



Aplicación web para la gestión y control del consumo de agua y energía de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel*

Deysi Teresa Suris Batista

Especialidad: Ingeniería Informática

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Se desarrolló una aplicación web para automatizar los procesos de control del consumo de agua y energía de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel (Ceproníquel), ofreciendo una interfaz cómoda y segura para el usuario. Para la implementación del sistema se utilizó el servidor web Apache y como gestor de base de datos MySQL, además de utilizar las herramientas CASE: (DBDesigner) y Visual Paradigm. La interfaz visual se desarrolló con el CMF Drupal, empleando como lenguajes de programación: PHP, HTML y JavaScript. La aplicación permite la obtención de un trabajo productivo y eficiente empleando menor esfuerzo en relación a los métodos que se empleaban, lo que acelera la ejecución de los procesos de control del consumo de agua y energía.

Palabras clave: aplicación web; programa de computación; ahorro de energía; ahorro de agua.

* Recibido: 16 abril 2015 / Aceptado: 27 noviembre 2015.

Web application for water and power consumption management and control in the Engineering and Projects Nickel Enterprise

Abstract: A web application was developed to automatize the power and water consumption control processes in the Engineering and Projects Enterprise (CEPRONIQUEL, Spanish acronym). This provides a comfortable and safe interphase to users. The application allows the work to be productive and efficient with less effort compared to the methods that were used, which accelerates the power and water consumption control processes. The Web Apache and the MySQL as a database manager were used for the implementation of the application in addition to tools such as CASE: (DBDesigner) and Visual Paradigm. The visual interphase was developed with CMF (Content Management Framework) Drupal using the following programming languages: PHP, HTML and JavaScript.

Key words: web application; software; power saving; water saving

Introducción

La Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel (Ceproníquel) se constituyó el 15 de octubre de 1985 con un personal altamente calificado y de una vasta experiencia en la industria del níquel. Es una institución dedicada al suministro de servicios técnicos de ingeniería, diseño, consultoría y gestión de proyectos que pretende ser una empresa líder en los servicios de ingeniería, diseño y desarrollo y gestión de proyectos en la industria minero-metalúrgica, proporcionando un desarrollo sustentable que garantiza la salud y la seguridad del personal y otras partes interesadas.

La informatización y automatización en esta empresa está orientada a procesar la información mediante las tecnologías informáticas para contribuir a la toma de decisiones, buscando la correcta ejecución de todos los sistemas implementados. Para ello se usan herramientas tales como: plataforma de software para el diseño, sitio web, correo electrónico, mensajería instantánea, programas contables y de recursos humanos, así como el uso y desarrollo de sistemas y softwares propios.

La Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel registra información sobre el consumo de energía y agua. El especialista en energía es el encargado de confeccionar el plan real del consumo de agua y energía así como los reportes. El plan anual es elaborado dos meses antes del inicio del año y el real diariamente (Figura 1 y 2).

Mensualmente el director general solicita al especialista en energía un reporte con el real, el plan y la diferencia existente entre el plan y el real y solo los usuarios autenticados pueden acceder al sitio y obtener información sobre los reportes. Este profesional es el único que puede añadir y actualizar información referente al plan y el real del consumo de agua y energía.

Debido a que la confección del real del consumo es realizado diariamente el especialista en energía necesitaba disponer de una herramienta rápida y que esta información se pudiera obtener, además del plan del consumo y otros datos que también elabora en un reporte al cual se pueda acceder periódicamente.

La confección de los reportes depende de cálculos como acumulado; estos cálculos no alcanzan una gran complejidad pero sí un alto consumo de tiempo laboral dependiendo de la fecha del reporte.

Reporte del consumo de energía

Mes: Enero Año: 2015 Usuario: dsuris [IMPRIMIR REPORTE](#)

Dia	Plan	Real	Dif	PlanAcum	RealAcum	DifAcum
1	0.25 MWh	0.227 MWh	0.0229999999	0.25 MWh	0.227 MWh	0.0229999999
2	0.25 MWh	0.225 MWh	0.0249999999	0.25 MWh	0.225 MWh	0.0249999999
3	0.25 MWh	0.226 MWh	0.0239999999	0.25 MWh	0.226 MWh	0.0239999999
4	1.05 MWh	0.68 MWh	0.37	1.05 MWh	0.68 MWh	0.37
5	1.05 MWh	0.936 MWh	0.1139999999	1.05 MWh	0.936 MWh	0.1139999999
6	1.05 MWh	0.96 MWh	0.0900000000	1.05 MWh	0.96 MWh	0.0900000000
7	1.05 MWh	0.944 MWh	0.1060000000	1.05 MWh	0.944 MWh	0.1060000000
8	1.05 MWh	0.785 MWh	0.265	1.05 MWh	0.785 MWh	0.265

Figura 1. Reporte del consumo de energía del 1-8 del mes de enero.



Reporte del consumo de energía del Mes de Enero del 2015 Usuario: dsuris

Dia	Plan	Real	Diferencia	Plan Acumulado	Real Acumulado	Diferencia Acumulada
1	0.25 MWh	0.227 MWh	0.02299999999999993 MWh	0.25 MWh	0.227 MWh	0.02299999999999993 MWh
2	0.25 MWh	0.225 MWh	0.02499999999999994 MWh	0.25 MWh	0.225 MWh	0.02499999999999994 MWh
3	0.25 MWh	0.226 MWh	0.02399999999999994 MWh	0.25 MWh	0.226 MWh	0.02399999999999994 MWh
4	1.05 MWh	0.68 MWh	0.37 MWh	1.05 MWh	0.68 MWh	0.37 MWh
5	1.05 MWh	0.936 MWh	0.11399999999999999 MWh	1.05 MWh	0.936 MWh	0.11399999999999999 MWh
6	1.05 MWh	0.96 MWh	0.09000000000000008 MWh	1.05 MWh	0.96 MWh	0.09000000000000008 MWh
7	1.05 MWh	0.944 MWh	0.10600000000000001 MWh	1.05 MWh	0.944 MWh	0.10600000000000001 MWh
8	1.05 MWh	0.785 MWh	0.265 MWh	1.05 MWh	0.785 MWh	0.265 MWh

Figura 2. Reporte en PDF del consumo de energía del 1-8 del mes de enero.

La empresa cuenta con herramientas como la plataforma de software para el diseño, sitios web, así como el uso y desarrollo de sistemas de software propios, entre otros. Por esta razón, la empresa se ha dado a la tarea de continuar procesando la información mediante las tecnologías informáticas para favorecer la toma de decisiones y ofrecer mejores servicios. La gestión y control del consumo de agua y energía, desde sus inicios en 1985 hasta la fecha, cuenta con una gran cantidad de información que está almacenada en documentos de Microsoft Excel.

La necesidad de intercambiar información sobre los procesos de control del consumo de agua y energía y de elaborar en poco tiempo el plan del consumo, conjuntamente

con la necesidad de ofrecer información rápida sobre la situación real del consumo de agua y energía inducen a elaborar y documentar una aplicación web para el control del consumo de agua y energía de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel.

Herramientas, lenguajes y tecnologías a utilizar

Servidor web:

Apache es un servidor web de código libre robusto cuya implementación se realiza de forma colaborativa, con prestaciones y funcionalidades equivalentes a las de los servidores comerciales. El proyecto está dirigido y controlado por un grupo de voluntarios de todo el mundo que, usando Internet y la web para comunicarse, planifican y desarrollan el servidor y la documentación relacionada. Apache permite, además, configuraciones mucho más complejas de servidores virtuales, especialmente útiles en casos de servidores masivos y otros (Mateu, 2004).

El servidor Apache es el complemento perfecto para páginas dinámicas desarrolladas con PHP y MySQL. Algunas de sus características son la gratuidad (se trata de software libre), popularidad, sencillez de manejo y versatilidad, ya que podemos instalarlo sobre Linux o sobre Windows. Es utilizado por el 60 % de los sitios activos actualmente en el mundo. Su sencillez de manejo lo hace ideal para instalarlo en cualquier ordenador para hacer todo tipo de pruebas y ejercicios (Gallego, 2003).

Gestor de bases de datos:

En la implementación del sistema se utilizó como gestor de base de datos MySQL ya que este es muy utilizado en aplicaciones web, como Drupal o phpBB, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/Perl/Python) y por herramientas de seguimiento de errores como Bugzilla.

MySQL es utilizada a la hora de desarrollar páginas web dinámicas y sitios de comercio electrónico. Se suele trabajar en combinación con PHP y comparte con este algunas de las características que lo convierten en una elección segura (Gallego, 2003).

Herramientas CASE:

Las herramientas CASE (*Computer Aided Software Engineering*, ingeniería de software asistida por ordenador) son herramientas para ingeniería de software asistida por máquinas. Facilitan la identificación, representación y análisis de las estructuras y flujos de trabajo e información, mediante la automatización de la elaboración y modificación dinámica de los diagramas de flujos de datos (DFD). Estas herramientas incrementan la productividad del analista, mejoran la comunicación entre analistas y usuarios y facilitan la valoración del impacto de los cambios. Con ellas, se diseña la arquitectura de la información -a partir del análisis de los requerimientos y del estudio del tratamiento lógico de las funciones del negocio-, se definen y representan las entidades de datos y las asociaciones entre ellos (Nuñez & Núñez, 2005).

Para el diseño de la base de datos se empleó la herramienta DBDesigner. Es un sistema totalmente visual, que combina características y funciones profesionales con un diseño simple, claro y fácil de usar, a fin de ofrecer un método efectivo para gestionar bases de datos (Heras, 2010).

Visual Paradigm:

Visual Paradigm for UML (VP) permite visualizar, diseñar e integrar diferentes aplicaciones. Además de soporte de modelado, ofrece generación de informes, código de diagrama y su ingeniería inversa. Comprende el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software y dentro de sus principales funcionalidades para la versión 7.2 incorpora la generación automática de la capa de acceso a datos para Doctrine 1.0.

Visual Paradigm for UML (VP) es una herramienta CASE que soporta el ciclo de vida completo en el desarrollo de software: análisis y desarrollos orientados a objetos, construcción, prueba y despliegue. Permite diseñar todo tipo de diagrama de clases, código inverso, generación de código a partir de diagramas y generar documentación (Rosales, Marrero & Trujillo, 2013).

Metodología RUP (Proceso Unificado de Desarrollo):

El Proceso Unificado (UP), conocido comercialmente como RUP –*Rational Unified Process*–, constituye un marco de trabajo o metodología estándar de desarrollo ampliamente usado y difundido en las empresas de desarrollo, con características

adaptables a las organizaciones y proyectos de software. Los productos de trabajo o elementos de modelo que se elaboran durante el proceso se representan en UML (Tabares *et al.*, 2007).

Para el desarrollo del sistema se realizaron las fases:

- **Conceptualización (Concepción o Inicio):** Se describe el negocio y se delimita el proyecto detallando sus alcances, con la identificación de los casos de uso del sistema.
- **Elaboración:** Se define la arquitectura del sistema y se obtiene una aplicación ejecutable que responde a los casos de uso que la comprometen. A pesar de que se desarrolla a profundidad una parte del sistema, las decisiones sobre la arquitectura se hacen sobre la base de la comprensión del sistema completo y los requerimientos (funcionales y no funcionales) identificados de acuerdo al alcance definido.

En el proyecto se documentó la modelación del negocio definiendo los casos de uso del negocio, actores del negocio, diagramas de casos de uso del negocio y la modelación de los diagramas de actividades. En la captura de requisitos se definieron los actores del sistema a automatizar, los diagramas de casos de uso del sistema y una descripción resumida de los casos de uso. Se realizó el modelo de análisis elaborando los diagramas de clases del análisis y los diagramas de colaboración, con dos propósitos: refinar los casos de uso con más detalles y establecer la asignación inicial de funcionalidad del sistema a un conjunto de objetos que proporcionan el comportamiento.

Lenguajes de programación:

El PHP (*Hypertext Preprocessor*) es un lenguaje interpretado de alto nivel, embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor. Debido a su amplia distribución, PHP está perfectamente soportado por una gran comunidad de desarrolladores. Como producto de código abierto, PHP goza de la ayuda de un gran grupo de programadores, permitiendo que los fallos de funcionamiento sean encontrados y reparados rápidamente. El código se pone al día continuamente con mejoras y extensiones de lenguaje para ampliar las capacidades de PHP (Armentia, 2004).

JavaScript es un lenguaje de programación que se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas. Es ideal para agregar ciertas funciones rápidas a una página

web. Es un lenguaje de guiones (*script*) desarrollado por Netscape para complementar las limitaciones del HTML. Con el HTML dinámico se consiguen efectos tales como que al pasar el cursor del ratón por encima de una imagen puedan cambiar los atributos de esta o incluso que nos aparezca otra imagen diferente (Armentia, 2004).

JavaScript también es un lenguaje muy potente de alto nivel. Utiliza una arquitectura orientada a objetos parecida a la de Java o C++. También se trabaja con propiedades como las funciones del constructor o la estratificación en jerarquías (Bradenbaugh, 2000).

Drupal:

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó el CMF (*Content Management Framework*): Drupal, el cual permite publicar artículos, imágenes y otras cosas o archivos y servicios añadidos como foros, encuestas, votaciones, blogs y administración de usuarios y permisos. Drupal es una de las plataformas más avanzadas para la gestión de contenidos. Para el desarrollo de productos, la arquitectura Drupal utiliza módulos que añaden funcionalidades específicas a su núcleo (Tramullas, 2013).

Opciones existentes en la actualidad

En la actualidad la Empresa manipula toda la información referente a los procesos de control del consumo de agua y energía en documentos de Excel.

Modelación del negocio

Casos de uso del negocio: Solicitar plan del consumo de energía y agua, solicitar real del consumo de energía y agua, solicitar reporte del control de consumo de energía y agua.

Actores del negocio: Director general

Diagramas de casos de uso del negocio:

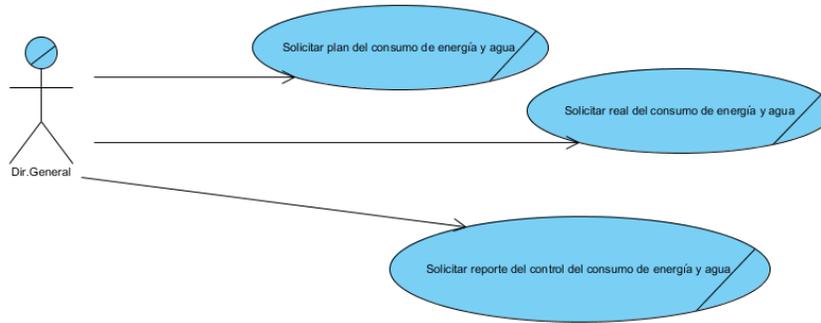


Figura 3. Diagrama de casos de uso del negocio.

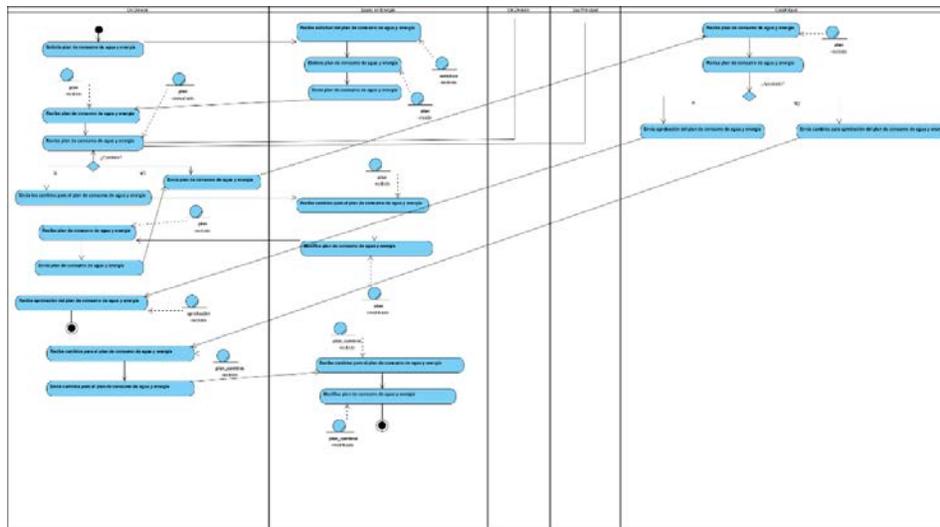


Figura 4. Diagrama de actividad: solicitar plan del consumo de energía y agua.

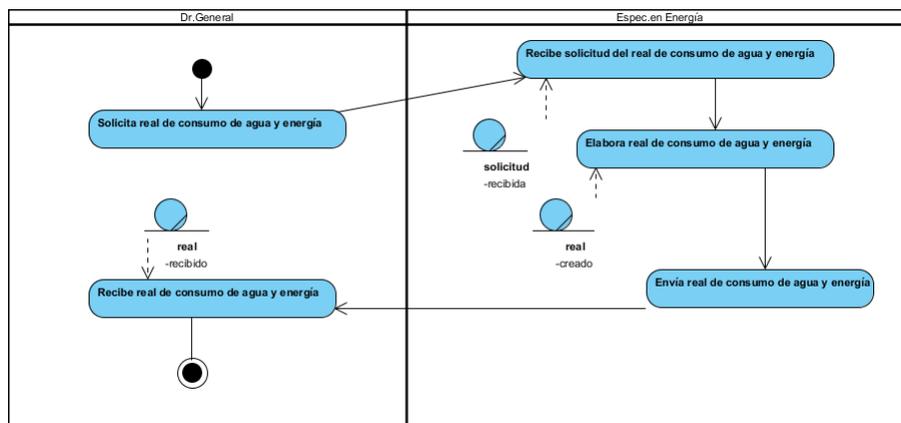


Figura 5. Diagrama de actividad: solicitar real del consumo de energía y agua.

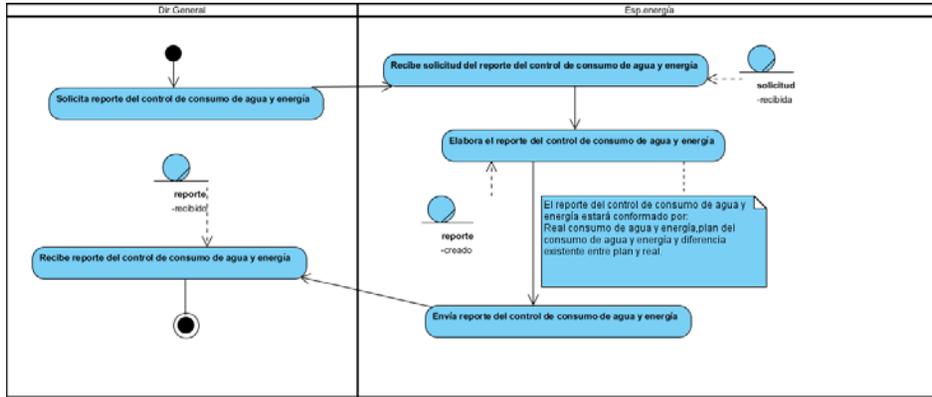


Figura 6. Diagrama de actividad: solicitar reporte del control de consumo de agua y energía.

Captura de requisitos

Modelo de casos de uso del sistema

-Actores del sistema a automatizar

Tabla 1.

Nombre del actor	Descripción
Especialista en energía	Se encarga de crear y actualizar el plan y el real del consumo de agua y energía
Administrador	Se encarga de gestionar las cuentas de usuario, otorgando los permisos correspondientes a cada usuario
Usuario	Se encarga de obtener información referente al reporte del control de consumo de agua y energía

-Diagrama de casos de uso

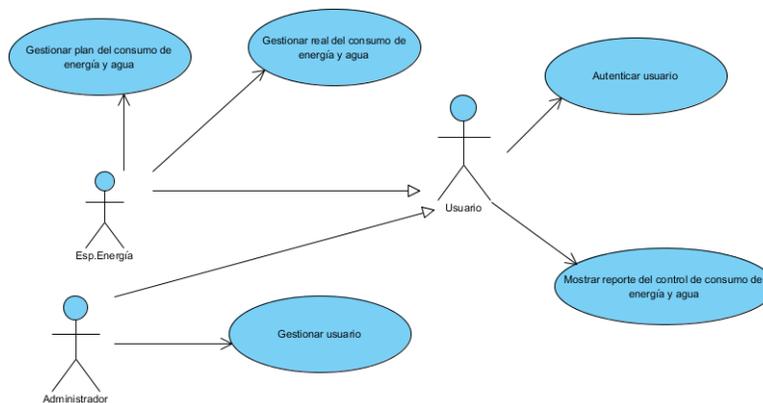


Figura 7. Diagrama de caso de uso del sistema.

Diseño de la base de datos

1. Determinación de las entidades y sus atributos

Para la elaboración de la base de datos se determinaron las entidades: Fecha, Consumagua y Consumoenerg. La entidad Fecha está conformada por los atributos: Cod y Fecha.

La entidad Consumoagua está conformada por los atributos: Cod_ca, Plan, Real_2.

La entidad Consumoenerg está conformada por los atributos: Cod_ce, Plan, Real_2.

2. Determinación de las relaciones

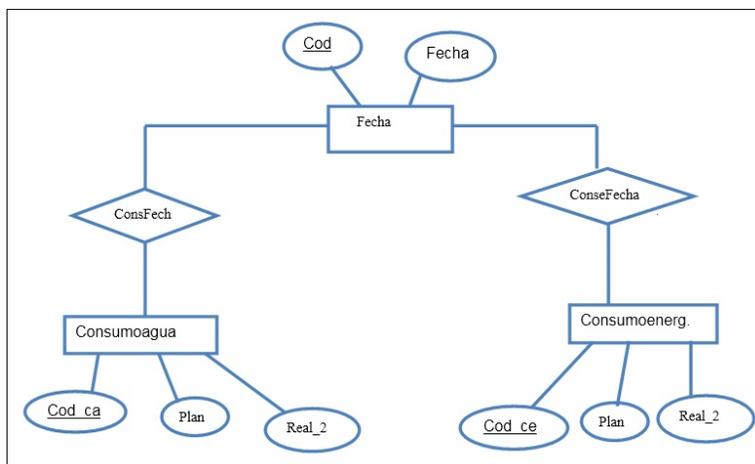


Figura 8. Relaciones.

3. Modelo lógico global de los datos

A partir del DER se obtuvo el siguiente modelo lógico global de los datos:

Fecha: (Cod, Fecha)

Consumagua: (Cod_ca, Plan, Real_2, Cod)

Consumoenerg: (Cod_ce, Plan, Real_2, Cod)

4. Modelo físico de datos



Figura 9. Modelo físico de datos.

Estudio de factibilidad

Características del proyecto: el sistema a automatizar debe cumplir con las siguientes características:

La aplicación debe funcionar sobre tecnología web utilizando el navegador Mozilla Firefox. La interfaz de usuario debe ser de fácil acceso y cómoda. El sistema podrá ser utilizado en cualquier sistema operativo. Estará disponible las 24 horas del día. Se utilizará el paquete tecnológico XAMPP, utilizando como gestor de base de datos (MySQL) y como servidor de base de datos Apache. La aplicación debe estar implementada en el CMF Drupal. Se utilizará como lenguaje de programación Php. Solo los usuarios autenticados pueden acceder al sitio y obtener información sobre reportes.

El sistema, además, cumple con las siguientes particularidades:

- Cumple con las políticas de la empresa.
- Optimiza el proceso de transmisión de información.
- La impresión de reportes informa de forma rápida cómo se comporta el control de los procesos.

Beneficios tangibles e intangibles

Efecto económico:

1. Beneficios de carácter técnico

Para el desarrollo del proyecto se dispone de los conocimientos, herramientas y habilidades en el manejo de métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del mismo. Además, se dispone del equipo y herramientas para llevarlo a cabo. Se ha propuesto continuar perfeccionándolo para que su funcionalidad sea aún más segura.

El producto informático propuesto mejora el proceso de transmisión de la información del control del consumo de agua y energía, facilitando la impresión de reportes para conocer el comportamiento del consumo. De esta forma, se cumple con el objetivo trazado en la investigación y se resuelve el problema que le dio origen.

Para el desarrollo de la aplicación se emplearon tecnologías libres y de código abierto disponibles para su uso y conocidas por el desarrollador, contando con la infraestructura de hardware necesaria para su desarrollo. Por esta razón, no se incurren en gastos de desarrollo.

Por otra parte, la empresa (Ceproníquel) cuenta con la infraestructura tecnológica (software y hardware) necesaria para la implantación de la aplicación, lo cual asegura que se pueda usar sin gastos de inversión en nuevos equipos.

2. Beneficios intangibles

- Mayor comodidad a la hora de elaborar los reportes.
- Mejora la calidad de la información y la comunicación entre los directivos, miembros y especialistas.
- Agiliza la gestión de la información en apoyo a la toma de decisiones.

Basándose en las entrevistas y conversaciones sostenidas con el personal involucrado se demostró que estos no representan ninguna oposición al cambio por lo que el software es factible operacionalmente.

3. Beneficios económicos tangibles

El costo de un software similar a este costaría aproximadamente: \$ 5 000.00.

El tiempo ahorrado con la realización del software es de aproximadamente: 28 horas.

Análisis de costo beneficio:

Para el desarrollo del proyecto se analizaron los efectos económicos, los beneficios de carácter técnico, los beneficios intangibles y los beneficios económicos tangibles; igualmente se calculó el costo de ejecución del proyecto mediante la ficha de costo, arrojando como resultado \$ 38.70 CUC y \$ 75.00 CUP por un periodo de 15 días.

Luego de analizar los beneficios del proyecto y el cálculo del costo de ejecución se pudo demostrar la factibilidad económica del mismo. El costo del desarrollo de la aplicación fue inferior en relación con el estimado del costo de un software similar a este, obteniendo considerables ganancias.

Conclusiones

Se realizó el análisis, diseño e implementación de una aplicación informática para la gestión de la información referente al control del consumo de agua y energía de la empresa.

Se implementa una aplicación de fácil acceso, capaz de dar respuesta en corto intervalo de tiempo.

Se construye un sistema que mejore y automatice el trabajo a los distintos usuarios.

La aplicación desarrollada proporciona mayor confiabilidad a la hora de manejar la información.

Se realizó un estudio de la factibilidad técnica y económica; esta última mediante la evaluación costo beneficio y la confección de una ficha de costo, demostrándose que es factible el proyecto.

Las herramientas empleadas favorecieron la realización del sistema con las características determinadas por el cliente.

Recomendaciones

Continuar perfeccionando la aplicación en cuanto al diseño de la interfaz visual para los procesos de obtención y modificación y de esta forma lograr una mayor factibilidad de la información y amigabilidad con el usuario.

Implementar otras funcionalidades en cuanto a la seguridad del sistema.

Referencias bibliográficas

- ARMENTIA, J. 2004: Los primeros pasos de un largo proceso. El diseño en los medios digitales. *Telos: Cuadernos de comunicación e innovación* 59: 93-103
- BRADENBAUGH, J. 2000: *Aplicaciones JavaScript*. Ediciones Anaya Multimedia, p. 25-26.
- GALLEGO, J. 2003: *Desarrollo web con PHP y MySQL*. Ediciones Anaya Multimedia, p. 28-30.
- HERAS, F. 2010: *Desarrollo de una web semántica*. Tesis de grado. Consulta: 10 nov 2012. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10609/577>.
- MATEU, C. 2004: *Desarrollo de aplicaciones web*. Eureka Media, SL.
- NÚÑEZ, I. & NÚÑEZ, Y. 2005: Propuesta de clasificación de las herramientas-software para la gestión del conocimiento. *ACIMED* 13(2), mar-abr. Ciudad de La Habana.
- ROSALES, Y.; MARRERO, M. & TRUJILLO, A. 2013: Extensión de la herramienta Visual Paradigm para la generación de clases de acceso a datos con Doctrine 2.0. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas* 6(10).
- TABARES, M.; BARRERA, A.; ARROYAVE, J. & PINEDA, J. 2007: Un método para la trazabilidad de requisitos en el proceso unificado de desarrollo. *Revista EIA* (8): 69-82.
- TRAMULLAS, J. 2013: Gestión de contenidos con Drupal: revisión de módulos específicos para bibliotecas, archivos y museos. Consulta: 10 oct 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/755>.