

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS
FACULTAD DE MATEMÁTICA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN**



**SISTEMA DE INFORMACIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES
AMBIENTALES EN EL SECTOR INDUSTRIAL.**

**Caso de estudio: Empresa minero-metalúrgica “Ernesto Che Guevara”
en el municipio de Moa.**

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN
MEDIOAMBIENTAL.**

Autora: Ing. Yanet Peña González.

Tutores: Dr. C. Yuri Almaguer Carmenates.

Dra. C Belkis Fabién Guerra Valdés.

Santa Clara, 2014

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional y por ser mi guía en la vida.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a DIOS todopoderoso por estar a mi lado, por brindarme toda la sabiduría y entendimiento para culminar esta etapa en mi vida. Gracias Señor porque en Ti están mis fuerzas.

A mis padres por su amor que nunca falta, por todo su esfuerzo por instruirme en la vida y por su aliento día a día.

A mi hermano Camilo por sus consejos y ayuda constante.

A mis sobrinos por sus muestras de ternura y por estar siempre cerca desde mi corazón.

A mi tío Luis por brindarme todo lo que tuviera a su alcance para alcanzar mis metas en la vida.

A mis amigos Magbys, Edgar, Maikel, William, Yunier y Evelyn por todo el apoyo y gestos de verdadera amistad que demostraron al brindarme su ayuda incondicional.

A mis compañeras de trabajo Tania, Adita, Loti, Yisel y Anay porque sin su ayuda no me hubiese sido posible dedicar horas al trabajo de tesis.

A mis compañeros de trabajo del ISMMM en sentido general por su aporte.

A mi tutor de tesis por su comprensión y apoyo.

Agradezco a los excelentes profesores del programa de maestría. A mis compañeros, por todos los buenos y difíciles momentos que pasamos juntos.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”

Filipenses 4:13

RESUMEN

Las empresas industriales deben implantar un proceso para identificar los aspectos medioambientales significativos asociados a cada una de sus actividades, productos o servicios, que deberían de atenderse como prioritarios.

A su vez, dichas organizaciones deben establecer cuál es su situación actual respecto al medio ambiente, mediante una revisión, en la que identificará la información obtenida a partir de las investigaciones sobre incidentes y accidentes ocurridos, relacionando los aspectos medioambientales significativos, así como sus consecuencias para el medio ambiente y para la gestión de la empresa.

Con el objetivo de lograr un monitoreo y control sobre los procesos productivos de mayor impacto en la accidentalidad, adaptado al procedimiento interno de la Empresa minero-metalúrgica “Ernesto Che Guevara” (ECG) para la gestión de información de incidentes, accidentes y averías, se propone en la presente investigación el desarrollo de un sistema de información para la gestión de incidentes y accidentes ambientales que garantice una mejora en el proceso llevado a cabo por los especialistas del grupo de Seguridad Industrial y Medio Ambiente de la empresa.

ABSTRACT

The industrial companies should introduce a process to identify the significant environmental aspects associated to each one of their activities, products or services that should be assisted as a high-priority.

In turn, this organizations should settle down which their current situation is regarding the environment, by means of an inspection, in which the obtained information will be identified starting from the investigations on incidents and occurred accidents, relating the significant environmental aspects, as well as their consequences for the environment and the administration of the company.

With the objective of achieving a monitoring and control on the productive processes greatest impact over the accident rate, adapted to the internal procedure of the Company miner-metallurgic "Ernesto Che Guevara" (ECG) for the administration of incidents, accidents and breakdown, it is proposed in the current research the development of a system of information for the administration of incidents and environmental accidents that ensures an improvement in the process carried out by the specialists of the Industrial Security and Environment group of the company.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.1 Introducción	10
1.2 La información ambiental.	10
1.3 Gestión Ambiental	12
1.4 Requisitos legales a tener en cuenta en la investigación.	15
1.5 Procedimiento y metodología que rigen la investigación.	20
1.6 Sistema de Gestión Ambiental (SGA)	23
1.7 Evolución de las tecnologías en la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.	24
1.8 Cambios que producen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.....	27
1. 9 Herramientas y tecnologías de desarrollo	28
1.9.1 Lenguaje de Programación: Java	28
1.9.2 Framework de Desarrollo: Primefaces.....	30
1.9.3 Sistema Gestor de Bases de Datos: SQL Server	31
1.9.4 Metodologías para el desarrollo de Sistemas Informáticos.....	33
1.10 Conclusiones parciales	36
CAPÍTULO II: ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES AMBIENTALES	37
2.1 Introducción.	37
2.2 La gestión integral de los accidentes de trabajo: tratamiento documental	37
2.3 Investigación de accidentes.....	40
2.4 Caso de estudio: Empresa “Ernesto Che Guevara”	43
2.4.1 Flujo actual del proceso de gestión de incidentes y accidentes.	44
2.5 Análisis crítico de la ejecución del proceso de gestión de incidentes y accidentes. ...	45

2.6 Resultados esperados en el proceso de gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.....	47
2.7 Valoración del impacto de la herramienta informática en la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.	49
2.7.1 Impacto en la gestión de información de incidentes y accidentes.	49
2.7.2 Impacto económico, social y ambiental.	50
2.8 Indicadores para medir la accidentalidad	51
2.9 Cálculo de las pérdidas por accidentes o averías	53
2.10 Conclusiones parciales	57
CAPÍTULO III: SISTEMA DE INFORMACIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES AMBIENTALES.	58
3.1 Introducción	58
3.2 Actores y casos de uso	58
3.3 Estructura de la aplicación	59
3.4 Patrón Modelo-Vista-Controlador	59
3.5 Diseño conceptual de la Base de Datos.....	61
3.6 Diagrama de clases del diseño.	62
3.7 Diagrama de despliegue	66
3.8 Diseño de la interfaz	66
3.9 Conclusiones parciales	75
CONCLUSIONES GENERALES	76
RECOMENDACIONES	77
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	78
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXO I	84
ANEXO II.....	86
ANEXO III.....	87

ANEXO IV	88
----------------	----

Lista de Figuras

Figura 1.1 Estrategia esbozada para la elaboración del marco teórico referencial.	10
Figura 1.2 Causas del accidente a partir de los daños que se producen.....	22
Figura 1.3 Implementación de un sistema de gestión ambiental.....	23
Figura 2.1 Conceptos claves para la notificación de accidentes.	38
Figura 2.2 Flujo actual de los procesos en la empresa ECG.	45
Figura 2.3 Diagrama Ishikawa.	46
Figura 2.4 Análisis comparativo entre el estado actual y el estado deseado.....	50
Figura 3.1 Diagrama de caso de uso del sistema.....	58
Figura 3.2 Módulos para la aplicación de gestión integral de incidentes, accidentes y averías..	59
Figura 3.3 Estructura del MVC.....	60
Figura 3.4 Modelo físico de datos.....	63
Figura 3.5 Diagrama de clases del diseño del caso de uso Gestionar suceso.....	64
Figura 3.6 Diagrama de clases del diseño del caso de uso Gestionar investigación.	64
Figura 3.7 Diagrama de clases del diseño del caso de uso Gestionar costos por sucesos.....	65
Figura 3.8 Diagrama de despliegue.....	66
Figura 3.9 Prototipo de interfaz: Gestionar datos de la entidad.	67
Figura 3.10 Prototipo de interfaz: Gestionar rol.	68
Figura 3.11 Prototipo de interfaz: Gestionar Unidad Básica.....	68
Figura 3.12 Prototipo de interfaz: Gestionar área.	69
Figura 3.13 Prototipo de interfaz: Gestionar sub-área.	69
Figura 3.14 Prototipo de interfaz: Gestionar sucesos ocurridos.....	70
Figura 3.15 Prototipo de interfaz: Gestionar datos de investigación del suceso.	71
Figura 3.16 Prototipo de interfaz: Gestionar trabajador.....	72
Figura 3.17 Prototipo de interfaz: Gestionar corrección del suceso.....	72
Figura 3.18 Prototipo de interfaz: Graficar número de sucesos por año.	73

Figura 3.19 Prototipo de interfaz: Graficar número de sucesos por año.	74
Figura 3.20 Prototipo de interfaz: Graficar total de sucesos por Unidades Básicas.....	74

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Agentes materiales.	40
Tabla 2.2 Causas que generan el problema y resultados esperados.	48
Tabla 2.3 Ingresos y gastos de las medidas preventivas.	55

INTRODUCCIÓN

La protección de nuestro medio ambiente es uno de los retos más importantes al que la humanidad ya ha comenzado a hacer frente, debiendo existir un firme compromiso de la sociedad encaminado a la protección de nuestro entorno. Este compromiso, debe basarse en el convencimiento de que la única vía para tratar las cuestiones medioambientales es mediante soluciones a escala mundial y mediante un desarrollo, conocido como Desarrollo Sostenible, donde se consideren no sólo los aspectos económicos, sino también los sociales y ambientales, y que se define como: "Satisfacer las necesidades de la generación actual sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer las suyas".

Para lograr este Desarrollo Sostenible, que consiga prevenir o minimizar los efectos no deseados sobre el medio ambiente, consiguiendo a la vez un óptimo desarrollo económico, es imprescindible realizar una correcta gestión medioambiental. Las empresas se encuentran actualmente ante la necesidad de incorporar prácticas de gestión medioambiental, como un factor de desarrollo estratégico y de competitividad, si desean abrirse camino en un mercado cada vez más desarrollado, exigente y preocupado por el entorno.

Las empresas industriales deben establecer un proceso para identificar los aspectos medioambientales significativos asociados a sus actividades, productos o servicios, que deberían de atenderse como prioritarios.

Una organización debe establecer cuál es su situación actual respecto al medio ambiente, mediante una revisión, en la que identificará y evaluará la información obtenida a partir de las investigaciones sobre incidentes previos relacionando los aspectos medioambientales significativos, así como sus consecuencias para el medio ambiente y para la gestión de la empresa.

Los aspectos medioambientales son un elemento característico de una actividad, producto o servicio de la organización susceptible de interactuar con el medio ambiente.

En la identificación de los aspectos medioambientales (elementos que pueden interaccionar con el medio ambiente), que están asociados a cada actividad, producto o servicio se debe tener en cuenta:

- ✓ Emisiones a la atmósfera.
- ✓ Vertidos al agua.
- ✓ Residuos generados.
- ✓ Contaminación del suelo.
- ✓ El empleo de materias primas y recursos naturales.

Así como otras cuestiones ambientales locales y que afecten a la comunidad.

Es también de suma relevancia identificar el mayor número posible de impactos reales y potenciales, beneficiosos y negativos asociados a cada aspecto, el cual está referido al cambio que se produce en el medio a causa de un aspecto, por lo cual se puede decir que la relación entre aspecto- impacto es de causa - efecto.

Los impactos que se pueden ocasionar son: sobre el agua, sobre el suelo, sobre la atmósfera, entre otros.

El requerimiento básico en la ISO 14001, cláusula 4.4.7, define establecer y mantener procedimientos para identificar la posibilidad de ocurrencia de accidentes y emergencias y la respuesta a estas situaciones. Las empresas industriales a su vez deben estar preparadas para prevenir y minimizar los impactos ambientales asociados, realizando además un análisis crítico y revisar sus procedimientos de atención a situaciones de emergencia.

El monitoreo y control del proceso productivo es vital para la reducción de riesgos laborales, el cual debe estar enfocado a las acciones preventivas, evitando las correctivas, así como al registro de las situaciones anormales de operación, realizando conjuntamente una medición periódica en puntos relevantes para reducir los gastos y pérdidas ocasionadas por accidentes ambientales.

La empresa “Ernesto Che Guevara”, es una empresa socialista que garantiza la producción de Níquel + Cobalto con una calidad reconocida a escala internacional manteniendo índices de eficacia y eficiencia que le permiten ser competitiva en el mercado, para lo cual cuenta con un perfeccionamiento constante de su tecnología y cuidado del medio ambiente, constituyendo un símbolo para la Industria Cubana actual.

La misma fue creada el 30 de junio de 1967 como Unidad Inversionista Presupuestada Proyecto 304, quedando adscripta y dependiente del Ministerio de la Minería y la Metalurgia, teniendo su puesta en marcha el 11 de enero de 1984. En honor a la dedicación que mostró el Comandante Ernesto Che Guevara como Ministro de Industrias al Plan de Desarrollo de la costa norte de Oriente, en especial en la región de Moa, se acordó que la primera empresa de níquel construida por la Revolución llevara el nombre del Guerrillero Heroico.

El proceso tecnológico de la empresa está basado en la lixiviación carbonato - amoniacal del mineral reducido. Al mismo tiempo este proceso se realiza con un consumo relativamente pequeño de reactivos. Es un proceso continuo que se realiza en las condiciones de presión atmosférica. El proceso amoniacal admite la elaboración de la mezcla de los minerales lateríticos y serpentínicos, mientras que el proceso por ejemplo de lixiviación con el ácido sulfúrico permite solamente la elaboración de la fracción laterítica.

La empresa ubicada en el municipio de Moa no está exenta del proceso de monitoreo y control sobre los procesos productivos de mayor impacto en la accidentalidad, por lo que cuenta con un procedimiento interno para la gestión de información de incidentes, accidentes y averías, el cual cuenta intrínsecamente una metodología para la investigación del evento ocurrido que tiene como objetivo organizar el proceso de investigación, análisis, control y seguimiento de dichos fenómenos, en el cual se tiene en cuenta aspectos como: medidas para la respuesta inicial ante la ocurrencia del suceso, información preliminar, investigación, informe resumen de la investigación, cálculo de las pérdidas por accidentes o averías y se definen indicadores para medir la accidentalidad. Esta metodología se aplica a todas las áreas de la empresa, tales como,

plantas de producción, talleres y departamentos de servicio que son propensos a la ocurrencia de accidentes ambientales.

Los departamentos de Seguridad Industrial y de Medio Ambiente de la empresa tienen entre sus responsabilidades gestionar la información sobre incidentes, accidentes y averías y mediante la aplicación de medidas correctivas reducir el impacto ambiental de mayor significación de la actividad o proceso industrial que se realiza, de modo que se emitan informes que muestren como se ha comportado el índice de accidentalidad por cada área y así poder identificar alternativas para disminuir los riesgos ambientales.

La empresa en sí cuenta con una amplia gama de plantas en las cuales se realizan los diferentes procesos de producción, entre las cuales se encuentran:

- ✓ Minería.
- ✓ Planta de preparación de mineral.
- ✓ Planta de Hornos de Reducción.
- ✓ Planta de lixiviación y lavado.
- ✓ Planta de Recuperación de Amoníaco.
- ✓ Planta de Calcinación y Sínter.
- ✓ Planta de servicios energéticos.
- ✓ Depósito de Colas.

En los últimos años el sector industrial ha experimentado un importante desarrollo en la diversidad de procesos productivos y se han generado importantes cambios sociales, económicos, políticos y ambientales, que unidos al incremento de las competencias, han aumentado la fluctuación en los riesgos a los que la actividad empresarial está sometida.

Entre las ventajas que trae consigo la gestión de información de incidentes y accidentes ambientales en una organización se encuentra la disminución de la fluctuación sobre los riesgos a los que está expuesta la actividad de una empresa, enfocando la atención sobre los incidentes que pueden desencadenar un accidente de mayor envergadura y de

este modo se contribuye a la minimización de sucesos de gran impacto sobre la sociedad, la economía y el medio ambiente.

La preocupación por la seguridad es una de las características más significativas de nuestra civilización, motivo por el cual la sociedad ha comenzado a considerar el medio ambiente como una prioridad, incrementando la presión social y con ello un incremento de la presión legislativa.

Actualmente el proceso de gestión de información de incidentes y accidentes ambientales en la empresa ECG se administra utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel y se distribuye manualmente desde las diferentes áreas afectadas hasta los departamentos involucrados en dicho proceso de gestión, lo cual conlleva a que la información requerida no pueda ser obtenida oportunamente.

Todo lo anteriormente expuesto constituye el efecto del siguiente **problema científico**: el proceso de gestión de la información de incidentes y accidentes ambientales presenta insuficiencias en el manejo y control de los datos, lo que provoca un debilitamiento en la consistencia y obtención de manera oportuna de dicha información.

A su vez, el **objeto de estudio** se centró en la informatización del proceso de gestión de información de incidentes y accidentes ambientales, así como su **campo de acción** en el sistema de información para la gestión de información de incidentes y accidentes ambientales.

Para dar solución al mencionado problema se plantea como **objetivo general**:

Desarrollar un sistema de información para la gestión de incidentes y accidentes ambientales en el sector industrial que garantice una mejora en el proceso de gestión e integridad de la información, llevado a cabo por los especialistas del grupo de Seguridad Industrial y Medio Ambiente.

Este objetivo general fue desglosado en los objetivos específicos siguientes:

1. Estudiar el proceso de gestión de información de incidentes, accidentes y averías con los especialistas de Medio Ambiente y Seguridad Industrial de la empresa.
2. Diseñar una base de datos que sirva de soporte para la información requerida asociada a los incidentes y accidentes ambientales.
3. Implementar una aplicación Web que garantice una mayor integración y gestión de la información.

Además se formularon las siguientes preguntas de investigación:

- ✓ ¿Cuáles son las normas establecidas a nivel de país que rigen el proceso de gestión de información para accidentes e incidentes ambientales?
- ✓ ¿Cuál es el procedimiento y metodología definidos por la empresa que se emplean para realizar el análisis de incidentes y accidentes ambientales?
- ✓ ¿Cuáles son los medios de comunicación que utilizan con mayor frecuencia el grupo de Seguridad Industrial y Medio Ambiente de la empresa para la gestión de incidentes y accidentes ambientales?
- ✓ ¿Qué tipo de información se transfiere desde las áreas hasta el grupo de Seguridad Industrial y Medio Ambiente a través de dichos medios?
- ✓ ¿Cómo analizar, diseñar e implementar un sistema de información para la gestión de incidentes y accidentes ambientales en el sector industrial?

En correspondencia con lo planteado se formuló la siguiente **hipótesis**: Con el desarrollo de un sistema de información para la gestión de incidentes y accidentes ambientales para el sector industrial se perfeccionará el manejo y control de los datos llevado a cabo por los especialistas de Seguridad Industrial y Medio Ambiente, logrando una mejora en el proceso de gestión e integridad de la información.

Justificación de la investigación y su viabilidad

La gestión de incidentes y accidentes ambientales forman parte importante de los procesos que realizan los departamentos de Seguridad Industrial y Medio Ambiente en la empresa ECG, por lo cual es de suma importancia el control eficiente de cada uno de los elementos relacionados e involucrados en dicho proceso, de modo que se hace indispensable realizar un adecuado monitoreo de las actividades involucradas en el mismo y lograr de esta forma que se produzcan en el menor tiempo requerido.

Actualmente la información de los incidentes, accidentes y averías se maneja por medio de hojas de cálculo de Microsoft Excel, por lo que no se realiza un procesamiento adecuado de la información que impide una mejora continua en el proceso que dificulta el control, manejo e integración de la información, ocasionando a los especialistas involucrados un avance lento en la gestión de la información requerida para el posterior

análisis de los datos obtenidos, de modo que limita la orientación hacia qué áreas principalmente de producción inciden con mayor frecuencia en la accidentalidad en post de tener mayor vigilancia sobre dichas áreas y con ello la reducción de pérdidas y costos por accidentes.

Con la realización de este sistema informático se pretende dar solución a la problemática vigente en la empresa ECG, permitiendo la gestión y control de información, de manera sistemática, de los incidentes y accidentes ambientales, a fin de detectar y reducir las dificultades que pudieran presentarse con mayor frecuencia y adoptar las medidas pertinentes.

Entre los beneficios que pueden distinguirse con la implementación de este sistema se encuentran los siguientes:

- ✓ Se podrán administrar usuarios teniendo en cuenta el rol que desempeñan en el proceso de gestión de información.
- ✓ Facilitará a los especialistas la integración de informes de incidentes y accidentes confiables.
- ✓ Se obtendrán informes de investigación de accidentes de forma actualizada para el análisis y determinación de las causas y consecuencias del suceso.
- ✓ Servirá como herramienta común para la gestión de información de incidentes y accidentes ambientales.
- ✓ Permitirá tomar acciones correctivas ante cada suceso ocurrido en aras de reducir los daños.
- ✓ Se tendrá un histórico de todos los incidentes, accidentes y averías por áreas de la empresa.

Los métodos utilizados para el estudio de la investigación fueron los siguientes:

Métodos teóricos:

- ✓ **Histórico-lógico:** este método fue utilizado para comprender el antecedente del objeto de estudio, así como la necesidad de su desarrollo en una forma superior.
- ✓ **Análisis y síntesis:** empleado en el proceso de caracterización del objeto de estudio de la presente investigación.

- ✓ **Hipotético-deductivo:** permitió realizar el debido análisis para el posterior desarrollo del sistema que dará solución al problema existente.
- ✓ **Causa-efecto:** utilizado en la formulación del problema científico y la situación problemática que desencadenan la investigación.

Métodos empíricos:

- ✓ **Entrevista:** necesaria en la recopilación de la información para el conocimiento del problema en general y la incorporación de las funcionalidades del sistema que se desea desarrollar, así como del alcance del proyecto.
- ✓ **Observación:** empleada para determinar el comportamiento durante la gestión de la información requerida.

Aporte práctico:

El trabajo de investigación desarrollado posee como aporte práctico un sistema de información para la gestión de incidentes, accidentes y averías que centraliza soluciones y tareas, brinda una total accesibilidad a los datos, mejora la seguridad de los recursos de la institución y gestiona reportes medioambientales.

Para dar cumplimiento al sistema de objetivos propuestos este trabajo de investigación queda conformado en tres capítulos debidamente relacionados; la síntesis de cada uno de ellos se detalla seguidamente:

Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación: en este capítulo se realiza un estudio de las tendencias actuales en temas relacionados con la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales, abordando las normas, leyes y procedimiento que guían la investigación, además de hacer referencia a los sistemas automatizados existentes que son afines con este trabajo. Finalmente se valora la situación de las tecnologías a utilizar en el desarrollo de la propuesta, se comparan y seleccionan las herramientas para dar cumplimiento a los objetivos trazados.

Capítulo II. Análisis medioambiental del proceso de gestión de incidentes y accidentes ambientales: se realiza un análisis del flujo actual del proceso de gestión de incidentes y accidentes ambientales para detectar las deficiencias en el proceso que realiza la entidad

que fue tomada como caso de estudio. Se muestra además el impacto económico, social y ambiental que produce el sistema de información desarrollado. Finalmente se identifican los indicadores ambientales y los costos o pérdidas a calcular, que son generados ante la ocurrencia de un suceso determinado.

Capítulo III. Sistema de información para la gestión de incidentes y accidentes ambientales: en este capítulo se abordan los flujos de trabajos relacionados a las etapas de análisis, diseño e implementación, que van encaminados a la construcción de la solución; se modelan los diagramas de clases del diseño, entre otros. Se muestran además los resultados obtenidos con el desarrollo de la aplicación, incluyendo el tratamiento de errores.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones generales derivadas de la investigación realizada, se presenta la bibliografía referida en la tesis, así como un grupo de anexos para facilitar la comprensión del contenido.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

En el presente capítulo se exponen los resultados de una revisión bibliográfica, abordando aspectos relacionados con la información ambiental, así como las leyes, normas y procedimientos que rigen la presente investigación; temáticas que se esbozan por medio de la figura 1.1.

Se muestra además una panorámica de la evolución de las tecnologías en la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales, además de un estudio sobre la metodología a utilizar para el análisis y el diseño del software que ofrece soporte para modelar todos los componentes del proceso de desarrollo de la aplicación. Y como seguimiento a la observación anterior, se muestran las características principales del lenguaje de programación y sistema de gestor de base de datos a utilizar.

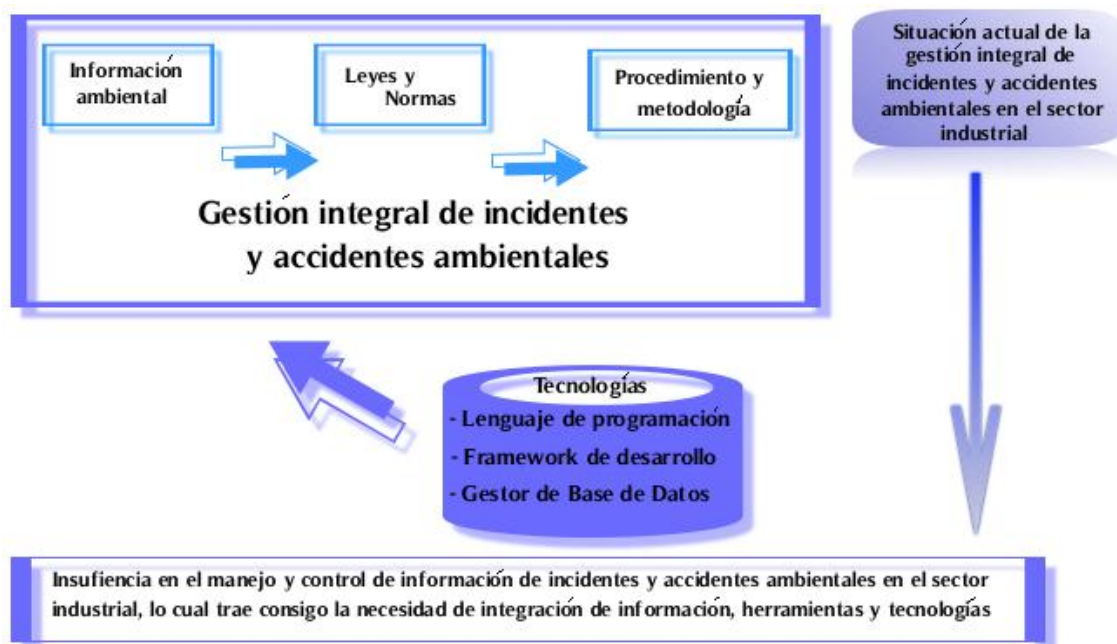


Figura 1.1 Estrategia esbozada para la elaboración del marco teórico referencial.

1.2 La información ambiental.

El término *información* con frecuencia es objeto de una gran variedad de acepciones y de interpretaciones. Conceptos como *documentación*, *difusión*, *bases* y *bancos de datos*,

son en demasiadas ocasiones utilizados indistintamente y se tiende a confundirlos, lo que tiene una cierta justificación puesto que al hablar de cualquiera de ellos, estamos hablando siempre de *información*. Por ello, resulta útil convenir qué se puede entender por *información ambiental*, a través del análisis de los principales instrumentos utilizables para obtener información sobre medio ambiente (Edicion-micro, 2011).

Es frecuente llamar *información ambiental* a los datos que permiten cuantificar y medir la calidad ambiental o el estado y evolución del medio físico como consecuencia de la actividad del hombre. Partiendo de este concepto, se puede inferir que la información ambiental se instrumentaliza a través de los bancos de datos que recogen y ofrecen informaciones sobre la realidad del entorno y sobre los procesos de contaminación (Edicion-micro, 2011).

También es información ambiental el conjunto de publicaciones y documentos que se realizan para difundir el estado del conocimiento y de la investigación con fines de difusión o de divulgación. Los instrumentos para llegar a conocer estas informaciones son las colecciones y las bases de datos bibliográficas (Edicion-micro, 2011).

Al mismo tiempo que puede llegarse a esta simplificación de la información ambiental (sustantiva y de referencia) cabe hablar de un tercer tipo (en este caso información elaborada, puesto que resulta del análisis y síntesis de los dos anteriores). Se trata de las *estadísticas ambientales* y de los informes sobre el estado del medio ambiente, modalidades o tipos de instrumentos que tienen una concepción y planteamiento, en principio, diferentes, pero que tienden cada vez más a converger, tanto en sus contenidos como en la presentación formal de los datos que aportan (Edicion-micro, 2011).

En efecto, las estadísticas ambientales, que resultan del análisis y síntesis de las informaciones que aportan los bancos de datos, son el resultado de una elaboración, a partir de esos datos cuantitativos que nos permite visiones más generales sobre la situación cualitativa como reflejo del "estado del medio ambiente" (Edicion-micro, 2011).

Cada vez, las estadísticas ambientales tienden a incorporar mayor número de parámetros y de conceptos en función de una visión más completa y más profunda de la situación y evolución del medio ambiente. Igualmente presentan una notable tendencia a la deliberada intención de "comparabilidad" y de posibilidad de relación entre los datos y las magnitudes que se recogen.

La información ambiental es importante porque:

- ✓ Es necesaria para comprender la problemática ambiental, facilitando cambios de conducta en beneficio del medio ambiente.
- ✓ Es fundamental para establecer objetivos y prioridades, para evaluar el desempeño de las políticas ambientales.
- ✓ Contribuye a facilitar la acción colectiva y fortalecer el consenso social.
- ✓ Permite retroalimentar a la población sobre las consecuencias de sus acciones y conductas sobre el ambiente.
- ✓ La información confiable, completa y oportuna es prerequisite para la toma de decisiones y mantener informado al público (SENA, 2011).

1.3 Gestión Ambiental

En sentido general se entiende por gestión ambiental al conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basada en una coordinada información multidisciplinar y en la participación ciudadana (UPME, 2010).

Por otra parte la Ley No. 81 del Medio Ambiente define como "Gestión ambiental", al conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana (Cuba, 1997).

La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente (Hernández, 2013).

Lo anterior da origen a una nueva metodología de decisión en materia ambiental, e incluso en materia económica y socioeconómica, que supone la aceptación por parte del hombre de la responsabilidad de protección de la naturaleza, administrando debidamente los recursos medioambientales, partiendo de una perspectiva ecológica global, que posibilite la actividad humana, manteniendo la calidad de vida y la diversidad y el equilibrio biológico a largo plazo.

Entre los principales instrumentos de gestión ambiental se definen los siguientes, aplicados a los más variados tipos de iniciativas, estas pueden ser preventivas, correctivas, de remediación, y/o proactivas, dependiendo de la fase en que son implementadas:

a) Evaluación de Impacto Ambiental

El origen de la evaluación de impacto ambiental, se incorpora en diferentes países solamente después de la Conferencia de Estocolmo en 1972, siendo el instrumento de gestión ambiental de uso más difundido, pues se tornó parte integrante de la política ambiental en varios países. Al incorporar el análisis de impactos físicos, biológicos y sociales, su mayor importancia no se refiere a sus aspectos cuantitativos, pero sí de la identificación explícita de los daños y costos causados al medio ambiente y a la sociedad, por agentes o procesos destructivos (Wong, 2008).

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un PROCESO continuo y dinámico que nos permite determinar, predecir, interpretar, comunicar y vigilar los posibles efectos que un proyecto de obra o actividad puede provocar sobre el medio ambiente y a partir del mismo facilitar a los responsables de tomar las decisiones respectivas al medio ambiente, definir las medidas posibles que eliminen, mitiguen o reduzcan algunos de los efectos negativos y concluye con un programa de vigilancia (programa de monitoreo)

como parte integrante del mismo, contribuyendo a regular la utilización racional de los recursos naturales (CITMA; CICA, 2001).

La aplicación del Proceso de EIA se oficializa, en Cuba, desde 1995 con la promulgación de la Resolución 168/95 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) "Reglamento para la realización y aprobación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental y el otorgamiento de las Licencias Ambientales" (CITMA; CICA, 2001).

b) Programas de Monitoreo Ambiental

El programa de monitoreo ambiental apunta al diagnóstico, prevención y control de deterioro o daños ambientales que frecuentemente se provocan en el ambiente, a fin de establecer sistemas de detección-prevención y/o medios para solucionar los trastornos que estas alteraciones ocasionan afectando la economía, la salud pública y en definitiva la calidad de vida de la sociedad toda.

Considerado como un instrumento esencial para cualquier sistema de gestión ambiental, el monitoreo ambiental comprende el seguimiento sistemático de la variación temporal y espacial de varios parámetros ambientales, de los cuales forma parte la selección de datos y su interpretación.

Su importancia se debe al hecho de que el programa posibilita una evaluación constante del programa de gestión ambiental, dirigido a los puntos incongruentes que deben ser solucionados, además de poder detectar las anormalidades en el proceso productivo, que estén elevando los costos (Wong, 2008).

c) Análisis de riesgos

Se refiere a un instrumento de gestión ambiental que es desarrollado conjuntamente con la evaluación de impacto ambiental o puede ser realizado de forma independiente. Consiste en la identificación de elementos y situaciones de una actividad cualquiera o de

un producto, que represente riesgos al medio ambiente físico y a la salud del hombre o de otros organismos. Son partes de un proceso de análisis de riesgo:

- 1) identificación y clasificación de eventos peligrosos, a través de inspecciones, investigaciones, cuestionarios, etc.
- 2) determinación de la frecuencia de ocurrencia a través de cálculos de probabilidad
- 3) análisis de los efectos y daños asociados a los eventos a través de modelos matemáticos
- 4) determinación de técnicas de control y mitigación (Wong, 2008).

d) Programas de medidas de emergencia

Comprenden la formulación de una serie de acciones dirigidas, principalmente, a atender emergencias en el caso de la ocurrencia de cualquier tipo de accidente ambiental.

Un programa de medidas de emergencia integrado, debe englobar el mayor número de áreas de trabajo de un emprendimiento, desde su formulación. Es indispensable que contenga, como mínimo, el programa de intervención, para garantizar la eficiencia y alto grado de control, en caso de ocurrencia de un accidente ambiental. Tendrá mayor alcance y por consiguiente, será más eficiente, si también incluye: estudios de medidas preventivas, con el objetivo de minimizar daños al medio ambiente y el riesgo a los trabajadores y población vecina; programa de capacitación en prevención de riesgos y medidas de emergencia, con el objetivo de alcanzar una mayor eficiencia en caso de accidentes (Wong, 2008).

1.4 Requisitos legales a tener en cuenta en la investigación.

En el argot de los Sistemas de Gestión, el término accidente se reserva a cualquier evento no deseado que como consecuencia de la operación ocasione lesiones a las personas o daños a los bienes de la empresa o terceros. Cada empresa posee su propia manera de gestionar el reporte de accidentes y ni la Norma ISO 14001 ni tampoco la OHSAS 18001 proporcionan lineamientos específicos sobre la forma de hacerlo. Lo que sí exigen estas normas es que exista un método o procedimiento que garantice el registro, análisis y propuesta de acciones correctivas para todos los accidentes tanto

ambientales como a las personas, indistintamente de la gravedad de los mismos. Ciertamente es que cada empresa suele construir una clasificación de accidentes según su gravedad, pero ello queda como un elemento de diseño sobre el cual las normas no poseen pronunciamiento alguno. Lo importante es que el registro exista y que se demuestre que las acciones correctivas son llevadas hasta la resolución del caso en el sentido de evitar la recurrencia de lo acontecido (Rodríguez, et al., 2012).

Para mayor comprensión sobre qué fundamentos poseen las normas ISO 14001 y OSHAS 18001, se muestra seguidamente qué establece cada una de ellas, además de abordar aspectos importantes que rigen la Ley No.81 de Medio Ambiente y el Decreto No.222 los cuales son parte de la base para el desarrollo de la presente investigación.

Por su importancia, se destaca primeramente el concepto de ISO:

ISO (Organización Internacional de Normalización), es un organismo que se dedica a publicar normas a escala internacional. Es encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional. Las normas desarrolladas por ISO son voluntarias, comprendiendo que ISO es un organismo no gubernamental y no depende de ningún otro organismo internacional, por lo tanto, no tiene autoridad para imponer sus normas a ningún país (Guerrero, 2009).

Norma ISO 14001:2004

La misma es una norma voluntaria que permite gestionar los impactos de una actividad, de un producto o de un servicio con el medio ambiente.

El objetivo del Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) consiste en ayudar a que la organización cuente con una mejor gestión de sus impactos, así como a mejorar sus resultados medioambientales y a mantener la conformidad prescrita por la reglamentación aplicable. El resultado deseado (mejorar la actuación medioambiental)

se consigue con los procesos de reducción/eliminación de los impactos medioambientales (Guerrero, 2009).

La gestión se basa en la causa y efecto, donde las actividades, los productos y los procesos de la empresa son las causas y los efectos resultantes sobre el medio ambiente son los impactos (Guerrero, 2009).

La norma ISO 14001 fundamenta que la organización debe establecer y mantener al día procedimientos documentados para identificar y responder a accidentes potenciales y situaciones de emergencia, y para prevenir y mitigar los impactos medioambientales que puedan estar asociados con ellos, además de vigilar y medir de forma regular las características clave de sus operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente.

Por otra parte esta norma establece que, la empresa en sí, deberá revisar y corregir cuando sea necesario, sus planes de emergencia y procedimientos de respuesta, en particular después de que ocurran accidentes o situaciones de emergencia.

OHSAS 18001:2007: Normativa Internacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

La norma OHSAS 18001 (Occupational health and safety Assessment Series), establece un modelo para la gestión de la prevención de los riesgos laborales. El fin de esta norma consiste en proporcionar a las organizaciones un sistema de gestión de la seguridad y la salud ocupacional (OHSAS), que permita identificar y evaluar riesgos laborales desde el punto de vista de requisitos legales y definir la estructura organizativa, las responsabilidades, la planificación de las actividades, los procesos, procedimientos, registros, etc., que permitan desarrollar una política de seguridad y salud ocupacional.

Es una norma que ayuda a la organización a identificar, priorizar y gestionar la salud y los riesgos laborales como parte de las prácticas normales de la organización. La norma requiere que la organización se comprometa a eliminar o minimizar riesgos para los empleados y a otras partes interesadas que pudieran estar expuestas a peligros asociados con las actividades (Guerrero, 2009).

El modelo de gestión propuesto en la norma OHSAS 18001 ("Gestión de Riesgos Laborales") propone ayudar a la organización a:

- ✓ Comprender y mejorar las actividades y resultados de la prevención de riesgos laborales.
- ✓ Establecer una política de prevención de riesgos laborales que se desarrollaron en objetivos y metas de actuación.
- ✓ Implantar la estructura necesaria para desarrollar esa política y objetivos (Mendoza, 2013).

La norma OHSAS 18001 por sí sola no es una solución sino que constituye una herramienta, con la cual las empresas, previo compromiso de la dirección y con el apoyo de los equipos humanos y la ayuda de los progresos científicos y medios tecnológicos disponibles en la actualidad, pueden conseguir gestionar eficientemente sus sistemas productivos y tratar de alcanzar el objetivo perseguido y deseado por todas las partes implicadas en una empresa: cero accidentes/incidentes (Guerrero, 2009).

Ley N° 81

El 11 de julio de 1997 se promulga la Ley N°81 "Del Medio Ambiente", en ella se establece la evaluación de impacto ambiental como un instrumento de la política y la gestión ambiental. Sobre la base de la experiencia acumulada desde 1995 hasta 1997 y teniendo en cuenta los preceptos que se establecen en la Ley N°81, se procedió a revisar la Resolución 168/95 del CITMA, que dio por resultado la Resolución 77/99, del propio organismo, "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental" (CITMA, et al., 2001).

Además la presente ley tiene como objeto establecer los principios que rigen la política ambiental y las normas básicas para regular la gestión ambiental del Estado y las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general, a fin de proteger el medio ambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país (Cuba, 1997).

Es importante destacar que la definición de medio ambiente es adoptada, en el artículo 27 de la Constitución de la República y en la Ley N°81 del Medio Ambiente, el cual es

un concepto amplio e integrador que refleja la interacción sistémica de sus diversos componentes.

Ley No. 76 Ley de Minas

La presente ley conocida como “Ley de Minas” fue establecida en Cuba el 23 de enero de 1995, la cual tiene como objetivos establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la Nación, trazando directivas obligatorias controladas por los funcionarios del Gobierno vinculados con la actividad (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1995).

Decreto No. 222 Reglamento de la ley de minas

A partir de la Ley No. 76 “Ley de Minas” se dictó el Decreto No.222 conocido como “Reglamento de la ley de minas” por el Consejo de Ministros o su Comité Ejecutivo, la cual fue difundida el 19 de septiembre de 1997.

En la misma se encuentra intrínseca la seguridad del trabajo en empresas mineras donde se refleja en su capítulo XI, artículo 71:

- ✓ la identificación, evaluación y control de los riesgos, incluyendo los planes de medidas,
- ✓ el cumplimiento de las regulaciones vigentes sobre seguridad en las minas, y
- ✓ la investigación, registro, y análisis de las causas que originaron accidentes del trabajo (Consejo de Ministros, 1997).

Ley No. 75 de la Defensa Nacional

La presente ley regula entre otros aspectos la declaración de las situaciones excepcionales, sus efectos y su terminación. En su sección cuarta artículo 20 refleja que el estado de emergencia, de conformidad con el artículo 67 de la Constitución, se declara en caso o ante la inminencia de desastres naturales o catástrofes u otras circunstancias que por su naturaleza, proporción o entidad afecten el orden interior, la seguridad del país o la estabilidad del Estado, en todo el territorio nacional o en una parte de él y

durante su vigencia se puede disponer la movilización de la población (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1994).

Seguidamente en el artículo número 21 se expresa que el estado de emergencia, de conformidad con los artículos 67 y 93 inciso i) de la Constitución, se declara por el Presidente del Consejo de Estado mediante una Resolución en la que exprese las causas que lo originan, la delimitación del territorio donde se establece y el plazo de vigencia que tendrá (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1994).

Además se refleja en la misma que las autoridades facultadas por el Consejo de Defensa Nacional pueden establecer, con carácter obligatorio, en dependencia de la situación excepcional que se declare y en el territorio en que ésta se encuentre vigente, entre otras, algunas o la totalidad de las medidas siguientes:

- a) las dirigidas a preservar el orden interior, reforzar la protección de las entidades y garantizar la vitalidad de la población y la economía;
- b) la evacuación de los ciudadanos de sus lugares de residencia, con el propósito de protegerlos contra los peligros de los desastres naturales u otros tipos de catástrofes, así como facilitar las condiciones necesarias para su supervivencia (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1994)

En el capítulo XIV, artículo 111 se enuncia que la Defensa Civil es un sistema de medidas de carácter estatal, llevadas a cabo en tiempo de paz y durante las situaciones excepcionales, con el propósito de proteger a la población, y a la economía nacional contra los medios de destrucción del enemigo y en los casos de desastres naturales u otros tipos de catástrofes, así como de las consecuencias del deterioro del medio ambiente. También comprende la realización de los trabajos de salvamento y reparación urgente de averías en los focos de destrucción o contaminación (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1994).

1.5 Procedimiento y metodología que rigen la investigación.

En la Empresa “Ernesto Che Guevara” la Unidad Básica de Seguridad Salud y Medio Ambiente (UBSSMA) cuenta con un procedimiento para la gestión de información de

incidentes y accidentes que tiene como objetivo organizar el proceso de investigación, análisis, control y seguimiento de dichos sucesos, lo cual es puesto en práctica en dicha empresa.

Este procedimiento establece los aspectos a tener en cuenta ante la ocurrencia de determinado suceso, tales como, las medidas para la respuesta inicial, información preliminar, investigación e informe resumen de dicha investigación.

La información preliminar, según se establece, es emitida por el jefe de la actividad donde ocurra el evento al Departamento de Seguridad Industrial de la empresa o Grupo de Respuesta de Emergencias y al Grupo de Medio Ambiente para el caso de los relacionados con el medioambiente, con copia a las partes interesadas (Director General, Despacho de producción ECG, etc.) en la primera hora después de ocurrido el hecho (ECG, 2004).

Durante el proceso de investigación, dicho procedimiento establece que debe ser creada una comisión en correspondencia con el fenómeno que haya ocurrido, los cuales determinan y analizan las causas que dieron origen al suceso para lo cual emplean la Técnica de Análisis de Causas Sistemático y determinan las acciones correctivas.

Intrínsecamente, aparece reflejada una metodología para la investigación de accidentes, incidentes y averías, la cual refleja el proceso que debe seguir la comisión seleccionada para la recopilación de información y evidencias del fenómeno ocurrido, las cuales identifica inicialmente por medio de la posición de personas, equipos o materiales mediante la elaboración de bosquejos simples de los elementos claves en el lugar de los hechos o a través del empleo de fotografías, además se obtendrán las evidencias de personas mediante entrevistas, obteniendo la versión personal de lo ocurrido y se obtendrán las evidencias de partes de herramientas, equipos o materiales que intervinieron en el hecho.

Esta metodología dicta que luego de analizadas todas las evidencias se procederá a la determinación de las causas empleando el “Modelo de Causalidad de Pérdidas” o “Técnica de Análisis Sistemático de Causas” (ANEXO I) el cual permitirá:

- ✓ Determinar las causas inmediatas, las cuales se relacionan con los actos y condiciones inseguras.
- ✓ Determinar las causas básicas o raíces las cuales están relacionadas con los factores personales y de trabajo.
- ✓ Por último se determinarán las fallas de control las cuales aparecen relacionadas con deficiencias en programas de seguridad, de medio ambiente, procedimientos, instrucciones, capacitación y entrenamiento de los trabajadores, etc. (ECG, 2004).

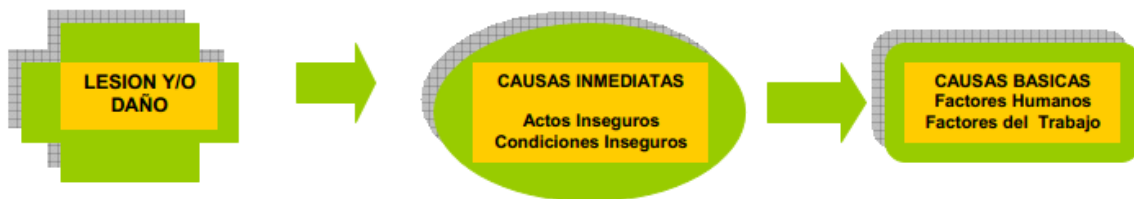


Figura 1.2 Causas del accidente a partir de los daños que se producen
Fuente: (Sánchez, 2010) Pag.6

Al ser determinadas las causas inmediatas, básicas y fallas de control, se establecerán las medidas correctivas para cada una de las causas que resultaron de la investigación, a las cuales se les dará seguimiento. Las medidas correctivas en función de las causas inmediatas ejercen una protección de forma temporal por lo que es obligatorio el establecimiento de medidas en función de las causas básicas y fallas de control ya que éstas son las que evitarán de forma permanente la repetición de hechos similares. A su vez se elabora un informe resumen de la investigación, haciendo uso de los modelos anexados en dicha metodología y de este modo servirá de documento de trabajo para las otras empresas, para evitar se repitan accidentes iguales o similares (ECG, 2004).

Por último se obtendrán las evidencias de papel identificando todos los registros, instrucciones, procedimientos o manuales relacionados con la capacitación de las personas, operación o mantenimiento de las herramientas, equipos o materiales que intervinieron en el hecho.

1.6 Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

El Sistema de Gestión Ambiental según la ISO 14001:2004, es la herramienta que permite a las organizaciones formular una política y unos objetivos, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información relativa a sus aspectos e impactos ambientales. Se define como aquella parte del sistema de gestión global de la organización que incluye la estructura organizativa, las actividades de planificación, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, lograr, revisar y mantener la política ambiental (Cuellar, 2011).

Los SGA están basados en el Ciclo de Mejora de Deming (como se muestra en la fig. 1.2): planificar, hacer, verificar, y ajustar, lo que permite la mejora continua basada en:

- ✓ **Planificar**, incluyendo los aspectos ambientales y estableciendo los objetivos y las metas a conseguir,
- ✓ **Hacer**, implementando la formación y los controles operacionales necesarios,
- ✓ **Verificar**, obteniendo los resultados del seguimiento y corrigiendo las desviaciones observadas,
- ✓ **Ajustar**, revisando el progreso obtenido y efectuando los cambios necesarios para la mejora del sistema (Martínez, 2013).



Figura 1.3 Implementación de un sistema de gestión ambiental

1.7 Evolución de las tecnologías en la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.

Existen productos de software que han sido desarrollados a nivel internacional, no siendo así en nuestro país, donde no existen sistemas de información que permitan una mejora en el proceso de gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.

Entre los sistemas desarrollados internacionalmente se encuentran los siguientes:

Prevengos: Software de gestión de seguridad y salud laboral (Nedatec, 2013).

El mismo es un software de gestión integral para la prevención de riesgos laborales, que engloba todas las especialidades preventivas:

- ✓ Seguridad en el trabajo.
- ✓ Higiene industrial.
- ✓ Ergonomía y psicología aplicada.
- ✓ Medicina del trabajo.

Incluye además una completa gestión comercial, administrativa, documental y estadística para un perfecto control de la seguridad y salud ocupacional de múltiples empresas o entidades, sus centros de trabajo y trabajadores.

El sistema se encuentra implantado en múltiples consultoras o servicios de prevención ajenos, asociaciones de empresas con servicios de prevención mancomunados, empresas con servicios de prevención propios y en diversas entidades con objeto educativo o divulgativo, tanto en España como en Latinoamérica (Nedatec, 2013).

Alguna de las funcionalidades que brindan los módulos que conforman el sistema son las siguientes, aunque se debe destacar que existen módulos que aún se encuentra en desarrollo:

Área técnica

- ✓ Gestión preventiva: Plan de gestión, programación, formación e informes de seguimiento.

- ✓ Evaluación de riesgos generales: Evaluación matricial, planificación y fichas informativas.
- ✓ Emergencias y autoprotección: Planes de autoprotección y emergencia y gestión de simulacros.
- ✓ Accidentes e incidentes: Investigación de accidentes o incidentes e índices de siniestralidad.
- ✓ Revisión de maquinaria: Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos de trabajo (Nedatec, 2013).

Área médica

- ✓ Vigilancia de la salud: Planificación, citación, reconocimientos e informes de seguimiento.
- ✓ Consulta médica asistencial: Consultas, recetas, vacunas, accidentes biológicos (Nedatec, 2013).

ISOTools: Solución Informática para los Sistemas de Gestión.

ISOTools resulta una herramienta para implantar, mantener y mejorar continuamente los Sistemas de Calidad, Medio Ambiente o Riesgos Laborales, entre otros. ISOTools constituye un conjunto escalable de soluciones de innovación tecnológica para la modernización y mejora de la gestión de los servicios y trabajo en equipo:

- ✓ Comunicación.
- ✓ Colaboración.
- ✓ Coordinación (ISOTools, 2013 a).

Dicha herramienta fue desarrollada en entorno Web con el objetivo de cumplir los requisitos de las normas ISO y de modelos de Excelencia, además de estar compuesta de diferentes módulos, es flexible y adaptable a las necesidades de cada empresa u organización independientemente del tamaño y del sector que opere.

ISOTools aporta a sus usuarios una serie de beneficios que lo convierten en un producto muy eficaz y competitivo en su categoría.

- ✓ Eficacia: Mejora de la eficacia, permitiendo una perfecta gestión del conocimiento a nivel organizativo y documental.

- ✓ **Dinamismo:** Sistemas de gestión dinámicos enfocados hacia la mejora continua y a la obtención de resultados.
- ✓ **Organización:** Una agenda le permite planificar y avisar de todo lo que tiene que hacer.
- ✓ **Accesibilidad:** Disponibilidad de la información en cualquier momento y desde varios dispositivos.
- ✓ **Eliminación del papel:** Elimina la documentación y los registros en papel.
- ✓ **Colaboración:** Potencia el flujo interno de comunicación y la involucración de todo el personal. El Sistema es de todos no de muy pocos.
- ✓ **Ahorro:** Reduce los tiempos y costos de implantación y mantenimiento, optimizando la eficiencia de la mejora continua.
- ✓ **Agilidad:** Consultas rápidas de toda la información y tareas del sistema.
- ✓ **Centralización de la información:** un dato único. Facilita la gestión del conocimiento de la organización (ISOTools, 2013 b).

GeoFES: Sistema de Información Geográfico para la gestión de desastres.

GeoFES es un software basado en ArcGIS (Sistema de Información Geográfica) que apoya a las autoridades de los cuerpos de bomberos y servicios de gestión de desastres. Esta herramienta respalda una acción eficaz en caso de incendios, desastres naturales (tormentas, inundaciones), cambios ambientales antrópicos, incidentes nucleares biológicos y químicos, epidemias y accidentes, el mismo también puede utilizarse para la planificación preventiva y de capacitación (DHI, 2013).

GeoFES se centra en los siguientes aspectos:

- ✓ **Identificación rápida y fácil de la ubicación de la emergencia de varias maneras,** a partir de direcciones, calles, cruces, secciones de agua y carreteras, objetos, presas, y haciendo zoom al lugar en el mapa interactivo.
- ✓ **Acceso rápido y fácil a toda la información disponible y necesaria para tener una visión completa de todos los riesgos** permitiendo estar más preparado para la toma de decisiones.

- ✓ Delimitación de las zonas en peligro y de búsqueda pre-definiendo, construyendo y modelando (dispersión de sustancias peligrosas en el aire e inundaciones).
- ✓ Análisis y evaluación detallada del área en peligro, tales como estadísticas poblacionales, listas de direcciones, listas de edificios.
- ✓ Gestión operativa de servicios de emergencia por varios criterios de selección fáciles de usar, como base para las decisiones relativas a los recursos disponibles y necesarios.
- ✓ Creación de mapas hechos a mano bien diseñados y visión general de tablas para todos los bomberos sin equipo digital (DHI, 2013).

Cada uno de los sistemas informáticos existentes antes mencionados no cumple con el esquema de software libre que se quiere alcanzar actualmente, de modo que las tecnologías puedan ser accedidas por los usuarios que requieren de la misma.

1.8 Cambios que producen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

La finalidad de los sistemas integrados de gestión es concientizar a las empresas que un crecimiento continuo de la cultura empresarial permite a las organizaciones operar con excelencia y ventaja competitiva.

Toda operación de tipo industrial es propensa a sufrir una serie de fallos, los cuales pueden tener efectos negativos en la calidad del producto, en la seguridad y la salud de los trabajadores y en el ambiente. En consecuencia, las entidades deben buscar alternativas que garanticen la seguridad y la protección del ambiente aumentando a su vez la productividad y la calidad.

Sin duda alguna, las tecnologías de la información constituyen un medio necesario para el desarrollo continuo de la sociedad.

La tecnología en sí puede interpretarse como el conjunto de conocimientos científicos y empíricos, habilidades, experiencias y organización requeridos para producir, distribuir, comercializar y utilizar bienes y servicios.

Los conocimientos tecnológicos consisten en nuevos procedimientos por medio de los cuales se alcanzan fines prácticos; pueden considerarse como el conocimiento de los procedimientos probados por los cuales se alcanzan objetivos predeterminados. Los avances científicos consisten en explicaciones teóricas nuevas o mejoradas sobre determinados fenómenos.

Los conocimientos tecnológicos se incorporan en diversos objetos:

- ✓ En objetos (hardware): materiales, maquinarias, equipos.
- ✓ En registros (software): procedimientos, manuales, bancos de datos.
- ✓ En el hombre (humanware): conocimientos, habilidades.
- ✓ En instituciones (orgware): estructuras y formas organizativas, interacciones, experiencia empresarial.

Es decir, una misma tecnología puede y debe incorporarse en diferentes objetos. Cuando esto no ocurre, por lo general, la tecnología se encuentra incompleta.

1. 9 Herramientas y tecnologías de desarrollo

1.9.1 Lenguaje de Programación: Java

Un lenguaje de programación está diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar. Por lo tanto, un lenguaje de programación es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a un equipo.

Es además una herramienta que permite a uno o más programadores especificar de manera precisa sobre qué datos debe operar una computadora, cómo estos datos deben ser almacenados o transmitidos y qué acciones debe tomar bajo una variada gama de circunstancias. Todo esto, a través de un lenguaje que intenta estar relativamente próximo al lenguaje humano o natural.

Entre los lenguajes de programación típicos para el desarrollo de aplicaciones Web se encuentran: Java, PHP, ASP, entre otros. Seguidamente se realiza una descripción de la herramienta seleccionada, mostrando sus características principales.

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

Entre las características que definen al lenguaje de programación Java, se encuentran las siguientes:

Lenguaje simple: Java posee una curva de aprendizaje muy rápida, el mismo ha eliminado ciertas características de C++ entre los que se destacan:

- ✓ Eliminación de la aritmética de punteros y de las referencias.
- ✓ Desaparecen los registros (struct), heredados del paradigma estructurado.
- ✓ No se permite ni la definición de tipos (typedef) ni la de macros (#define).
- ✓ Ya no es necesario liberar memoria (free o delete).

Robusto: Java fue diseñado para crear software altamente fiable. Para ello proporciona numerosas comprobaciones en compilación y en tiempo de ejecución. Sus características de memoria liberan a los programadores de una familia entera de errores (la aritmética de punteros), ya que se ha prescindido por completo de los punteros, y la recolección de basura elimina la necesidad de liberación explícita (Álvarez, 2010).

Interpretado: Java es compilado, en la medida en que su código fuente se transforma en una especie de código máquina, los bytecodes, semejantes a las instrucciones de ensamblador. Por otra parte, es interpretado, ya que los bytecodes se pueden ejecutar directamente sobre cualquier máquina a la cual se hayan portado el intérprete y el sistema de ejecución en tiempo real (run-time) (Álvarez, 2010).

Portable: Un programa Java puede ser ejecutado en diferentes entornos, de modo que programas escritos en el lenguaje Java pueden ejecutarse igualmente en cualquier tipo de hardware. Java especifica los tamaños de sus tipos de datos básicos y el comportamiento de sus operadores aritméticos, de manera que los programas son iguales en todas las plataformas. Estas dos últimas características se conocen como la Máquina Virtual Java (JVM) (Álvarez, 2010).

Recolección automática de basura: La recolección de basura (objetos ya inservibles) es una parte integral de Java durante la ejecución de sus programas. Una vez que se ha almacenado un objeto en el tiempo de ejecución, el sistema hace un seguimiento del estado del objeto, y en el momento en que se detecta que no se va a volver a utilizar ese objeto, el sistema vacía ese espacio de memoria para un uso futuro. Esta gestión de la memoria dinámica hace que la programación en Java sea más fácil.

1.9.2 Framework de Desarrollo: Primefaces

Un framework se puede considerar como una aplicación genérica incompleta y configurable a la que podemos añadirle las últimas piezas para construir una aplicación concreta. Entre los objetivos principales de un framework tenemos: acelerar el proceso de desarrollo, reutilizar código ya existente y promover buenas prácticas de desarrollo como el uso de patrones (Naula, 2010).

Entonces podemos definir a un framework Web, como un conjunto de componentes (por ejemplo clases en java y descriptores y archivos de configuración en XML) que componen un diseño reutilizable que facilita y agiliza el desarrollo de sistemas web.

El propósito de un Framework es ayudar y facilitar el proceso de desarrollo de aplicaciones. Debe permitir desarrollar la aplicación rápido y fácilmente y debe resultar en una aplicación superior finalizada (Naula, 2010).

Los framework, en resumen, proveen una poderosa caja de herramientas. Las herramientas en esta caja ayudan en muchas áreas diferentes del desarrollo de aplicaciones. Proveen patrones de diseño esenciales y estructura al proyecto de desarrollo de la aplicación, y también provee el esqueleto y contenedor para los componentes que se crean para operar la aplicación. Los framework son importantes en todas las fases de desarrollo, desde el diseño hasta el desarrollo y quizá más en el mantenimiento continuo (Naula, 2010).

Entre las herramientas usadas para el desarrollo de la aplicación se encuentra JavaServer Faces (JSF), una tecnología y un framework de interfaz de componentes de usuarios del lado del servidor para las aplicaciones web basadas en Java EE. JavaServer Faces define claramente la separación entre la capa de lógica y la capa de presentación al mismo tiempo facilitan la conexión de la capa de presentación para al código de la aplicación.

Esto permite a cada miembro de un equipo de desarrollo centrarse en su tarea (JavaDAW, 2013).

PrimeFaces es una librería de código abierto para JSF que proporciona una colección de componentes en su mayoría visuales (widgets). Además incluye un pequeño conjunto de componentes básicos que se suministran con la plataforma JSF para componer la interfaz (GUI) para una aplicación de web. PrimeFaces es una librería muy ligera (un archivo jar) que no necesita configuración alguna y sin dependencias requeridas (JavaDAW, 2013).

Esta tecnología está enfocada principalmente en agilizar tareas de visualización gráfica, interfaces de usuario, y todo el manejo de JavaScript y Ajax, en el documento, entre características importantes se encuentran:

- ✓ Soporte nativo de Ajax, incluyendo Push/Comet.
- ✓ Kit para crear aplicaciones web para móviles.
- ✓ Es compatible con otras librerías de componentes, como RichFaces.
- ✓ Uso de JavaScript no intrusivo (no aparece en línea dentro de los elementos, sino dentro de un bloque <script>).
- ✓ Es un proyecto open source, activo y bastante estable entre versiones (Tuxos, 2012).

1.9.3 Sistema Gestor de Bases de Datos: SQL Server

Un Sistema de Bases de Datos (SBD) es una serie de recursos para manejar grandes volúmenes de información, sin embargo no todos los sistemas que manejan información son bases de datos.

Microsoft SQL Server es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional. Sus lenguajes para consultas son T-SQL y ANSI SQL.

Características de Microsoft SQL Server:

- ✓ Soporte de transacciones.
- ✓ Escalabilidad, estabilidad y seguridad.
- ✓ Soporta procedimientos almacenados.

- ✓ Incluye también un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- ✓ Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.
- ✓ Permite administrar información de otros servidores de datos.

Teniendo en cuenta que la infraestructura de las aplicaciones que existen en la Empresa “Ernesto Che Guevara” está en su gran mayoría soportada por este gestor, se incluyó como requerimiento especial por parte del cliente principal del sistema que se utilizara el SQL Server 2000 como SGBD.

Entre sus características principales, pese a su desventaja de no ser multiplataforma, se aprecian las siguientes:

- ✓ Facilidad de uso: suministra a los desarrolladores un modelo de programación simple y ágil, eliminando la necesidad de administrar la base de datos en las operaciones usuales y proporciona herramientas sofisticadas para realizar las operaciones más complicadas.
- ✓ Ampliable y fiable: Para satisfacer estas necesidades, Microsoft ofrece un único motor de base de datos ampliable desde un equipo portátil que ejecuta el sistema operativo Windows, hasta clusters multiprocesador simétrico de varios terabytes de información y que ejecutan Windows 2000 Server Enterprise Edition. Todos estos sistemas mantienen la seguridad y fiabilidad que exigen los sistemas empresariales críticos.
- ✓ Soporte de transacciones: Utiliza una parte del espacio de la base de datos para guardar las transacciones con los comandos pendientes, de modo que si se produce cualquier tipo de fallo durante una actualización tiene la capacidad de deshacer cualquier transacción sospechosa, garantizando así la integridad de los datos.
- ✓ Escalabilidad, estabilidad y seguridad: Para brindar la seguridad y facilitar la administración cuenta con un único identificador de usuario tanto para red como para la base de datos, además de la encriptación de procedimientos almacenados para la integridad y seguridad de código de aplicación.

- ✓ Soporta procedimientos almacenados: Es una característica avanzada orientada a mantener la integridad de la base de datos.
- ✓ Además permite administrar información de otros servidores de datos.

1.9.4 Metodologías para el desarrollo de Sistemas Informáticos

Modelar es diseñar aplicaciones de software antes de codificarlas y es esencial tanto para los proyectos grandes como para los pequeños. Usando un modelo, los responsables del éxito de un proyecto de desarrollo de software pueden asegurar que la funcionalidad está corregida y completa; que se satisfacen las necesidades del usuario final y que el plan de la programación apoya los requisitos de escalabilidad, robustez, seguridad, expansión, además de otras características necesarias; antes de que su equipo empiece a codificar, ya que cuando la programación está hecha, realizar cambios es más caro y difícil.

1.9.4.1 Lenguaje unificado de construcción de modelos (UML).

UML es el resultado de la evolución de los métodos Booch, OMT, OOSE, varios métodos orientados a objetos y muchas otras fuentes.

Los autores de UML eliminaron elementos de los métodos Booch, OMT y OOSE que no eran útiles en la práctica, agregaron elementos de otros métodos que eran más efectivos e inventaron nuevos sólo cuando la solución no estaba disponible, por esta razón su uso no es complejo.

El UML (*Unified Modeling Language*) se define como un “lenguaje que permite especificar, construir, visualizar y documentar los artefactos de un sistema de software orientado a objetos” (BOOCH, 2004).

Es además una técnica de modelado de objetos y como tal supone una abstracción de un sistema para llegar a construirlo en términos concretos. El modelado no es más que la construcción de un modelo a partir de una especificación. Un modelo es una abstracción de algo, que se elabora para comprender ese algo antes de construirlo. El modelo omite detalles que no resultan esenciales para la comprensión del original y por lo tanto facilita dicha comprensión.

Los modelos permiten una mejor comunicación con el cliente por distintas razones:

- ✓ Es posible enseñar al cliente una posible aproximación de lo que será el producto final.
- ✓ Proporcionan una primera aproximación al problema que permite visualizar cómo quedará el resultado.
- ✓ Reducen la complejidad del original en subconjuntos que son fácilmente tratables por separado.

1.9.4.2 Proceso Unificado de Desarrollo (RUP)

RUP es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

Este proceso fue elaborado por los creadores del UML (Jacobson, Booch y Rumbaugh). Sus características principales son:

- ✓ Es dirigido por los casos de uso; acciones realizadas (interacciones) entre los usuarios y el sistema.
- ✓ Se centra en el diseño de arquitectura central, la cual guía el proceso de construcción de software.
- ✓ Es un proceso que utiliza un desarrollo iterativo e incremental; las iteraciones son controladas sobre los diferentes pasos del proceso y es incremental porque en cada iteración el software se va ampliando y mejorando (JACOBSON, et al., 2004).

Un ciclo de vida iterativo se basa en el agrandamiento y perfeccionamiento secuencial de un sistema a través de múltiples ciclos de desarrollo, análisis, diseño, implementación y pruebas.

Cada iteración es un ciclo que termina en la liberación de una versión parcial del producto final y cada iteración pasa a través de todos los aspectos del desarrollo de software.

RUP divide el proceso en cuatro fases (Inicio, Elaboración, Construcción y Transición) dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades.

1.9.4.3 Fundamentación de la selección de la metodología para el desarrollo de sistemas informáticos

El UML por ser una notación destinada a los sistemas de modelado que utilizan conceptos orientados a objetos que persigue el antiguo principio de divide y vencerás facilita descomponer la complejidad en partes más manejables y comprensibles. Lo fundamental de una herramienta UML es la capacidad de diagramación que soporta la metodología, sus esquemas de apoyo de diseño, documentación, construcción e implantación de sistema. Su utilización es independiente del lenguaje de programación y de las características de los proyectos, ya que UML ha sido diseñado para modelar cualquier tipo de proyectos.

Uno de los procesos más ocupados y recomendados para trabajar con UML es el proceso unificado de desarrollo de software (RUP), cuyas características (centrado en arquitectura, dirigido por casos de uso e iterativo e incremental), reducen los riesgos basándose en una retroalimentación temprana porque la implementación se efectúa rápidamente con una parte pequeña del sistema, además de tener una mayor flexibilidad para manejar cambios nuevos y poseer una forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades (quién hace qué, cuándo y cómo).

Como herramienta para el modelo visual se escoge Visual Paradigm, herramienta de diseño orientada a objeto basada en el lenguaje estándar UML, por mantener la consistencia de los modelos del sistema de software, realizar un chequeo de la sintaxis UML, además de generar código a partir de los modelos y cumplir con la ingeniería inversa (crear modelo a partir de código). Visual Paradigm permite visualizar, entender, y refinar los requerimientos establecidos y arquitectura antes de enfrentarse al código.

1.10 Conclusiones parciales

Como conclusiones finales de este capítulo, luego de haber realizado un trabajo investigativo y haber alcanzado los objetivos trazados en una primera etapa, se tienen las siguientes:

- ✓ La literatura muestra la carencia de una herramienta informática desarrollada para la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales, sólo se encuentran algunas aplicaciones que exigen un elevado costo y son realizados bajo licencias no libres que limitan su adquisición a países del tercer mundo.
- ✓ En los últimos años han surgido disímiles framework y técnicas de programación que facilitan considerablemente el desarrollo de aplicaciones webs dinámicas. Como framework de desarrollo se escogió Primefaces por ser una librería de código abierto para JSF que dispone de un conjunto de temas prediseñados para la personalización de la interfaz de usuario, así como más de 90 componentes, algunos muy avanzados como el HTMLEditor, además de estar enfocado principalmente en agilizar tareas de visualización gráfica.
- ✓ Producto a los requerimientos preestablecidos para el desarrollo de software que tiene la Empresa “Ernesto Che Guevara” se seleccionó como gestor de base de datos SQL Server 2000, pese a su desventaja de no ser multiplataforma.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES AMBIENTALES

2.1 Introducción.

En el presente capítulo se describe el flujo actual del proceso de gestión de incidentes y accidentes ambientales y conjuntamente con ello, la realización de un análisis exhaustivo de la ejecución del proceso en la entidad que fue tomado como caso de estudio, evidenciándose las causas raíces y sus consecuencias mediante el diagrama causa-efecto.

Se muestra además una comparativa entre el estado actual y el estado deseado durante la realización del proceso de gestión de incidentes, accidentes y averías, evidenciándose de esta forma el impacto económico, social y ambiental que produce la herramienta informática desarrollada.

De manera resumida se identifican los indicadores ambientales y los costos o pérdidas a calcular, que son generados ante la ocurrencia de un suceso determinado.

2.2 La gestión integral de los accidentes de trabajo: tratamiento documental

El objetivo de toda actividad preventiva es evitar los riesgos que puedan generar accidentes de trabajo y cualquier otro tipo de daños a la salud de los trabajadores. Con respecto a los que no se puedan evitar, la empresa deberá planificar las acciones necesarias encaminadas a reducirlos o controlarlos eficazmente.

La protección del trabajo tiene como objetivo garantizar condiciones laborales seguras y adecuadas y prevenir accidentes del trabajo, mediante la investigación, estudio, diseño, establecimiento y control de sistemas, métodos, medios técnico-organizativos y las disposiciones legales normativas.

Los accidentes de trabajo y los incidentes en el trabajo son una fuente de información primordial para conocer, en primer lugar y a través de la correspondiente investigación, la causa o causas que los han provocado lo que permitirá efectuar la necesaria corrección. En segundo lugar y mediante un buen tratamiento estadístico de la información que proporcionan, saber cuáles son los factores de riesgo predominantes en

la empresa y de qué manera se manifiestan: agente material, forma o tipo del accidente que ocasiona, naturaleza de las lesiones que provoca y parte del cuerpo lesionado, lo que facilitará la orientación de las acciones preventivas encaminadas a eliminar, reducir o controlar estos factores de riesgo. Por último y a través de un mecanismo contable, tan simple como sea posible, analizar los costes económicos que han supuesto los accidentes, para poder valorar el coste-beneficio y la posible rentabilidad económica de las acciones y medidas preventivas necesarias, lo que puede facilitar la adopción de las mismas (Bestraten Belloví, et al., 2010).

La notificación de accidentes está centrada en describir una serie de datos, considerados como los factores claves de los accidentes. La misma consiste en la descripción exacta, que será necesario tener recopilados, tanto para el desarrollo del proceso de investigación, como para un posterior análisis estadístico de los mismos que nos permita conocer cuáles son los factores de riesgo predominantes en la empresa o centro de trabajo.

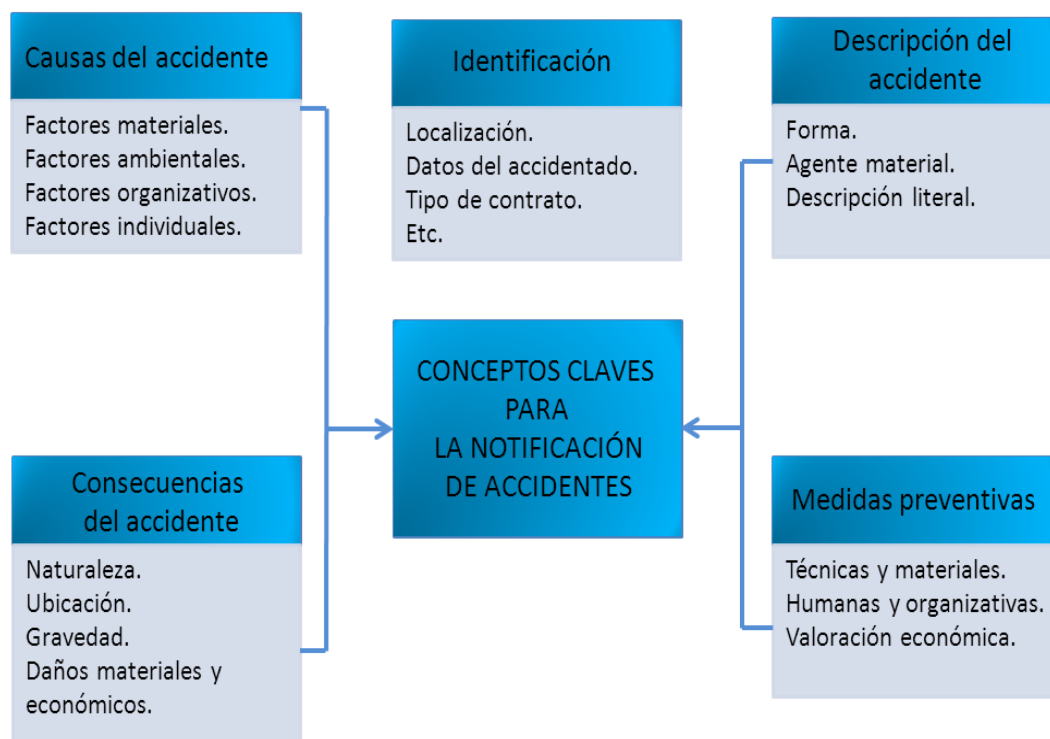


Figura 2.1 Conceptos claves para la notificación de accidentes.

Fuente: (Bestraten Belloví, et al., 2010) Pág. 3

El informe que refleja los datos del accidente o incidente acaecido debe incluir la mayor cantidad de información posible, de manera que cubra los vacíos del parte oficial de accidente, tanto en lo que se refiere a datos no recogidos por este último y necesarios para enfocar una correcta y eficaz acción preventiva encaminada a reducir la frecuencia y la gravedad de los accidentes laborales; como para recoger los datos de todos aquellos sucesos no notificables oficialmente, como ocurre con los accidentes sin lesiones personales, conocidos como "accidentes blancos" y popularmente denominados incidentes.

Entre los datos de mayor relevancia que deben constar en el informe de incidentes o accidentes ambientales se encuentran los siguientes.

Para mayor detalle ver el ANEXO II y ANEXO III:

Datos de identificación personal:

Persona accidentada (nombre, edad, ocupación, categoría, antigüedad, horario de trabajo, tipo de contrato, etc.).

- ✓ Fecha.
- ✓ Hora.
- ✓ Lugar donde ocurrió.

Si se realiza la notificación de incidentes son aplicables todos los datos anteriores excepto, obviamente, los relativos a la persona accidentada que se sustituye por la persona/s relacionadas con el incidente.

Descripción del accidente – incidente:

- ✓ Agente material: objeto, sustancia, local, etc., que produce el accidente, como se muestra en la tabla 2.1.
- ✓ Forma en que se produjo: suceso, contacto con energía o sustancia que directamente tiene como resultado el daño.

Consecuencias del accidente:

- ✓ Naturaleza de la pérdida (lesiones personales, daños materiales, interferencias en el proceso, etc.).

- ✓ Grado de la lesión (ej.: lesiones graves).
- ✓ Descripción de las lesiones (ej.: fracturas).
- ✓ Ubicación de la lesión o parte del cuerpo lesionada (ej.: manos).
- ✓ Coste económico (ej.: tiempos perdidos, valoración de los daños materiales).
- ✓ Causas del accidente: situaciones, conductas o actividades que secuencialmente concatenadas dan lugar al accidente.

Evaluación del riesgo potencial:

- ✓ Probabilidad de nueva ocurrencia (ej.: alta, media, baja).
- ✓ Evaluación de pérdida potencial (ej.: igual, algo mayor, mayor, mucho mayor o catastrófica).

Medidas preventivas adoptar:

- ✓ Técnicas y materiales (ej.: protección de una máquina).
- ✓ Humanas y organizativas (ej.: actividades formativas).
- ✓ Valoración económica.

Tabla 2.1 Agentes materiales.

Agentes materiales	
1. Lugares de trabajo.	6. Instalación eléctrica.
2. Máquinas.	7. Aparatos a presión y gases.
3. Elevación y transporte.	8. Incendios.
4. Herramientas manuales.	9. Productos químicos.
5. Manutención manual.	

Fuente: (Bestraten Belloví, et al., 2010) Pág. 4

2.3 Investigación de accidentes.

Es de obligatorio cumplimiento realizar la investigación a los sucesos que hayan ocurrido en una entidad, a fin de detectar las causas de estos hechos.

De lo anterior se podría deducir que la obligación legal del empresario se extiende a la investigación de todos aquellos accidentes laborales con consecuencias lesivas para las personas y el medio ambiente en general.

Con criterios estrictamente preventivos, la investigación debe extenderse a todos los accidentes laborales que, independientemente de sus consecuencias, tengan un potencial lesivo para las personas y el medio ambiente ya que se debe aceptar como premisa indiscutible que una vez se desencadena la secuencia que tiene como resultado el accidente, las consecuencias del mismo pueden ser, en muchas ocasiones, fruto de la propia eventualidad.

En Cuba se dictó el Decreto No.222 conocido como “Reglamento de la ley de minas” por el Consejo de Ministros o su Comité Ejecutivo, en el cual se muestra en su capítulo XI, artículo 71 el obligatorio cumplimiento de la investigación, registro, y análisis de las causas que originaron accidentes del trabajo.

En toda investigación de accidente se persigue conocer lo más fielmente posible qué circunstancias y situaciones de riesgo se daban para posibilitar su materialización en accidente, con el fin de identificar las causas a través del previo conocimiento de los hechos.

Para ello, la investigación debe contemplar cinco etapas sucesivas: toma de datos, integración de los mismos, determinación de las causas, selección de las principales y ordenación de las mismas.

Todo ello debería permitir eliminar las causas determinantes del accidente para evitar su repetición, así como el aprovechamiento de la experiencia adquirida para mejorar la prevención.

En la etapa de toma de datos, reconstruir in situ la situación que existía cuando sobrevino el accidente, contemplando todos aquellos factores que directa o indirectamente intervinieron y posibilitaron su materialización, tanto del ámbito de las condiciones materiales y del entorno ambiental, como de los aspectos humanos y organizativos. En la acción que necesariamente debe llevarse a cabo para obtener los datos anteriores hay que tener en cuenta los siguientes detalles:

- ✓ Evitar la búsqueda de responsabilidades: se buscan causas y no culpables.

- ✓ Aceptar solamente hechos probados concretos y objetivos, evitando interpretaciones, suposiciones o juicios de valor.
- ✓ Realizar la investigación lo más inmediatamente posible al suceso para garantizar que la fiabilidad de los datos recabados se ajustan a la situación existente en el momento del accidente.
- ✓ Obtener la información de forma individual para evitar influencias.
- ✓ Reconstruir el accidente in situ, ya que para un perfecto conocimiento de lo que ha ocurrido es importante conocer la disposición de los lugares y la organización del espacio de trabajo.
- ✓ Tener en cuenta todos los aspectos que hayan podido intervenir en el accidente, tanto las condiciones materiales, como las ambientales, organizativas y las que hacen referencia al comportamiento humano.

Para la integración de los datos se debe proceder al tratamiento y a la valoración global de la información obtenida para llegar a la comprensión del desarrollo de toda la secuencia del accidente.

Para la determinación de las causas se deben aplicar los siguientes criterios:

- ✓ Las causas deben ser siempre agentes, hechos o circunstancias realmente existentes en el acontecimiento y nunca las que se supone que podían haber existido.
- ✓ Sólo se deben aceptar como causas las deducidas de los hechos demostrados y nunca las apoyadas en meras suposiciones.
- ✓ Tener presente que rara vez un accidente se explica por una sola causa o unas pocas, más bien al contrario suelen ser consecuencia de varias causas concatenadas entre sí.

Para la elección de las causas principales conviene seleccionar entre las causas obtenidas, aquellas que tienen una participación decisiva en el accidente (causas principales).

Para discernir si una causa es principal o no, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Las causas principales deben ser causas sobre las que se pueda actuar para su eliminación, dentro del contexto de posibilidades sociológicas, tecnológicas y económicas.
- ✓ Las causas principales deben ser causas cuya individual eliminación evita la repetición del accidente o sus consecuencias, en todos o por lo menos en un porcentaje elevado de los casos.

Una vez conocidas las causas y seleccionadas las principales, se deben elaborar propuestas encaminadas a evitar la repetición del accidente. La ordenación de las causas permitirá adoptar un orden de prioridades en el establecimiento de las acciones correctoras.

Evidentemente, debe actuarse con prioridad sobre el grupo de causas principales, recordando que en teoría es suficiente la acción sobre una de ellas para evitar la repetición del accidente, si bien, para una mayor fiabilidad preventiva, se puede y se debe actuar sobre todas ellas.

Las causas primarias (origen del proceso causal) son debidas, generalmente, a errores de diseño o fallos de gestión y la importancia de actuar sobre ellas radica en que están en el origen de la mayoría de las situaciones anómalas que se producen; es decir, que son, individualmente, la causa de una tipología muy amplia de los accidentes que ocurren en la empresa.

2.4 Caso de estudio: Empresa “Ernesto Che Guevara”.

La empresa del níquel “Comandante Ernesto Che Guevara” tomada como caso de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Moa de la provincia de Holguín, la cual está destinada a la explotación a cielo abierto de yacimientos minerales del municipio, con el objetivo de obtener a través de procesos metalúrgicos los minerales de níquel y cobalto para su posterior exportación.

Satisfacer las necesidades a la esfera química y metalúrgica en el mercado internacional a través de procesos eficientes, tecnologías novedosas y trabajadores comprometidos con la calidad total y con la orientación medioambiental; corresponde a la misión de esta

entidad, la cual se propone entre otras exigencias el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios, así como la prevención de daños y deterioro de la salud.

Por medio del ANEXO IV se muestra el mapa de procesos de la empresa para mayor comprensión.

2.4.1 Flujo actual del proceso de gestión de incidentes y accidentes.

En la Unidad Básica de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (UBSSMA) de la Empresa “Ernesto Che Guevara” se gestiona diariamente la información relacionada con incidentes, accidentes y averías que ocurren en la entidad.

El flujo del proceso de gestión de información inicia cuando el gestor del proceso, ya sea jefe de brigada, jefe de planta de producción, jefe operaciones, director de Unidad Básica u otro responsable, identifica la desviación del régimen tecnológico, el cual es registrado en el libro de incidencias que existe por cada área de la empresa y es clasificado como incidente o accidente natural o tecnológico.

Luego, según el impacto, trascendencia e implicación ambiental del suceso ocurrido, se reporta el mismo a la UBSSMA por medio de un informe preliminar que es enviado por correo electrónico, en el cual se refleja el área afectada, la descripción del hecho, así como sus causas y consecuencias iniciales, siendo almacenada dicha información en formato digital en carpetas contenedoras que son identificadas por la fecha.

Una vez recibida la información se decide si es necesario investigar el suceso; de ser afirmativo se procede a la activación de la investigación del acontecimiento con el objetivo de comprobar ¿qué pasó?, ¿cómo pasó? y ¿por qué pasó?, para lo cual se crea una comisión que designa el Director del Grupo Empresarial CUBANIQUEL, siendo la misma oficializada mediante Resolución. Dicha comisión tiene como propósito determinar la forma de ocurrencia del incidente o accidente, los trabajadores involucrados, las causas raíces o básicas que originaron el evento y consecuencias detectadas en sentido general, así como las medidas correctivas y preventivas necesarias como se muestra en la figura 2.2; además se evalúan los costos reales y se calculan los índices de frecuencia, ausencia, incidencia y gravedad (ECG, 2004).

Finalmente, luego de concluir la exploración pertinente en un período de 10 días hábiles, se procede a la realización de un informe de investigación de incidente o accidente ambiental para su almacenamiento en formato digital e impreso.



Figura 2.2 Flujo actual de los procesos en la empresa ECG.

2.5 Análisis crítico de la ejecución del proceso de gestión de incidentes y accidentes.

Los factores o causas que afectan el proceso de gestión de información de incidentes y accidentes ambientales para la evaluación de riesgos ambientales han sido identificados mediante técnicas de observación directa y entrevistas en los departamentos de Medio Ambiente y Seguridad Industrial de la empresa.

Información

Causas identificadas

- ✓ No existe retroalimentación inmediata de información.
- ✓ Aislamiento de información.
- ✓ Dificultad en el manejo de información.
- ✓ Dificultad de obtención de información en el momento requerido.

Tiempo

Causas identificadas

- ✓ Retraso en el procesamiento de la información.
- ✓ Retraso en la elaboración de reportes de incidentes y accidentes ambientales.

Procedimientos

Causas identificadas

- ✓ Procesamiento mediante hojas de cálculo de Microsoft Excel.
- ✓ Procesamiento de datos en formas impresas.

El estudio de cada uno de los factores que influyen en la gestión de información de accidentes, incidentes y averías pueden contribuir en mayor proporción al resultado que se espera, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción y obtener la solución adecuada para cada uno de los factores que intervienen. Para resolver estos problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa-efecto como muestra el diagrama Ishikawa (Fig.2.3).

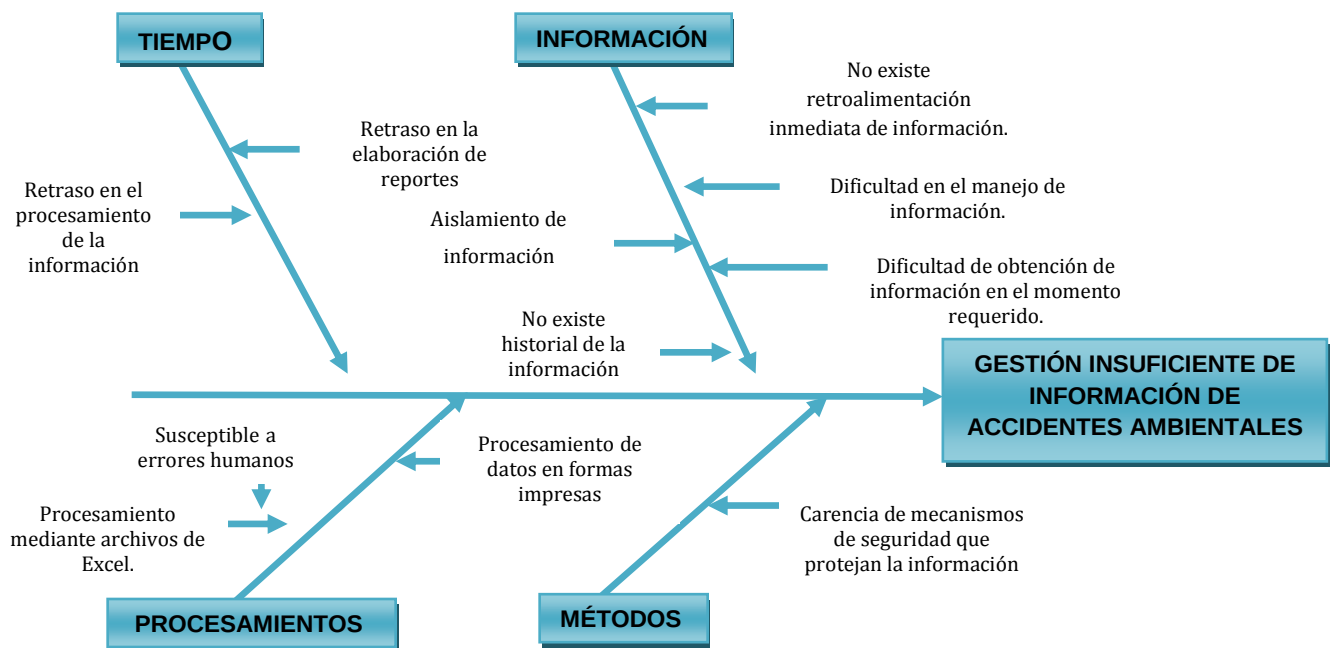


Figura 2.3 Diagrama Ishikawa.

2.6 Resultados esperados en el proceso de gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.

Entre los criterios a considerar para la solución se encuentran los siguientes:

Automatización del procedimiento y la metodología:

Mediante la automatización del procedimiento se pretende mejorar el manejo de la información de incidentes y accidentes ambientales que se desarrolla en la empresa.

Seguridad de la información:

La información es un instrumento de mucha importancia en la investigación de un suceso, así como en la generación del historial de los sucesos acaecidos para la realización de análisis estadísticos que permitan orientar las acciones y técnicas preventivas encaminadas a corregir situaciones que ya han manifestado su riesgo, por tal razón se pretende tener una protección de la misma, ya que en la actualidad se actualiza dicha información de manera manual haciendo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel, siendo esto lo que dificulta su manejo.

Se obtendrá una administración de la información de manera centralizada a través de la automatización del sistema de información.

Constantes actualizaciones de la información de incidente y accidentes:

Teniendo una rápida aplicación se logrará obtener a tiempo cualquier información del suceso ocurrido, además de la investigación realizada a los mismos, para así poder responder con prontitud ante cualquier desviación del régimen tecnológico.

Comunicación efectiva:

Se logrará una comunicación adecuada entre las áreas involucradas en el suceso ocurrido y la UBSSMA.

Acceso de la información:

El sistema permitirá que la información pueda ser consultada simultáneamente por uno o varios usuarios de la aplicación en los diferentes sectores donde ocurre el incidente o accidente, brindando la información necesaria en tiempo real.

Reducción de tiempo en la generación de reportes:

El sistema reducirá en gran escala la realización de reportes, historiales y análisis estadístico de los datos gestionados, ayudando a disminuir tiempo.

Seguidamente se muestran las causas que generan el problema principal y cada uno de los resultados esperados.

Tabla 2.2 Causas que generan el problema y resultados esperados.

Causas del problema principal	Resultados esperados
Tiempo	
Retraso en el procesamiento de la información.	Procesamiento de la información de forma automatizada.
Retraso en la elaboración de reportes.	Disminución de tiempo en la elaboración de reportes, historiales y análisis estadísticos.
Información	
Aislamiento de información.	Información centralizada de incidentes y accidentes.
No existe retroalimentación inmediata de información.	Recolección de información de forma automatizada y actualizaciones en tiempo real.
Dificultad en el manejo de información.	Administración de la información de forma automatizada.
Dificultad de obtención de información en el momento requerido.	Se obtendrá la información actualizada en el momento requerido.
No existe historial de la información.	Generación de historial de los sucesos ocurridos mensual y anualmente.
Procesamientos	
Procesamiento de información mediante hojas de cálculo de Microsoft Excel.	Automatización del proceso de gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.

Procesamiento de datos en forma impresa.	Registro automatizado de los procedimientos manuales.
Métodos	
Carencia de mecanismos de seguridad que protejan la información.	Seguridad integral de la información.

2.7 Valoración del impacto de la herramienta informática en la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.

Una vez realizado el estudio comparativo entre la recopilación de datos manualmente y la captura electrónica de la información, se hace necesario realizar la evaluación del impacto del sistema de información para la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales.

2.7.1 Impacto en la gestión de información de incidentes y accidentes.

La utilización de un producto informático en la gestión de información de incidentes y accidentes ambientales repercute favorablemente en la calidad del proceso, logrando mejorar la integridad de los datos, además de alcanzar un mayor control sobre los sucesos ocurridos y la investigación del mismo.

Mediante el empleo de dicha herramienta es posible reducir el número de errores, pues se agregan validaciones de los datos que permiten la obtención de información consistente, enviando mensajes de alerta que permiten al usuario corregir los datos incorrectos.

El control sobre los incidentes y accidentes ambientales se ve beneficiado con este sistema al permitir la gestión rápida de las desviaciones del régimen tecnológico, así como una comunicación continua de información entre las áreas afectadas por el suceso y la UBSSMA.

Para el sector industrial contar con un producto informático que gestione la información sobre incidentes y accidentes ambientales garantizará la optimización de dicho proceso, como se muestra en el gráfico siguiente:

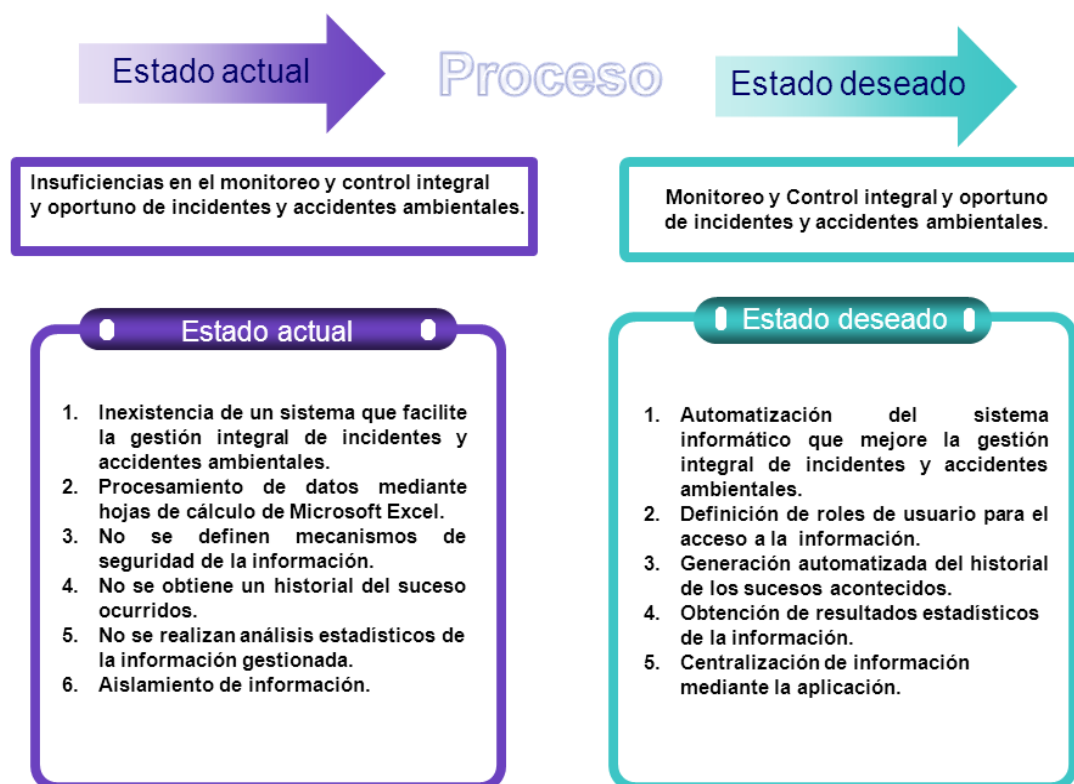


Figura 2.4 Análisis comparativo entre el estado actual y el estado deseado.

2.7.2 Impacto económico, social y ambiental.

Los productos informáticos desarrollados para la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales poseen un elevado costo y son realizados bajo licencias no libres que limitan su adquisición a países del tercer mundo, el pago de las licencias en el período establecido, así como los servicios de capacitación del personal y mantenimiento que también deben ser pagados.

Por tanto, al contar nuestro país con una herramienta propia y basada en el paradigma de software libre, se logra la soberanía tecnológica tras la informatización de procesos de gestión medioambiental. Con la utilización de dicho sistema se aprecia un ahorro visible

de capital monetario, garantizando el soporte y mantenimiento sin incurrir en grandes gastos por concepto de licencias o servicios.

Con la utilización del producto informático los usuarios podrán contar con un adecuado control, manejo e integración de las actividades involucradas en el proceso de gestión de sucesos ambientales, facilitando la transferencia de la información entre los gestores de la información, logrando que la misma se produzca en el menor tiempo requerido.

Los especialistas involucrados en el proceso obtendrán un análisis de los datos gestionados, de modo que logren tener mayor orientación hacia qué áreas de producción inciden con mayor frecuencia en la accidentalidad en post de tener mayor vigilancia sobre las mismas y con ello lograr la reducción de pérdidas y costos por accidentes, adoptar las medidas pertinentes, lo cual tiene un impacto directo favorable sobre el medio ambiente.

2.8 Indicadores para medir la accidentalidad

El concepto de indicador proviene del verbo latino *indicare*, que significa revelar, señalar, lo cual, aplicado a la sostenibilidad, se concreta en un conjunto de parámetros especialmente diseñados para obtener información específica, según objetivos predeterminados, de algún aspecto considerado prioritario, de la relación sociedad-entorno natural (Neculqueo, 2001).

Los indicadores son parámetros (p.e., una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (p.e., modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente, o sobre las relaciones entre tales variables. El término indicador empezó a utilizarse en la literatura estadística y económica para denotar una cifra o dato que expresa sintéticamente una magnitud significativa de un fenómeno (SENA, 2011).

Los accidentes son originados por causas determinadas, que tienen su origen en una deficiente o inexistente evaluación, planificación y organización preventiva, y que pueden ser previsibles si se analiza la génesis y la secuencia de cómo éstos suceden.

Por lo cual, una vez haya ocurrido el accidente y sus consecuencias sean irremediables, es preciso aprovechar la lección para adoptar las medidas necesarias que eviten su repetición o, como mínimo, minimicen sus consecuencias.

La recopilación detallada de los datos que ofrece un accidente laboral será, pues, una valiosa fuente de información que es conveniente aprovechar al máximo. Para ello es primordial que estos datos queden debidamente registrados, ordenados y dispuestos para su posterior análisis que permitirá establecer acciones preventivas o correctoras que eviten su repetición (disminución del índice de frecuencia) o minimicen sus consecuencias (disminución del índice de gravedad).

Mediante los índices estadísticos que a continuación se relacionan se permite expresar en cifras relativas las características de la accidentabilidad de una empresa, o de las secciones de la misma, facilitando por lo general unos valores útiles a nivel comparativo.

Según lo regula el procedimiento para la gestión de incidentes y accidentes ambientales (ECG, 2004), se definen entre los indicadores que se emplean para medir la accidentalidad los siguientes:

- ✓ **Índice de frecuencia:** Refleja el coeficiente de accidentalidad por cada millón de horas hombres de exposición al riesgo y se determina por la siguiente fórmula.

$$I.F = \frac{\text{Cantidad_de_lesionados_por_accidentes_de_trabajo}}{\text{Horas_hombre_trabajadas}} \times 10^6 \quad (1)$$

- ✓ **Índice de ausencia:** Refleja el número de días perdidos, por lesionados en el período y se determina por la siguiente formula.

$$I.A = \frac{\text{Cantidad_total_días_perdidos_por_accidentes_de_trabajo}}{\text{Número_lesionados_por_accidente_de_trabajo}} \quad (2)$$

- ✓ **Índice de incidencia:** Refleja el coeficiente de accidentalidad por cada mil trabajadores expuestos al riesgo y se determina por la siguiente fórmula.

$$I.I = \frac{\text{Cantidad _ lesionados _ por _ accidentes _ de _ trabajo}}{\text{Pr omedio _ de _ trabajadores}} \times 10^3 \quad (3)$$

✓ **Índice de gravedad:** Refleja el coeficiente de días perdidos por cada 10 000 horas – hombres expuestos al riesgo y se determina por la siguiente fórmula.

$$I.G = \frac{\text{Cantidad _ total _ días _ perdidos _ por _ accidentes _ de _ trabajo}}{\text{Horas _ hombre _ trabajadas}} \times 10^4 \quad (4)$$

2.9 Cálculo de las pérdidas por accidentes o averías

Los accidentes de trabajo suponen importantes costes humanos y económicos para el accidentado, la empresa y la sociedad, representando una importante repercusión económica negativa en la empresa.

Las empresas soportan un coste económico generalmente mayor del que se refleja, debido a la gran cantidad de costes ocultos que se desconocen, también denominados costes indirectos o no asegurados. Estos costes están constituidos por todos aquellos que no son visibles a primera vista: tiempos perdidos, interferencias en la producción, conflictos laborales, pérdidas de imagen y de mercado, sanciones, procesos judiciales, primeros auxilios, entre otros.

El registro de los accidentes de trabajo que ocurren en una empresa debería permitir el análisis de los costes directos e indirectos que son consecuencia de los mismos. Esta labor debería estar instrumentalizada de manera que su cálculo no supusiera un esfuerzo excesivo. Se trataría, en definitiva, de justificar desde una perspectiva financiera, las actividades preventivas en la búsqueda de caminos y estrategias para que empresarios y directivos descubran por sí mismos que la prevención de accidentes de trabajo es, más que una exigencia legal, algo verdaderamente necesario y rentable (Bestraten Belloví, et al., 2011).

Como variables determinantes de los costos que más pueden influir en la cuantía de dichos costes se pueden encontrar las siguientes:

- ✓ Tasa horaria de los trabajadores: coste promedio para la empresa de sus trabajadores.
- ✓ Gravedad de las lesiones: accidente mortal, grave, leve o sin lesiones.
- ✓ Gravedad de las consecuencias en el proceso productivo: destrucción de instalaciones, paro de proceso, daños materiales puntuales.
- ✓ Duración de la baja: días de ausencia de la persona accidentada como consecuencia del accidente.
- ✓ Complicaciones después del alta: recuperación del accidentado que provoque nuevos tiempos improductivos.
- ✓ Tipo de proceso: valora las características especiales del trabajo en cadena.
- ✓ Grado de especialización de la tarea del trabajador accidentado: mayor dificultad y, probablemente, mayor coste económico ante la eventual contratación de un sustituto.
- ✓ Actividad de la empresa: probable influencia de los recursos tecnológicos empleados en los costes de los siniestros.
- ✓ Número de trabajadores en la zona de influencia del accidente: personas susceptibles de interrumpir su trabajo para atender a la persona accidentada
- ✓ Lugar del accidente: propio centro de trabajo, trabajador desplazado a otro centro de trabajo, trabajo en domicilio particular, trabajos exteriores: ámbito urbano o ámbito rural.
- ✓ Tipo de accidente: grado de espectacularidad del accidente, independientemente de sus consecuencias (Bestraten Belloví, et al., 2011).

Los accidentes de trabajo constituyen la materialización evidente de una ineficaz gestión de los procesos productivos, pero no por no deseados se dejarán de aprovechar a profundidad lo que nos pueden aportar de nuevos conocimientos y de experiencias, más allá de la constatación de los costes tangibles que han generado.

Los accidentes de trabajo apropiadamente investigados, especialmente por los responsables de las áreas en donde han acaecido, y adoptadas las medidas correctoras pertinentes, siendo estas divulgadas y asumidas por todos los miembros de la

organización que de alguna manera están implicados directa o indirectamente con tales sucesos, va a permitir que con la estrategia adecuada se puedan aprovechar tales experiencias como verdaderas oportunidades de mejora y de aprendizaje continuado, tanto para resolver cuestiones concretas, como para contribuir a desarrollar una cultura preventiva y unas actitudes favorables de los trabajadores.

A continuación se muestran en la figura 2.3 los ingresos y gastos generados a partir de las acciones preventivas tomadas por la entidad:

Tabla 2.3 Ingresos y gastos de las medidas preventivas.

Componentes fundamentales de los ingresos		Componentes fundamentales de los gastos
Tangibles	Intangibles	
1. El ahorro de costes por reducción de fallos. 2. Las mejoras de productividad.	1. La mejora del capital humano (actitudes, potencialidades y satisfacción de los trabajadores). 2. La mejora del capital estructural (cultura preventiva de la organización). 3. La mejora del capital relacional (relaciones e imagen con proveedores, clientes y sociedad).	1. La evaluación. 2. La implementación y mantenimiento de las medidas preventivas (materiales, humanas y organizativas).

Fuente: (Bestraten Belloví, et al., 2011) Pág. 5

Para el cálculo de las pérdidas por accidentes o averías, a los efectos del procedimiento para la gestión de incidentes y accidentes ambientales (ECG, 2004), se determinan los siguientes costos:

- ✓ **Costos por Accidentes:** Incluye a los accidentes de trabajo y equiparados, se utilizará el método de Heinrich por no contar por el momento con suficiente estadística para utilizar métodos más exactos) el cual establece según (ECG, 2004) que:

$$C = C_{as} + C_h \approx C_{as}$$

(5)

Donde:

C: Costo total de accidente.

Cas: Costo de asistencia médica (siempre que sea posible) y pagos por subsidios (Costos directos).

Ch: Costos ocultos, donde aproximadamente $Ch \approx 4 \text{ Cas}$.

- ✓ **Costos por averías:** Incluye los costos por daños directos a las instalaciones y equipos, valor monetario de pérdida de producción y/o servicios durante todo el tiempo de parada, pago de servicios solicitados para restablecer la producción o para comprar a terceros las producciones o servicios dejadas de producir, pago de multas, indemnizaciones, etc. (ECG, 2004).

$$C = Di + Pp + Cr + Sa + Se + In + O$$

(6)

Donde:

Di: Incluye los daños directos a las instalaciones y o equipos.

Pp: Incluye las pérdidas de producción y o servicios durante todo el tiempo de parada.

Cr: Incluye los costos de reparaciones (Materiales, piezas, y otros recursos empleados).

Sa: Salario pagado al personal por concepto de reparaciones u otras tareas relacionadas con la recuperación de la avería.

Se: Servicios pagados a terceros para restablecer la producción o servicio, o para comprar producciones o servicios.

In: Pago de indemnizaciones o multas.

O: Otros gastos incurridos

La continua reducción de costes del sistema productivo, exigida en una economía de mercado sin fronteras, requiere de la “excelencia” en prevención. Consecuentemente, el punto óptimo de intervención desde la perspectiva económica ha de permitir en una línea de mejora continua, niveles de calidad - seguridad cada vez más altos a un coste menor. Ello en base a un modelo de actuación preventiva que sea más estratégica que material y más auto controlable por los propios trabajadores que apoyada en la supervisión. En fin,

en una política preventiva que se sustente fundamentalmente en el compromiso de todos y en sus capacidades.

2.10 Conclusiones parciales

En la presente investigación se propone el desarrollo de un sistema de información, por lo cual se realizó en este capítulo un análisis detallando de cada una de los factores que influyen sobre el proceso de gestión de incidentes y accidentes ambientales, evidenciándose las causas raíces y sus consecuencias para alcanzar la mejora del sistema propuesto.

La comparación entre el estado actual y el estado deseado para la realización del proceso de gestión de incidentes, accidentes y averías, enfocó el objetivo hacia las debilidades de dicho proceso y la propuesta de mejoras para el desarrollo del sistema propuesto.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE INFORMACIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES AMBIENTALES.

3.1 Introducción

Basado en el análisis del procedimiento para la gestión de incidente, accidentes y averías y en la metodología para la investigación de los sucesos ocurridos, se definen en el presente capítulo, los actores, casos de uso, la estructura y la base de datos que darán soporte a la aplicación web para la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales. Se presentan además otros artefactos como el diagrama de clases del diseño y el diagrama de despliegue.

3.2 Actores y casos de uso

El artefacto fundamental del flujo de trabajo de requerimientos es el diagrama de caso de uso. Para ello se definen los actores que van a interactuar con el sistema, cada uno de ellos asociados a casos de uso que integran las funcionalidades de la aplicación.

“Los diagramas de casos de uso se emplean para visualizar el comportamiento de un sistema de forma que los usuarios puedan comprender cómo utilizar ese elemento y de forma que los desarrolladores puedan implementarlo” (Booch, 1998).

La herramienta “CASE” usada para la construcción de los diagramas UML fue Visual Paradigm 6.4. A continuación se muestra el diagrama de caso de uso del sistema (figura 3.1).

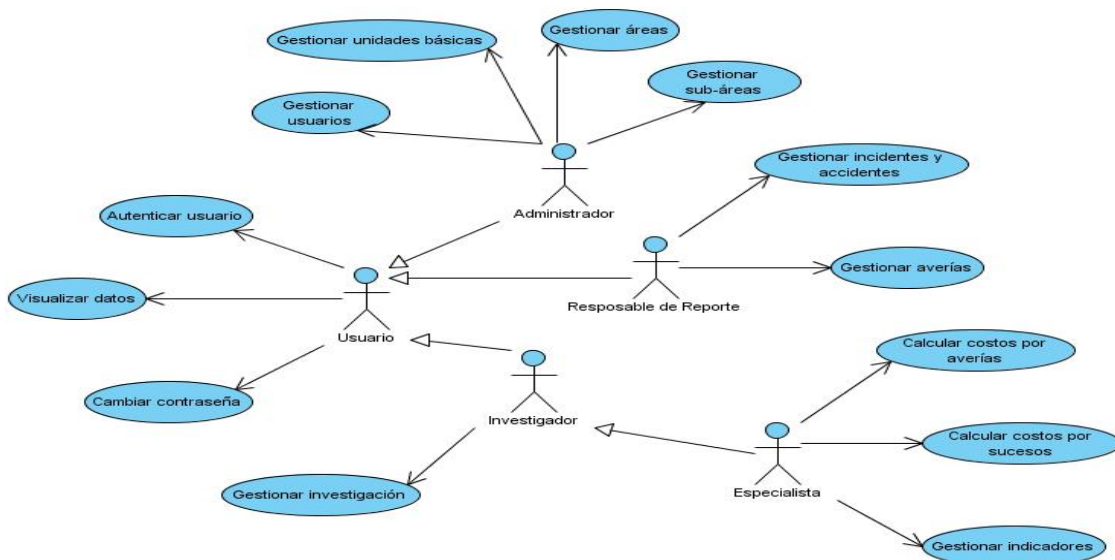


Figura 3.1 Diagrama de caso de uso del sistema

3.3 Estructura de la aplicación

El sistema propuesto para la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales está compuesto por tres módulos principales como se muestra en la figura 3.2:

- ✓ El primer módulo permite la compilación y almacenamiento de la información de los accidentes, incidentes y averías ocurridos en una determinada entidad, así como la información relacionada con la investigación de dichos sucesos ocurridos. Además se encarga de la actualización, modificación y eliminación de dicha información.
- ✓ El segundo módulo tiene como objetivo la gestión y cálculo de los índices de frecuencia, ausencia, gravedad e incidencia, además del cálculo de los costos por accidentes y averías ocurridos en la entidad.
- ✓ El tercer módulo está conformado por la visualización del comportamiento de los índices de frecuencia, ausencia, gravedad e incidencia en un período de tiempo establecido, así como los costos generados por los sucesos ocurridos.



Figura 3.2 Módulos para la aplicación de gestión integral de incidentes, accidentes y averías.

3.4 Patrón Modelo-Vista-Controlador

El patrón arquitectónico Model-View-Controller (MVC) divide una aplicación interactiva en tres componentes. El Modelo contiene la funcionalidad central y los datos, las Vistas despliegan la información al usuario y los Controladores manejan la entrada

del usuario. Estos dos últimos componentes, en conjunto, forman la interfaz del usuario. Un mecanismo de propagación de cambio asegura la consistencia entre la interfaz del usuario y el modelo (Almeira, et al., 2007).

El Model-View-Controller (MVC) divide una aplicación interactiva en tres áreas: procesamiento, entrada y salida.

El **modelo** encapsula los datos centrales y tiene la funcionalidad de la aplicación. Es un componente totalmente independiente de las representaciones específicas de salidas o del comportamiento de la entrada.

Los **controladores** reciben la entrada, normalmente como eventos que codifican los movimientos del mouse o entrada del teclado. Los eventos son traducidos para servir a las demandas del modelo o las vistas. El usuario interactúa con el sistema solamente a través de los controladores.

Diferentes **vistas** presentan la información del modelo al usuario de distintas maneras. Pueden existir múltiples vistas de un mismo modelo, pero cada vista tiene una relación uno a uno con un controlador. Cada vista define un procedimiento de actualización que se activa por el mecanismo de propagación de cambios. Cuando es llamado el procedimiento de actualización, una vista recupera los valores de datos actuales del modelo para ser mostrados, y los pone en la pantalla (Almeira, et al., 2007).

La siguiente figura describe las relaciones que existen entre los tres objetos descritos previamente:

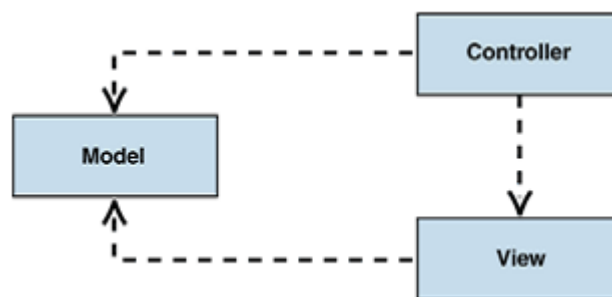


Figura 3.3 Estructura del MVC
Fuente: (Marquina, et al., 2008) Pág. 40

La aplicación Model-View-Controller tiene varias ventajas, entre ellas se encuentran según (Almeira, et al., 2007):

- ✓ Múltiples vistas del mismo modelo. El MVC separa al modelo de los componentes de la interfaz de usuario. Múltiples vistas pueden ser implementadas y usadas con un simple modelo.
- ✓ Cambiabilidad. Como el modelo es independiente de todo el código de la interfaz de usuario, exportar una aplicación MVC a una nueva plataforma no afectaría la funcionalidad central de la aplicación, solo es necesario la implementación conveniente para esa plataforma, de los componentes vistas y controladores.
- ✓ El potencial del framework. Es posible basar una aplicación framework en este patrón.

3.5 Diseño conceptual de la Base de Datos

Como resultado de la actividad diseñar casos de uso, se identificaron las clases persistentes del sistema que conforman el modelo lógico de datos y, a partir de estas y sus relaciones, se aplicó el mapeo objeto- relacional obteniendo el modelo físico de la base de datos como se muestra en la figura 3.4.

Sobre el diseño propuesto para la base de datos, es importante precisar las siguientes características:

- ✓ Un “suceso” puede ser clasificado como accidente, incidente o avería, lo cual queda reflejado en la tabla “Tipo_evento” y a su vez en un suceso específico están involucrados uno o varios trabajadores, de los cuales se gestionan los datos personales para llevar a cabo la investigación.
- ✓ A cada trabajador involucrado en un suceso determinado se le determinan las consecuencias que tuvo el suceso sobre el mismo, teniendo en cuenta la naturaleza de la lesión, tipo de invalidez y parte del cuerpo lesionado.
- ✓ Para el proceso de investigación se crea una comisión integrada por investigadores los cuales determinan las causas técnicas, organizativas o de la conducta del hombre que lo produjeron (violaciones de leyes, normas, procedimientos o prácticas aceptadas como seguras, precisar las causas raíz o básicas que provocó el accidente, incidente y/o averías), además de las consecuencias tanto sobre el trabajador

involucrado en un determinado suceso como sobre el medio ambiente, así como las medidas correctivas, reflejando el responsable de cumplimiento y las fechas para la solución de las mismas.

3.6 Diagrama de clases del diseño.

En la aplicación queda reflejado la accesibilidad al sistema partiendo de la página de bienvenida; la misma brinda una apertura a la aplicación en la cual el usuario puede observar el objetivo, metas, normas y leyes medioambientales vinculadas al proceso de gestión de incidentes y accidentes ambientales, así como ofrece el acceso a la autenticación del sistema.

Una vez que el servidor compruebe la autenticidad de los datos entrados por el usuario al registrarse en el sistema, el mismo podrá disponer de los permisos necesarios de accesibilidad a las funcionalidades del sistema para la gestión de la información, teniendo en cuenta el rol que desempeña dicho usuario.

En el presente epígrafe se mostrarán los diagramas de clases del diseño más relevantes para la comprensión del acceso a las funcionalidades del sistema.

En la figura 3.5 se muestra el diagrama de clases del diseño para el caso de uso gestionar sucesos, reflejando cómo se accede a las páginas donde se insertan, modifican o eliminan los datos de un suceso determinado que serán procesados por la página servidora. La misma será la encargada de manipular la información ya almacenada en la base de datos y enviará una confirmación al usuario sobre la misma página accedida.

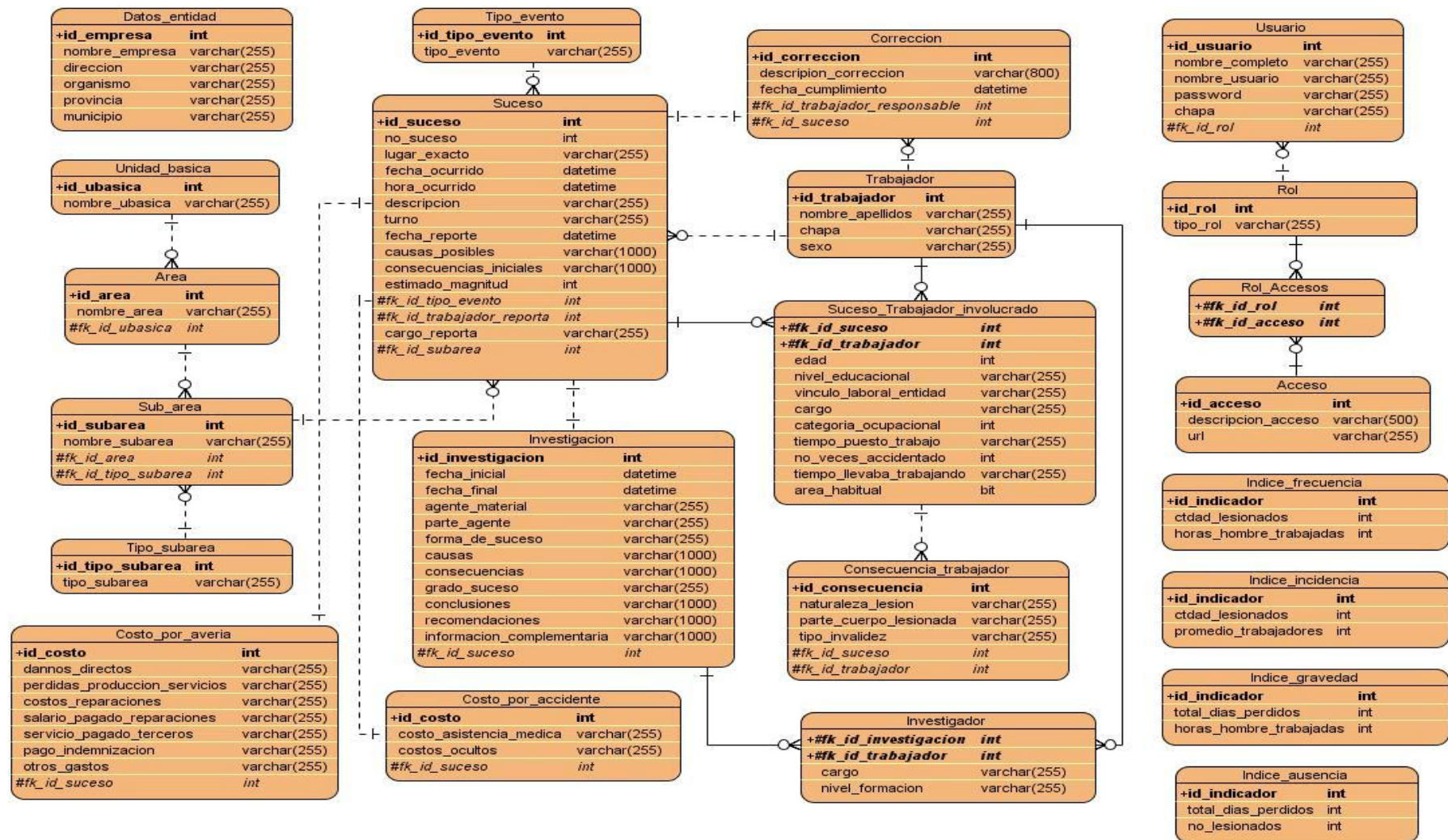


Figura 3.4 Modelo físico de datos

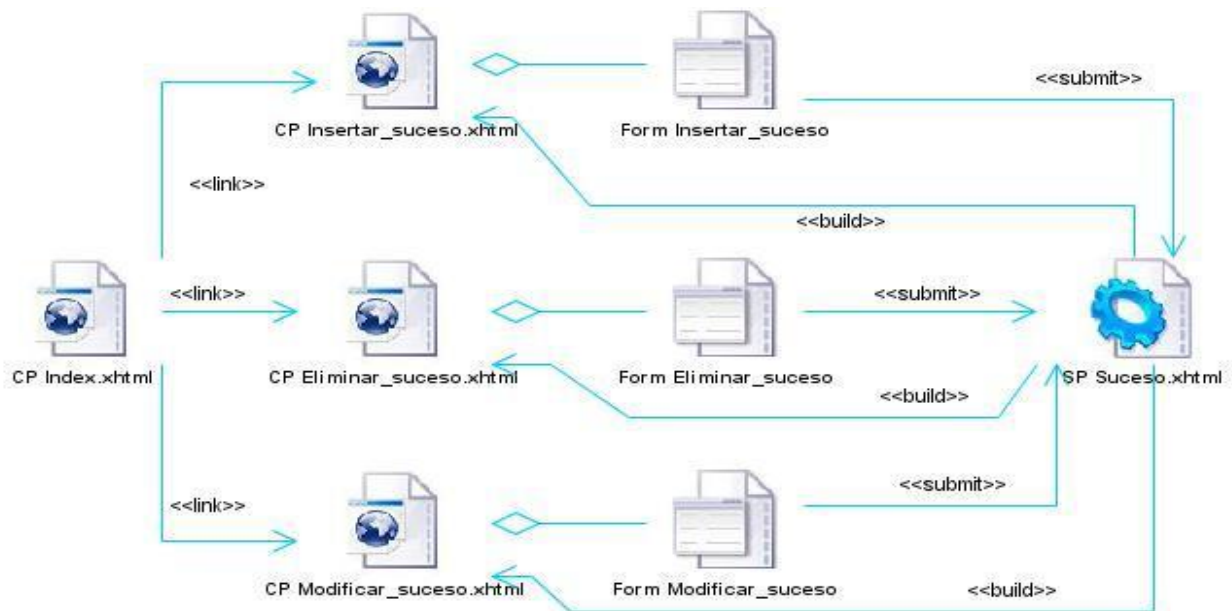


Figura 3.5 Diagrama de clases del diseño del caso de uso Gestionar suceso.

Otra de las funcionalidades principales del sistema es la gestión de los datos de la investigación de un fenómeno ocurrido, para la cual se crearon formularios encargados de gestionar la información requerida, tales como trabajador involucrado, causas, consecuencias y corrección del suceso.

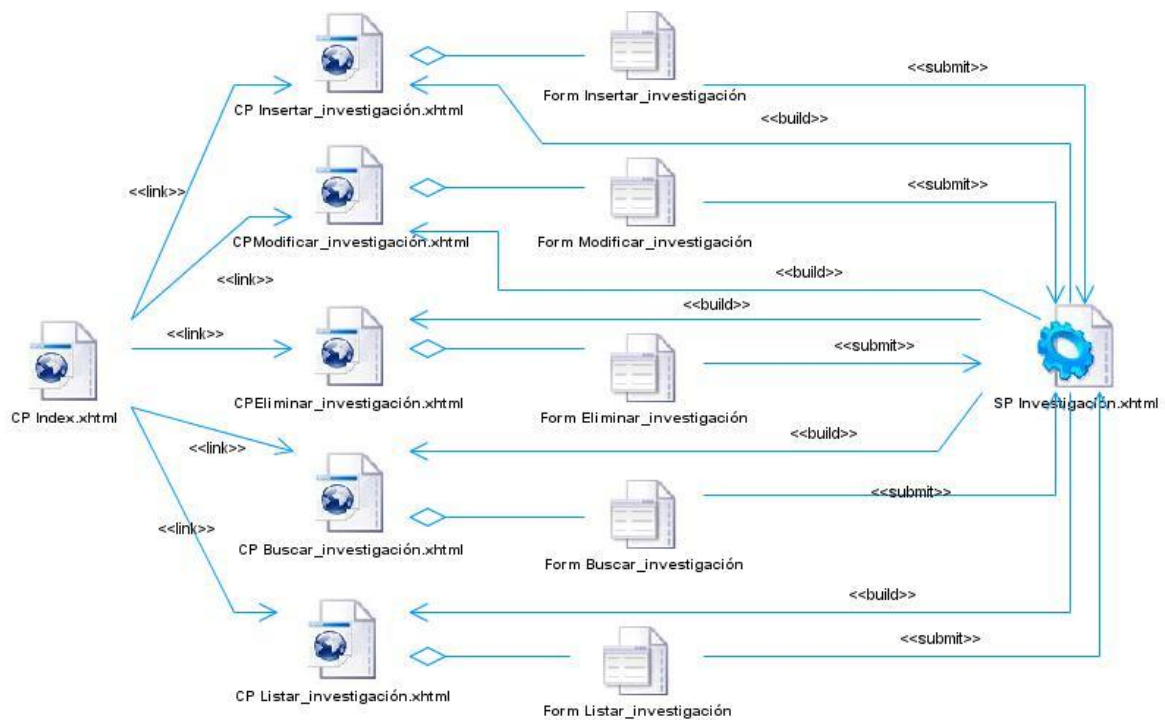


Figura 3.6 Diagrama de clases del diseño del caso de uso Gestionar investigación.

Los costes de los accidentes son potencialmente muy superiores a los costes de otros tipos de fallos, por ello es necesario en una primera etapa un tratamiento exhaustivo y sistemático de todos los accidentes-incidentes acaecidos. Tras un estudio sencillo pero preciso de los fallos y errores que acontecen, de las causas que los generan y de la componente económica de sus consecuencias durante un período de tiempo, se estará en condiciones de estandarizar los costes de los diferentes accidentes-tipo de cada empresa en particular y desarrollar sistemas simplificados de registro de costes de fallos, para poder estimar el coste global de la siniestralidad, a partir de lo cual evaluar la rentabilidad de la acción preventiva para evitarla y minimizarla.

Por ello el cálculo de las pérdidas por accidentes o averías, ayudan a determinar los costos que se generan ante la ocurrencia de un fenómeno determinado en aras de disminuir los mismos. Seguidamente se muestra en la figura 3.8 el diagrama de clases del diseño del caso de uso gestionar costos por accidentes, de manera análoga se comporta el caso de uso gestionar averías.

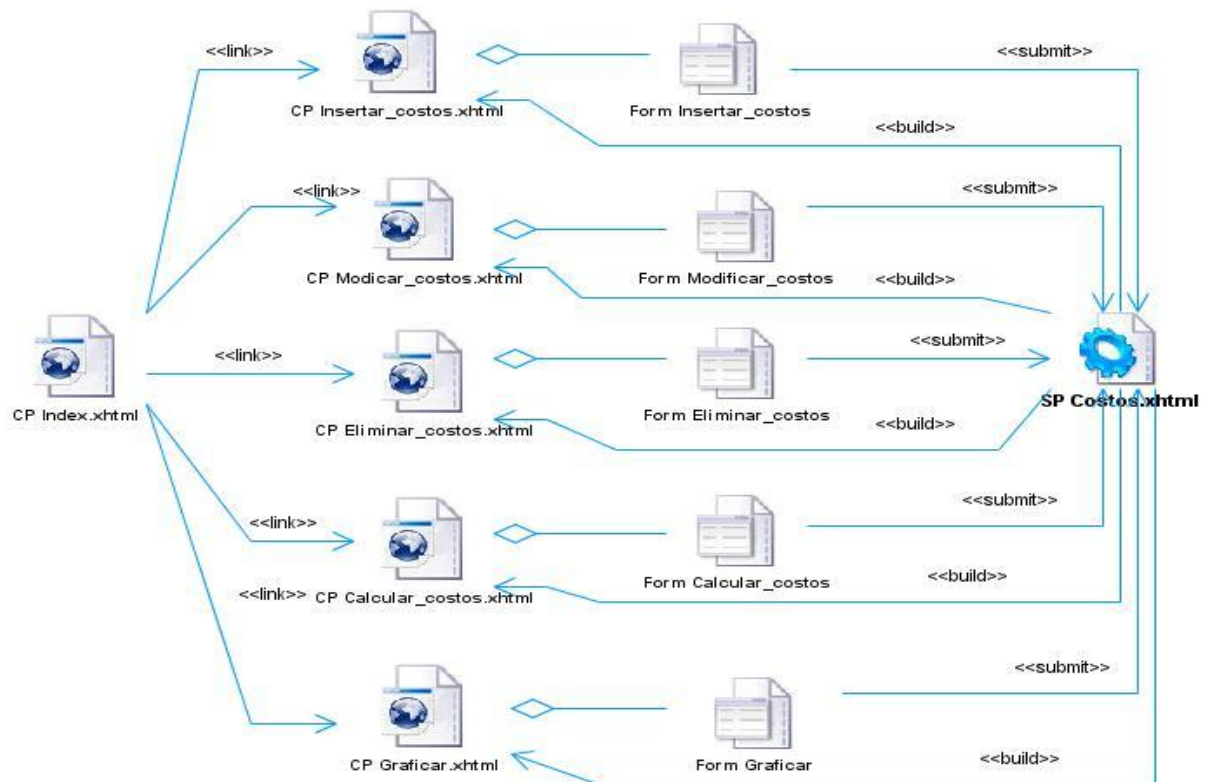


Figura 3.7 Diagrama de clases del diseño del caso de uso Gestionar costos por sucesos.

3.7 Diagrama de despliegue

“El modelo de despliegue es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre los nodos de cómputo. El mismo se utiliza como entrada fundamental en las actividades de diseño e implementación debido a que la distribución del sistema tiene una influencia principal en su diseño” (Jacobson, et al., 2004).

Entre los procesadores o dispositivos hardware a utilizar se presentan, el nodo de cómputo *usuarios* que será usado por el administrador del sistema y los gestores del proceso para ejecutar sus operaciones, el cual cuenta con un navegador para realizar las peticiones al nodo *servidor web* (servidor de aplicaciones) que interactuando con el *servidor SQL*, responderá a dichas peticiones. Mediante el diagrama de despliegue que se muestra en la figura 3.9 se puede apreciar cómo se encuentran relacionados los nodos físicamente.

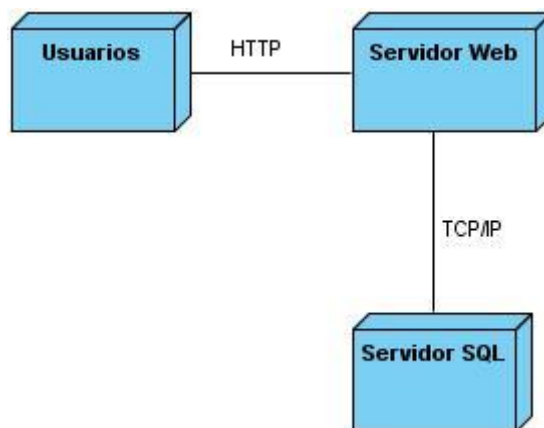


Figura 3.8 Diagrama de despliegue.

3.8 Diseño de la interfaz

Las entidades productivas requieren en sentido general del monitoreo y control sobre los procesos productivos de mayor impacto en la accidentalidad, es por ello de vital importancia la gestión de la información sobre incidentes, accidentes y averías y con ello la posterior aplicación de medidas correctivas en post de reducir el impacto ambiental de mayor significación de la actividad o proceso industrial que se realiza.

El sistema tiene un tratamiento de errores; para evitar la entrada de datos erróneos se usan nomencladores para evitar teclear. Al detectar un error se muestra un mensaje conciso que

permite al usuario identificar el error que ha cometido y se muestran además mensajes de información confirmando la validez de la operación realizada. La herramienta informática dispone de 23 funcionalidades agrupadas en sus respectivos módulos mostrándose a continuación una descripción abreviada de los casos de uso del sistema:

Requisitos funcionales asociados al administrador del sistema:

1. Gestionar datos de la entidad: brinda la posibilidad de definir los datos de la empresa que implantará el software para la gestión de la información de incidentes, accidentes y averías (Ver figura 3.9).

Insertar datos de la entidad

Nombre de la empresa		Dirección	
Organismo		Provincia	
Municipio		Añadir	

La entidad ha sido creada satisfactoriamente.

Visualizar datos de la empresa. Paginador de registros. Total: 1

Nombre empresa	Dirección	Organismo	Provincia	Municipio	Opciones
Ernesto Che Guevara	Punta Gorda	MINBAS	Holguín	Moa	Ver Editar Eliminar

Figura 3.9 Prototipo de interfaz: Gestionar datos de la entidad.

2. Gestionar roles: crear, modificar y eliminar roles con sus respectivos accesos al sistema que posteriormente serán asignados al usuario que se desee insertar para tener accesibilidad a la aplicación (Ver figura 3.10).



Figura 3.10 Prototipo de interfaz: Gestionar rol.

3. Gestionar usuarios: crear, modificar y eliminar un usuario dentro de la aplicación. Como precondiciones, el administrador debe de estar autenticado en el sistema y debe de existir en el sistema previamente el rol para ser asignado a dicho usuario.
4. Gestionar unidades básicas: crear, modificar y eliminar las unidades básicas correspondientes a la entidad. Durante la gestión de la información se emiten mensajes de error si el campo de texto es nulo o si la unidad básica que se desea insertar ya existe o como se ilustra en la figura 3.11 se muestra la confirmación de la operación realizada.



Figura 3.11 Prototipo de interfaz: Gestionar Unidad Básica.

5. Gestionar áreas: crear, modificar y eliminar las áreas. Como precondiciones, el administrador debe de estar autenticado y existir una unidad básica previamente creada en el sistema.

Insertar Área

Unidad Básica

Unidad Básica de Seguridad Salud y Medio Ambiente

Área

Añadir

Se requiere el nombre del área.

Visualizar áreas. Paginador de registros. Total: 3

Unidad Básica	Área	Opciones
Unidad Básica de Apoyo	Mantenimiento	
Unidad Básica de Apoyo	Abastecimiento	
Unidad Básica de Producción	Plantas	

Figura 3.12 Prototipo de interfaz: Gestionar área.

6. Gestionar sub-áreas: crear, modificar y eliminar las sub-áreas de la entidad correspondientes a cada área que ha sido insertada previamente, visualizando consecutivamente cada una de las sub-áreas que han sido insertadas, con sus datos correspondientes. Como precondiciones, el administrador debe de estar autenticado y existir un área previamente creada en el sistema.

Insertar Subárea

Área

Abastecimiento

Tipo de subárea

Almacenes

Subárea

Añadir

Visualizar subáreas. Paginador de registros. Total: 3

Área	Subárea	Tipo subárea	Opciones
Mantenimiento	Miselaneo	Talleres	
Mantenimiento	Taller Central	Talleres	
Mantenimiento	Taller eléctrico	Talleres	
Mantenimiento	Instrumentos	Talleres	
Mantenimiento	Transporte	Talleres	
Mantenimiento	Sector de electrofiltro	Talleres	
Abastecimiento	Almacenes ORSK (refractario)	Almacenes	
Abastecimiento	Almacenes lubricante	Almacenes	

Figura 3.13 Prototipo de interfaz: Gestionar sub-área.

Los casos de usos asociados al usuario del sistema son los siguientes:

1. Autenticar usuario: como precondition para autenticarse un usuario, se exige que el mismo esté previamente registrado, en caso contrario, se le restringe el acceso a la aplicación.
2. Cambiar contraseña: como precondition para efectuar esta operación, el usuario debe estar registrado en el sistema.
3. Visualizar datos: de forma general este requisito permite al usuario ver los reportes de los datos que han sido gestionados, al igual que ver el comportamiento gráfico de la información.

Caso de uso asociado al responsable de reporte:

1. Gestionar incidentes y accidentes: crear, modificar y eliminar los sucesos ocurridos. Además como se muestra en la figura 3.15 pueden ser exportados los datos a una hoja de cálculo de Microsoft Excel o al formato PDF. Como precondition, el responsable de realizar el reporte debe de estar autenticado.
2. Gestionar averías: crear, modificar y eliminar las averías ocurridas. Como precondition, el responsable de realizar el reporte debe de estar autenticado.

Datos del suceso ocurrido																																																
Suceso No.		Tipo de evento	Accidente ambiental	Subárea	Sector de electrofiltro																																											
Lugar exacto		Fecha ocurrido		Hora ocurrido																																												
Descripción		Turno		Posibles causas																																												
Consecuencias iniciales		Estimado magnitud		Fecha de reporte																																												
Trabajador reporta	Yanet Peña González	Cargo reporta																																														
✓ Añadir				January 2014 <table border="1"> <tr><td>Su</td><td>Mo</td><td>Tu</td><td>We</td><td>Th</td><td>Fr</td><td>Sa</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr> <tr><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td></tr> <tr><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td></tr> <tr><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td></td></tr> </table>			Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa																																										
			1	2	3	4																																										
5	6	7	8	9	10	11																																										
12	13	14	15	16	17	18																																										
19	20	21	22	23	24	25																																										
26	27	28	29	30	31																																											

Visualizar sucesos ocurridos. Paginador de registros. Total: 4						
No.	Descripción	Fecha ocurrido	Subárea	Lugar exacto	Causas posibles	Consecuencias iniciales
1	Incendio	28/1/2012	Miselaneo	Moa	Contacto con sustancia peligrosa	Daño sobre el entorno
2	Derrame de lubricante	10/2/2012	Almacenes lubricante	Almacén No.1	Desgaste de recipiente	Daño sobre el entorno
3	Fuga de gas	13/10/2013	Almacenes ORSK (refractario)	Almacén No.3A	Incorrecta manipulación de válvula	Daños sobre el personal
4	Colapso entre vehículos	4/11/2013	Transporte	Reparto Caribe	Manejo de equipo sin autorización	Daño sobre el vehículo y el trabajador

Exportar todos los datos	Exportar datos de la página

Figura 3.14 Prototipo de interfaz: Gestionar sucesos ocurridos.

Caso de uso asociado al investigador:

1. Gestionar investigación: crear, modificar y eliminar datos de la investigación del suceso ocurrido, tales como trabajador involucrado en el suceso, causas, consecuencias y corrección del fenómeno ocurrido, los datos de igual forma pueden ser exportados a una hoja de cálculo de Microsoft Excel o al formato PDF. Como precondiciones, el investigador debe de estar autenticado y previamente debe existir un accidente que haya ocurrido creado en el sistema.

Seguidamente se muestran cada uno de los prototipos de interfaz que intervienen en este requisito funcional.

Investigación del suceso ocurrido

Fecha inicial		Fecha final	31/1/2014
Suceso	incendio - Tue Jan 28 00:00:00 CST 2014	Agente material	
Parte del agente		Forma del suceso	
Grado del suceso		Causas	
Consecuencias		Conclusiones	
Recomendaciones		Información complementaria	

✓ Añadir

Visualizar investigación de sucesos. Paginador de registros. Total: 1

Fecha inicial	Fecha final	Suceso	Fecha ocurrido	Agente material	Parte del agente	Forma	Causas	Consecuencias	Grado	Opciones
1/2/2014	27/2/2014	incendio	28/1/2014	Recipiente móvil	Desconocido	Contacto con sustancia	Contacto con sustancia	Daño al medio ambiente	Moderado	

Exportar todos los datos

Exportar datos de la página

Figura 3.15 Prototipo de interfaz: Gestionar datos de investigación del suceso.

En la figura 3.16 se muestra el esquema de gestión de trabajadores generales, que podrán comportarse como trabajadores involucrados en un suceso determinado, trabajadores responsables de realizar corrección a un hecho acontecido o como investigador, casos en los cuales se gestionarán sus características específicas.

Insertar trabajador

Nombre y apellidos

No. de chapa

Sexo Femenino Masculino Femenino

Visualizar trabajadores. Paginador de registros. Total: 7

Nombre y apellidos	Chapa	Sexo	Opciones
Yanet Peña González	860125	Femenino	
Magbys González Roblejo	860818	Femenino	
Edgar Nuñez Torres	860903	Masculino	
Deysi González Torres	570520	Femenino	
Tania Guevara Pérez	860425	Femenino	
Kyra Matos Pacheco	680402	Femenino	
Yisel Rivera Samón	820623	Femenino	

Figura 3.16 Prototipo de interfaz: Gestionar trabajador.

Corrección del suceso

Suceso Fuga de gas - Sat Oct 12 19:00:00 CDT 2013

Descripción corrección

Fecha cumplimiento

Responsable Deysi González Torres

Visualizar corrección por suceso. Paginador de registros. Total: 4

Suceso	Fecha ocurrido	Corrección	Fecha cumplimiento	Responsable	Opciones
Incendio	28/1/2012	Rehabilitación del área dañada	13/3/2012	Yanet Peña González	
Derrame de lubricante	10/2/2012	Depósito del lubricante en nuevo recipiente	15/4/2012	Deysi González Torres	
Fuga de gas	13/10/2013	Capacitación del personal que labora en el área	24/11/2013	Kyra Matos Pacheco	
Colapso entre vehículos	4/11/2013	Retiro de la licencia de conducción al trabajador implicado	3/1/2014	Magbys González Roblejo	

Figura 3.17 Prototipo de interfaz: Gestionar corrección del suceso.

Casos de uso asociado al especialista (Medio Ambiente y Seguridad Industrial):

1. Calcular costos por sucesos: como precondition para efectuar esta operación, el especialista debe estar registrado en el sistema y debe existir previamente un accidente creado en el sistema.
2. Calcular costos por averías: como precondition para efectuar esta operación, el especialista debe estar registrado en el sistema y debe existir previamente una avería creada en el sistema.
3. Calcular indicadores: permite calcular los índices de ausencia, frecuencia, incidencia y gravedad. Como precondition, el especialista debe de estar autenticado y deben existir sucesos creados en el sistema.

En sentido general todos los usuarios definidos en el sistema pueden visualizar el comportamiento de los datos que han sido gestionados en la aplicación. A continuación se muestran algunos de dichos gráficos.

En la gráfica de barras que se presenta seguidamente se observa el número de sucesos por tipo de eventos en cada año, lo cual permite al usuario apreciar cual es el año en el cual ocurrieron mayor cantidad de hechos, así como que tipo de evento tuvo mayor influencia en un año determinado.

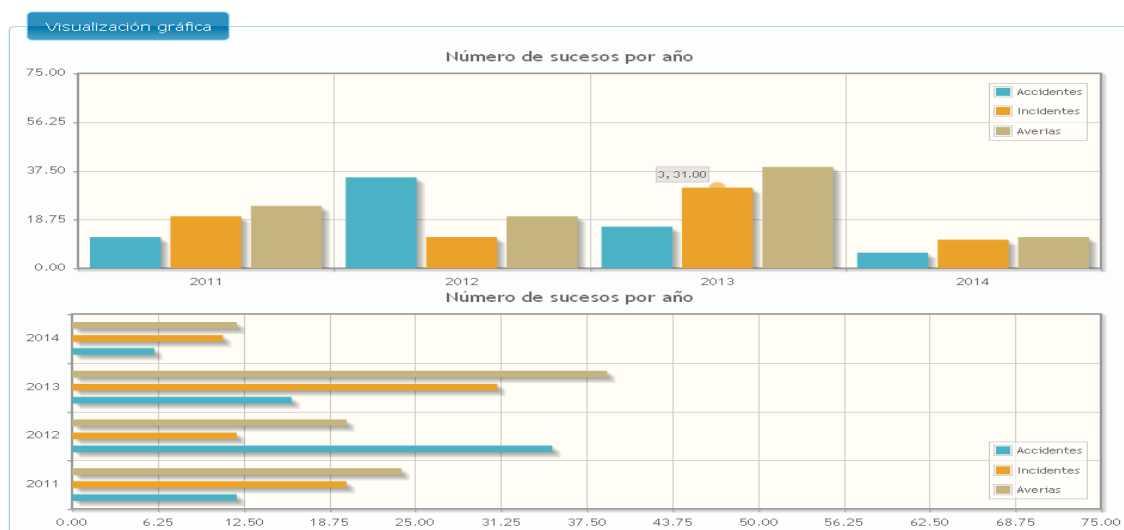


Figura 3.18 Prototipo de interfaz: Graficar número de sucesos por año.

De igual forma en la gráfica de líneas que se ilustra en la figura 3.20 se observa la cantidad de sucesos por tipo de evento, mostrando el crecimiento o decrecimiento del número de hechos en el tiempo.

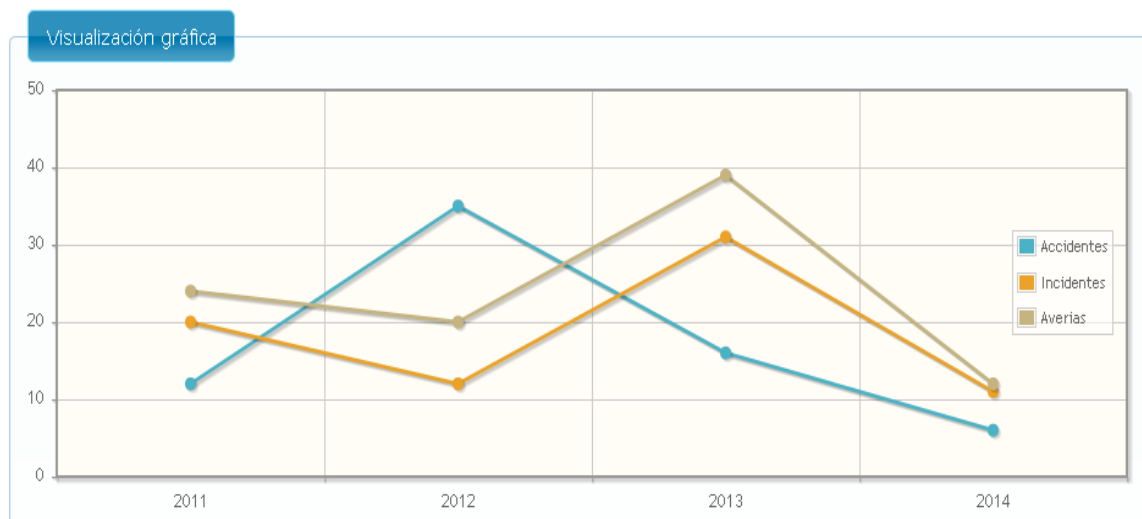


Figura 3.19 Prototipo de interfaz: Graficar número de sucesos por año.

El total de hechos acontecidos por Unidades Básicas se muestra en la aplicación mediante un gráfico de pastel (ver figura 3.21), el cual permite al usuario enfocarse hacia qué sector está influyendo en mayor grado en la ocurrencia de sucesos.

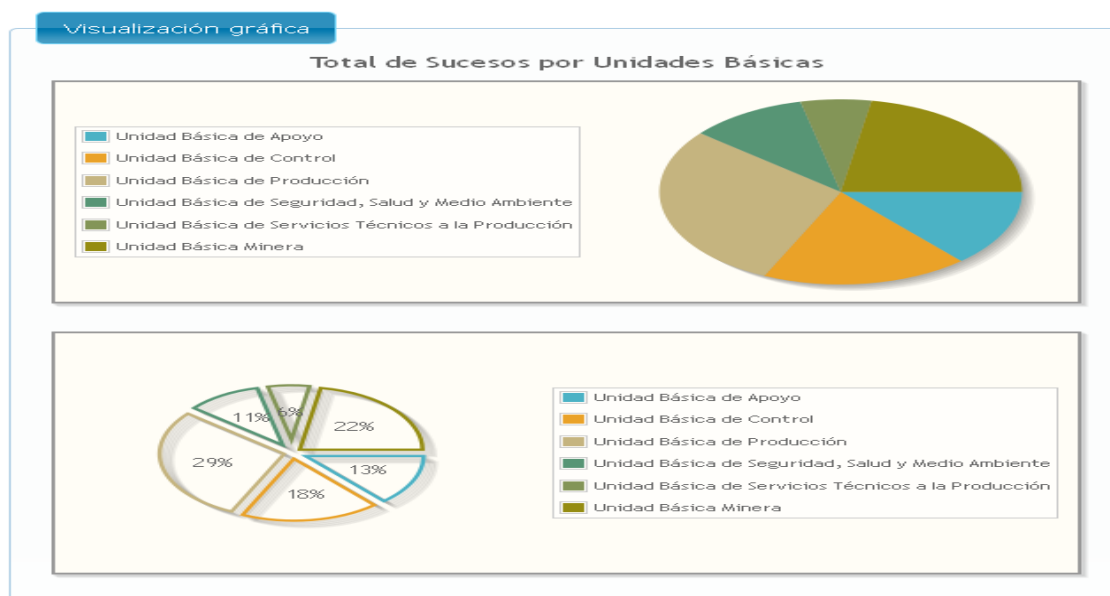


Figura 3.20 Prototipo de interfaz: Graficar total de sucesos por Unidades Básicas.

3.9 Conclusiones parciales

Durante la etapa de análisis y diseño del sistema se construyeron diferentes diagramas que reflejan la estructura de la aplicación desarrollada, tales como diagramas de clases del diseño y estructura de la base datos como soporte de la información gestionada por el usuario.

Se definieron las funcionalidades del sistema por cada módulo en el cual fue subdividido el proyecto, mostrando además los prototipos de interfaz externa de la aplicación desarrollada.

CONCLUSIONES GENERALES

Como resultado de la presente investigación, pudo arribarse a las conclusiones generales siguientes:

1. El análisis de la bibliografía consultada para la elaboración del marco teórico de la investigación confirma la importancia de la gestión de incidentes, accidentes y averías basado en el procedimiento, metodología y requisitos legales aplicables.
2. Se realizó el análisis crítico de la ejecución del proceso de gestión integral de incidentes y accidentes ambientales de la entidad tomada como caso de estudio obteniéndose resultados que reflejan la existencia del problema y la necesidad de desarrollo de una herramienta informática.
3. Se detallaron todas las etapas a transitar tras la ocurrencia de un incidente, accidente o avería, así como el tratamiento documental de la información regidos por los requisitos legales que lo respaldan.
4. Se definió la arquitectura del sistema, logrando una estructura adecuada del contenido, un flujo favorable y presentación rápida de los datos solicitados.
5. Se desarrollaron y describieron los módulos de la aplicación, además de realizar el diseño de la base de datos que soporta la información gestionada por el usuario.
6. Se implementaron las funcionalidades del sistema de gestión integral de incidentes, accidentes y averías permitiendo comprobar su factibilidad de aplicación, disminuyendo los puntos críticos y definiendo las mejoras que permiten a la empresa reducir el esfuerzo requerido para realizar dicho proceso, apoyando de esta forma el almacenamiento, recuperación e integración de los datos, facilitando el cálculo de costos e indicadores, así como representación gráfica de los datos.

RECOMENDACIONES

1. Incluir en una versión del software para la gestión integral de incidentes y accidentes ambientales la visualización de los resultados obtenidos, a través de sistemas de información geográficos (SIG).
2. Extender la herramienta informática desarrollada a otras empresas pertenecientes al sector industrial

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Daño ambiental: toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica (Cuba, 1997).

Desarrollo sostenible: proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (Cuba, 1997).

Medio ambiente: sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades (Cuba, 1997).

Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo: proyección concreta de la política ambiental de Cuba, que contiene lineamientos para la acción de los que intervienen en la protección del medio ambiente y para el logro del desarrollo sostenible. Constituye la adecuación nacional de la Agenda 21 (Cuba, 1997).

Evaluación de impacto ambiental: procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas (Cuba, 1997).

Gestión ambiental: conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medioambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental

establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana (Cuba, 1997).

Impactos socioeconómicos y culturales: Son los efectos del proyecto que influyen en la distribución espacial de la población, ritmo de crecimiento demográfico, estructura social, dinámica de las relaciones económicas, tradiciones culturales, percepciones, normas de comportamiento social y valores morales (CITMA; CICA, 2001).

Incidente ambiental: Es aquel evento o situación donde un contaminante gana acceso al medio Ambiente de manera accidental, intencional o por negligencia, provocando un daño ambiental (ECG, 2004).

Avería: Es la interrupción de la marcha normal de un proceso productivo, que conlleva u origina daños o pérdidas materiales (incluidas las relacionadas con producción dejadas de hacer o rechazos por mala calidad) a las instalaciones industriales o partes de ellas como consecuencia de defectos en equipos, errores operacionales o de mantenimiento, deficiencias en los factores organizacionales o factores externos, pudiendo poner en peligro la vida del hombre o del medio ambiente (ECG, 2004).

Accidente: Suceso imprevisto y no deseado, que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad y genera lesiones personales, daños materiales, daños al medio ambiente, daños a terceros y/o pérdidas económicas (ECG, 2004).

Medidas correctoras: Medidas definidas a partir de la realización del estudio y orientadas a atenuar o eliminar los impactos negativos identificados, teniendo en cuenta que su aplicación no provoque impactos adicionales. Estas medidas se aplican de forma simultánea con la ejecución de la obra o inmediatamente al finalizar (CITMA; CICA, 2001)

Medidas preventivas: Medidas definidas en la fase de localización y diseño del proyecto, orientadas a eliminar los posibles impactos negativos (CITMA; CICA, 2001).

Aspecto medioambiental: elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medioambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Almeira, Adriana Sandra y Pérez Cavenago, Vanina. 2007. [En línea] Marzo de 2007. [Citado el: 18 de Noviembre de 2013.]

<http://www.roa.unp.edu.ar:8080/graduate/bitstream/123456789/203/1/Tesina%20Arquitectura%20de%20Soft.pdf>.

Álvarez, Gonzalo Marañón. 2010. *Criptonomicon*. [En línea] 2010. [Citado el: 15 de Septiembre de 2013.] <http://www.iec.csic.es/criptonomicon/java/quesjava.html>.

Argüelles, Clara Luz Reynaldo. 2011. Indicadores económico-contables para optimizar la explotación de yacimientos lateríticos. [En línea] 2011. [Citado el: 14 de Febrero de 2013.] <http://www.anec.cu/docs/Premio%20Anual%20de%20Econom%C3%ADa%20Junio%202011-2.pdf>.

Asamblea Nacional del Poder Popular. 1994. *Ley No. 75 de la Defensa Nacional*. [Documento] Cuba : s.n., 1994.

—. **1995.** *Ley No. 76. Ley de Minas*. [Documento] Cuba : s.n., 23 de Enero de 1995.

Bestraten Belloví, Manuel, Gil Fisa, Antonio y Piqué Ardanuy, Tomás. 2010. *NTP 592: La gestión integral de los accidentes de trabajo (I): tratamiento documental e investigación de accidentes*. [Electrónico] España : s.n., 2010.

—. **2011.** *NTP 594: La gestión integral de los accidentes de trabajo (III): costes de los accidentes*. [Electrónico] España : s.n., 2011.

Bestraten, Manuel. 1996. *Criterios para el análisis de costes en prevención. Salud y Trabajo*. [Electrónico] España : s.n., 1996.

Bligoo. 2010. [En línea] 2010. [Citado el: 18 de Septiembre de 2013.] <http://fpdv2006.bligoo.com/content/view/276896/ASP-VENTAJAS-Y-DESVENTAJAS.html>.

BOOCH, G. 2004. *“El proceso unificado de desarrollo de software”*. La Habana : Felix Varela, 2004.

Booch, G. 1998. *El lenguaje unificado de modelado*. La Habana : Félix Varela, 1998.

Cabrera Trimiño, Gilberto. 2010. *Gestión ambiental universitaria, integración y prevención de desastres naturales en el Caribe*. [Documento] La Habana, Cuba : s.n., 2010.

CEMEX. 2012. Gestión Ambiental y de Biodiversidad. [En línea] 20 de Julio de 2012. [Citado el: 15 de Febrero de 2013.] <http://www.cemex.com/Es/SalaDePrensa/files/PosturaCemexGestionAmbientaBiodiversidad.pdf>.

CITMA. 2010. Leyes, normas y decretos dictados por el CITMA. [En línea] 2010. [Citado el: 30 de Enero de 2013.] <http://www.medioambiente.cu/legislacionambiental/leyes.htm>.

—. 1999. *Resolución No.77 Reglamento del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental*. [Electrónico] Cuba : s.n., 1999.

CITMA; CICA. 2001. *Guías para la realización de las solicitudes de licencia ambiental y los estudios de impacto ambiental*. [Documento] Cuba : s.n., 2001.

Conesa Fernández, Vicente. 2000. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. España : Mundi-Presa Libros, 2000. ISBN: 84-7114-647-9.

Consejo de Ministros. 1997. *Decreto No.222 Reglamento de Ley de minas*. [Documento] Cuba : s.n., 1997.

Cuba. 1997. *Ley 81 del Medio Ambiente*. [Documento] Cuba : Asamblea Nacional del Poder Popular, 1997.

Cuellar, Jesús Valentín. 2011. *Sistemas de gestión ambiental ISO 14001*. [Electrónico] 2011.

Damaso. 2013. *Sistema Integrado de Gestión Ambiental-Salud y Seguridad Ocupacional*. [Electrónico] 2013.

DHI. 2013. [En línea] 2013. [Citado el: 14 de Junio de 2013.] <http://www.dhi.es/MIKECUSTOMISEDbyDHI/GeoFES.aspx>.

ECG. 2004. *Procedimiento de gestión de información de incidentes, accidentes y averías*. [Documento] Moa-Holguín : s.n., 2004.

Edicion-micro. 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 17 de Septiembre de 2013.] <http://edicion-micro.usal.es/web/MAdoctor/infoElecMA/conceptosInfoMa.html>.

Guerrero, Silvia Tudela. 2009. *Manual de gestión integral y de procedimientos de una empresa dedicada al sector servicios*. [Electrónico] Barcelona, España : s.n., 2009.

Hernández, Rolando. 2013. *Gestión ambiental*. [Electrónico] 8 de Septiembre de 2013.

ISOTools. 2013. [En línea] 2013. [Citado el: 16 de Junio de 2013.] <http://www.isotools.org/que-es-isotools.cfm>.

—. 2013. [En línea] 2013. [Citado el: 14 de Junio de 2013.] <http://www.isotools.org/por-que-isotools.cfm>.

JACOBSON, I., BOOCH, G. y Y RUMBAUGH, J. 2004. *“El proceso unificado de desarrollo de software”*. La Habana : Félix Varela, 2004.

JavaDAW. 2013. [En línea] 2013. [Citado el: 30 de Octubre de 2013.] <http://javadaw.com/>.

- Lacaba, Rafael Guardado. 2009.** Propuesta de indicadores ambientales sectoriales para el territorio de Moa. [En línea] 2009. [Citado el: 25 de Febrero de 2013.]
http://w3.cetem.gov.br/cyted-xiii/Downloads/IndicadoresSostenibilidad_Espanhol_Portugues/IndicadoresSostenibilidad_Capitulos/Capitulo_III/19_CUBA_RafaelGuardado_OlgaVallejo.pdf.
- Lugo Kiagiadaki, Juan José y Porro, Leslie. 2011.** Introducción al análisis de riesgos ambientales. [En línea] 10 de Octubre de 2011. [Citado el: 5 de Marzo de 2013.]
http://www.bvsde.paho.org/CD-GDWQ/Biblioteca/Manuales_Guias_LibrosDW/PNUDDocumentos/Introducci%C3%B3n%20al%20an%C3%A1lisis%20de%20riesgos%20ambientales.pdf.
- Marquina, Ernesto y Parra, José David. 2008.** *Guía de Patrones, Prácticas y Arquitectura .NET*. [Electrónico] 2008.
- Martínez, Eduardo. 2013.** Revista futuros. [En línea] 30 de Octubre de 2013. [Citado el: 31 de Octubre de 2013.] http://www.revistafuturos.info/futuros_3/gestion_amb.htm.
- Martínez, M.J. 2004.** *“Análisis y Diseño de Sistemas con el Lenguaje de Modelaje Unificado (UML)”*. Managua : s.n., 2004.
- Mendoza. 2013.** Estructplan. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de Septiembre de 2013.]
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entregacs.asp?IdEntrega=2810>.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 2008.** *Resolución No.103/2008*. [Documento] Cuba : s.n., 2008.
- . **2009.** *Resolución No.132/2009*. [Digital] Cuba : s.n., 2009.
- . **1995.** *Resolución No.168/1995*. [Documento] Cuba : s.n., 1995.
- . **2007.** *Resolución No.40/2007*. [Documento] Cuba : s.n., 2007.
- Naula, Jorge. 2010.** Blogspot. [En línea] 2010. [Citado el: 8 de Octubre de 2013.]
<http://kokiing.blogspot.com/2010/12/que-es-un-framework-de-desarrollo-web.html>.
- Neculqueo, María Eliana Pino. 2001.** *Los indicadores ambientales como parámetros clave de la sostenibilidad*. [Electrónico] 2001.
- Nedatec. 2013.** Prevengos. [En línea] 2013. [Citado el: 14 de Junio de 2013.]
<http://www.prevengos.com/>.
- Otero Sierra, Carmen, Rodríguez Fernández, Inés y Salas Olles, Carles. 2012.** *Análisis de costes de los accidentes de trabajo en Centros Sanitarios. ¿Inversión en prevención?* [Documento] Barcelona, España : s.n., 2012.

Piedrahita Salazar, Luisa María. 2010. *Programa de Salud Ocupacional*. [Documento] Bogotá D.C, Colombia : s.n., 2010.

Risco, Alexis Montes de Oca. 2010. *Principales fuentes contaminantes de las aguas superficiales de las aguas superficiales del río Moa*. [Documento] Moa : s.n., 2010. ISSN: 1683-8904.

Rodríguez Grau, Jorge y Pabón Penía, Luis. 2012. *Sistemas de Gestión Integrados en Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional*. [Electrónico] Caracas, Venezuela : s.n., 2012.

Sánchez, Ramiro. 2010. *Procedimiento para reporte de investigación de incidentes de trabajo y ambientales*. [Documento] Bogotá, Colombia : Empresa Bicombustibles.SA, 2010.

SENA. 2011. *Sistemas de información ambiental basado en índices e indicadores ambientales*. [Electrónico] Colombia : s.n., 2011.

Tuxos. 2012. cypiensalibre. [En línea] Enero de 2012. [Citado el: 7 de Noviembre de 2013.] <http://cypiensalibre.blogspot.com/2012/01/primefaces-3-por-fin-llego-y-trae.html> .

UPME. 2010. [En línea] 2010. [Citado el: 17 de Septiembre de 2013.] http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/sistemas/sistemas.htm.

Wong. 2008. *Gestión ambiental*. [Electrónico] México : s.n., 2008.

ANEXO I

TÉCNICA DE ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE CAUSAS

DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE O INCIDENTE

EVALUACION DE LA PERDIDA POTENCIAL SI NO SE CONTROLA

Gravedad Probable/Potencial
 ↑ Grave (A) ↑ Seria (A) ↑ Menor (C)

Probabilidad de Ocurrencia
 ↑ Alta (A) ↑ Moderada (B) ↑ Rara (C)

Nivel de Exposición
 ↑ Extensivo (A) ↑ Moderada (B) ↑ Bajo (C)

Tipo de Contacto o Casi Contacto con Energía o Sustancia

- Golpeado contra (corriendo hacia o tropezando con)
- Golpeado por (Objeto en movimiento) (Vea 1,2,4,5,6,9,10,12,13,14,15,16,20)
- Caída a distinto nivel (ya sea que el cuerpo caiga o que caiga el objeto y golpee el cuerpo) (Vea C.I. 3,5,6,7,8,12,13,15,16,17,22)
- Caída al mismo nivel (resbalar y caer, volcarse) (Vea C.I. 4,14,15,22,26)
- Atrapado por puentes filosos o cortantes (Vea C.I. 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 18).
- Atrapado en (agarrado colgado) (Vea C.I.s: 5,6,7,12,13,14,15,16,18)
- Atrapado entre (aplastado o amputado) (Vea C.I.s. 1,2,5,6,7,10,12,13,14,15,16,22).
- Contacto con (electricidad, calor, frío, radiación).
- (Substancias causticas, sustancias tóxicas, ruido) (Vea C.I.s: 6,7,8,12,13,14,15,16,17,18,20,24,25).
- Sobre tensión /sobreesfuerzo /sobrecarga) (Vea C.I.s: 9, 10, 11, 12, 14, 15).

(CI 'S) Causas Inmediatas/Directas (CI 'S)

PRACTICAS SUBESTANDARES/INSEGURAS

- Manejo de equipo sin tener autorización (Vea C.B.s. 4, 5, 7, 8, 12, 13, 15).
- Inefectividad de las advertencias (Vea C.B.s. 1,2,3,4,5,6,7,8,9,13,15).
- Falta de asegurar (Vea C.B.s. 4, 5, 7, 8, 12, 13, 15).
- Operación o manejo a velocidad inapropiada (Vea C.B.s. 2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,15).
- Hacer inoperable los instrumentos de seguridad (Vea C.B.s. 2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,15).
- Remoción de los instrumentos de seguridad (Vea C.B.s. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15).

- Uso de equipo defectuosos (Vea C.B.s: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15).
- Deficiencia al usar adecuadamente el equipo de protección personal (Vea C.B.s: 2,3,4,5,7,8,10,12,13,15).
- Cargamento inadecuado (Vea C.B.s: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,15).
- Posicionamiento inadecuado (Vea C.B.s: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,15).
- Levantamiento inadecuado (Vea C.B.s: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,15).

- Posición inadecuada para la tarea (C.I.s: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,15).
- Prestación de servicios al equipo en operación (Vea C.B.s. 2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,15).
- Broma pesada (Vea C.B.s. 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 15).
- Bajo influencia del alcohol y/u otras drogas (Vea C.B.s. 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 15).

CONDICIONES SUBESTANDARES/INSEGURAS

- Protecciones y barreras inadecuadas (Vea C.B.s. 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15).
- Equipo de protección inadecuado o impropio (Vea C.B.s. 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15).
- Herramienta. Equipo o material defectuoso (Vea C.B.s. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).
- Congestión de acción restringida (Vea C.B.s. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).
- Sistemas de advertencia inadecuados (Vea C.B.s. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15).

- Peligro de explosión o incendio (Vea C.B.s. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Desorden. Manejo deficiente (Vea C.B.s. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15).
- Exposiciones al ruido (Vea C.B.s. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15).
- Exposiciones a la radiación (Vea C.B.s. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13).
- Exposiciones a temperaturas altas o bajas (Vea C.B.s. 1, 2, 3, 8, 9, 11, 12).
- Iluminación excesiva o deficiente (Vea C.B.s. 8, 9, 10, 11, 12, 13).
- Ventilación inadecuada (Vea C.B.s. 8, 9, 10, 11, 12, 13).

(CB 'S) Causas Básicas/Raíz (CB 'S)

Factores Personales 1. Capacidad Física/Fisiológica Inadecuada (Vea ANC: 6, 9, 12, 15, 18). Altura, peso, talla, fuerza, alcance, etc., inapropiados. Amplitud del movimiento corporal reducida. Capacidad limitada para mantener posiciones corporales. Sensibilidad a sustancias o alergias. Sensibilidad a los extremos sensitivos (temperatura, sonido, etc.). Deficiencia de la visión. Deficiencia de la audición Otras deficiencias sensitivas (tacto, gusto, olfato, equilibrio). Incapacidad respiratoria. Otras incapacidades físicas permanentes. Incapacidades temporales. 2. Capacidad Mental/Sicológica Inadecuada (Vea ANC: 6, 10, 15, 18). Temores o fobia. Disturbios emocionales. Enfermedad mental. Nivel de inteligencia. Incapacidades para comprender. Juicio malo. Coordinación mala. Tiempo de reacción lento. Poca aptitud mecánica. Fallo de la memoria. 3. Tensión Física o Fisiológica. (Vea ANC: 4, 6, 9, 12, 13, 15, 18, 20). Herida o enfermedad. Fatiga debida a la carga o duración de la tarea. Fatiga debida a la falta de descanso. Fatiga debida a sobrecarga sensitiva. Exposición a riesgo contra la salud. Exposición a los extremos de temperatura. Insuficiencia de oxígeno. Variación de la presión atmosférica. Movimiento restringido. Insuficiencia de azúcar en la sangre. Drogas	4. Tensión mental o Sicológica (Vea ANC: 1, 4, 6, 10, 12, 15, 16, 18, 20). Sobrecarga emocional. Fatiga debida a la carga o velocidad de la tarea mental. Demandas extremas de opinión/decisión. Rutina, monotonía, demanda para vigilancia no eventual. Demandas extremas de concentración/percepción Actividades “sin sentido” ó “degradantes”. Direcciones que causan confusión. Peticiónes conflictivas. Preocupación por problemas. Frustración. Enfermedad mental. 5. Falta de conocimiento (Vea ANC: 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18). Falta de experiencia. Orientación deficiente. Adiestramiento inicial inadecuado. Deficiente modernización del adiestramiento. Indicaciones mal entendidas. 6. Falta de Habilidad (Vea ANC: 4, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 18). Instrucción inicial deficiente. Práctica insuficiente. Ejecución poco frecuente. Falta de preparación/asesoramiento. 7. Motivación Deficiente (Vea ANC: 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18). Se premia el desempeño inadecuado. Se castiga el desempeño adecuado. Falta de incentivos. Frustración excesiva. Agresión inapropiada. Intento inapropiado de ahorrar tiempo o esfuerzo. Tratar inapropiadamente de evitar la incomodidad.	Tratar inapropiadamente de captar la atención. Presión inapropiada de los compañeros. Ejemplar inapreciado de la supervisión. Deficiente retroalimentación del desempeño. Deficiente refuerzo del comportamiento adecuado. Incentivos inapropiados de producción. 8. Supervisión y Dirección Deficientes. (Vea ANC: 1, 3, 4, 6, 9, 10, 12, 13, 15, 18). Relaciones jerárquicas poco claras o conflictivas. Asignación de responsabilidad poco clara o conflictiva. Delegación insuficiente o inadecuada. Dar políticas, procedimientos, prácticas o pautas de acción inadecuadas. Dar objetivos, metas, normas que contraponen. Programación o planificación del trabajo deficiente. Instrucción/orientación y/o preparación deficiente. Entrega de documentos de referencia, instrucciones y publicaciones de asesoramiento inadecuados. Identificación y evaluación de exposiciones a pérdida deficiente. Falta de conocimiento en el trabajo de supervisión/ administración. Ubicación inadecuada del trabajador de acuerdo a sus cualidades y a las exigencias que demanda la tarea. Medición y evaluación deficientes del desempeño. Retroalimentación deficiente o incorrecta en relación al desempeño.	9. Ingeniería Inadecuada. (Vea ANC: 1, 3, 4, 12, 13, 14). Evaluación insuficiente de las exposiciones a pérdidas. Consideración deficiente de factores ergonómicos/humanos. Estándares especificaciones y/o criterios de diseño deficientes. Control inadecuado de la construcción. Evaluación de condiciones operacionales inadecuada. 10. Deficiencia en las adquisiciones. (Vea ANC: 1, 3, 4, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 19). Especificaciones deficientes sobre los requerimientos. Investigación inadecuada respecto a material/equipo. Deficiencias en las especificaciones a los vendedores. Modalidad o ruta de reembarque inadecuada. Inspección de recepción y aceptación deficiente. Comunicación inadecuada de las informaciones (datos) sobre seguridad y salud. Manejo inadecuado de los materiales. Almacenamiento inadecuado de los materiales. Transporte inadecuado de los materiales. Identificación deficiente de los puntos peligrosos. Disposición inadecuada de salvamento y/o desechos. 11. Mantenimiento deficiente (Vea ANC: 1, 3, 4, 6, 9, 13, 15, 19). Preventivo inadecuado. Evaluación de las necesidades. Lubricación y servicio. Ajuste/ensamblaje. Limpieza o pulimiento. Preventivo inadecuado. Comunicación de necesidades. Correctivo inadecuado. Examen de las unidades. Substitución de partes.	12. Herramienta y Equipo Inadecuado (Vea ANC: 1, 3, 4, 6, 9, 13, 15, 19). Evaluación deficiente de necesidades y riesgos. Consideraciones inadecuadas de factores humanos/ergonómicos. Estándares o especificaciones inadecuados. Disponibilidad inadecuada. Ajuste/reparación/mantenimiento deficiente. Salvamento y reclamación inadecuada. Inadecuada remoción y reemplazo de artículos deficientes/inapropiados. 13. Normas de trabajo Deficientes (Vea ANC: 1, 3, 4, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 19). Desarrollo inadecuados de normas. Inventario y evaluación de exposiciones y necesidades. Coordinación con el diseño del proceso. Involucración del empleado. Estándares/procedimientos/reglas inconsistentes. 14. Comunicación inadecuadas de las normas Publicación. Distribución. Traducción a los idiomas respectivos. Entrenamiento. Reforzamiento con símbolos, códigos, símbolos de color y ayudas para el trabajo. 15. Mantención inadecuada de las normas. Seguimiento del flujo de trabajo. Actualización. Revisión del uso de normas/procedimientos/reglas. 16. Uso y Desgaste. (Vea ANC: 3, 4, 6, 9, 10, 13, 14, 15,). Planificación inadecuada de uso. Extensión inadecuada de la vida en servicio. Inspección y/o control deficiente. Carga o proporción de uso deficiente. Mantenimiento deficiente. Uso por parte de personas no calificadas o sin preparación. Uso para propósitos indebidos. Abuso y maltrato. (Vea ANC: 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19). Conducta inapropiada permitida por la supervisión. Intencional. No intencional. Conducta inapropiada no permitida por la supervisión.
--	---	--	--	---

ANEXO II
INFORME PRELIMINAR.

088-R-6/PO-4

Planta, Taller o Departamento	Área exacta donde ocurrió	Fecha ocurrido			Hora
		Día	Mes	Año	
Tipo de evento: ☐ Accidente de tránsito ☐ Accidente de trabajo ☐ Incidente de tránsito ☐ Incidente de trabajo ☐ Incidente ambiental ☐ Accidente de tránsito ☐ Incidente de tránsito ☐ Avería		Fecha de reporte Día Mes Año			
Descripción del incidente:					
Causas inmediatas del incidente.					
Consecuencias: Estimado de la Magnitud: Costos aproximados:					
CORRECCIONES (Acciones inmediatas tomadas)	Responsable	Fecha de cumplimiento			

Reportado por:

ANEXO III
INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

088-R-1/PO-O4

I. DATOS INTRODUCTORIAS			
1. 1. Accidente No.		1.2. Fecha en que Ocurrió:	
1.3. Tipo de accidente:		Mortal:	Múltiple: Otro:
1.4. Nombre del centro de trabajo donde ocurrió el accidente:			
1.5. Organismo a que pertenece:			
1.6. Dirección del Centro de Trabajo:			
1.7. Municipio:		1.8. Provincia:	
1.9. Fecha de la investigación: Inicio		Terminación:	
1.10. Identificación de los investigadores			
Nombres Y Apellidos	Cargo:	Nivel de formación Profesional	Firma
II. DATOS DEL TRABAJADOR			
2.1. Nombres y Apellidos:			
2.2. Sexo:		2.3. Edad:	
2.4. Nivel educacional:			
2.5. Vínculo laboral con la Entidad:		2.6. Cargo:	
2.7. Categoría Ocupacional: Obrero: ____ Técnico: ____ Administrativo: ____ Servicios: ____			
2.8. Tiempo en el puesto de Trabajo:			
2.9. Veces que se ha accidentado con anterioridad:			
III. DATOS DEL ACCIDENTE.			
3.1. Puesto de trabajo o lugar donde ocurrió:			
3.2. Hora del día y turno:		3.3. Tiempo que llevaba trabajando:	
3.4. Definir si era su tarea habitual:			
3.5. Descripción del accidente:			
3.6. Forma del accidente:		3.7. Agente del accidente:	
3.8. Parte del agente.			
IV. CONSECUENCIAS:			
4.1. Naturaleza de la lesión:		4.2. Parte del cuerpo lesionada:	
4.3. Tipo de invalidez:		4.4. Costo:	
V. ANALISIS Y DETERMINACION DE LAS CAUSAS:			
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:			
VII. INFORMACION COMPLEMENTARIA:			

ANEXO IV

Mapa de Procesos: Modelo General del SGC de la ECG.

Gestión y Planificación Estratégica.

