

Análisis, diagnóstico y estudio de eficiencia energética en el edificio central del gobierno autónomo descentralizado de la provincia de Pichincha “GADPP”

Ing. Jorge B. Villacrés, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito – Ecuador
 Ing. Fausto G. Avilés, MSc., Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito - Ecuador

Resumen – El análisis, diagnóstico y estudio de eficiencia energética del estado de las instalaciones eléctricas en edificaciones de entidades públicas antiguas es trascendente en el desempeño diario de las actividades de los empleados ya que al pasar de los años y con el desarrollo de la tecnología las instituciones se ven obligadas a incrementar el equipamiento eléctrico para estar a la par del desarrollo mencionado y al no realizar mantenimientos preventivos en el sistema eléctrico se ven sometido a perjuicios como desbalance de fases, caídas de voltaje, etc.. En base a las mediciones obtenidas se plantea soluciones para la adecuación del sistema eléctrico aplicando criterios de eficiencia energética.

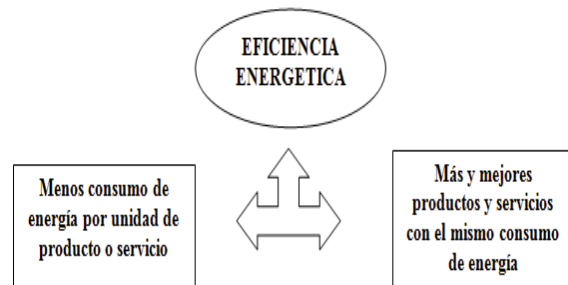


Fig. 1. Eficiencia Energética

I. INTRODUCCIÓN

El diagnóstico identifica el desperdicio y busca la manera de poder ahorrar energía eléctrica sin limitar, ni la comodidad, ni la producción. Un estudio bien planificado demuestra los derroches de energía que se pueden encontrar en las diferentes áreas, con la identificación se pueden considerar las diferentes renovaciones tecnológicas entre otros métodos de conservación de la energía.

II. EFICIENCIA ENERGETICA

La Eficiencia Energética como concepto es el conjunto de acciones que permiten el ahorro de energía sin afectar el confort humano. Se puede deducir como la capacidad de alcanzar los mayores beneficios en el uso final de la energía con la menor cantidad de la misma y el mínimo impacto sobre el ambiente, Figura 1.

La eficiencia energética agrupa decisiones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro.

Logrando ahorrar tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general.

III. AUDITORÍA ENERGETICA EN EDIFICIOS

La Auditoría Energética definida en términos generales es un informe del estado actual energético. El término abarca un campo muy amplio en función de la profundidad con que se realice el estudio, pudiendo llegar desde un simple informe del diagnóstico energético actual, hasta un estudio detallado de mejoras, que incluyen modificaciones y cambios importantes en el edificio para reducir el consumo energético.

A. Tipos de Auditoría

Existen varias maneras de clasificar a las auditorías, atendiendo a diferentes puntos de vista.

Según la profundidad

- Diagnóstico energético.
- Auditoría energética.
- Auditoría energética especial o en profundidad.
- Auditoría energética dinámica y continua.

Según el campo de actuación

- En el campo de la industria.
- En edificios ya construidos.

B. Pasos necesarios para realizar una auditoría energética eléctrica en una institución o entidad [4]

La ejecución práctica de una Auditoría Energética, debe seguir un cierto orden general. A continuación se enumera las etapas fundamentales a seguir para el desarrollo de una Auditoría Energética:

- Recolección de Información Básica e Inventario General de las Instalaciones.
- Elaborar Balances de Energía.
- Determinar la Incidencia del Consumo de Energía.
- Obtener Índices de Consumo de Energía.
- Determinar los Potenciales de Ahorro de Energía.
- Identificar las Medidas Apropriadas de Ahorro de Energía.
- Evaluación de los Ahorros de Energía en Términos de Costos.

c. *Quién debe realizar una auditoría energética eléctrica [4]*

Para determinar la respuesta correcta a esta pregunta, se tiene tres soluciones:

- Auditoría Energética Eléctrica Realizada por Personal Exterior.
- Realización de la Auditoría Energética Eléctrica por Personal Propio.
- Realización de la Auditoría Energética por Personal Mixto.

IV. LEVANTAMIENTO DE CARGA INSTALADA

El levantamiento de cargas eléctricas en las instalaciones del Edificio Central del “GADPP”, consiste en contabilizar todos los equipos consumidores de energía eléctrica y anotar la potencia de placa.

TABLA 1
RESUMEN DE LA CARGA INSTALADA ILUMINACIÓN Y EQUIPAMIENTO.

CARGA INSTALADA POR ÁREA				
ÁREA	ILUMINACIÓN (W)	EQUIPO ESPECIAL (W)	ILUMINACIÓN (%)	EQUIPO ESPECIAL (%)
1 PLAZA DE LA REPUBLICA	15600.0	0.0	15.85	0.00
2 ESCALERAS A	44690.4	0.0	45.39	0.00
3 ESCALERAS B	11600.0	0.0	11.78	0.00
4 ESCALERAS C	7680.0	0.0	7.80	0.00
5 CUARTO DE MAQUINAS Y VENTILACIÓN	1600.0	195946.0	1.63	88.15
6 PLANTA SUBSUELO	17280.0	26336.5	17.55	11.85
7 PLANTA BAJA	35220.0	44526.0	35.77	20.03
8 OFICINAS PIRAMIDE PISOS (1-5)	126896.8	222892.0	128.89	100.27
9 OFICINAS TORRE PISOS (6-22)	58272.6	144290.0	59.19	64.91
TOTAL (kW)	318.8	633.99	33.46	66.54
CARGA TOTAL INSTALADA (kW)		952.8		

La Tabla 1., muestra que el edificio central del GAPDD tiene actualmente una carga instalada total aproximada de 952.8 kW, que se distribuyen en 318.8 kW en iluminación y 633.99 kW en equipamiento especial, en este se conforma por equipos de computación, motores eléctricos que se encuentran en la cisterna, cuartos de máquinas de los ascensores, ventilación y otros aparatos eléctricos.

V. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN HISTÓRICA

El análisis de la facturación establecerá la línea básica de uso y consumo energético, éste se realizará por un año completo de facturación. Es importante verificar la correcta facturación y que tipo de tarifa se le ha asignado, con esto se verificará si la factura del edificio se encuentra en el tipo de tarifa que le corresponde, caso contrario se debe analizar el pliego tarifario ecuatoriano realizado por el Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC), que es el encargado de regir los cargos tarifarios para el consumo eléctrico en convenio con las empresas eléctricas del Ecuador.

Posee dos medidores electrónicos, suministros 90000200-9, y 90000201-7. Debido a que antiguamente funcionaban dos entidades como son el “GADPP” y la “CONADE”.

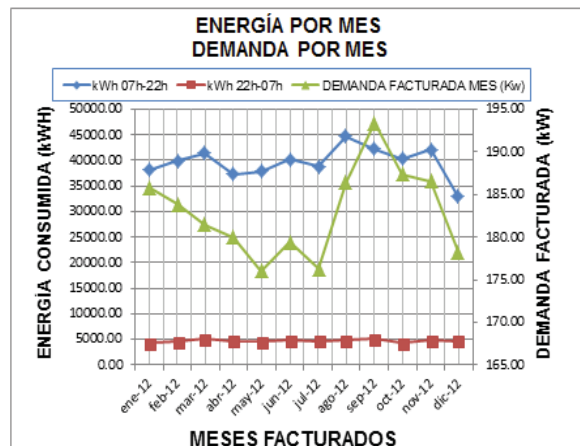


Gráfico 1. Energía y Demanda Facturada por Mes
Suministro 90000200-9

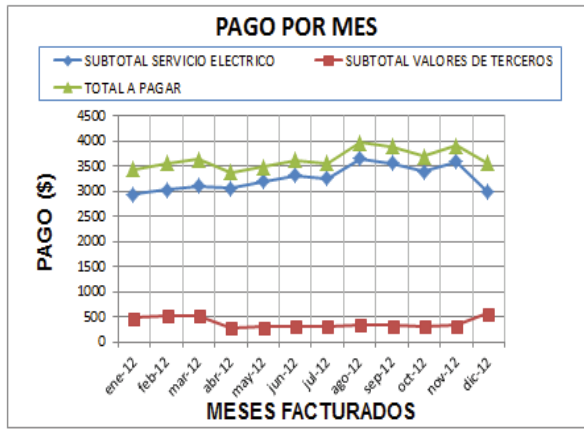


Gráfico 2. Pago por Consumo Energético por Mes
Suministro 90000200-9

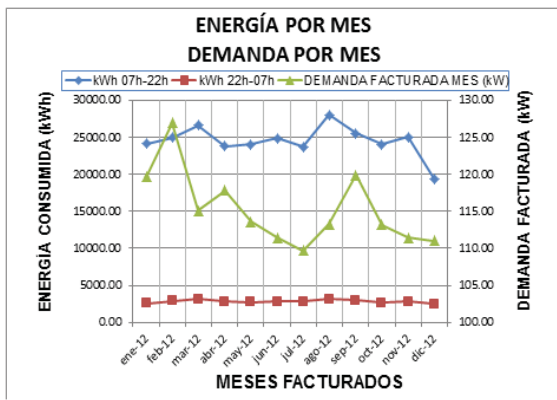


Gráfico 3. Energía y Demanda Facturada por Mes
Suministro 90000201-7

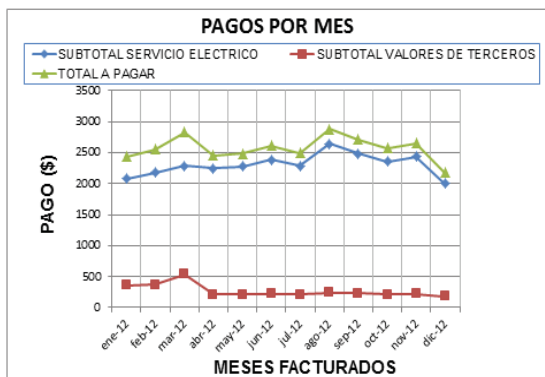


Gráfico 4. Pago por Consumo Energético por Mes
Suministro 90000201-7

Los consumos en el suministro 90000200-9 sobrepasan los 40000 kWh y en el suministro 90000201-7 sobrepasan los 20000 kWh y no varían drásticamente, el mes de agosto tiene el mayor consumo. El consumo promedio diario se puede obtener dividiendo el consumo histórico total para los días contabilizados totales, cuyos valores fueron 1466,24 kWh/día, y 904.24 kWh/día respectivamente, si se multiplica por los días promedio al mes (30,4 días) se

obtiene el consumo mensual promedio con un valor de 44573,696 kWh/mes y 27488,896 kWh/mes.

VI. MEDICIONES ELÉCTRICAS

El objetivo de una medición eléctrica, es encontrar los valores de las variables eléctricas como: potencia, corriente, voltaje, factor de potencia, etc. en cualquier parte del sistema eléctrico para posteriormente analizar y diagnosticar el estado de dichas variables.

Para realizar el análisis de calidad de energía se instaló un analizador de redes eléctricas POWER QUALITY LOGGER 1744 marca Fluke en los terminales de bajo voltaje del transformador obteniendo los siguientes resultados:

A. Medición de la curva o perfil de carga

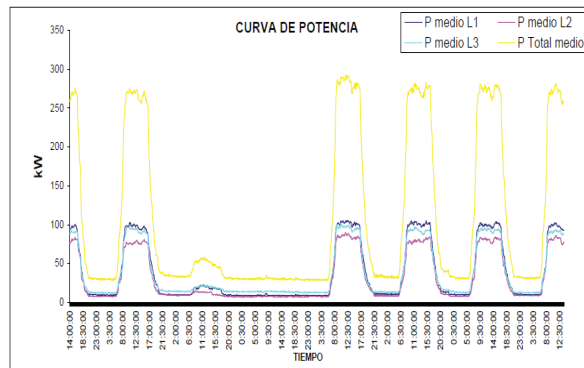


Gráfico 5. Perfil de Carga en Cada Línea o Fase y Total

Se procedió a un estudio de demanda de un día típico diario y semanal, con el primero se profundizó para estudiar los hechos cotidianos diarios que modifican este parámetro y los fines de semana, con el segundo constatamos la similitud de las curvas dentro de los días laborables.

B. Mediciones del nivel de voltaje

TABLA 2.
NIVELES DE VOLTAJE

DESCRIPCIÓN PARÁMETRO ANALIZADO	PROM	MÁX	MÍN	MEDICIONES REALIZADAS			% DENTRO DE NORMA	CUMPLE
				VOLTAJE LIMITE $V_{m\acute{a}x} = 5\%$				
				TOTAL	DENTRO DE NORMA	FUERA DE NORMA		
VOLTAJE FASE 1	127,70	130,51	123,78	1008	1008	-	100	SI
VOLTAJE FASE 2	126,54	129,28	123,23	1008	1008	-	100	SI
VOLTAJE FASE 3	126,17	129,04	122,33	1008	1008	-	100	SI

Mediante la Tabla 2. se puede constatar que las mediciones están dentro de la norma. Esto lleva a indicar que el índice de voltaje que existe en el edificio cumple con lo establecido por la REGULACIÓN No. CONELEC – 004/01.

C. Medición de Flicker de corta duración

TABLA 3.
ANÁLISIS DE FLÍQUER

FLÍQUER LÍMITE máx = 5%								
DESCRIPCIÓN PARÁMETRO ANALIZADO	PROM	MÁX	MÍN	MEDICIONES REALIZADAS			% DENTRO DE NORMA	CUMPLE
				TOTAL	DENTRO DE NORMA	FUERA DE NORMA		
FLÍQUER CORTA DURACIÓN FASE 1	0,50	1,32	0,00	1008	1008	-	100	SI
FLÍQUER CORTA DURACIÓN FASE 2	0,51	1,44	0,00	1008	1008	-	100	SI
FLÍQUER CORTA DURACIÓN FASE 3	0,51	1,24	0,00	1008	1008	-	100	SI

Mediante la Tabla 3. se puede constatar que las mediciones están dentro de la norma. Esto lleva a indicar que las perturbaciones (Flicker) que existe en el edificio cumplen con lo establecido por la REGULACIÓN No. CONELEC – 004/01.

D. Medición de la distorsión armónica de voltaje (THD)

TABLA 4.
ANÁLISIS DE THD CON NORMA IEEE 519-1992 Y CON REGULACIÓN

(THD) VOLTAJE LÍMITE máx = 5%								
DESCRIPCIÓN PARÁMETRO ANALIZADO	PROM	MÁX	MÍN	MEDICIONES REALIZADAS			% DENTRO DE NORMA	CUMPLE
				TOTAL	DENTRO DE NORMA	FUERA DE NORMA		
DISTORSIÓN ARMÓNICOS VOLTAJE (THD) FASE1 (%)	3,90	5,83	2,70	1008	1008	-	100	SI
DISTORSIÓN ARMÓNICOS VOLTAJE (THD) FASE2 (%)	3,85	5,53	2,72	1008	1008	-	100	SI
DISTORSIÓN ARMÓNICOS VOLTAJE (THD) FASE3 (%)	4,23	6,03	3,11	1008	1008	-	100	SI

Mediante la norma IEEE 519-1992 en la cual el límite de THDV es de 5% y la REGULACIÓN No. CONELEC - 004/01 en el cual el límite de THDV es del 8%, se puede decir que los registros tomados cumplen con las dos normas en su totalidad.

E. Medición del factor de potencia

TABLA 5.
ANÁLISIS DEL FACTOR DE POTENCIA

VOLTAJE LÍMITE V _{máx} = 5%								
DESCRIPCIÓN PARÁMETRO ANALIZADO	PROM	MÁX	MÍN	MEDICIONES REALIZADAS			% DENTRO DE NORMA	CUMPLE
				TOTAL	DENTRO DE NORMA	FUERA DE NORMA		
FACTOR DE POTENCIA FASE 1	0,96	0,99	0,91	1008	1008	-	100	SI
FACTOR DE POTENCIA FASE 2	0,95	0,99	0,92	1008	1008	-	100	SI
FACTOR DE POTENCIA FASE 3	0,96	0,98	0,92	1008	1008	-	100	SI

Mediante la Tabla 5. Se puede constatar que las mediciones están dentro de la norma. Esto indica que el factor de potencia en el edificio está sobre el 0,92 que es el límite máximo inferior para cumplir con lo establecido por la REGULACIÓN No. CONELEC – 004/01.

En conclusión el funcionamiento del edificio en base a su sistema eléctrico cumple tanto con la norma IEEE 519-1992 y con la REGULACIÓN No. CONELEC – 004/01, estos parámetros vistos anteriormente son los que la Empresa Eléctrica Quito S.A. considera de mayor importancia los cuales son indicados en su informe final después de haber hecho el estudio pertinente para luego emitir las facturaciones eléctricas correspondientes.

VII. EVALUACIÓN, MEDIDAS Y ALTERNATIVAS PARA EL USO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las medidas necesitan de una alteración en las funciones laborales o una sustitución o mejoramiento de los artefactos y maquinarias eléctricas de usos finales; con la realización de los diagnósticos energéticos muestran que aquellas medidas son las más efectivas porque aun cuando necesitan inversiones son lo bastante independientes de la vigilancia de las personas.

Estas medidas para los diferentes frentes pueden estar divididas en:

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

A. Iluminación

Algunas de las propuestas para la reducir el consumo del sistema de iluminación, podría llevarse a cabo por:

- Sustitución de lámparas fluorescentes T-12 por lámparas fluorescentes T-8.
- 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.

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

B. Computadoras de las oficinas

En el estudio se delimita a la computadora como el conjunto de un UCP (Unidad Central de Proceso) y un monitor. Del recorrido en las distintas oficinas y con el levantamiento de información se ve que existe una gran cantidad de UCP's y monitores, estos UCP's denominados

clones son equipos que después de un tiempo podrán seguir funcionando pero se limitarán en la velocidad, capacidad y ahorro de energía comparándolas con las actuales.

Algunas propuestas para el ahorro de energía para estos equipos indispensables dentro de las labores cotidianas de trabajo pueden basarse en el uso razonado de la energía, la selección y renovación de componentes ineficientes y ciertas estructuras de ahorro en el software principal del computador.

La mayoría de computadoras tiene las opciones de energía en el panel de control lo cual nos permite controlar la potencia eléctrica de acuerdo a una configuración, secuencia y duración establecida.

- Apagar monitor.
- Apagar los discos duros.
- Pasar a inactividad.
- El sistema hiberna.

C. Motores eléctricos

Mediante un preventivo mantenimiento y la adaptabilidad de diferentes controles electrónicos son unas de las formas que pueden mejorar la eficiencia de los motores.

En los Ascensores

- 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 realizan la eficiencia de la energía.

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.

VIII. ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Una vez identificadas y evaluadas las oportunidades de ahorro de energía, se realiza un análisis económico en el que se incluyen los presupuestos para la implementación del sistema eléctrico.

A. Sistema de iluminación

De acuerdo a los resultados obtenidos, se alcanza un ahorro de carga instalada en iluminación de 55.1 kW correspondiente a un ahorro de 17.28 %.

El ahorro por energía con la implementación de un sistema de iluminación eficiente es de 121791.72 kWh/año y 10149.3 kWh/mes, en otras palabras puede reducirse su consumo de energía en un 23.5 % mensual y anualmente.

TABLA 6. RESUMEN DE LOS AHORROS POTENCIALES EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

AHORRO CON LUMINARIAS SUSTITUIDAS							
AREA	CARGA ACTUAL (kW)	CARGA PROPUESTA (kW)	CONSUMO ACTUAL (kWh/mes)	CONSUMO PROPUESTO (kWh/mes)	AHORRO POR DEMANDA (kW)	AHORRO POR CONSUMO (kWh/mes)	AHORRO POR CONSUMO (kWh/año)
PLAZA DE LA REPUBLICA	15.6	7.8	5616	2808	7.8	2808	33696.0
ESCALERA A	44.7	43.7	760	679	1.0	82	979.2
ESCALERA B	11.6	11.4	188	162	0.2	27	322.6
ESCALERA C	7.7	7.6	117	101	0.1	16	193.5
VENTILACIÓN Y EXTRACTORES	0.8	0.6	8	6	0.2	2	19.2
CUARTO DE MAQUINAS	0.8	0.6	8	6	0.2	2	19.2
PLANTA SUBSUELO	17.3	13.8	2386	1908	3.5	477	5725.4
PLANTA BAJA	35.2	28.4	5108	4116	6.9	992	11905.5
PISO 1	47.3	37.9	7892	6276	9.4	1616	19386.4
PISO 2	20.7	16.6	3458	2769	4.1	689	8263.7
PISO 3	22.1	17.7	3696	2959	4.4	738	8852.5
PISO 4	23.3	18.7	3910	3131	4.6	780	9354.2
PISO 5	13.5	10.9	2209	1779	2.6	431	5166.0
PISO 6	4.1	3.3	638	510	0.8	127	1526.1
PISO 7	3.6	3.1	557	476	0.5	81	974.7
PISO 8	2.8	2.5	421	306	0.3	115	1379.0
PISO 9	1.6	1.4	268	148	0.2	120	1441.3
PISO 10	2.4	2.4	357	356	0.0	1	10.1
PISO 11	4.2	3.4	669	536	0.8	133	1598.1
PISO 12	3.0	2.4	463	371	0.6	92	1106.8
PISO 13	3.9	3.1	611	489	0.8	122	1461.6
PISO 14	3.7	3.0	584	467	0.7	116	1397.1
PISO 15	3.8	3.1	515	478	0.7	36	437.2
PISO 16	3.3	2.7	504	404	0.6	100	1205.6
PISO 17	3.2	2.6	490	392	0.6	98	1171.3
PISO 18	3.6	2.9	557	446	0.7	111	1332.6
PISO 19	4.0	3.2	547	438	0.8	109	1308.9
PISO 20	3.9	3.2	432	346	0.8	86	1033.9
PISO 21	5.7	4.6	215	174	1.1	41	491.8
PISO 22	1.5	1.2	15	12	0.3	3	32.2
TOTAL	318.8	263.8	43197	33048	55.1	10149.3	121791.72

B. Sistema de iluminación natural

El ahorro por energía con la implementación de un sistema de iluminación eficiente es de 27304.0 kWh/año y 2275.3 kWh/mes, en otras palabras puede reducirse su consumo de energía en un 22.59% mensual y anualmente.

TABLA 7.
AHORROS EN DEMANDA Y ENERGÍA POR EL USO DE LA LUMINACIÓN NATURAL.

AHORRO CON LUMINARIAS CERCANAS A LAS VENTANAS						
AREA	CARGA ACTUAL (kW)	CARGA EFICIENTE (kW)	CARGA VENTANA (kW)	CARGA PROPUESTA (kW)	% DE LA CARGA EFICIENTE	AHORRO CONSUMO (kWh/año)
PLANTA BAJA	35.2	28.4	2.8	25.6	9.8	2010.9
PISO 1	47.3	37.9	3.1	34.8	8.3	2278.2
PISO 2	20.7	16.6	3.1	13.5	18.9	2278.2
PISO 3	22.1	17.7	3.1	14.5	17.8	2278.2
PISO 4	23.3	18.7	5.5	13.2	29.5	3998.5
PISO 5	13.5	10.9	2.0	8.9	18.8	1487.8
PISO 6	4.1	3.3	1.5	1.8	45.1	1069.4
PISO 7	3.6	3.1	1.3	1.8	41.7	929.9
PISO 8	2.8	2.5	1.0	1.5	41.3	755.5
PISO 9	1.6	1.4	0.4	1.0	26.0	261.5
PISO 10	2.4	2.4	1.3	1.1	54.5	929.9
PISO 11	4.2	3.4	1.3	2.1	37.7	929.9
PISO 12	3.0	2.4	1.0	1.4	42.0	743.9
PISO 13	3.9	3.1	1.3	1.9	40.8	929.9
PISO 14	3.7	3.0	1.2	1.9	38.3	836.9
PISO 15	3.8	3.1	1.3	1.7	43.7	976.4
PISO 16	3.3	2.7	1.1	1.6	40.7	790.4
PISO 17	3.2	2.6	1.3	1.3	49.9	929.9
PISO 18	3.6	2.9	1.2	1.7	40.0	836.9
PISO 19	4.0	3.2	1.4	1.8	43.6	1022.9
PISO 20	3.9	3.2	1.1	2.1	34.5	790.4
PISO 21	5.7	4.6	0.3	4.3	7.1	238.3
TOTAL	218.9	176.9	37.6	139.3	21.2	27304.0

C. Sistema de computación

La alternativa que se sugiere es aprovechar las opciones de ahorro de energía que los mismos computadores ofrecen, teniendo en consideración los servicios funcionales de cada computador, se recomienda no activar las opciones de energía en servidores que están enviando y recibiendo información en forma continua.

TABLA 8.
AHORROS EN DEMANDA Y ENERGÍA POR CONFIGURACIONES ESPECIALES Y APAGAR LAS COMPUTADORAS EN EL ALMUERZO

AHORRO POR CONFIGURACIONES ESPECIALES Y APAGAR LAS COMPUTADORAS EN EL ALMUERZO						
AREA	CONSUMO DIARIO ACTUAL (kWh/día)	CONSUMO DIARIO PROPUESTO (kWh/día)	CONSUMO ANUAL ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO ANUAL PROPUESTO (kWh/año)	AHORRO POR CONSUMO (kWh/día)	AHORRO POR CONSUMO (kWh/año)
PLANTA BAJA	42.8	25.7	10541	6324	17.1	4216
PISO 1	65.9	39.5	16206	9724	26.4	6483
PISO 2	40.2	24.1	9882	5929	16.1	3953
PISO 3	28.4	17.0	6983	4190	11.4	2793
PISO 4	41.8	25.1	10290	6174	16.7	4116
PISO 5	16.6	10.0	4085	2451	6.6	1634
PISO 6	8.6	5.1	2108	1265	3.4	843
PISO 7	12.9	7.7	3162	1897	5.1	1265
PISO 8	10.7	6.4	2635	1581	4.3	1054
PISO 9	9.1	5.5	2240	1344	3.6	896
PISO 10	12.3	7.4	3030	1818	4.9	1212
PISO 11	17.1	10.3	4216	2530	6.9	1687
PISO 12	11.2	6.7	2767	1660	4.5	1107
PISO 13	18.7	11.2	4612	2767	7.5	1845
PISO 14	15.0	9.0	3689	2214	6.0	1476
PISO 15	10.7	6.4	2635	1581	4.3	1054
PISO 16	11.2	6.7	2767	1660	4.5	1107
PISO 17	10.7	6.4	2635	1581	4.3	1054
PISO 18	10.2	6.1	2503	1502	4.1	1001
PISO 19	13.9	8.4	3426	2055	5.6	1370
PISO 20	7.5	4.5	1845	1107	3.0	738
PISO 21	8.0	4.8	1976	1186	3.2	791
TOTAL	423.7	254.2	104235	62541	169.5	41693.9

El ahorro por energía con la implementación de las configuraciones especiales y del apagado de las computadoras en el almuerzo es de 41693.9 kWh/año y 3495.4 kWh/mes, en otras palabras puede reducirse su consumo de energía en un 39.99% mensual y anualmente.

D. Motores Eléctricos

El ahorro por energía por el cambio de motores es de 8574.4 kWh/año y 714.5 kWh/mes.

TABLA 9.
AHORRO EN LOS MOTORES PLANTA SUBSUELO.

Planta Subsuelo (Talleres, Bodegas y Parqueadero)									
AREA	No. ART.	DESCRIPCIÓN	CARGA INSTALADA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (kW)	η_{actual}	$\eta_{propuesto}$	Fca	$h_{anuales}$	AHORRO POR CONSUMO (kWh/año)
	1	Motor 1/4HP	186.5	0.2	0.75	0.86	0.37	492	5.5
	2	Motores 3HP	2200	4.4	0.81	0.90	0.37	492	92.9
	1	Motor 3.5HP	2650	2.7	0.81	0.90	0.37	840	95.5
	2	Motor 5HP	3000	6.0	0.84	0.90	0.37	840	129.7
	1	Motor 7.5HP	5600	5.6	0.86	0.92	0.37	840	131.4
	1	Motor 10HP	7500	7.5	0.87	0.92	0.37	840	135.8
	TOTAL			26				TOTAL	590.8

TABLA 10.
AHORRO EN LOS MOTORES CUARTO DE MÁQUINAS.

Cuarto de Máquinas (Ascensores, Cisterna)									
AREA	No. ART.	DESCRIPCIÓN	CARGA INSTALADA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (kW)	η_{actual}	$\eta_{propuesto}$	Fca	$h_{anuales}$	AHORRO POR CONSUMO (kWh/año)
	4	Motor 5HP	3700	15	0.84	0.90	0.366	2880	1194.0
	4	Motor 10HP	7500	30	0.87	0.92	0.366	2880	1975.4
	2	Motor 15HP	9200	18	0.88	0.92	0.366	1920	633.2
	1	Motor 25HP	18500	19	0.90	0.94	0.366	1920	555.6
	3	Motores 35HP	26000	78	0.91	0.94	0.366	1920	1673.1
	TOTAL			160				TOTAL	6031.3

TABLA 11.
AHORRO EN LOS MOTORES CUARTO DE VENTILACIÓN Y EXTRACTORES.

Cuarto de Ventilación y Extractores									
AREA	No. ART.	DESCRIPCIÓN	CARGA INSTALADA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (kW)	η_{actual}	$\eta_{propuesto}$	Fca	$h_{anuales}$	AHORRO POR CONSUMO (kWh/año)
	4	Motor 1/4HP	186.5	1	0.75	0.86	0.366	2016	93.9
	1	Motor 5HP	3700	4	0.857	0.92	0.366	2016	218.1
	3	Motores 7.5HP	5600	17	0.842	0.9	0.366	2016	948.8
	2	Motor 10HP	7500	15	0.87	0.92	0.366	2016	691.4
	TOTAL			36				TOTAL	1952.2

IX. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS

Los resultados finales muestran que la implementación y la puesta en práctica de las medidas técnico-económicas efectivas ahorrarían unos 199364.1 kWh/año que con el ahorro de demanda representa un ahorro económico de 11158.8 \$/año. Los periodos de recuperación difieren de acuerdo a cada medida, el mejor corresponde al sistema de iluminación natural.

TABLA 12.
RESUMEN DE LAS MEDIDAS
EFICIENTES.

RESUMEN DE MEDIDAS RENTABLES PARA EL EDIFICIO				
Descripción de la medida eficiente	Ahorro energía anual (kWh/año)	Ahorro económico total anual (\$/año)	Costo por inversión (\$)	PR (años)
Sistema de iluminación eficiente	121791.7	6659.6	75910.6	11.4
Aprovechamiento de la luz natural	27304.0	1583.6	956	0.6
Configuración especiales y apagado de las computadoras en el almuerzo	41693.9	583.1	0.00	0.0
Sustitución de motores eléctricos	8574.4	475.3	4333.2	8.7
TOTAL	199364.1	11158.8	81199.8	

X. CONCLUSIONES

Después de realizado el análisis, diagnóstico y estudio energético en el Edificio Central del “GADPP” se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Realizado las mediciones en el edificio se comparó los datos con la REGULACIÓN No. CONELEC-004/01 Calidad del Producto verificando que todo cumple con los índices de calidad establecida en la norma.
- Se determina con el análisis del estudio energético realizado que el sistema de iluminación es un gran porcentaje de la carga instalada, y ha sido considerado como la mejor oportunidad de ahorro de energía, por lo cual se realiza el recambio de luminarias T-12 por luminarias eficientes T-8.
- Con la instalación del nuevo sistema de iluminación planteado en este proyecto, la potencia instalada se reduce de 318.8 kW a 268.8 kW, que constituye una reducción del 51.1 %, con un ahorro anual de 6659.6 \$/año.
- Además con aprovechamiento de la luz natural se conseguirá un ahorro 2275.3 kWh/mes con un ahorro anual de 1583.6 \$/año.
- 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.
- Con las configuraciones de ahorro de energía y el apagado de las computadoras en el almuerzo se pudo obtener un ahorro de 3474.5 kWh/mes, obteniendo un ahorro anual de 2418.3 \$/año.
- Para la sustitución de los motores eléctricos se tiene que tener un dialogo con el personal de mantenimiento y el departamento de compras públicas ya que con el buen estado de estos equipos se puede proceder al cambio en el futuro.
- Al implementar todas las medidas se obtendría un ahorro total de 199364.1 kWh/año que representa un ahorro económico de 11158.8 \$/año, si el gasto actual por consumo de energía del edificio es 42267.01 \$/año existiría un beneficio económico de hasta un 26.4 % del gasto actual.

- En reiteradas ocasiones se observó luminarias encendidas y a su vez las computadoras sin que ningún funcionario se halle trabajando, esto conlleva a que los funcionarios y trabajadores de las entidades públicas no acatan los consejos del buen uso de la energía.
- Con las diferentes conversaciones con el departamento de mantenimiento eléctrico, se llegó a la conclusión que están encaminados con el ahorro de energía ya que algunos métodos de ahorro ya han sido implementadas.
- En cuanto a la vida útil de las luminarias se consideró que el balastro electrónico, reflectores de aluminio tipo parabólico y difusores reticulares esto en conjunto tienen 20 años, lo cual también se considera 4 lámparas T-8 por cada luminaria y con esto tendríamos que su vida útil en conjunto sea igual a 20 años.

XI. RECOMENDACIONES

- En el sistema de iluminación, se recomienda sustituir las luminarias acrílicas (2x40W) T-12 con balastos electromagnéticos por luminarias con reflectores de aluminio tipo parabólico (2X32W), difusores reticulares, lámparas T-8 y balastos electrónicos.
- Se propone utilizar las opciones de configuraciones que las computadoras ofrecen, estas son fáciles de modificar por lo que se recomienda concienciar a todos los funcionarios sobre las utilidades y beneficios del ahorro.
- Se recomienda usar motores eléctricos eficientes, los cuales tendrán un mejor desempeño y por ende una mayor durabilidad. Si la medida llegara a concretarse el ahorro por energía sería de 8574.5 kWh/año con ahorros anuales económicos de 583.01 \$/año.
- Si la medida de los motores no llegaran a realizarse, se recomienda que cuando se dañen, se proceda a la sustitución y no a su reparación ya que en esta la eficiencia de los motores se disminuye y el consumo de energía aumenta.
- Cuando se adquiera equipos eléctricos se debe elegir modelos eficientes, ya que en la actualidad hay equipos que tienen etiqueta de eficiencia energética certificada por la organización energética del país en el cual se construye.
- Se debe realizar un buen mantenimiento para las luminarias, ya que al no hacerlas el tiempo de vida útil disminuye.

XII. REFERENCIAS

[1] Ing. Poveda Mentor. “Seminario de Eficiencia Energética”. OLADE. Jun. 2005.

[2] ING. Franco Aceituno, “Capacitación en Eficiencia Energética”, Proyecto PROMEC, Consorcio ENERPRO-GEPROIN, pdf., 2007.

[3] Rey Francisco, Velasco Eloy, “Eficiencia Energética en Edificios”, Editorial THOMSON. España, 2006

[4] Núñez Frankiln, “Auditoría Energética de la Escuela Politécnica del Ejercito”, Proyecto de Titulación, Escuela Politécnica del Ejercito sede Latacunga, Latacunga, Ecuador. Nov. 2005

[5] BASE DE DATOS GIS, “Información Geográfica Satelital”, Empresa Eléctrica Quito.

[6] PLIEGO TARIFARIO, Empresa Eléctrica Quito, Vigente, Consumos del 1 al 31 de Marzo de 2013

[7] Ing. Poveda Mentor, “Apuntes de Clase”, Materia; Planificación de Sistemas de Distribución.

[8] FUKU, “Manual de Uso” POWER QUALITY LOGGER 1744.

[9] IEEE, Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms. ANSI/IEEE Std 100/1977

[10] CONELEC, “calidad de Servicio Eléctrico de Distribución”, Regulación No. CONELEC 004/01.

[11] IEEE, “NORMA”, IEEE Std 519-1992 (Armónicos).

[12] Ing. Alfredo Muñoz Ramos, “Normas sobre Niveles de Eficiencia de Motores Eléctricos”, NEMA Premium Efficiency 2002

[13] Tecnologías Eficientes. “Evaluación energética en motores eléctricos de inducción”, México. Jun. 2001

[14] Cueva Paola, “Diseño de Eficiencia Energética en el Palacio de Gobierno”, Proyecto de Titulación, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Febr. 2010

[15] Seguridad de la Salud Laboral CC.OO. Castilla y León, “Guía Básica para la Prevención de Riesgos Eléctricos”, Junta de Castilla y León: www.castillayleon.ccoo.es

[16] FUENTE Carrión, Juan, Seguridad y control de riesgo en la industria eléctrica, Quito, Junio 2003.

XIII. BIOGRAFÍA



Jorge B. Villacrés Cachaguay.- Nació en Quito-Ecuador. Recibió su título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas de Potencia de la Escuela Politécnica Nacional en 2013. Sus áreas de interés son: Instalaciones eléctricas Industriales, Protecciones eléctricas, Sistemas Eléctricos de Potencia, Alto Voltaje, y Calidad de la Energía. Actualmente se desempeña como Ingeniero Eléctrico en la Empresa Eléctrica Quito, en el Área de Operación y Mantenimiento Rural, Zona Norte.



Fausto Guillermo Avilés Merino.- Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia de la Escuela Politécnica Nacional 1978. Título de PROFESOR Escuela Politécnica Nacional 2003, Magister en Ingeniería Industrial y Productividad MSc. 2007. Coordinador de la Carrera de Ingeniería Eléctrica 2011-2013. Actualmente Profesor Principal a tiempo completo.