

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA PROCESADORA DE PLÁSTICOS RT RECICLART, UBICADA EN QUITO-ECUADOR

Morales Yanchaguano Carlos Patricio¹, Juan Joel Segura D' Rouvel², Franyelit M. Suárez C.³
ORCID²: <https://orcid.org/0000-0002-0625-0719>; ORCID³: <https://orcid.org/0000-0002-8763-5513>
juan.segura@uti.edu.ec, frangelits@gmail.com
Universidad Tecnológica Indo américa-Ecuador

Recibido (23/05/19), Aceptado (02/06/19)

Resumen: El presente trabajo se centra en la evaluación de la eficiencia energética en una empresa dedicada al procesamiento de fundas de plástico ubicada en la ciudad de Quito, debido a las irregularidades en los circuitos eléctricos y la sobrecarga en los transformadores. El estudio está basado en la evaluación y posterior propuesta para el mejoramiento de la situación energética en la empresa dedicada al procesamiento de plásticos RT RECICLART S.A. Se pretende orientar las decisiones que el gerente pudiera tomar con respecto a la inversión necesaria para la implementación de nuevos equipos que pueden contribuir a mejorar las condiciones de trabajo dentro de las instalaciones eléctricas de la misma. Para esto, se recopiló información tanto a nivel primario como secundario, el principal objeto que sirvió para la recolección de datos fue un analizador de redes conectado a los bancos de transformadores con los que cuenta la entidad; el primero con una capacidad de 125kVA y el segundo de 100kVA, dando como resultado de este previo análisis que los dos transformadores se encuentran sobrecargados. Además, existen bajos niveles de voltaje para lo que se recomienda la evaluación del redimensionamiento de los transformadores, conductores y sistema de protecciones adecuados, que atenúen los problemas que se tienen en la planta procesadora.

Palabras Claves: Eficiencia Energética, procesadora de plásticos, sistema eléctrico, transformadores eléctricos.

EVALUATION OF THE ENERGY EFFICIENCY IN THE PLASTICS PROCESSOR RT RECICLART, LOCATED IN QUITO-ECUADOR

Abstract: The present work focuses on the evaluation of energy efficiency in a company dedicated to the processing of plastic sleeves located in the city of Quito, due to irregularities in electrical circuits and overloading in transformers. The study is based on the evaluation and subsequent proposal for the improvement of the energy situation in the company dedicated to plastics processing RT RECICLART S.A. It is intended to guide the decisions that the manager could make with respect to the investment necessary for the implementation of new equipment that can contribute to improve working conditions within the electrical installations of the same. For this, information was collected both at primary and secondary level, the main object that served for data collection was a network analyzer connected to the transformer banks with which the entity has; the first one with a capacity of 125kVA and the second one of 100kVA, giving as a result of this previous analysis that the two transformers are overloaded. In addition, there are low voltage levels for which it is recommended the evaluation of the resizing of transformers, conductors and adequate protection system, which mitigate the problems that are in the processing plant.

Keywords: Energy Efficiency, plastics processing, electrical system, electrical transformers.

I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los últimos años el mejoramiento de la eficiencia energética ha sido un factor de relevancia en los procesos industriales, las empresas se han visto en la necesidad de avanzar a la par con las nuevas tecnologías ya que es una de las principales herramientas con las que se puede lograr el incremento de la productividad y el ahorro de costos de producción. Los nuevos tiempos impulsan procesos más novedosos y equipos de alta tecnología, que en su mayoría tienen un mayor consumo de energía o requieren múltiples herramientas que en conjunto componen sistemas de consumidores más complejos.

La aplicación de la eficiencia energética resulta de gran importancia para las instalaciones industriales por un conjunto de beneficios que ella conlleva para las mismas. Entre las cuales podemos citar la reducción en el monto total de las facturas de la Empresa Eléctrica respecto al consumo energético, propiciando de esta manera un incremento en la rentabilidad de las empresas y, reducción en los costos de producción referente al rubro de energía eléctrica. [1].

Este sincronismo de nuevas tecnologías y ahorro energético, es uno de los retos más grandes que enfrentan las entidades industriales.

El buen uso de la energía no solo incluye la implementación de nuevas tecnologías, sino el buen uso de la misma, la implementación de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que son necesarios como métodos de evaluación permanente para el mejoramiento de los procesos eléctricos dentro de las empresas. Asimismo, la eficiencia energética comprende la valoración de los recursos naturales como elementos indispensables para el aprovechamiento de la energía, que reduzca las necesidades de implementación de equipos y, se limite a la utilización de aquéllos verdaderamente necesarios.

Es de gran importancia en los países latinoamericanos en general, el tema energético, pues se establecen crecimientos anuales de demanda eléctrica, lo cual constituye un indicador del desarrollo del país, para lograr la satisfacción de la misma se requiere incremento en la capacidad generativa de la red eléctrica; sin embargo, con el empleo de medidas de eficiencia energética se puede liberar capacidad del sistema, es decir realizando un uso más eficiente de la energía se puede satisfacer incrementos anuales de la demanda disponiendo de la misma capacidad generativa instalada en el sistema electro energético. [2].

La situación energética de Costa Rica es similar a un gran número de países en los que se incluye Ecuador, pues la demanda eléctrica es un indicador de desarro-

llo de los mismos, por ende tiende a crecer anualmente, Por lo que se hace necesario implementar medidas de eficiencia energética con el fin de satisfacer dichos incrementos, sin tener necesidad de aumentar las unidades generadoras que aportarían energía a la red eléctrica nacional.

La procesadora de plásticos RT RECICLART se ha visto en la necesidad de incrementar considerablemente su producción por el crecimiento de la demanda de sus productos. Además, la empresa brinda servicios adicionales como la realización del proceso de peletizado, el cual consiste en la elaboración de polietileno de baja y alta densidad y plásticos duros; este proceso hace que todo tipo de fundas recicladas, baldes y, cualquier clase de material a base plástico se vuelva a convertir en materia prima para su reutilización dentro de la empresa, así como para la comercialización de éstos con otras empresas de la misma rama.

En la industria del plástico, más de la mitad de la energía global utilizada en la producción, es atribuida a los equipos de procesamiento, por tal razón constituye un renglón representativo en los costos para la misma. En las empresas del plástico se destaca la ausencia de mediciones cuantitativas de la energía consumida en los procesos, por lo mismo, suelen desconocer la relación entre kW-h y kilo de producto producido, y el tener dichos datos podría ayudar a la industria a establecer un indicador de eficiencia energética, denominado índice de consumo, a través del mismo se pudiera visualizar los resultados de optimizar los procesos y, la consecuente reducción del consumo de los mismos. Las conclusiones más relevantes a las que los autores llegaron fueron:

- La industria del plástico es un sector de gran potencial de desarrollo a nivel nacional e internacional. Es importante tener en cuenta su impacto en los consumos energéticos requeridos, para procesar y transformar las diferentes materiales plásticos.

- En su mayoría, los equipos de procesamiento requieren energía eléctrica para transformar los plásticos y éstos representan más de la mitad del consumo de energía global para generar un producto plástico. El consumo energético tiene una relevante influencia sobre la competitividad de las empresas del ramo y, contribuye a la mitigación del impacto ambiental de este sector manufacturero.

- Normalmente, las empresas cuantifican los consumos de materia prima y la producción en kilogramos; sin embargo, no se mide la energía consumida por los procesos (kW-h) y por lo tanto la relación kW-h/kg es un valor poco conocido o cuantificado, este hecho mo-

tiva la necesidad de realizar una caracterización lo más amplia de los consumos energéticos en las regiones de mayor desarrollo y producción del dicho sector.

En este trabajo se ponen de manifiesto los aspectos considerados en la evaluación energética en la empresa RT RECICLART, así como una propuesta para mejorar el consumo y optimizar el uso apropiado de la energía. Entre los parámetros analizados es posible mencionar la demanda, el factor de potencia en las fases 1, 2 y 3, el voltaje en las fases 1,2 y 3, el Flicker de corta duración en las fases 1,2 y 3, la distorsión de armónicos, las corrientes de fases, y el desbalance porcentual del voltaje.

El cual consta de cuatro secciones; en la segunda sección se detallan los aspectos teóricos y los antecedentes que sustentan la presente investigación, en la sección III se aprecia la metodología desarrollada, en la sección IV es posible encontrar los resultados y finalmente en la sección V se encuentran las conclusiones.

II. DESARROLLO

La búsqueda de una mayor eficiencia energética y, el impulso de las energías renovables, son temas recurrentes en los foros nacionales e internacionales que se realizan periódicamente con énfasis en la última década. Existe una red global dedicada exclusivamente a estos asuntos, ésta es la Renewable Energy Policy Network for the 21st century (REN21). La misma se vincula a los gobiernos del mundo, organizaciones sin fines de lucro, públicos o privados, investigadores independientes, sector académico, organismos internacionales y empresas para que compartan e intercambien experiencias y conocimientos en torno al uso de las energías renovables y también en cuanto a formas de optimización y eficiencia energética.

La meta de REN21 apart de facilitar el intercambio de conocimientos, promueve la creación y ejecución de políticas y el trabajo coordinado de todos los involucrados para una transición de energía eficiente y rápida. Como parte de su trabajo, este organismo aglutina información de todo el planeta y la comparte con sus miembros, promueve la discusión y debate, así como organiza redes temáticas de apoyo, a través de un sólido sistema virtual.

De acuerdo al Reporte de la Situación Mundial de las energías renovables [3], realizado por REN21, a pesar de que el consumo de energía por unidad de producción económica ha mejorado notablemente desde el año 2010, existen múltiples formas de mejorar aún más la eficiencia energética en todo el mundo. Los factores que promueven esta mejora incluyen: promover el crecimiento económico, reducir el cambio climático y la seguridad energética. Esta propuesta se estima traería

grandes beneficios tanto a países desarrollados, como a países en vías de desarrollo, permitiéndoles facilitar el suministro de los servicios energéticos a la población que no tenga acceso a los mismos. Cada vez más países adoptan nuevas políticas que les ayuden a cumplir este objetivo mediante la mejora de la eficiencia en la industria, transporte y viviendas.

Tomando en cuenta lo sugerido por REN21, un creciente número de países ha implementado políticas para mejorar la eficiencia energética en la industria, viviendas, transportes y demás instancias nacionales [3-4].

Las empresas del sector del plástico que implantan planes de eficiencia y ahorro energético pueden disminuir el coste de suministros en un 30%. Por ejemplo, sólo en las inyectoras de plástico, es posible ahorrar entre un 20 y un 40%. Asimismo, existen novedosos sistemas de refrigeración de procesos industriales, como es el aerofreecooling, que permite ahorros superiores a un 30%. [5].

Los nuevos debates en torno al uso de la energía proponen no solo el buen uso de la misma, sino que se puedan unir tanto la energía renovable y la eficiencia energética como una sola en el ámbito de la política, en cuanto a incentivos que involucren objetivos económicos, regulaciones y construcción, de esta manera las empresas públicas y privadas del globo podrán beneficiarse de estas mejoras.

Al realizar el análisis de la energía en una empresa de producción, mostro las diversas oportunidades de ahorro energético en las mismas; con el fin de establecer recomendaciones encaminadas a mejorar la eficiencia energética. En las conclusiones se señala que el principal aporte de este trabajo fue el de proveer una metodología para cuantificar el ahorro energético en la industria mediante un procedimiento basado en los gráficos de control que permite sistematizar el cálculo del ahorro de energía posible. [6]. Entre las medidas de ahorro de energía propuestas por los autores se menciona el cambio de lámparas y luminarias, el manejo de horarios para encendido y apagado de éstas según se trate de horas de trabajo u horas de descanso, reducción de la iluminación de planta y exterior, cambio de motores y transformadores subcargados, apagado de equipos de climatización de oficinas en horas de descanso y la utilización de equipos nuevos con mayor eficiencia que los equipos más antiguos, al ser menos consumidores de energía.

Las propuestas realizadas según el método presentado lograron un ahorro, cada mes al sistema de generación de electricidad de un total de 138 024,8 kW-h por mes, en promedio. Y, la empresa logró operar en puntos óptimos de consumo de acuerdo con la produc-

ción, además de la implementación de acciones, el ahorro es equivalente a la energía eléctrica necesaria para alimentar hasta 278 residencias con la energía que se deja de desperdiciar. La aplicación generalizada de la metodología propuesta permitiría reducir el problema energético nacional de una manera sistemática, eliminando el derroche de energía sin afectar el nivel de la producción industrial.

Se realizó una propuesta estratégica encaminada a mejorar la gestión energética de una empresa en Costa Rica. En la investigación se analizó el consumo de la maquinaria, encontrando que los equipos de la empresa tenían hasta 12 años en servicio, y baja eficiencia energética, se observó una falta de uniformidad en las lámparas y luminarias, tanto en sus características como eficiencia. La carencia de una planificación de los requerimientos energéticos para respaldar el proceso productivo, se deberían incluir cronogramas de mantenimiento, sustitución de máquinas y alternativas para monitorear el consumo [5].

El estudio condujo a algunas conclusiones importantes: se requieren procesos productivos que sean cada vez más eficientes, desde el punto de vista energético, considerando también un menor impacto ambiental que haga a la industria más sostenible y amigable con el ambiente. Además, la situación energética actual que viven las ciudades, con un crecimiento mayor en la demanda eléctrica respecto a las fuentes de generación, hace que exista una alta dependencia de combustibles fósiles para la generación a través de centrales térmicas, impactando esto el precio de las tarifas por el servicio y consecuentemente, los gastos de las empresas.

Otra conclusión importante es que el proceso productivo que llevan a cabo muchas empresas tiene una serie de requerimientos energéticos, cuya gestión se ve afectada por factores internos como eficiencia energética de equipos y el uso que se le da a éstos.

III.METODOLOGÍA

Esta investigación tiene como dominio al estudio de materiales con un doble enfoque, industrial y arquitectónico. Dicho enfoque trata de definir las leyes de comportamiento necesarias para el diseño de máquinas y el estudio de materiales novedosos, en este caso para el redimensionamiento de los transformadores, conductores, protecciones y canalizaciones que sirvan para la construcción ecológica o energéticamente eficiente, de todos los elementos a usarse en la propuesta que se dará para la solución del problema encontrado.

En la procesadora de plásticos RT RECLART se realizó un diagnóstico energético, a través de la instalación de un instrumento registrador, deno-

minado “Analizador de Redes” el cual fue instalado en paralelo con los transformadores que conforman cada uno de los dos servicios. Dicho instrumento luego de haber estado instalado ocho días característicos de producción arrojó un diagnóstico, reflejando las diferentes oportunidades de ahorro en la mencionada instalación, tales como: cambio de capacidad de transformadores en ambos servicios, por encontrarse sobrecargados, lo cual reduce el tiempo de vida útil del equipamiento, y de no realizarse un cambio de capacidades por la idónea acorde a la demanda real impuesta por la carga, se establece un riesgo inminente de destrucción de dicho equipamiento; el costo de un transformador de 100 kVA es alrededor de \$10000,00 y el de 125kVA de \$13000,00.

La sección transversal de los conductores que conforman los circuitos de distribución interna resultan inadecuados, pues se han producido incrementos de carga en los mismos, manteniéndose los conductores iniciales, lo cual conlleva a mayores caídas de voltaje, dificultando la regulación del mismo, principalmente en los consumidores ubicados en el último tramo del circuito; ocasionando incrementos de la corriente para satisfacer la demanda de la potencia mecánica requerida por las diferentes cargas acopladas a los ejes de los motores, esta situación se traduce en: incremento de las pérdidas por efecto Joule, un servicio sin calidad por un bajo voltaje principalmente en el horario pico y arriesgando el tiempo de vida útil del equipamiento, principalmente de las máquinas eléctricas rotatorias al estar sometidas a una sobre corriente la cual deteriora de forma sistemática su aislamiento.

IV.RESULTADOS

Los resultados estuvieron centrados en los requerimientos técnicos que deben cumplir los conductores empleados en los circuitos de distribución interna ubicados en las instalaciones de la empresa, pues la corriente que realmente circula por dichos conductores debe ser menor o igual a las capacidades nominales de dichos conductores, los elementos de protección de dicho circuito deben ser calculados en base a las corrientes reales que van a circular, a través de los mismos. De esta forma, se logra garantizar una verdadera protección tanto a los conductores y, al equipamiento alimentado por el circuito.

El análisis de demanda en la empresa reveló la tabla I, donde se evaluó el transformador de 100kVA, que es un equipo de importancia en el proceso industrial del plástico, se puede apreciar la valoración del factor de uso de demanda, la potencia disponible, el factor de carga y la energía en el punto de medición.

Tabla I. Análisis de demandas y energías

Análisis de demandas	Valor Porcentual	Energías	Valor	Unidad
Factor de uso a demanda mínima	9.19 %	Potencia disponible	-14.89	kVA
Factor de uso a demanda media	59.16%	Factor de carga	52.18	%
Factor de uso a demanda máxima	114.9%	Energía en el punto de medición	9427.15	kW-h

En la tabla I se pueden apreciar los valores mínimos, máximos y promedio de algunos de los parámetros analizados, la demanda (kW) presentó un promedio de 56.11kW, la demanda (kVA) resultó de 59.01kVA, el factor de potencia total fue de 0.95, las corrientes de fase estuvieron entre 162A y 172A aproximadamente.

En la Tabla II se reflejan los valores analizados de Factor de Potencia, Voltajes de Fase, Flicker y distorsión

de armónicos. Además, se han evaluado estas variables según el reglamento de CONELEC [10].

Fue posible observar un importante porcentaje de los registros que evidencian que dichos parámetros se encuentran fuera de los límites permitidos, ocasionando irregularidades en el funcionamiento y posibles fallas en el sistema eléctrico.

Tabla II. Evaluación de parámetros eléctricos en la empresa

Descripción parámetro analizado	PROM	MAX	MIN	CUMPLE REG CONELEC 004/001	Observaciones
Factor de potencia fase1	0.93	1.00	-1.00		El 32.44% de los registros están fuera de los límites permitidos
Factor de potencia fase2	0.96	1.00	-1.00		El 30.06% de los registros están fuera de los límites permitidos
Factor de potencia fase3	0.94	1.00	-1.00		El 30.36% de los registros están fuera de los límites permitidos
Voltaje fase1	123.84	128.85	119.91	SI	El 0.00% de los registros están fuera de los límites permitidos
Voltaje fase2	123.20	127.99	119.25	SI	El 0.00% de los registros están fuera de los límites permitidos
Voltaje fase3	123.28	127.95	119.44	SI	El 0.00% de los registros están fuera de los límites permitidos

Flicker corta duración fase1	0.46	1.44	0.16	SI	El 0.69% de los registros están fuera de los límites permitidos
Flicker corta duración fase2	0.45	1.44	0.16	SI	El 0.60% de los registros están fuera de los límites permitidos
Flicker corta duración fase3	0.47	1.46	0.16	SI	El 0.60% de los registros están fuera de los límites permitidos
Distorsión armónicos voltaje (THD) fase 1(%)	2.82	3.81	1.90	SI	El 0.00% de los registros están fuera de los límites permitidos
Distorsión armónicos voltaje (THD) fase 2(%)	2.81	3.71	1.95	SI	El 0.00% de los registros están fuera de los límites permitidos
Distorsión armónicos voltaje (THD) fase 3(%)	2.79	3.68	1.93	SI	El 0.00% de los registros están fuera de los límites permitidos

Se evaluó el perfil de demanda de la empresa, la figura 1 muestra el perfil de demanda, o sea, representa las fluctuaciones de los valores de potencia, a través del

tiempo para ambos servicios instalados por separados, obtenidos por medio de la instalación del analizador de redes.

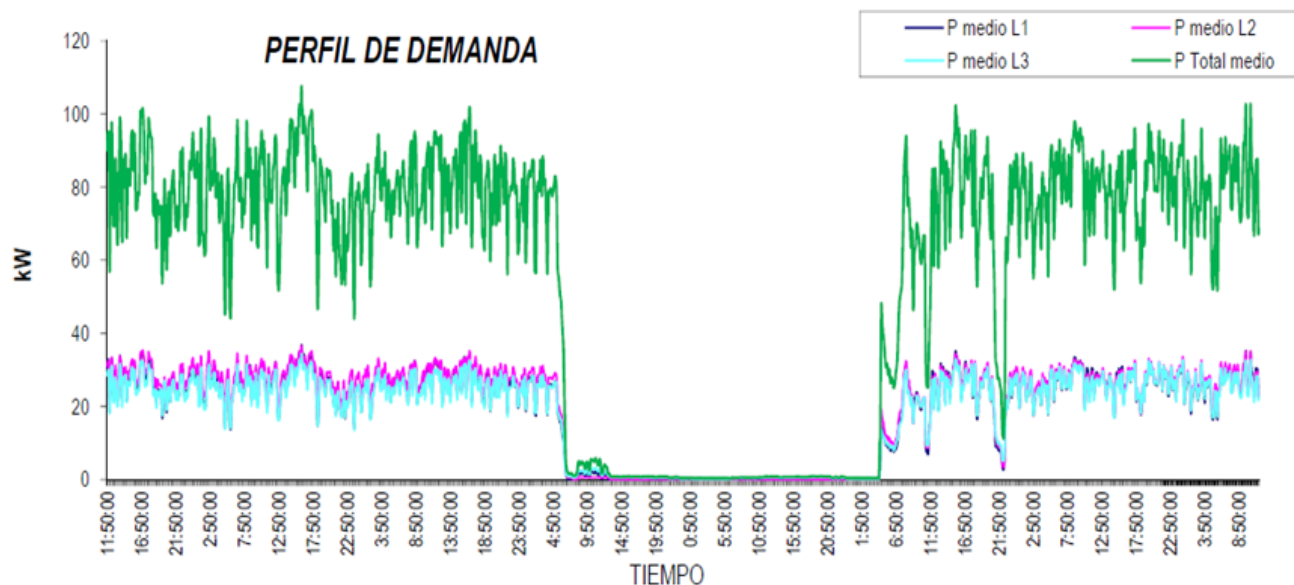


Figura 1. Perfil de demanda en k W.

Por otro lado la figura 2 expone las fluctuaciones del voltaje por cada una de las fases, a través del tiempo, donde se aprecia las variaciones del mismo dentro de

los rangos permisibles en que debe fluctuar; sin embargo, se aprecia que en ocasiones el mismo se aleja del rango permitido por la norma de variación de voltaje.

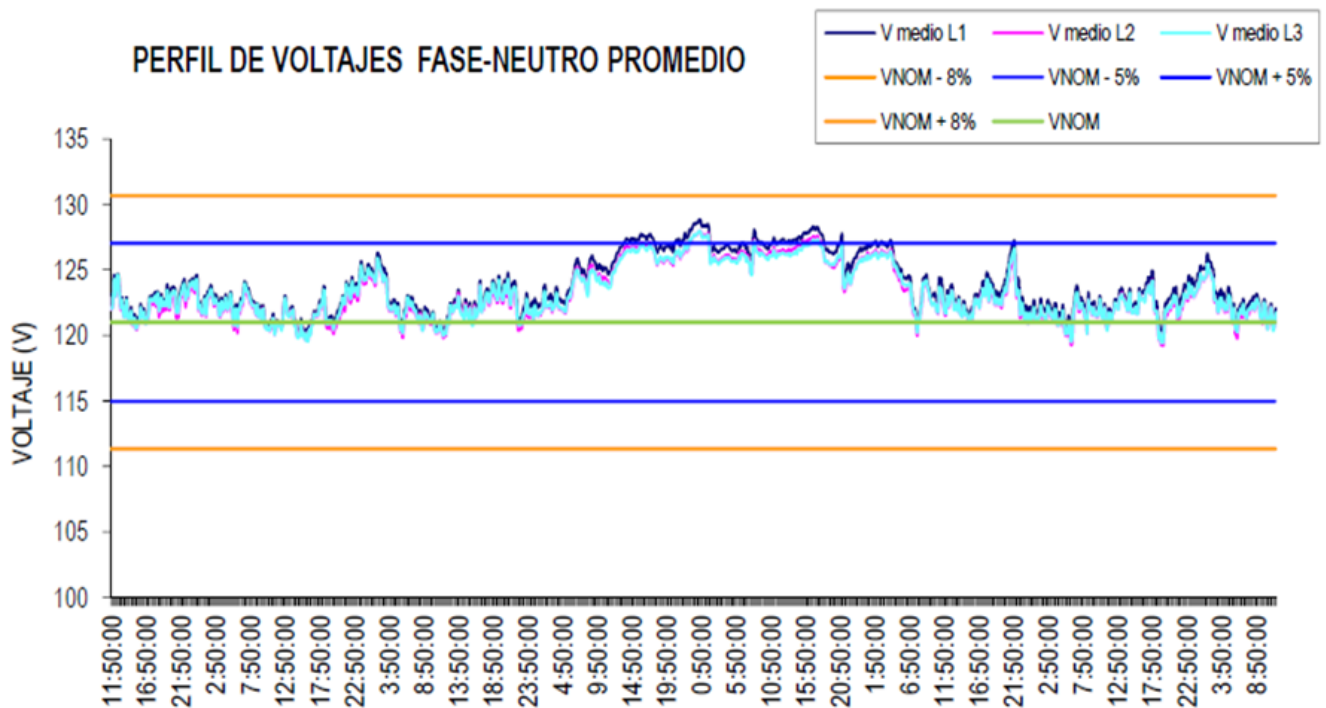


Figura 2. Valores de voltaje (V) en el tiempo (s).

En la figura 3 se aprecia el voltaje promedio para cada una de las tres fases, a través del tiempo. De igual forma se aprecia en algunas horas del día que el mismo se aleja del rango permitido por las normas para garantizar un servicio eléctrico acorde a las normas de calidad.

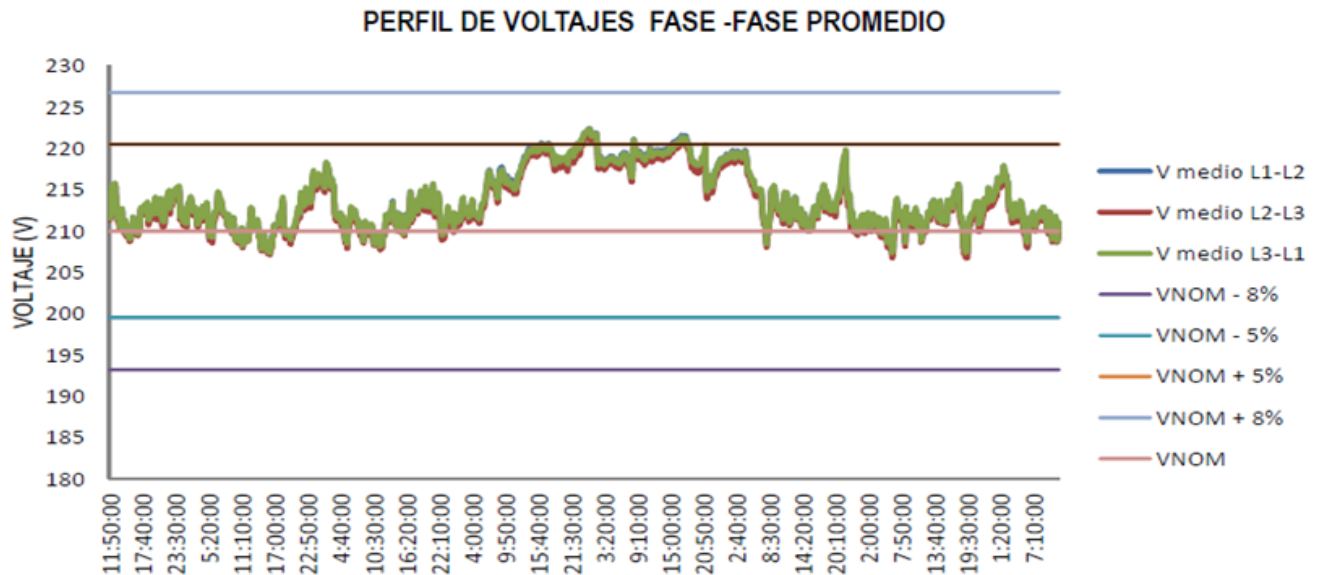


Figura 3. Perfil de voltajes fase-fase promedio

La figura 4 muestra el perfil de corrientes, en ella se puede apreciar los valores promedio que experimenta la corriente por cada fase, a través del tiempo. Además, se puede percibir el desbalance en las magnitudes de corriente por las fases del transformador.

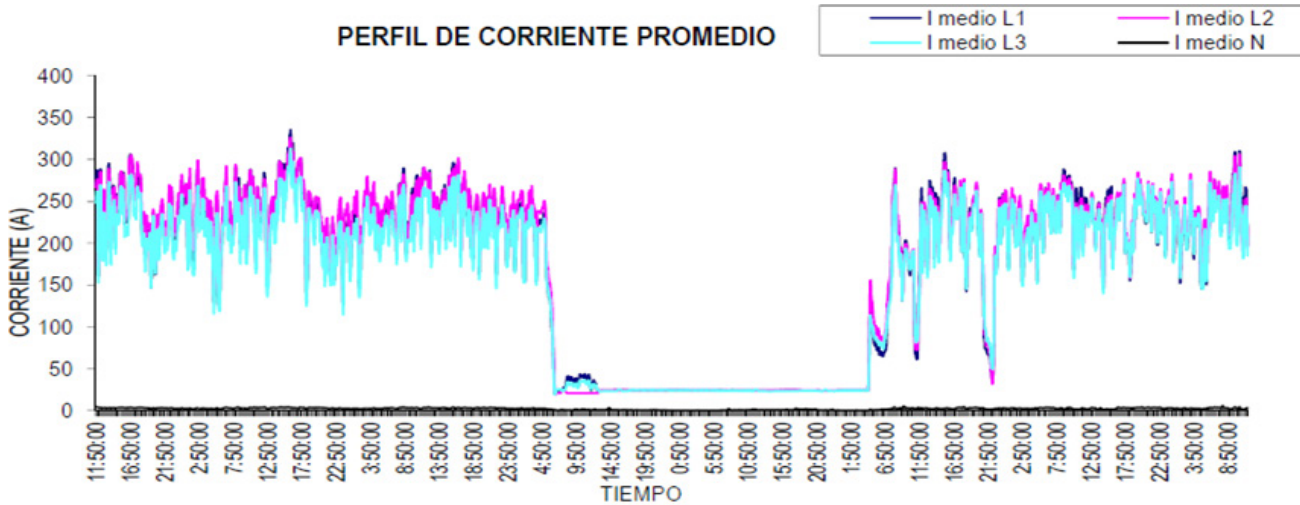


Figura 4. Perfil de corriente promedio (A)

El factor de potencia fue evaluado y se puede apreciar en la figura 5, donde se observa su comportamiento dentro de la norma establecida por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) [8], el cual no debe ser inferior a 0,92;

al cumplirse dicho indicador por parte de la empresa, la misma no resulta penalizada en el monto correspondiente al pago de su factura eléctrica.

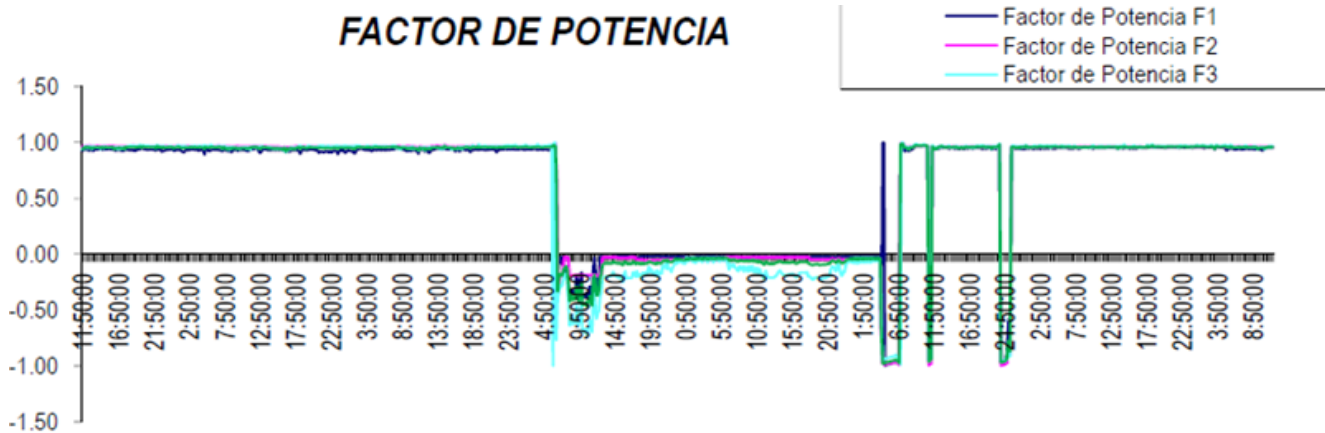


Figura 5. Factor de potencia. (Adimensional)

La figura 6 muestra la curva de Flicker, donde es posible apreciar los picos de corriente transitorios que se producen en la instalación; los cuales en la fase 2 y 3

en ocasiones sobrepasan los valores nominales de corriente.

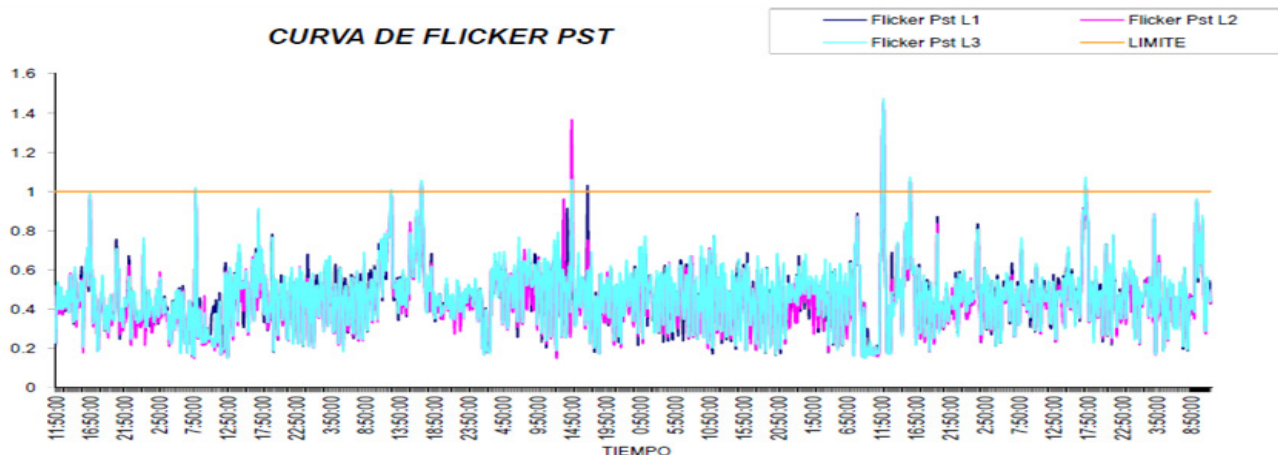


Figura 6. Curva de Flicker (Ampere)

Los valores del factor de carga y energía en el Panel General de Distribución (PGD), utilizado como punto de medición, corresponden al transformador de capacidad de 100kVA. El factor de carga indica la relación entre la carga máxima y la carga correspondiente a la potencia nominal del transformador y el valor de energía consumida en el punto de medición.

En atención al análisis de Calidad de Producto, se procedió a la instalación de analizadores de calidad de energía en los bornes de BV de los transformadores T163589 de 100 kVA, T 166764 de 125 kVA y en los tableros de distribución correspondiente a cada transformador, ubicados en la calle las Cantabrias y de los Fundadores, sector Calderón, con el propósito de verificar los parámetros eléctricos establecidos en la Regulación CONELEC 004/01 “Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución” [10], a través de una medición directa; obteniendo los resultados siguientes:

Del análisis de las mediciones realizadas en el Transformador N° 163589, se determina una demanda máxima de 114.89 kVA, un factor de uso de 114.9 % y una demanda disponible de -14.89 kVA. Además, los registros de medición de voltaje se ubican entre +6.49 % y -1.45 % del voltaje nominal de 210/121 V, mientras que en el tablero de distribución los registros de medición de voltaje se ubican entre + 6.26 % y -2.06 %. En el transformador T 166764, se determina una demanda máxima de 158.22 kVA, un factor de uso de 126.6 % y una demanda disponible de -33.22 kVA. Asimismo, los registros de medición de voltaje se ubican entre el +0.84 % y -6.8 % del voltaje nominal 220/127 V, mientras que en el tablero de distribución los registros de medición de voltaje se ubican entre el +0.26 % y -8.48 % del voltaje nominal. Determinando que los registros se encuentran entre el voltaje nominal del transformador, cumpliendo con la Regulación establecida CONELEC 004/01 [10].

En el transformador 163589 se registró una corriente máxima de 335.2 A, posee protección tipo NH de 355 A por fase. Desde el transformador hacia el tablero se encuentra con cable tipo TTU 3x4/0+4/0 AWG que soporta corrientes de hasta 230 A por fase. EL transformador y los conductores se encuentran sobrecargados con un factor de uso en el transformador de 114.9 %.

En el transformador 166764 se registra una corriente máxima de 438.3 A, posee protección tipo NH de 355 A por fase. Desde el transformador hasta el tablero de distribución se encuentra conectado con cable tipo TTU 3 x (2x2/0)+3/0 AWG que soporta corrientes de hasta 350 A por fase. El transformador y los conductores se encuentran sobrecargados con un factor de uso en el transformador de 126.6 %. Además, se realiza el perfil de voltajes mínimos y corrientes máximas, determinan-

do que existen picos de corrientes que ocasionan caídas de voltaje significativas, lo que a su vez propicia la acción de las protecciones. El voltaje disminuye cuando la planta comienza a trabajar a plena carga, debido a que los transformadores se encuentran sobrecargados y los conductores no soportan la cantidad de corriente requerida por la carga.

Por lo expuesto se recomienda realizar un estudio de carga para el redimensionamiento de los transformadores, conductores y protecciones para garantizar el buen funcionamiento de los equipos instalados.

V.CONCLUSIONES

En la caracterización energética de la procesadora de plásticos RT RECICLAR se pudo apreciar que en la misma existen dos servicios de alimentación cada uno compuesto por un transformador trifásico de 125 kVA, 22,8kV/220V/127V y de 100 kVA/22,8kV/210V/121V respectivamente, los cuales alimentan a toda la instalación. El servicio correspondiente al transformador de 125kVA, el cual alimenta a un Panel General de Distribución (PGD), de donde parten 4 circuitos de distribución interna en la instalación.

Se aprecia en la instalación, a través de la revisión de planilla eléctrica que en la misma el factor de potencia (indicador que refleja el grado de aprovechamiento de la energía eléctrica) se encuentra en el valor de 0,95. El cual se considera excelente, pues el valor mínimo indicado por la Empresa Eléctrica Quito “EEQ” corresponde a 0,92; por esta razón la entidad no sufre de penalizaciones en el pago de su planilla eléctrica por el concepto de tener deteriorado el mencionado indicador. Todo esto se debe a la instalación de un banco de capacitores conectados en paralelo con cada transformador.

El plan de medidas que se recomienda en la instalación en base al diagnóstico realizado, a través de un analizador de redes instalado en la misma consiste en lo siguiente:

- Proponer un cambio de capacidad de transformador en ambos servicios.
- Realizar un levantamiento de carga en la instalación para en base a esta información determinar la verdadera potencia instalada en la misma y junto a este dato establecer un 20% de reserva encaminado a determinar el valor de capacidad del banco de transformadores, dicho resultado debe ser ajustado al valor normalizado inmediato superior de capacidades estándar de los transformadores trifásicos.
- Se calcula la sección transversal de cada uno de los circuitos de distribución interna dentro de la instalación, en base a los verdaderos valores de corriente demanda-

da por la carga, donde se tuvo en cuenta un coeficiente de reserva de un 25% y los factores FT y FC; factor de corrección por el número de conductores por fase y el factor de corrección por incremento de temperatura del medio respectivamente.

- Además se tuvo en cuenta la selección adecuada del aislamiento en base a temperatura de trabajo del local y condiciones medioambientales siendo el seleccionado el aislamiento termoplástico pues admite temperaturas como máximo 60 °C y condiciones de ambiente seco y húmedo.

- Se recomienda calcular las protecciones de sobre corriente (disyuntores o breakers) para la protección ya sea contra sobrecargas o cortocircuito de cada uno de los circuitos de distribución que parte del PGD. Se tomó como criterio de selección de las mencionadas protecciones $1,25 * I$ nominal, disco resultado debe ser ajustado en la tabla de valores normalizados de los breakers.

- Los valores de THD V registrados están dentro de los límites establecidos en la regulación del CONELEC 004/01.

VI. RECONOCIMIENTO

Se hace un reconocimiento especial a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA, sede Quito, por su apoyo a los proyectos de titulación, promoción de ciencia, tecnología e innovación, además de su disposición para la formulación de nuevas propuestas académicas que contribuyen al desarrollo de nuevos y mejores profesionales.

VII. REFERENCIAS

- [1] Álvarez, A., Mauricio, D., Cobos, J., Gustavo, N. (2015). Evaluación de los impactos en el consumo de energía eléctrica asociados al uso de refrigeradores eficientes en el Ecuador : Programa Renova Refrigerador. Repositorio Universidad Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8961>.
- [2] Carretero, A., García, J. (2012) Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora. Aenor Ediciones. España
- [3] REN21 (2018). Situación global de las energías renovables. Obtenido de: Instituto del medio Ambiente <http://www.idma.cl/2018/06/06/situacion-global-de-las-energias-renovables/>.
- [4] Álvarez, R., García, A., García, P. (2008). Shocks de Energía y Productividad en la Industria Manufacturera Chilena. Rev. Dialnet. N°82
- [5] Arrieta, O. (2015). Propuesta estratégica para mejorar la gestión energética de la empresa Agribiotecnología de Costa Rica S.A. Repositorio de la Uni-

versidad de Costa Rica: <http://repositorio.ucr.ac.cr/handle/10669/28121>

[6] SALAZAR L. (2017). Análisis de medidas de ahorro de energía en una empresa de producción.

[7] LEBOT B. (2017). Conclusiones diálogo en la CMNUCC para la eficiencia energética en la industria. Obtenido de: <https://novecientos11.wordpress.com/2017/04/26/conclusiones-dialogo-en-la-cmnucc-para-la-eficiencia-energetica-en-la-industria/>

[8] Empresa Eléctrica Quito. (2017). Registros de demanda energética de la empresa REICLART RT.

[9] IPSOM (2010). Sector del plástico lidera los proyectos de ahorro y eficiencia energética. Obtenida de: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/42992-El-sector-del-plastico-tiene-un-alto-potencial-de-ahorro-energetico.html>

[10] CONELEC. <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/conelec-00208/>