

Un Marco de Trabajo para la construcción de Tecnologías Informáticas aplicadas al Autogerenciamiento Energético en apoyo al desarrollo competitivo de PyMEs

Leopoldo NAHUEL, José MACCARONE*, Javier MARCHESINI, Matías DE PAOLI, Marcela ROGNONI, Gastón ANDRES, Rodrigo MARÍA GARCÍA, Lautaro MENDEZ

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata

Dpto. Sistemas - Laboratorio de Innovaciones en Sistemas de Información, LINSI

* Dpto. Electrotecnia, Grupo de Investigación de Energías Sustentables y Eficiencia Energética, GIESEE
{lnahuel, jmacarone, jmarchesini, mdepaoli, mrognoni, gandres, rmariag, lmendez}@frlp.utn.edu.ar

Abstract

El presente artículo analiza la importancia que tienen las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el mundo energético, realizando una comparativa de las tecnologías existentes, aplicables al ámbito de administración y control energético. Sumado a lo anterior, se proponen funcionalidades que debería tener un Sistema de Gestión de la Energía (SGE), siguiendo los lineamientos propuestos por la norma ISO 50001, la cual puede ser de gran utilidad en las diferentes organizaciones, permitiéndoles mejorar su desempeño energético. Finalmente, se expone el desarrollo de una herramienta software denominada EnMa Tool, destinada a dar apoyo a los problemas energéticos de las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs), facilitando el seguimiento del consumo y la toma de decisiones a nivel estratégico.

Palabras Clave: *Sistema de Gestión de la Energía, Herramientas software, Ahorro y Eficiencia Energética.*

1. INTRODUCCIÓN

La situación energética global ha cambiado en el último siglo. En los últimos 20 años, el crecimiento del consumo se ha duplicado y los estudios realizados muestran una tendencia de crecimiento notable.

La energía se transformó en un indicador clave en las organizaciones, y para lograr un uso eficiente, la Organización Internacional de Normalización (ISO) ^[1] desarrolló la norma ISO 50001, donde establece requisitos para la implementación de un SGE ^[2]. Esta normativa puede adaptarse a todo tipo de organización, planteando como principal objetivo la mejora continua.

La gestión energética es un tema fundamental para el desarrollo estratégico de PyMES, considerando que un uso eficiente implica un ahorro de costos y futuro sostenible. En la actualidad, una mala gestión energética acarrea dos grandes problemas. Por un lado el uso ineficiente hace que las empresas paguen elevadas multas económicas, y por otro, las actividades relacionadas con la generación de energía provoca un impacto al medioambiente. Desde hace muchos años se están buscando soluciones para que las organizaciones puedan mejorar su gestión energética. Recurriendo a las TIC se puede mejorar la eficiencia energética, y debido a su importancia este trabajo intenta difundir los resultados de una investigación tecnológica que abarca las principales herramientas software que abordan estas problemáticas dando soporte a la ISO 50001. En este trabajo se presentan: estado del arte, clasificación, y análisis comparativo de las herramientas utilizadas en la actualidad, detallando las principales funcionalidades que debería tener un SGE, definiendo una herramienta ideal para mejorar el desempeño energético. Además se presenta un prototipo de herramienta desarrollada por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) de Argentina, Facultad Regional La Plata, denominada EnMa Tool, describiendo: arquitectura tecnológica, funcionalidades y su nivel de aplicabilidad en un contexto de desarrollo competitivo de PyMEs. ^[3, 4, 5, 6, 7].

2. ESTADO DEL ARTE: TECNOLOGÍAS DE SOPORTE A ISO 50001

Hoy en día, existe la necesidad de solventar los problemas consecuentes al consumo energético deficiente. Debido que estos traen, entre otros, grandes impactos ambientales y económicos, se han desarrollado distintos productos TIC. A continuación se presentan las herramientas seleccionadas:

- *DEXCellEnergy Manager de Dexma*: software destinado a la gestión empresarial de energía que permite visualización de datos de consumo mediante cuadros de mando, seguimiento de proyectos, generación de informes sobre consumo, adquisición de datos a través de hardware específico. Si bien no da soporte especializado a normativa ISO 50001, se basa en el protocolo internacional de medición y verificación de desempeño IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol).^[8]
- *Sistema Imergia de Imergia*: software que permite medir y registrar consumos energéticos, emitir informes e informar comportamientos anormales. Su principal propósito es disminuir el consumo de energía. Implementa normativa ISO 50001.^[9]
- *EIS (EnergyInformationSystem) de Verisae*: utiliza una arquitectura SaaS (Software as a Service), ayuda a medir, gestionar y reducir costos de energía mediante administración de procesos, el procesamiento de facturas de servicios públicos, gestión de datos de medidores y un sistema de alertas y notificaciones sobre consumos y revisiones de desempeño, así logra reducir el gasto económico y el impacto ambiental.^[10]
- *PowerManager de Siemens*: software de monitorización que facilita la reducción de costos de energía y aumenta la disponibilidad energética. Permite detección y visualización de datos de energía, vigilancia de valores límite, alertas configurables, emisión de informes y adquisición de datos en forma directa gracias a la línea de productos hardware SENTRON-Desarrollada acorde a ISO 50001.^[11]
- *StruxureWareResourceAdvisor y BuildingOperation de Schneider Electric*: software basado en una plataforma SaaS, que brinda una visibilidad total de la energía y reportes que ayudan a impulsar estrategias de administración. Adicionalmente, el paquete StruxureWareBuildingOperation admite monitoreo integral, control y capacidad para administrar el uso energético. Recolecta información sobre el consumo energético y soporta la ISO 50001.^[12]
- *TRIRIGA Real Estate EnvironmentalSustainability Manager de IBM*: software de gestión medioambiental y energético para reducir consumo y emisiones de carbono. Ayuda a agilizar la contabilidad relativa al carbono y el análisis de inversión medioambiental mediante métricas, paneles de control y motores de análisis de inversiones para generar beneficios financieros y medioambientales en proyectos de capital, permitiendo identificar instalaciones de bajo desempeño y automatizar acciones correctivas.^[13]
- *AcuView de AccuEnergy*: software brindado por la empresa AccuEnergy para monitorear y registrar en tiempo real el consumo energético a través de hardware. Orientado a

pequeñas y medianas empresas, brinda una solución para el gerenciamiento energético a un costo relativamente bajo pero sacrificando en cierta medida la escalabilidad.^[14]

3. CONSTRUCCIÓN DE HERRAMIENTAS PARA SGE: POTENCIALIDADES

En base al estudio y evaluación de productos software presentado anteriormente, se definieron las capacidades claves que permiten establecer el estado del arte de las tecnologías desarrolladas para dar apoyo al gerenciamiento energético, definiendo diez funcionalidades que debe cumplir una “herramienta ideal”:

1. *Asignación de costes*: comprende el registro del coste hora-a-hora o por unidad de los consumos en base a las tarifas de energía contratadas por la organización.
2. *Captura y registro de datos de consumo*: comprende la carga de datos de consumos de forma manual, desde el medidor instalado por la compañía proveedora o a partir de las facturas, y la monitorización en tiempo real de éstos consumos, con la posibilidad de generar reportes o informes a partir de éstos datos registrados.
3. *Visualización de datos energéticos*: incluye una pantalla con un cuadro de mandos general, comprendiendo información en tiempo real sobre la gestión energética que se está realizando.
4. *Estándar para medida y verificación*: existen actualmente estándares definidos para la Gestión de la Energía, en particular se toma como referencia la normativa estándar internacional desarrollada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), donde se establecen los requisitos para el establecimiento de un SGE.
5. *Escalabilidad*: para lograr la escalabilidad, una tendencia actual en los nuevos SGE es el uso de una arquitectura basada en Cloud Computing, cambiando el modelo de trabajo del software hacia un modelo SaaS, que permite asegurar la escalabilidad sin interrumpir la continuidad del negocio.
6. *Interfaz abierta para programación de aplicaciones*: comprende una API abierta que permita programar aplicaciones específicas para cada organización, extendiendo las funcionalidades del SGE, permitiendo a cada organización desarrollar aplicaciones que se adapten mejor a sus requerimientos.
7. *Alertas automatizadas*: abarca el envío automatizado de avisos por email o mensajería SMS al detectar una ineficiencia, manifestada por el desvío de los valores registrados de KPI (Key Performance Indicators) o métricas, previamente definidos como objetivos de ahorro.

8. *Generación de informes automatizados:* comprende la generación de informes completos y detallados sobre la evolución de todos los consumos de las instalaciones de la organización, que consuman algún tipo de energía, ya sea electricidad, gas, agua.
9. *Control operacional y verificación:* comprende el monitoreo del consumo de energía, permitiendo su modelización y gestión gestionarlo a través de un estudio del mismo.
10. *Estándares para comunicaciones:* comprende la incorporación de protocolos estándar para comunicaciones con sensores, adquisición de datos y actuadores, como por ejemplo SCADA, permitiendo así la automatización de los controles de corrección sobre los procesos.

4. UNA CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES EXISTENTES PARA SGE

Como resultado de la investigación realizada, se han podido definir dos categorías: la primera, teniendo en cuenta las capacidades de automatización del control correctivo aplicable a los procesos; y la segunda, sobre la base del cumplimiento y soporte de la normativa ISO 50001 para sistemas de gerenciamiento energético. En los siguientes apartados se presenta la propuesta de ambas categorías.

4.1 SOLUCIONES ORIENTADAS A LA AUTOMATIZACIÓN

Ofrecen un alto componente de automatización de procesos industriales, mediante el monitoreo por sensores adquirentes de señal, y el uso de actuadores electromecánicos capaces de aplicar correcciones sobre el consumo energético instantáneamente, pero se debe tener en cuenta que los costos son comparativamente mayores y en general poco accesibles para PyMEs. Estas soluciones cumplen con todas las funcionalidades que definen el estado del arte de las herramientas. Dentro de ésta categoría se pueden catalogar dos soluciones: TRIRIGA Real State de IBM y StruxureWareBuildingOperation de Schneider Electric.

4.2 SOLUCIONES ORIENTADAS A LA GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES

Soluciones que se orientan exclusivamente a la gestión energética, y por regla general solo soportan la asignación de costes, captura y registro de datos de consumo, visualización de datos energéticos, alertas automatizadas y generación de informes automatizados. En esta categoría se agrupan siete soluciones: DEXCellEnergy Manager de Dexma, Sistema Imergia de Imergia, EIS (EnergyInformationSystem) de Verisae, PowerManager de Siemens,

StruxureWareResourceAdvisor de Schneider Electric, AcuView de AccuEnergy, EnMa Tool desarrollada por Universidad Tecnológica Nacional de Argentina.

5. ENMA TOOL: UNA HERRAMIENTA DE SOFTWARE BASADA EN ISO 50001

EnMa Tool es una herramienta software diseñada para dar soporte a la normativa ISO 50001 en etapas concretas de los procesos que propone, de modo que su objetivo principal será brindar información relevante generada a partir de datos sobre el consumo energético de la organización. ^[15, 16] EnMa funciona básicamente computando los datos de consumo eléctrico. En base a estos datos, la herramienta proporcionará informes que asistirán al personal idóneo a tomar decisiones. Luego del proceso de ingeniería de requerimientos realizado en este dominio, se comenzó el desarrollo de la aplicación. Para ello, se utilizó el entorno de desarrollo Eclipse, por ser una herramienta completa y open source. ^[17] En la figura 1 se observa un diagrama correspondiente a la arquitectura de EnMa.

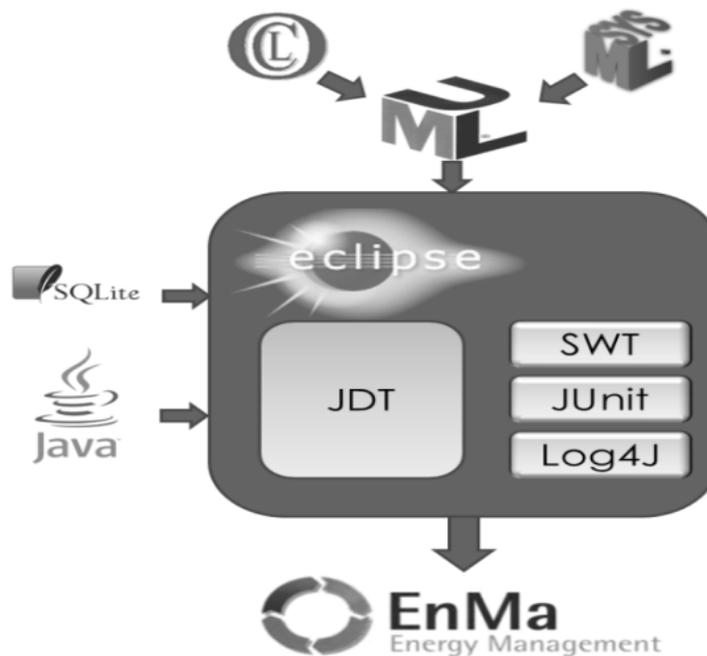


Figura 1: Componentes de la arquitectura tecnológica del desarrollo de EnMa Tool

El lenguaje de programación elegido para construir EnMa es Java, principalmente por ser un lenguaje interpretado que corre en cualquier sistema que pueda ejecutar la última versión de la Java Virtual Machine. ^[18] La interfaz gráfica esta soportada sobre SWT (Standard WidgetToolkit).^[19] En la figura 2 se pueden observar las pantallas que conforman la GUI.



Figura 2: Aspecto de Usabilidad y Diseño de Interfaz de Usuario de EnMa Tool

Por la naturaleza de los datos que EnMa toma como entrada para realizar los reportes, y para no limitar la portabilidad conseguida con Java y Eclipse, se optó por utilizar SQLite^[20] como Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD), ya que tiene la particularidad de no funcionar en un proceso aparte de la aplicación (como cualquier otro SGBD), sino que se enlaza a la aplicación y pasa a formar parte de la misma.

6. DISCUSIÓN: POTENCIAL DE ENMA TOOL SOBRE OTRAS HERRAMIENTAS

Hasta aquí se han analizado las principales soluciones informáticas para el gerenciamiento energético existentes en el mercado, y se han definido las funcionalidades clave con la finalidad de poner en perspectiva el potencial que poseen para un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, buscando mejorar la calidad medioambiental global.

Destacaremos las capacidades de la herramienta EnMa Tool, dado que cumple con las funcionalidades fundamentales para mejorar el desempeño energético de una organización. Como podemos observar, esta herramienta está orientada a la gestión y toma de decisiones, y

no a la automatización, debido a que esta requiere de funciones de mayor complejidad de implementación y trae aparejado un elevado costo de desarrollo y un aún mayor gasto en la implantación efectiva de los dispositivos hardware necesarios exclusivamente para la incorporación de estas funcionalidades. Es por esto que EnMa Tool se presenta como una herramienta con un costo relativamente bajo de implementación pero con un impacto muy valioso para la mejora del desempeño energético de organizaciones.

7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La situación medioambiental global se encuentra en un punto crítico donde deben aplicarse todas las medidas posibles para reducir el impacto que los procesos productivos globales generan. Por otro lado, si bien los costos de la energía continúan aumentando, y todas las proyecciones indican que dicha tendencia se mantendrá, la demanda energética mundial sigue aumentando en igual medida. Esta combinación solo puede traer como resultado un aumento de la contaminación medioambiental y una mayor generación de huella de carbono producida por las diferentes industrias. Si se analizan los procesos productivos que las organizaciones alrededor del mundo llevan a cabo, se puede observar que existe un aspecto clave que es común a todas las organizaciones: el consumo de energía, en cualquiera de sus formas.

La reducción del consumo de recursos energéticos puede cambiar el futuro del estado medioambiental, y esto se puede lograr rápidamente si cada organización analiza su propio desempeño energético, y redefine el uso de sus recursos. Así han surgido numerosas aplicaciones de TIC orientadas a medir y controlar el consumo de energía que las organizaciones hacen, facilitando la tarea de llevar adelante el gerenciamiento energético. Ante la necesidad de las organizaciones de reducir sus costos en materia energética, implementar un sistema basado en TIC es una de las soluciones más factible y eficaz.

Se espera que con la información presentada en éste trabajo se pueda dar apoyo a la elección de un SGE adecuado para cada organización, y desde lo desarrollado, se exhibe aporte tecnológico presentando la herramienta EnMa Tool, buscando cubrir las capacidades básicas para el gerenciamiento energético, permitiendo un apoyo a la toma de decisiones que ha demostrado ser esencial para la optimización del consumo energético y para la reducción de costos acarreados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] International Organization for Standardization (ISO) - www.iso.org
- [2] Norma ISO 50001 - Energy Management Systems -
<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm>
- [3] Informes estadísticos del sector energético 2011. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios
<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3728>
- [4] Informe quinquenal 2006-2010. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios
http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/mercado_electrico/informeselectrica/quinquenal2006_2010.pdf
- [5] Nota Técnica N° 22 “El Mercado Eléctrico Argentino”. Ministerio de Economía de la Nación.
http://www.mecon.gov.ar/peconomica/informe/notas_tecnicas/22%20NOTA%20TECNICA%20Nivel%20de%20Actividad%20%20inf%2070.pdf
- [6] Energía Eléctrica y medio ambiente, Endesa Educa:
http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxv.-la-energia-electrica-y-el-medio-ambiente#energia%20electronica
- [7] Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina – Informe mensual, Agosto 2013. <http://www.adeera.com.ar/archivos/ADEERA-Informe-%20Ago%202013.pdf>
- [8] DEXCell Energy - www.dexmatech.com
- [9] Sistema Imergia - www.imergia.es/sistema-imergia
- [10] EIS: Energy Information System. www.verisae.com
- [11] PowerManager - w3.siemens.com/powerdistribution/global/en/1v/product-portfolio/software/software-sentron/powermanager/pages/powermanager.aspx
- [12] StruxureWare Resource Advisor y Building Operation - www.schneider-electric.com.ar/documents/solutions/catalogo_soluciones.pdf
- [13] TRIRIGA Real Estate Environmental Sustainability Manager de IBM - www-03.ibm.com/software/products/es/ibmtrirenvianendermanasoft
- [14] AcuView de AccuEnergy - www.accuenergy.com/acuvim-ii-series-multifunction-power-meter?gclid=CjgKEAjw2dqBRC2q-LXjpfXjNQSJAAeYF5Loxjhwz-QfAHckQZ4G_ZG65Hn67hyjTMopw5DwDHxB_D_BwE
- [15] L. Nahuel, J. Maccarone, J. Marchesini, M. D Ambrosio, L. Cantalops. Métodos y Tecnología Informática aplicada al desarrollo de Sistemas de Gerenciamiento Energético en apoyo a ISO 50001 . XV° Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC 2013. ISBN 9789872817961. Paraná, Entre Ríos, Argentina
- [16] ENMA Tool - producto del PID Desarrollo de Instrumentos de Relevamiento Energético y Algoritmos necesarios para un Software de Gestión Energética de Organizaciones. Homologado por la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado del Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) con código ENIANLP3530 y financiado por SCyT de la UTN - Facultad Regional La Plata y SCTyP del Rectorado UTN.
- [17] Eclipse - <http://www.eclipse.org/>
- [18] JVM - The Java® Virtual Machine Specification
<http://docs.oracle.com/javase/specs/jvms/se7/html>
- [19] SWT: The Standard Widget Toolkit
<http://www.eclipse.org/swt/>
- [20] SQLite. <http://www.sqlite.org/>