

Sistema informático para la gestión de auditorías ambientales internas

Computer system for the management of internal environmental audits

Yudisel Santana Pacheco

Universidad de Granma, Manzanillo, Cuba
ysantanap@udg.co.cu

Adriel Aliaga Benavides

Universidad de Granma, Manzanillo, Cuba
aaliagab@udg.co.cu

Jose Pupo Acosta

Universidad de Granma, Manzanillo, Cuba
jpupo@udg.co.cu

Resumen: Diversas acciones se realizan para establecer un balance entre el medio ambiente y las empresas, aumentando considerablemente en los últimos años la utilización de herramientas de gestión por parte de aquellas empresas que pretenden mejorar su comportamiento ambiental sin incidir negativamente sobre la calidad y rentabilidad de la producción. Para asegurar este propósito y cumplir las normativas ambientales establecidas, constituye una alternativa la implantación de Sistemas de Gestión Ambiental. Estos sistemas independientemente del estándar internacional que utilice para su implementación proponen la ejecución sistemática de auditorías ambientales internas. Para una mejor gestión de este tipo de auditorías, se propone mediante la siguiente investigación, un sistema informático para la planificación, ejecución y control de las actividades y artefactos que intervienen en este proceso. Se utilizó como framework de desarrollo Django sustentado bajo el lenguaje de programación Python y Lighttpd como servidor web. El software abarca las etapas del proceso y ofrece disímiles funcionalidades para el seguimiento y control de las actividades paralelas propuestas. El producto informático permite una retroalimentación constante de las actividades dentro de la auditoría, ofreciendo una actualización automática de la información, representándola además, de una forma interactiva y comprensible para todos los involucrados.

Palabras clave: *gestión ambiental, auditorías ambientales, sistema informático.*

Abstract: Various actions are carried out to establish a balance between the environment and companies, considerably increasing in recent years the use of management tools by those companies that seek to improve their environmental behavior without negatively influencing the quality and profitability of production. . To ensure this purpose and comply with the established environmental regulations, the implementation of Environmental Management Systems is an alternative. These systems, regardless of the international standard used for their implementation, propose the systematic execution of internal environmental audits. For a better management of this type of audits, it is proposed through the following investigation, a computer system for the planning, execution and control of the activities and devices that intervene in this process. It was used as a Django development framework supported under the Python programming language and Lighttpd as a web server. The software covers the stages of the process and offers different functionalities for monitoring and controlling the proposed parallel activities. The computer product allows constant feedback of the activities within the audit, offering an automatic update of the information, also representing it in an interactive and understandable way for all involved.

Keywords: *environmental management, environmental audits, computer system.*

1. Introducción

Diversas han sido las acciones realizadas para establecer un balance entre el medio ambiente y las empresas, de forma tal, que la protección ambiental no constituya una interrupción del desarrollo económico y las empresas no se conviertan en fuente de destrucción. La publicación de la Agenda 21, fundamentada en la Cumbre de Río en 1992, introduce al glosario de términos ambientales el concepto de Desarrollo Sostenible, y brinda una nueva visión de los procesos de desarrollo, mediante acciones que enfocan el trabajo integral de las instituciones en correspondencia con la protección del medio ambiente. El contexto empresarial con esta nueva perspectiva, debe asumir una mayor responsabilidad social y adoptar medidas enfocadas al cumplimiento de las legislaciones que en materia de medio ambiente estén vigentes, por lo que la gestión ambiental se ha insertado como eslabón fundamental en la gestión empresarial [1], [2], [3].

En los últimos años, aumentó considerablemente la utilización de herramientas de gestión por parte de aquellas empresas que pretenden mejorar su comportamiento ambiental, sin incidir negativamente sobre la calidad y rentabilidad de la producción. Para asegurar este propósito y cumplir las normativas ambientales establecidas, constituye una alternativa la implantación de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA). Estos sistemas permiten instaurar políticas, metas y objetivos precisos como plataforma para la mejora continua del desempeño ambiental y garantizar una perspectiva de los requerimientos legislativos y los problemas medioambientales en todas las áreas [4], [5].

Los SGA, como parte de las directrices para guiar la gestión ambiental, pueden estar formalmente establecidos, estructurar las estrategias empresariales y estar estandarizados o normalizados. Independientemente del estándar internacional que se utilice se deben realizar de forma sistemática auditorías ambientales internas. La auditoría ambiental interna es el proceso de verificación, sistemático y documentado, que consiste en obtener y evaluar objetivamente evidencias de auditoría, con el fin de determinar si el SGA de una organización satisface los criterios de auditoría de SGA, y en comunicar los resultados de este proceso al cliente [6]. Presentan como objetivo [7], [8], [9]:

- determinar cómo la empresa está cumpliendo con la legislación ambiental y con las normas y estándares nacionales e internacionales;
- conocer hasta qué punto la Empresa opera correcta y responsablemente desde el punto de vista de los impactos ambientales originados por sus actividades;
- identificar las áreas de mayor riesgo ambiental y de esta manera prevenir los potenciales accidentes ambientales;
- identificar las fallas en el sistema de gestión ambiental de la empresa;
- realizar el Diagnóstico o Evaluación Ambiental de la empresa, cuando aún no esté implantado el sistema de gestión ambiental;
- ayudar a la comunicación ambiental interna y externa de la Empresa;
- proporcionar las informaciones para evaluar la eficiencia ambiental de sus actividades a la dirección de la empresa;
- identificar las áreas de la actividad donde se pueden ahorrar los costos de producción (energía, minimización de desechos, reciclaje etc.);
- establecer los parámetros más adecuados para medir y monitorizar la eficiencia ambiental y articular la actividad de la empresa con la Evaluación de la compatibilidad ambiental;

Con la creciente evolución y desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones se introduce como elemento de apoyo a la gestión del proceso de auditoría ambiental interna la utilización de sistemas informáticos [10]. Aprovechando las buenas prácticas de la industria del software, las tecnologías basadas en estándares y la diversidad de plataformas y opciones informáticas existentes, se plantea como objetivo de la presente investigación el desarrollo de un sistema informático que abarque todo el proceso de auditoría, desde la concepción hasta el cierre, además de garantizar la implementación coherente de actividades paralelas al proceso (seguimiento y control, comunicación, evaluación sistemática).

2. Materiales y métodos

El desarrollo de software debe ir acompañado por una estrategia que desglose el proceso en pequeños números de actividades para facilitar a clientes, analistas y desarrolladores un mayor análisis y comprensión del negocio, en aras de obtener una elevada calidad en la obtención y especificación de requisitos; como también, en el diseño, implementación y despliegue del producto informático. Esta estrategia es conocida por algunos autores [11], [12] como modelo de proceso o paradigma de ingeniería de software y es seleccionada de acuerdo a la naturaleza del proyecto, el contexto de trabajo donde se desarrolla, los métodos y herramientas a utilizarse, y los controles y entregas requeridos.

Muchos son los modelos propuestos y entre los más conocidos se encuentran: modelo lineal secuencial, construcción de prototipos, desarrollo rápido de aplicaciones y el modelo incremental. Este último es el que rige el desarrollo del sistema informático propuesto en la investigación, porque permite la obtención de versiones cada vez más completas y combina elementos del modelo lineal secuencial con la filosofía interactiva de la construcción de prototipos a través del escalonamiento de secuencias que progresan en el tiempo.

2.1 Requerimientos no funcionales:

Los requerimientos no funcionales como elementos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste, como la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento; de forma alternativa, definen las restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y las representaciones de datos que se utilizan en las interfaces del sistema [11]. Múltiples han sido los criterios (requerimientos del producto, organizaciones, externos) para agrupar los RNF [12] de un sistema y sus derivaciones jerárquicas. Partiendo de estos conjuntos y subconjuntos, se definen para el desarrollo de la investigación los siguientes:

Requerimientos de usabilidad:

- Los auditores pueden trabajar en lugares distantes con sus réplicas locales y en constante sincronización a la base de datos centralizada.
- Los usuarios cuentan con retroalimentación constante del estado de las actividades y/o acciones que se están ejecutando.
- La estructura taxonómica del sistema refleja claramente la relación secuencial del flujo de trabajo y las etiquetas asignadas a cada funcionalidad sugieren la intención de la misma.
- Los objetos, acciones y opciones del sitio están a simple vista del usuario y se presenta la ruta de acceso a la información (conocidas como migas de pan).
- Todos los usuarios tienen acceso al manual de ayuda de cualquier contenido de las páginas de la aplicación.
- La herramienta es compatible con varios tipos de navegadores y versiones de los mismos, garantizando que no existan deformaciones al cambiar de navegador.
- Creación de usuarios asociados a perfiles según su rol dentro de la auditoría para controlar el acceso de documentos e integridad de la información.
- Toda documentación e información gestionada tiene asociado la traza de actualización y modificación, para garantizar la autenticidad de la misma.

Requerimientos de rendimiento:

- El sistema debe procesar los datos y ofrecer respuestas a las peticiones del usuario en un rango de 10 a 900 mili-segundos.
- Para las PC clientes es necesario sistema operativo: Windows, GNU/Linux, MAC u otros.
- Navegador web: Mozilla Firefox 17.0 o superior, Internet Explorer 6 o superior, Safari 3 o superior, Opera 9 o superior y Google Chrome.
- Para los servidores sistema operativo GNU/Linux u otro que se adapte a la arquitectura de un servidor, servidor web Lighttpd en su versión 1.4.28, servidor de base de datos Postgres 9.1.13, framework Django 1.3.1 e intérprete para el lenguaje de programación Python 2.7.3.

2.2 Requerimientos funcionales:

Un proyecto no puede ser exitoso sin una definición y especificación correcta y exhaustiva de los requerimientos. Estos, son una descripción de las funciones, servicios y restricciones operativas del sistema, además de reflejar las voluntades y necesidades de los clientes. Para el sistema informático desarrollado cumple con los siguientes requerimientos.

- Administración de usuarios: establecimiento de usuarios con perfiles definidos para crear, modificar, eliminar, revisar o aprobar documentos específicos de acuerdo a su rol dentro del flujo de trabajo en el proceso de auditoría; permite además, la asignación de los auditores a cada auditoría. Registro de entidades, áreas y departamentos.
- Gestión del Programa del Auditoría: el primer artefacto a gestionar es el Programa de Auditoría General (PAG), donde se registra con posibilidad de edición los objetivos, el alcance, los recursos y los riesgos. Registro del cronograma de auditoría.
- Gestión del Plan de Auditoría: carga automática de todos los datos guardados mediante el PGA con la posibilidad de edición; el nuevo registro genera automáticamente el histórico de la información, notifica a los involucrados y modifica estos datos en el PAG. Registro de documentos de trabajo e informes de auditorías con informaciones que pueden ser impresas y utilizadas por los auditores durante el proceso. Registro de criterios de auditoría. Registro de evidencias identificadas durante la realización de la auditoría. Registro de ocurrencias como: buenas prácticas, oportunidades de mejora, observaciones y no conformidades evidenciadas durante la realización de la auditoría.
- Planificación: durante todos los pasos del proceso de la auditoría se registran las actividades a realizar y los estados de las mismas. Con la simulación de un diagrama de Gantt's se obtiene una panorámica en días de las actividades planificadas y conjuntos de metadatos que facilitan la comprensión de lo ejecutado, permitiendo al auditor planificar lo que será auditado, por quién y el momento del ejercicio.
- Manejo de información: facilita las tareas de los usuarios a través del registro, ordenamiento, filtrado e impresión de cualquier información.
- Gestión de documentos: permite guardar en forma centralizada los archivos relacionados a la auditoría, siendo el destino final de estos una base de datos o una ruta lógica en el disco de un servidor central, para luego poder exportar en forma de expediente. Mantiene un registro histórico de todas las actualizaciones, revisiones y aprobaciones de documentos.
- Generación de informes: son generados bajo una plantilla estándar el PAG, el Plan de auditoría y el Informe de cierre. El informe de cierre abarca mayor información y se va actualizando de manera automática a medida que se registra cada dato de la auditoría. Cuenta con una pantalla de selección de nuevos datos a incluir, más la posibilidad de insertar todos los datos relacionados al informe, permitiendo también exportarlo a formatos como PDF para su posterior impresión.
- Seguimiento de auditoría: el auditor, durante la realización de la auditoría, tiene acceso a las respuestas de las áreas auditadas. Todos los implicados en el proceso pueden dar seguimiento a las observaciones y recomendaciones realizadas mediante alertas dentro del mismo sistema.
- Reportes: generación de reportes sobre cualquier información registrada en el sistema, teniendo la posibilidad de seleccionar qué datos, en qué orden los desea y guardar esa configuración para posteriores usos, como también realizar vistas previas y exportar a formatos como PDF o HTML, además permite la impresión de cualquier gráfico generado por el sistema. Gráficos para analizar más rápido la información registrada. Consultas sobre cualquier información de auditorías pasadas, en ejecución, planeadas o en seguimiento, reduciendo el tiempo de acceso a ella.

3. Resultados

En el transcurso del desarrollo del software se realizaron disímiles pruebas para comprobar la calidad del producto y luego de terminada la primera versión estable del mismo, se aplicó un caso de estudio caracterizado por un equipo de trabajo de 5 personas, entre ellas 3 poco diestras en el uso de tecnologías informáticas dedicadas a este fin, pero con total claridad de cómo efectuar el proceso de auditoría. La administración del sistema se asignó al autor de la investigación, el cual creó los usuarios y roles para los involucrados en el

proceso. A continuación se resaltan ejemplos de las funcionalidades más relevantes y las entradas de datos correspondientes.

- **Planificación:** el cronograma de trabajo se elaboró y distribuyó de manera electrónica. Se registraron primeramente las reuniones y luego se distribuyeron las tareas principales a cada miembro del equipo.

#	Tarea	Fecha inicio	Fecha de cumplimiento	Lugar	Prioridad	Estado	% realizado	Operaciones
1	Revisión de la formación ambiental	16/05/2014	20/05/2014	Áreas operativas	Medio	Completado	100%	[Iconos]
2	Revisión de los requisitos legales	19/05/2014	21/05/2014	Áreas de la entidad	Medio	Completado	100%	[Iconos]
3	Revisión de los procedimientos de control de documentos	26/05/2014	28/05/2014	Salón de reuniones	Medio	Pendiente	0%	[Iconos]
4	Revisión de la documentación del SGA	26/05/2014	30/05/2014	Salón de reuniones	Alta	Pendiente	0%	[Iconos]
5	Entrevista a áreas operativas	19/05/2014	24/05/2014	Áreas operativas	Alta	Pendiente	0%	[Iconos]
6	Revisión de las estrategias de trabajo	19/05/2014	24/05/2014	Áreas operativas	Medio	Pendiente	0%	[Iconos]
7	Entrevista con la dirección	13/05/2014	13/05/2014	Salón de reuniones	Alta	Completado	100%	[Iconos]
8	Revisión de los Aspectos Ambientales	14/05/2014	17/05/2014	Áreas de la entidad	Alta	Completado	100%	[Iconos]
9	Selección del personal a entrevistar	14/05/2014	14/05/2014	Dpto. Recursos Humanos	Medio	Completado	100%	[Iconos]
10	Revisión preliminar de la información	13/05/2014	14/05/2014	Salón de reuniones de la entidad	Alta	Pendiente	0%	[Iconos]

Figura 1. Registro y listado de las tareas asignadas.

- **Control del proceso:** los actores en la ejecución de la auditoría monitorean las acciones más significativas, dígase, cumplimiento de lo planificado e incidencias registradas. Mediante un diagrama, donde se plasmaron todas las actividades, se visualizó el cumplimiento de ejecución y la obtención de informaciones (ejemplo: estado (asignada, aceptada, planificada, cerrada)) esenciales de cada una de ellas, lográndose un mayor control de lo planificado.
- **Registro de hallazgos:** El registro de todos los hallazgos (no conformidad, oportunidad de mejora, fortaleza) se efectuó mediante la herramienta. Los íconos de la parte superior izquierda permiten escoger el tipo de hallazgo a registrar. Cada inserción, modificación o eliminación genera automáticamente una notificación a los involucrados (auditor-auditado).

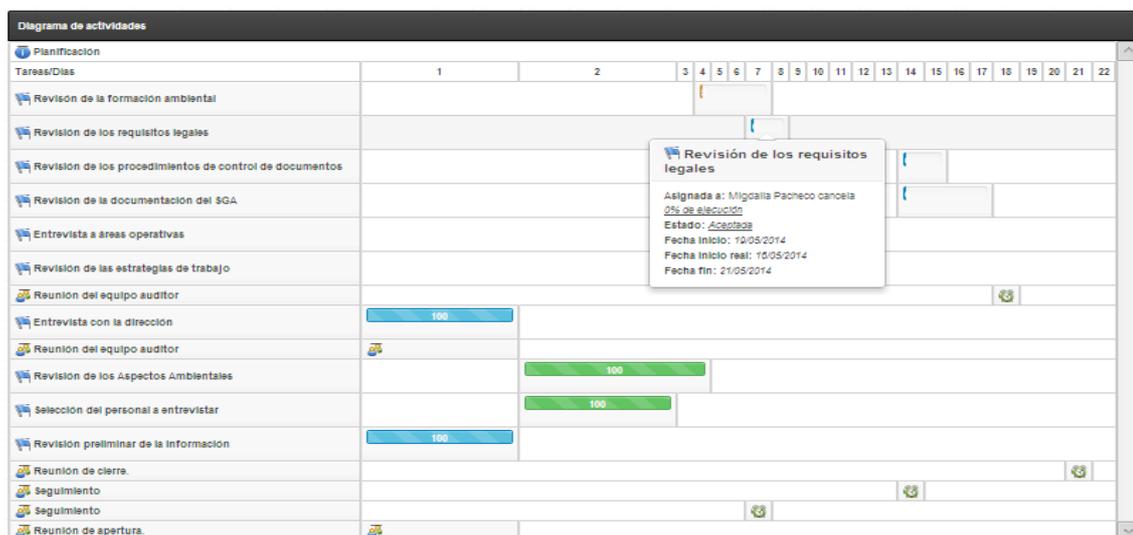


Figura 2. Registro y listado de las tareas asignadas.

Adicionando registro de datos de hallazgo

Actividad:

*Calificación:

*Puntos de la norma:

Áreas implicadas:

*Hallazgo:

Descripción:


 No se encontro ningun mecanismo que permita la vinculacion de a entidad con la sociedad y mucho menos que garantice una correcta evaluacion del medio ambiente.

*Evidencia:

*Fecha de detección:

Figura 3. Registro de hallazgos.

Los reportes por varios criterios en tiempo real fue un elemento de apoyo considerable. Los directivos, el especialista y los auditados pudieron tomar decisiones o evaluar constantemente el estado de sus actividades y tomar medidas necesarias desde su nivel organizativo. La revisión de estos indicadores, puede realizarse en momentos posteriores de haber concluido la auditoría. De forma general, los criterios definidos, a partir de un rango de fecha establecido, fueron:

- Por actividad: cantidad planificadas, cantidad ejecutadas, cantidad de actividad asignada por miembro del equipo.
- Por hallazgos: por tipo, cantidad por tareas planificadas, por áreas, según desviación de la no conformidad (menor, mayo e importante), cantidad registrada por miembro del equipo.



Figura 4. Reporte por actividad.

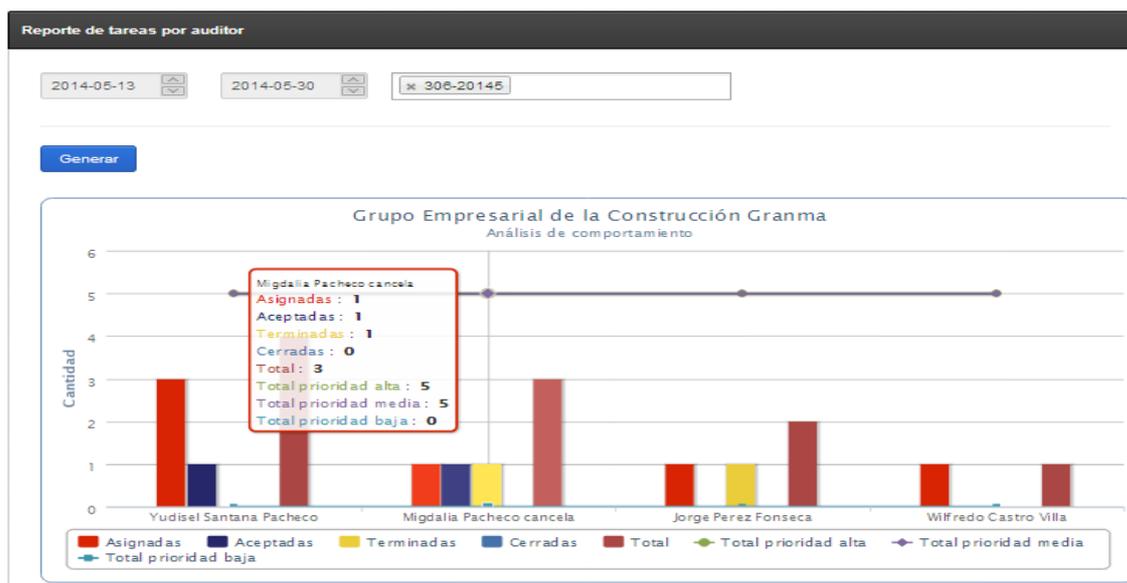


Figura 5. Reporte por hallazgos.

4. Conclusiones

Los SGA conforman una parte del sistema de gestión de la organización y articulan un conjunto de acciones. Las auditorías ambientales internas son conducidas dentro de los SGA debidamente estructurado y/o normalizado. Sus resultados indican los niveles de satisfacción del sistema implantado con los requisitos legales y la política instituida. Las tecnologías de la información son una herramienta considerable para gestionar el proceso de auditoría, dado por el número significativo de información que se obtiene luego de cumplir un programa de auditoría. Las especificaciones en la concepción y modelado del sistema informático propuesto, permitieron la implementación de una herramienta informática multiplataforma que apoya los dos procesos globales identificados en el negocio con sus respectivas actividades paralelas. Está en total correspondencia con los aspectos teóricos y prácticos existentes a nivel mundial y abarca toda la gestión de auditoría, desde la concepción hasta el cierre, además de facilitar el seguimiento y control de las actividades planificadas. El desarrollo de una herramienta de código abierto enfocada a la gestión ambiental, fomenta la creación de sistemas bajo tecnologías libres, con la calidad requerida y que contribuyan a la gestión de auditorías ambientales internas.

5. Referencias

- [1] Scot, P. (2003). Management systems and sustainable development. ISO Management Systems.
- [2] Blanco, M. (2004). *Gestión ambiental: camino al desarrollo sostenible*. EUNED.
- [3] Ruzevicius, J. (2009). Environmental Management Systems and Tools Analysis. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*.
- [4] García Vílchez, E. (2008). Ventajas de la implantación de un sistema de gestión ambiental. *Técnica Industrial*, 41-43.
- [5] Conesa, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa Libros.
- [6] NC ISO. (2004). *Patente n° 1404*. Cuba.
- [7] Valverde, M. (2008). Auditorías Ambientales. *Revista de Información Geológica*, 25-30.
- [8] Yáñez, J. (2012). Auditorías, Mejora Continua y Normas ISO: factores clave para la evolución. *Revista Ingeniería Industrial, Actualidad y Nuevas*.
- [9] Massolo, L. (2015). *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. Bolivia: Universidad Nacional de Plata.
- [10] Conesa Fernández, V. (1997). *Auditorías Medioambientales: Guía Metodológica*. Mundi-Prensa Libros.
- [11] Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de Software*. España: Pearson-Education S.A.
- [12] Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico*. México: McGraw-Hill.