

Identification of Non-Technical Electricity Losses in Power Distribution Systems by Applying Techniques of Information Analysis and Visualization

J. A. Porras, H. O. Rivera, F. D. Giraldo and B. S. A. Correa

Abstract— In this work we expose a software solution proposal to support the detection process of non-technical losses of electricity in the Energy Company of the Quindío region in Colombia (EDEQ by its acronym in Spanish). In the development of this prototype we used approaches for data integration and software engineering in order to implement a technical solution to improve the activities for analysis and visualization of electricity losses, according with the specifications and expectatives identified in the roles that participate in these process.

Keywords— Non-technical losses of electricity, analysis and visualization of information, software prototype.

I. INTRODUCCIÓN

LAS PÉRDIDAS no técnicas de energía son considerablemente sensibles para las empresas comercializadoras de energía en Colombia como la Empresa de Energía del Quindío (EDEQ), ya que en éstas se evidencian actividades ilícitas tipo fraude y/o robo para su consecución. El aumento de estas actividades ilegales es directamente proporcional con el incremento del costo de la energía.

Gracias a las campañas sociales implementadas por la EDEQ se ha logrado crear consciencia entre los clientes del Quindío sobre el esfuerzo que realiza la compañía para asegurar la calidad del servicio. No obstante, persisten usuarios que recurren al acceso fraudulento para obtener el servicio en hogares y empresas. Las pérdidas de energía también se generan por el contacto de especies forestales nativas (como la guadua en el departamento del Quindío) con redes eléctricas. Con cierto nivel de frecuencia se evidencia que un contacto de este tipo tiene consecuencias directas sobre los ecosistemas donde se encuentran las especies forestales, afectando incluso especies de fauna y cuencas hidrográficas.

En este trabajo se presenta un prototipo software que incluye técnicas basadas análisis de información y visualización de datos sobre mapas, con el propósito de ofrecer un soporte para fortalecer el análisis de pérdidas de energía mediante el contraste de la información obtenida

desde los macromedidores con otras variables que en principio son consideradas por la EDEQ.

II. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA U OBJETIVO

En el proceso de identificación de pérdidas energéticas la EDEQ hace uso de macromedidores instalados sobre los transformadores. Dichos dispositivos toman medidas de energía y posteriormente las contabilizan para hacer un balance de acuerdo al número de usuarios beneficiados por el transformador; idealmente este balance debería resultar en un valor muy cercano a cero, pero en los procedimientos fraudulentos se intervienen las redes de energía antes de que éstas puedan ser medidas por los macromedidores, evitando así el pago por concepto de servicio.

La EDEQ desarrolló una metodología para detección de pérdidas no técnicas de energía basada en la identificación de transformadores que generan pérdidas y el contraste de la información de la pérdida con respecto a los usuarios que son atendidos por el transformador identificado, contrastando consumos históricos de usuarios en correspondencia con cambios abruptos identificados.

La metodología formulada involucra la extracción de datos de los sistemas de información de la organización, ya sea mediante reportes generados por los mismos o consultas a los repositorios que los soportan, la depuración de los datos y la consolidación en enormes hojas de cálculo aplicando el método de balances de energía. La metodología adiciona criterios basados en el razonamiento de un experto, quien realiza manualmente el análisis de la información en búsqueda de pérdidas no técnicas de energía eléctrica. Posterior a esto se direccionan acciones in situ o sobre los repositorios de información (revisión y corrección).

La aplicación de esta metodología ha permitido a la EDEQ obtener recuperaciones de energía por procesos legales distribuidas en un 52% en el sector comercial, un 1% en el sector industrial un 2% en el sector oficial y un 45% en el sector residencial [1].

A pesar del esfuerzo realizado por la EDEQ, y la generación de histogramas de transformadores con pérdidas, la información producida en este proceso no era contrastada con variables críticas para la identificación de zonas con presencia de pérdidas de energía, como la ubicación geográfica y períodos en los que se han presentados las pérdidas. El contraste de la información obtenida desde los macromedidores y la información geoespacial no se ha implementado efectivamente por la falta de un prototipo visual que permita reducir la abstracción inherente de mecanismos o

J. A. Porras, Empresa de Energía del Quindío (EDEQ), Armenia, Colombia, alexander.porras@edeq.com.co

H. O. Rivera, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia, horivera@uniquindio.edu.co

F. D. Giraldo, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia, fdgiraldo@uniquindio.edu.co

B. S. A. Correa, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, sacosta@eafit.edu.co

instrumentos tradicionales. El análisis manual realizado por el experto se hace complejo y demorado dado el volumen de datos a considerar y la forma como éstos son presentados.

III. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Con el fin de optimizar el proceso de identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en la EDEQ se propuso el diseño e implementación de una solución software que, mediante diferentes formas de visualización, como mapas, tablas y gráficos, facilite y soporte el proceso de análisis de dichas pérdidas.



Figura 1. Modelo de integración de sistemas de información EDEQ.

Para garantizar el cumplimiento de las expectativas de los involucrados en el proceso, la metodología de desarrollo utilizada se fundamenta en el diseño centrado en el usuario (DCU) [2], lo cual permite realizar entregas rápidamente mediante prototipos de alta fidelidad elaborados conjuntamente con los usuarios del software, obteniendo así retroalimentación temprana por parte de los mismos usuarios finales. Para el diseño, implementación, despliegue y documentación se adoptan elementos de la metodología IBM Rational Unified Process [3], tales como especificación de casos de uso y documentación de arquitectura de software. La distribución de contenidos expuesta en el software fue

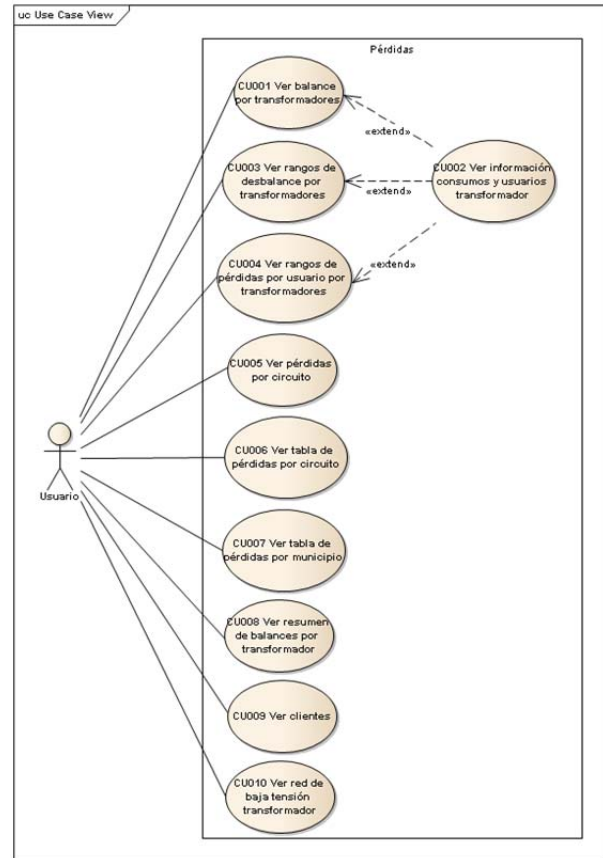


Figura 2. Principales funcionalidades implementadas en el prototipo software.

realizada acorde con los patrones propios de la arquitectura de información expuestos en [4].

La solución software desarrollada para el análisis y visualización de la información de pérdidas de energía en la EDEQ integra a nivel de datos el sistema de información geográfico, el sistema de información comercial y los archivos que contienen la información de los balances propios de la EDEQ. Esta integración es selectiva, es decir, solo se toman aquellos elementos que se consideran relevantes para la identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica, como los datos técnicos (nivel de tensión, estado, tipo) e información geográfica de los transformadores, clientes, circuitos y demás elementos del sistema de distribución local, la información de consumos de los clientes, macromedidores, alumbrado público y otras cargas.

La Fig. 1 presenta el esquema general de integración desarrollado en esta propuesta. Dicho esquema contiene un módulo de reglas de negocio donde se especifica las diferentes condiciones lógicas por medio de las cuales se identifican las pérdidas a nivel gráfico. Este software aplica en las diferentes formas de visualización las reglas de negocio recopiladas mediante la interacción constante con los roles involucrados en el proceso de determinación de pérdidas de energía.

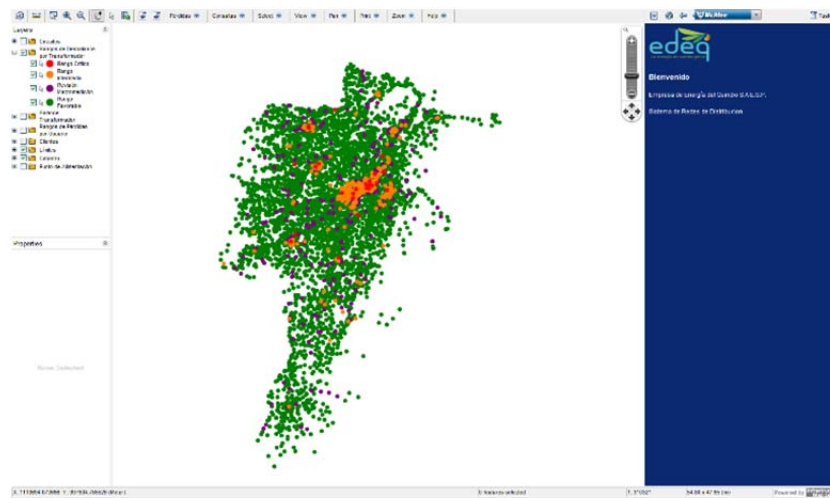


Figura 3. Reporte mapa de transformadores clasificados por rango de pérdidas.

Funcionalidades implementadas

El prototipo software desarrollado contiene funcionadas previamente elicítadas con los stakeholders y roles de la EDEQ involucrados en el proceso. Un resumen de las funcionalidades implementadas se encuentra en el diagrama de casos de uso expuesto en la Fig. 2. Entre las funcionalidades más representativas del software se destacan:

- La visualización sobre un mapa de: i) los transformadores clasificados de manera específica según su balance o según las pérdidas por usuario, de manera estratégica en rangos de pérdidas (críticos, intermedios, favorables) y rangos de pérdidas por usuario; ii) la clasificación de los clientes según la cantidad de sanciones aplicadas por fraude, lo que permite identificar focos de clientes hurtadores; y iii) los circuitos clasificados según sus pérdidas. La Fig. 3 presenta un ejemplo de consulta de rango de pérdidas por transformador en todo el departamento del Quindío.
- La visualización de diagramas de series para un transformador, circuito o municipio que contienen el consumo registrado por los macromedidores, la sumatoria del consumo registrado por los usuarios que se benefician del transformador, los aforos o consumos registrados por alumbrado público y otras cargas, las pérdidas y el indicador de pérdidas contra el período de tiempo en el que ocurren. La Fig. 4 presenta un ejemplo de reporte de pérdida para cierto circuito en un rango de tiempo previamente determinado.
- La visualización de informes por municipios o circuitos de cobertura y pérdidas en el tiempo, que incluyen entre otros elementos la cantidad de transformadores, el indicador de cobertura, la cantidad de usuarios activos, las pérdidas, el indicador de pérdidas y la evolución de las pérdidas respecto al período inmediatamente anterior; estos informes son enriquecidos con diagramas de pastel que permiten comparar puntualmente las pérdidas y los

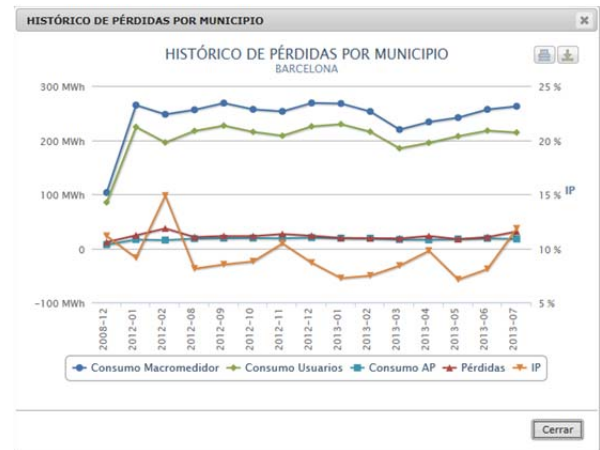


Figura 4. Ejemplo de mapa de transformadores clasificados por rango de pérdidas.

consumos, y diagramas de series que facilitan el análisis del comportamiento histórico. La Fig. 5 presenta un ejemplo de reporte de pérdidas por municipio.

- La visualización del resumen de balances. Este informe, para cada categoría de la clasificación de balances de transformador, presenta la cantidad de transformadores, la cantidad de usuarios y las pérdidas; este puede ser ampliado en un diagrama de barras que presenta para diferentes meses la clasificación de los balances vs la cantidad de transformadores. La Fig. 6 presenta un informe de ejemplo de resúmenes de balances.
- La identificación de la variación en los períodos de tiempo del comportamiento de las pérdidas de energía, sirviendo así como instrumento de evaluación de la efectividad de determinadas acciones orientadas a mitigar o reducir las pérdidas no técnicas de energía eléctrica. La Fig. 7 presenta.

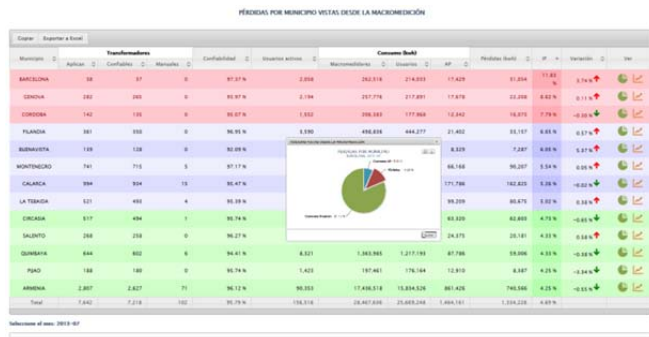


Figura 5. Ejemplo de reporte de pérdidas por municipio.

RESUMEN BALANCES

Rangos Pérdidas (kwh)	Cantidad transformadores	Total usuarios activos	Sumatoria de desbalances
Total confiables	7,320	158,171	1,517,876
De -500 a -1	2,390	14,422	-183,648
De 0 a 499	3,853	63,257	455,920
De 500 a 999	614	42,673	430,716
De 1000 a 1999	289	27,497	363,035
De 2000 a 2999	45	6,186	104,888
De 3000 a 3999	11	1,430	36,806
De 4000 a 4999	4	172	16,972
Mayor de 5000	12	881	89,539
Balance manual	102	1,653	0
Total no aplica	520	8	0
No aplica para macromedición	520	8	0
Total para instalar	17	82	0
Sin macromedición	17	82	0
Total para reparar	305	4,998	0
Balance negativo	199	4,848	0
Balance no confiable	94	135	0
Sin medidor	12	15	0
Total	8,162	163,259	1,517,876

Selección el mes: 2013-07

Figura 6. Ejemplo de reporte resumen balances.

un ejemplo de contraste de mapas del departamento del Quindío en diferentes períodos de tiempo

Adicionalmente, el prototipo software desarrollado cuenta con todas las prestaciones básicas que ofrece un cliente de cualquier sistema de información geográfico, como son la selección de elementos y zoom sobre regiones del mapa.

IV. VALIDACIÓN

Para la validación del prototipo funcional desarrollado en el proyecto se formularon dos tipos de encuestas basadas en el System Usability Scale (SUS) [5]. El primer tipo de encuesta se divide en dos secciones: una sección incluye las diez preguntas del cuestionario presentado por SUS, lo que permite puntuar la usabilidad y la facilidad de aprendizaje, y la segunda sección consta de dos preguntas que pretenden medir la percepción de mejora sobre el proceso de identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica mediante el uso del prototipo de software desarrollado. El segundo tipo de encuesta se compone de una sección de seis preguntas que pretenden medir netamente la percepción de la subgerencia de transmisión y distribución de la mejora al proceso.

La encuesta tipo 1 fue aplicada a 5 usuarios de diferentes roles dentro del equipo Gestión Control Pérdidas de la EDEQ; estos usuarios están estrechamente relacionados con la identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica. La

encuesta tipo 2 fue aplicada al líder del equipo Gestión Control Pérdidas y al jefe del área de Transmisión y Distribución.

Para cada enunciado existen 5 opciones de respuesta:

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) En desacuerdo
- 3) Ni en desacuerdo ni de acuerdo
- 4) De acuerdo
- 5) Totalmente de acuerdo

Los enunciados impares tendrán un puntaje dado por la fórmula:

$$\text{Puntaje} = \text{Respuesta} - 1.$$

Los enunciados pares tendrán un puntaje dado por la fórmula:

$$\text{Puntaje} = 5 - \text{Respuesta}.$$

Por lo anterior para cada enunciado se tendrá un puntaje que va de 0 a 4. Para evaluar los resultados de una sección se suma el puntaje de cada enunciado, esto se denomina total. Posteriormente el total es llevado a un puntaje final, que es independiente de la cantidad de enunciados, el cual va de 0 a 100 (aplicando regla de tres simple).

Para la sección 1 de las encuestas tipo 1, es decir las diez preguntas del cuestionario SUS, se tiene un puntaje mínimo de 77.5, máximo de 100.0 y un puntaje promedio de 92.5 (ver Fig. 8), lo que demuestra una aceptación bastante alta, casi total, del prototipo desarrollado en cuanto a usabilidad y facilidad de aprendizaje.

Para la sección 2 de las encuestas tipo 1, es decir las dos preguntas que miden la percepción de mejora sobre el proceso se tiene un puntaje mínimo de 87.5, máximo de 100.0 y un promedio de 97.5 (ver Fig. 8). Dado este puntaje se puede afirmar que hay una muy buena percepción de la mejora que se logra mediante el uso del prototipo en el proceso de identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica.

Para las encuestas tipo 2 se tiene un puntaje mínimo de 95.83, máximo de 100.0 y un puntaje promedio de 97.92 (ver Fig. 9). Dado este puntaje se puede afirmar que es altamente perceptible la mejora al proceso de identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica mediante el uso del prototipo. También es posible afirmar que se está totalmente de acuerdo en que el prototipo desarrollado facilita y fortalece el análisis de las pérdidas no técnicas de energía eléctrica.

V. TRABAJOS RELACIONADOS

El uso de sistemas de información geográficos (o GIS por su acrónimo en inglés) es frecuente en procesos de gestión de energía, encontrándose trabajos como [6] en donde se reporta la aplicación de la técnica Weighted Overlay de GIS para reducir el tiempo de restauración de una red de distribución, optimizando la ubicación de las cuadrillas de mantenimiento teniendo en cuenta limitaciones ambientales, económicas y técnicas. En [7] se expone cómo los GIS se convierten en elementos clave dentro de las redes eléctricas inteligentes o smart grid, ya que brindan el soporte para integrar múltiples funcionalidades hacia la modernización de la red eléctrica mediante el uso de sistemas digitales, y a su vez enfrentando los fenómenos derivados de la distribución y comercialización de energía; así, los GIS's dentro de entornos smart grids proveen la cantidad de información operativa necesaria para las empresas, información de consumos en tiempo real y la

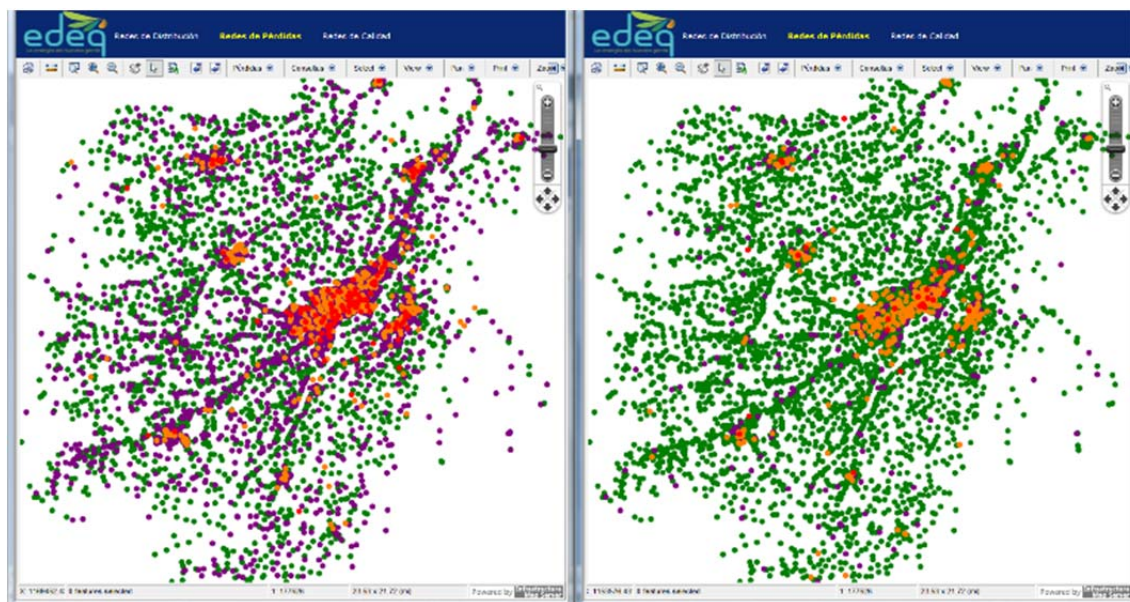


Figura 7. Reporte de mapas para contrastar pérdidas de energía en diferentes periodos de tiempo.

Pregunta	Encuesta 1		Encuesta 2		Encuesta 3		Encuesta 4		Encuesta 5		PROMEDIO
	Respuesta	Puntaje	Respuesta	Puntaje	Respuesta	Puntaje	Respuesta	Puntaje	Respuesta	Puntaje	
Me gustaría utilizar esta herramienta frecuentemente.	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4,00
Encontré la herramienta innecesariamente compleja.	3	2	1	4	2	3	1	4	1	4	3,40
Pienso que la herramienta es fácil de usar.	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	3,80
Pienso que voy a necesitar el apoyo de un técnico para poder utilizar esta herramienta.	4	1	1	4	2	3	1	4	1	4	3,20
Las diversas funciones en esta herramienta están bien integradas.	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	3,60
Pienso que hay muchas inconsistencias en esta herramienta.	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	4,00
Me imagino que la mayoría de la gente aprenderá a utilizar esta herramienta muy rápidamente.	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	3,80
Encontré la herramienta muy complicada de usar.	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	4,00
Me sentí muy seguro utilizando la herramienta.	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	3,80
Necesité aprender muchas cosas antes de que pudiera seguir adelante con esta herramienta.	3	2	1	4	2	3	1	4	1	4	3,40
TOTAL SUS		31		39		35		40		40	37,00
PUNTAJE SUS		77,50		97,50		87,50		100,00		100,00	92,50
Esta herramienta facilita y fortalece el análisis de las pérdidas no técnicas de energía eléctrica.	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4,00
Esta herramienta no mejora el proceso de identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica.	2	3	1	4	1	4	1	4	1	4	3,80
TOTAL MEJORA PROCESO		7		8		8		8		8	7,80
PUNTAJE MEJORA PROCESO		87,50		100,00		100,00		100,00		100,00	97,50

Figura 8. Resultados encuestas SUS Tipo 1.

información de cada usuario. Los autores en [8] presentan una investigación orientada hacia la optimización, el modelado y análisis de la conectividad de la topología de la red eléctrica, representando en un GIS la información almacenada en bases de datos transaccionales, para profundizar en el análisis de la conectividad de la red y los eventos generados en dicha topología, permitiendo observar de manera gráfica el comportamiento y la distribución de los elementos de la red. En [9] se muestra el uso de sistemas GIS dentro de empresas de energía con el propósito de realizar análisis de nuevos proyectos para generación de energías renovables como es la energía eólica, resaltando cómo con un GIS se puede evaluar el impacto ambiental y el impacto de las poblaciones afectadas para hacer análisis de riesgos de este tipo de proyectos. No obstante, la aplicación de GIS en proyectos específicos para análisis y visualización de pérdidas de energía es poco reportada.

Desde el punto de vista de los datos se encuentran trabajos

como [10], donde se presenta la aplicación de técnicas de minería de datos en la detección de pérdidas no técnicas de energía eléctrica, con el fin de optimizar los recursos destinados a realizar inspecciones en sitio. Este trabajo relaciona dos nuevos algoritmos basados en análisis de regresión utilizados para detectar dos tipos de patrones de disminución del consumo típico en los clientes con pérdidas no técnicas de energía eléctrica. Sin embargo, los trabajos de pérdidas no técnicas de energía orientados a datos se suelen enfocar en aplicaciones de técnicas avanzadas de procesamiento tipo bodega de datos y/o minería de datos. En lugar de plantear de entrada la adición de una iniciativa con relativo grado de complejidad al nivel de procesamiento de información, el prototipo software generado para EDEQ es una estrategia orientada a la integración de datos desde diferentes repositorios de la compañía y su posterior visualización en sistemas GIS para generar reportes orientados a los roles encargados de tomar decisiones administrativas.

Pregunta	Encuesta 6		Encuesta 7		PROMEDIO
	Respuesta	Puntaje	Respuesta	Puntaje	
Esta herramienta es útil para las empresas distribuidoras de energía eléctrica	5	4	5	4	4,00
Esta herramienta desfavorece el posicionamiento de EDEQ frente a las demás empresas distribuidoras de energía eléctrica.	1	4	1	4	4,00
Esta herramienta facilita y fortalece el análisis de las pérdidas no técnicas de energía eléctrica.	5	4	5	4	4,00
Esta herramienta entorpece el proceso de identificación de pérdidas no técnicas de energía eléctrica.	1	4	1	4	4,00
Esta herramienta aporta un diferenciador estratégico a la EDEQ frente a las demás empresas distribuidoras de energía eléctrica.	5	4	5	4	4,00
Es imperceptible la mejora que aporta el uso de esta herramienta en el análisis de las pérdidas no técnicas de energía eléctrica	2	3	1	4	3,50
TOTAL MEJORA PROCESO		23		24	23,50
PUNTAJE MEJORA PROCESO		95,83		100,00	97,92

Figura 9. Resultados encuestas SUS Tipo 2.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se han presentado los resultados preliminares de un prototipo software para analizar y visualizar la información sobre pérdidas no técnicas de energía en la EDEQ. Como segunda versión del proyecto se contempla la ejecución de pruebas de usabilidad con el propósito de evaluar la interacción de los involucrados en el proceso de pérdidas con el software implementando. También se planea la aplicación de técnicas basadas en bodegas de datos con el objetivo de especificar consultas multivariantes que permitan obtener mayor precisión y predicción en la detección de pérdidas no técnicas de energía.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a COLCIENCIAS por la financiación del proyecto a través de las convocatorias *Jóvenes Investigadores* 525-2011 y *Movilidad Internacional de Investigadores* 556-2012. Los autores también agradecen a la EDEQ y a la Universidad del Quindío por el apoyo logístico, metodológico y financiero. Finalmente, los autores agradecen al profesor Robson Fidalgo (rdnf@cin.ufpe.br) de la Universidad Federal de Pernambuco (Brasil) por su asesoría y acompañamiento al proyecto.

REFERENCIAS

- [1] E. E. de Energía del Quindío, "Informe subgerencia transmisión y distribución junta directiva agosto 05 de 2011".
- [2] J. L. V. Toni Granollers i Saltiveri and J. J. C. Delgado, *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario*. Editorial UOB, 2005.
- [3] P. Kruchten, *The Rational Unified Process: An Introduction*, 3rd ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2003.
- [4] P. Morville and L. B. Rosenfeld, *Information architecture for the World Wide Web - designing large-scale web sites: introduces tagging and advanced findability concepts* (3. ed.). O'Reilly, 2007.
- [5] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," in *Usability evaluation in industry*, P. W. Jordan, B. Weerdmeester, A. Thomas, and I. L. McLelland, Eds. London: Taylor and Francis, 1996.
- [6] B. Sedaghat and S. Hosseini, "Maintenance crew placement for reliable distribution network: Using geographic information systems," in *Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, 2010 Asia-Pacific, March, pp. 1–6.
- [7] A. Datta and P. Mohanty, "Enterprise gis and smart electric grid for india's power sector," in *Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)*, 2013 IEEE PES, 2013, pp. 1–7.

- [8] T. Zhang, J. Yuan, X. Yang, and Y. Kong, "A modeling and connectivity analysis method for electricity distribution network based on relation database in gis," in *Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, 2008 International Conference on, vol. 1, 2008, pp. 540–543.
- [9] D. Medimorec, S. Knezevic, V. Vorkapic, and D. Skrllec, "Wind energy and environmental protection: Using gis to evaluate the compatibility of croatian strategies," in *Energy Market (EEM)*, 2011 8th International Conference on the European, 2011, pp. 764–772.
- [10] I. Monedero, F. Biscarri, C. Len, J. Guerrero, J. Biscarri, and R. Milln, "Using regression analysis to identify patterns of non-technical losses on power utilities," in *Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, ser. Lecture Notes in Computer Science, R. Setchi, I. Jordanov, R. Howlett, and L. Jain, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2010, vol. 6276, pp. 410–419. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-15387-7_45



Jhon Alexander Porras. Ingeniero de Sistemas Universidad Autónoma de Colombia, 2004. Magister en Ingeniería con énfasis en Informática Universidad EAFIT, 2014. Jefe Equipo de T.I (Tecnología e Informática) Empresa de Energía del Quindío, Armenia (Colombia).



Heider O. Rivera Ingeniero de Sistemas y Computación Universidad del Quindío - Armenia, Colombia, en el año 2011. Integrante del Grupo de Investigación en Sistemas de Información y Control Industrial (SINFOCI), docente del espacio académico Ingeniería de Software del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío.



Fábber D. Giraldo. Ingeniero de Sistemas y Computación Universidad del Quindío - Armenia, Colombia, 2004. Magister en Ingeniería énfasis Informática Universidad EAFIT, 2011. Candidato a PhD en Informática Universidad Politécnica de Valencia (España). Integrante del Grupo de Investigación en Sistemas de Información y Control Industrial (SINFOCI) Universidad del Quindío. Miembro Centro de Investigación en Métodos de Producción Software - Universidad Politécnica de Valencia (España). Profesor Tiempo Completo programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío.



Beatriz Susana Acosta Correa. Ingeniera de Sistemas Universidad EAFIT (Colombia). Máster en Sistemas de Información Geográfica, Fundación Universitaria de Girona (España). Profesora Tiempo Completo Departamento de Ingeniería de Sistemas Universidad EAFIT.