



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROPUESTA DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA EMPRESA BOPP DEL ECUADOR S.A.”

**AUTOR: AGUIRRE RAZA, LUIS
MIGUEL**

OBJETIVO GENERAL

- REALIZAR UN ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA PROPONER ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA EMPRESA BOPP DEL ECUADOR S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el estado del consumo energético en la empresa Bopp del Ecuador S.A.
- Determinar indicadores energéticos en la empresa Bopp del Ecuador S.A. para la implementación de ahorro energético.
- Realizar un análisis técnico-económico del consumo energético en la empresa Bopp del Ecuador S.A.
- Identificar las oportunidades de ahorro de energía reduciendo pérdidas en los circuitos eléctricos de la planta.

CAPÍTULO I

- **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Es la capacidad de usar menos energía para producir la misma cantidad de iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos. También se puede decir que Eficiencia Energética es el medio más eficaz para reducir los efectos del cambio climático al incidir en la reducción de la producción de gases de invernadero.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El ahorro de energía no puede llevarse a cabo si no se conoce dónde y cómo se está utilizando, para lograr la eficiencia en su consumo. En la mayoría de los casos, el establecimiento de este punto de partida requiere de una inspección y de un análisis energético detallado de los consumos y pérdidas de energía, que generalmente se le conoce como Diagnóstico Energético.

A. ILUMINACIÓN

- Proporcionar una iluminación adecuada para que los trabajos que en él se realicen puedan efectuarse con la rapidez, seguridad y precisión deseadas.
- Contribuir a la creación de un ambiente visual agradable, cómodo y estimulante que permita conseguir unas aceptables condiciones de seguridad, higiene y bienestar en los puntos de trabajo.
- Satisfacer, además, en algunos casos, una serie de exigencias específicas que pueden presentarse en determinados espacios: potenciar la imagen empresarial, permitir la conclusión ordenada de la tarea en una emergencia, etc.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El alumbrado de un local o instalación deberá evitar la aparición de cansancio, aburrimiento, monotonía, etc. Asimismo, el alumbrado deberá contribuir a la armonía visual que genere agrado y satisfacción. Por otro lado, no causará incomodidades, debido a la aparición de deslumbramiento molesto, emisión molesta de calor por las fuentes de luz y otros aspectos pocos positivos

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

• TIPOS DE LÁMPARAS PARA LA INDUSTRIA

TIPO	POTENCIAS	FLUJO LUMINOSO/EFICACIA LUMINOSA	OBSERVACIÓN	VIDA MEDIA DE UN LOTE
Lámparas Incandescentes	25, 50, 100, 150, 200, 500 y 1000 W	220, 600, 1250, 2000, 2900, 8300 y 18000 Lúmenes	Se pueden conectar directamente a la red, sin necesidad de ningún accesorio eléctrico.	Aprox. 1000 h.
Lámparas Fluorescentes	20, 32, 40, 80 W	1000, 2000, 5600 Lúmenes	Forma tubular y circular. Existen de color blanco cálido, blanco frío, luz día. El número y tipo de encendidos influye decisivamente en la vida de los fluorescentes.	Entre 4000 y 20000 h.
Lámparas de Vapor de Mercurio	50, 80, 125, 250, 400, 700, 1000 y 2000 W	Eficacia Luminosa: Entre 40 y 60 lm/W, según el orden creciente de las potencias	Para que emita todo el flujo hace falta que transcurran unos 6 seg. A partir de la conexión.	Entre las 9000 y 14000 h.
Lámparas de Halogenuros Metálicos	175, 250, 360, 400 W	Rendimiento Luminoso: Entre 68 y más de 100 lm/W	Son lámparas de mercurio a las que se añaden ciertos halogenuros metálicos.	Entre 15000 y 20000 h.
Lámparas de Sodio de Baja Presión	18, 35, 55, 90, 135 y 180 W	Eficacia Luminosa: 125 y 185 lm/W, según el orden creciente de las potencias; incluyendo equipos auxiliares: se considera entre 100 y 150 lm/W	Permiten la regulación de la emisión luminosa conservando un alto rendimiento.	Aprox. 9000 h.
Lámparas de Sodio de Alta Presión	70, 150, 250, 400, 1000 W	Rendimiento Luminoso: Entre 90 y más de 130 lm/W	Son las que se proporcionan mejores expectativas para el alumbrado industrial. Solamente cuando el color sea una exigencia básica, deberá recurrirse a las lámparas de halogenuros metálicos.	Duración de 10000 h para bajas potencias y más de 20000 h, para potencias elevadas.
Lámparas Compactas	7, 11, 20, 23 y 40 W	800, 1000, 1250 Lúmenes	Son lámparas sustitutivas de las incandescentes. Constan de un tubo fluorescente que se enrolla para reducir el tamaño incorporado y un casquillo normal (E 27)	Aprox. 8000 horas
Mini Fluorescentes Compactos	15, 20, 23 y 40 W	900, 1200, 1500 Lúmenes	Esta es una nueva serie de lámparas fluorescentes compactas, dotadas con un arrancador y reactancia incorporados. Tienen un casquillo E 27, las lámparas incandescentes usuales se pueden cambiar sin la menor dificultad.	Tienen una vida útil aproximadamente de 8000 horas dependiendo de la marca.

1. Flujo Luminoso

“El flujo luminoso es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo). La unidad de medida es el LUMEN.”

$$F = E * S$$

Dónde:

- F = Flujo luminoso en lúmenes.
- E = Nivel de iluminación en lux.
- S = Superficie en m^2 .

2. Intensidad Luminosa

Con un luxómetro colocado a una distancia de la lámpara que sea como mínimo cinco veces la máxima dimensión de la misma, orientando la célula del luxómetro directamente a la fuente luminosa y multiplicando el valor obtenido por el cuadrado de la distancia expresado en metros.

$$I = E * D^2$$

Dónde:

- I = Intensidad luminosa en candelas.
- E = Nivel de iluminación en lux
- D = Distancia de la fuente luminosa a la superficie iluminada en m².

La candela es la unidad básica de la iluminación.

3. Nivel de Iluminancia

“Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie”.

La iluminación es el principal dato de proyecto para una instalación de alumbrado.

El nivel de iluminación o iluminancia de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Se simboliza por la letra E , y su unidad es el lux (lx).

$$E = \frac{F}{S}$$

Dónde:

- E = nivel de iluminación en lux (lx),
- F = flujo de la lámpara en lúmenes (lm)
- S = Superficie en m^2 .

4. Temperatura de Color

Técnicamente, la "temperatura de color" puede emplearse solamente para fuentes incandescentes, representando tanto el grado de blancura como la composición espectral de la fuente.

Sin embargo, se emplea el término "temperatura de color aparente o correlacionada" para traducir la blancura de lámparas fluorescentes, lámparas de vapor de mercurio, etc.

TIPOS DE ILUMINACIÓN

Iluminación General.- Provee un nivel de iluminación uniforme en toda el área de la nave industrial. Se determina principalmente por la altura disponible para el montaje de las luminarias:

- Áreas de altura baja (hasta aprox. 7 m): se selecciona usualmente fluorescentes tubulares.
- Áreas de altura media (aprox. de 7 a 12 m): fluorescentes tubulares ó lámparas de descarga de alta intensidad de fuente puntual.
- Áreas altas (por encima de 12 m): fuentes de luz puntuales.

Iluminación Centralizada (Localizada).- Provee un nivel de iluminación específica en el puesto de trabajo.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

Decreto Ejecutivo 2393 Art. 56, ILUMINACIÓN, NIVELES MÍNIMOS	
ILUMINACIÓN MÍNIMA (LUXES)	ACTIVIDADES
20	Pasillos, patios y lugares de paso.
50	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200	Si es esencial una distribución moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

B. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES ELÉCTRICOS.

El tema de la eficiencia energética toma importancia ante el aumento en el uso de la energía eléctrica en países donde el crecimiento energético se contrapone con el crecimiento industrial. Ante esa visión, la generación de energía está limitada y aprovechando la existente simplemente debemos hacer más eficientes los usos. Ahora bien, existen variados equipamientos eléctricos asociados con bajo consumo, pero el caso relevante sin duda que son los motores eléctricos

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

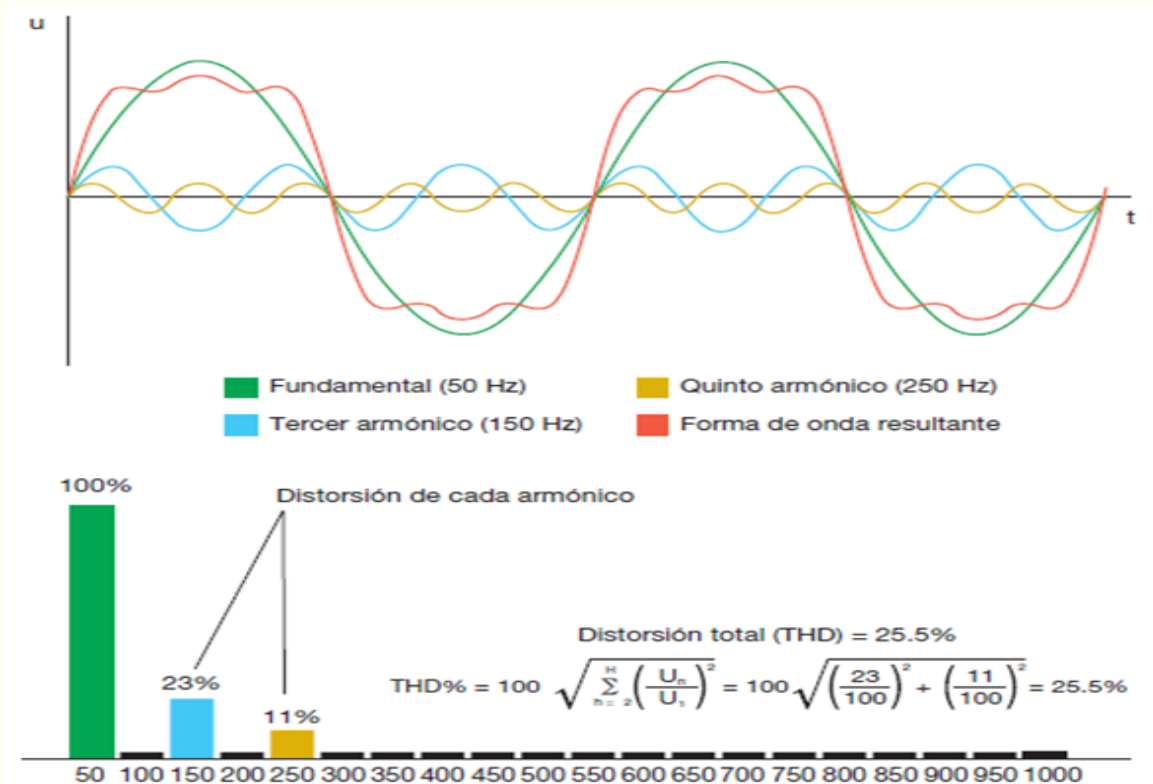
La eficiencia de un motor está dada en la razón entre la potencia que se obtiene nominalmente en el eje del motor (potencia mecánica) y la potencia absorbida por el motor (potencia eléctrica). De esta forma, la diferencia entre ambas potencias corresponderá a las pérdidas eléctricas y mecánicas asociadas a la conversión de energía que se produce en cada motor eléctrico.

- **ARMÓNICOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

El desarrollo tecnológico en el ámbito industrial y doméstico ha dado lugar a la difusión de aparatos electrónicos que, debido a su principio de funcionamiento, absorben una corriente no sinusoidal (cargas no lineales). Dicha corriente provoca, **aguas arriba en la red**, una caída de tensión también no sinusoidal y, consecuentemente, las cargas lineales se encuentran alimentadas por una tensión distorsionada.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El armónico cuya frecuencia corresponde al periodo de la forma de onda original se llama *armónico fundamental* y el armónico con frecuencia igual a "n" veces la del fundamental se llama *armónico de orden "n"*.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Los principales aparatos que generan armónicos son:

- Ordenadores
- Variadores de velocidad
- Soldadoras
- Hornos de arco y de inducción.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

BOPP Del Ecuador S.A. forma parte de Oben Licht Holding Group, es un innovador, moderno grupo industrial y comercial con más de 20 años de experiencia atendiendo con excelencia al mercado latinoamericano y europeo. A través de dedicación, tecnología y un servicio personalizado de primera, ha logrado abrirse paso y ganar el nombre que con orgullo hoy en día lleva.

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

Bopp del Ecuador S.A. como parte de este grupo es una empresa que desarrolla, produce y comercializa productos plásticos con el fin de ofrecer alternativas que satisfagan las más altas exigencias de los clientes con que cuenta.

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

• TIPOS DE PRODUCTOS

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN	USOS
SC Seal Film	Termo-sellabilidad por ambas caras, propiedades antideslizantes y antiestáticas que proporcionan una excelente maquinidad.	Impresión con tintas para empaques de todo tipo	
MC Metal Film	Una cara metalizada con aluminio de alta pureza, con barrera a los gases, rayos ultravioletas y aromas.	Envoltura de papas fritas, chocolates, snacks	
PC Perla Film	Pigmentación blanca opaca, con cavitación optimizada y amplio rango de sellado.	Fundas para envoltura de alimentos, jabones, detergentes	
FH Flower Film	Alta transparencia y brillo debido a su estructura de tres capas, que realza las propiedades ópticas del producto.	Capuchones o empaques florales	
PDH Tape Film	Perlada, una cara mate, y la otra brillante, no contiene aditivos migratorios que reducen la fuerza de adherencia de tintas y adhesivos.	Película base para cintas adhesivas	

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

- **EQUIPO Y PROCESO DE PRODUCCIÓN**



ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

Ambas máquinas están diseñadas para trabajar desde 15 hasta 100 micras de espesor de la película pero debido a razones técnicas de optimización y productividad, las líneas se han dividido de acuerdo con el siguiente detalle:

- **DMT:** Trabaja: 15, 17, 20, 25, 30 micras de espesor PDH-60 (etiquetas) y materiales especiales como Perlados, BC, (Base para metalizar) y TH (Cinta Adhesiva) así como materiales genéricos SC.
- **MARSHAL WILLIAMS:** Trabaja 30, 35, 40, 50, 100 micras de espesor FH y HH100 y todos los genéricos.

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

Históricos de Producción de las líneas M&W y DMT

HISTÓRICOS DE PRODUCCIÓN EN LÍNEAS M&W Y DMT (TM) AÑO 2013

FAMILIA	ENERO	FEBRERO	MARZ	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
BASE	5,938	-	-	4,903	5,884	15,034	19,273	22,570	19,229	31,817	60,219	33,045
ECO	-	16,520	-	-	-	-	6,886	-	-	6,196	-	-
FLOWER	15,525	33,690	12,663	57,942	97,162	41,721	4,891	-	61,350	68,618	-	-
LAMI	-	3,180	-	-	7,310	-	-	1,679	-	-	-	10,942
MATTE	5,620	-	5,076	-	-	-	21,696	-	-	22,589	-	-
OPAQUE	2,580	23,100	7,216	62,794	65,590	-	50,546	32,316	102,924	208,703	-	30,757
OTROS	-	13,564	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERLA	130,005	97,921	134,388	364,235	447,548	217,300	239,070	211,096	295,111	148,397	210,127	113,570
SEAL	69,610	342,524	189,273	56,054	142,650	89,753	232,301	101,728	262,492	132,830	236,617	373,424
SHEET	7,320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TAPE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WHITE	70,862	-	174,658	-	-	-	-	-	3,899	18,543	-	-
TOTAL	300,873	530,499	523,274	545,928	759,565	363,808	574,662	369,398	745,006	637,694	506,962	561,738
PROMEDIO									534,950			

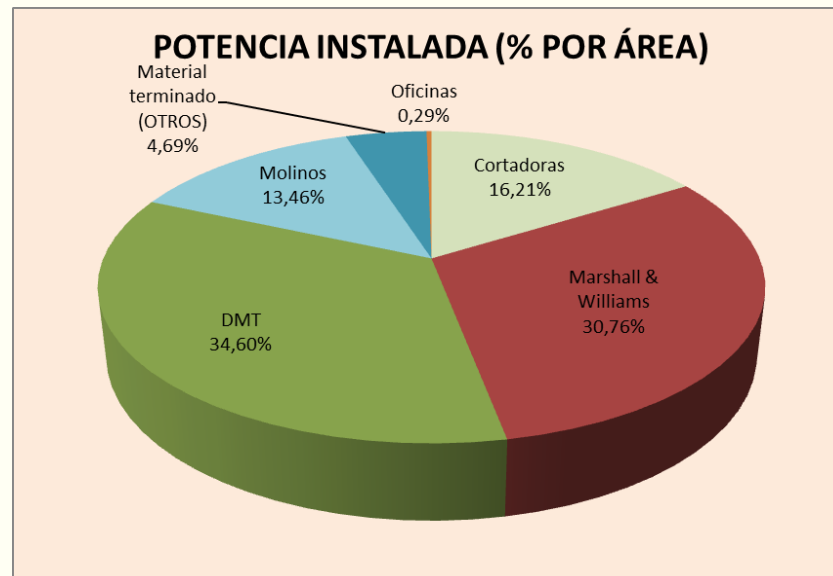
CAPÍTULO III

La recolección y el análisis de datos deberán representar un elemento fundamental para relacionar la producción con el consumo de energía, tanto a nivel global como a nivel de procesos.

BOPP del Ecuador S.A. en sus instalaciones posee una potencia instalada aproximadamente de **2239,55 KW**, misma que distribuida en cada una de sus áreas de proceso, se muestra en la siguiente tabla:

• POTENCIA INSTALADA

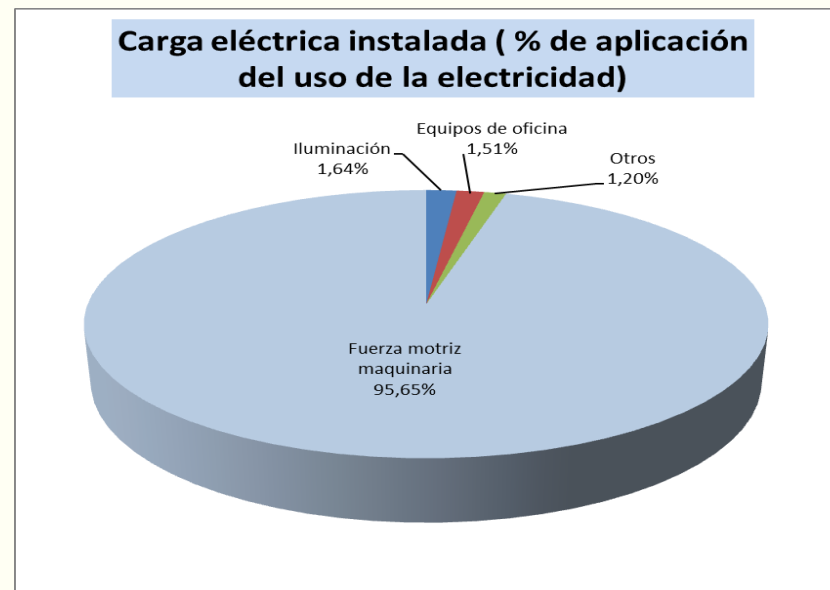
Área	Potencia instalada por área (kW)
Cortadoras	363,02
Marshall & Williams	688,94
DMT	774,86
Molinos	301,36
Material terminado (OTROS)	104,95
Oficinas	6,43
Potencia total instalada (kW)	2239,55



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA INSTALADA SEGÚN LA APLICACIÓN DEL USO ELÉCTRICO

PUNTOS DE CONSUMO	Potencia instalada (kW)	%
Iluminación	36,840	1,64
Equipos de oficina	33,780	1,51
Otros	26,844	1,20
Fuerza motriz maquinaria	2.142,086	95,65
TOTAL	2.239,550	100,00



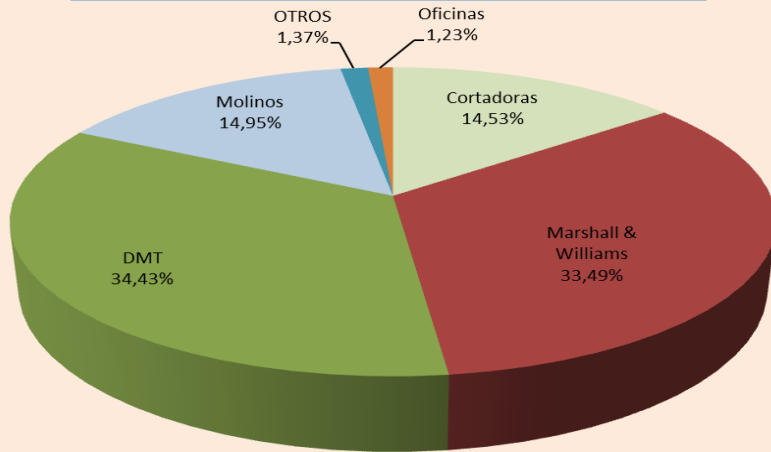
DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

- De las investigaciones y recopilación de información que se realizó en la empresa, se pudo verificar que tiene un consumo de energía mensual de aproximadamente 1'148.901,690 kWh, repartido en 721.755,795 kWh en el horario diurno y 427.145,895 kWh en el horario nocturno. La distribución por áreas de este consumo energético se muestra a continuación.

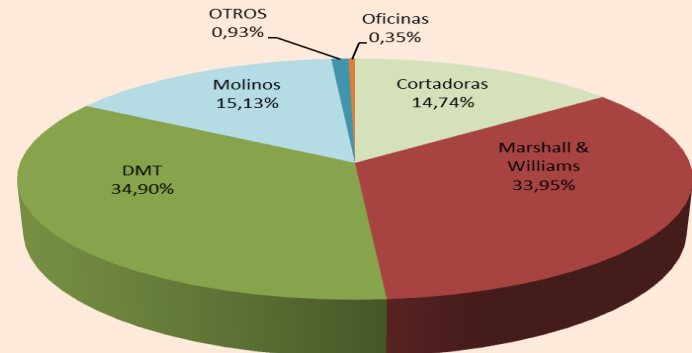
Área	E diurna parcial por área (kWh)	E nocturna parcial por área (kWh)
Cortadoras	104.905,800	62.943,480
Marshall & Williams	241.741,170	145.016,190
DMT	248.492,835	149.087,925
Molinos	107.889,300	64.608,300
Otros (Despacho,Material terminado)	9.860,230	3.977,100
Oficinas	8.866,460	1.512,900
Energía estimada parcial (kWh)	721.755,795	427.145,895
Energía estimada total (kWh)	1'148.901,690	

DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

Estimación mensual de consumo diurno (% por área)

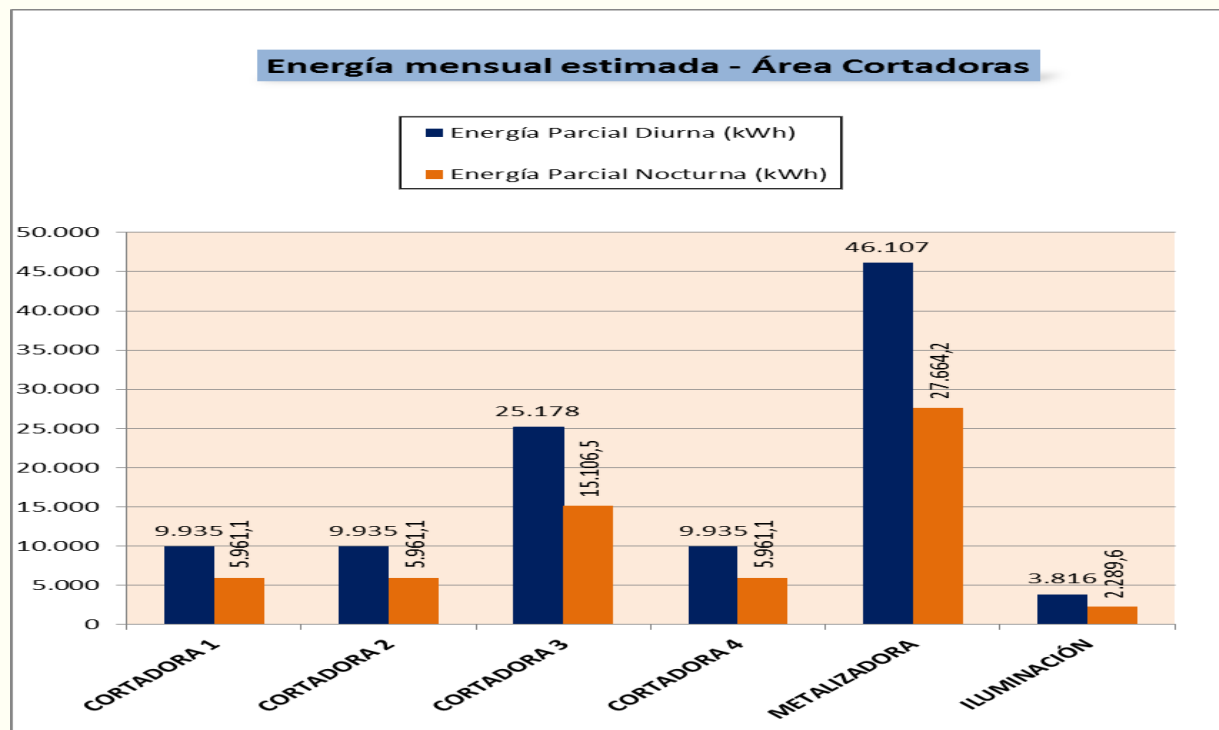


Estimación mensual de consumo nocturno (% por área)

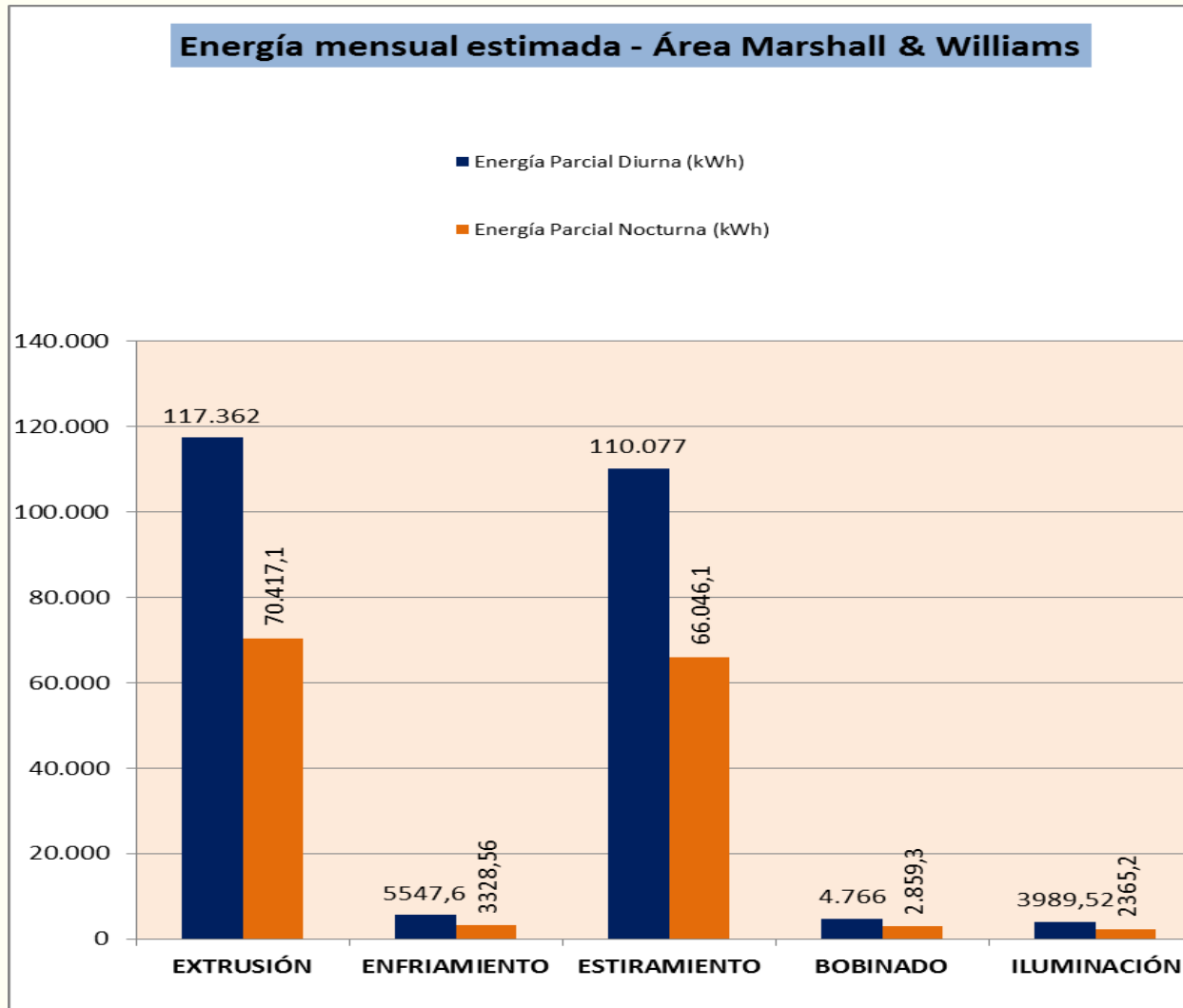


DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

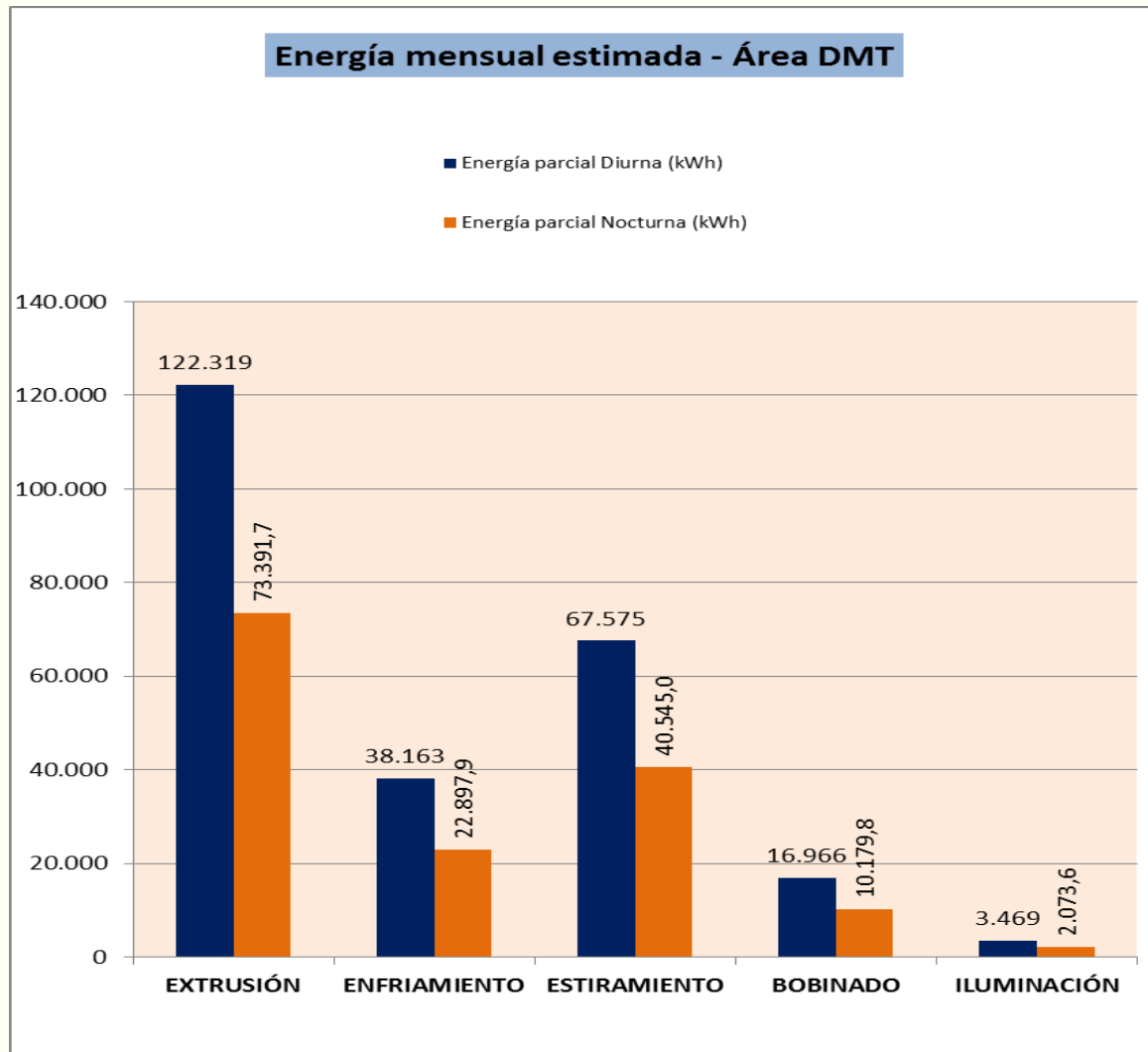
Dentro de esta área se encuentran dos grupos de consumo que son: Fuerza (Motores eléctricos) e iluminación. En la figura 3.5 se aprecia los consumos por cada uno de los equipos donde están todas las cortadoras y la metalizadora.



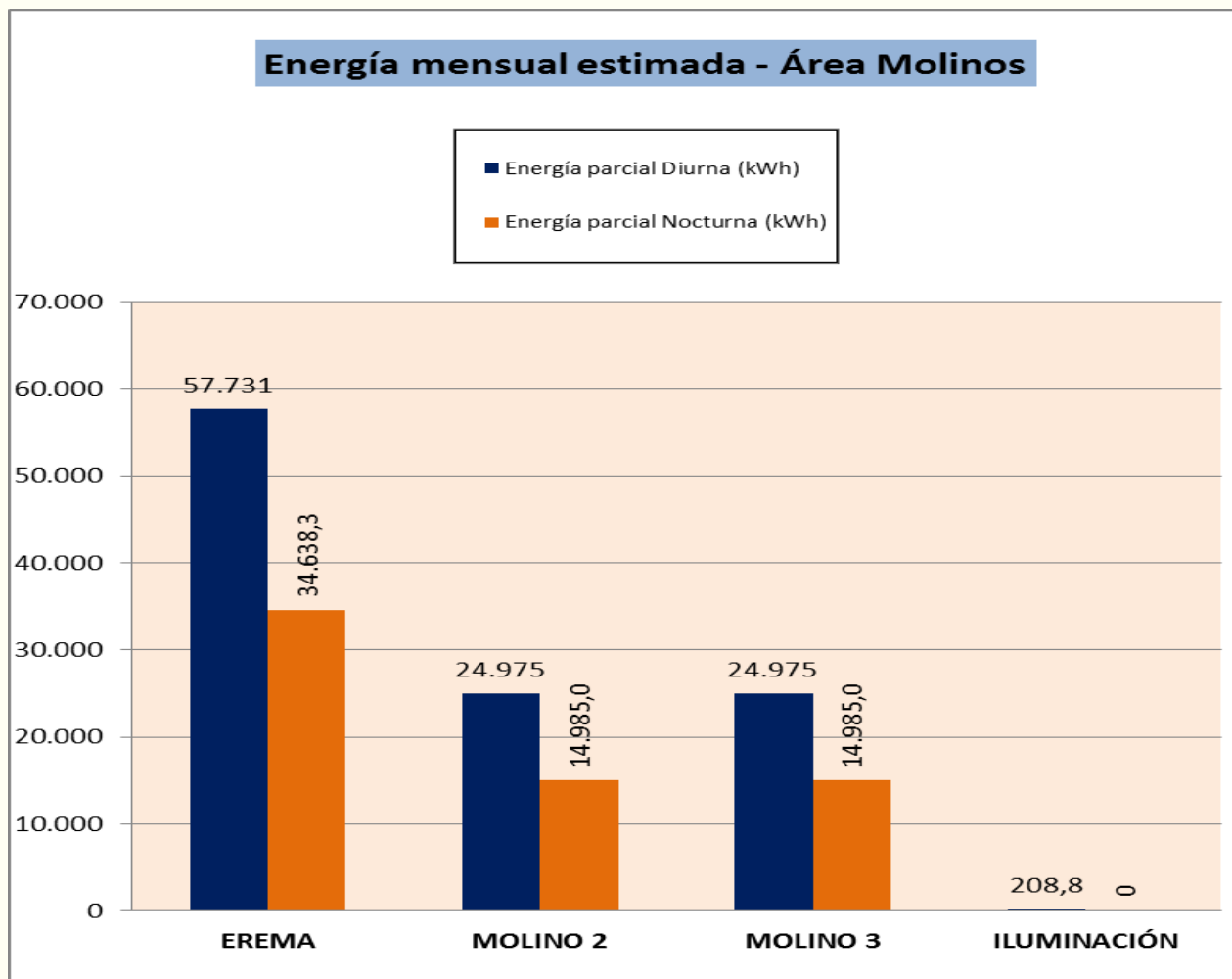
DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA



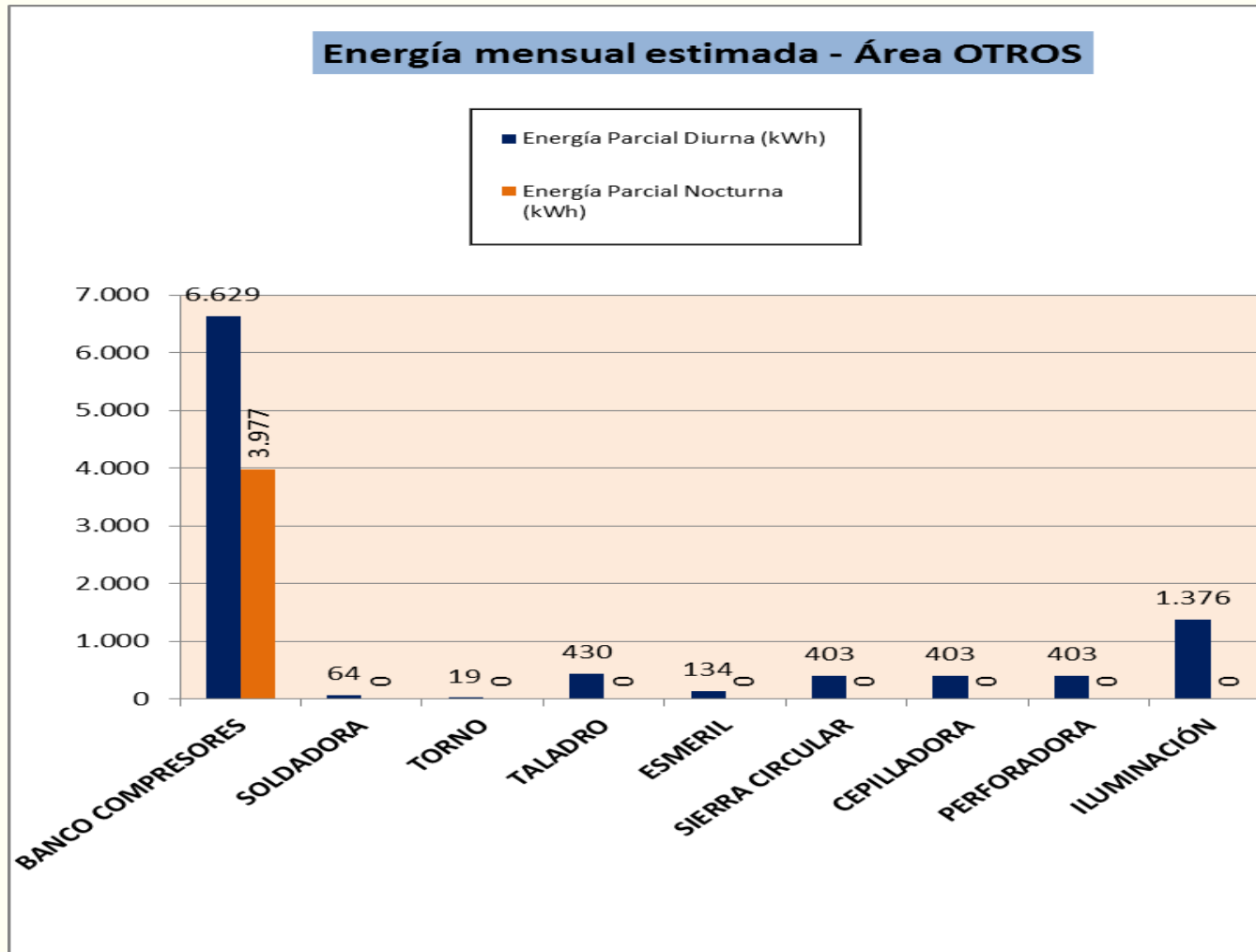
DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA



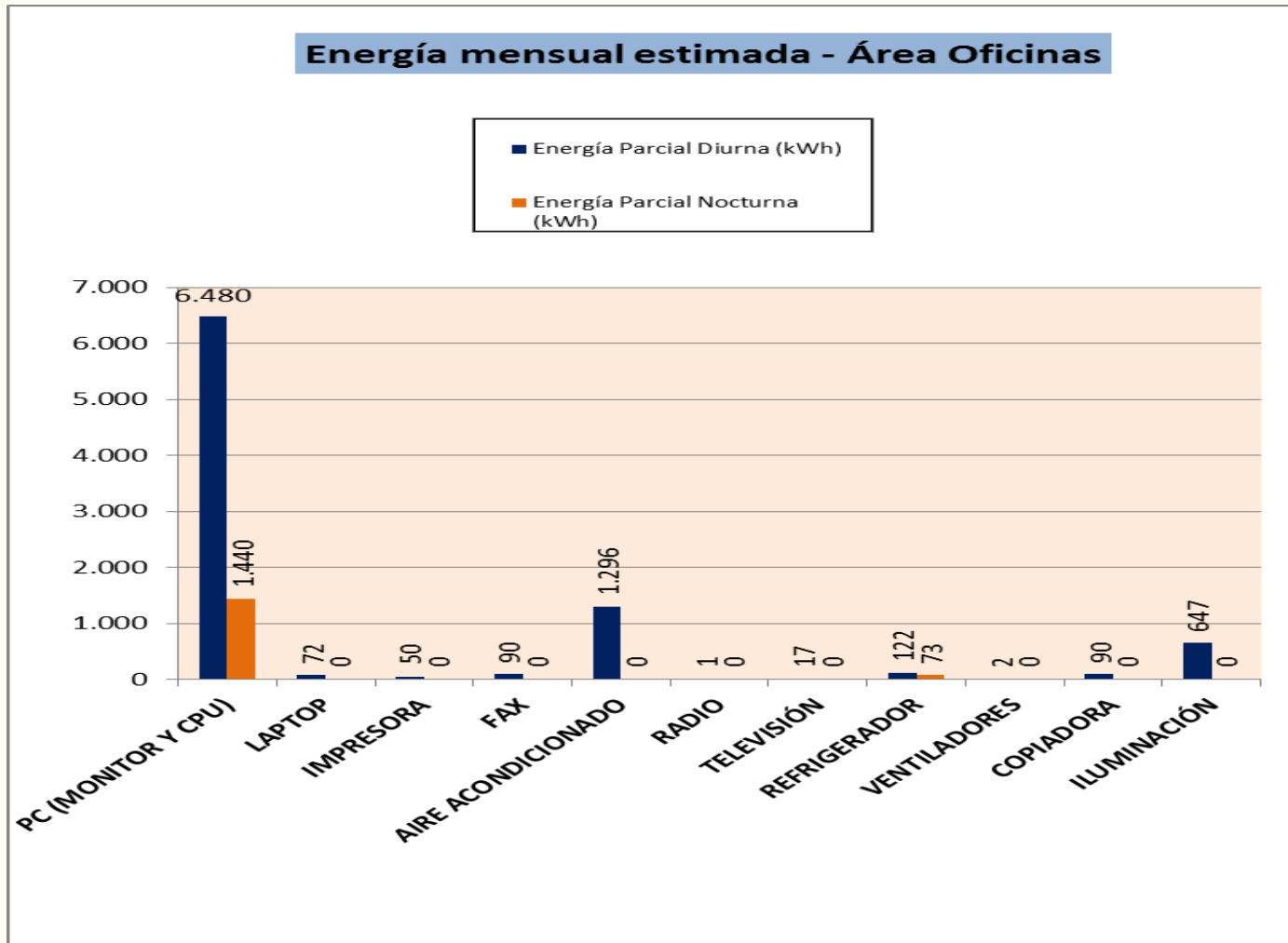
DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA



CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

El Factor de Corrección para Industriales en media y alta tensión es un incentivo que da el CONELEC a determinados consumidores para que disminuyan la demanda en horas de pico, y se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$FCI = A \left(\frac{DP}{DM} \right) + (1 - A) \left(\frac{DP}{DM} \right)^2$$

Donde:

- $A = 0,5833$
- DP = Demanda máxima registrada por la empresa en las horas de pico
- DM = Demanda máxima de la empresa en el mes.

Ejemplo: Marzo 2013

$$FCI = A \left(\frac{DP}{DM} \right) + (1 - A) \left(\frac{DP}{DM} \right)^2$$

$$FCI = 0,5833 \left(\frac{1760}{1763} \right) + (1 - 0,5833) \left(\frac{1760}{1763} \right)^2$$

$$FCI = 0,98$$

Por lo tanto se asume el valor de $FCI = 1,2$ ya que 0,98 se encuentra en el rango 0,6 a 0,9 y menor o igual a 1.

El factor de corrección en todos los meses del año 2013 es $FCI = 1,2$.

MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN POR PUESTO DE TRABAJO

La situación actual en las áreas de la empresa Bopp del Ecuador S.A. según el decreto ejecutivo 2393, Art. 56. ILUMINACIÓN, NIVELES MÍNIMOS, todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos, la mayoría de áreas de la empresa no cuenta con la suficiente iluminación como lo indica el decreto ejecutivo 2393, Art. 56. Iluminación, Niveles Mínimos.

DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

LÍMITES DE DISTORSIÓN ARMÓNICA DE VOLTAJE

El CONELEC establece que los valores (rms) de los voltajes individuales (V_i') y los THD que deben ser expresados como porcentaje, no deben sobrepasar los límites que se tabulan a continuación.

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	$0.1 + 0.6*25/n$	$0.2 + 1.3*25/n$
Impares múltiplos de 3		
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

DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

LÍMITES PARA DISTORSIÓN DE CORRIENTE

Las corrientes armónicas, pueden ocasionar problemas de distorsión, lo cual se refleja en la operación errática de equipo computarizado, sobrecalentamiento de equipo y conductores, falla prematura de equipos, disparo de interruptores.

ISC = máxima corriente de cortocircuito en el punto de acoplamiento común.

IL = máxima corriente de carga demandada (componente de frecuencia fundamental) en el punto de acoplamiento común.

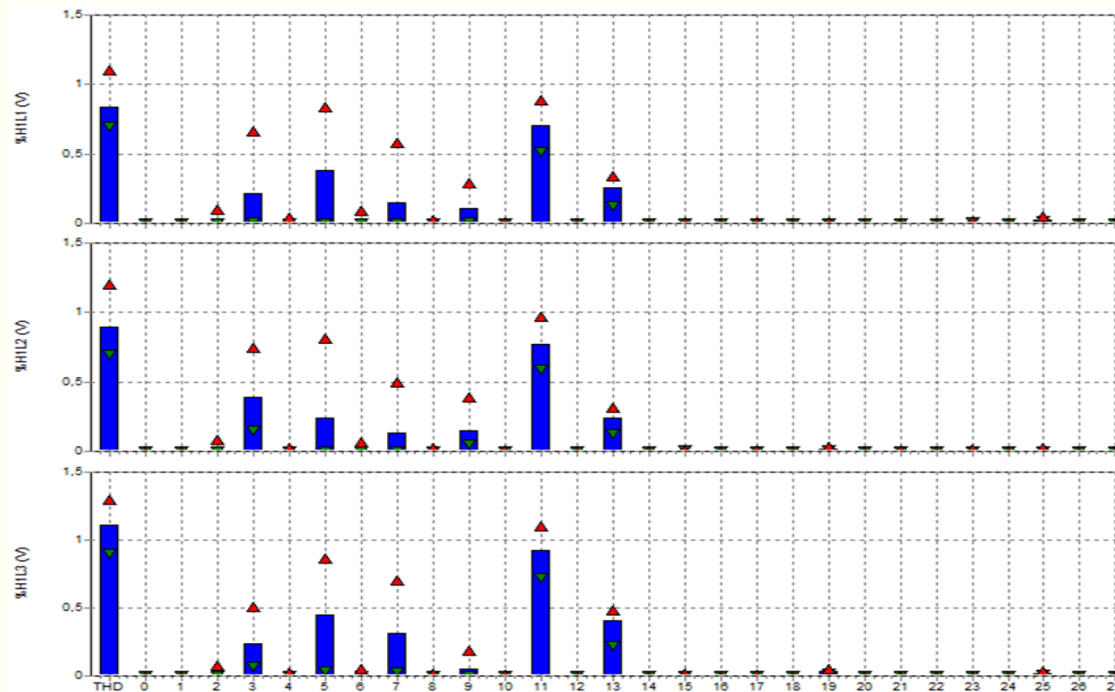
Máxima Distorsión de Corriente Armónica en Porcentaje de IL						
Orden Armónico Individual (Armónicos Impares)						
Isc / IL	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
<20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

- LÍNEA MARSHALL & WILLIAMS

VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS 37 kW - CADENA

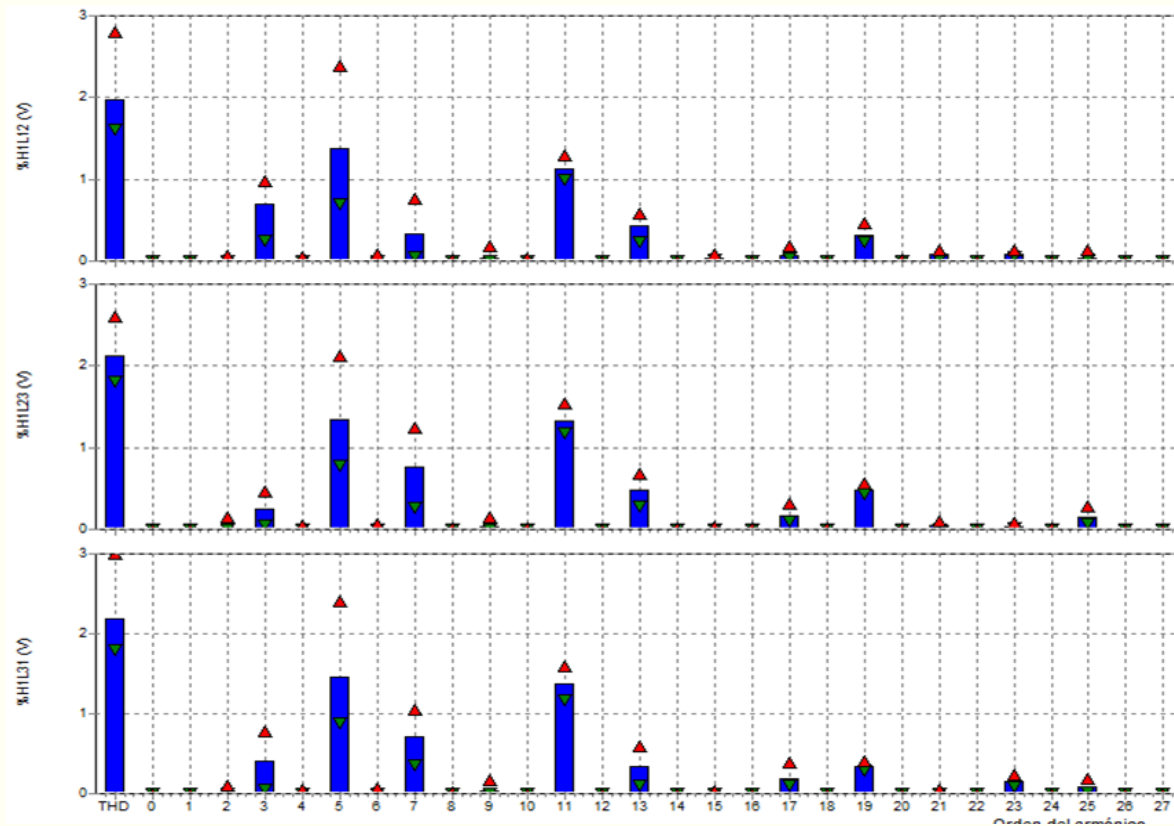
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	431,35	20,65	0,84
L2	428,6	19,02	0,89
L3	432,06	20,3	1,11



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS 55 kW - EXTRUSORA 1,75

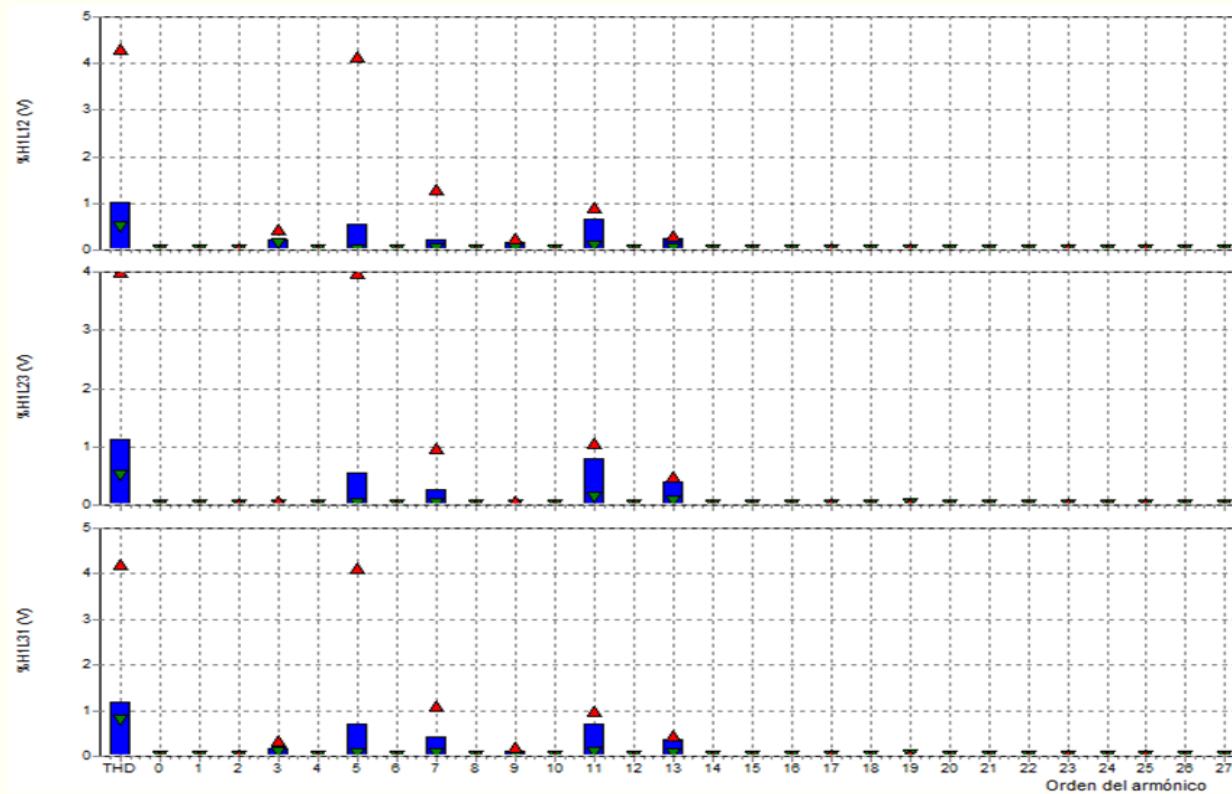
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	429,56	6,04	1,97
L2	434,25	7,11	2,12
L3	434,32	7,54	2,17



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

VARIADOR DE FRECUENCIA SCHNEIDER 200 kW -
EXTRUSORA 4,5

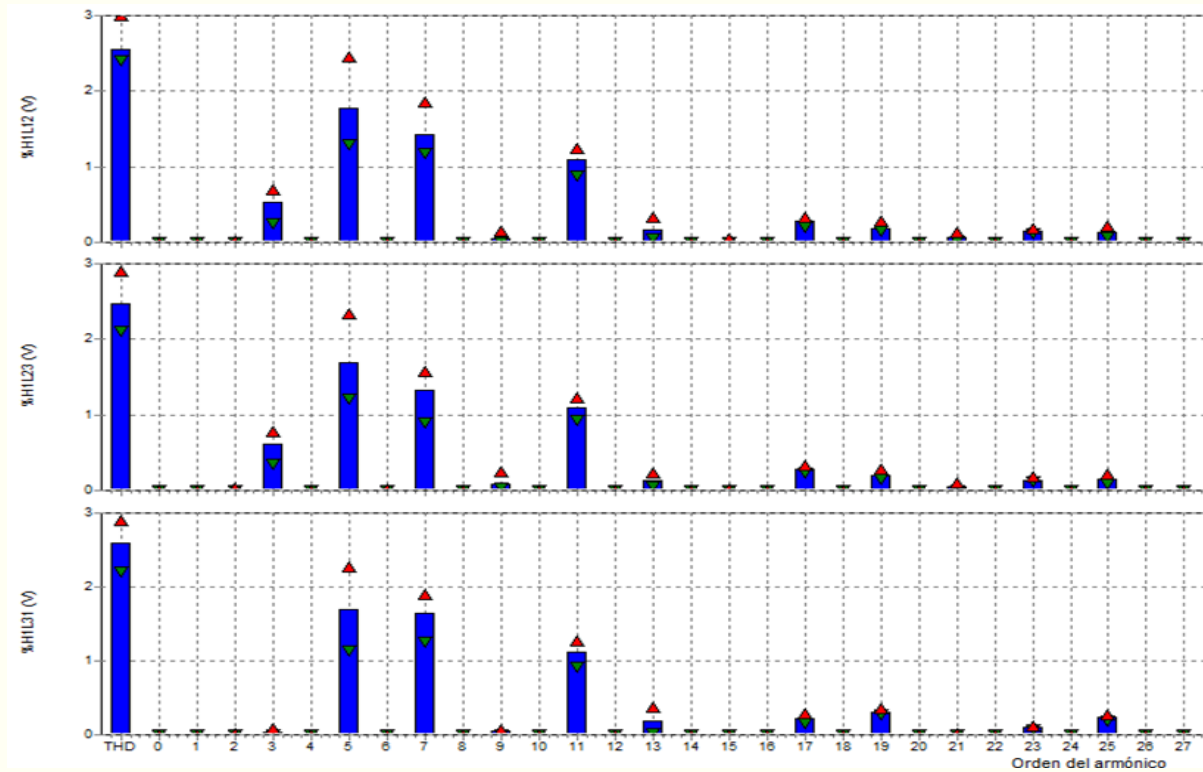
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	429,41	11,88	1,02
L2	434,05	13,32	1,11
L3	434,17	14,07	1,12



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

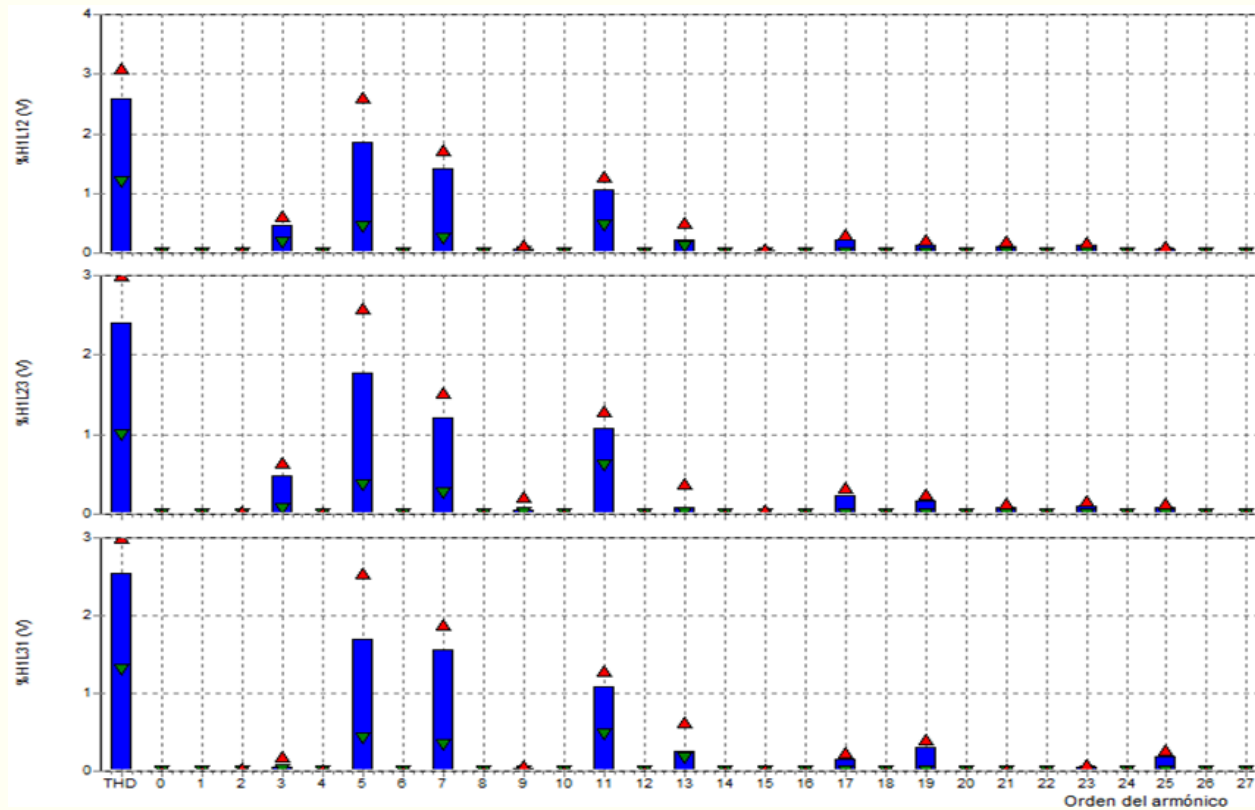
VARIADOR DE FRECUENCIA TELEMECANIQUE 45 kW -
FAST 1

LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	429,54	6,59	2,25
L2	433,9	7,62	2,13
L3	434,1	8,04	2,17



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

VARIADOR DE FRECUENCIA TELEMECANIQUE 45 kW - FAST 2			
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	429,82	6,71	2,32
L2	434,19	7,67	2,23
L3	434,4	8,2	2,35

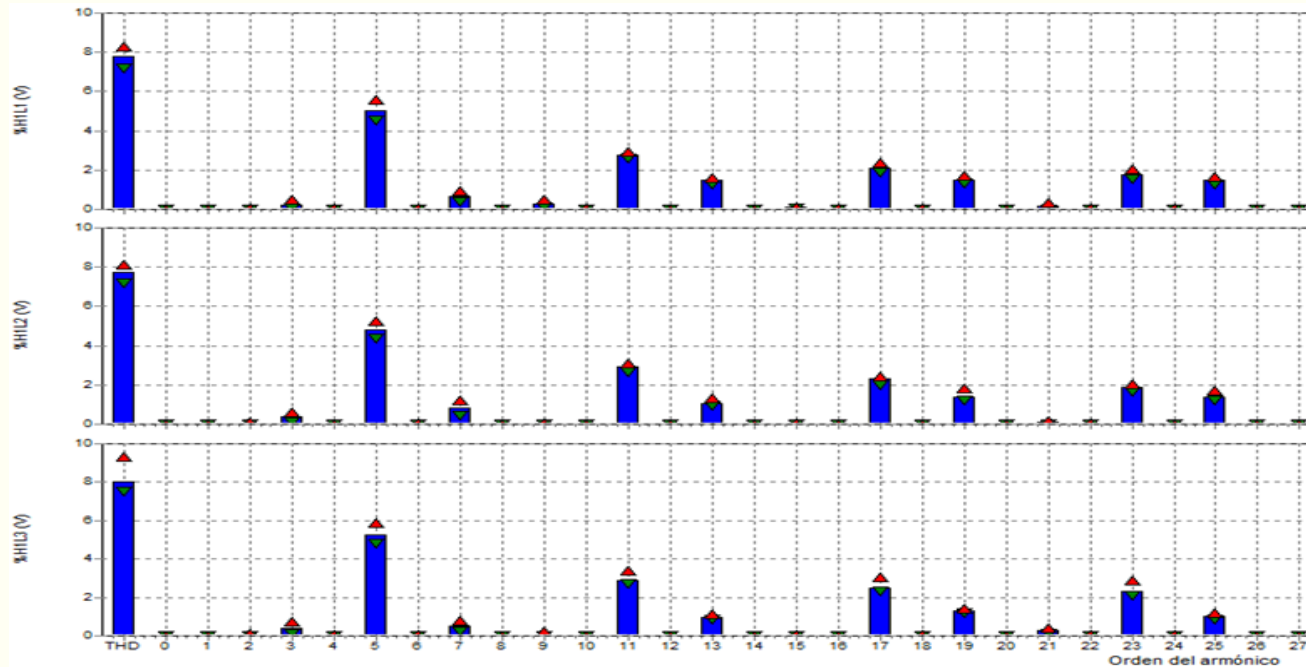


DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

- LÍNEA DMT

VARIADOR DE FRECUENCIA EMERSON 75 kW
- CADENA

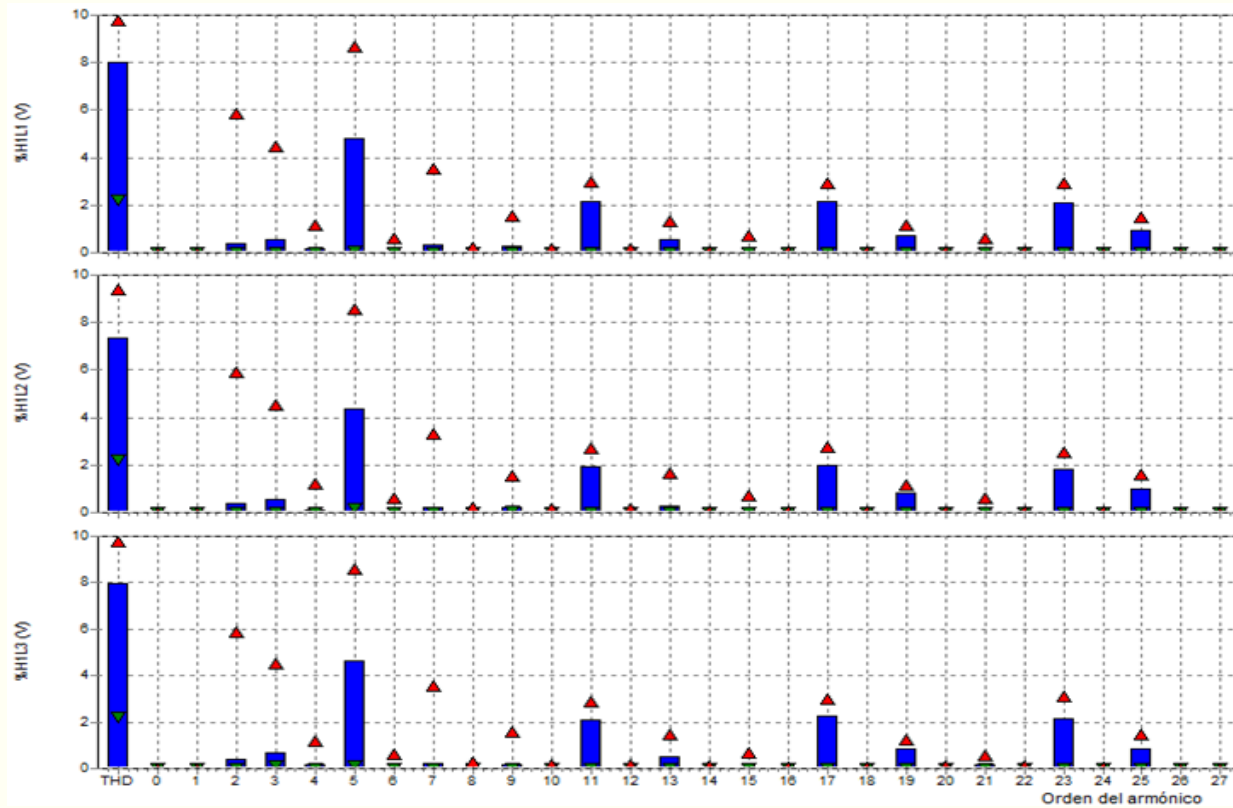
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	415,38	88,29	7,68
L2	420,32	87,56	7,76
L3	417,13	86,35	7,72



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

VARIADOR DE FRECUENCIA EMERSON 450 kW - EXTRUSORA PRINCIPAL

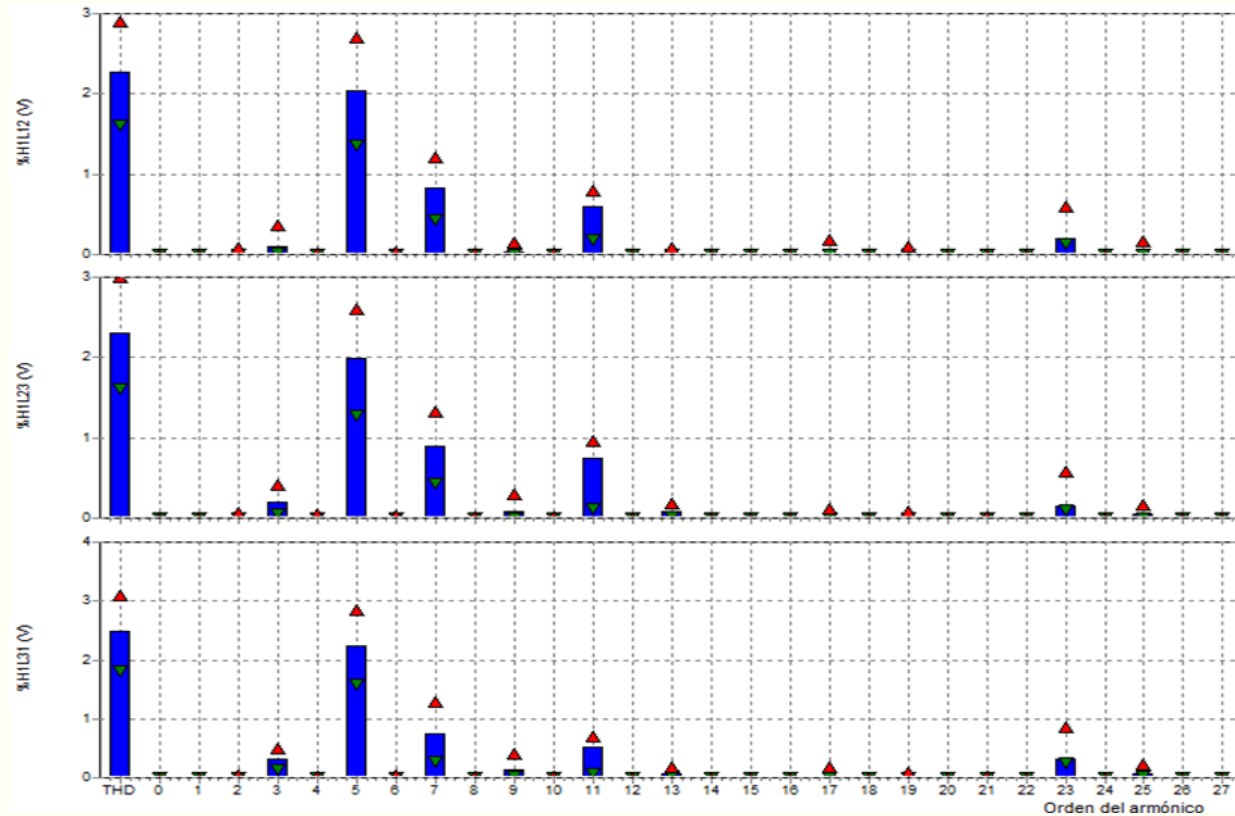
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V)
L1	419,39	451,53	7,99
L2	425,63	469,92	7,35
L3	422,85	460,11	7,95



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

VARIADOR DE FRECUENCIA TELEMECANIQUE 32,5 kW - MDO 1

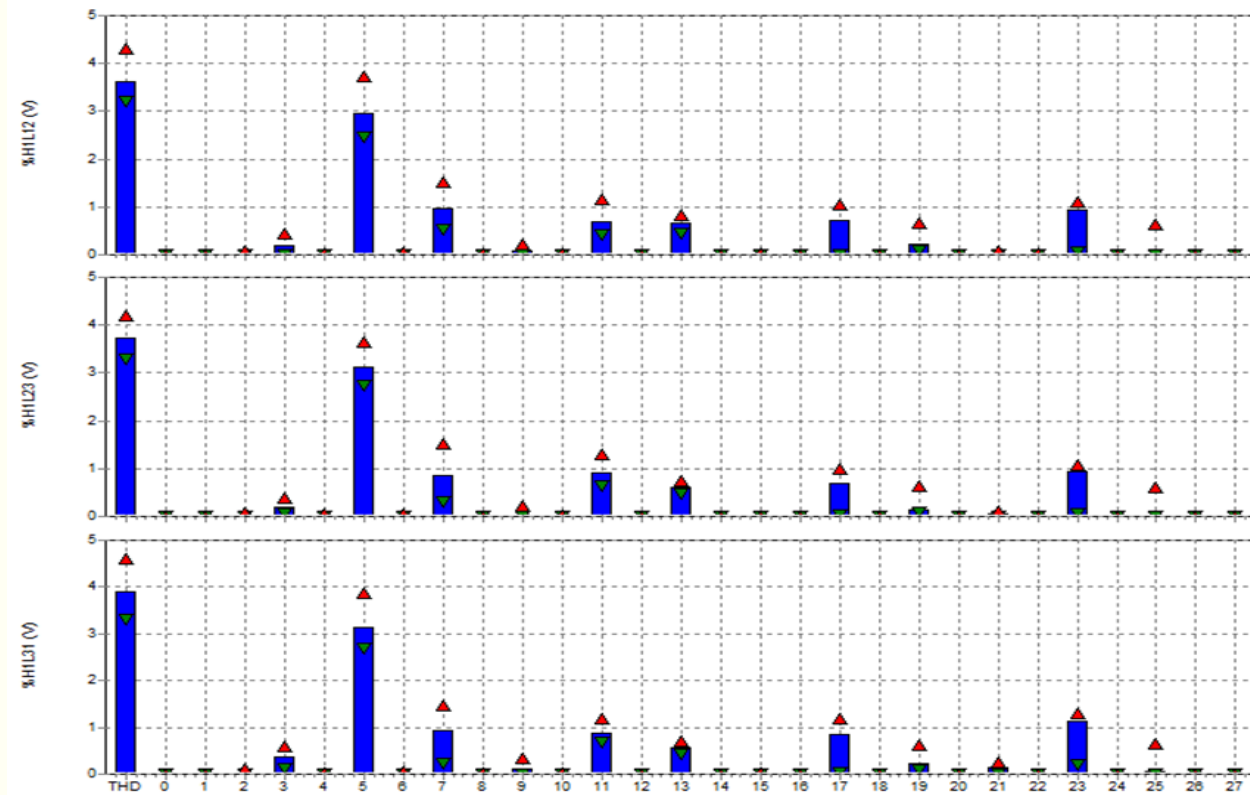
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	419,17	8,71	2,27
L2	421,23	8,41	2,3
L3	415,74	8,68	2,48



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

VARIADOR DE FRECUENCIA TELEMECANIQUE
83 kW - MDO 2

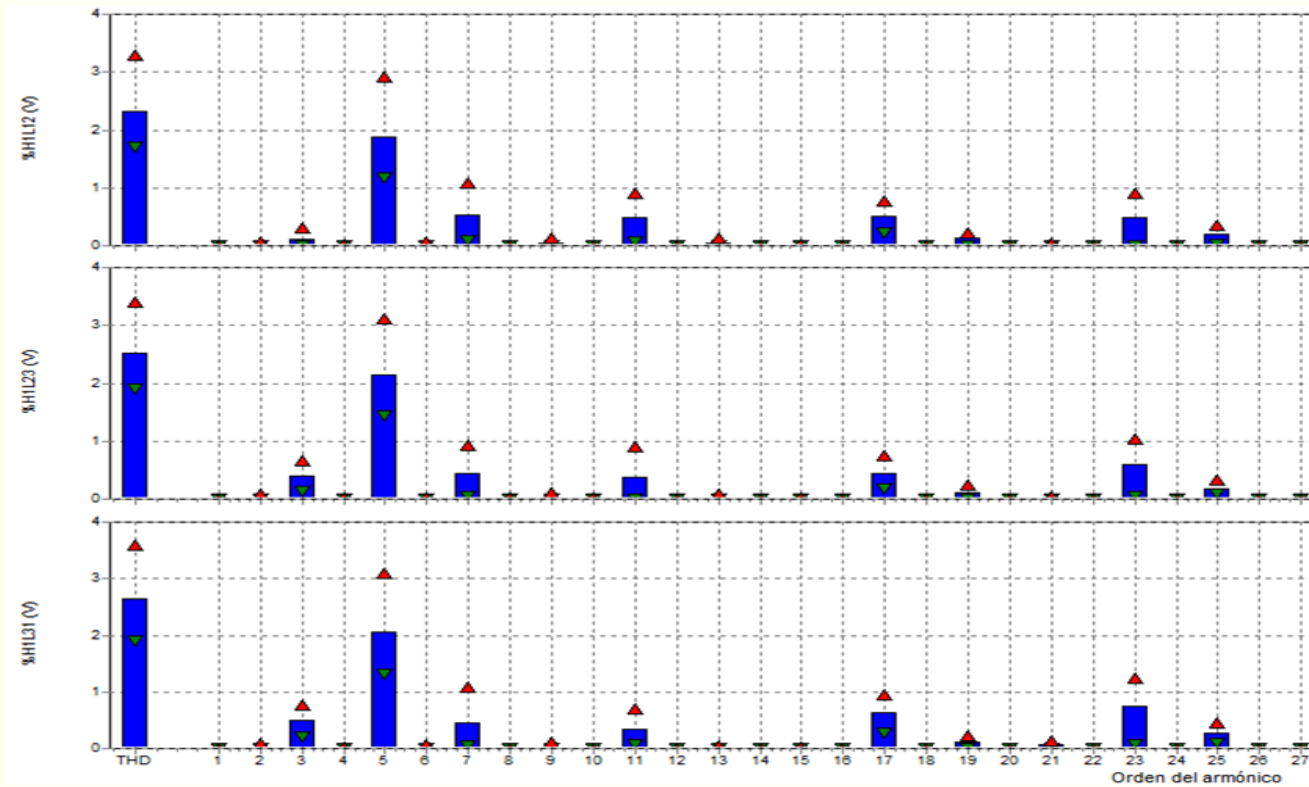
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	419,74	47,93	3,6
L2	421,23	50,81	3,71
L3	416,03	47,6	3,89



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

**VARIADOR DE FRECUENCIA TELEMECANIQUE
47,5 kW - SAT 1**

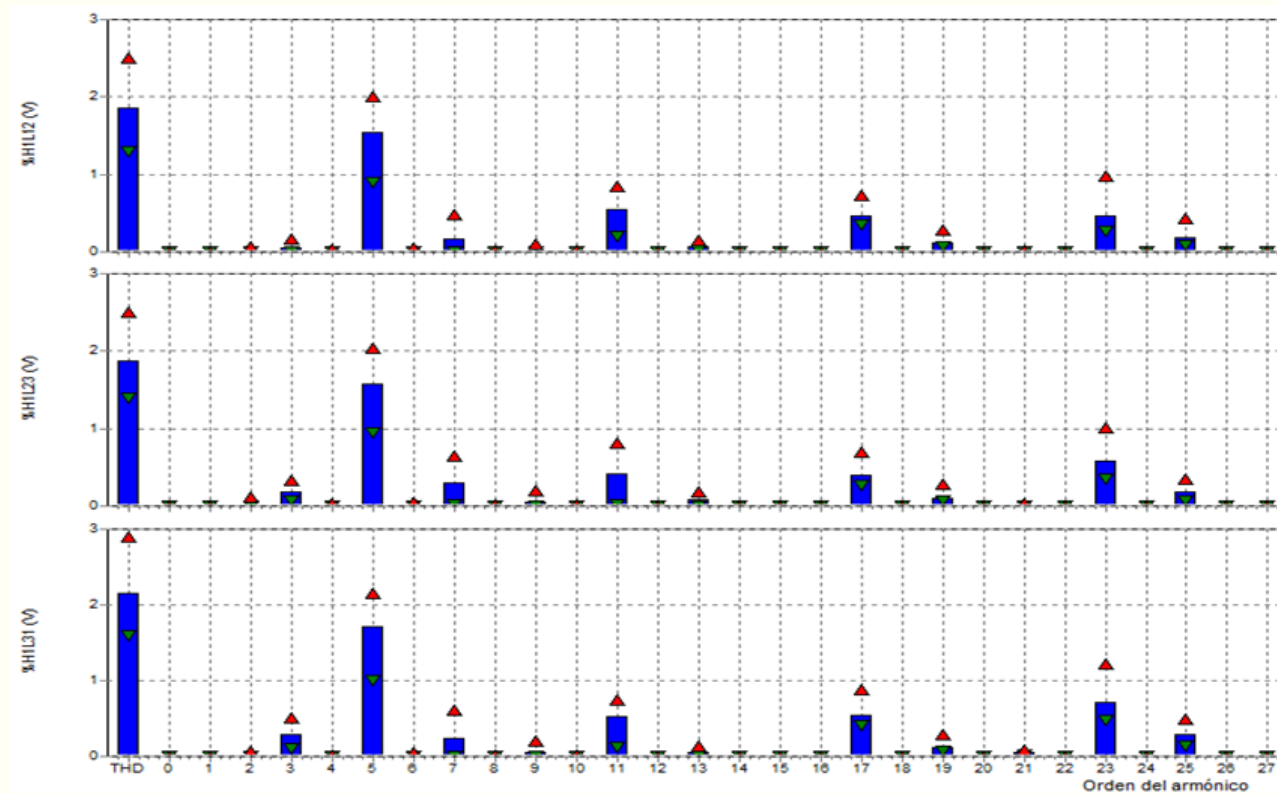
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	423,21	20,74	2,33
L2	424,87	21,39	2,52
L3	418,87	20,11	2,67



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

VARIADOR DE FRECUENCIA TELEMECANIQUE
47,5 kW - SAT 2

LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)
L1	419,33	20,52	1,85
L2	421,52	20,92	1,87
L3	416,47	19,99	2,15

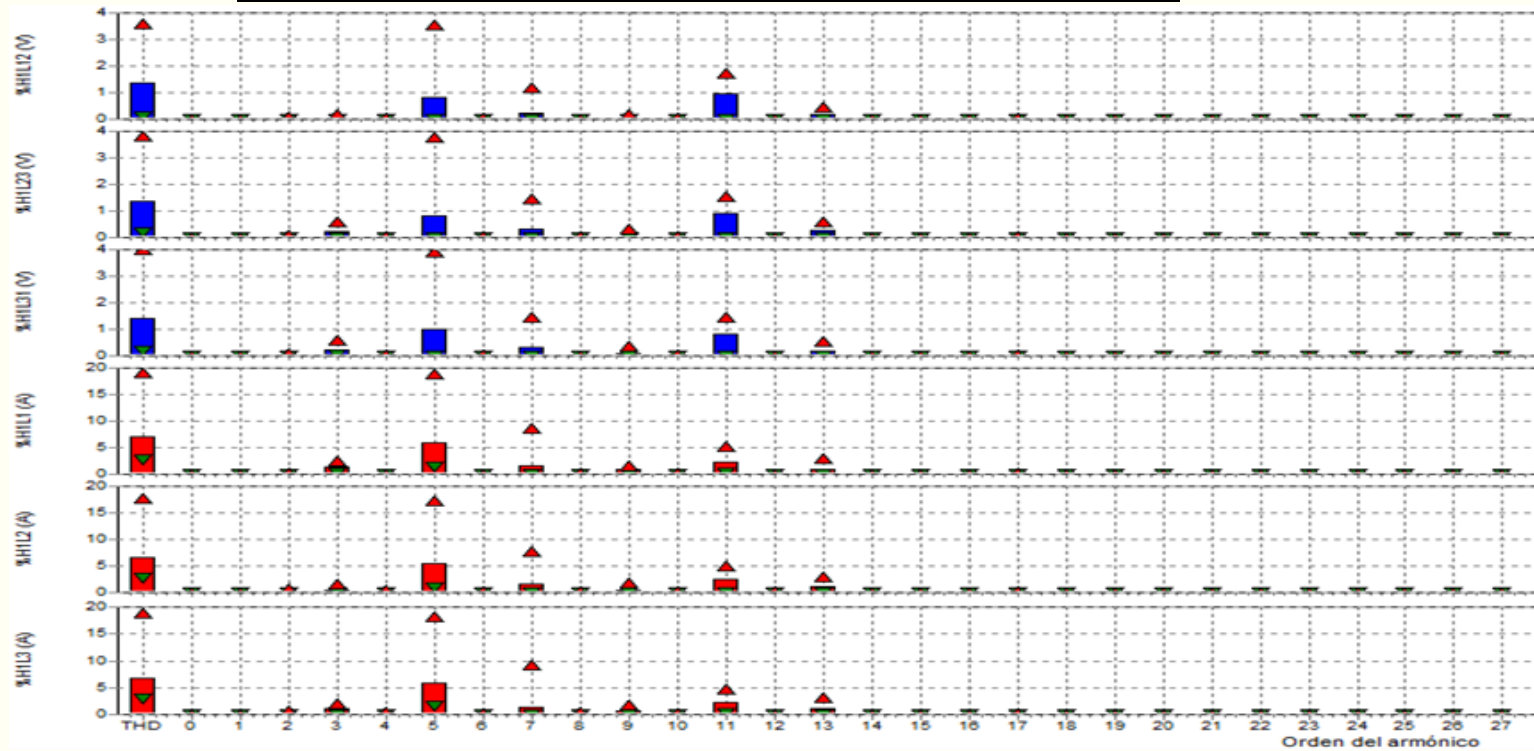


DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

- TRANSFORMADOR 1

ARMÓNICOS TRANSFORMADOR 1

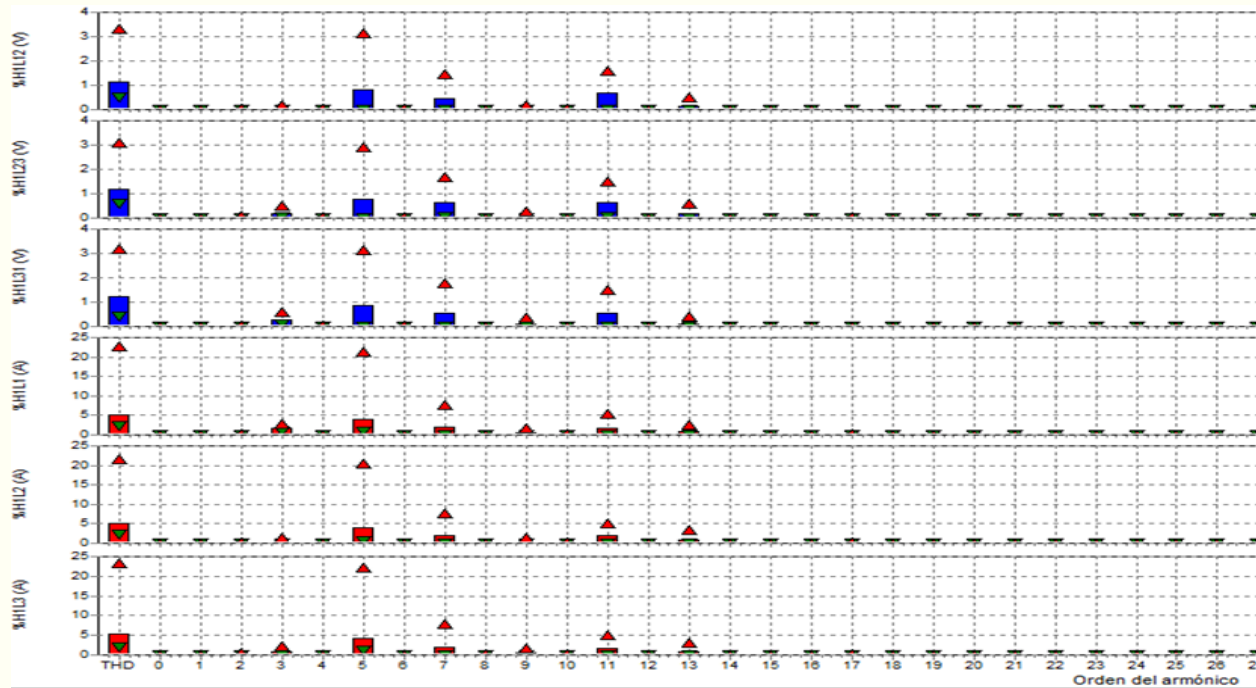
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)	THD (I) (%)
L1	431,89	694,68	1,45	7.47
L2	432,62	703,15	1,48	6.41
L3	428,42	686,18	1,6	6.22



DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA EMPRESA

- TRANSFORMADOR 2

ARMÓNICOS TRANSFORMADOR 2				
LÍNEAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	THD (V) (%)	THD (I) (%)
L1	439,79	1084,77	1,12	4.92
L2	438,76	1085,68	1,2	5.14
L3	434,92	1053,49	1,21	5.12



CAPÍTULO IV

Para la identificación de las medidas rentables, el ahorro de energía de la empresa; deberá registrarse, para presentar todos los beneficios que va a obtener la empresa al implementar el proyecto, tanto en ahorro económico como en ahorro energético.

• CÁLCULOS DE LOS CONSUMOS EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

El cálculo del consumo de los sistemas de iluminación de Bopp del Ecuador S.A.; se realizó en base a las tarifas que establece la Empresa Eléctrica Quito. Siendo la empresa un consumidor industrial, se tomará como referencia la TARIFA G7 que estipula lo siguiente:

- US\$ 0.058 por cada kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media (08:00 hasta las 18:00).
- US\$ 0.072 por cada kWh, en función de la energía consumida en el período de punta (18:00 hasta las 22:00).
- US\$ 0.042 por cada kWh, en función de la energía consumida en el período de base (22:00 hasta las 08:00).

A continuación se presenta las tablas de cálculos del sistema de iluminación, que se encuentra dividido por tres diferentes tipos de iluminación, existente en la empresa:

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

- **FACTURACIÓN MENSUAL POR ILUMINACIÓN FLUORESCENTE T12/40W**

COSTOS FLUORESCENTE T12/40W				
	HORARIO	TARIFAS	kWh	TOTAL \$
Fluorescente T12/40W	08H-18H	0,058	8.474,93	491,55
	18H-22H	0,072	3.389,97	244,08
	22H-08H	0,042	7.143,89	300,04
TOTAL			19.008,8	1.035,67

- **FACTURACIÓN MENSUAL POR ILUMINACIÓN FLUORESCENTE 24W**

COSTOS FLUORESCENTE 24W				
	HORARIO	TARIFAS	kWh	TOTAL \$
Fluorescente 24W	08H-18H	0,058	48,96	2,84
	18H-22H	0,072	19,58	1,41
	22H-08H	0,042	4,90	0,21
TOTAL			73,44	4,46

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

- FACTURACIÓN MENSUAL POR ILUMINACIÓN LÁMPARAS DE MERCURIO

COSTOS LÁMPARAS DE MERCURIO				
	HORARIO	TARIFAS	kWh	TOTAL \$
Lámparas de Mercurio	08H-18H	0,058	480,00	27,84
	18H-22H	0,072	192,00	13,82
	22H-08H	0,042	480,00	20,16
TOTAL			1152	61,82

- FACTURACIÓN MENSUAL POR ILUMINACIÓN

TOTAL COSTOS ILUMINACIÓN	
	VALOR (USD)
Fluorescente T12/40W	1.035,67
Fluorescente 24W	4,46
Lámparas de Mercurio	61,82
TOTAL:	\$ 1.101,95

- Las cargas eléctricas de la empresa (fuerza motriz y equipos de oficina) en un mes analizado tiene un total de un consumo eléctrico aproximado de 1'128.667,45 kWh para un mes donde no exista paros de producción y despreciando los tiempos muertos, lo que realizando el cálculo con las respectivas tarifas de los horarios que impone la empresa eléctrica da como resultado un consumo de energía de 57.980,57 USD al mes.

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

• CÁLCULO DE LA DEMANDA FACTURABLE

El valor de la Demanda Facturable es de **4,129 USD** mensuales por cada kW de demanda como mínimo de pago, sin derecho a consumo.

$$\text{Costo de Demanda máxima (USD)} = DM (kW) \times DF \left(\frac{\text{USD}}{\text{kW}} \right) \times FCI$$

Donde:

- DM = Demanda máxima
- DF = Demanda Facturable
- FCI = Factor de corrección

Ejemplo: Cálculo de la Demanda del mes de Octubre del 2013 se tiene:

Demanda máxima = **1732 kW**

El FCI calculado para todos los meses del año 2013 es un valor constante de **1,20**.

$$\text{Costo de Demanda máxima (USD)} = 1732 \text{ kW} \times 4,129 \left(\frac{\text{USD}}{\text{kW}} \right) \times 1,20$$

$$\text{Costo de Demanda máxima (USD)} = 8581,71$$

CÁLCULO FACTURACIÓN DE PENALIZACIÓN POR BAJO FACTOR DE POTENCIA

- La penalización por bajo factor de potencia (FpBfp) será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización, multiplicada por el siguiente factor:

$$Bfp = \left(\frac{0,92}{fpr} \right) - 1$$

Donde:

- Bfp = Factor de penalización por bajo factor de potencia
- fpr = Factor de potencia registrado
- Asimismo, si se toma como ejemplo el mes de marzo, el cual fue el mes de mayor facturación por bajo factor de potencia, se tiene:

$$Bfp = \left(\frac{0,92}{0,87} \right) - 1$$

$$Bfp = 0,0574712$$

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

Ahora, el factor de penalización por bajo factor de potencia se tiene que **multiplicar** por la suma de la facturación del **consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización.**

- Facturación por consumo de energía marzo 2013= \$46.942,49
- *Costo de Demanda máxima (USD) = 8.735,11*
- *Pérdida en Transformadores (USD) = 0*
- *Comercialización (USD) = 1,41*

Por lo tanto el cálculo de facturación de penalización por bajo factor de potencia es:

$$FpBfp = 0,0574712 (46.942,49 + 8.735,11 + 1,41) USD$$

$$FpBfp = 3.199,95 USD$$

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

FACTURACIÓN POR CONCEPTO DE RECOLECCIÓN DE BASURA

Facturación por consumo de energía diciembre 2013

DEMANDA FACTURADA(USD)	8.056,50
PENAL. BAJO FACT. POTE (USD)	1.190,34
COMERCIALIZACIÓN (USD)	1,41
CONSUMO 08H-18H (USD)	13.406,06
CONSUMO 18H-22H (USD)	6.592,46
CONSUMO 22H-08H (USD)	22.259,58
CONSUMO 18H-22H SDF (USD)	3.249,68
TOTAL (USD)	54.756,03

Tasa de rec. de Bas = facturación de consumo de energía x 0,10

Tasa de recolección de Basura = 54.756,03 x 0,10

Tasa de recolección de Basura = 5.475,60 USD

Cabe recalcar que desde el mes de diciembre hasta el mes de mayo el coeficiente es de 0,10 y a partir del mes de julio a noviembre el coeficiente es de 0,15 es decir el 15% de la facturación de consumo de energía.

FACTURACIÓN POR CONCEPTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

La facturación por concepto de alumbrado público es el 7% del valor de la planilla por consumo, para los abonados Industriales.

De acuerdo a la facturación del año 2013 existen porcentajes entre el 6% y el 7,5 % de la facturación eléctrica siendo solamente la del mes de julio la que corresponde al cobro exacto de alumbrado público que es del 7% del valor de la planilla por consumo

FACTURACIÓN POR CONTRIBUCIÓN AL CUERPO DE BOMBEROS

De acuerdo al pliego tarifario de la Empresa Eléctrica Quito, la contribución para el Cuerpo de Bomberos para consumidores industriales con demanda es de 19.08 USD por cada mes a partir del 1 de enero del año 2014.

- **CONSUMO DE DIÉSEL**

El Diésel o también denominado gasoil es un hidrocarburo utilizado principalmente como combustible en la empresa Bopp del Ecuador S.A. para el estiramiento de las películas de polipropileno en la línea DMT en el horno o TDO, su consumo mensual que se detalla a continuación

• Consumo y Facturación de Diésel mensual

CONSUMO DE DIÉSEL MENSUAL AÑO 2013				
MESES	KG DIÉSEL MENSUAL	CONSUMO (GALONES)	COSTOS (USD)	ENERGÍA (GJ)
ENERO	79.909,55	24.587,56	23.871,41	3.602,57
FEBRERO	78.821,25	24.252,69	23.546,30	3.553,50
MARZO	82.233,64	25.302,66	24.565,69	3.707,35
ABRIL	114.413,98	35.204,30	34.178,93	5.158,13
MAYO	54.800,74	16.861,76	16.370,65	2.470,59
JUNIO	86.561,87	26.634,42	25.858,66	3.902,48
JULIO	55.641,56	17.120,48	16.621,82	2.508,49
AGOSTO	112.220,94	34.529,52	33.523,81	5.059,27
SEPTIEMBRE	96.056,44	29.555,83	28.694,98	4.330,52
OCTUBRE	76.364,15	23.496,66	22.812,29	3.442,73
NOVIEMBRE	84.615,11	26.035,42	25.277,11	3.814,71
DICIEMBRE	45.320,78	13.944,85	13.538,69	2.043,20
TOTAL ANUAL	966.960,01	297.526,15	288.860,34	43.593,54
PROMEDIO	80.580,00	24.793,85	24.071,70	3.632,80

- **CONSUMO DE GLP**

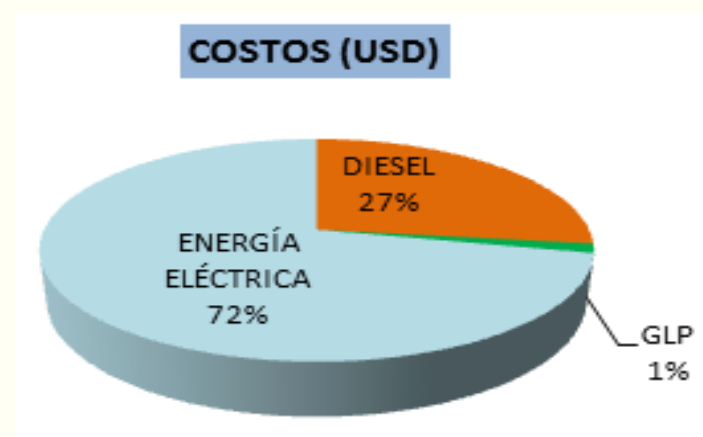
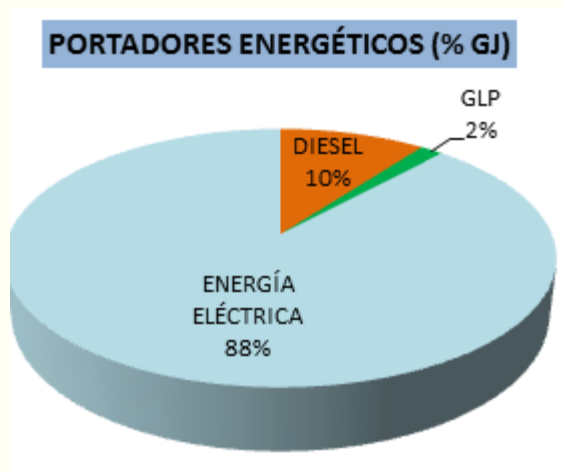
- El GLP o gas licuado de petróleo es utilizado principalmente como combustible en la empresa Bopp del Ecuador S.A. para el estiramiento de las películas de polipropileno en la línea Marshall & Williams en el horno o TDO y también para el tratamiento de secado de pallets, su consumo mensual que se detalla a continuación

- Consumo y Facturación de GLP mensual

CONSUMO DE GLP MENSUAL AÑO 2013				
MESES	KG GLP MENSUAL	CONSUMO (GALONES)	COSTOS (USD)	ENERGÍA (GJ)
ENERO	6.232,87	3.116,44	664,84	314,01
FEBRERO	10.989,79	5.494,90	1.172,24	553,65
MARZO	10.840,12	5.420,06	1.156,28	546,11
ABRIL	11.309,42	5.654,71	1.206,34	569,76
MAYO	15.735,12	7.867,56	1.678,41	792,72
JUNIO	7.536,63	3.768,32	803,91	379,69
JULIO	11.904,67	5.952,34	1.269,83	599,74
AGOSTO	7.652,27	3.826,13	816,24	385,51
SEPTIEMBRE	15.433,51	7.716,76	1.646,24	777,52
OCTUBRE	13.210,44	6.605,22	1.409,11	665,53
NOVIEMBRE	10.502,20	5.251,10	1.120,24	529,09
DICIEMBRE	11.636,94	5.818,47	1.241,27	586,26
TOTAL ANUAL	132.984,00	66.492,00	14.184,96	6.699,59
PROMEDIO	11.082,00	5.541,00	1.182,08	558,30

- Cantidad de Energía Consumida y Facturación mensual**

TIPO ENERGÍA	CANTIDAD ANUAL (GJ)	COSTOS ANUALES (USD)
DIÉSEL	43.593,53	288.860,34
GLP	6.699,59	14.184,96
ELÉCTRICA	376.101,10	765.959,82

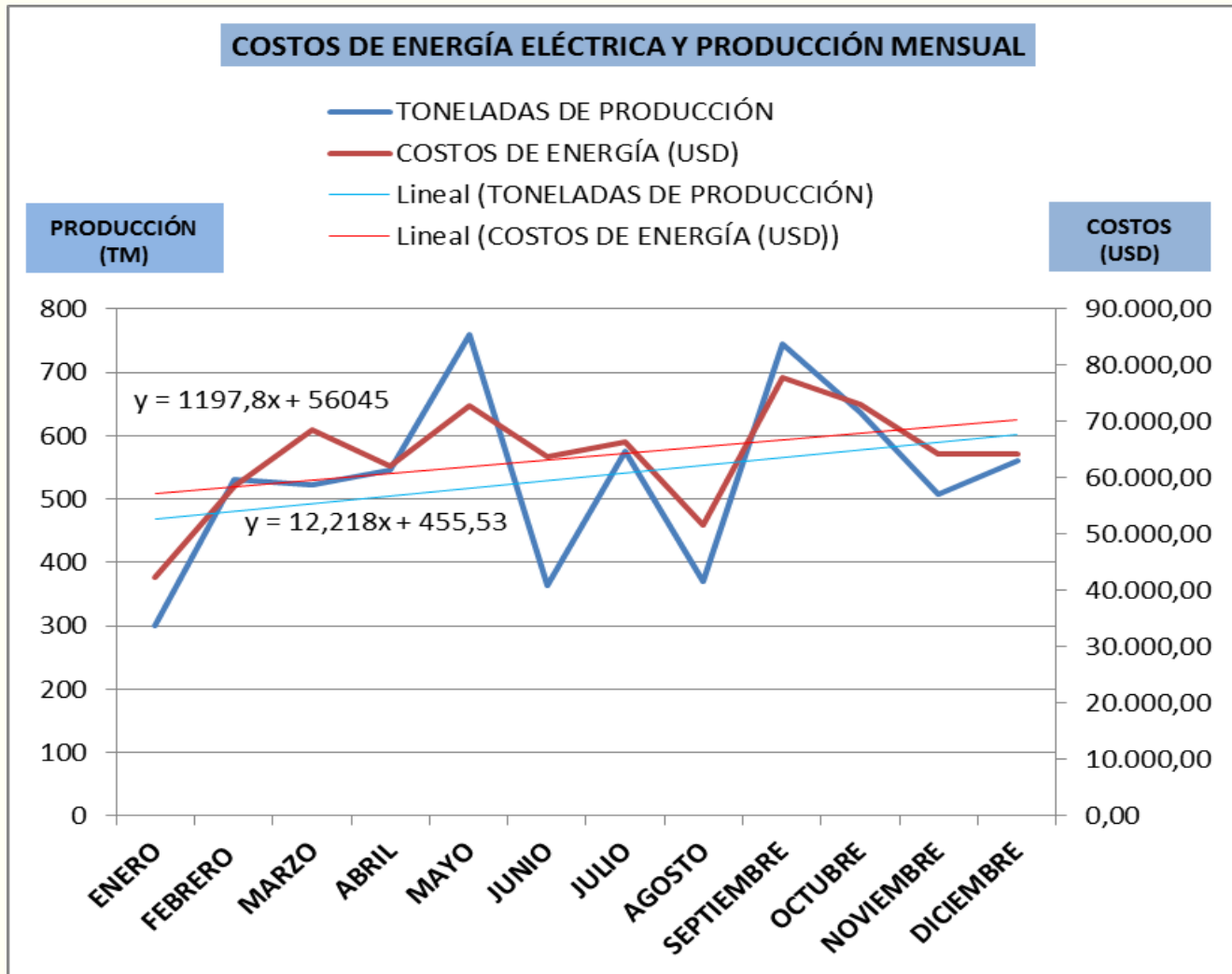


ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

INDICADORES ENERGÉTICOS

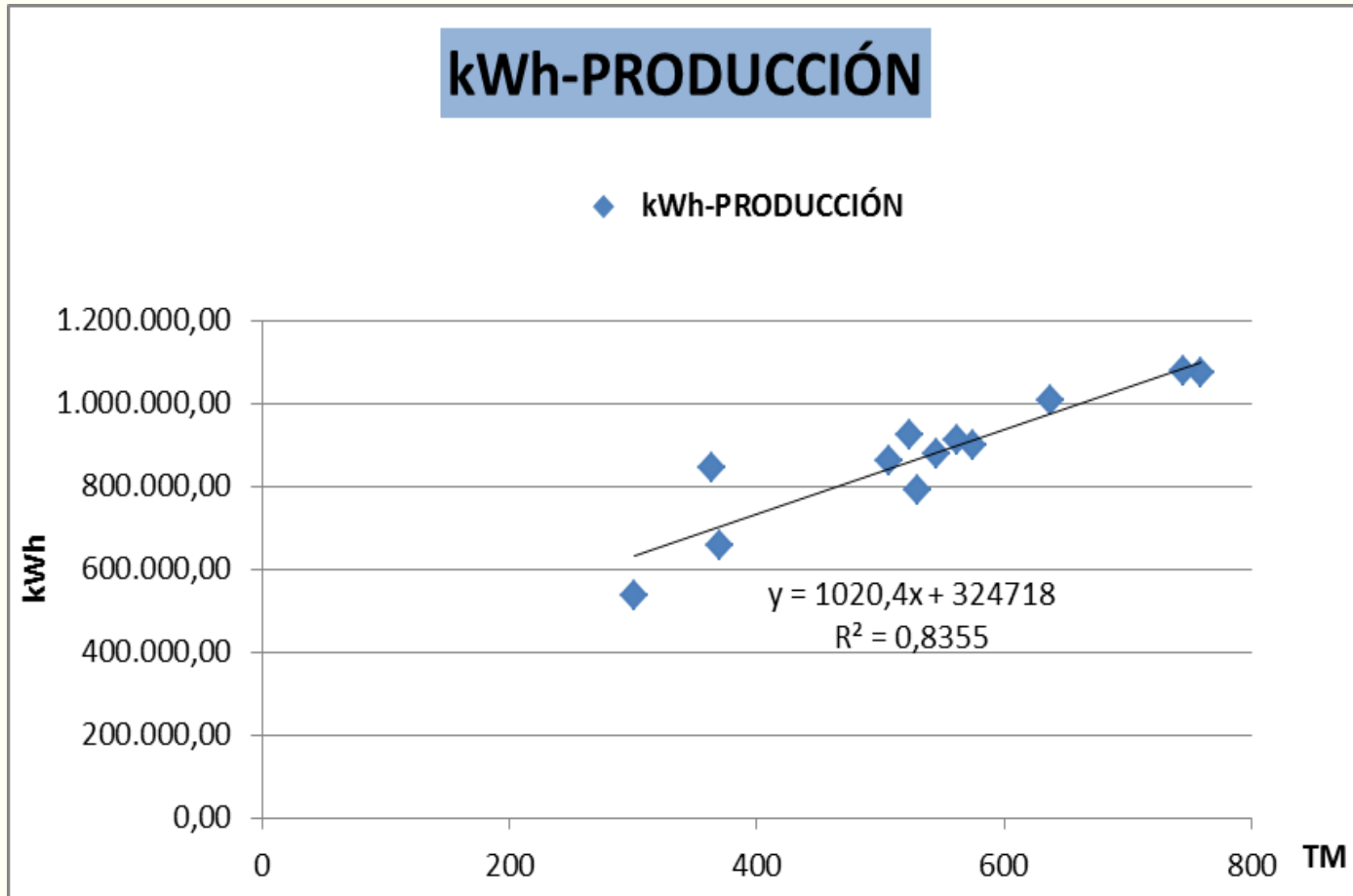
Mes	Valor de la Planilla	Producción	Costo por tonelada métrica	Energía consumida	Costo promedio kWh.	Energía/TM
	\$	TM	\$/TM	kWh.	\$/kWh.	Kwh/TM
Enero	42.447,29	300,873	141,08	534.251,81	0,079	1.775,672
Febrero	58.474,80	530,499	110,23	790.195,86	0,074	1.489,533
Marzo	68.613,29	523,274	131,12	922.061,03	0,074	1.762,100
Abril	62.029,08	545,928	113,62	879.334,06	0,071	1.610,714
Mayo	72.962,52	759,565	96,06	1072.511,26	0,068	1.412,007
Junio	63.711,48	363,808	175,12	842.105,21	0,076	2.314,697
Julio	66.482,18	574,662	115,69	897.899,95	0,074	1.562,484
Agosto	51.733,14	369,390	140,05	655.577,87	0,079	1.774,758
Septiembre	77.760,52	745,006	104,38	1078.760,00	0,072	1.447,988
Octubre	73.057,90	637,694	114,57	1006.152,06	0,073	1.577,798
Noviembre	64.331,75	506,962	126,90	859.638,84	0,075	1.695,667
Diciembre	64.355,85	561,738	114,57	908.719,88	0,071	1.617,693
TOTAL	765.959,8	6.419,399		10447207,83		
PROMEDIO	63.829,98	534,950	119,32	870.600,65	0,07332	1.627,443

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES



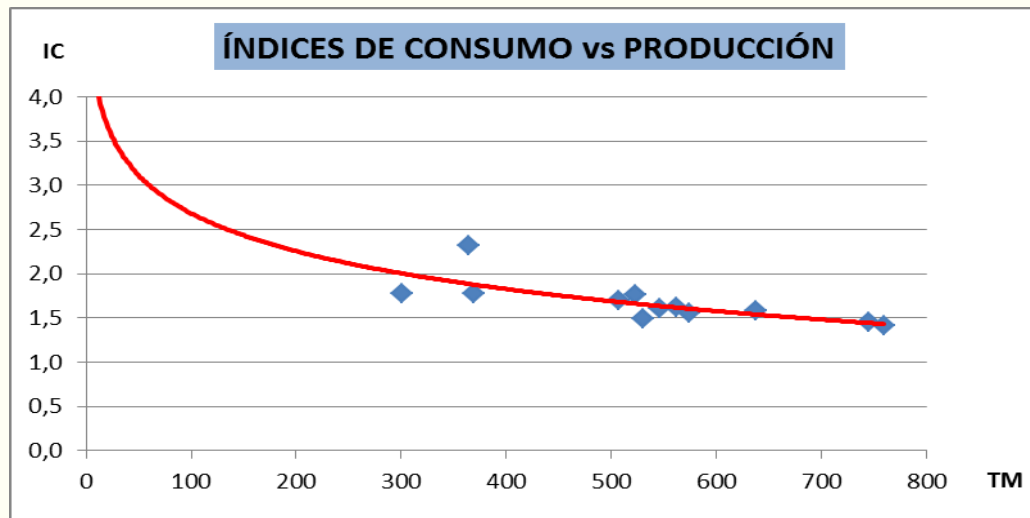
- En la figura se observa de mejor manera que existe una buena correlación entre el consumo de energía eléctrica con respecto la producción, en esta figura podemos determinar mediante la tendencia lineal que el porcentaje de energía no asociada a la producción es del 2.77%, un valor bajo que puede ser controlado en este caso por el jefe de mantenimiento de la empresa.

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES



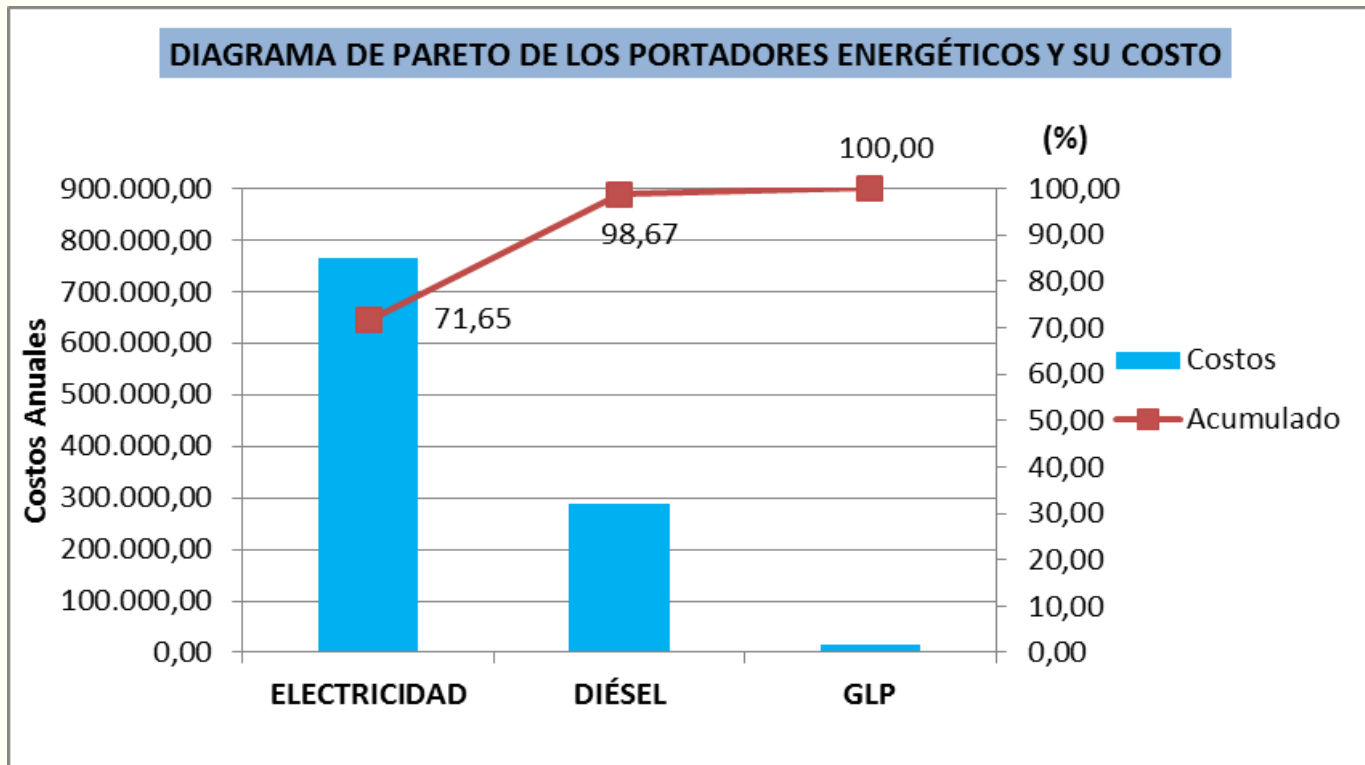
ÍNDICES DE CONSUMO – PRODUCCIÓN (IC vs. P)

Valores de IC por debajo de la curva que representa el comportamiento de índice durante el periodo de referencia comparativa, indican un incremento de eficiencia del proceso.



El mes de junio es donde se tiene un comportamiento no deseado de elevado consumo frente a la producción, donde existe una producción de 363,808 toneladas y su consumo de 842,11 MW.

DIAGRAMA DE PARETO DE LOS PORTADORES ENERGÉTICOS Y SU COSTO



CÁLCULO DEL TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (R_i), VALOR ACTUAL NETO (VAN), TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) Y RELACIÓN COSTO - BENEFICIO

A. ILUMINACIÓN

Para la inversión del presente proyecto se va a realizar el cambio de lámparas fluorescentes T12/40W por lámparas herméticas con fluorescentes T5/54W, con un valor en el mercado de \$91,30 c/u; y mediante los cálculos respectivos se pretende realizar la compra de 146 lámparas, que en total se tendría como inversión \$13.329,80.

Además con dicha inversión, Boop del Ecuador S.A., podrá contar con un ahorro anual de \$4.343,98; lo cual permite observar que es una cifra económica que beneficia a la empresa, ya que podrá contar con mayor efectivo para otras operaciones importantes de la empresa.

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Con el resultado obtenido de este cálculo, se puede analizar y conocer si el proyecto es viable o no; ya que da 3 criterios, para la evaluación de un proyecto:

- $VAN > 0$; el proyecto se acepta.
- $VAN = 0$; los inversionistas pueden aceptar o no el riesgo del proyecto.
- $VAN < 0$; el proyecto se rechaza.

$$VAN = \sum \frac{Ft}{(1+i)^t} - I_0$$

TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

La Tasa Interna de Rendimiento (TIR), es una tasa que permite que el VAN se convierta 0; además puede ser utilizado como indicador de rentabilidad de un proyecto; ya que a mayor TIR mayor rentabilidad.

Para poder analizar la TIR y conocer si un proyecto es rentable o no; se debe hacer una comparación con la tasa de descuento, y los criterios que se utilizan, son:

- $TIR >$ tasa de descuento; se acepta el proyecto.
- $TIR <$ tasa de descuento; se rechaza el proyecto.

ANÁLISIS RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

Este análisis permite dar un criterio acertado de cuál va a ser la ganancia o beneficio, por cada dólar que se invierte en el proyecto.

$$R^{C/B} = \frac{\sum \text{Flujos existentes}}{\text{Inversión Inicial}}$$

B. MOTORES ELÉCTRICOS

LÍNEA MARSHALL & WILLIAMS

Comparación entre el motor estándar CADENA con un motor de alta eficiencia

CADENA – 37 Kw	MOTOR ESTÁNDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA
Eficiencia (%)	83	93,6
Potencia mecánica de salida (kW)	37	37
Potencia eléctrica de entrada (kW)	44,58	39,53
Pérdidas a una carga del 100%	7,58	2,53
Ahorro de Potencia (kW)		5,05
Costo del motor (USD)		4.520,00
Ahorro de energía mensual (kWh)		3.636
Ahorro de energía anual (kWh)		43.632,00
Ahorro anual en dólares por consumo a \$0,07332 por kWh		3.199,10



• LÍNEA DMT

Para la línea DMT se requiere realizar una inversión para la adquisición de los siguientes motores:

- MOTOR PRS – 22,5 KW
- MOTOR MDO 1 – 32,7 KW
- MOTOR MDO 2 – 82,7 KW
- MOTOR SATÉLITE 1 – 47,5 KW
- MOTOR SATÉLITE 2 – 47,5 KW

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

- Comparación entre el motor estándar PRS con un motor de alta eficiencia

PRS 22,5 Kw	MOTOR ESTÁNDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA
Eficiencia (%)	83	93
Potencia mecánica de salida (kW)	22,5	22,5
Potencia eléctrica de entrada (kW)	27,11	24,19
Pérdidas a una carga del 100%	4,61	1,69
Ahorro de Potencia (kW)		2,93
Costo del motor (USD)		2.530,00
Ahorro de energía mensual (kWh)		2.102,40
Ahorro de energía anual (kWh)		25.228,80
Ahorro anual en dólares por consumo a \$0,07332 por kWh		1.849,78

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

MDO 1 – 32,7 kW	MOTOR ESTÁNDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA
Eficiencia (%)	83	93,6
Potencia mecánica de salida (kW)	32,7	32,7
Potencia eléctrica de entrada (kW)	39,40	34,94
Pérdidas a una carga del 100%	6,70	2,24
Ahorro de Potencia (kW)		4,46
Costo del motor (USD)		4.520,00
Ahorro de energía mensual (kWh)		3.211,20
Ahorro de energía anual (kWh)		38.534,34
Ahorro anual en dólares por consumo a \$0,07332 por kWh		2.825,34

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

MDO 2 – 82,7 kW	MOTOR ESTÁNDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA
Eficiencia (%)	83	94,1
Potencia mecánica de salida (kW)	82,7	82,7
Potencia eléctrica de entrada (kW)	99,64	87,89
Pérdidas a una carga del 100%	16,94	5,19
Ahorro de Potencia (kW)		11,75
Costo del motor (USD)		8.454,00
Ahorro de energía mensual (kWh)		8.460,00
Ahorro de energía anual (kWh)		101.520,00
Ahorro anual en dólares por consumo a \$0,07332 por kWh		7.443,45

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

SATÉLITE 1 – 47,5 kW	MOTOR ESTÁNDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA
Eficiencia (%)	83	94,1
Potencia mecánica de salida (kW)	47,5	47,5
Potencia eléctrica de entrada (kW)	57,23	50,48
Pérdidas a una carga del 100%	9,73	2,98
Ahorro de Potencia (kW)		6,75
Costo del motor (USD)		6.899,00
Ahorro de energía mensual (kWh)		4.860,00
Ahorro de energía anual (kWh)		58.320,00
Ahorro anual en dólares por consumo a \$0,07332 por kWh		4.276,02

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

SATÉLITE 2 – 47,5 kW	MOTOR ESTÁNDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA
Eficiencia (%)	83	94,1
Potencia mecánica de salida (kW)	47,5	47,5
Potencia eléctrica de entrada (kW)	57,23	50,48
Pérdidas a una carga del 100%	9,73	2,98
Ahorro de Potencia (kW)		6,75
Costo del motor (USD)		6.899,00
Ahorro de energía mensual (kWh)		4.860,00
Ahorro de energía anual (kWh)		58.320,00
Ahorro anual en dólares por consumo a \$0,07332 por kWh		4.276,02

ANÁLISIS ECONÓMICO E IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS RENTABLES

RESUMEN DE AHORRO Y COSTOS OBTENIDOS

- **ILUMINACIÓN**

Los ahorros en cuanto al cambio de luminarias T5/54W con respecto a las actuales T12/40W en términos de energía vienen a ser de 6.744,96 kWh mensuales, esto en términos económicos y de manera acumulada anual es un ahorro de \$4.343,98; un ahorro representativo para la empresa, donde este capital puede ser invertido en otras áreas.

- **MOTORES ELÉCTRICOS**

Si se realiza el reemplazo de los motores eléctricos previamente analizados se obtendrán ahorros potenciales en cuanto a energía y también en términos monetarios, sumando el costo de inversión de cada uno de los motores analizados se tiene una inversión total de \$33.822 y un ahorro anual de energía de 325.555,14 KWh, esto representa un ahorro anual de \$23.869,71 el cual puede ser destinado a otras actividades productivas.

Análisis económico de la inversión en motores y el ahorro a obtener

MOTOR	AHORRO ANUAL kWh	AHORRO ANUAL (\$)	PRECIO A INVERTIR (\$)	Ri (años)	VAN	TIR	R C/B
CADENA 37 KW	43.632,00	\$3.199,10	\$4.520,00	1,41	\$2.884,76	61,80%	\$1,64
PRS 22,5 KW	25.228,80	\$1.849,78	\$2.530,00	1,37	\$1.614,70	61,79%	\$1,64
MDO 1 32,7 KW	38.534,34	\$2.825,34	\$4.520,00	1,60	\$2.884,76	61,80%	\$1,64
MDO 2 82,7 KW	101.520,00	\$7.443,45	\$8.454,00	1,14	\$5.395,53	61,81%	\$1,64
SATÉLITE 1 47,5 KW	58.320,00	\$4.276,02	\$6.899,00	1,61	\$4.403,09	61,81%	\$1,64
SATÉLITE 2 47,5 KW	58.320,00	\$4.276,02	\$6.899,00	1,61	\$4.403,09	61,81%	\$1,64
TOTAL:	325.555,14	\$23.869,71	\$33.822,00				
VALOR MÁS REPRESENTATIVO:				1,61	\$5.395,53	61,81%	\$1,64

CAPÍTULO V

- La aplicación de los programas de ahorro de energía ha demostrado que con el incremento en la eficiencia energética se obtienen beneficios económicos adicionales a la reducción en el costo de la energía, junto con la posibilidad de incrementar la producción.
- Un programa de ahorro de energía en una empresa implica un compromiso y una organización permanente y a largo plazo, que se integre a la administración diaria de la empresa

- **PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EMPRESA BOPP DEL ECUADOR S.A.**
- Con base a los cálculos y resultados obtenidos en iluminación, se tomarán decisiones sobre las inversiones.
- Con el rediseño en el sistema de iluminación en estas tres naves se logrará obtener los siguientes ahorros como se muestran en la tabla.

Análisis Técnico de las luminarias existentes y el propuesto

NAVES	CORTADORAS	M&W	DMT	TOTAL
Número de Luminarias Actual 40 W	172	219	192	583
Lámparas de Mercurio Actual 400 W	4	0	0	4
Potencia Instalada Actual (kW)	8,48	8,76	7,68	24,92
Energía mensual Actual(kWh)	6.105,6	6.307,2	5.529,6	17.942,4
Número de Luminarias Propuesto 54 W	118	82	88	288
Potencia Instalada Propuesta (kW)	6,372	4,428	4,752	15,552
Energía mensual Propuesta (kWh)	4.587,84	3.188,16	3.421,44	11.197,44
Energía mensual Ahorrada (kWh)	1.517,76	3.119,04	2.108,16	6.744,96
Potencia mensual ahorrada (kW)	2,108	4,332	2,928	9,368

PROPUESTA DEL PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA EMPRESA

- El tipo de lámparas propuesto, al ser herméticas se reduce el riesgo de que si existe una explosión de los tubos fluorescentes, los residuos de las mismas quedan en el interior de la lámpara para posteriormente ser retirados; lo que no ocurre con las actualmente existentes que corren el riesgo de contaminar las películas de polipropileno.



PROPUESTA DEL PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA EMPRESA

De acuerdo a la tarificación eléctrica impuesto por la Empresa Eléctrica Quito S.A. se calculó el costo mensual por iluminación correspondiente a las luminarias fluorescentes T12/40W y lámparas de mercurio de 400W con una facturación mensual de \$ 962,91 solamente por iluminación de la nave de cortadoras, nave Marshall & Williams y nave DMT.

Costo mensual de Energía Eléctrica por iluminación propuesta

TARIFICACIÓN	08H-18H (USD)	18H-22H (USD)	22H-08H (USD)
CORTADORAS	110,87	55,05	80,29
M&W	77,05	38,26	55,79
DMT	82,68	41,06	59,88
TOTAL A PAGAR (USD)		600,93	
AHORRO ECONÓMICO MENSUAL (USD)		361,98	
AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD)		4.343,75	
AHORRO (%)		37,59	

- Se debe considerar que el ahorro es permanente. Ya que una vez recuperada la inversión, el ahorro continua durante toda la vida útil de las luminarias.
- Si se quiere lograr aún más ahorros en los sistemas de iluminación, se podría colocar sensores ocupacionales que evitan el desperdicio de energía y optimiza los sistemas de iluminación y control en las áreas de producto terminado, en bodegas, donde son áreas poco transitadas por el personal de la empresa y las cuales pasan encendidas las luminarias varias horas por día.

PROPUESTA DEL PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA EMPRESA

- También se puede realizar un mantenimiento periódico de limpieza de las luminarias y reemplazo de las luminarias que han cumplido su vida útil ya que de esta manera se puede tener mayor eficiencia en los sistemas de iluminación.
- Pintar las paredes y techos de la empresa con colores claros, esto permite la reflexión de la luz natural y de las lámparas.
- Realizar el mantenimiento de los traslúcidos en determinadas áreas para aprovechar la luz natural y si es posible colocar traslúcidos donde haya la posibilidad de aprovechamiento de luz natural.
- Evitar la utilización del alumbrado en áreas donde no se esté laborando, en particular en las horas pico.
- Mantener apagadas las luminarias innecesarias para que de esta manera se pueda reducir el consumo eléctrico.

SISTEMAS DE COMPUTACIÓN

- Mantener encendido el computador, únicamente en los períodos de trabajo y apagarlos en el momento del receso o cuando no se lo esté utilizando o a la vez apagarlos una vez terminada la jornada diaria de trabajo.
- Configurar el computador en modo “ahorro de energía” consiguiendo de esta manera la reducción de hasta un 60% menos de consumo normal del PC, permaneciendo en reposo o en bajo consumo durante el período de trabajo.

• MOTORES ELÉCTRICOS

En la línea Marshall & Williams existe la posibilidad del reemplazo del motor Cadena de 37 kW, el cual, actualmente tiene un consumo de energía anual de 99.014,4 kWh, este consumo representa una facturación anual de \$7.259,76; al realizar el cambio de motor por uno de alta eficiencia, el consumo de energía anual es de 55.382,4 kWh, esto representa un costo de \$4.060,68; es evidente que al cambiar el motor actual por el de alta eficiencia existe un ahorro anual de \$3.199,1

De la misma manera en la línea DMT existe la posibilidad del reemplazo de varios motores, los cuales se pueden apreciar en resumen en la siguiente tabla con sus respectivos consumos de energía y su facturación individual anual.

PROPUESTA DEL PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA EMPRESA

- Comparación de Consumo y Facturación Anual Motor Estándar y Motor de Alta Eficiencia

MOTOR	CONSUMO ANUAL MOTOR ESTÁNDAR (kWh)	FACTURACIÓN ANUAL ACTUAL (USD)	CONSUMO ANUAL MOTOR ALTA EFF. (kWh)	FACTURACIÓN ANUAL MOTOR ALTA EFF. (USD)
CADENA 37 kW	99.014,4	7.259,76	55.382,4	4.060,68
PRS 22,5 kW	167.875	12.308,60	142.646,4	10.458,84
MDO 1 - 32,7 kW	247.276,8	18.130,34	208.742,46	15.305
MDO 2 - 82, 7 kW	537.408	39.402,75	435.888	31.959,31
SATÉLITE 1 - 47,5 kW	117.849,6	8.640,73	59.529,6	4.364,71
SATÉLITE 2 - 47,5 kW	117.849,6	8640,73	59.529,6	4.364,71
TOTAL	1'287.273,4	94.383,91	961.718,46	70.514,25

- Al realizar una inversión de \$33.822 en la compra de motores de alta eficiencia, el ahorro anual por consumo de energía es de 325.555,14 kWh, lo cual equivale a un ahorro de \$23.869,71 anuales, un valor representativo para la empresa, donde puede ser destinado a otras áreas de producción, el ahorro anual con respecto al reemplazo de motores estándar y a los motores de alta eficiencia corresponde a un ahorro del %25,29.

Si se quiere ahorrar aún más en energía se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Apagar las unidades en el momento que no sean utilizadas.
- Desarrollar un plan de mantenimiento adecuado para los equipos, pudiendo ser éste preventivo o predictivo, en función de los distintos equipos y procesos, para así evitar fallos o paradas en los procesos de producción.

CAPÍTULO VI

- Se realizó un estudio de eficiencia energética en la empresa Bopp del Ecuador S.A. y se propuso alternativas de ahorro para el portador energético de mayor representación para la empresa como es el caso de la energía eléctrica.
- Para la implementación de un ahorro energético se determinó indicadores energéticos, los cuales servirán para que la empresa Bopp del Ecuador S.A. tenga un control cuando exista un elevado consumo energético respecto a la producción.
- Se determinó el estado del consumo energético en la empresa Bopp del Ecuador S.A., el cual, los portadores energéticos más relevantes fueron la energía eléctrica con un porcentaje del 71,65%, el diésel con un porcentaje del 27,02% y el GLP con un porcentaje del 1,33%.

- Mediante un análisis detallado técnico-económico se verificó los consumos en términos de costos de cada una de las cargas de la empresa Bopp del Ecuador S.A.
- Identificando la iluminación como el grupo donde con mayor facilidad se puede actuar en el reemplazo de luminarias en las tres naves de la empresa Bopp del Ecuador S.A. se logra ahorros de 80.939,52 kWh/año, es decir del 37,59% del consumo de energía en iluminación.
- Al sustituir los motores estándar analizados en capítulos anteriores, por motores de alta eficiencia se obtendrán ahorros de 325.555,14 kWh anuales, un total de \$23.869,71.

- El consumo de energía eléctrica es claramente dependiente de la producción de una manera prácticamente lineal, ya que a mayor producción, existe un mayor consumo.
- Al sustituir las luminarias fluorescentes T12/40W por las luminarias fluorescentes T5/54W en una correcta distribución física de las mismas, se obtendrán la cantidad mínima de iluminación por puesto de trabajo y esto mejorará la seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo.
- El porcentaje de distorsión armónica total no supera los límites de acuerdo a la norma IEEE 512 – 1992 y se encuentran dentro del rango permitido por el CONELEC de acuerdo a la Regulación No. CONELEC – 004/01 calidad del servicio eléctrico de distribución.

- Al ser sustituidas las luminarias existentes y los motores estándar por motores de alta eficiencia, se debe considerar que el ahorro es permanente. Ya que una vez recuperada la inversión, el ahorro continúa durante toda la vida útil de los equipos.
- El ahorro de energía se aplica de acuerdo a las recomendaciones asociadas con buenas prácticas por parte del personal de la empresa.
- Las oportunidades de ahorro de energía referente al reemplazo de equipos requieren un grado de inversión, y el tiempo de retorno de la misma es preferencial menor a tres años.

- Con el fin de promover el uso eficiente de la energía, formar un comité de eficiencia, el cual deberá estar precedido por un delegado de alta gerencia y distintos representantes de las áreas que tengan disponibilidad para conformar este comité, para poder aplicar la norma 50001 referente a eficiencia energética.
- Construir una política de gestión de la energía en la empresa, utilizando indicadores de consumo de energía en función al volumen de producción, identificando de esta manera la línea base y los impactos que tendrán en ella las mejoras a ejecutar.
- Se puede iniciar con las acciones relacionadas con una mínima inversión, con el objetivo de incentivar a todos los implicados en la formulación de ideas e implementación de proyectos que estén relacionados con el uso eficiente de la energía en las distintas áreas.

- Aprovechar en mayor medida la iluminación natural en las áreas de procesos con el fin de reducir el consumo eléctrico.
- Poner en práctica el sistema de ahorro de energía analizado en este proyecto dentro de la empresa, empezando por crear conciencia en el personal, sobre lo importante que es el desarrollo de programas de ahorro de energía, estos programas son de alta importancia ya que esto conlleva a beneficios económicos y además permite preservar los recursos y por ende reducir la contaminación ambiental resultando de gran importancia para las generaciones venideras.
- Con el mejoramiento del factor de potencia se pueden reducir los costos en la facturación mensual de la planilla eléctrica, sin tener que recurrir a penalizaciones por bajo factor de potencia.

- Aproveche al máximo la luz natural del día, evite encender las luces en áreas iluminadas por el sol. Se recomienda limpiar con frecuencia las lámparas para aprovechar mejor su luminosidad, el polvo que se deposita en ellos reduce el nivel luminoso hasta en un 20%. Al realizar una instalación de luz se debe hacer de forma estratégica, así una misma luminaria alumbrará más ambientes y evitará mayor consumo eléctrico.
- La formación y concienciación del personal general de la empresa para la toma de responsabilidades personales de los despilfarros de energía, apagando lámparas innecesarias y apagando equipos cuando estos no se necesiten es fundamental para lograr el éxito de un programa de ahorro de energía.

GRACIAS