección HP 695c	50	100	2	4	0,2
1	Impresora Lexmark 2400	100	100	3	3	0,1
1	Impresora inyección Canon BJC455	96	96	5	4	0,2
1	Impresora inyección 1220c	90	90	0	2	0,1
1	Impresora inyección Lexmark z45	60	60	7	2	0,1
1	Impresora matricial Epson fx1180	84	84	21	3	0,1
1	Impresora matricial Epson fx1170	200	200	1	4	0,2
1	Impresora OKI Microline	90	90	4	4	0,2
1	Impresora matricial Epson fx1050	120	120	3	4	0,2
3	Cafetera Western	1090	3270	21	29	1
4	Cocineta Haced	1100	4400	21	44	2
1	Copiadora IBM 6400	400	400	22	4	0,2
1	Copiadora Toshiba 1360	1400	1400	17	28	1,3
1	Copiadora NP6115	1440	1440	14	23	1
1	Escaner Genius	100	100	11	0,6	0,03
1	Extractor de aire Cata-B15	40	40	504	15	1
1	Fax Panasonic	50	50	720	4	0,2
1	Microondas Samsung	1200	1200	23	7	0,3
1	Microondas Panasonic	1000	1000	23	5	0,2
1	Microondas Goldstar	900	900	25	5	0,2
1	Microondas Westinghouse	1020	900	24	5	0,2
9	Máquina de escribir Brother	52	468	26	9	0,4
13	Radios (Varias marcas)	12	156	168	33	2
1	Aseguradora Pazmiño	2300	2300	0,2	3	0,2
13	Sumadora Casio	26	333	6	15	0,7
1	Televisión Sony	80	80	1	1	0,1
1	Trituradora 2090PSE	200	200	0,4	0,06	0,003
		Carga instalada total (kW)	48	Consumo total (kWh)	3387	161,29

Área		Quinto piso				
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
118	Luminaria fluorescente 2*40W	100	11800	168	1982	94
11	Foco incandescente	60	660	21	13,9	0,7
2	Foco incandescente	100	120	126	15	0,7
2	Foco incandescente halógeno	50	100	21	2,1	0,1
24	Computadoras	200	4800	126	393	19
1	Impresora láser Lexmark	930	930	1	4,2	0,2
2	Impresora láser HP	400	800	0,3	8,4	0,4
1	Impresora láser HP 2200d	600	600	3	3,7	0,2
1	Impresora láser Lexmark	500	500	2	2	0,1
1	Impresora láser HP	500	500	0	1,7	0,1
1	Impresora láser Lexmark	320	320	5	2,8	0,1
3	Impresora inyección HP	60	180	3	5,7	0,3
1	Impresora OKI Microline	120	120	3	2	0,1
1	Impresora inyección Canon	90	90	3	1,9	0,1
1	Impresora inyección Epson	75	75	7	5,5	0,3
1	Impresora inyección HP 7110	60	60	14	1,7	0,1
3	Cafeteras Westbend	1090	3270	63	87,6	4,2
1	Cafetera Haceb	1150	1150	105	48,7	2,3
1	Cocineta Haceb	1150	1150	21	18,1	0,9
2	Copiadora Canon	1380	2760	87	132,9	6,3
1	Escáner HP Scanjet	40	40	4	1	0,05
2	Extractor de aire Cata	82	164	21	2,6	0,1
3	Fax Panasonic	90	270	720	12,8	0,6
6	Máquina de escribir Brother	52	312	5	8	0,4
1	Microondas Electrolux	1200	1200	7	12,4	0,6
13	Radios (Varias marcas)	20	260	168	23,9	1
2	Sumadora Monroe	15	30	5	0,7	0,03
2	Televisión Sony	100	200	21	10,8	0,5
		Carga instalada total (kW)	32,5	Consumo total (kWh)	2805	133,60

Área	Sexto piso					
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
68	Luminaria fluorescente 2*40W	100	6800	168	1142,4	54,4
15	Luminaria fluorescente 2*40W	100	1500	126	189	9
18	Foco incandescente	60	1080	21	22,7	1,1
2	Foco incandescente	100	120	126	15,1	0,7
27	Computadoras	200	5400	126	442,3	21,1
1	Impresora láser Lexmark E321	900	900	20	23	1,1
2	Impresora láser HP	900	1800	7	13	0,6
1	Impresora láser HP	400	400	7	7,6	0,4
1	Impresora láser Lexmark	400	400	0	3,4	0,2
1	Impresora láser HP	120	120	1	3,4	0,2
2	Impresora inyección HP	120	240	7	9	0,4
1	Impresora inyección Lexmark	230	230	7	6,3	0,3
1	Impresora matricial Epson fx2180	205	205	17	3,8	0,2
1	Impresora matricial Epson	90	90	1	1,8	0,1
1	Impresora inyección HP	60	60	3	1,8	0,1
2	Impresora inyección HP	20	40	3	1,1	0,1
1	Impresora inyección Lexmark	40	40	0	0,5	0,02
3	Cafetera Haceb	1090	3270	42	58	2,8
1	Calador de planos	200	200	0,7	0,1	0,01
1	Cocineta Haceb	2200	2200	11	17,3	0,8
1	Copiadora Canon	1120	1120	38	21,3	1
2	Copiadora Kyocera	900	1800	23	30,3	1,4
1	Dispensador de agua Waterp	500	500	21	7,9	0,4
7	Extractor de aire Cata	50	350	63	22,1	1,1
2	Fax Lexmark	800	1600	720	6,9	0,3
5	Máquina de escribir Brother	65	325	11	4	0,2
1	Microonda Lg	600	600	2	3,8	0,2
1	Plotter Plott	200	200	10	10	0,5
16	Radios (varias marcas)	25	400	168	30,6	1,5
10	Sumadora Casio	16	160	3	5,4	0,3
1	Televisor Sony	6	6	2	0,01	0,001
		Carga instalada total (kW)	32	Consumo total (kWh)	2104	100

Área	Séptimo piso					
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
64	Luminaria fluorescente 2*40W	100	6400	231	1478	70,4
22	Luminaria fluorescente 2*40W	100	2200	168	369,6	17,6
9	Luminaria fluorescente 2*40W	100	900	105	94,5	4,5
3	Luminaria fluorescente 2*17W	54	162	63	10,2	0,5
12	Foco incandescente	60	720	21	15,1	0,7
3	Foco incandescente	100	180	126	22,7	1
11	Foco incandescente halógeno	50	550	42	23,1	1
22	Computadoras	200	4400	126	360,4	17,2
1	Impresora láser H	815	815	17	6,7	0,3
2	Impresora láser HP 4 plus	400	800	1	7,1	0,3
1	Impresora láser HP	300	300	6	2,9	0,1
1	Impresora láser HP	250	250	6	4,3	0,2
1	Impresora inyección Epson	125	125	2	1,9	0,1
1	Impresora inyección HP 840c	120	120	2	1,8	0,1
3	Impresora inyección HP	100	300	2	10,2	0,5
2	Impresora inyección HP	60	120	1	2,8	0,1
1	Impresora matricial Epson lx300	100	100	0	0,8	0,04
3	Cafetera Oster	1090	3270	126	175,1	8,3
1	Cocineta Haceb	1090	1090	21	15,1	0,7
1	Copiadora Xerox	1100	1100	38	21,8	1
1	Copiadora Canon	1070	1070	22	10,9	0,5
1	Escáner HP	40	40	22	1,5	0,1
1	Extractor de aire Cata	40	40	252	10,1	0,5
2	Fax Panasonic	900	1800	2	17,0	0,8
6	Máquina de escribir Brother	50	300	42	12,9	0,6
1	Microonda Panasonic	1000	1000	3	8,2	0,4
1	Multiplexer	1500	1500	21	5,0	0,2
9	Radios (varias marcas)	15	135	168	26,4	1,3
		Carga instalada total (kW)	29,8	Consumo total (kWh)	2716	129,4

Área		Terraza				
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes (h)	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)
10	Luminaria fluorescente 2*40W	100	1000	243	243,2	8
5	Luminaria fluorescente 2*40W	100	500	210	105	5
16	Luminaria fluorescente 2*40W	100	1600	42	67,2	3,2
5	Foco incandescente	100	500	30	15,2	0,5
3	Foco incandescente	100	300	168	50,4	2,4
18	Foco incandescente	60	1080	21	23	1,1
6	Foco incandescente	100	360	168	60	2,9
1	Computadora(servicio continuo)	200	200	730	94,8	3
9	Computadora	200	1800	126	147,4	7,0
3	Impresora láser HP	300	900	0	6,5	0,3
2	Impresora inyección HP	60	120	0	4	0,2
1	Impresora matricial Epson lx300	100	100	1	0,9	0,04
1	Calefactor	1500	1500	3	5	0,2
1	Avaporera Oster	900	900	3	2,8	0,1
2	Cafetera Haceb	1090	2180	21	20,9	1,0
1	Cafetera Umco	650	650	11	5,1	0,2
2	Cocineta Haceb	1100	2200	11	11,6	0,6
1	Copiadora Ricoh	1440	1440	50	51,5	2,5
1	Copiadora Planos Bruning	700	700	1	1,5	0,1
1	Microondas Panasonic	1400	1400	1	6,5	0,3
1	Máquina de escribir IBM	90	90	2	0,99	0,05
3	Bases Celulares	3	9	720	6,5	0,22
4	Radios de comunicaciones	8	32	720	28,8	0,96
4	Radios (varias marcas)	20	80	240	6	0,29
1	Refrigerador Embraco	746	746	252	98,5	4,7
1	Reloj	5	5	504	2,5	0,1
1	Televisión Sony	50	50	126	6,3	0,3
1	UPS	400	400	730	4,4	0,1
		Carga instalada total (kW)	20,1	Consumo total (kWh)	1077	45,5

Área		Centro de Cómputo	
No art.	Descripción	Carga instalada unitaria (kVA)	Carga instalada unitaria (kW)
1	UPS Liebert	16	12
1	UPS Smart APC	5	3,8
1	UPS Smart APC	3	2,3
1	Split Liebert Evaporador	24,4	23,9
1	Split Liebert Condensador	1,8	1,7
		Carga instalada total (kW)	43,6

ANEXO C

PLIEGO TARIFARIO / CARGOS POR ENERGÍA Y DEMANDA

B.3 TARIFA GENERAL CON DEMANDA

B.3.1 TARIFA G4

APLICACIÓN:

Esta tarifa se aplicará a los abonados Industriales, Comerciales, Entidades Oficiales, Bombeo de Agua, Escenarios Deportivos, Abonados Especiales con demanda, cuya potencia contratada o demanda facturable sea superior a 10 kW.

El cargo por demanda aplicado a estos abonados deberá ser ajustado, según se detalla más adelante, en la medida que se cuente con los equipo de medición necesarios para establecer la demanda máxima durante las horas de pico de la Empresa (18:00 -22:00) y la demanda máxima del abonado. En el caso de no disponer de este equipamiento, deberá ser facturado sin el factor de corrección de la demanda.

Si un consumidor de este nivel de tensión, está siendo medido en baja tensión, La Empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente al 2% del monto total consumido en unidades de potencia y energía.

a) En el caso de disponer de los equipo de medición y registro de la demanda horaria:

CARGOS:

- US\$ 1.414 por planilla mensual de consumo, en Concepto de Comercialización.
- US\$ 4.129 mensuales por cada kW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:
- FC = DP/DM, donde:
DP = Demanda máxima registrada por el abonado G4 en las horas pico de la Empresa (18:00- 22:00).
DM = Demanda máxima del abonado G4 en el mes.
En ningún caso este factor de corrección deberá ser menor que 0.60.
La demanda máxima a facturarse no podrá ser menor al 60% de la demanda facturable del abonado G4, definida en el literal H.1 del presente pliego.
- US\$ 0.058 por cada kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media y de punta (07:00 hasta la 22:00).
- US\$ 0.046 por cada kWh, en función de la energía consumida en el período de base (22:00 hasta las 07:00).
- 6.0% del valor de la planilla por consumo, en concepto de Alumbrado Público, para los abonados Industrial, Bombeo de Agua y Escenarios Deportivos.
- 9.0% del valor de la planilla por consumo, en concepto de Alumbrado Público, para los Abonados Comerciales y Entidades Oficiales.
- US\$ 2.25 contribución para el Cuerpo de Bomberos, para consumidores Comerciales con Demanda.
- US\$ 9.00 contribución para el Cuerpo de Bomberos, para consumidores Industriales con Demanda.
- 10% del valor de la planilla por consumo, por Tasa de Recolección de Basura.

ANEXO D

REGISTROS HISTÓRICOS DE ENERGÍA Y DEMANDA

No SUMINISTRO		9687-2	
Fecha Facturación	Estado de factura	Total a pagar	Consumo facturado (kWh)
09/12/2004	Pagada	1016.1	11940
07/01/2005	Pagada	1087.3	12840
10/02/2005	Pagada	1033.8	12180
08/03/2005	Pagada	1174.8	13920
08/04/2005	Pagada	1133.7	13320

No SUMINISTRO		9688-6	
Fecha Facturación	Estado de factura	Total a pagar	Consumo facturado (kWh)
09/12/2004	Pagada	978.7	11480
07/01/2005	Pagada	1054.8	12440
10/02/2005	Pagada	993.2	11680
08/03/2005	Pagada	1019.2	12000
08/04/2005	Pagada	947.7	11040

No SUMINISTRO		881159-1	
Fecha Facturación	Estado de factura	Total a pagar	Consumo facturado (kWh)
10/12/2003	Pagada	586.4	7290
09/01/2004	Pagada	568.8	7050
09/02/2004	Pagada	613	7650
10/03/2004	Pagada	606.3	7560
13/04/2004	Pagada	630.6	7890

ANEXO E

TABLAS ÚTILES DE LAS NORMAS ELÉCTRICAS PARA LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i $ o $ THD $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	$0.1 + 0.6 \cdot 25/n$	$0.2 + 1.3 \cdot 25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

Tabla E.1 Límites de distorsión armónica de voltaje según la regulación CONELEC 004/01

Límites de la distorsión de voltaje		
Voltaje en la barra en el PCC	Distorsión individual de voltaje (%)	Distorsión de voltaje total THD (%)
69 kV y debajo	3.0	5.0
69 kV hasta 161 kV	1.5	2.5
161 kV y por encima	1.0	1.5

Tabla E.2 Límites de distorsión armónica de voltaje (120V hasta 69 kV) según la IEEE Std 519 1992.

ANEXO F

CURVAS DE DISTRIBUCIÓN LUMINOSA DIRECTA

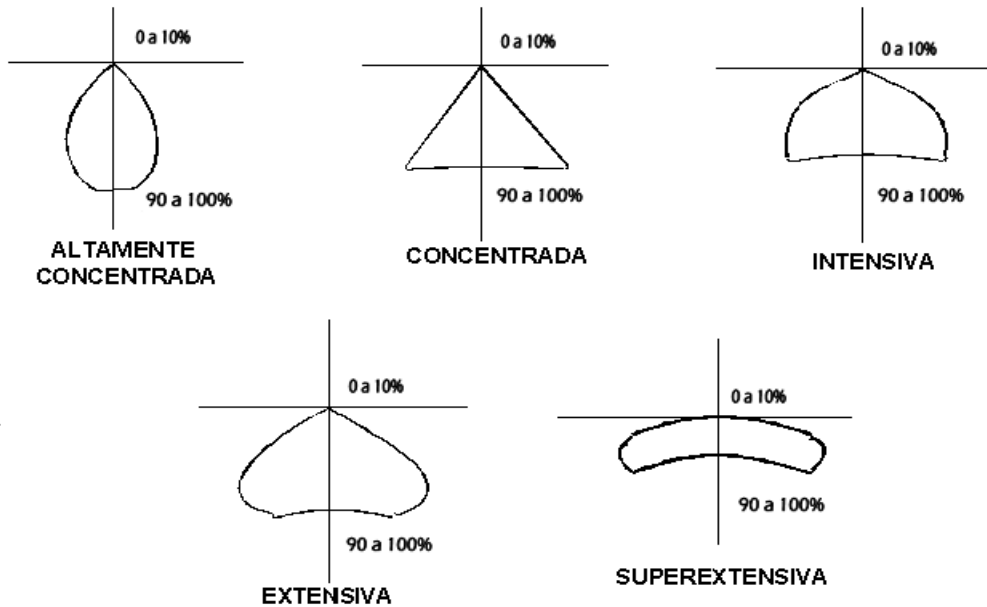


Figura F1 Curvas de la distribución luminosa directa

Relación o cociente entre espaciamiento y altura de montaje		Uso concreto de iluminación directa
De	Hasta	
0.01	0.5	Altamente concentrada
0.5	0.7	Concentrada
0.7	1	Intensiva
1	1.5	Extensiva
1.5	arriba	Superextensiva

Tabla F1 Relaciones entre el espaciamiento y la altura de montaje para la distribución luminosa directa

ANEXO G

REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

i) Obtención de las dimensiones y áreas de los espacios por iluminar.

El método de lumen requiere las dimensiones físicas de los espacios por iluminar. En la figura G1 se observa la subdivisión de áreas que tiene el quinto piso visto desde arriba.

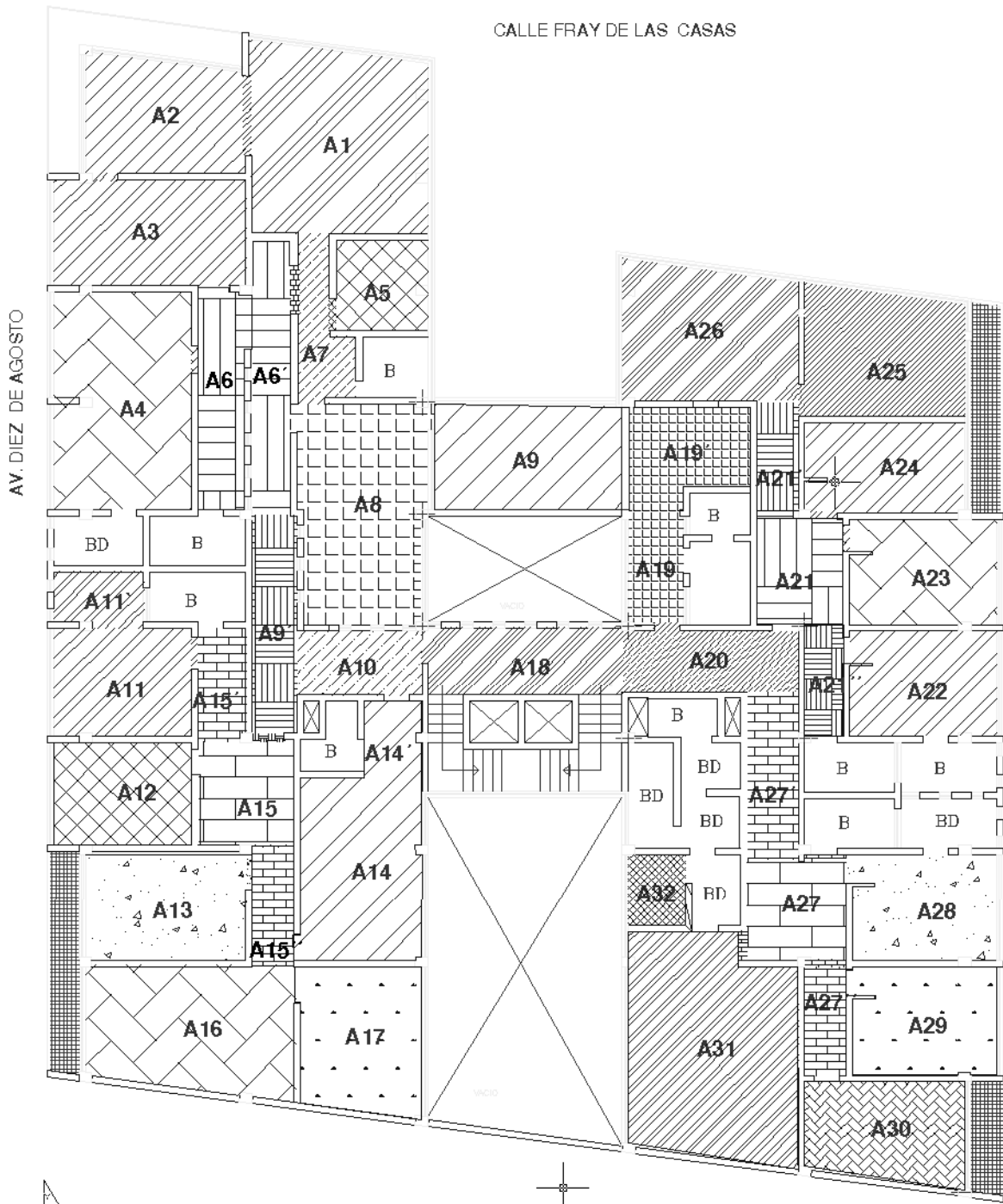


Figura G1 Subdivisión de las áreas de oficinas del quinto piso.

Se da cuenta que el diseño residencial multifamiliar hace que se tenga numerosas áreas. Las áreas denotadas con B y BD son los baños y cuartos pequeños que no serán rediseñados por el poco uso de su iluminación. Las áreas irregulares se subdividieron en áreas más pequeñas y rectangulares a fin de manejar dimensiones exactas.

La tabla G1 presenta las dimensiones y áreas totales de los espacios señalados.

ESPACIO	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)
A1	5,7	5,6	32
A2	5,0	4,0	20
A3	6,0	3,3	20
A4	6,8	4,3	29
A5	2,9	2,9	8
A6	6,8	1,5	10
A6´	8,5	1,5	13
A7	5,3	1,3	7
A8	7,0	3,9	27
A9	5,9	3,2	19
A9´	6,8	1,4	10
A10	3,9	2,0	8
A11	4,3	3,4	15
A12	4,3	3,2	14
A13	5,0	3,2	16
A14	5,7	4,0	23
A14´	2,2	1,8	4
A15	3,4	3,0	10
A15´	3,3	1,5	5
A15´´	3,5	1,3	5
A16	6,5	3,8	24
A17	4,5	3,7	17
A18	6,1	2,1	13
A19	3,2	1,5	5
A19´	3,8	2,9	11
A20	5,5	1,9	10
A21	3,3	2,7	9
A21´	3,2	1,3	4
A21´´	3,5	1,2	4
A22	4,6	3,3	15
A23	4,6	3,2	15
A24	5,0	2,8	14

A25	5,0	3,8	19
A26	5,5	4,0	22
A27	3,1	3,3	10
A27'	5,1	1,6	8
A27''	3,4	1,3	4
A28	4,5	3,3	15
A29	4,5	3,4	15
A30	5,5	3,0	17
A31	6,6	5,4	35
A32	2,2	1,8	4

Tabla G1 Dimensiones y áreas totales del quinto piso.

ii) Determinación del nivel de iluminación y las alturas de los espacios

Los niveles de iluminación serán elegidos de acuerdo a los recomendados por la Westinghouse en la tabla No 3.4, se aumentará unos 50 luxes para tener en consideración los trabajos exigentes con la readecuación de escritorios que pudiera presentarse.

Es importante conocer la altura a la que estará expuesta la luminaria dado que el nivel de iluminación disminuye conforme se aumenta la altura. En la figura G2 se muestra las alturas básicas pertenecientes al diseño de iluminación.

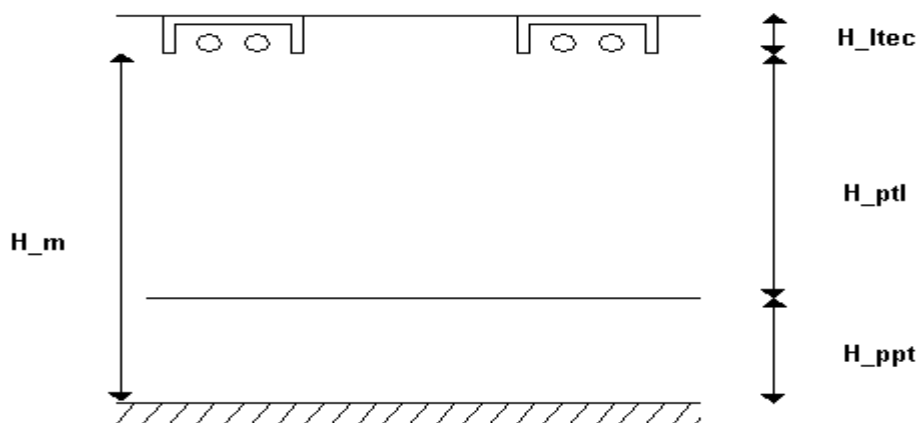


Figura G2 Alturas en los sistemas de iluminación

Donde:

H_{ltec} : altura luminaria-techo.

H_{ptl} : altura plano de trabajo-luminaria.

H_{ppt} : altura piso-plano de trabajo.

H_M : altura de montaje.

La altura H_{ptl} es la altura fundamental para el cálculo del coeficiente de utilización. La altura total de la mayoría de oficinas dentro del edificio desde el piso hasta el techo tiene unos 2.5 m, descontando unos 0.12 m de la altura (H_{ltec}) propia de la carcasa de la luminaria se obtiene una altura H_M de 2.38 m. El plano de trabajo es el área que recibirá la iluminación su altura H_{ppt} en la mayoría de normas se ubica entre los 0,75 y 0,8 m. Con estos valores se puede calcular la altura H_{ptl} que tiene un valor de:

$$H_{ptl} = H_M - H_{ppt} = 2.38 - 0.75 = 1.63 \text{ m}$$

iii) Características de las luminarias a utilizarse

Los tipos de lámparas eficientes que se van a utilizar ya fueron mostradas, la tabla G2 muestra sus características principales.

LÁMPARA (unitaria)	Flujo luminoso	Eficacia	Vida útil
Fluorescente tubular 32 w	3000	94	20000
Fluorescente tubular 17 w	1350	79	20000
Foco ahorrador 14 w	1000	60	10000
Fluorescente compacta 26 w	1800	69	10000

Fuente: Almacén el Foco., Quito.

Tabla G2 Características principales de las nuevas lámparas eficientes.

iv) Cálculo de los factores de iluminación

El coeficiente de utilización Cu de la ecuación No 14 depende de varias variables, un variable depende de la configuración física del espacio que se da por la relación conocida como el coeficiente espacial y se denota como:

$$K = \frac{0.8 * A + 0.2 * L}{H_{ptl}}$$

Donde:

A: ancho del espacio.

L: largo del espacio.

H_{ptl} : altura plano de trabajo-luminaria.

El coeficiente toma valores entre 1 y 10 que deben ser relacionados con las reflectancias de las paredes y del techo que tiene el espacio físico. Cada tipo de superficie o acabado de color tiene una tasa de reflexión particular, los colores blancos por ejemplo poseen un 75% de reflexión de la luz, mientras que los colores oscuros como el negro un 1% de reflexión. La tabla G3 a manera general define los porcentajes de reflexión de acuerdo a la apariencia de claridad de los acabados cromáticos de techo, paredes y piso.

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Tabla G3 Factores de reflexión de los colores

A continuación se muestra la tabla G4 que relaciona el coeficiente espacial con la tasa de reflectancias de paredes y techos con que finalmente se encuentra el coeficiente de utilización C_u para cada luminaria eficiente.

TIPO DE LUMINARIA	ÍNDICE DEL LOCAL	Porcentaje de reflexión techo							
		70			50			30	
		Porcentaje reflexión de las paredes							
		50	30	10	50	30	10	30	10
	1	0.28	0.22	0.18	0.3	0.2	0.17	0.19	0.16
	1.2	0.33	0.27	0.23	0.3	0.25	0.21	0.23	0.2
	1.5	0.39	0.33	0.29	0.4	0.31	0.27	0.28	0.25

Luminarias fluorescentes con difusor de aluminio parabólico	2	0.48	0.42	0.37	0.4	0.39	0.35	0.36	0.33
	2.5	0.5	0.47	0.43	0.5	0.44	0.41	0.41	0.38
	3	0.57	0.51	0.48	0.5	0.48	0.45	0.44	0.42
	4	0.63	0.57	0.54	0.6	0.53	0.51	0.5	0.47
	5	0.66	0.6	0.57	0.6	0.56	0.54	0.53	0.5
	6	0.68	0.64	0.61	0.6	0.6	0.57	0.55	0.54
	8	0.71	0.68	0.65	0.7	0.63	0.61	0.59	0.57
	10	0.73	0.7	0.68	0.7	0.65	0.64	0.61	0.6
	Perfiles industriales de reflectores de haz amplio	0.5	0.38	0.32	0.28	0.4	0.32	0.28	0.31
0.7		0.46	0.42	0.38	0.5	0.41	0.38	0.41	0.38
0.9		0.5	0.46	0.43	0.5	0.46	0.43	0.46	0.43
1.1		0.54	0.5	0.48	0.5	0.5	0.47	0.49	0.47
1.4		0.58	0.54	0.51	0.6	0.53	0.5	0.52	0.5
1.75		0.62	0.59	0.56	0.6	0.58	0.56	0.58	0.56
2.25		0.67	0.64	0.61	0.7	0.63	0.61	0.62	0.61
2.75		0.69	0.66	0.63	0.7	0.65	0.63	0.64	0.62
3.5		0.72	0.7	0.67	0.7	0.68	0.66	0.67	0.66
4.5		0.74	0.71	0.69	0.7	0.7	0.68	0.69	0.67
Luminarias fluorescentes ahorradoras y compactas	1	0.28	0.22	0.16	0.3	0.22	0.15	0.22	0.16
	1.2	0.31	0.27	0.2	0.3	0.27	0.2	0.27	0.2
	1.5	0.39	0.33	0.26	0.4	0.33	0.25	0.33	0.26
	2	0.45	0.4	0.35	0.4	0.4	0.35	0.4	0.35
	2.5	0.52	0.46	0.41	0.6	0.46	0.41	0.46	0.41
	3	0.54	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.45
	4	0.61	0.55	0.52	0.6	0.55	0.52	0.56	0.52
	5	0.63	0.6	0.56	0.6	0.6	0.56	0.6	0.56
	6	0.66	0.63	0.6	0.7	0.63	0.6	0.63	0.6
	8	0.71	0.67	0.64	0.7	0.67	0.64	0.67	0.64
10	0.72	0.7	0.67	0.7	0.7	0.67	0.7	0.67	

Tabla G4. Coeficiente de utilización de las nuevas luminarias

El factor de mantenimiento se lo ha tomado con un valor de 0,8, pero para ciertos casos especiales donde hay lugares propensos a ensuciarse se lo redujo a 0,7.

v) Determinación del número de lámparas y luminarias

En la figura G3 se observa algunos modelos de las luminarias eficientes escogidas para el rediseño. Los modelos varían de acuerdo a cada fabricante; pero sus distribuciones luminosas y accesorios eléctricos-lumínicos son muy parecidos.

Fluorescente difusor de aluminio 2*32 w



Fluorescente difusor de aluminio 3*17 w



Fluorescente perfil industrial 2*32 w



compacta 1x26 w tipo pin
carcaza sobrepuesta



ahorradora 1x14w tipo E27
carcaza cilíndrica



Fuente : Lumilux, Programa interactivo de iluminación.

Figura G3 Modelos de luminarias eficientes usadas en el rediseño de la iluminación

Se sugiere que las dos primeras luminarias tengan una distribución luminosa directa extensiva para conseguir una iluminación amplia y eliminar el efecto de sombras entre luminarias.

Para encontrar el número total de lámparas se reemplaza los valores de iluminación, los flujos luminosos por lámpara y los dos coeficientes en la fórmula generalizada por áreas que se presentó en la ecuación No 14.

$$\text{No lámparas}_{(A1,A2,A3,\dots,An)} = \frac{E_{(A1,A2,A3,\dots,An)} * A_{(1,2,3,\dots,n)}}{\Phi_{\text{lámpara}} * Fm_{(A1,A2,A3,\dots,An)} * Cu_{(A1,A2,A3,\dots,An)}}$$

El número de luminarias se calcula dividiendo el número total de lámparas por el número de recintos por lámpara que alberga la luminaria. La tabla G5 muestra las nuevas luminarias eficientes que tendrían que instalarse en el quinto piso.

ÁREA	ILUMINACIÓN (lux)	ÍNDICE LOCAL K	COEF. UTIL. (Cu)	COEF. MANT. (Fm)	No DE LÁMPARAS	REDONDEO	No DE LUMINARIAS	TIPO LUMINARIA
A1	350	3.3	0.52	0.8	9.0	8	4	2*32 W Dif alum
A2	350	2.5	0.43	0.8	6.8	6	3	2*32 W Dif alum
A3	350	2.3	0.48	0.8	6.1	6	3	2*32 W Dif alum
A4	350	2.8	0.57	0.8	7.4	8	4	2*32 W Dif alum
A5	200	1.7	0.31	0.7	4.1	4	2	1*26 W CarSobr
A6	200	1.5	0.39	0.7	2.4	2	1	2*32 W Dif alum
A6´	200	1.7	0.39	0.7	3.2	4	2	2*32 W Dif alum
A7	200	1.2	0.33	0.7	2.0	2	1	2*32 W Dif alum
A8	350	2.6	0.5	0.8	7.9	8	4	2*32 W Dif alum
A9	350	2.2	0.48	0.8	5.8	6	3	2*32 W Dif alum
A9´	200	1.5	0.39	0.7	2.4	2	1	2*32 W Dif alum
A10	200	1.4	0.39	0.7	2.0	2	1	2*32 W Dif alum
A11	350	2.1	0.48	0.8	4.6	4	2	2*32 W Dif alum
A12	350	2.0	0.48	0.8	4.3	4	2	2*32 W Dif alum
A13	350	2.1	0.48	0.8	4.9	4	2	2*32 W Dif alum
A14	350	2.6	0.5	0.8	6.7	6	3	2*32 W Dif alum
A14´	200	1.1	0.28	0.8	1.2	2	1	2*32 W Dif alum
A15	200	1.8	0.48	0.7	2.0	2	1	2*32 W Dif alum
A15´	200	1.1	0.33	0.7	1.4	2	1	2*32 W Dif alum
A15´´	200	1.0	0.28	0.7	1.7	2	1	2*32 W Dif alum
A16	350	2.5	0.5	0.8	7.0	6	3	2*32 W Dif alum
A17	350	2.3	0.49	0.8	5.1	6	3	2*32 W Dif alum
A18	100	1.7	0.31	0.7	3.3	4	2	1*26 W CarSobr
A19	100	1.1	0.28	0.7	0.9	2	1	2*32 W Perf Ind.
A19´	500	1.8	0.59	0.8	3.9	4	2	2*32 W Perf Ind.
A20	200	1.5	0.39	0.7	2.4	2	1	2*32 W Dif alum
A21	200	1.7	0.42	0.8	1.8	2	1	2*32 W Dif alum
A21´	200	1.0	0.28	0.7	1.4	2	1	2*32 W Dif alum
A21´´	200	1.0	0.28	0.7	1.4	2	1	2*32 W Dif alum
A22	350	2.1	0.49	0.8	4.5	4	2	2*32 W Dif alum
A23	350	2.0	0.49	0.8	4.5	4	2	2*32 W Dif alum
A24	350	1.9	0.45	0.8	4.5	4	2	2*32 W Dif alum
A25	350	2.4	0.5	0.8	5.5	6	3	2*32 W Dif alum
A26	350	2.5	0.5	0.8	6.4	6	3	2*32 W Dif alum
A27	200	1.9	0.48	0.7	2.0	2	1	2*32 W Dif alum
A27´	200	1.4	0.39	0.7	2.0	2	1	2*32 W Dif alum
A27´´	200	1.0	0.28	0.7	1.4	2	1	2*32 W Dif alum
A28	350	2.1	0.48	0.8	4.6	4	2	2*32 W Dif alum
A29	350	2.1	0.48	0.8	4.6	4	2	2*32 W Dif alum

A30	350	2.1	0.42	0.8	5.9	6	3	2*32 W Dif alum
A31	350	3.3	0.57	0.8	9.0	8	4	2*32 W Dif alum
A32	200	1.1	0.21	0.8	2.6	2	1	1*26 W CarSobr

Tabla G5 Nuevas luminarias fluorescentes eficientes para el quinto piso
 La figura G4 muestra en detalle como sería el nuevo sistema de iluminación del quinto piso de instalarse las luminarias eficientes.

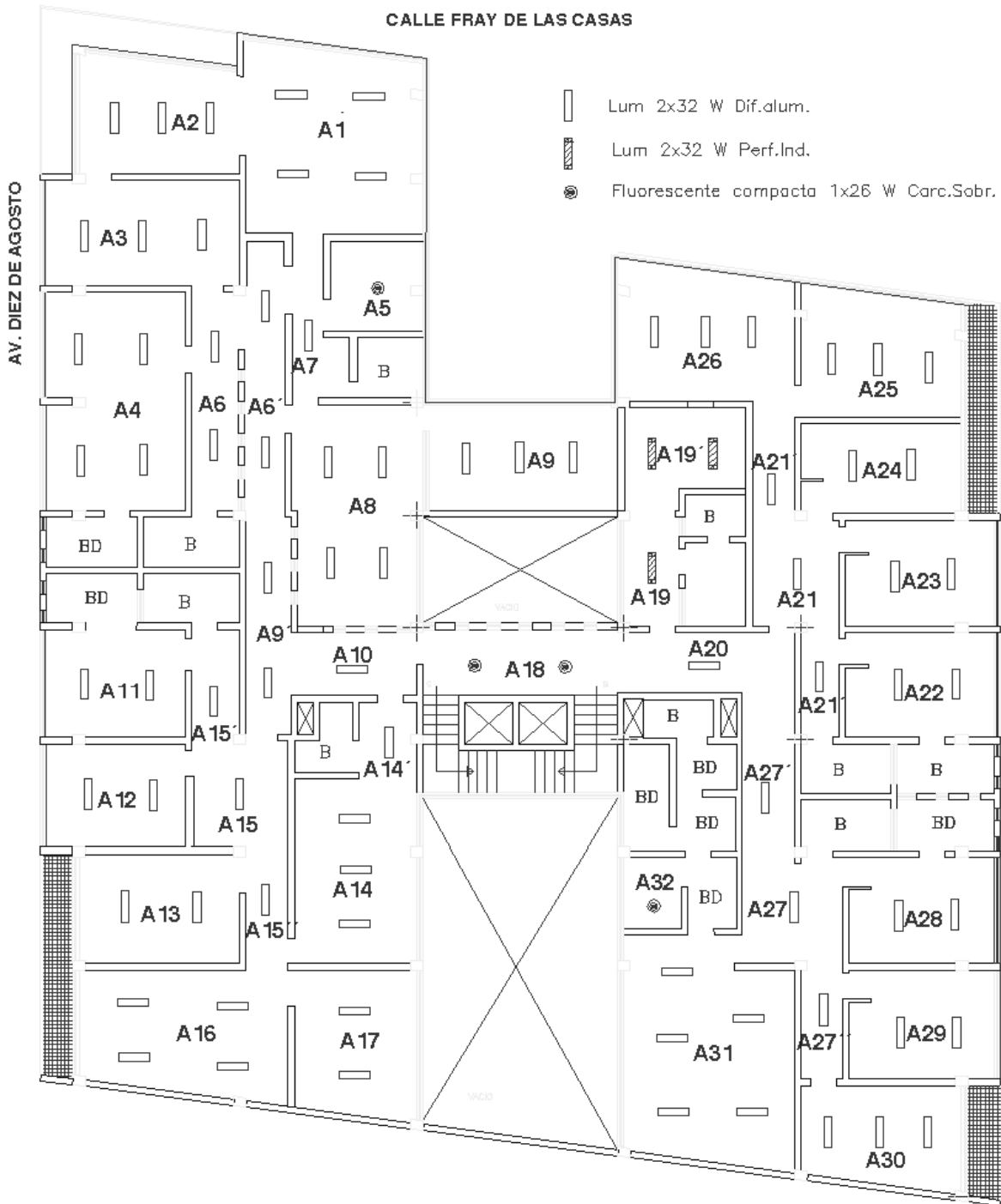


Figura G4 Rediseño del sistema de iluminación del quinto piso

Por último se muestra la tabla G6 que resume el tipo y cantidad de luminarias eficientes para todos los pisos partidas del rediseño del cálculo de los lúmenes y de los niveles de iluminación adecuados.

PARTES DEL EDIFICIO	NÚMERO DE LUMINARIAS				
	Fluorescente difusor de aluminio	Fluorescente difusor de aluminio	Fluorescente perfil industrial	Fluorescente compacta tipo pin	Fluorescente ahorradora E27
	2*32 W	3*17 W	2*32 W	1*26 W	1*14 W
Subsuelo	33	4	46	1	4
Planta Baja	68	3		7	
Primer Piso	11			2	
Segundo Piso	78	10	4	7	2
Tercer Piso	99		-	5	
Cuarto Piso	94	6	2	5	
Quinto Piso	82	-	3	7	
Sexto Piso	82	4		7	
Séptimo Piso	76	8	2	11	
Terraza	10	15	4	2	
Gradas				6	
TOTALES	633	50	61	60	6

Tabla G6 Resumen de las luminarias eficientes para el nuevo sistema de iluminación del Edificio "Las Casas".

ANEXO H

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

La eficiencia del motor eléctrico depende de los parámetros nominales de placa y de los ajustes de las variables que inciden en su alimentación eléctrica. Una vez encontrado el factor de carga medido de cada motor se calcula el factor de interpolación que viene dado por la ecuación I1.⁴⁰

$$F_{\text{INTERPOLACIÓN}} = \frac{F_{\text{C}_{\text{SUP}}} - F_{\text{C}_{\text{MED}}}}{F_{\text{C}_{\text{SUP}}} - F_{\text{C}_{\text{INF}}}} \quad \text{Ecuación I1}$$

Donde:

$F_{\text{C}_{\text{SUP}}}$: factor de carga superior.

$F_{\text{C}_{\text{MED}}}$: factor de carga medido.

$F_{\text{C}_{\text{INF}}}$: factor de carga inferior.

Los factores de carga superior e inferior son los que los fabricantes típicamente inscriben y son el 100%,75% y 50% tal como se presentó en la tabla No 3.8.

El factor de interpolación se reemplaza en la ecuación I2 obteniéndose la eficiencia que considera únicamente la carga que maneja el motor eléctrico.

$$\eta = (\eta_{\text{SUP}} - (\text{Factor de Interpolación}(\eta_{\text{SUP}} - \eta_{\text{INF}}))) \quad \text{Ecuación I2}$$

Donde

η_{SUP} : eficiencia al factor de carga superior.

η_{INF} : eficiencia al factor de carga inferior.

η : eficiencia a la carga única.

⁴⁰ Tecnologías Eficientes. Evaluación energética en motores eléctricos de inducción. III4. México. Junio 2001

Los ajustes vienen dados por pruebas experimentales hechas en una gran cantidad de motores de inducción que definen el comportamiento de la eficiencia frente a las variaciones de las variables eléctricas. El primer ajuste viene dado por la figura I1 que muestra la relación entre la variación del voltaje nominal y sus consecuencias en la variación de las demás variables y parámetros eléctricos.

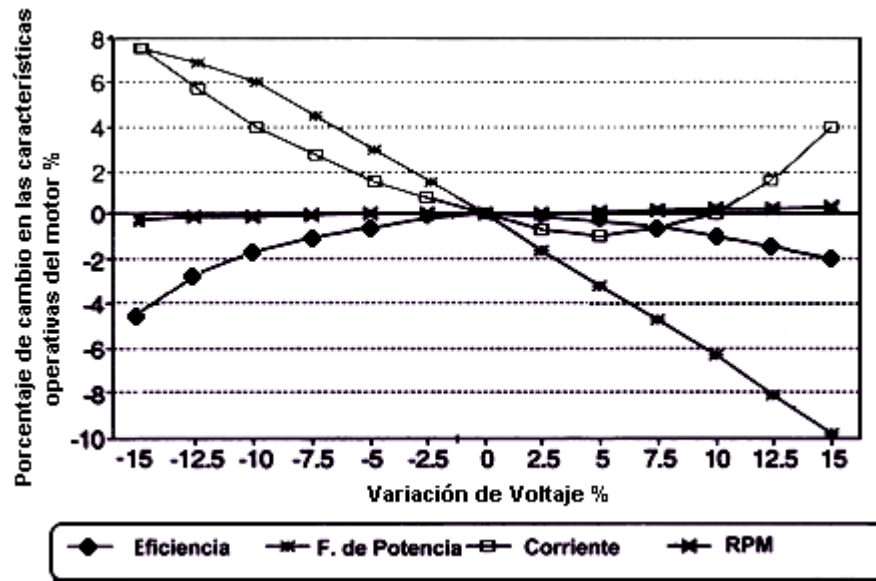


Figura I1 Curva de ajuste por variación de voltaje

Los cambios más pronunciados se notan en la corriente y el factor de potencia. Como se observa al tratarse de una carga que requiere una potencia constante, los voltajes por debajo aumentan la corriente y los voltajes por arriba disminuyen la corriente eléctrica hasta cierto límite en luego tiene un comportamiento lineal. La eficiencia por su parte forma una curva convexa que disminuye en ambas partes dando a resaltar que la mejor eficiencia del motor se obtiene cuando este opera a su voltaje nominal, los ajustes son encontrados de la comparación de la tabla No 2.22 con la figura I1.

Tal como se analizó anteriormente los desequilibrios de voltaje afectan la eficiencia de los motores, la figura I2 muestra la incidencia de esta variable en el factor de ajuste.

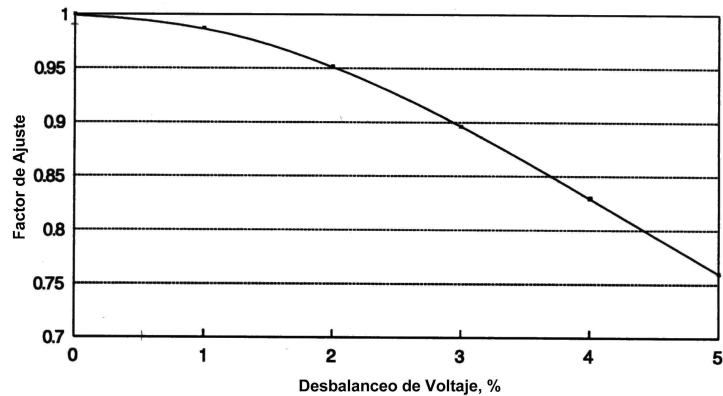


Figura I2 Curva de ajuste por desbalanceo de voltaje

Se nota que a un mayor crecimiento del desbalanceo de voltaje la pendiente de disminución de eficiencia cae rápidamente, si el desbalance fuera grande los desperdicios de energía serían cuantiosos por lo que su valor deberá ser pequeño, los ajustes se encontraron con los datos que proporcionó la tabla No 2.23.

El ajuste por rebobinado se relaciona con los operaciones externas de mantenimiento a las que se sometió el motor eléctrico, un golpe o una elevación de temperatura maltrata sus componentes internos haciéndolos más ineficientes. Se averiguó a los encargados de servicios generales acerca de este asunto; dando a conocer que es improbable que se haya sacado los motores eléctricos ya que las reparaciones han sido sencillas y han sido realizadas en el mismo sitio donde se asientan los motores eléctricos.

Por último se reemplaza los ajustes en la ecuación No 16 obteniendo las eficiencias más próximas a las condiciones actuales de funcionamiento de los motores eléctricos.

ANEXO I

AHORROS POTENCIALES EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN GENERAL

SUBSUELO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
57	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	5700	168	958	46	11263
27	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	2700	483	1304	62	15339
14	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	1400	231	323	15	3804
11	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	1100	456	502	17	6023
1	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	100	152	15	1	183
10	Foco incandescenten tipo reflector 100W	100	1000	168	168	8	1976
4	Foco incadescentes 100 W	100	400	168	67	3	790
TOTAL			12400		TOTAL	151	39377

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
3	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	180	168	30	1	356
8	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	480	483	232	11	2727
11	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	660	231	152	7	1793
11	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	660	456	301	10	3614
4	Fluorescente difus.alum. 3*17W bl.elc.	49	196	483	95	3	1136
40	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.elc.	60	2400	168	403	19	4742
1	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.elc.	60	60	483	29	1	341
4	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.elc.	60	240	231	55	3	652
1	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.elc.	60	60	152	9	0.3	110
4	Compacta ahorradora 14W	14	56	168	9	0.4	111
1	Compacta tipo pin 1*26W	26	26	168	4	0.2	51
TOTAL			5018		TOTAL	57	15632

PLANTA BAJA							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
77	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	7700	168	1294	62	15215
2	Foco incadescentes 100 W	100	200	252	50	2	593
TOTAL			7900		TOTAL	64	15808

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
68	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	4080	168	685	33	8062
3	Fluorescente difus.alum. 3*17W bl.etc.	49	147	168	25	1	290
5	Compacta tipo pin 1*26W	26	130	168	22	1	257
2	Compacta tipo pin 1*26W	26	52	252	13	1	154
TOTAL			4409		TOTAL	35	8764

PRIMER PISO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
14	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	1400	189	265	13	3112
2	Foco incandescentes 100 W	100	200	231	46	2	543
TOTAL			1600		TOTAL	15	3656

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
11	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	660	189	125	6	1467
2	Compacta tipo pin 1*26W	26	52	231	12	1	141
TOTAL			712		TOTAL	7	1608

SEGUNDO PISO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
93	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	9300	168	1562	74	18377
9	Foco incandescentes 100 W	100	900	168	151	7	1778
2	Foco incandescentes 100 W	100	200	231	46	2	543
TOTAL			10400		TOTAL	84	20699

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
78	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	4680	168	786	37	9248
10	Fluorescente difus.alum. 3*17W bl.etc.	49	490	168	82	4	968
7	Compacta tipo pin 1*26W	26	182	168	31	1.5	360
2	Compacta ahorradora 14W	14	28	231	6	0.3	76
4	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.etc.	60	240	21	5	0.2	59
TOTAL			5620		TOTAL	43	10711

TERCER PISO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
85	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	8500	168	1428	68	16796
15	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	1500	210	315	15	3705
3	Foco incandescentes 100 W	100	300	168	50	2	593
2	Foco incandescentes 100 W	100	200	231	46	2	543
TOTAL			10500		TOTAL	88	21637

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
84	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	5040	168	847	40	9959
15	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	900	210	189	9	2223
3	Compacta tipo pin 1*26W	26	78	168	13	0.6	154
2	Compacta tipo pin 1*26W	26	52	231	12	0.6	141
TOTAL			6070		TOTAL	51	12477

CUARTO PISO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
139	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	13900	168	2335	111	27466
2	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	200	126	25	1	296
3	Foco incandescentes 100 W	100	300	231	69	3	815
TOTAL			14400		TOTAL	116	28578

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
94	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	5640	168	948	45	11145
6	Fluorescente difus.alum. 3*17W bl.etc.	49	294	168	49	2	581
2	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.etc.	60	120	126	15	1	178
3	Compacta tipo pin 1*26W	26	78	168	13	0.6	154
2	Compacta tipo pin 1*26W	26	52	231	12	0.6	141
TOTAL			6184		TOTAL	49	12199

QUINTO PISO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
118	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	11800	168	1982	94	23317
2	Foco incandescente 100 W	100	200	126	25	1	296
TOTAL			12000		TOTAL	96	23613

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
82	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	4920	168	827	39	9722
3	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.etc.	60	180	168	30	1.4	356
5	Compacta tipo pin 1*26W	26	130	168	22	1.0	257
2	Compacta tipo pin 1*26W	26	52	126	7	0.3	77
TOTAL			5282		TOTAL	42	10412

SEXTO PISO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
68	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	6800	168	1142	54	13437
15	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	1500	126	189	9	2223
2	Foco incandescente 100 W	100	200	126	25	1	296
TOTAL			8500		TOTAL	65	15956

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
67	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	4020	168	675	32	7944
15	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. etc.	60	900	126	113	5	1334
4	Fluorescente difus.alum. 3*17W bl.etc.	49	196	126	25	1	290
5	Compacta tipo pin 1*26W	26	130	126	16	0.8	193
2	Compacta tipo pin 1*26W	26	52	126	7	0.3	77
TOTAL			5298		TOTAL	40	9838

SÉPTIMO PISO							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
64	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	6400	168	1075	51	12646
22	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	2200	126	277	13	3260
9	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	900	105	95	5	1112
3	Foco incandescente 100 W	100	300	126	38	1.8	445
TOTAL			9800		TOTAL	71	17463

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
66	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	3960	168	665	32	7825
10	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	600	126	76	4	889
2	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.elc.	60	120	126	15	1	178
8	Fluorescente difus.alum. 3*17W bl.elc.	49	392	105	41	2.0	484
8	Compacta tipo pin 1*26W	26	208	126	26	1.2	308
3	Compacta tipo pin 1*26W	26	78	126	10	0.5	116
TOTAL			5358		TOTAL	39	9684

TERRAZA							
(Sistema actual de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
10	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	1000	243	243	8	2920
5	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	500	210	105	5	1235
3	Foco incandescente	100	300	210	63	3	741
6	Foco incandescente	100	600	168	101	5	1186
16	Fluorescente 2*40W bl.mag.	100	1600	42	67	3	790
TOTAL			4000		TOTAL	24	6872

(Sistema propuesto de iluminación)							
No art.	Descripción	Carga unitaria (W)	Carga total (W)	Horas uso mes	Consumo mensual (kWh)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)
15	Fluorescente difus.alum. 3*17W bl.elc.	49	735	243	179	6	2146
6	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	360	210	76	3.6	889
6	Compacta tipo pin 1*26W	26	156	168	26	1.2	308
4	Fluorescente difus. alum 2*32W bl. elc.	60	240	42	10	0.5	119
4	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bl.elc.	60	240	42	10	0.5	119
2	Compacta tipo pin 1*26W	26	52	42	2	0.1	26
TOTAL			1783		TOTAL	12	3606

ANEXO J

AHORROS POTENCIALES EN LAS COMPUTADORAS

SUBSUELO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
15	15.6	247	3853.2	11.505	2841.735	1011.465

PLANTA BAJA						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
30	23.4	247	5779.8	12.48	3082.56	2697.24

PRIMER PISO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
19	14.8	247	3655.6	7.904	1952.288	1703.312

SEGUNDO PISO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
32	25	247	6175	13.312	3288.064	2886.936

TERCER PISO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
33	26	247	6422	13.728	3390.816	3031.184

CUARTO PISO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
37	29	247	7163	18.759	4633.473	2529.527

QUINTO PISO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
24	19	247	4693	9.984	2466.048	2226.952

SEXTO PISO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
27	21.1	247	5211.7	11.232	2774.304	2437.396

SÉPTIMO PISO						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
22	17.2	247	4248.4	9.152	2260.544	1987.856

TERRAZA						
No computadoras	Consumo actual (kWh/día)	Días hábiles anuales	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesto (kWh/día)	Consumo propuesto (kWh/año)	Ahorro por energía (kWh/año)
9	7	247	1729	4.563	1127.061	601.939

ANEXO K

BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LAS MEDIDAS EFICIENTES PARA REDUCIR EL CONSUMO Y DEMANDA DEL EDIFICIO

AHORROS ECONÓMICOS Y GASTOS PROPUESTOS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE

PISOS	Consumo actual diario	Consumo actual mensual	Demanda actual mensual	Gasto total mensual	Gasto total anual	Ahorro por consumo mensual	Ahorro por demanda mensual	Ahorro económico total mensual	Ahorro económico total anual	Consumo propuesto mensual	Demanda propuesta mensual	Gasto total mensual propuesto	Gasto total anual propuesto
	<i>(kWh/día)</i>	<i>(kWh/mes)</i>	<i>(kW-mes)</i>	<i>(\$/mes)</i>	<i>(\$/año)</i>	<i>(kWh/mes)</i>	<i>(kW-mes)</i>	<i>(\$/mes)</i>	<i>(\$/año)</i>	<i>(kWh/mes)</i>	<i>(kW-mes)</i>	<i>(\$/mes)</i>	<i>(\$/año)</i>
Subsuelo	151	3337	12.4	244.7	2936.9	2016	7.3	147.1	1764.8	1321	5.1	97.7	1172.1
PB	64	1344	7.9	110.6	1326.9	599	3.4	48.8	585.4	745	4.5	61.8	741.5
1^{ER} piso	15	311	1.6	24.6	295.7	174	0.8	13.4	160.7	137	0.8	11.2	135.0
2^{DO} piso	84	1760	10.4	145.0	1740.3	849	4.7	68.6	823.8	911	5.7	76.4	916.5
3^{ER} piso	91	1908	11.1	156.5	1878.0	779	4.4	63.3	760.2	1129	6.7	93.1	1117.8
4^{TO} piso	116	2430	14.4	200.4	2404.8	1393	8.2	114.7	1375.8	1037	6.2	85.7	1028.9
5^{TO} piso	96	2008	12	166.0	1992.1	1122	6.7	92.7	1112.9	886	5.3	73.3	879.3
6^{TO} piso	65	1357	8.5	113.8	1365.6	520	3.2	43.4	520.5	837	5.3	70.4	845.2
7^{MO} piso	71	1485	9.8	126.6	1519.1	652	4.4	56.0	671.8	833	5.4	70.6	847.3
Terraza	24	579	4	50.1	601.2	276	2.2	25.1	301.1	303	1.8	25.0	300.1
TOTAL	777	16519	92.1	1338.4	16060.6	8380	45.3	673.1	8077.0	8139	46.8	665.3	7983.6

AHORROS ECONÓMICOS Y GASTOS PROPUESTOS DEL APROVECHAMIENTO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL

ÁREA				Gasto total mensual (\$/mes)	Gasto total anual (\$/año)	Ahorro por consumo mensual (kWh/mes)	Ahorro económico total mensual (\$/mes)	Ahorro económico total anual (\$/año)			Gasto total mensual propuesto (\$/mes)	Gasto total anual propuesto (\$/año)
	Consumo actual diario (kWh/día)	Consumo actual mensual (kWh/mes)	Demanda actual mensual (kW-mes)						Consumo propuesto mensual (kWh/mes)	Demanda propuesta mensual (kW-mes)		
<i>Todos los pisos</i>	79.8	1675.8	10.0	138.3	1659.4	589.8	34.2	410.5	1086.0	9.95	104.1	1248.9

AHORROS ECONÓMICOS Y GASTOS PROPUESTOS POR EL USO DE SENSORES DE PRESENCIA

ÁREA				Gasto total mensual (\$/mes)	Gasto total anual (\$/año)	Ahorro por consumo mensual (kWh/mes)	Ahorro económico total mensual (\$/mes)	Ahorro económico total anual (\$/año)			Gasto total mensual propuesto (\$/mes)	Gasto total anual propuesto (\$/año)
	Consumo actual diario (kWh/día)	Consumo actual mensual (kWh/mes)	Demanda actual mensual (kW-mes)						Consumo propuesto mensual (kWh/mes)	Demanda propuesta mensual (kW-mes)		
<i>Gradas inferiores</i>	6.4	134.4	0.8	11.1	133.2	71.7	4.2	49.9	62.7	0.8	6.9	83.3

AHORROS ECONÓMICOS Y GASTOS PROPUESTOS POR EL USO DE DIMMERS

ÁREA	Consumo actual diario	Consumo actual mensual	Demanda actual mensual	Gasto total mensual	Gasto total anual	Ahorro por consumo mensual	Ahorro económico total mensual	Ahorro económico total anual	Consumo propuesto mensual	Demanda propuesta mensual	Gasto total mensual propuesto	Gasto total anual propuesto
	(kWh/día)	(kWh/mes)	(kW-mes)	(\$/mes)	(\$/año)	(kWh/mes)	(\$/mes)	(\$/año)	(kWh/mes)	(kW-mes)	(\$/mes)	(\$/año)
Bodega papelería	8	168	1	13.87	166.4	94.5	5.4	64.8	73.5	1	8.3	99.6

AHORROS ECONÓMICOS Y GASTOS PROPUESTOS POR EL USO DE LAS CONFIGURACIONES ESPECIALES DE LAS COMPUTADORAS

	Consumo actual diario	Consumo actual mensual	Demanda actual mensual	Gasto total mensual	Gasto total anual	Ahorro por consumo mensual	Ahorro económico total mensual	Ahorro económico total anual	Consumo propuesto mensual	Demanda propuesta mensual	Gasto total mensual propuesto	Gasto total anual propuesto
	(kWh/día)	(kWh/mes)	(kW-mes)	(\$/mes)	(\$/año)	(kWh/mes)	(\$/mes)	(\$/año)	(kWh/mes)	(kW-mes)	(\$/mes)	(\$/año)
TOTAL	191.1	4013.1	32.2	365.7	4388.6	1795.1	104.1	1249.4	2218.0	32.2	261.6	3139.2

AHORROS ECONÓMICOS Y GASTOS PROPUESTOS POR EL USO DE MOTORES ELÉCTRICOS EFICIENTES

				<i>Gasto total mensual</i>	<i>Gasto total anual</i>	<i>Ahorro por consumo mensual</i>	<i>Ahorro económico total mensual</i>	<i>Ahorro económico total anual</i>			<i>Gasto total mensual propuesto</i>	<i>Gasto total anual propuesto</i>
	<i>Consumo actual diario</i>	<i>Consumo actual mensual</i>	<i>Demanda actual mensual</i>							<i>Consumo propuesto mensual</i>	<i>Demanda propuesta mensual</i>	
	<i>(kWh/día)</i>	<i>(kWh/mes)</i>	<i>(kW-mes)</i>	<i>(\$/mes)</i>	<i>(\$/año)</i>	<i>(kWh/mes)</i>	<i>(\$/mes)</i>	<i>(\$/año)</i>	<i>(kWh/mes)</i>	<i>(kW-mes)</i>	<i>(\$/mes)</i>	<i>(\$/año)</i>
Ascensores	27.4	768	7.4	75	901.2	247.4	14.4	172.2	520.6	7.4	60.8	729

INVERSIÓN INCREMENTAL ENTRE LOS COSTOS DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

PISO	Sistema ineficiente						Sistema eficiente	Inversión incremental
	Descripción	Cantidad	Costo unitario equipo	Costo unitario instalación	Costo por luminaria	Costo total	Costo total	
		(u)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Subsuelo	Fluorescente dif. acril. 2*40W bal.mag.	110	40	5	4950	5222.4	3727	-1495.4
	Foco incandescente tipo reflector 100 W	10	20	5	250			
	Foco incandescente 100 W	4	0.6	5	22.4			
PB	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	77	40	5	3465	3476.2	4171	694.8
	Foco incadescentes 100 W	2	0.6	5	11.2			
1^{ER} piso	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	14	40	5	630	641.2	681	39.8
	Foco incadescentes 100 W	2	0.6	5	11.2			
2^{DO} piso	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	93	40	5	4185	4246.6	5268	1021.4
	Foco incadescentes 100 W	11	0.6	5	61.6			
3^{ER} piso	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	100	40	5	4500	4528	5635	1107
	Foco incadescentes 100 W	5	0.6	5	28			
4^{TO} piso	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	141	40	5	6345	6361.8	5760	-601.8
	Foco incadescentes 100 W	3	0.6	5	16.8			
5^{TO} piso	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	118	40	5	5310	5321.2	4881	-440.2
	Foco incadescentes 100 W	2	0.6	5	11.2			
6^{TO} piso	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	83	40	5	3735	3746.2	4996	1249.8
	Foco incadescentes 100 W	2	0.6	5	11.2			
7^{MO} piso	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	95	40	5	4275	4291.8	5108	816.2
	Foco incadescentes 100 W	3	0.6	5	16.8			
Terraza	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	15	40	5	675	1445.4	1819	373.6
	Fluorescente dif acril. 2*40W bal.mag.	16	40	5	720			
	Foco incadescentes 100 W	9	0.6	5	50.4			

COSTOS DE INVERSIÓN PARA EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE

PISO	Descripción del equipo	Cantidad (u)	Costo unitario del equipo (\$)	Costo total por equipos (\$)	Costo unitario instalación (\$)	Costo total por instalación (\$)	Costo total (\$)
Subsuelo	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	33	50	1650	5	165	1815
	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bal.elec.	46	30	1380	5	230	1610
	Fluorescente difus.alum. 3*17W bal.elec.	4	50	200	5	20	220
	Compacta tipo pin 1*26W	1	33	33	5	5	38
	Compacta ahorradora 14W	4	6	24	5	20	44
PB	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	68	50	3400	5	340	3740
	Fluorescente difus.alum. 3*17W bal.elec.	3	50	150	5	15	165
	Compacta tipo pin 1*26W	7	33	231	5	35	266
1 ^{ER} piso	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	11	50	550	5	55	605
	Compacta tipo pin 1*26W	2	33	66	5	10	76
2 ^{DO} piso	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	78	50	3900	5	390	4290
	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bal.elec.	4	30	120	5	20	140
	Fluorescente difus.alum. 3*17W bal.elec.	10	50	500	5	50	550
	Compacta tipo pin 1*26W	7	33	231	5	35	266
	Compacta ahorradora 14W	2	6	12	5	10	22
3 ^{ER} piso	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	84	50	4200	5	420	4620
	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	15	50	750	5	75	825
	Compacta tipo pin 1*26W	3	33	99	5	15	114
	Compacta tipo pin 1*26W	2	33	66	5	10	76

4 ^{TO} piso	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	94	50	4700	5	470	5170
	Fluorescente difus.alum. 3*17W bal.elec.	6	50	300	5	30	330
	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bal.elec.	2	30	60	5	10	70
	Compacta tipo pin 1*26W	3	33	99	5	15	114
	Compacta tipo pin 1*26W	2	33	66	5	10	76
5 ^{TO} piso	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	82	50	4100	5	410	4510
	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bal.elec.	3	30	90	5	15	105
	Compacta tipo pin 1*26W	5	33	165	5	25	190
	Compacta tipo pin 1*26W	2	33	66	5	10	76
6 ^{TO} piso	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	67	50	3350	5	335	3685
	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	15	50	750	5	75	825
	Fluorescente difus.alum. 3*17W bal.elec.	4	50	200	5	20	220
	Compacta tipo pin 1*26W	5	33	165	5	25	190
	Compacta tipo pin 1*26W	2	33	66	5	10	76
7 ^{MO} piso	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	66	50	3300	5	330	3630
	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	10	50	500	5	50	550
	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bal.elec.	2	30	60	5	10	70
	Fluorescente difus.alum. 3*17W bal.elec.	8	50	400	5	40	440
	Compacta tipo pin 1*26W	8	33	264	5	40	304
	Compacta tipo pin 1*26W	3	33	99	5	15	114
Terraza	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	6	50	300	5	30	330
	Fluorescente difus. alum 2*32W bal. elec.	4	50	200	5	20	220
	Fluorescente difus.alum. 3*17W bal.elec.	15	50	750	5	75	825
	Fluorescente perf. indus. 2*32 W bal.elec.	4	30	120	5	20	140
	Compacta tipo pin 1*26W	6	33	198	5	30	228
	Compacta tipo pin 1*26W	2	33	66	5	10	76

COSTOS DE INVERSIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL

PISO	Equipos	Cantidad (u)	Costo unitario del equipo (\$)	Costo total por equipos (\$)	Costo unitario instalación (\$)	Costo total por instalación (\$)	Costo total (\$)
Subsuelo	Equipo conmutador y readecuación	5	4	20	4	20	40
PB	Equipo conmutador y readecuación	5	5	25	4	20	45
1 ^{ER} piso	Equipo conmutador y readecuación	10	6	60	4	40	100
2 ^{DO} piso	Equipo conmutador y readecuación	15	7	105	4	60	165
3 ^{ER} piso	Equipo conmutador y readecuación	11	4	44	4	44	88
4 ^{TO} piso	Equipo conmutador y readecuación	11	5	55	4	44	99
5 ^{TO} piso	Equipo conmutador y readecuación	12	6	72	4	48	120
6 ^{TO} piso	Equipo conmutador y readecuación	13	7	91	4	52	143
7 ^{MO} piso	Equipo conmutador y readecuación	12	4	48	4	48	96
Terraza	Equipo conmutador y readecuación	6	4	24	4	24	48

COSTOS DE INVERSIÓN PARA EL USO DE SENSORES DE PRESENCIA

LUGAR	Equipos	Cantidad (u)	Costo unitario del equipo (\$)	Costo total por equipos (\$)	Costo unitario instalación (\$)	Costo total por instalación (\$)	Costo total (\$)
Gradas inferiores	Sensor de movimiento 180° 800 W 120 V	6	30	180	9	54	234

COSTOS DE INVERSIÓN PARA EL USO DE DIMMERS							
LUGAR	Equipos	Cantidad	Costo unitario del equipo	Costo total por equipos	Costo unitario instalación	Costo total por instalación	Costo total
		(u)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Bodega de papelería	Dimmer de Perilla 600 W	2	8	16	5	10	26

COSTOS DE INVERSIÓN PARA EL USO DE MOTORES ELÉCTRICOS EFICIENTES							
LUGAR	Equipos	Cantidad	Costo unitario del equipo	Costo total por equipos	Costo unitario instalación	Costo total por instalación	Costo total eficiente
		(u)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Ascensores	Motor eléctrico eficiente 5 hp	2	230	460	100	200	660

COSTO INCREMENTAL PARA EL USO DE MOTORES ELÉCTRICOS EFICIENTES					
LUGAR	Equipos	Cantidad	Costo total motores eficientes	Costo total motores ineficientes	Costo incremental
		(u)	(\$)	(\$)	(\$)
Ascensores	Motor eléctrico eficiente 5 hp	2	660	600	60

ANEXO L

INVERSIONES PARA LA RENOVACIÓN Y REMODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES Y DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN A TIERRA

**PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA READECUACIÓN DE LAS PROTECCIONES Y CABLES
DE LOS TABLEROS GENERALES**

ITEM	Descripción del equipo	Cantidad (u/m)	Costo unitario del equipo (\$)	Costo total por equipos (\$)	Costo unitario instalación (\$)	Costo total por instalación (\$)	Costo total (\$)
1	Disyuntor bifásico 100 A	2	12,5	25	2	4	29
2	Disyuntor bifásico 60 A	1	12,4	12,4	2	2	14,4
3	Disyuntor monofásico 50 A	29	5	145	2	58	203
4	Disyuntor trifásico 50 A	2	31	62	2	4	66
5	Fusibles NH 200 A	2	6,6	13,2	1,2	2,4	15,6
6	Cuadros de barras 3Φ+barras (neutro/tierra)	4	60	240	40	160	400
7	Cable TTU No 3/0 AWG	80	13,8	1106,4	4,5	360	1466,4
TOTAL							2194,4

**PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA READECUACIÓN DE LAS PROTECCIONES Y CABLES
DE LOS SUBTABLEROS POR ALAS DEL EDIFICIO**

ITEM	Descripción del equipo	Cantidad (u)	Costo unitario del equipo (\$)	Costo total por equipos (\$)	Costo unitario instalación (\$)	Costo total por instalación (\$)	Costo total (\$)
1	Disyuntor monofásico 15 A	10	5,1	50,8	2	20	70,8
2	Disyuntor monofásico 20 A	88	5,1	447	2	176	623
3	Disyuntor monofásico 30 A	39	5,1	198,1	2	78	276,1
4	Disyuntor monofásico 40 A	21	5,1	106,7	2	42	148,7
5	Disyuntor trifásico 50 A	1	31	31	2	2	33
6	Cuadro térmico 3Φ 20 espacios	5	81,2	406	9,2	45,8	451,8
8	Cuadro térmico 2Φ 20 espacios	1	90	90	8,7	8,7	98,7
TOTAL							1702,1

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE PROTECCIÓN A TIERRA

<i>ITEM</i>	<i>Descripción del equipo</i>	<i>Cantidad (u/m)</i>	<i>Costo unitario del equipo (\$)</i>	<i>Costo total por equipos (\$)</i>	<i>Costo unitario instalación (\$)</i>	<i>Costo total por instalación (\$)</i>	<i>Costo total (\$)</i>	
1	Barra de puesta a tierra	1	6	6	1,5	1,5	7,5	
2	Barras de protección a tierra	27	5	135	1,5	40,5	175,5	
3	Cable TTU No 2 AWG	61,7	3,0	185,22	4,5	277,83	463,1	
4	Cable TW No 12 AWG	440	0,4	171,6	2	880	1051,6	
TOTAL								1697,7