



SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE LA ACCIDENTALIDAD DE LOS TRABAJADORES DEL SECTOR MINERO (SICATSEM)

William Schnaider Torres Bermón, Jesús David Pabón Ortega, Gerson Stick Barrera Delgado, Claudia Natali Gamboa Ojeda

**Universidad Francisco De Paula Santander
Cúcuta, Colombia**

Resumen

El presente proyecto viene desarrollándose en el aula de clase de los cursos de Análisis y Diseño de Sistemas e Ingeniería de Software del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander-Cúcuta. El Sistema de Información para el Control de la Accidentalidad de los Trabajadores del Sector Minero (SICATSEM) en la región de Norte de Santander, está diseñado principalmente para empleados del área de seguridad industrial (usuarios finales) brindándoles el debido apoyo en los procesos de gestión del talento humano. La atención y prevención de accidentes mineros se hace necesario en la generación de una minería con responsabilidad social, ambiental y productiva, por tal razón, las empresas administradoras de minas deben llevar un registro detallado sobre cada uno de estos eventos ocurridos. SICATSEM proporciona una adecuada administración de esta información. En cuanto a los accidentes de trabajo, brinda un mejor control y detalle de la información, ya que especifica y se enfoca en aspectos propios del sector minero, evitando generalidades, ambigüedades y la existencia de datos innecesarios. Además, proporciona a las empresas del sector minero datos numéricos y representaciones gráficas plasmados en reportes estadísticos, los cuales facilitan y mejoran la toma de decisiones.

Palabras clave: sector minero; software; sistema de información

Abstract

The present project is developed in the classroom of the courses of Analysis and Design of Systems and Software Engineering of the Program of Systems Engineering of the

Universidad Francisco de Paula Santander-Cúcuta. The Information System for the Control of Accidents of Workers in the Mining Sector (SICATSEM, For its acronym in Spanish) in the region of Norte de Santander, is mainly intended for employees in the area of industrial safety Human talent. Care and prevention of mining accidents are make necessary in the generation of a mining with social, environmental and productive responsibility, for that reason, the administrative companies of mines are carried out a detailed record on each one of these events happened. SICATSEM provides an adequate administration of this information. In terms of work accidents, it provides better control and detail of the information, which specifies and focuses on the mining sector, avoiding generalities, ambiguities and the existence of unnecessary data. In addition, it provides to companies in the mining sector, numerical data and graphical representations embodied in statistical reports, facilitates them and improves decision-making.

Keywords: mining sector; software; information system

1. Introducción

El presente documento describe los principales elementos del negocio, el análisis y el diseño del proyecto de software "SICATSEM" (sistema de información para el control de los accidentes de trabajo de una empresa del sector minero).

Para el desarrollo de este sistema de información es necesario y de vital importancia conocer el entorno en la cual va a ser utilizado, por esta razón se programaron reuniones con ingenieros del área de seguridad industrial e ingenieros de sistemas de una empresa del sector minero del departamento Norte de Santander quienes proporcionaron asesoramiento e información válida al equipo de trabajo del proyecto. Una vez definidos los objetivos y alcances del software, se procede a realizar el modelo del análisis y el diseño, posteriormente se comienza la implementación del código fuente.

2. Definición del problema

Las minas es uno de los lugares de trabajo, sin duda alguna más peligrosos conocidos por el hombre, sobre todo la explotación subterránea, que es la más compleja y de mayor exposición para los trabajadores. En un estudio realizado por la Federación Internacional de Trabajadores de Química, Energía, Minas e Industria se estimó, que alrededor de 12.000 mineros fallecen cada año, la mitad en China. (Sanlar,2016).

En Colombia el panorama no es nada alentador, en la última década han fallecido cerca de mil personas en más de 700 emergencias presentadas en operaciones mineras legales e ilegales que en su mayoría son minas subterráneas de carbón.

La atención y prevención de accidentes mineros es uno de los frentes de trabajo más necesarios en la generación de una minería con responsabilidad social, ambiental y productiva, por tal razón, se hace necesario que todas las empresas administradoras de

minas lleven un registro detallado sobre cada uno de estos eventos ocurridos y con base esta información, poder realizar un plan de acción que permita contrarrestar esta problemática. Para ello, muchas de estas empresas implementan libros de cálculo o software genérico, que desierto modo son herramientas útiles, pero no se podría considerar como la opción más adecuada, ya que dichas empresas deben adaptarse a ellos y en ocasiones no se ve reflejado un enfoque funcional hacia el contexto de este sector, limitando la capacidad de gestión de la información.

Es aquí, donde surge la necesidad de implementar un Sistema de información dirigido hacia el sector minero, el cual permita llevar el control de todos los accidentes laborales que se presentan en una determinada empresa Minera. También es necesario, que este sistema este fundamentado en los lineamientos básicos que presenten las ARL (Aseguradoras de Riesgos Laborales), esto con el fin de facilitar la relación de reportes a las respectivas entidades legales.

3. Justificación

SICATSEM les proporciona a las empresas mineras la administración adecuada de su información general. En cuanto a los accidentes de trabajo brinda un mejor control y detalle de la información, ya que especifica y se enfoca en aspectos propios del sector minero, evitando generalidades, ambigüedades y la existencia de datos innecesarios, como ocurre cuando se utiliza el formato de accidentalidad de la ARL Positiva (aplicado para cualquier empresa) en libros tradiciones de Excel, que además resulta ser tedioso para el usuario.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema de información de control de accidentes de trabajo en el sector minero para empresas administradoras de minas, siguiendo las pautas establecidas en el formato de informe de accidentalidad de empleados de la Compañía de seguros Positiva.

4.2. Objetivos específicos

- Proporcionar el servicio de registro, consulta y modificación de la información asociada a la empresa y al accidente de trabajo, garantizando la disponibilidad e integridad de la misma.
- Gestionar un módulo de estadísticas en base a una variable representativa del accidente de trabajo, centros de trabajo y un rango de fechas.

5. Alcance

Se pretende desarrollar un sistema de información para el control de la accidentalidad de los trabajadores de empresas del sector minero, el cual comprende los módulos de registro consultas y modificaciones de la información de la empresa minera, de sus empleados, de sus centros de trabajo, de los accidentes de trabajo y las respectivas valoraciones médicas. En base a la información registrada se desarrolló adicionalmente un módulo de estadísticas que permite generar: un consolidado de todos los accidentes registrados en la base de datos y reportes estadísticos en base a una variable del accidente (agente de la lesión, tipo de lesión, cargo del empleado, entre otros) o la cantidad de accidentes ocurridos en uno o varios centros en un rango de fechas específicas.

6. Metodología

El trabajo se desarrolló siguiendo la siguiente metodología de trabajo: Inicialmente se programaron reuniones con la empresa del sector minero quienes proporcionaron al equipo de trabajo la información válida, real y necesaria para desarrollar la aplicación SICATSEM. Posterior a las reuniones, se realizó la abstracción de los requerimientos funcionales y no funcionales y los casos de uso. Luego se realizó la abstracción de los procesos del negocio y el llenado de los documentos del modelo del negocio. seguidamente se realizó la documentación de la fase del análisis y diseño. Tiempo después, los integrantes del equipo se dedicaron al desarrollo de la aplicación siguiendo las condiciones iniciales planteadas y apegados a la documentación planteada. Finalmente se realizó el manual de usuario y el manual técnico, igualmente la aplicación SICATSEM fue subida al servidor de la UFPS "SandBox" donde se encuentra disponible para utilizarlo. Cabe resaltar que todas las actividades realizadas recibieron acompañamiento de la ingeniera Pilar Rodríguez, directora de línea del proyecto SICATSEM.

7. Estructura del contenido del proyecto

7.1. Gestión y comprensión del negocio

7.1.1. Mapa de procesos del negocio

Mapa de procesos de la empresa del sector minero, quienes proporcionaron la información válida y necesaria para el desarrollo del proyecto de software "SICATSEM" como un prototipo de aplicación para empresas del sector minero, el cual se enfoca en facilitar actividades de seguridad industrial en el proceso "Gestión del talento humano" llevando el control de accidentalidad de los trabajadores.

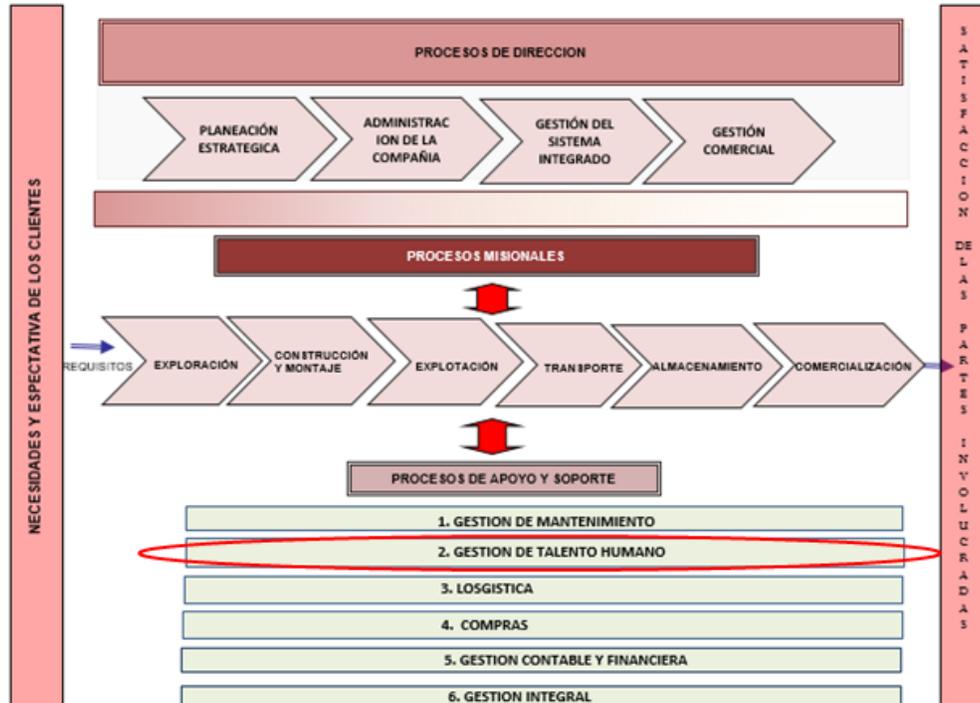


Ilustración 1 Mapa de procesos del Negocio fuente Propia

Los procesos identificados para la elaboración del presente proyecto son los siguientes:

- Proceso (Administrar Información de la Empresa minera)
- Proceso (Control de Accidentes de trabajo)
- Proceso (Administrar Información de los empleados)
- Proceso (Administrar Información de los centros de trabajo)
- Proceso (Gestionar reportes estadísticos)
- Proceso (Tramitar documentos para la atención de accidentes laborales)
- Proceso (Gestionar Incapacidades y prorroga.)

7.1.2. Ciclo de vida del software

Según Cantone (2006), el modelo de ciclo de vida incremental se basa en la filosofía de construir incrementando las funcionalidades del programa.

De acuerdo a la definición anterior, es posible afirmar que el modelo incremental es el que mejor se adapta para la construcción del producto de software resultado del presente proyecto, ya que este fue dividido en módulos los cuales fueron desarrollados de manera iterativa añadiendo más funcionalidades en cada incremento.

Algunas de las ventajas que representa la implementación de este modelo son: permitir que el cliente este en constante contacto con los resultados del software, permitir a los desarrolladores y analistas dividir el proyecto en módulos y asignarle a cada miembro del equipo el desarrollo de un módulo

en particular. Además, si se detecta un error grave, solo es cuestión de desechar la última iteración o incremento; Dicho proceso de retroalimentación entre el cliente y los responsables del producto se repite hasta que este se elabora en su totalidad.

8. Diseño de sistemas

8.1. Diseño de bases de datos

En el diseño de la base de datos se define la estructura que contendrá los datos del sistema de información con la menor redundancia posible. Partiendo del modelo conceptual se traduce en el modelo lógico y este se traslada a la base de datos concreta que se está utilizando.

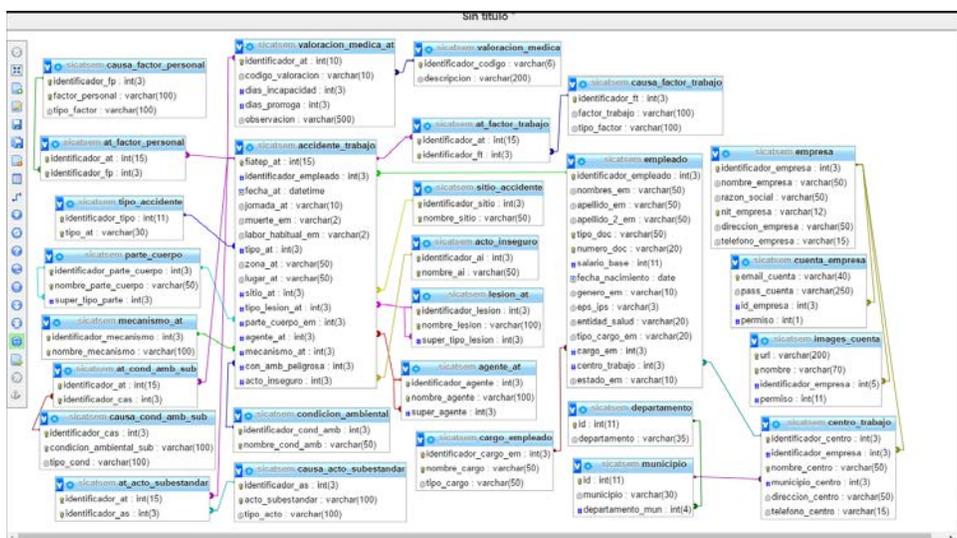


Ilustración 2 Diseño de la base de datos SICATSEM fuente propia

Para el proceso de elaboración y configuración de la DB se implementan a nivel local la herramienta XAMPP

XAMPP: Es un servidor independiente de plataforma de código libre y de uso gratuito. Esta herramienta incluye servidores de bases de datos como MySQL y SQLite con sus respectivos gestores phpMyAdmin y phpSQLiteAdmin. Incorpora también el intérprete de PHP, el intérprete de Perl, servidores de FTP como ProFTPD ó FileZilla FTP Serve, entre muchas cosas más (Carmona, et al., 2014)

Para la elaboración de este proyecto se implementó como Sistema de Gestor de Base de Datos (SGBD) MariaDB

MariaDB: Es un sistema de gestión de bases de datos derivado de MySQL con licencia GPL (General Public License). Está desarrollado por Michael (Monty) Widenius (fundador de MySQL) y la comunidad de desarrolladores de software

libre. Introduce dos motores de almacenamiento nuevos, uno llamado Aria -que reemplaza con ventajas a MyISAM- y otro llamado XtraDB -en sustitución de InnoDB. Tiene una alta compatibilidad con MySQL ya que posee las mismas órdenes, interfaces, APIs y bibliotecas, siendo su objetivo poder cambiar un servidor por otro directamente. Este SGBD surge a raíz de la compra de Sun Microsystems -compañía que había comprado previamente MySQL AB2 - por parte de Oracle. MariaDB es un fork directo de MySQL que asegura la existencia de una versión de este producto con licencia GPL (Mariadb, 2017).

8.2. Diseño de patrones

A continuación, se presentan los patrones de diseño a implementar en el desarrollo de la aplicación en fin de buscar un sistema más óptimo y con una arquitectura definida:

Data Access Object (DAO): Un objeto de acceso a datos (DAO) es un objeto que proporciona una interfaz abstracta a algún tipo de base de datos o mecanismo de persistencia, proporcionando algunas operaciones específicas sin exponer detalles de la base de datos. Proporciona una asignación desde las llamadas de la aplicación a la capa de persistencia (Greiner, et al., 2013).

Data Transfer Object (DTO): Un objeto de transferencias de datos (DTO) es un objeto que transporta datos entre procesos. La motivación de su uso tiene relación con el hecho que la comunicación entre procesos es usualmente realizada mediante interfaces remotas (ej. Servicios Web).

Singleton: Esta patron (Kuchana, 2004) lo define como u diseño que proporciona un mecanismo de creación de objetos controlados para garantizar que sólo existe una instancia de una clase determinada.

Front Controller: Proporciona un mecanismo de manejo de peticiones centralizado de manera que todas las solicitudes serán manejadas por un solo controlador. Este controlador puede hacer la autenticación/autorización/registro o el seguimiento de las solicitudes y luego pasar las solicitudes a los correspondientes manipuladores (Castellanos, 2013).

9. Métricas de calidad

Realizar una estimación cuantitativa en el proceso de planificación de un proyecto es de gran importancia para toda empresa, puesto que ello permite conocer los procesos productivos en la empresa además de mejorar las tareas menos eficientes presentes en la misma; siendo así, se hace necesario determinar mediante la aplicación de métricas de calidad de software basadas en funcionalidad, seguridad, fiabilidad y la implementación de software libre Kiuwan, el estado en el que se encuentra el Sistema de Información para el Control de Accidentes de Trabajo en el Sector Minero (SICATSEM.). Con base en análisis de los resultados de la evaluación de las

características de calidad se concluye que son en gran parte positivas; por otra parte, los niveles de mantenibilidad arrojados por Kiuwan son muy bajos. Aun así, se estima como resultado general de la calidad del software SICATSEM cuenta con un buen mas no excelente desempeño, permitiendo plantear un conjunto de sugerencias para mitigar las falencias presentes en el software SICATSEM.

10. Imágenes del sistema

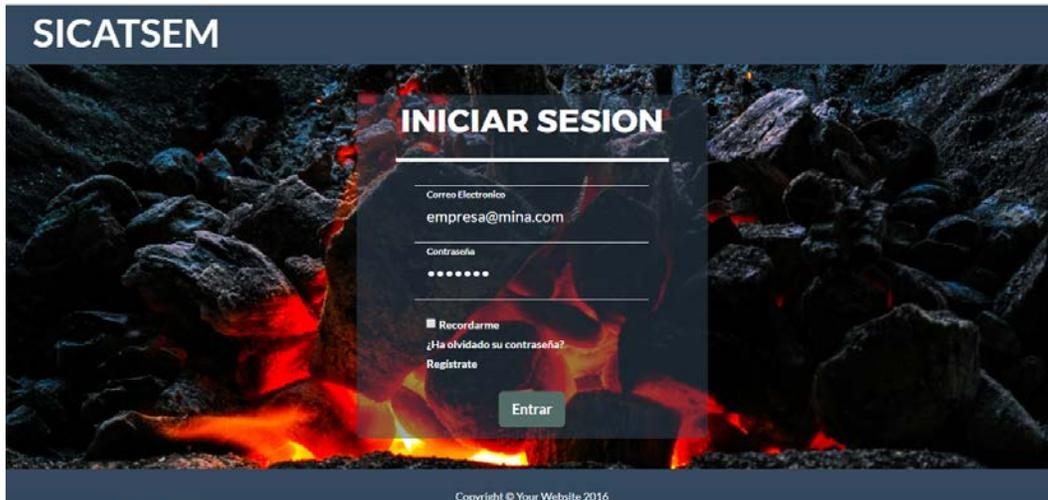


Ilustración 3 Inicio de sesión de SICATSEM fuente: propia

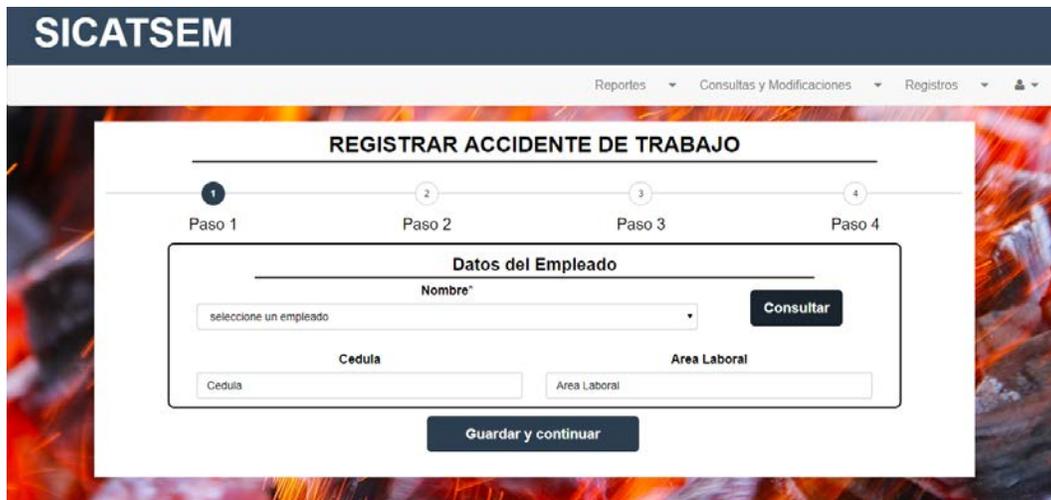


Ilustración 4 Registro para un accidente de trabajo fuente: propia

Estadística en base a la cantidad de accidentes de trabajo para la variable "Sitio de Accidente" desde 2000-01-01 hasta 2017-06-12 en todos los centros de trabajo

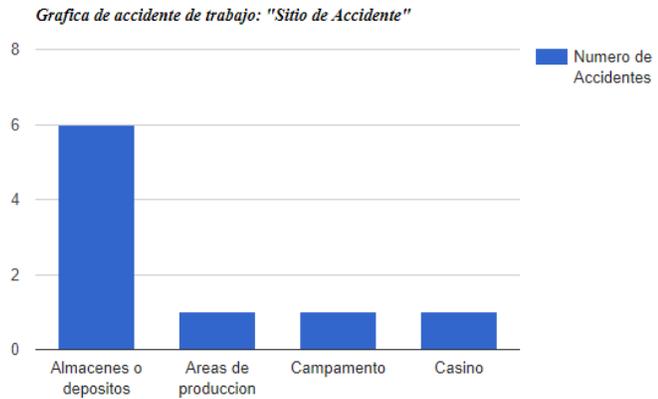
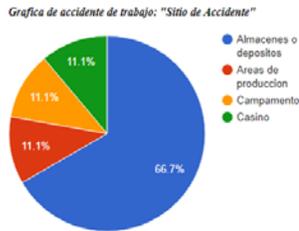


Ilustración 5 Reporte estadístico según el sitio de accidente fuente: propia

11. Sugerencias

Aunque se obtuvo un buen puntaje en seguridad y fueron muy pocos los scripts que obtuvieron puntuación baja, si se desea aumentar el nivel de estrellas, es necesario revisar y mejorar la estructura ya que según las políticas de Kiuwan indican que no debe existir ni un solo archivo con calificaciones bajas, puesto que toda la aplicación será calificada con esa puntuación, por tanto, para llevar esta corrección es necesario dedicarle al menos unas 35 h con 30 mn según el reporte de Kiuwan. En caso de enfatizar sobre un punto en específico para comenzar a trabajar la corrección se podría comenzar por los archivos jquery.js que implementa el FrontEnd. En cuanto a la mantenibilidad se podría comenzar por aspectos que, aunque sencillos, tuvieron un peso negativo en las calificaciones y es el caso de las declaraciones sin punto y coma (;) y la implementación de foreach para recorrer Array en vez de un contador en expresiones de bucle.

Un aspecto a nivel general para mejorar la calidad de SICATSEM está relacionado con la estructura organizativa y modular del código fuente puesto que como se comentaba anteriormente, presenta un alto número de defectos.

12. Resultados obtenidos

El proyecto SICATSEM consta de todas las principales funcionalidades que se pretendían en cada uno de los módulos.

El sistema permite realizar satisfactoriamente en caso de olvido, el cambio de contraseña, efectuando este proceso mediante el envío de la misma por medio del correo electrónico asociado a la cuenta, como también efectuar todos los registros, consultas y modificaciones establecidos en el modelado de requerimiento. Permite que los usuarios puedan realizar el registro de sus centros de trabajo, empleados, como también ingresar la información referente a los accidentes que puedan ocurrir. Además de esto permite registrar las valoraciones médicas de cada uno de los empleados que hayan sufrido algún tipo de accidente laboral. En cualquier momento el usuario

autorizado puede ingresar al sistema y consultar esta información y de igual forma modificarlo en caso de ser necesario.

El sistema provee la capacidad de poder generar una serie de reportes estadísticos con base a la información registrada sobre los empleados que hayan sufrido algún tipo de accidente laboral. De acuerdo a la necesidad que presente el usuario, podrá visualizar una serie de reportes asociados a un determinado rango de fechas, de acuerdo a uno o varios centros de trabajo que posee la empresa, como también, podrá generar reportes con base a alguna característica en particular que presenten los accidentes registrados. El sistema posee la capacidad de ajustarse a cualquiera que sea la necesidad del reporte según los tres aspectos anteriormente mencionados; generar un tipo de gráfico que represente los resultados obtenidos, además de brindar al usuario la opción de visualizar el reporte consolidado en formato PDF para su mejor traslado e impresión. A nivel de las empresas del sector minero pueden contar con sistema que les permita llevar un control sobre los accidentes de trabajo en las minas.

13. Referencias

Artículos de revistas

- Carmona, F. G., Aldón, M. M., & Sala, J. P. M. (2014). CNERU (Cordoba Near Eastern Research Unit). Una unidad de investigación y difusión sobre Oriente Próximo, su historia y su legado. Skopos. Revista Internacional de Traducción e Interpretación, 4, pp 13

Libros

- Cantone, D. (2006). Implementación y debugging. Buenos Aires: Gradi S.A.
- Greiner, C. L., Dapozo, G. N., Acosta, J. C., Estayno, M. G., Domínguez, M., & Chiapello, J. (2013, June). Persistencia de mediciones como apoyo a la gestión de proyectos de software. In XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- Kuchana, P. (2004). Software architecture design patterns in Java. 1st ed. Boca Raton, Florida: Auerbach Publications, p.63.

Fuentes electrónicas

- Agustin Sanlar, E. (2016). MINU Asociación Civil. [online] Minu.org. Consultado el 10 de junio de 2016 en <http://www.minu.org/src/files/files/OIT%20-%20Salud%20y%20trabajo%20en%20la%20industria%20minera.pdf>
- Castellanos M (2013, Julio). Verano patrones de diseño. Front Controller. Consultado el 25 de junio de 2017 en <http://castellanosmiquel.blogspot.com.co/2013/07/front-controller-definicion-esun-patron.html>

- Mariadb (2017). MariaDB Foundation. About MariaDB. Consultado el 24 de junio de 2017 en <https://mariadb.org/about/>

Sobre los autores

- **William Schnaider Torres Bermon:** Ingeniero de Sistemas en Formación. williamschnaiderto@ufps.edu.co
- **Jesús David Pabón Ortega:** Ingeniero de Sistemas en Formación. jesusdavidpo@ufps.edu.co
- **Gerson Stick Barrera Delgado:** Ingeniero de Sistemas en Formación. gersonstickbd@ufps.edu.co
- **Claudia Natali Gamboa Ojeda:** Ingeniero de Sistemas en Formación. claudianataligo@ufps.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)