

Revista Técnica

Energía

REVISTA # 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



HIMNO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Letra: Dr. Benjamín Ruiz y Gómez
Música: Maestro Segundo Puertas Moreno

CORO

Gloria Loja, por siempre cantemos
Con acento de voz inmortal
Fuimos grandes y hoy más lo seremos
Con el triunfo de nuestro ideal.

I

Al calor de un brillante pasado
Que dio a Loja, blasón de talento,
De hidalguía, de fe y sentimiento,
Nueva vida queremos vivir.

II

La inquietud cultural vigoriza
La conciencia de un pueblo escogido
Que si acaso parece dormido
Hoy despierta a un glorioso existir.



Editorial



La presente publicación se constituye en la primera edición de la revista técnica de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Los artículos y evidencias fotográficas que forman parte de esta publicación dan cuenta del trabajo que viene desarrollando nuestra carrera en los tres ejes fundamentales del quehacer universitario: formación de recursos humanos, investigación y vinculación con la colectividad durante el periodo 2008-2011 para el que fui honrosamente designado en la coordinación de la carrera, trabajo desarrollado con el apoyo decidido de la Comisión Académica, Director del Área y del Rector de nuestra Universidad.

Los autores de los artículos técnicos demuestran el esfuerzo de nuestros docentes que nos participan sus experiencias y trabajos de investigación que se vienen ejecutando en la carrera en el ámbito técnico y científico.

De igual forma hacemos conocer los talleres y laboratorios con que cuenta el Área de Energía para la formación de los estudiantes de nuestra carrera: Taller mecánico, taller eléctrico y los laboratorios de automatización, máquinas eléctricas, máquinas de fluidos, laboratorio de electrónica, aula virtual, tres laboratorios de computación y una biblioteca con 50 computadores con servicio de internet; los mismos que se encuentran equipados con tecnología de última generación como fresadoras y tornos con control numérico, controladores programables industriales, equipos de instrumentación y comunicaciones industriales, analizadores de redes, equipos de mediciones y pruebas eléctricas y mecánicas, una estación meteorológica, etc. y trabajos de tesis elaborados por nuestros estudiantes que dan fe de su capacidad para aplicar sus conocimientos científico-tecnológicos.

Así mismo nos sentimos orgullosos con una planta docente de primer nivel en su gran mayoría con estudios de cuarto nivel, maestrías y doctorados donde se conjuga la experiencia con la juventud y se cumple en forma responsable con la hermosa y fecunda tarea de compartir sus conocimientos y de ser el guía y tutor de la formación profesional con excelencia académica contando con el apoyo eficiente del personal administrativo.

Es grato tener en nuestra aulas universitarias a estudiantes que día a día se esfuerzan por formarse en una Universidad para el pueblo, sesquicentenaria, orgullo de nuestra patria y acreditada como una de las mejores del Ecuador, que les abrió las puertas para que sean ellos mismos los que forjen su futuro con esfuerzo y dedicación, fruto de lo cual encontramos que nuestros profesionales se encuentran trabajando en todo el país en su campo profesional con gran éxito.

Al presentar esta revista técnica a la comunidad universitaria y ciudadanía en general lo hacemos con el ánimo de difundir nuestro accionar y con el compromiso de mejorar para conseguir la excelencia académica convencidos que siempre nuestra misión será la de contribuir positivamente a la formación profesional con pertinencia, ética, responsabilidad social y alto nivel académico para contribuir al desarrollo de nuestra patria y solucionar los problemas de la sociedad.

Norman Jiménez León
COORDINADOR DE LA CARRERA DE ING. ELECTROMECAICA
PERIODO 2008-2011

Loja, Julio del 2011



Universidad Nacional de Loja
Área de Energía y los Recursos Naturales no Renovables
CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

Ing. José Ochoa A.
DIRECTOR DEL ÁREA

Ing. Norman Jiménez León
COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Marco Rojas M.
Dr. Miguel Caraballo
COMISION ACADÉMICA

Sr. Rodrigo Ramirez
Representante Estudiantil

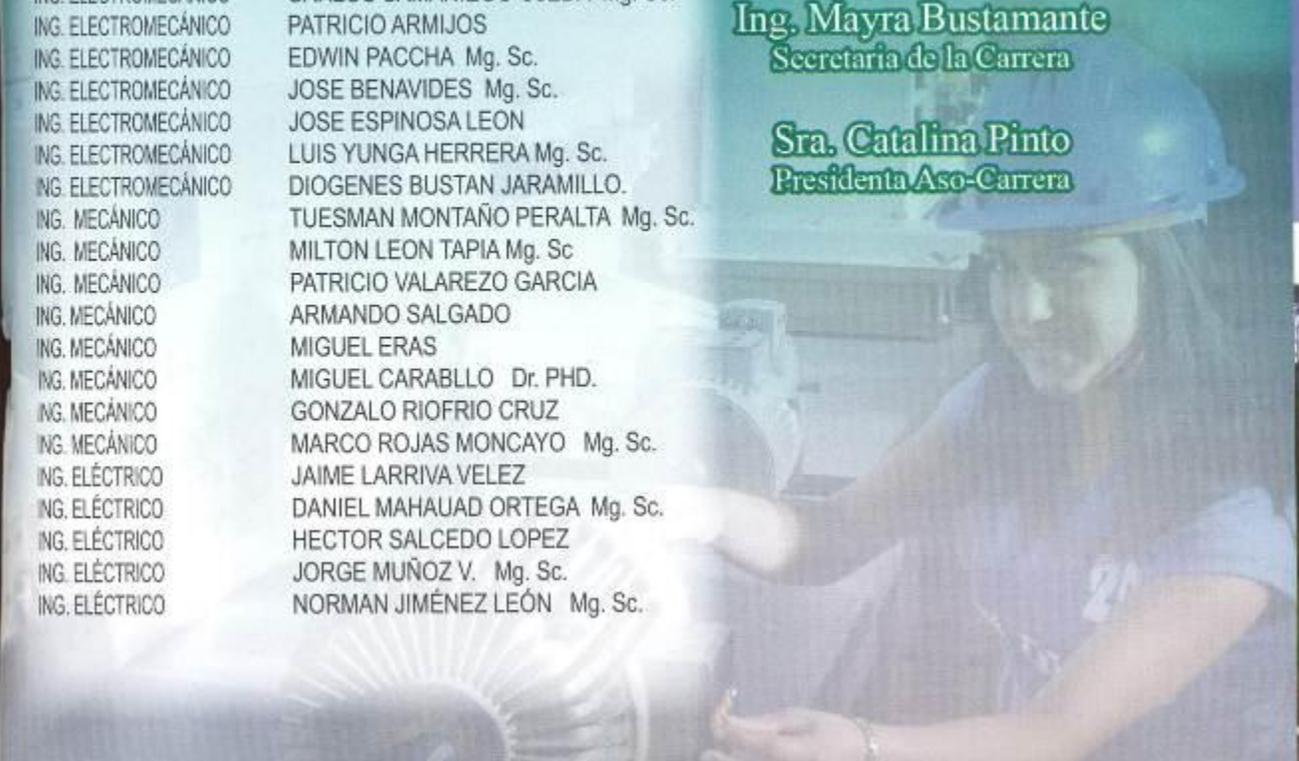
Ing. Mayra Bustamante
Secretaria de la Carrera

Sra. Catalina Pinto
Presidenta Aso-Carrera



PLANTA DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ING. ELECTROMECAÁNICO | FRANCISCO ALEGA LAOIZA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | DARWIN TAPIA PERALTA |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | MANUEL AYALA CHAUVIN Mg Sc.. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | CARLOS SAMANIEGO OJEDA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | PATRICIO ARMIJOS |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | EDWIN PACCHA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | JOSE BENAVIDES Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | JOSE ESPINOSA LEON |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | LUIS YUNGA HERRERA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | DIOGENES BUSTAN JARAMILLO. |
| ING. MECÁNICO | TUESMAN MONTAÑO PERALTA Mg. Sc. |
| ING. MECÁNICO | MILTON LEON TAPIA Mg. Sc |
| ING. MECÁNICO | PATRICIO VALAREZO GARCIA |
| ING. MECÁNICO | ARMANDO SALGADO |
| ING. MECÁNICO | MIGUEL ERAS |
| ING. MECÁNICO | MIGUEL CARABLLO Dr. PHD. |
| ING. MECÁNICO | GONZALO RIOFRIO CRUZ |
| ING. MECÁNICO | MARCO ROJAS MONCAYO Mg. Sc. |
| ING. ELÉCTRICO | JAIME LARRIVA VELEZ |
| ING. ELÉCTRICO | DANIEL MAHAUAD ORTEGA Mg. Sc. |
| ING. ELÉCTRICO | HECTOR SALCEDO LOPEZ |
| ING. ELÉCTRICO | JORGE MUÑOZ V. Mg. Sc. |
| ING. ELÉCTRICO | NORMAN JIMÉNEZ LEÓN Mg. Sc. |



GESTION DE EFICIENCIA LUMINICA EN EL ÁREA DE LA SALUD DE HUMANA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ing. Germán Arias Mosquera
Ing. Norman Jiménez León

ANTECEDENTES

Los requerimientos energéticos cada vez más crecientes sumado al constante incremento de los costos de los combustibles fósiles, debido al paulatino agotamiento de las reservas mundiales, sumado a que su quema provoca gases perjudiciales para el medio ambiente, obligó al hombre a buscar nuevas alternativas energéticas provenientes de los recursos renovables como: la energía eólica, solar, mareomotriz, geotérmica, biomasa, etc. Como una alternativa válida también se considera que el uso eficiente de la energía en nuestras sociedades, viabiliza un ahorro considerable de la energía, desplazando en el tiempo las inversiones de grandes centrales eléctricas.

La Constitución del Ecuador⁽⁴⁾ establece en su artículo 415 que el Estado promoverá el uso eficiente de la energía, el desarrollo de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias como también el uso de energías renovables, por otro lado, el artículo 416 especifica que el Estado adoptará medidas encaminadas a la mitigación del cambio climático estableciendo limitaciones a las emisiones de gases de efecto invernadero.

El Estado Ecuatoriano consciente de este problema y dando cumplimiento a lo que establece la Constitución del Ecuador, ha procedido a planificar el cambio de su matriz energética, cambio que debe ser apoyado por todas las instituciones públicas y privadas en especial de aquellas en las que se imparte el conocimiento como es el caso de la Universidad Nacional de Loja.

Institución desde la cual se debe impulsar programas de eficiencia energética que lleven a cambiar los hábitos de consumo, la utilización de equipos eficientemente energéticos en todos los sectores de consumo y el mejoramiento de la arquitectura de edificios, fábricas y viviendas, con el único fin de propender al ahorro de la energía.

Para determinar si un proyecto de eficiencia energética como el precedente, es viable y si se obtendrá los resultados esperados, es recomendable efectuar un análisis detallado del portador energético de la energía eléctrica, apoyándose en la información estadística de sus consumos, si de este análisis se desprende que existe la posibilidad de obtener un ahorro de energía es necesario establecer un plan de gestión energética.

GESTIÓN ENERGÉTICA⁽⁵⁾

La Gestión Energética es un subsistema de la gestión empresarial y comprende las actividades de administración y aseguramiento que le confieren la aptitud a la empresa de satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas.

Entre los conceptos básicos de la gestión energética se tienen:

- Deben controlarse el costo de las funciones o servicios energéticos y no el costo de la energía primaria.
- Concentrar los esfuerzos en el control de las principales funciones energéticas.
- Organizar el programa orientado al logro de resultados y metas concretas.
- Realizar el mayor esfuerzo dentro del programa a la instalación de equipos de medición.
- Atacar las causas de los problemas y no los efectos.
- Procurar una mejora integral en todo el sistema y no efectuar esfuerzos aislados.
- Detectar y cuantificar adecuadamente los potenciales de ahorro.
- No considerar las soluciones como definitivas.

Las direcciones estratégicas en los programas de uso racional de la energía son:

- El ahorro de energía**, entendiéndose por ello la eliminación de desperdicios de uso innecesario de energía.
- La conservación de energía**, en el sentido de mejorar la eficiencia en los procesos de provisión, distribución y uso final de la energía.
- La sustitución de fuentes de energía**, con el objetivo de reducir costos y mejorar la calidad de los productos.

Para ello se debe ejecutar tres etapas:

- Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de Acción).
- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

El correcto aprovechamiento de la información obtenida permite tomar las acciones correctivas que contribuyan a alcanzar los objetivos previstos de eficiencia energética.

En la ejecución del Proyecto se utilizan las herramientas básicas para establecer un Sistema de gestión energética, las que se describen a continuación:

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Normalmente un diagnóstico energético se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.

El portador energético que analizaremos es la energía eléctrica, para lo cual procedimos a recopilar la información estadística, correspondiente a los años 2007 y 2008, los registros mensuales se presentan en la siguiente tabla.

Mes	Energía Eléctrica							
	Medidor Energía No. 32023			Medidor Energía No.28270			Total	
	Consumo KWh	Tarifa	Factura USDs	Consumo KWh	Tarifa	Factura USDs	Consumo KWh	Factura USDs
ene-07	6.197	8PD	683,90	2.942	8PD	297,85	9.139	981,75
feb-07	5.022	8PD	578,56	2.000	8PD	197,76	7.022	776,32
mar-07	5.943	8PD	681,49	3.997	8PD	409,95	9.940	1.091,44
abr-07	6.555	8PD	727,91	3.479	8PD	354,91	10.034	1.082,82
may-07	6.560	8PD	733,33	3.946	8PD	404,53	10.506	1.137,86
jun-07	6.871	8PD	764,06	2.846	8PD	287,65	9.717	1.051,71
jul-07	7.048	8PD	777,46	3.230	8PD	328,45	10.278	1.100,91
ago-07	3.300	8PD	396,94	0	8PD	4,35	3.300	401,29
sep-07	5.081	8PD	576,83	4.883	8PD	504,09	9.964	1.080,92
oct-07	6.857	8PD	748,45	2.272	8PD	230,55	9.129	979,00
nov-07	6.399	8PD	700,43	2.873	8PD	290,53	9.272	990,96
dic-07	4.960	8PD	581,23	2.946	8PD	300,57	7.906	881,80
Suman 2007	70.793		7.945,59	35.414		3.611,19	106.207	11.556,78
ene-08	6.493	8PD	708,10	519	8PD	40,41	7.012	748,51
feb-08	5.285	8PD	595,51	800	8PD	70,26	6.085	665,77
mar-08	5.551	8PD	632,71	1.427	8PD	136,35	6.973	769,06
abr-08	6.922	8PD	755,25	0	8PD	1,76	6.922	757,01
may-08	6.812	8PD	1.003,05	0	8PD	1,76	6.812	1.004,81
jun-08	6.326	8PD	963,19	1.922	8PD	187,73	8.248	1.150,92
jul-08	7.032	8PD	1.041,44	2.736	8PD	362,21	9.768	1.403,65
ago-08	3.404	8PD	467,03	2.486	8PD	247,84	5.890	714,87
sep-08	5.788	8PD	619,05	2.529	8PD	204,95	8.317	824,00
oct-08	6.450	8PD	697,47	3.208	8PD	246,87	9.658	944,34
nov-08	5.841	8PD	656,21	3.576	8PD	213,01	9.417	869,22
dic-08	5.328	8PD	610,39	3.594	8PD	216,20	8.922	826,59
Suman 2008	71.232		8.748,40	22.792		1.928,35	94.024	10.678,75

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:

Para procesar la información recopilada es necesario recurrir al uso de herramientas que nos permitan establecer un sistema de gestión eficiente de la energía, entre estas tenemos:

Diagrama de Pareto⁽⁶⁾:

Al considerar a la energía eléctrica como el único portador energético a analizar, el porcentaje de participación de este portador es del 100%.

Diagrama Energético Productivo⁽⁶⁾:

El portador de entrada para este flujo es la energía eléctrica, que dentro del proceso productivo es transformada en iluminación y fuerza utilizada para accionar los artefactos eléctricos, dispositivos que son utilizados por los clientes del Área de la Salud Humana de la Universidad Nacional de Loja para desarrollar su trabajo y, como salida tenemos el servicio que se entrega al cliente interno y externo.



Obtenemos una relación clientes consumo de energía eléctrica a la que denominaremos tabla equivalente de producción, que es presentada a continuación.

Mes	Total Estudiantes Matriculados	Personal Administrativo	Días Hábiles por Mes	Personas por Mes (Producción)	Consumo de Energía Mensual
ene-07	1.712	70	21	347	9.139
feb-07	1.712	70	13	215	7.022
mar-07	1.482	70	23	350	9.940
abr-07	1.482	70	17	259	10.034
may-07	1.482	70	21	320	10.506
jun-07	1.482	70	21	320	9.717
jul-07	1.482	70	20	304	10.278
ago-07	0	0	21	0	3.300
sep-07	1.991	70	15	286	9.964
oct-07	1.991	70	22	420	9.129
nov-07	1.991	70	20	382	9.272
dic-07	1.991	70	17	324	7.906
ene-08	1.991	70	21	397	7.012
feb-08	1.991	70	14	265	6.085
mar-08	1.807	70	19	340	6.973
abr-08	1.807	70	22	393	6.922
may-08	1.807	70	22	393	6.812
jun-08	1.807	70	20	358	8.248
jul-08	1.807	70	22	393	9.768
ago-08	0	0	20	0	5.890
sep-08	2.454	70	17	394	8.317
oct-08	2.454	70	22	509	9.658
nov-08	2.454	70	18	417	9.417
dic-08	2.454	70	17	394	8.922

Gráficos de Control Energético^(b):

Los gráficos de control nos ayudan a observar el comportamiento de las variables en función de ciertos límites establecidos, son gráficos de auto-control de la producción y permiten detectar las alteraciones en el proceso de la producción.

El comportamiento de los datos se encuentra dentro del comportamiento normal de la producción, con excepción del mes de agosto en el cual los estudiantes entran en vacaciones.

Otro gráfico interesante para analizar el comportamiento de las variables de la producción el gráfico de Control – Índice de Consumo (IC), que se indica a continuación.

Los valores graficados tienen un comportamiento normal.

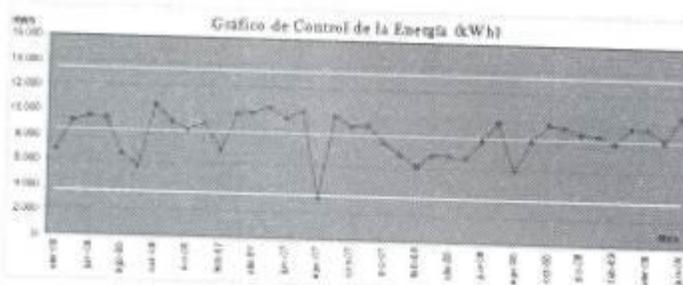
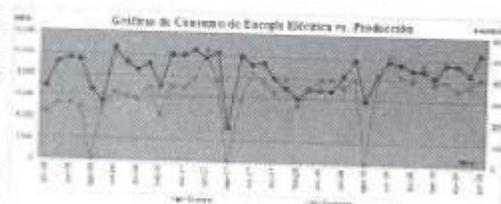


Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T)^(b):

Nos indica la variación simultánea del consumo de energía con la producción con respecto al tiempo, permite identificar los comportamientos anormales de la producción con respecto al consumo de energéticos, de producirse variaciones bruscas podremos determinar sus causas o factores que las producen.

El comportamiento normal de la producción se registra cuando a un incremento de la energía lleva a un incremento en la producción, caso contrario se la considera como una variación anormal, al igual que cualquier variación distorsionada del consumo de la energía con respecto a la producción.



El 64% del total de ocurrencia de las variaciones de energía tienen como respuesta un efecto similar en las variaciones de la producción y, el 36% restante responden de diferente manera a las variaciones de la energía, en la siguiente tabla se presenta esta variación en forma numérica.

Tabla Numérica del Gráfico E-P vs. T

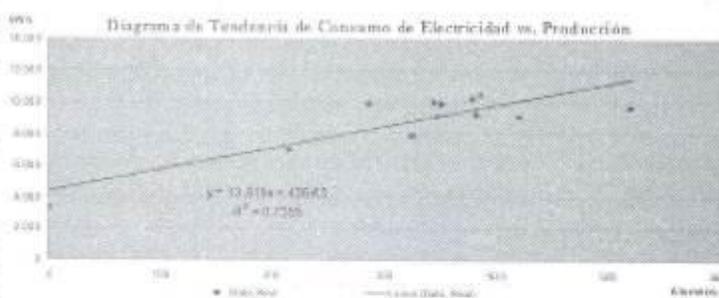
Periodo	Consumo	% Variación del Consumo	Producción	% Variación de la Producción	Comportamiento
ene-07	9.139	23,16%	347	38,04%	
feb-07	7.022	-41,56%	215	-62,79%	
mar-07	9.940	-0,95%	350	26,00%	Variación Anormal
abr-07	10.034	-4,70%	259	-23,55%	
may-07	10.506	7,51%	320	0,00%	
jun-07	9.717	-5,77%	320	5,00%	Variación Anormal
jul-07	10.278	67,89%	304	100,00%	
ago-07	3.300	-201,94%	0	0,00%	Variación Anormal
sep-07	9.964	8,38%	288	-46,85%	Variación Anormal
oct-07	9.129	-1,57%	420	9,05%	Variación Anormal
nov-07	9.272	14,73%	382	15,18%	
dic-07	7.906	11,31%	324	-22,53%	Variación Anormal
ene-08	7.012	13,22%	397	33,25%	
feb-08	6.085	-14,59%	265	-28,30%	
mar-08	6.973	0,73%	340	-15,59%	Variación Anormal
abr-08	6.922	1,59%	393	0,00%	
may-08	6.612	-21,08%	399	8,91%	Variación Anormal
jun-08	8.248	-18,43%	358	-9,78%	
jul-08	9.768	39,70%	393	100,00%	Variación Anormal
ago-08	5.890	-41,21%	0	0,00%	
sep-08	8.317	-16,12%	394	-29,19%	
oct-08	9.658	2,50%	509	18,07%	
nov-08	9.417	5,26%	417	5,52%	
dic-08	8.922	1,12%	394	-19,04%	Variación Anormal

Diagrama de Consumo Producción (E vs. P)^[1]:

El diagrama de dispersión del consumo de energía con respecto a la producción, puede revelar una importante información sobre la producción.

Nos ayuda a determinar si existe correlación entre las variables de consumo de energía y la producción.

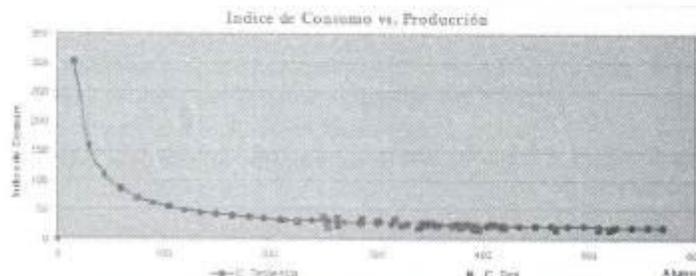
La gráfica relaciona las variables energía eléctrica consumida con la producción (número de clientes), al procesar la información estadística y obtener la tendencia generada por estas dos variables, observamos que la pendiente de la recta (línea azul) es positiva y la correlación alcanza un porcentaje del 74%, por lo tanto existe una buena correlación entre estas dos variables, resultados que establecen que el indicador de control **consumo de energía producción equivalente** descrito anteriormente, es adecuado.



Otro resultado que se puede observar, es la de energía no asociada a la producción (intersección de la recta azul con el eje y), es de 4.364,5 kWh, energía que es consumida por las luminarias utilizadas para la iluminación de los espacios físicos exteriores.

Diagrama Índice de Consumo – Producción (IC vs. P)^[1]:

Una vez obtenidos las gráficas de "E vs P" y la ecuación que caracteriza la recta descrita por el diagrama de "Tendencia de Consumo de Electricidad vs. Producción", ya se puede realizar el diagrama IC vs P.



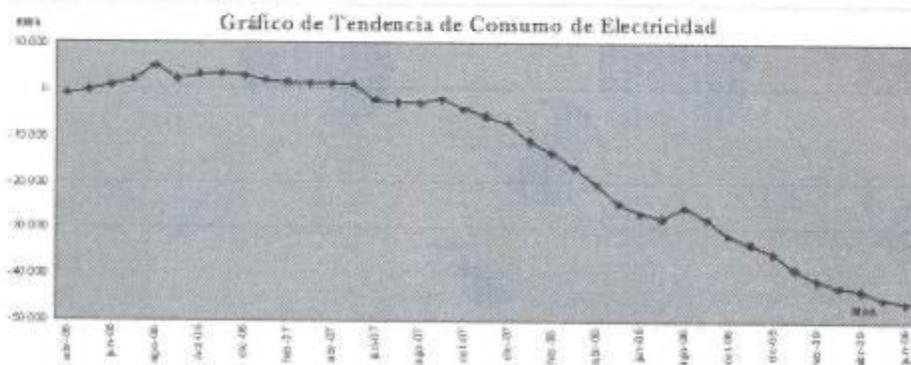
El índice de consumo varía de forma inversa con la producción, si el índice de consumo aumenta la producción disminuye, la disminución de la producción reduce el consumo de energía, pero el gasto energético por unidad de producción aumenta, debido al peso que comienza a tomar la energía no asociada a la producción. Si la producción aumenta, el gasto energético por unidad de producción disminuye y la energía no asociada a la producción comienza a perder peso.

El punto crítico se encuentra en 45 unidades de producción, bajo esta producción el índice de consumo crece rápidamente y sobre este punto su variación no es significativa.

El 58% de los puntos del índice de consumo real se encuentran sobre la curva, lo que indica que existe un potencial para la disminución de este índice, por lo tanto de ahorro energético.

Gráfico de Tendencias de Sumas Acumulativas (CUSUM) (1):

Este gráfico nos permite monitorear la variación de los consumos energéticos, respecto a un periodo base, como también, permite determinar la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se consumió en exceso.



La gráfica, muestra una tendencia a la disminución del consumo de energía con respecto a la producción.

DIAGNÓSTICO LUMÍNICO:

El diagnóstico eléctrico realizado estableció que el 85% del consumo de la energía eléctrica correspondía a la iluminación, sobre este componente trabajaremos para encontrar oportunidades de ahorro de energía.

El 100% de las luminarias instaladas tienen lámparas de 40W tipo T12.

La Universidad Nacional de Loja tiene un departamento que se encarga de realizar el mantenimiento en toda la universidad, pero por ser centralizado no realiza correctamente su función, en el Área de Salud Humana se pueden observar luminarias apagadas.

En general la iluminación promedio de las aulas es inferior a la recomendada y no posee una uniformidad adecuada.

Se observa un desperdicio de energía, debido a que las luminarias pasan encendidas en toda la jornada de labor, además, durante el día, la iluminación ofrecida por las luminarias que se encuentran cerca de las ventanas se ve opacada por la luz natural.

AHORRO DE ENERGÍA:

Por la calidad de luz que ofrece la luz natural, es obvio que el hombre prefiera la iluminación natural a la artificial al momento de realizar la iluminación de un ambiente de trabajo visual, además de ofrecer un perfecto rendimiento de los colores, aporta con elementos preactivos.

A pesar de sus indiscutibles ventajas, en ciertos casos es necesario controlar la luz natural para volverla útil durante la iluminación de un entorno de trabajo y para otros casos resulta necesario complementarla o reemplazarla con la luz artificial. La luz natural en interiores durante días sombríos puede alcanzar valores de 1.000 a 2.000 luxes y en días soleados 100.000 luxes.

Al ser la luz nuestro marcador temporal de nuestro reloj biológico, influye sobre nuestro estado de ánimo. Por lo tanto, una adecuada iluminación permitirá a las personas rendir más y mejor ya que aviva su estado de alerta, mejora su sueño por lo tanto su bienestar.

La iluminación eficiente de un ambiente bien iluminado, se lo planifica con la finalidad de que cumpla con los requerimientos de uso del local, la cual debe estar óptimamente ajustada para su servicio durante el día como para las horas de oscuridad, por lo que, la instalación eléctrica utilizada para este propósito debe ser capaz de cumplir con las exigencias lumínicas tanto del día como de la noche.

Los resultados obtenidos del diagnóstico energético del Área de la Salud Humana, evidencian que existe una buena oportunidad de ahorro de energía.

Al reducir el número de horas de encendido de las luminarias y al aplicar conceptos de eficiencia lumínica, nos permitirá obtener un ahorro considerable de energía.

El avance de la tecnología en iluminación, permiten conseguir en el mercado luminarias de reducida potencia pero con un alto rendimiento lumínico, produce una alta reducción en el consumo de energía.

Los siguientes criterios se aplican al planificar un ambiente o entorno luminoso: Distribución de luminarias, iluminancia, uniformidad de la iluminación, deslumbramiento, direccionalidad de la luz, color en el espacio visual.

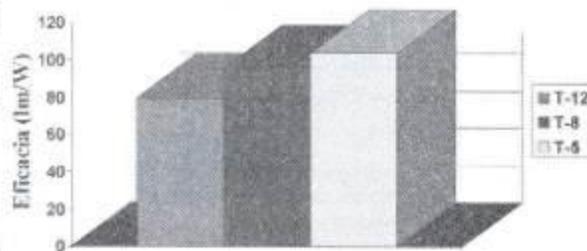
Edificios Educativos			
Lugar o Actividad	Iluminancia Media Em (Lux)	Índice Deslumbramiento Unificado (UGR)	Propiedades de Color (Ra)
Aulas de tutoría	300	19	80
Aulas de clases nocturna y educación de adultos	500	19	80
Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	80
Halls de entrada	200	22	80
Áreas de circulación, pasillos	100	25	80
Escaleras	150	25	80
Salas de profesores	300	19	80
Biblioteca: estanterías	200	19	80
Biblioteca: sala de lectura	500	19	80

Al no existir normativas nacionales, los parámetros indicados se obtienen de la norma europea UNE EN 12464-1 2003⁶, la cual define los siguientes valores para las siguientes actividades:

Al momento de cambiar la iluminación se debe solicitar la siguiente información para determinar el tipo de luminaria a utilizar:

- La potencia del conjunto de la luminaria compuesta por la lámpara y equipo auxiliar;
- Documentación fotométrica de la luminaria;
- Documentación de las características de la fuente de luz.

Eficiencia de las lámparas fluorescentes



Revisadas los diferentes tipos de luminarias que existen en el mercado se determinó que las luminarias que contienen las lámparas denominadas T5 son las más eficientes, en el siguiente gráfico se indica la eficiencia de las diferentes tecnologías.

La luminaria seleccionada pertenece a la Philips, su modelo es la TCS460 TL5 25 W HFP D8⁹, la lámpara que esta luminaria utiliza es de la Philips modelo Master TL5 High Efficiency Eco¹⁰.

Por medio del software Dialux¹¹, pudimos determinar el cumplimiento de los parámetros establecidos en los párrafos anteriores.

La suma de los cambios propuestos determinan que existirá una disminución en la potencia instalada en iluminación de 54,8 Kw a 33,18 Kw, significa un decremento del 39,48% y el ahorro de energía disminuye del 10,17 Mwh a 4,49 Mwh se obtiene una reducción del 55,99%.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL POTENCIAL AHORRO DE ENERGÍA:

Para el cálculo se ha considerado un periodo de análisis de 10 años y se ha determinado un flujo descontado de fondos considerando una tasa de descuento del 12% (normalmente utilizada para la evaluación de proyectos energéticos en el Ecuador).

	Inversión	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de energía (MWh año)		82,1873	82,1873	82,1873	82,1873	82,1873	82,1873	82,1873	82,1873	82,1873	82,1873	82,1873
Costo de energía (MWh año)		320,120	320,120	320,120	320,120	320,120	320,120	320,120	320,120	320,120	320,120	320,120
Ahorro de energía (USD año)		180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
Ahorro de depreciación de plantas de energía (USD año)		81,71	81,71	81,71	81,71	81,71	81,71	81,71	81,71	81,71	81,71	81,71
Beneficio de los ahorros por medio de plantas de 250 Kw		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Costos de inversión	-20,000											
Provisione de terreno y adquisición de las instalaciones	1,000,000											
Costo de planta	1,000,000											
Mano de obra					41,450			41,450			41,450	
Flujo de caja proyectado		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Tasa	12%											
Valor	11,88,874											

Se observa que el proyecto solo con el ahorro de energía no es rentable, pero al implementarlo producirá una reducción en las pérdidas de energía, disminución de la emisión de los gases de efecto invernadero por la disminución de la generación térmica, parámetros que se deben considerar.

DIRECTRICES DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA:

Para que un programa de eficiencia energética sea sostenible y sustentable, es necesario establecer y organizar un sistema de monitoreo y control:

Objetivos de Control:

De los resultados obtenidos, se observa que el consumo de energía eléctrica por cliente es alta por lo que para su reducción se puede establecer los siguientes objetivos de control:

- Elaborar un programa de uso eficiente de la energía eléctrica.
- Diseño lumínico eficiente tanto en el día como para la noche.
- Garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de las instalaciones.
- La eficiencia energética se mejora con el uso de luminarias de menor potencia y alto rendimiento lumínico.

Indicadores de Control:

Para obtener los resultados ya establecidos es necesario establecer indicadores que nos permitan verificar y controlar los cambios propuestos:

Objetivo de Control	Indicador	AGN de los KPI's				Meta	Toma de Decisión			Proyectos a cumplir
		Definición	Fórmula de cálculo	Frecuencia	Fuente		Peligro	Precaución	Logro	
Disminuir el consumo de energía eléctrica	Índice de consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica por cliente	Consumo de energía eléctrica / Número de clientes*	Mensual	Registros contables	10 Kw/Aumno (Diciembre 2011)	21	10 - 18	10	* Implementar un programa para que optimice el consumo de energía eléctrica * Cambio de luminarias
	Diseño lumínico eficiente	Kwh consumidos	Kwh Comprados a la Empresa Eléctrica	Mensual	Planillas de pago de luz	40% Reducción de consumo de energía eléctrica	0%	0% - 40%	40%	
Elaborar un programa de mantenimiento	Reposición de luminarias	Vida media de las luminarias	Horas de uso	Trimestral	Registros de mantenimiento	21 000 horas	25 000	21 000 - 25 000	21 000	* Programa de mantenimiento preventivo
	Limpieza de área iluminada	Illuminación Media (Em)	Luxes	Semestral	Registros de mantenimiento	450 - 500 luxes	< 400	400 - 500	> 450	

* Su cálculo es: (Clientes internos + Clientes externos)

CONCLUSIONES:

No se tiene un programa adecuado de mantenimiento de las instalaciones de alumbrado interior en el Área de la Salud Humana.

La iluminación promedio E_m medida en las aulas de clase es inferior a los 400 luxes, por lo tanto no cumple con las recomendaciones de norma europea UNE EN 12464-1 2003⁽²⁾.

Resulta necesario implementar un sistema de gestión energética en el Área de la Salud Humana para el cumplimiento de este propósito se plantean varios indicadores energéticos.

Al realizar un análisis de la información procesada y sus resultados, se puede evidenciar que las propuestas elaboradas en el presente trabajo se puede extender a todas las áreas de la Universidad Nacional de Loja como también a las instituciones públicas y privadas.

RECOMENDACIONES:

Se debe implementar un programa de educación energética a todos los niveles del Área de la Salud Humana, con el propósito de propender al ahorro de la energía eléctrica.

Repintado de las paredes con pinturas más reflexivas.

Realizar el cambio de las luminarias existentes por otras de mayor eficiencia lumínica.

Solicitar la implementación de un departamento de mantenimiento en el Área.

LIBROS:

- [b] CENTRO DE ESTUDIOS DE ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE. "Gestión Energética Empresarial", Universidad de Cien Fuegos, Cuba.
- [a] Constitución de la República del Ecuador, año 2008
- [c] NORMA UNE EN 12464-1, "Iluminación de los lugares de trabajo en el interior", 2003.

PAGINAS WEB:

- [g] PHILIPS. Catálogo de luminaria SmartForm TCS460, dirección electrónica http://www.ecat.lighting.philips.com/l/catalog/catalog.jsp?userLanguage=en&userCountry=aa&catalogType=LP_PROF_ATG&dyncharset=UTF-8&categoryid=LP_CF_TCS460_EU_FA_AA_LP_PROF_ATG&productid=910504010103_EU_AA_LP_PROF_ATG&title=TCS460%202x25W/840%20HFP%20H2L%20D8&ctn=910504010103_EU
- [h] PHILIPS. Catálogo Lámparas Fluorescentes MASTER TL5 High Efficiency Eco, dirección electrónica http://www.ecat.lighting.philips.com/l/catalog/catalog.jsp?userLanguage=en&userCountry=aa&catalogType=LP_PROF_ATG&dyncharset=UTF-8&categoryid=LP_CF_TL5HEECO_EU_FA_AA_LP_PROF_ATG&productid=927990984032_EU_AA_LP_PROF_ATG&title=MASTER%20TL5%20HE%20Eco%2025=28W/840%20SL&ctn=927990984032_EU

BIBLIOGRAFIA