

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DE LOS COSTOS DEBIDO A UNA INADECUADA CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

JAIRO HERNÁN DUARTE

Ing. Electricista

Universidad Industrial De Santander

GRUPO GISEL (Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica)

e-mail: hduarte@uis.edu.co

ALFONSO PEÑUELA AYALA

Ing. Electricista

Universidad Industrial De Santander

GRUPO GISEL (Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica)

e-mail: tutojr@hotmail.com

GABRIEL ORDÓÑEZ PLATA

Profesor Asociado

Escuela de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Universidad Industrial De Santander

GRUPO GISEL (Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica)

e-mail: hduarte@uis.edu.co

JENNY PACHECO LÓPEZ

Ing. Industrial

Universidad Industrial De Santander

GRUPO GISEL (Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica)

e-mail: jjpacheco80@hotmail.com

JUAN BENJAMÍN DUARTE DUARTE

Profesor Asociado

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Universidad Industrial de Santander

e-mail: jduarte@uis.edu.co

RESUMEN

El artículo a continuación presenta una metodología que permite a los usuarios del servicio de energía eléctrica del sector industrial, valorar los costos generados por una interrupción del suministro de dicho servicio. El modelo propuesto se estructuró teniendo en cuenta trabajos realizados a nivel mundial relacionados con el tema y además el marco regulatorio legal en Colombia, en lo relacionado a la calidad de suministro de energía eléctrica.

La metodología contempla diecisiete componentes de costo, cada uno de los cuales puede estar incluido o no de acuerdo al perfil de la empresa en que se aplique el modelo. Así mismo se validó el modelo con usuarios industriales del área metropolitana de Bucaramanga.

PALABRAS CLAVE: Reglamentación colombiana, índices de continuidad, continuidad del suministro, interrupciones del suministro de la energía eléctrica, sistemas de costeo, costos por interrupciones, metodología.

ABSTRACT

This paper establishes a methodology for estimating the cost when a break down occurs in the industrial sector. The model was developed taking into account the international background of the topic and the currently legal system concerning the quality of electrical service in Colombia.

The methodology is composed of seventeen costs items from which each item may be included or not depending on the kind of business. Furthermore, the model was validated using industrial customers in the city of Bucaramanga

KEY WORDS: Colombian laws, continued indicator, continuity of supply, interruptions on electrical supply, costs systems, interruption's costs, methodology

INTRODUCCIÓN

La valoración de los costos debidos a las interrupciones del suministro de la energía eléctrica es un tema fundamental para los diferentes agentes del sector eléctrico en las áreas de planeación y operación de los sistemas de potencia. De igual forma esta valoración es una herramienta útil para la toma de decisiones de inversión para mejorar la continuidad del suministro de energía eléctrica desde el punto de vista del usuario del servicio.

A nivel mundial, cuando se hacen estudios para valorar estos costos por inadecuados niveles de continuidad, se busca obtener un punto de equilibrio entre el costo de inversión para mejorar la fiabilidad del sistema y los costos que las interrupciones representan a los usuarios del servicio [1].

El estudio en que se fundamenta este artículo plantea una metodología que permite a los usuarios de la energía eléctrica, pertenecientes al sector industrial manufacturero, valorar los costos de las interrupciones del suministro con el fin de utilizar los resultados de dicha valoración como herramientas y criterios para la toma de decisiones de inversión en aras de aumentar la confiabilidad del suministro.

Este artículo se divide en seis partes, la primera se centra en el estado del arte de los estudios relacionados con costos por interrupciones, seguidamente se revisa la reglamentación colombiana en este tópico; en la tercera parte se muestran los principales resultados del diagnóstico realizado al sector industrial manufacturero, posteriormente se describen los principales aspectos de la metodología propuesta para valorar costos por interrupciones. Por último se presenta la aplicación de la metodología en dos empresas, mostrando resultados y principales observaciones del proceso de aplicación y finalmente se plantean las conclusiones del trabajo.

ESTADO DEL ARTE A NIVEL MUNDIAL

Internacionalmente se han llevado a cabo varios estudios relacionados con la valoración de los costos a los usuarios por interrupciones del servicio de la energía eléctrica; estos estudios han sido desarrollados mediante ciertas técnicas que son reflejo de las realidades de países donde la filosofía de la atención comercial ha evolucionado, y tanto las empresas electrificadoras como las universidades se preocupan por desarrollar métodos que permitan valorar de forma general los costos que las interrupciones traen a los usuarios del servicio, con el fin de plantear alternativas que conduzcan a un beneficio general.

Existen varios métodos que permiten valorar los costos de los usuarios del servicio de la energía eléctrica debidos a interrupciones del suministro. Dentro de los principales métodos para estas valoraciones se encuentran el Método de Acción Preparatoria-PAM, los Métodos de Relación de Porcentajes-RRM, los métodos de valoración directa, y el modelo econométrico basado en la elasticidad del precio. Para usuarios industriales existe otra forma de valorar estos costos mediante una relación entre los costos de la interrupción y el valor agregado por la producción.

Método de Acción Preparatoria - PAM. Los clientes deben escoger entre varias opciones las acciones mitigantes que se tomarían para aliviar los impactos de interrupciones del suministro [2]. Básicamente se toman diferentes escenarios de interrupción, y se anexan los costos por hora de las acciones efectivas que se tomarían, posteriormente se suman los costos de todas las acciones elegidas para obtener un estimativo del costo de "acciones preparatorias".

Método de Relación de Porcentajes - RRM. Este método tiene dos subdivisiones [2], la primera es la voluntad para

pagar de los usuarios-WTP, y la segunda es la voluntad de los usuarios de aceptar compensaciones-WTA. El WTP se refiere a la cantidad de dinero que los usuarios estarían dispuestos a pagar para obtener un suministro confiable; y en el WTA, los clientes indican qué porcentaje de su tarifa deberían rebajarles con el fin de aceptar un suministro menos fiable.

Método de valoración directa. Los métodos de costeo directo son los más populares y los más utilizados en la solución de problemas de valoración de costos por interrupciones [3], [4], [5], [6]. Básicamente son encuestas donde los usuarios deben identificar directamente los impactos y valorar los costos para diferentes escenarios de interrupción. Este método presenta una gran ventaja al permitir, a través de él, la recopilación de información complementaria que puede llegar a ser de gran utilidad en el proceso de evaluación.

Método econométrico basado en la elasticidad del precio. El método de la elasticidad del precio [7] se basa en la evaluación del beneficio extra del usuario, debido al uso de la electricidad. Utiliza un modelo simple para comparar el precio de la energía, con las unidades de energía que compra. Este método tiene en cuenta los costos tanto directos como indirectos derivados de la interrupción, también se relaciona muy bien con la verdadera disponibilidad del usuario a pagar por un abastecimiento confiable.

Relación entre los costos de la interrupción y el valor agregado por la producción. En el caso de usuarios industriales, la estimación de estos costos puede relacionarse con el valor agregado y los costos de la interrupción [8]. El concepto de valor agregado se define como el valor total de la producción, menos la materia prima, el costo de la energía y el precio de servicios extra. Para interrupciones muy largas, el valor agregado debería ser igual al costo de la interrupción.

REGLAMENTACIÓN COLOMBIANA DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Las reglamentaciones que en materia de energía eléctrica establezcan los entes reguladores del sector, son la base para poder llegar a una prestación óptima de este servicio en todos los aspectos, ya que exige a los diferentes agentes del sector eléctrico referencias mínimas de calidad, por consiguiente se considera necesario su estudio para acotar cualquier planteamiento a la realidad nacional.

En Colombia las leyes 142 y 143 de 1994 orientadas hacia la desregulación de los sistemas, la participación privada y la

creación de un mercado de electricidad, condujeron a una situación de competencia entre las diferentes empresas del sector, y dieron al usuario una nueva concepción sobre el producto "energía eléctrica" introduciendo el concepto de calidad.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) emitió el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica que fue adoptado en 1998 como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional-SIN, bajo la resolución CREG070_1998[9]. Los parámetros y procedimientos para la evaluación de la calidad del servicio han sido ajustados y modificados, coherente y consecuentemente con la realidad del sector eléctrico colombiano, por medio de las resoluciones 025 y 089 de 1999, la 096 de 2000, la 159 de 2001 y la resolución 084 de 2002 [10]. Como resultado de estas reglamentaciones las empresas prestadoras del servicio están en la obligación de ofrecer unos niveles mínimos de continuidad del suministro, además de seguir ciertas recomendaciones en cuanto a la calidad de onda. Actualmente, los únicos aspectos de la calidad del servicio penalizables en el país son los relacionados con la continuidad del suministro, para lo cual se establecieron los indicadores DES y FES, definidos a continuación.

Duración Equivalente de las Interrupciones del Servicio - DES:

$$DES_c = \sum_{i=1}^{NTI} t(i) \quad (1)$$

Frecuencia Equivalente de las Interrupciones del Servicio - FES:

$$FES_c = NTI \quad (2)$$

Donde:

- DES_c : Tiempo total en horas de las interrupciones del servicio para el usuario c.
- FES_c : Número total de las interrupciones del servicio para el usuario c.
- t(i) : Tiempo en horas de la interrupción i-ésima.
- i : Interrupción i-ésima.
- NTI : Número total de interrupciones ocurridas en el circuito al cual pertenece el usuario c.

Los indicadores DES y FES son almacenados trimestralmente y se publican cada mes en la factura de la energía de cada usuario, así como los límites establecidos por trimestre.

La vigilancia y el control se llevan a cabo por los usuarios y por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD, ésta es la encargada de llevar el control del

cumplimiento de los indicadores DES y FES, para ello los diferentes operadores de red deben presentarles informes trimestrales donde se reporten los egresos producto de las compensaciones hechas a los usuarios.

Como resultado del proceso evolutivo en materia de reglamentación llevado a cabo en el país, la CREG publicó el documento CREG037_2004 [11] donde se propone una nueva metodología para el cálculo de los niveles óptimos de calidad durante el periodo tarifario actual del país. La propuesta contempla nuevos planteamientos motivados en un cambio de filosofía por parte de los principales actores en materia de regulación del país, acercándose de esta manera a la realidad nacional. Un aspecto que podría llegar a ser crítico es la forma como se obtiene la información, este proceso debe ser realizado de forma más frecuente y mediante instrumentos de monitorización. Adicionalmente se observa que siguen existiendo términos sin mucha claridad. Una fortaleza de la metodología es que plantea dar incentivos a los Operadores de Red que desarrollen planes de inversión en aras de mejorar la calidad del servicio que prestan, situación que no se presenta en la actualidad.

Una vez estudiadas las metodologías implementadas a nivel mundial para la valoración de los costos para los usuarios debido a interrupciones del suministro de la energía eléctrica, y de revisar el marco regulatorio del país en este tema, se desarrolló un diagnóstico a los usuarios de la energía eléctrica pertenecientes al sector industrial con el fin de establecer un punto de partida en el desarrollo de una metodología para valorar dichos costos, ajustada a la realidad del país.

DIAGNÓSTICO DEL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO

Este diagnóstico se llevo a cabo en las grandes y medianas industrias pertenecientes al sector manufacturero, cuyas instalaciones de producción se sitúan en la ciudad de Bucaramanga; los objetivos de éste eran:

- Indagar sobre el conocimiento que las grandes y medianas industrias manufactureras de Bucaramanga, tienen acerca de la calidad del servicio de la energía eléctrica
- Conocer algunas de las actitudes, percepciones y preferencias que estos usuarios tienen respecto a la calidad del servicio de energía eléctrica.
- Indagar si en alguna ocasión, estas empresas han valorado y/o cuantificado los costos en los que

incurren por la ausencia de tensión en los puntos de alimentación, (interrupciones del suministro).

- Generar un punto de partida que permitiera introducir el tema de la calidad de la energía eléctrica en el contexto industrial.

Para el desarrollo del proyecto se realizó un censo a las empresas anteriormente mencionadas teniendo en cuenta la clasificación del centro de documentación y moda de la Cámara de Comercio de Bucaramanga, obteniéndose una población de 70 empresas, de las cuales 53 colaboraron en dicho proceso. El cuestionario fue resuelto telefónicamente y contenía ocho preguntas diseñadas siguiendo algunos modelos encontrados en la revisión de los estudios mundiales y de otras encuestas llevadas a cabo a nivel nacional, como parte de un convenio entre la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y la Universidad Industrial de Santander [12], en el cual se quería conocer el grado de satisfacción de los usuarios respecto al servicio de la energía eléctrica. Dentro de las preguntas, se indagó acerca de los principales problemas con el suministro de la energía eléctrica, la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones, el conocimiento de los índices de continuidad DES y FES, la valoración de costos por interrupciones, los sistemas de respaldo con los que cuenta la empresa, entre otros. Algunos de los resultados obtenidos en el encuestamiento se describen a continuación.

Tal como lo muestra la figura 1, el problema que más afecta a este tipo de usuarios son las interrupciones del suministro de la energía eléctrica; sin embargo, el 35,8% de las empresas encuestadas respondió que la calidad de onda también es un problema inminente, variaciones en la tensión o interrupciones cortas, expresando que estos fenómenos son los que mas generan problemas a los equipos y la maquinaria.

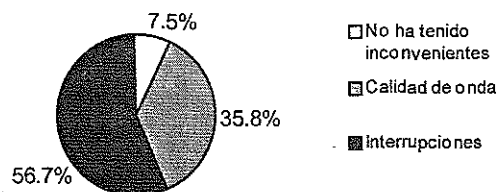


Figura 1. Porcentaje de usuarios con problemas relacionados al suministro de la potencia.

El 92,5% de los encuestados manifestó no conocer los índices de continuidad del suministro DES y FES, además el 79,2% no han recibido compensaciones por interrupciones del suministro de la energía eléctrica. Estos resultados se pueden observar en las figuras 2 y 3 respectivamente.

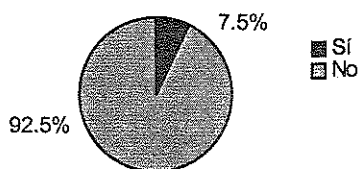


Figura 2. Porcentaje de conocimiento de la regulación colombiana acerca de la continuidad del suministro.

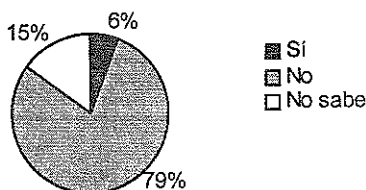


Figura 3. Porcentajes de las compensaciones recibidas como parte del incumplimiento de los índices DES y FES.

La situación anterior es atribuible a varias causas; una de ellas es que las interrupciones no son muy frecuentes como fue manifestado en otra de las preguntas de la encuesta, de igual forma también es atribuible, según manifestaron algunos encuestados, a que los niveles máximos permitidos para estos índices son demasiado altos; otra razón para esta situación es que muchos de los encuestados no revisan estos índices en las facturas de la energía.

Respecto a la pregunta de valoración de costos por interrupciones del suministro, se observó que el 65,2% de las empresas encuestadas no han estimado estos costos adicionales (ver Figura 4). Sin embargo, cabe anotar que aquellas empresas que respondieron afirmativamente a esta pregunta, presentan un concepto muy diferente de cuantificación de costos al que se plantea en esta metodología, y sólo tienen en cuenta aspectos tales como mano de obra, inventarios que se dañan o producción no elaborada, pero en ningún caso se realizan estudios exhaustivos con varios componentes simultáneamente.

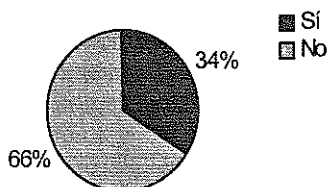


Figura 4. Valoración de costos generados por las interrupciones del suministro.

METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DEBIDOS A UNA INTERRUPCIÓN DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

A nivel mundial, muchas de las investigaciones respecto al costo que una interrupción puede causar al usuario, se desarrollan desde el punto de vista de la producción que se pierde y de la energía que no se consume; aunque en algunos casos se mencionan costos mucho más subjetivos, tales como pérdida de información, actitud laboral, etc., éstos casi nunca se tienen en cuenta al momento del análisis. En el estudio presentado en este artículo se tienen en cuenta algunos de esos costos, calificándolos cualitativamente cuando sea posible, con el fin de dar a conocer a los usuarios el impacto que estos pueden llegar a tener sobre las finanzas de su empresa de tal manera que comprendan que además de los costos por producción, existen otros costos que también pueden afectar a sus empresas. La Tabla 1 lista los componentes que hacen parte de la metodología para valorar los costos por interrupciones del suministro.

El primer paso es establecer cuáles de los componentes del costo mostrados en la Tabla 1 deben tenerse en cuenta para la valoración, en aras de minimizar el tiempo de recolección de la información sin llegar a sacrificar la fiabilidad de los resultados. Por esta misma razón, y como segundo paso de la metodología, se plantea una división general de los diferentes departamentos y/o dependencias de la empresa en dos grandes áreas: Administración y producción, que permita abarcar todas las áreas de una manera funcional para facilitar el análisis de los costos causados por las interrupciones.

De igual manera los componentes de la Tabla 1 necesitan ser analizados con diferentes grados de complejidad al momento de su cuantificación, por lo tanto ellos no pueden ser analizados a un mismo nivel de detalle; es así como se proponen cuatro niveles para el análisis de dichos componentes, siendo los niveles de empresa y área los más generales, y los niveles de proceso y centro de trabajo los más particulares. La Figura 5 muestra una representación de estos niveles.

Estos cuatro niveles son complementarios ya que para obtener el costo total por interrupción se deben sumar los valores resultantes en cada uno de ellos y debe tenerse presente que aquellos costos que se analicen en un nivel no se tendrán en cuenta en ninguno de los otros, ya que aplicarlos en más de uno de ellos implicaría un doble conteo.

Tabla 1. Listado de los componentes del costo.

NIVEL	NOMBRE DEL COMPONENTE	TIPO
I EMPRESA	Los costos de depreciación del sistema de respaldo.	Costo
	Los costos de mantenimiento del sistema de respaldo.	Costo
	Los costos de operación del sistema de respaldo.	Costo
	Los costos por daños a planta física y otros daños.	Costo
	La energía no consumida durante la interrupción.	Ahorro
II AREA	El descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento de los indicadores DES y FES.	Ahorro
	El personal inactivo de administración y/o de producción.	Costo
	Los costos en horas extras para recuperar trabajo y/o producción.	Costo
III PROCESO	Los daños a equipos y/o maquinaria.	Costo
	El costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción.	Costo
	El costo de la producción no elaborada.	Costo
	Los costos para reiniciar la producción.	Costo
	Los costos de reprocesos para recuperar el producto.	Costo
IV CT	Venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables.	Ahorro
	El costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción.	Costo
	El costo de los inventarios de producto en proceso que se pierde por la interrupción.	Costo
	Parte de los inventarios que se pueden reutilizar.	Ahorro

Una vez realizados los dos primeros pasos, el tercer paso es seleccionar cada uno de los procesos productivos (y procedimientos administrativos), que se vean afectados directa o indirectamente por la interrupción (los demás procesos que se lleven a cabo en la empresa no se tendrán en cuenta), de igual forma y como cuarto paso, se deben definir los Centros de Trabajo (CT) necesarios para los procesos que así lo requieran, de acuerdo con las exigencias de la metodología.

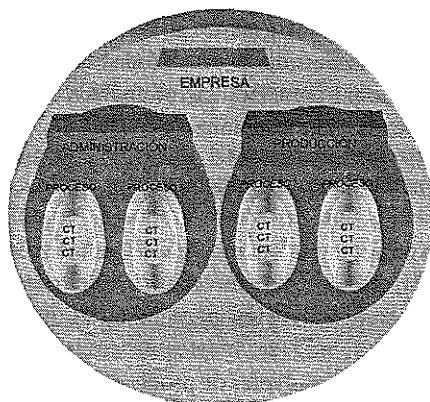


Figura 5. Representación de los niveles de análisis para los componentes del costo.

Realizadas las fases anteriores, se debe buscar la información necesaria para la cuantificación de los componentes del costo. Para facilitar esta tarea fueron diseñados dieciocho formatos (hojas de cálculo) bajo la plataforma de Microsoft Excel® mediante los cuales se calculan automáticamente los montos de cada componente, y se ofrece la posibilidad de agrupar esos resultados de

diferentes maneras, de tal forma que se pueda visualizar más fácilmente la incidencia de una interrupción del suministro de la energía eléctrica en los diferentes procesos, áreas y en la empresa.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La metodología propuesta como producto final de este estudio, fue el resultado de un proceso en el cual se aplicó una metodología base (primera versión) creada a partir de la revisión de los estudios en el ámbito mundial de costos por interrupciones, y de la reglamentación nacional existente en materia de calidad del servicio de energía eléctrica con el fin de darle aplicabilidad ajustándola a la realidad del país.

Durante el proceso de aplicación se observaron y corrigieron las debilidades de la metodología base; de igual manera se mejoraron sus fortalezas; por consiguiente se hicieron algunos cambios considerados convenientes para buscar siempre un equilibrio entre el tiempo de búsqueda de la información y la exactitud de los resultados, de tal manera que la aplicación de la metodología no se convirtiera en una tarea engorrosa.

Las Figuras 6 y 7 muestran los porcentajes respecto al costo total para cada componente del costo debido a una interrupción del suministro de la energía eléctrica en las dos empresas donde se aplicó la metodología (Marzo-Mayo del 2004).

Se debe tener en cuenta que las empresas tienen diferentes perfiles; la primera fabrica conductores eléctricos y de telecomunicaciones, mientras la segunda se dedica a

fabricación de herrajes, estructuras metálicas, formaletas, etc., para el sector eléctrico y el sector de la construcción.

producto en proceso o producto terminado, y algunos otros componentes que no resultaron ser significativos.

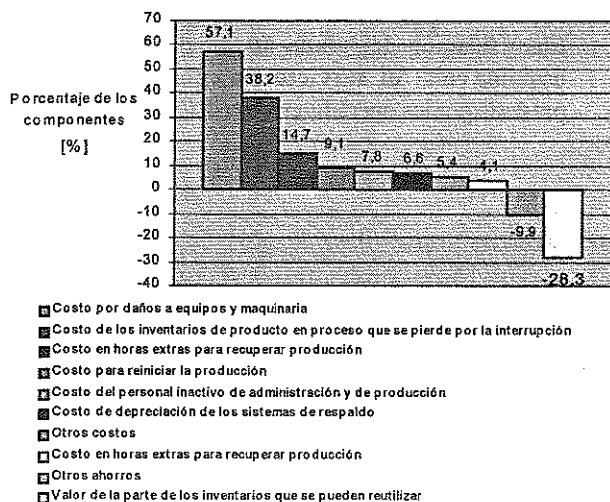


Figura 6. Porcentaje de los componentes respecto al costo total, para la empresa #1.

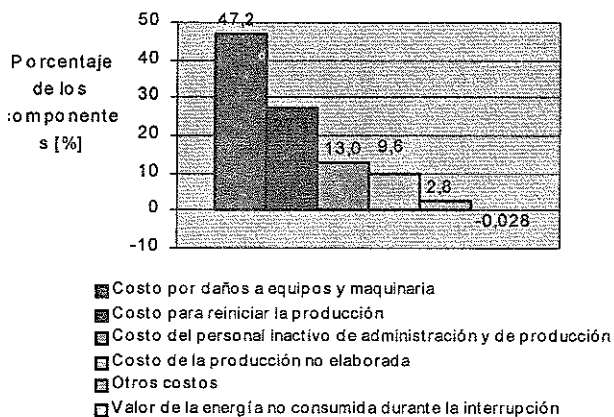


Figura 7. Porcentaje de los componentes respecto al costo total, para la empresa #2.

Las Figuras 6 y 7 muestran que en estas dos empresas el componente del costo más crítico fue el de daños a equipos y maquinaria con el 57,1% y 47,2% respectivamente. De igual manera se puede observar que la primera empresa tiene mas componentes que la segunda debido a la diferencia de los procesos que se llevan a cabo dentro de cada una de ellas y por lo tanto no tendrán los mismo componentes del costo; por ejemplo, en la primera empresa se observa el costo por las perdidas de producto en proceso, depreciación del sistema de respaldo, los inventarios que se pueden reutilizar, mientras que la segunda empresa por realizar la mayoría de sus procesos en "frío", no presenta costos como perdida de materia prima,

El análisis anterior evidencia la aplicabilidad de la metodología a cualquier tipo de empresa manufacturera, lográndose así una gran ventaja y una herramienta fuerte que puede llegar a representar un cambio radical tanto en la reglamentación de la continuidad del suministro como en la percepción del usuario respecto al producto "energía eléctrica".

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Una vez revisados los diferentes métodos utilizados a nivel mundial para la valoración de los costos a los usuarios por interrupciones del suministro de la energía eléctrica, puede concluirse que ninguno de ellos es completamente aplicable al entorno nacional debido a razones tales como la no familiaridad de los usuarios con este tipo de métodos, la posible inexactitud de las respuestas, la falta de cultura de calidad de los usuarios en temas relacionados con la energía eléctrica, el desconocimiento que los usuarios tienen acerca de la totalidad de los impactos de una interrupción en sus negocios, en sus vidas cotidianas, entre otros.

El diagnóstico al sector industrial manufacturero de la ciudad de Bucaramanga, evidenció la necesidad de una mayor difusión de los temas relacionados con la calidad del servicio de la energía eléctrica, tales como: la reglamentación nacional vigente, los principales aspectos relacionados y la valoración de los costos por la inadecuada calidad.

La metodología propuesta permite a los usuarios del servicio de la energía eléctrica, valorar los costos adicionales generados por una inadecuada continuidad del suministro. Dicha metodología contempla diecisiete componentes del costo total, y ella es totalmente adaptable a cualquier tipo de empresa manufacturera mediante la selección de los componentes en aras de analizar únicamente aquellos que consideren necesarios según la naturaleza de los procesos que lleven a cabo, la maquinaria, las jornadas laborales, etc.

La aplicación de la metodología a dos empresas manufactureras además de validarla, arrojó resultados críticos en cuanto al tema de las compensaciones, ya que para estas dos empresas los valores a compensar por trimestre fueron mucho menores que los costos de una sola interrupción con duración promedio. Se abre un gran interrogante en las demás empresas del área y del país para indagar sobre esta situación y determinar, si es el caso, el verdadero valor de compra de la energía eléctrica.

Como punto final los autores consideran una obligación dejar las puertas abiertas para las empresas que deseen conocer a fondo y/o aplicar la metodología desarrollada en este estudio; por tal motivo los interesados pueden escribir a cualquiera de las direcciones electrónicas pertinentes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] WACKER, Garry y BILLINTON, Roy. Customer cost of electric service interruptions. Proceedings of the IEEE, Vol. 77, No 6, 1989, Canada. p. 919-930.
- [2] KARIUKI, K., ALLAN, R. Factors affecting customer outage costs due to electric service interruptions. IEEE Proceedings Generation, Transmission, Distribution. Vol. 143, No 6, 1996. Manchester, Reino Unido. p. 521-528.
- [3] DIALYNAS, E.N.; MEGALOCONOMUS, S.M.; DALI, V.C. Interruption Cost Analysis for the Electrical Power Customers in Greece. National Technical University of Athens. Atenas, Grecia.
- [4] BILLINTON, Roy.; SUBRAMANIAM, R. K. y WACKER, Garry. Understanding Industrial Losses Resulting from Electric Service Interruptions. En: IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 29, No 1, (1993 : Saskatchewan). Saskatoon, Canada. p. 238-244.
- [5] SULLIVAN, M.; VARDELL, T.; SUDDETH, N. y VOJDANI, A. Interruption Costs, Customer Satisfaction and Expectations for Service Reliability. IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, No 2, 1995, Charlotte, USA. p. 989-995.
- [6] SULLIVAN, M.; VARDELL, T.; y JOHNSON, M.. Power Interruption Costs to Industrial and Commercial Consumers of Electricity. 1996, Charlotte, USA. p. 23-35.
- [7] VENEGAS, J. G. Metodologías de evaluación de costo de falla en sistemas eléctricos. Santiago de Chile, 1994, 67 p. Trabajo de grado Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Ingeniería.
- [8] LEHTONEN, M.; LEMSTROM, B. Comparison of the methods for assessing the costumers' outage costs. IEEE catálogo No 95TH8130, Finlandia, 1995. p.1-6.
- [9] Resolución CREG070_1998, www.creg.gov.co. Santa Fe de Bogotá, 1998.
- [10] Resoluciones : CREG025_1999, CREG089_1999, CREG096_2000, CREG159_2001, CREG084_2002. www.creg.gov.co. Santa Fe de Bogotá.
- [11] Documento CREG037_2004, www.creg.gov.co. Santa Fe de Bogotá, 2004.
- [12] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Identificación del grado de satisfacción de los usuarios con el servicio de energía eléctrica prestado por los operadores de red. Colombia, 2002.