

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL ASIGNADOS A LOS TRABAJADORES DE UNA CORPORACIÓN MINERA

Tesis para optar por el Título de Ingeniero Informático, que presenta el bachiller:

Hubert Oscar Caycho González

ASESOR: Jorge Alberto Berrocal Pérez-Albela

Lima, Mayo del 2014

Resumen

La minería es una actividad económica del tipo extractiva que representa uno de los sectores económicos más importantes de la economía peruana. Del mismo modo, esta realiza un aporte significativo en nuestras exportaciones, en el aporte que genera en el fisco, en los encadenamientos productivos que genera y en la demanda de mano de obra, entre otros factores. Esto ha traído como consecuencia el crecimiento laboral, el cual se encuentra expuesto a diversos factores de riesgos ocupacionales, debido a esto una de las obligaciones de las empresas con respecto a los trabajadores es la entrega de Equipos de Protección Personal (EPP) para su uso. La compañía de minera Buenaventura, como parte de este sector, cuenta con un área de seguridad ocupacional responsable del cumplimiento de esta actividad; sin embargo, esta sufre de ciertos problemas dado que tanto el registro y control del uso de estos equipos se realiza de forma manual, esto impide que se ejecute eficientemente. Por esta razón, el presente proyecto tiene como finalidad analizar a detalle el mencionado escenario y atacar dicha problemática de manera que se obtenga una solución que satisfaga a la empresa. Finalmente, lo que se busca es automatizar la entrega de los Equipos de Protección Personal para que de esta forma se puede llevar un mejor control de la entrega de equipos y prevenir posibles pérdidas económicas.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INFORMÁTICO

TÍTULO: ANALISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN DEL REGISTRO Y CONTROL DE EPPs EN UNA CORPORACIÓN MINERA

ÁREA: SISTEMA DE INFORMACION

PROPONENTE: Ing. Jorge Alberto Berrocal Perez-Albela

ASESOR: Ing. Jorge Alberto Berrocal Perez-Albela

ALUMNO: Hubert Oscar Caycho González

CÓDIGO: 20094427

TEMA N°: _____

FECHA: San Miguel, 24 de febrero de 2013

DESCRIPCIÓN

Una de las principales responsabilidades de una corporación minera es la gestión de seguridad de sus trabajadores. Debido a que ellos conforman un activo importante de la organización, además de ser una exigencia por parte de los organismos gubernamentales supervisores.

La necesidad que tiene la corporación minera es el de mantener el control de los equipos de protección personal (EPP) para sus trabajadores y tener centralizada la información sobre la entrega de estos equipos.

Por lo cual se propone como solución el desarrollar un sistema de información para el registro y control de asignación de EPP a los trabajadores de la corporación minera.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente proyecto es analizar, diseñar e implementar un sistema de información para el registro y control de la asignación de equipos de protección personal a los trabajadores de una corporación minera.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del presente proyecto son:

- Modelar los procesos actuales objetos del proyecto, y sugerir mejoras con respecto a ellos.
- Implementar un middleware, el cual comunicará el sistema de la corporación minera con el sistema del proyecto.

- Definir una arquitectura de software capaz de soportar las funcionalidades del sistema.
- Desarrollar un prototipo del sistema para entregar una visión preliminar de lo que se implantará.

ALCANCE

El siguiente proyecto busca realizar el registro y control de los equipos de protección personal en una corporación minera haciendo uso de una plataforma web. Se ha elegido esta área por su importancia en la corporación minera, principalmente con respecto a la seguridad de los trabajadores, además debido a la normativa peruana para la extracción minera, este tema es muy importante. Si no se maneja un control adecuado puede generarse sanciones y penas para la corporación.

Permitirá la ejecución de procesos automáticos como el envío de mensajes de alerta cuando a terminado el tiempo de vida útil de un EPP entregado a un trabajador.

Para la facilidad de obtención de información se ha realizado el contacto con la gerencia de seguridad de una corporación minera, la cual nos ha brindado la información necesaria para la elaboración del proyecto.

El sistema utilizará como base la información los datos correspondiente al tema perteneciente a la corporación minera para el desarrollo del sistema. Y se utilizara la nueva información almacenada para la generación de impresiones, reportes y visualización de gráficos que ayudarán a una mejor toma de decisiones.

Índice de Contenido

1	GENERALIDADES.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	PROBLEMÁTICA	2
1.3	OBJETIVO GENERAL	5
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5	RESULTADOS ESPERADOS	6
1.6	HERRAMIENTAS, MÉTODOS, METODOLOGÍAS Y PROCEDIMIENTOS	6
1.6.1	<i>Relacionados a la gestión del proyecto</i>	6
1.6.2	<i>Relacionados a los resultados esperados</i>	10
1.7	ALCANCE Y LIMITACIONES	14
1.8	VIABILIDAD Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	15
1.9	PLAN DE ACTIVIDADES.....	16
1.9.1	<i>WBS (Work BreakDown Structure)</i>	16
1.9.2	<i>Diagrama de Gantt del Proyecto</i>	16
2	MARCO CONCEPTUAL Y LEGAL.....	19
2.1	MARCO CONCEPTUAL.....	19
2.1.1	<i>Conceptos relacionados al problema</i>	19
2.1.2	<i>Otros conceptos</i>	33
2.2	MARCO REGULATORIO-LEGAL	33
2.2.1	<i>Decreto Supremo 055-2010-EM</i>	33
3	ESTADO DEL ARTE.....	35
3.1	FORMAS EXACTAS DE RESOLVER EL PROBLEMA	35
3.1.1	<i>Aplicaciones en Excel y Access</i>	36
3.2	SOLUCIONES SIMILARES	36
3.2.1	<i>Sistema Trace-T</i>	36
3.2.2	<i>Control de elementos de protección personal</i>	36
3.2.3	<i>ISOTools</i>	37
3.3	COMPARACIÓN DE SOLUCIONES ENCONTRADAS	38
3.4	CONCLUSIONES SOBRE EL ESTADO DEL ARTE	40
4	ANÁLISIS	41
4.1	REESTRUCTURACIÓN DE PROCESOS ACTUALES.....	41
4.2	REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES.....	44
4.3	VISTA DE ACTORES	48
4.4	VISTA DE CASOS DE USO	48

4.4.1	Módulo de maestros y administración	49
4.4.2	Módulo de entrega de EPP.....	51
4.4.3	Módulo de reportes	52
5	DISEÑO.....	54
5.1	VISTA DE PAQUETES.....	54
5.2	DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	56
5.3	DISEÑO	59
5.3.1	Interfaz gráfica	59
5.3.2	Interfaz de registro	60
5.3.3	Reporte relacionado a EPP.....	61
5.3.4	Interfaz principal del sistema	62
6	DESARROLLO.....	64
6.1	CONSTRUCCIÓN.....	64
6.1.1	Estándares.....	65
6.2	PRUEBAS	66
6.2.1	Tipo de pruebas	66
6.2.2	Catálogos de pruebas	66
7	OBSERVACIONES, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y AMPLIACIONES	69
7.1	OBSERVACIONES.....	69
7.2	CONCLUSIONES	70
7.3	RECOMENDACIONES.....	71
7.4	AMPLIACIONES.....	71
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

Índice de Figuras

FIGURA 1-1 WBS-EDT	17
FIGURA 1-2 DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO	18
FIGURA 2-1 EJEMPLOS DE CASCOS DE SEGURIDAD CON BARBOQUEJO (A), FILTRO ÓPTICO (B) Y FALDILLA DE LANA PARA PROTEGER EL CUELLO DEL VIENTO Y EL FRÍO (C).....	21
FIGURA 2-2 TIPOS COMUNES DE GAFAS DE PROTECCIÓN OCULAR, CON Y SIN PROTECCIONES LATERALES	22
FIGURA 2-3 EJEMPLOS DE GAFAS DE MONTURA INTEGRAL DE PROTECCIÓN OCULAR	22
FIGURA 2-4 PANTALLAS FACIALES PARA TRABAJAR A TEMPERATURAS ELEVADAS	23
FIGURA 2-5 PROTECTORES PARA SOLDADURA. FUENTE	23
FIGURA 2-6 EJEMPLOS DE DISTINTOS TIPOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA	24
FIGURA 2-7 EJEMPLOS DE DISTINTOS TIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA	25
FIGURA 2-8 (A) ZAPATOS DE SEGURIDAD, (B) BOTAS CON PROTECCIÓN TÉRMICA	26
FIGURA 2-9 ZAPATILLAS DE SEGURIDAD	26
FIGURA 2-10 DOS TRABAJADORES CON TRAJES DE PROTECCIÓN QUÍMICA DE DISTINTA CONFIGURACIÓN	27
FIGURA 2-11 FICHA DE CONTROL DE ENTREGA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	29
FIGURA 2-12 PROCESO DE ENTREGA DE EQUIPOS.....	30
FIGURA 2-13 PROCESO DE INTERCAMBIO O REPOSICIÓN DE EPP	31
FIGURA 2-14 PROCESO DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN	32
FIGURA 3-1 PLATAFORMA TECNOLÓGICA ISOTOOLS	39
FIGURA 4-1 ENTREGA DE EPP AL TRABAJADOR.....	42
FIGURA 4-2 ENTREGA DE EPPS EN CASO DE PERDIDA.....	43
FIGURA 4-3 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN RELACIONADA CON EPP.....	43
FIGURA 4-4 INGRESO DE EPP AL ÁREA	44
FIGURA 4-5 DEVOLUCIÓN DE EPP AL ÁREA.....	44
FIGURA 4-6 ACTORES DEL SISTEMA	48
FIGURA 4-7 MÓDULO DE MAESTROS Y ADMINISTRACIÓN	49
FIGURA 4-8 MÓDULO DE ENTREGA DE EPP.....	51
FIGURA 4-9 MÓDULO DE REPORTE.....	52
FIGURA 5-1 VISTA DE PAQUETES	55
FIGURA 5-2 VISTA DEL MÓDULO DE MAESTROS Y ADMINISTRACIÓN.....	57
FIGURA 5-3 VISTA DEL MÓDULO DE ENTREGA DE EPP	58
FIGURA 5-4 EJEMPLO DE INTERFAZ DE BÚSQUEDA	59
FIGURA 5-5 EJEMPLO DE INTERFAZ DE REGISTRO DENTRO DE UNA TABLA DE BÚSQUEDA.....	60
FIGURA 5-6 EJEMPLO DE INTERFAZ DE REGISTRO EN UNA VISTA SEPARADA.....	61
FIGURA 5-7 REPORTE COMPARATIVO DE GASTOS ENTRE UNIDADES	62
FIGURA 5-8 INTERFAZ PRINCIPAL DEL SISTEMA.....	63

Índice de Tablas

TABLA 1-1 RESULTADOS ESPERADOS CONTRA METODOLOGÍA A UTILIZAR.....	14
TABLA 3-1 LISTADO DEL MENÚ DEL SISTEMA	37
TABLA 3-2 CUADRO COMPARATIVO DE LOS PRODUCTOS DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	40
TABLA 4-1 CATEGORIZACIÓN DE REQUISITOS	45
TABLA 4-2 CATEGORIZACIÓN DE PRIORIDAD	45
TABLA 4-3 REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES	47
TABLA 4-4 REQUISITOS FUNCIONALES ADICIONALES.....	47
TABLA 4-5 DEFINICIÓN DE ACTORES DEL SISTEMA.....	49
TABLA 4-6 CASOS DE USO DEL MÓDULO DE MAESTROS Y ADMINISTRACIÓN	50
TABLA 4-7 CASOS DE USO DEL MÓDULO DE ENTREGA DE EPP	51
TABLA 4-8 CASOS DE USO DEL MÓDULO DE REPORTES.....	53
TABLA 6-1 PRUEBA UNITARIA PARA UNA UNIDAD O PROYECTO.....	67
TABLA 6-2 PRUEBA DE INTEGRACIÓN PARA UN FLUJO DADO	68



1 Generalidades

A continuación se explican los conceptos necesarios para entender el problema que se desea resolver a través del desarrollo del presente proyecto, luego se mostrará el esquema seguido para la realización del proyecto.

1.1 Introducción

Una de las principales responsabilidades en la corporación minera es la gestión de seguridad de sus trabajadores, debido a que ellos conforman un activo importante de la organización, además de ser una exigencia por parte de los organismos gubernamentales supervisores.

La necesidad que tiene la corporación minera es mantener el control de los equipos de protección personal (EPP) para sus trabajadores y tener centralizada la información sobre la entrega de estos equipos, por lo cual se propone como solución desarrollar un sistema de información para el registro y control de asignación de EPP a los trabajadores de la corporación minera.

Para la realización adecuada del proyecto de tesis se identificó las siguientes actividades a desarrollar:

- Reuniones con el gerente y asistente de la gerencia de seguridad y salud de la corporación minera, los cuales nos brindarán información sobre los procesos actuales con relación a la problemática del presente proyecto de tesis.
- Diseñar la solución basada en las necesidades de la corporación minera, según la información obtenida en las reuniones realizadas con el gerente y asistente de la gerencia de seguridad y salud.
- El desarrollo del sistema según las necesidades antes obtenidas, y la debida presentación de los entregables para la correspondiente aprobación y corrección si es que fuera necesario.
- El llevar a cabo una etapa estricta de pruebas del proyecto, para realizar una depuración exitosa de posibles errores del sistema. Y de esta forma una posterior entrega del proyecto a la gerencia de seguridad y salud.

1.2 Problemática

La actividad minera es uno de los sectores más importantes de la economía peruana, la cual representa más del 50 % de sus exportaciones, con cifras que bordean los 4 mil millones de dólares al año [Macroconsult, 2012], a pesar que en la actualidad solo el 10% del territorio con potencial minero ha sido explorado [Isasi, 2008], es así, que el Instituto Fraser, una encuestadora a nivel internacional, nos califica como un país atractivo a la inversión en exploración minera [Isasi, 2008].

Como lo hemos señalado en el párrafo anterior, esta actividad constituye un sector que genera grandes movimientos de capital, ya que produce el 59% de las exportaciones totales y ha triplicado su importancia a 14.5% del PBI [Ministerio de Energía y Minas, 2008].

Esta actividad, es producida por las principales concesiones mineras, que están conformadas por corporaciones y que pueden formar empresas nacionales o internacionales, las cuales se encuentran reguladas y supervisadas por los organismos nacionales (OSINERGMIN y Ministerio de Energía y Minas), a fin de que cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan.

Entre una de las regulaciones que se aplican en los campamentos mineros del Perú, esta la obligatoriedad de que cada uno de los trabajadores use equipos de protección personal (EPP), durante su estancia en la mina, lo cual, está establecido en el Decreto Supremo N° 055-2010-EM [Reglamento de Seguridad, 2010]. Por lo

cual, es una obligación que la corporación minera entregue estos equipos a sus trabajadores, además de registrar la entrega de estos mediante un documento que certifique su entrega, pero se ha podido advertir que esta información se maneja localmente en cada campamento minero, por lo que no cuentan con una base centralizada de los EPP entregados a los trabajadores.

Es así, que para el desarrollo del presente proyecto de tesis, se tomó como objeto de estudio la Corporación Minera Buenaventura, la cual dentro de sus gerencias se encuentra la de Seguridad, cuya finalidad es identificar, gestionar y prevenir en forma eficiente los riesgos de carácter laboral a los que son expuestos los trabajadores; sin embargo, esta labor afronta ciertas dificultades como es el caso de los EPP, lo cual impide un eficiente desarrollo.

En el caso de Buenaventura, para la entrega de los EPPs se designa una persona que es el responsable de distribuir los equipos a los trabajadores, según la necesidad de la labor a realizar. La entrega de estos equipos de protección, alojados en almacenes de cada área, se registra en fichas de control.

Esta Ficha de Control [Canales, 2012] tiene los siguientes campos como mínimo:

- Nombres y apellidos del trabajador
- Número de DNI
- Área ⁽¹⁾
- EPP recibido
- Fecha de recepción
- Fecha de devolución
- Firma del trabajador

Estas Fichas de Control, debidamente completadas, son la única evidencia y fuente de información que se tiene de la recepción de los EPPs por parte de los trabajadores.

El proceso de entrega se inicia con la necesidad de otorgar al trabajador los EPPs correspondientes:

- Si el trabajador es nuevo en el área, se le entrega un juego correspondiente a sus funciones de trabajo.

(1) Grupo de trabajo que realiza una función específica de trabajo.

- Si el trabajador ya posee un EPP y solicita otro EPP debido a pérdida, se le pedirá una explicación verbal de la pérdida del equipo y se le brindará un nuevo EPP, del cual se dejará constancia en la ficha de control.

Posteriormente a los tres casos mencionados en el párrafo anterior, se registra la entrega en la ficha de control del empleado y luego la oficina de gerencia de Seguridad en cada mina procede a sacar una copia de las fichas y realizar su respectivo archivamiento.

Para que una corporación minera pueda obtener cualquier información sobre la entrega de estos equipos en una determinada área, tiene que contactar con la gerencia de seguridad en la unidad ⁽²⁾ la cual realiza la búsqueda de forma manual de estas fichas generándose los siguientes problemas:

- No disponer de la información sobre los EPPs entregados a los trabajadores de forma inmediata. Debido a que carecen de un archivo centralizado para las fichas de control de los EPPs lo que genera el no disponer de forma inmediata la información sobre los EPPs entregados a los trabajadores. Ya que si se desea obtener información de los equipos se tiene que comunicar previamente con la oficina de gerencia de seguridad de la unidad, para que estos realicen la búsqueda correspondiente y recién puedan remitir la información solicitada.
- No disponer de la información de las fechas de vencimiento de los EPPs entregados a los trabajadores, lo cual provoca no poder realizar sus respectivos cambios por motivo de vencimiento.
- Se carece de un modo de visualización de los documentos que certifiquen la entrega de los EPPs.
- No contar con los datos de tiempo de vida de los EPPs, esto genera un exceso de stock de EPPs, para cumplimiento del decreto vigente.
- Pérdida de información al extraviarse las fichas de control de entrega de EPP; asimismo no se conserva en buen estado el archivamiento de estas, causando un deterioro rápido de los papeles.

(2) Campo minero, perteneciente a una corporación minera, el cual está constituido por varias áreas

Al respecto, se debe mencionar que el área de seguridad de la empresa ha intentado dar soporte a problemas similares mediante la aplicación de sistemas adquiridos a proveedores externos y a un sistema desarrollado por ellos mismos; sin embargo, no se logró mantener el uso de estos sistemas en las unidades, debido a la complejidad de sus manejos, de acuerdo a lo mencionado por los usuarios. El principal motivo, es que en su gran mayoría los trabajadores de dichas unidades son los mismos habitantes de las comunidades aledañas, los cuales tienen educación primaria terminada y un mínimo porcentaje tienen educación secundaria terminada [Canales, 2012].

Habiendo señalado algunas de las deficiencias que padece la Gerencia de Seguridad de la Corporación Minera, se puede observar que los principales problemas son: a.- el no contar con la información necesaria en el tiempo debido; b.- manejar actualmente los procesos de forma manual y c.- la poca preparación de los usuarios por parte de las unidades para la obtención de información. Estos puntos son los que serán abordados en el presente proyecto de tesis.

1.3 Objetivo general

Automatizar el proceso de registro y control en la asignación de equipos de protección personal a los trabajadores de una corporación minera.

1.4 Objetivos específicos

1. Modelar los procesos actuales de los objetos del proyecto, y sugerir reestructuración con respecto a ellos.
2. Generar enlaces de comunicación para la utilización de información de otras gerencias, aparte de la gerencia de Seguridad.
3. Automatizar la recopilación de información sobre la entrega de EPPs a los trabajadores, labor que será realizada en las unidades por usuarios con un bajo conocimiento de tecnologías de información y conocimiento.
4. Centralizar la información de las fichas de control de EPPs, y las respectivas acciones involucradas en la gestión de EPPs.
5. Automatizar la elaboración de reportes en el proceso de gestión de entrega de EPP a los trabajadores.

1.5 Resultados esperados

Los resultados esperados para el siguiente proyecto son:

- **Resultado 1 para el objetivo 1:** El modelado de los procesos actuales (entrega de EPP, entrega de EPP en caso de pérdida y búsqueda de información con respecto a la entrega de EPPs) y su correspondiente análisis de estos.
- **Resultado 2 para el objetivo 1:** Reestructuración de los procesos mencionados en el resultado esperado anterior y adición de dos procesos para el desarrollo del sistema (Ingreso de EPP al área y devolución de EPP al área). Además del modelado de todos los procesos mejorados y añadidos.
- **Resultado 3 para el objetivo 2:** Elaboración de vistas de bases de datos para la obtención de información de las gerencias de logística, recursos humanos y el organigrama de las unidades
- **Resultado 4 para el objetivo 3:** Interfaces gráficas implementadas usando algunas métricas de usabilidad planteadas por Jakob Nielsen para los usuarios que operan en cada una de las unidades mineras.
- **Resultado 5 para el objetivo 4:** Base de datos centralizada en la cual se almacene y se pueda tener acceso a la información recopilada durante el desarrollo del proceso de gestión de entrega de EPP, así como la información sincronizada de las otras bases de datos.
- **Resultado 6 para el objetivo 5:** Módulo para la elaboración de reporte, gráficos y tabulares según sea el caso, con respecto a la entrega de EPP a los trabajadores, comparativo de gastos de EPPs entre unidades y áreas, tiempo promedio de vida de los EPPs, variación de costo de EPP según trabajador, área o unidad y duración promedio de EPP según trabajador, área y unidad.

1.6 Herramientas, métodos, metodologías y procedimientos

A continuación se mencionarán las herramientas, métodos, metodologías y procedimientos usados para la gestión y desarrollo del presente proyecto de tesis.

1.6.1 Relacionados a la gestión del proyecto

Para la gestión del proyecto se utilizó la guía de PMBOK, la cual se explicará a continuación

1.6.1.1 La guía de PMBOK

La *Guía del PMBOK* identifica ese subconjunto de fundamentos de la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas [PMBOK, 2008].

La *Guía del PMBOK* también proporciona y promueve un vocabulario común en el ámbito de la profesión de la dirección de proyectos, para analizar, escribir y aplicar conceptos de la dirección de proyectos. Un vocabulario estándar es un elemento esencial en toda disciplina profesional.

El Project Management Institute (PMI) considera la norma como una referencia fundamental en el ámbito de la dirección de proyectos para sus certificaciones y programas de desarrollo profesional.

El PMBOK cuanta con nueve áreas de conocimientos distribuidas en cinco grupos de proceso. A continuación se mencionarán las áreas que se van a emplear:

Gestión de la Integración del Proyecto

La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de dirección de proyectos. La gestión de la integración del proyecto implica tomar decisiones en cuanto a la asignación de recursos, balancear objetivos y alternativas contrapuestas, y manejar las interdependencias entre las áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.

Para esta área de conocimiento se realizarán todos los procesos que la constituyen, estos son:

- Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.
- Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto.
- Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto.
- Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto.
- Realizar el Control Integrado de Cambios.
- Cerrar Proyecto o Fase.

Gestión del Alcance del Proyecto

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito.

Se realizará todos los procesos de gestión del alcance para el desarrollo del proyecto, los cuales son:

- Recopilar Requisitos.
- Definir el Alcance.
- Crear la EDT.
- Verificar el Alcance.
- Controlar el Alcance.

Gestión del Tiempo del Proyecto

La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.

Se realizará todos los procesos de gestión del tiempo para el desarrollo del proyecto, los cuales son:

- Definir las Actividades.
- Secuenciar las Actividades.
- Estimar los Recursos de las Actividades.
- Estimar la Duración de las Actividades.
- Desarrollar el Cronograma.
- Controlar el Cronograma.

Gestión de los Costos del Proyecto

La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

Esta área de conocimiento se desarrollará, pero en menor medida debido a que se trata de un proyecto de fin de carrera, por lo cual no se realizará gastos en gran medida. Los procesos que se van a realizar son:

- Estimar los costos.
- Determinar el presupuesto.

Se ha generado un documento de costos del proyecto, tomando como punto de inicio la fecha de constitución del proyecto, como se puede observar en el anexo 3.

El proceso que no se va a desarrollar, debido a la poca necesidad de su realización para el desarrollo del presente proyecto es el siguiente:

- Controlar los costos.

Gestión de la Calidad del Proyecto

La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por la cuales fue emprendido.

Se realizará todos los procesos de gestión de la calidad para el desarrollo del proyecto, los cuales son:

- Planificar la calidad.
- Asegurar la calidad.
- Realizar el control de calidad.

Para la verificación de la calidad del producto se realizarán pruebas de fuerza del sistema por parte del tesista del proyecto y la verificación de este por parte de la gerencia de seguridad en cada entrega de iteración.

Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto.

Debido a que el proyecto será realizado por una sola persona y no se va a dar roles ni responsabilidades a otras personas no se va a desarrollar sus procesos correspondientes.

Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos.

Como no va a haber un equipo de proyecto no se va a realizar comunicaciones con los interesados internos del proyecto, pero si va a haber comunicación con los interesados externos del proyecto, los de la gerencia de seguridad de la corporación minera que está brindando información, los cuales están muy interesados en el proyecto. Por lo cual se va a realizar los siguientes procesos:

- Identificar a los Interesados.
- Planificar las Comunicaciones.
- Distribuir la Información.
- Gestionar las Expectativas de los Interesados.

Para la ejecución del presente proyecto se coordinaron reuniones cada dos semanas con la asistente de la gerencia de Seguridad y Salud, y semanales según sean las necesidades con el área de Sistemas de la corporación minera.

Gestión de los Riesgos del Proyecto

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto.

Como es un proyecto de fin de carrera no se realizará todos los procesos que conllevan esta parte por su complejidad, por lo cual solo se realizarán los siguientes procesos:

- Planificar la Gestión de Riesgos.
- Identificar los Riesgos.
- Planificar la Respuesta a los Riesgos.

Los riesgos identificados para el desarrollo del proyecto se muestran en el anexo 4. Los procesos que no se van a realizar, debido a su grado de complejidad, y que no son obligatoriamente necesarias por el motivo de ser un proyecto de fin de carrera, son los siguientes:

- Realizar el análisis cualitativo de riesgos.
- Realizar el análisis cuantitativo de riesgos.
- Monitorear y controlar los riesgos.

Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos de compra y adquisición de los productos, servicios o resultados que son necesarios obtener fuera del equipo del proyecto.

No se piensa realizar adquisiciones significativas para que justifiquen el desarrollo de estos procesos, por tal motivo no se van a realizar sus procesos.

1.6.2 Relacionados a los resultados esperados

A continuación se mencionarán las herramientas, métodos y metodologías utilizadas para obtener los resultados mencionados anteriormente.

1.6.2.1 BPMN

Para la elaboración de los resultados esperados 1 y 2, para la notación gráfica de los procesos del negocio a ser realizados se utilizará la herramienta BPMN, el cual es un estándar reconocido internacionalmente [Debevoise, 2011].

Business Process Modeling Notation o BPMN (en español Notación para el Modelado de Procesos de Negocio) es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo, además incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis.

Esta notación ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los procesos y los mensajes que fluyen entre los participantes de las diferentes actividades.

1.6.2.2 RUP

Para el desarrollo del proyecto se tomará como guía la metodología RUP (Rational Unified Process) de una manera ligera para pequeños proyectos, en la cual se aplica efectivamente técnicas de XP(eXtreme Programming) [Pollice, 2002].

En el presente proyecto se ejecutarán las siguientes fases:

- **Inicio de Proyecto - Concepción:** aquí es donde se debe identificar los procesos importantes del proyecto y los riesgos antes de la iniciación de este. En esta fase hay cuatro actividades esenciales:
 - Formular el alcance del proyecto.
 - Planear y preparar los casos de negocio.
 - Sintetizar un candidato de arquitectura.
 - Preparar el ambiente de desarrollo.

Para la realización de estas actividades, primero se realizó el levantamiento de información a través de continuas entrevistas con la gerencia de seguridad de la corporación minera, consulta de trabajos bibliográficos, entre otros.

- **Elaboración:** El propósito de esta fase es la generación de una línea base de la arquitectura del sistema, para que provea una base estable para el volumen de esfuerzo de diseño e implementación en la fase de construcción. La estabilidad de la arquitectura es evaluada a través de una o más prototipos de arquitectura. En esta etapa hay 3 actividades principales:
 - Definir y validar una línea base de arquitectura.

- Refinar la visión.
 - Crear y planear una línea base de iteraciones para la fase de construcción.
- **Construcción:** El propósito de esta fase es completar el sistema de información, a través del desarrollo del sistema y validar su correcto funcionamiento. Finalmente se generará el plan de pruebas unitarias y de integración.

En cada iteración de construcción se realizan tres actividades esenciales:

- El manejo de recursos y control de procesos.
- Desarrollo y pruebas de componentes.
- Evaluación de iteraciones.

La fase de transición no se llevará a cabo, ya que en esta fase se realiza el pase a producción, se crean los manuales de usuario y se realiza la implantación de la solución. Lo cual sobrepasa el alcance del proyecto a realizarse.

La fase de concepción y elaboración serán desarrolladas en un periodo de iteración por separado, mientras que la fase de construcción será desarrollado en tres iteraciones.

En la **tabla 1-1** se presentan las actividades a realizar para el desarrollada de los resultados esperados.

Resultado Esperado	Metodología
Resultado 1	Para el desarrollo de ese resultado esperado se realizaron una serie de reuniones con la gerencia de seguridad para la obtención de información sobre los procesos actuales del manejo de EPPs en las unidades y obtención de información relacionadas sobre ellas. Se modelaron a través del uso de la herramienta Bizagui. Se validarán estos por parte de la gerencia de seguridad, y se procederá al análisis de estos para su posible mejora y/o adición de nuevos procesos que ayuden en la obtención de una solución a sus problemas. Estas actividades corresponden a la obtención de los procesos importantes del negocio correspondientes al proyecto, y a su análisis, lo cual se encuentra dentro de la fase de concepción.

Resultado Esperado	Metodología
Resultado 2	El desarrollo de este resultado fue posterior al análisis de los procesos mencionados anteriormente y en el desarrollo de reestructuración de estos procesos como la adición de otros procesos, para finalizar con el modelamiento de estos a través del uso de la herramienta Bizagui, para finalizar con su validación y aceptación por parte de la gerencia de seguridad. Estas actividades corresponden a la obtención de los procesos importantes del negocio correspondientes al proyecto, y la mejora de estos se encuentra dentro de la fase de concepción.
Resultado 3	Para la obtención de este resultado, se llevaron a cabo una serie de reuniones con el área de sistemas de la empresa para poder conocer las arquitecturas de las Bases de datos manejadas por sus sistemas y según la necesidad de información se desarrollaron vistas para la utilización de información de estos, la cual es solo unidireccional. Estas actividades corresponden al diseño de la arquitectura del software que se encuentra dentro de la fase de elaboración.
Resultado 4	Para la obtención de este resultado primero se realizaron prototipos del sistema, los cuales fueron diseñados usando las métricas propuestas por Jakob Nielsen, terminadas posteriormente de una serie de cambios a petición del líder usuario y por el dueño del proceso obtuvieron su aprobación. Estas actividades corresponden a la fase de elaboración.
Resultado 5	Para la obtención de este resultado se usará la información obtenida en el proceso de levantamiento de la información, y se procederá en base a estas en diseñar el modelo de datos y definir el motor de base de datos a utilizar. La información de los motores con que cuenta actualmente la corporación minera y las características de sus servidores para tener en cuenta la compatibilidad que estos poseen con las herramientas que se pretenden usar. Toda esa información se obtuvieron en reuniones que se tuvieron con personal del área de sistemas. Estas actividades corresponden a la fase de elaboración.
Resultado 6	Para la construcción de este módulo se utilizará la información

Resultado Esperado	Metodología
	asociada a la fase de iniciación para recopilar el catálogo de reportes que el dueño del proceso requiere que estén presentes en el sistema a construir. Por otro lado, según reuniones con el área de sistemas se acordó el uso de la herramienta que utilizan ellos (suite de controles devexpress, reporting services) para el desarrollo de reportes por petición de ellos. Estas actividades corresponden a la fase de elaboración y construcción.

Tabla 1-1 Resultados esperados contra metodología a utilizar

Además del uso de las herramientas antes mencionadas, se utilizaron las siguientes herramientas para el desarrollo del proyecto:

- SQL power architect, para la construcción de la arquitectura de la base de datos.
- SQL server 2008 R2, para la generación de la base de datos del sistema.
- Microsoft Visual Studio 2010, para el desarrollo del sistema, además del suite de controles devExpress, el cual fue brindado por el área de sistemas para la construcción del proyecto.

1.7 Alcance y limitaciones

El siguiente proyecto busca realizar el registro y control de los equipos de protección personal que está bajo la supervisión de la gerencia de Seguridad y Salud de una corporación minera haciendo uso de una aplicación web. Se ha elegido esta área debido a que es responsable de la seguridad de los trabajadores en las unidades, además debido a la normativa peruana en minería este tema es obligatorio ya que de no manejarse un control adecuado puede implicar sanciones y penas monetarias para la organización. Entre las principales funcionalidades del sistema está la automatización del registro de entrega de EPPs a los trabajadores de la corporación minera y la rápida consulta de esta información.

La gerencia de seguridad y salud es la que ha brindado la información necesaria para la elaboración del presente proyecto.

Con la elaboración de este proyecto la corporación minera podrá tener un mejor control de los EPP para los trabajadores. También ayudará a tener información sobre el ciclo de vida de EPP según unidad y tipo de extracción, y cuáles son los equipos que suelen ser utilizados según el rol de trabajo.

Las limitaciones del proyecto son las siguientes:

- Se realizará el proyecto para una corporación minera en el Perú.
- Problemas de comunicación con los contactos en la gerencia de seguridad de la corporación minera debido a sus continuos viajes a las minas por motivos de trabajo. Debido a esto se ha tomado como alternativa la programación de fechas específicas para la realización de consultas y revisiones respectivas, con la aprobación de ambas partes.
- La falta de cooperación de la gerencia de logística, en brindar datos de la entrega de equipos de protección. Debido a lo anterior se ha tomado como alternativa el no utilizar los datos de la gerencia de logística y manejar solo los datos que son accesibles a la gerencia de seguridad y salud.
- Con el área de sistemas de la corporación minera, porque son ellos los que brindan el acceso a la BD de los sistemas de la corporación. Debido a lo anterior se ha tomado como alternativa solicitar la información a través de la gerencia de seguridad y salud.

1.8 Viabilidad y justificación del proyecto

El proyecto a realizar debe desarrollarse tomando en cuenta los recursos de tiempo, acceso a la información, grado de dificultad y financiamiento que este conlleve. En otras palabras se deja constancia que el proyecto es viable y se dispondrá de los recursos, permisos y tiempo para su respectivo desarrollo.

El principal motivo que justifica el presente proyecto, es que en la actualidad la Gerencia de Seguridad y Salud de la corporación minera tiene un pobre control con respecto al manejo y entrega de los EPPs. En este sentido el sistema propuesto permitirá tener un control efectivo de los diferentes EPP, así como de su entrega a dichos trabajadores.

Además el acceso de información de la entrega de EPPs a los trabajadores no es inmediata, pues suele demorar según el caso desde medio día si es una información específica hasta de 1 a 3 semanas en el caso de la elaboración de

ciertos reportes. Con el sistema propuesto se podrá obtener información en cuestión de segundos, habiéndose diseñado además un módulo de reportes el cual ayudará en gran medida a la Gerencia de Seguridad y Salud.

Por último, actualmente solo se manejan los documentos de entrega de los EPPs a los trabajadores en fichas de control de forma física, y estos son almacenados en cada área de cada unidad, lo cual genera que se puedan dañar o extraviar. Para solucionar este problema el sistema propuesto permitirá el manejo de una versión digitalizada de cada documento de entrega de EPP a los trabajadores, lo cual permitirá una rápida visualización de este, y una copia de respaldo de dichos documentos.

1.9 Plan de actividades

Para la gestión del proyecto se ha tomado en cuenta la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, la cual se mencionó en el punto 1.6.1.1. En el cual, además se mencionaron las áreas de conocimiento que se van a realizar.

1.9.1 WBS (Work BreakDown Structure)

En la **figura 1-1** se muestra la estructura de descomposición del proyecto a realizarse. Se ha separado la gestión del proyecto, de fase inicial, análisis, diseño y construcción para una mejor visualización. Dentro de cada uno se muestran los puntos a considerarse.

1.9.2 Diagrama de Gantt del Proyecto

En la **figura 1-2** se muestran el detalle de las tareas a realizarse durante el proyecto; dentro de las principales se tiene la planificación y definición del alcance, la identificación de riesgos, la definición de requerimientos, el análisis, diseño, implementación y pruebas.

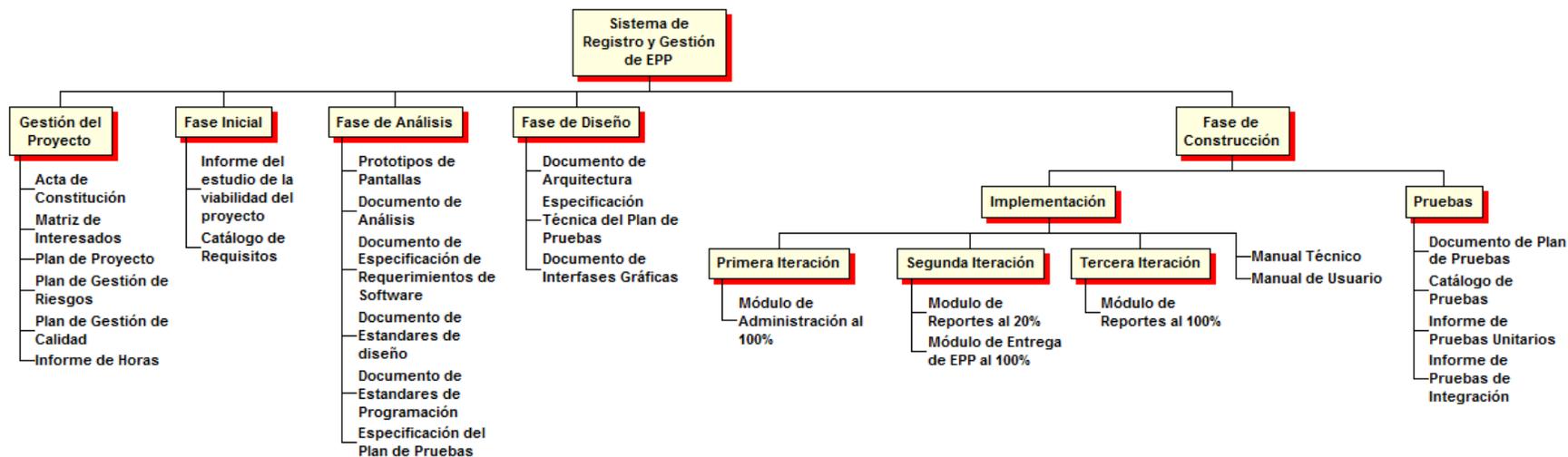


Figura 1-1 WBS-EDT

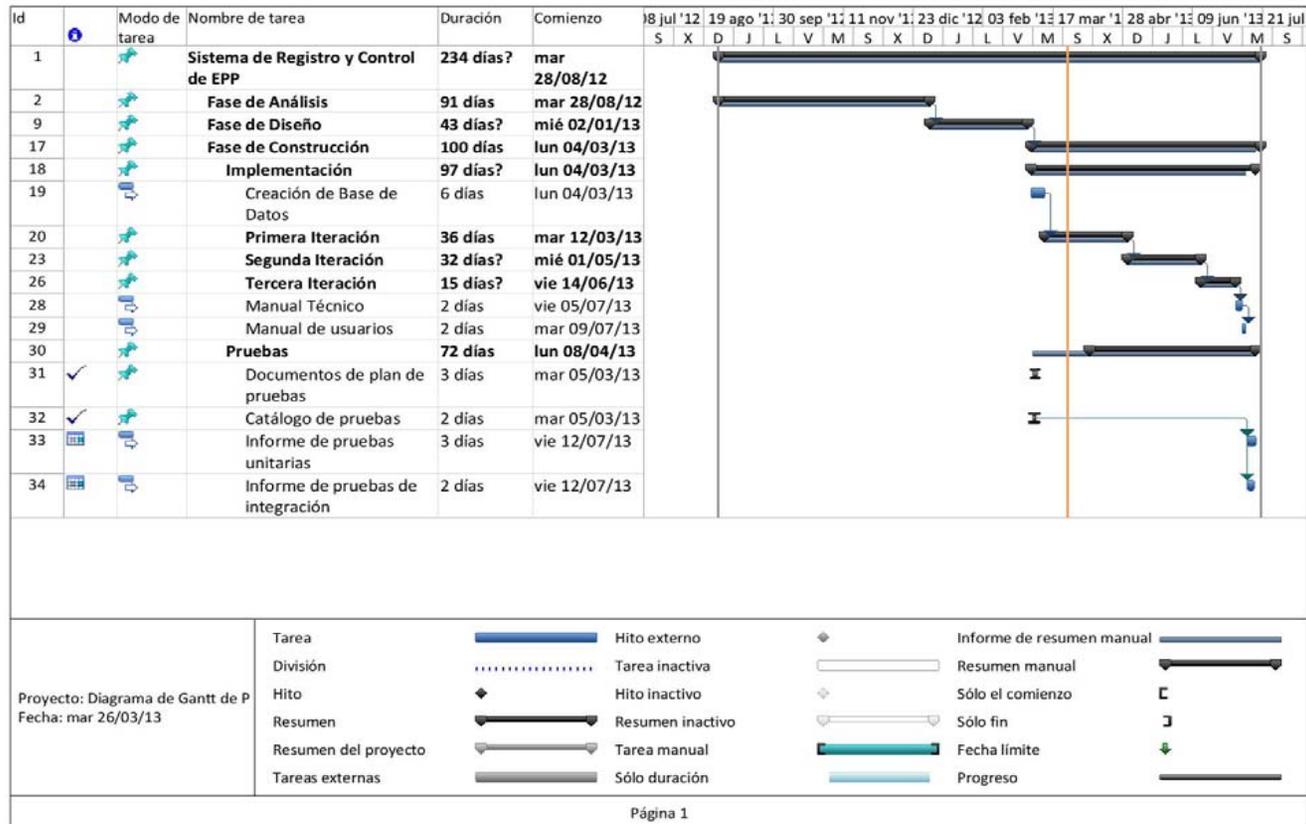


Figura 1-2 Diagrama de Gantt del Proyecto

2 Marco Conceptual y Legal

El presente capítulo se divide en dos partes, primero en el marco conceptual se mencionarán y definirán los términos más importantes que se deben manejar para el entendimiento del presente proyecto. Y en el marco legal se citará los principales conceptos del Decreto Supremo N° 055-2010 EM, los cuales influyeron en la realización del presente proyecto.

2.1 Marco Conceptual

A continuación se definen los términos más importantes que se deben manejar para entender el presente proyecto

2.1.1 Conceptos relacionados al problema

A continuación se mencionan los conceptos directamente relacionado al tema de tesis

2.1.1.1 *EPP - Equipo de Protección Personal*

Los equipos de protección personal como su nombre lo indica, comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos tamaños que emplean

los trabajadores para protegerse de posibles lesiones. Su función principal es la de resguardar las diferentes partes del cuerpo, para evitar que un trabajador tenga contacto directo con factores de riesgo que le pueden causar una lesión o enfermedad [Herrick, 2001]

Los equipos y los dispositivos de protección, son instrumentos esenciales de toda estrategia de control de riesgo y pueden ser de gran ayuda si se reconoce su importancia dentro de la jerarquía de control. El uso de equipos y dispositivos protectores debe apoyarse en un programa de protección personal que garantice su funcionamiento en las condiciones de uso previstas y quienes deben llevarla sepan usarla correctamente en su beneficio para realizar su actividad laboral [Herrick, 2001]. En la minería peruana el uso de los EPPs está regulado por Decreto Supremo N° 055- 2010-EM [Reglamento de Seguridad, 2010]

Los requisitos de un EPP son:

- Proporcionar máxima protección.
- Su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.
- No debe restringir los movimientos del trabajador.
- Debe ser durable y de ser posible el mantenimiento debe hacerse en la empresa.
- Debe ser construido de acuerdo con las normas brindadas por el ministerio de Energía y Minas.

La clasificación de los EPPs según [Herrick, 2001] son:

1. Protección a la Cabeza (cráneo)
2. Protección de Ojos y Cara
3. Protección a los Oídos
4. Protección de las Vías Respiratorias
5. Protección de Pies y Piernas
6. Ropa Protectora

2.1.1.1.1 Protección a la cabeza

Los elementos de protección a la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad [Herrick, 2001]

El principal objetivo del casco de seguridad, es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos, aunque también puede proteger frente a otros riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica.

Para reducir las consecuencias destructivas de los golpes en la cabeza, el casco debe cumplir las siguientes condiciones, de acuerdo a lo establecido en el diccionario de la OIT-Capítulo XXXI [Herrick, 2001]:

- Limitar la presión aplicada al cráneo distribuyendo la carga sobre la mayor superficie posible.
- Desviar los objetos que caigan, por medio de una forma adecuadamente lisa y redondeada.
- Disipar y dispersar la posible energía que se les transmita, de modo que no pase en su totalidad a la cabeza y el cuello.

Algunos ejemplos de cascos se muestran en la figura 2-1.



Figura 2-1 Ejemplos de cascos de seguridad con barboquejo (a), filtro óptico (b) y faldilla de lana para proteger el cuello del viento y el frío (c) [Herrick, 2001]

2.1.1.1.2 Protección de ojos y cara

Para proteger los ojos y la cara se utilizan diversos tipos de gafas, gafas con montura integral, pantallas faciales y elementos parecidos que impiden la penetración de partículas y cuerpos extraños, compuestos químicos corrosivos, humos, láseres y radiaciones. Con frecuencia es necesario proteger toda la cara frente a las radiaciones o los peligros de naturaleza mecánica, térmica o química. En ocasiones, una pantalla facial protege también los ojos, pero en muchos casos éstos exigen un protector específico, sea independiente o en forma de complemento del protector facial [Herrick, 2001]

Los dos problemas básicos que plantean el uso de protectores de los ojos y la cara son:

- (1) cómo proporcionar una protección eficaz que resulte aceptable durante muchas horas de trabajo sin resultar excesivamente incómoda.
- (2) Ser invasivos a consecuencia de las limitaciones que imponen a la visión.

A pesar de los problemas que se ha detallado es necesario el uso obligatorio de estos equipos para la protección del trabajador.

Hay seis tipos básicos de protectores de los ojos y la cara:

1. Gafas, con o sin protectores laterales; (Figura 2-2).
2. Gafas con montura integral (Figura 2-3).
3. Pantallas que protegen las cuencas oculares y la parte central del rostro (Figura 2-4).
4. Tipo casco, que protegen por completo la parte frontal del rostro (Figura 2-5).
5. Pantallas protectoras de mano (Figura 2-5).
6. Capuchas que cubren por completo la cabeza, como los cascos de buzo (Figura 2-5).



Figura 2-2 Tipos comunes de gafas de protección ocular, con y sin protecciones laterales [Herrick, 2001]



Figura 2-3 Ejemplos de gafas de montura integral de protección ocular [Herrick, 2001]

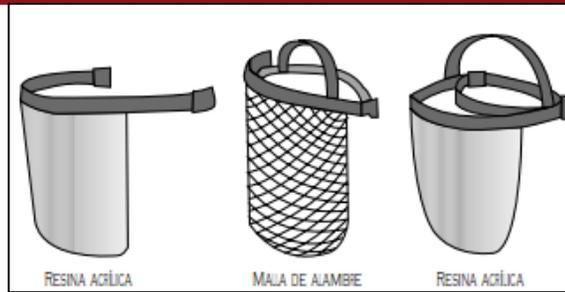


Figura 2-4 Pantallas faciales para trabajar a temperaturas elevadas
 [Herrick, 2001]

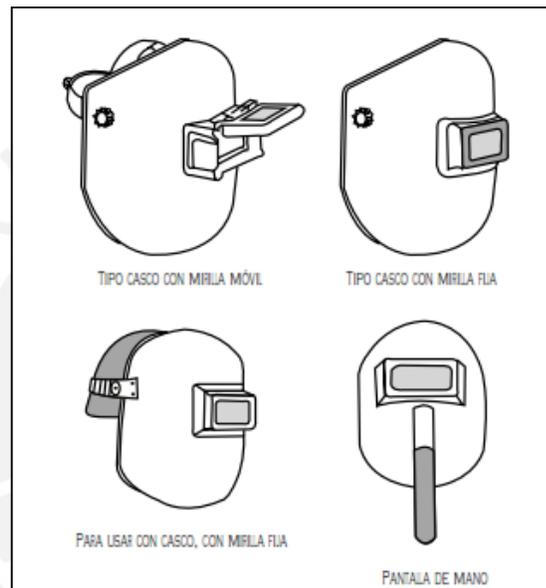


Figura 2-5 Protectores para soldadura. Fuente
 [Herrick, 2001]

2.1.1.1.3 Protección de los oídos

Los protectores de los oídos, una solución obvia al problema, reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo [Herrick, 2001]. Adoptan formas muy variadas, como ilustra la figura 2-6.

Los tapones para los oídos se llevan en el canal auditivo externo y se comercializan tapones pre moldeados de uno o varios tamaños normalizados que se ajustan al canal auditivo de casi todo el mundo.

Los tapones externos se sujetan aplicándolos contra la abertura del canal auditivo externo y ejercen un efecto similar al de taponarse los oídos con los dedos,

Se fabrican en un único tamaño y se adaptan a la mayor parte de los oídos. Se sujetan con un arnés de cabeza ligero que ejerce una leve presión.

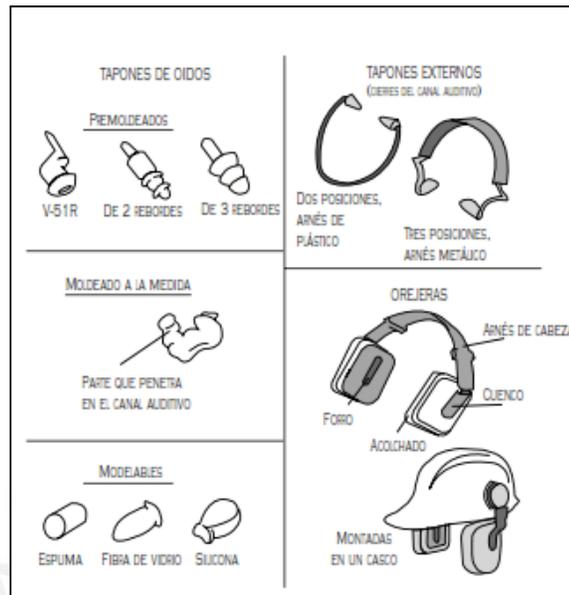


Figura 2-6 Ejemplos de distintos tipos de protección auditiva [Herrick, 2001]

2.1.1.1.4 Protección respiratoria

En algunas industrias, el aire contaminado por polvos, humos, neblinas, vapores o gases potencialmente nocivos puede ser perjudicial para el trabajador, por lo que es importante controlar la exposición de estos materiales para reducir el riesgo de enfermedades profesionales causadas por respirar el aire contaminado. La mejor forma de controlar la exposición es reducir al mínimo la contaminación en el lugar de trabajo. Esto puede lograrse por medio de medidas de control técnico (encerrar o limitar la operación con ayuda de equipos de ventilación general y local y uso de materiales menos tóxicos). Cuando sea inviable aplicar medidas de control técnico eficaces o mientras se están implantando o evaluando, hay que usar equipos de protección respiratoria para proteger la salud del trabajador. Para que los equipos de protección respiratoria funcionen como está previsto, es necesario instaurar un programa adecuado y bien planificado de equipos de protección respiratoria [Herrick, 2001].

Aun así, ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a las vías respiratorias del usuario. El uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes, provocando enfermedades o incluso la muerte.

Los equipos de protección respiratoria se clasifican en función del tipo de cobertura que proporcionan al aparato respiratorio (cobertura de entradas) y del mecanismo mediante el cual protegen al usuario del contaminante o de la deficiencia de oxígeno. Estos mecanismos son la purificación o el suministro de aire.

Los tipos de respiradores son:

- Respiradores de filtro mecánico: polvos y neblinas.
- Respiradores de cartucho químico: vapores orgánicos y gases.
- Máscaras de depósito: Cuando el ambiente está viciado del mismo gas o vapor.
- Respiradores y máscaras con suministro de aire: para atmósferas donde hay menos de 16% de oxígeno en volumen.

Algunos de estos tipos se muestran en la figura 2-7.



Figura 2-7 Ejemplos de distintos tipos de protección respiratoria [Herrick, 2001]

2.1.1.1.5 Protección de piernas

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico [Herrick, 2001].

El tipo de protección del pie y la pierna debe elegirse en función del peligro. Los tipos de equipos de protección son:

- En ciertas industrias ligeras pueden ser suficientes los zapatos normales. Aunque esta práctica no es aconsejable, porque este tipo de calzado puede provocar accidentes.
- En otras ocasiones bastan unos zapatos protectores o unos zuecos y en otros casos hay que usar botas o polainas (véanse las Figuras 2-8, 2-9). La altura del

calzado —hasta el tobillo, la rodilla o el muslo— depende del peligro, pero también deben tenerse en cuenta la comodidad y la movilidad. Así, en algunos casos es mejor usar zapatos con polainas que botas altas.

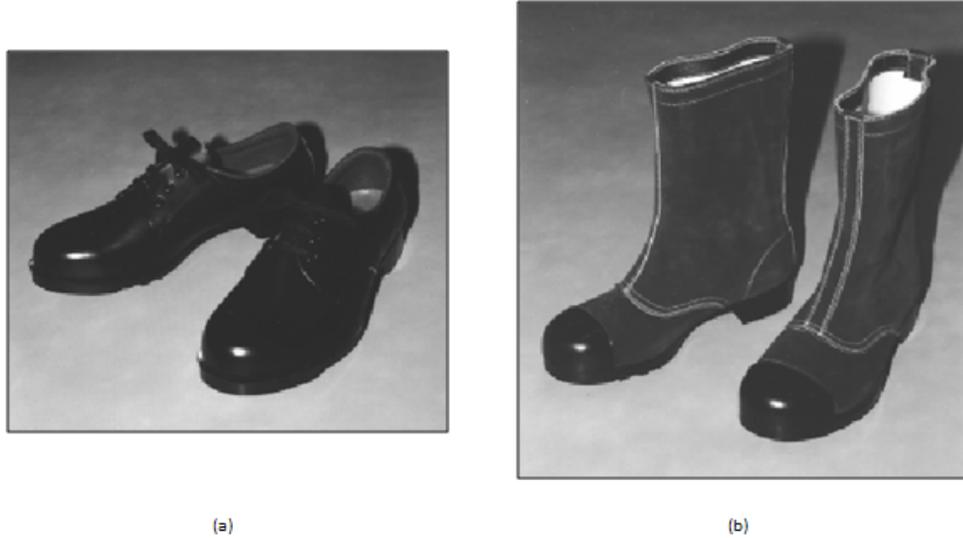


Figura 2-8 (a) Zapatos de seguridad, (b) Botas con protección térmica
[Herrick, 2001]



Figura 2-9 Zapatillas de seguridad
[Herrick, 2001]

2.1.1.1.6 Ropa protectora

En un sentido general, el concepto de ropa de protección incluye todos los elementos que forman un conjunto protector (bata, guantes y botas). Por tanto, la ropa de protección abarca desde el dedal que evita los cortes causados por los cantos de las hojas de papel hasta el traje aislante completo con equipo de

respiración autónoma que se utiliza en las situaciones de emergencia que siguen a los vertidos de compuestos químicos [Herrick, 2001]

La ropa de protección puede ser de materiales naturales (algodón, lana, cuero, sintéticos (nylon) o de distintos polímeros (plásticos y cauchos, como el butilo, el cloruro de polivinilo o el polietileno de cloro). Los materiales tejidos, cosidos o con poros por cualquier otro motivo (no resistentes a la penetración ni a la impregnación por líquidos) no deben utilizarse en situaciones que exijan protección frente a líquidos o gases.

La configuración de la ropa protectora varía mucho en función del uso a que vaya destinada. No obstante, los elementos normales son casi siempre similares a las prendas de uso común (pantalones, chaqueta, capucha, botas y guantes). En aplicaciones como la resistencia a la llama o la manipulación de metales fundidos se utilizan elementos especiales, como calzones, brazaletes y mandiles fabricados con fibras o materiales naturales o sintéticos, tratados o sin tratar (un ejemplo histórico sería el amianto). La ropa protectora frente a riesgos químicos suele ser de confección más especializada, como se ilustra en las Figuras 2-10.



Figura 2-10 Dos trabajadores con trajes de protección química de distinta configuración [Herrick, 2001]

2.1.1.2 Ficha de Control de entrega de equipos de protección personal

Es el documento el cual firman los trabajadores que reciben los EPP, el cual es el único documento que sirve de constancia de la entrega de estos [Canales, 2012].

Los campos mínimos de ficha de control son:

- El nombre del trabajador
- Departamento
- Área
- EPP recibido
- Fecha de recepción
- Fecha de devolución
- Firma del trabajador

Se puede observar un ejemplo de esta ficha en la figura 2-11.

2.1.1.3 Procesos relacionados al tema del proyecto que se va a desarrollar

En estos momentos el tema del proyecto de tesis gira sobre 3 procesos: 1) entrega de EPP al personal nuevo del área de la mina; 2) intercambio o reposición de EPP; 3) búsqueda de información sobre EPP entregada a los trabajadores. Los cuales sufrirán cambios para su mejoría como se verá más adelante

El proceso de entrega de EPP al nuevo personal inicia cuando el trabajador termina su capacitación correspondiente, va al almacén del área y solicita su correspondiente equipo según el tipo de trabajo que va a realizar. El encargado del almacén primero llena una ficha de control correspondiente del trabajador.

Cada mina suele tener su propia ficha con unos o más datos adicionales.

Posteriormente se le entrega los EPP y se registra manualmente en la ficha que equipo se le entregó y al finalizar el empleado firma la ficha como conformidad de recepción de EPP. El área de logística se queda con el original de esta ficha, mientras que el área le saca una copia a ella. Para finalizar el proceso el área, archiva el documento [Canales, 2012]. Dicho proceso se explica a través del diagrama de flujo que se muestra en la figura 2-12.

El proceso de intercambio o reposición de EPP comienza cuando un trabajador se acerca al almacén para solicitar un EPP por motivo de deterioro o pérdida del equipo anterior, si es por motivo de pérdida tiene que informar el motivo de ello verbalmente y se registrará el detalle de la pérdida del EPP en un documento de manera opcional para proceder después a entregarle el nuevo EPP. En caso de que el EPP se haya deteriorado o vencido se comunicará verbalmente al encargado del área y se procederá a entregar un nuevo EPP. Al final de ambos casos se registrará en la ficha de control la entrega del EPP y se archivará el documento [Canales, 2012]. Un diagrama de flujo de este proceso se muestra en la figura 2-13.

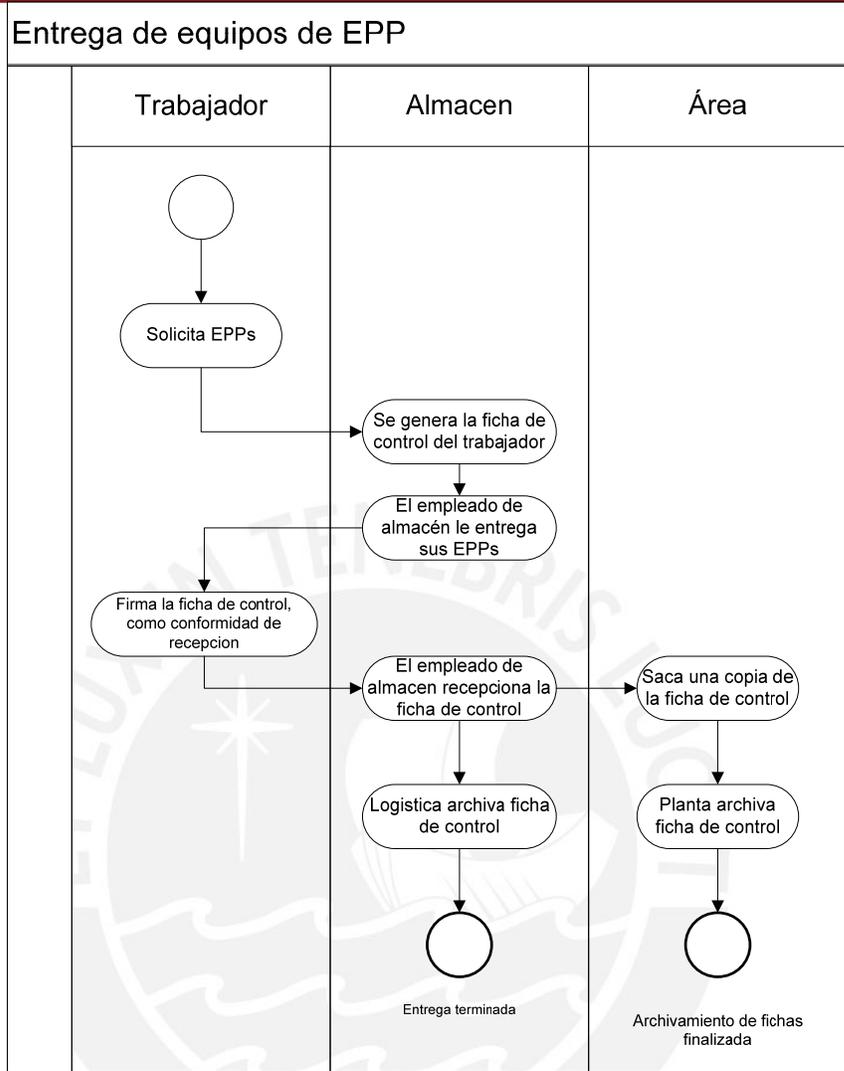


Figura 2-12 Proceso de entrega de equipos [Canales, 2012]

El proceso de búsqueda de información con respecto a los EPP, se inicia con la solicitud de información a la gerencia de seguridad de la unidad, esta delega la búsqueda de información al personal del área, posteriormente los empleados del área realizan la búsqueda de la ficha de control del personal deseado en el archivero, lo cual en varios casos ha tomado un tiempo mayor a medio día. Encontrada la información se la entrega a la gerencia de seguridad de la mina y esta procede a entregársela a la gerencia solicitante de la información para terminar el proceso [Canales, 2012]. Un diagrama de flujo de este proceso se muestra en la figura 2-14.

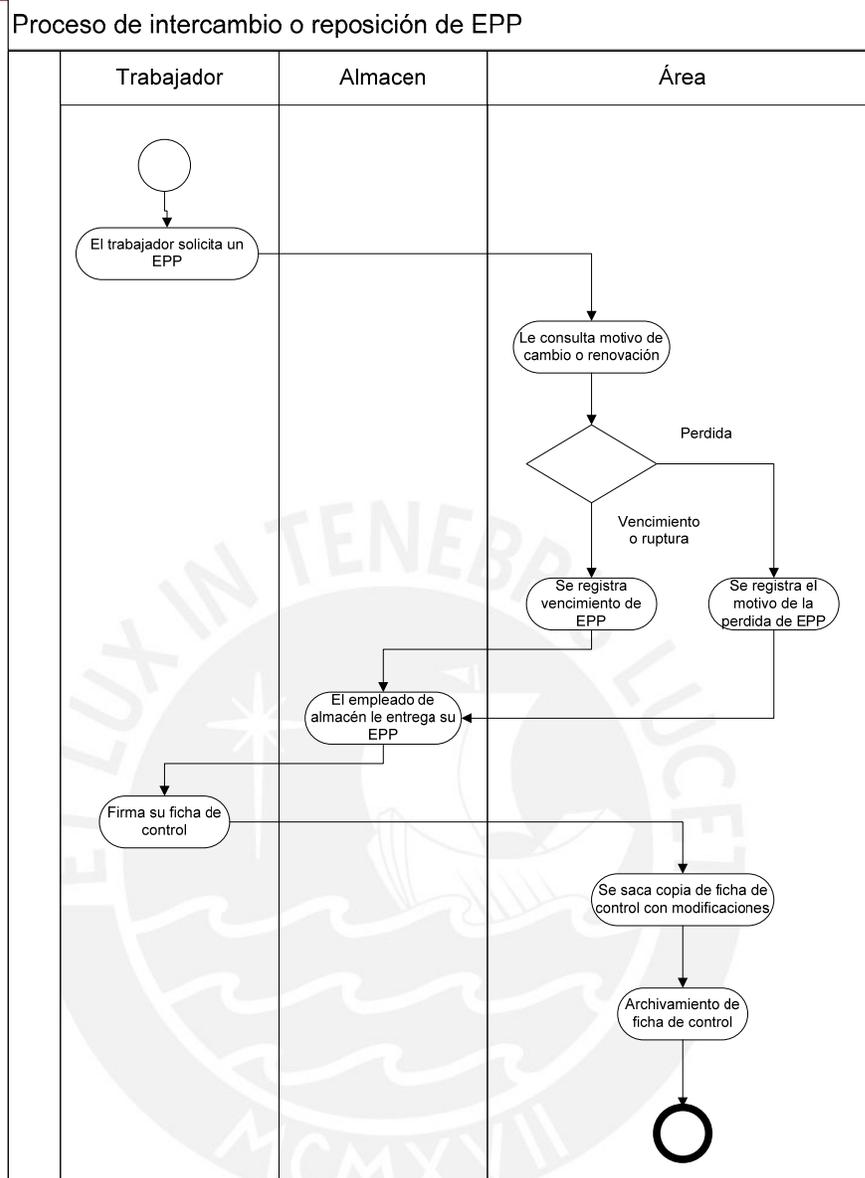


Figura 2-13 Proceso de intercambio o reposición de EPP [Canales, 2012]

2.1.1.4 Procedencia de trabajadores de una mina y responsabilidad con ellos

La procedencia de los empleados que trabajan en la mina tiene 3 diferentes procedencias, las cuales son:

- Los empleados propios de las mineras. Los cuales son contratados directamente por la mina y disfrutan de todos los beneficios que eso conlleva por ley.

- Los empleados provenientes de una contrata. Son aquellos que provienen de una empresa, contratadas para brindar servicios. En estos casos los empleados no tienen ningún beneficio directo por parte de la mina
- Los empleados provenientes de una conexa o también dicha subcontrata, es cuando la minera contrata los servicios de una empresa por trabajadores, y a la vez esta contrata los servicios a otra empresa por trabajadores y estos son los que trabajan en la mina.

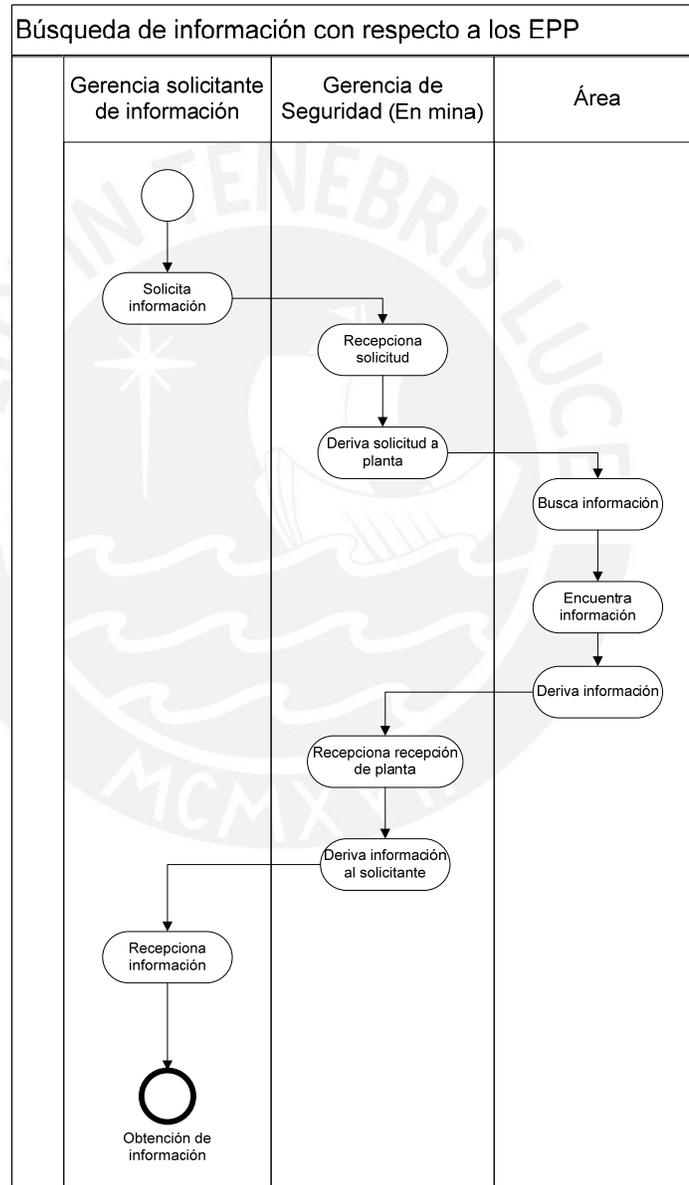


Figura 2-14 Proceso de solicitud de información [Canales, 2012]

Se tiene que aclarar que sea un trabajador de la mina, de una contrata o conexa, en el caso que ocurra un incidente dentro de las instalaciones de la mina, la mina corre

con todas las responsabilidades ocurridas, y en caso de penalización esta recae totalmente sobre la mina.

Pero sean los trabajadores propios, de una contrata o de una conexas todos reciben sus EPP correspondientes del almacén del área de la mina. Pero en casos de las contrata y conexas se realiza un descuento por la entrega de estos equipos [Canales, 2012].

2.1.2 Otros conceptos

A continuación se definirán otros conceptos relacionados con el desarrollo del presente tema de proyecto de tesis.

2.1.2.1 Gerencia de Seguridad y Salud

Es la gerencia que se encarga de la administración de la prevención, eliminación y/o control de los peligros que puedan ocasionar riesgos a la seguridad y salud del trabajador en las minas [Ruiz, 2008], [Valdiviezo, 2003].

Cumple esta labor a través de Procedimientos, Registros, Reglamento Interno de Seguridad, Planes de emergencia, etc. Son liderados por la Dirección de la Empresa.

2.2 Marco Regulatorio-Legal

A continuación se dará una definición del marco regulatorio-legal DS-055-2010, el cual tiene una fuerte relación con el tema del presente proyecto.

2.2.1 Decreto Supremo 055-2010-EM

Es el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias a la minería, el cual consta de trescientos noventa y seis (396) artículos, 32 anexos y 3 guías, el cual fue aprobado el veintiún de agosto del 2010 [Reglamento de Seguridad, 2010].

El presente reglamento tiene como objetivo prevenir la ocurrencia de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales, promoviendo una cultura de prevención de riesgos laborales en la actividad minera. Para ello cuenta con la participación de los trabajadores, empleadores y el Estado, quienes velarán por su promoción, difusión y cumplimiento.

Con lo cual se espera alcanzar los siguientes resultados:

- Estabilidad mental y biológica de los trabajadores.

- Reducción de accidentes mortales, incapacitantes, triviales y daños a la propiedad de la empresa.
- Control del ambiente de trabajo y su entorno.
- Elevada producción y alta rentabilidad.
- Lograr una mejora organizacional continua.
- Imagen institucional.

Lo más importante del presente reglamento que influye en el desarrollo del proyecto, corresponde a los artículos concernientes al capítulo VII, respecto a Equipos de Protección Personal (EPP), el cual trata sobre los siguientes aspectos:

- Queda terminantemente prohibido efectuar trabajos sin tener sus EPPs que cumplan con las especificaciones técnicas de seguridad nacional o con las aprobadas internacionalmente.
- Los vestuarios serán debidamente implementados, mantenidos aseados.
- Los trabajadores expuestos a sustancias infecciosas, irritantes y tóxicas se cambiarán la ropa de trabajo antes de ingerir alimentos o abandonar el lugar o área de trabajo.

3 Estado del Arte

El estado de arte, se realizó con el objeto de buscar soluciones similares para el presente tema del proyecto de tesis, así como para encontrar información pertinente que se pueda utilizar para la elaboración del sistema, en la cual se pudo advertir que no se cuenta con una gran cantidad de sistemas dedicados al registro y control de los EPP, especialmente en el rubro del tema para el presente proyecto. Por tal motivo esta vendría ser la principal deficiencia que padecen las empresas mineras de nuestro país al realizar un control adecuado de los mismos.

Asimismo se debe señalar que en la búsqueda de soluciones se encontraron algunas que encajan con la problemática antes mencionada y otras que abarcan la solución de forma parcial, las cuales se explicarán más adelante en forma breve, es así, que al final de este proyecto se brindará una conclusión a partir de la búsqueda de soluciones realizadas.

3.1 Formas exactas de resolver el problema

Entre los productos que han sido usados para resolver el problema se encuentran:

3.1.1 Aplicaciones en Excel y Access

En estos momentos muchas mineras utilizan una solución aproximada con el uso del programa de Excel, el cual les da la capacidad de registro de EPP [Canales, 2012].

Esta herramienta le brinda las necesidades básicas de registro de información de los EPP, pero no le da la posibilidad de búsqueda de información con filtros de forma global entre todas las unidades de la corporación minera, por lo que no es de gran apoyo en búsqueda de información resumida.

3.2 Soluciones similares

Entre los productos que son similares con los problemas relacionados se encuentran:

3.2.1 Sistema Trace-T

Es un software con el cual de forma rápida y simple se administra las entradas y salidas de herramientas, EPP, insumos y otros artículos en uno o múltiples paños. El objetivo de este software es el de apoyar a las empresas en la gestión y control inmediato de sus stock, aportando una eficiencia en los tiempos de registro de recepción y despachos [TRACE, 2012].

Algunas de las funcionalidades que son parte del sistema son:

- Autenticación con huella digital.
- Se podrá usar la opción de fotografía en la pantalla para reconocer los empleados de la organización.
- El registró de los préstamos usando código de barras.
- Registro y actualización de cada herramienta.
- Se recibirá alertas, cuando se llegué a stock mínimo.
- Se pueden obtener reportes en línea.

3.2.2 Control de elementos de protección personal

El proyecto se desarrolló en la Compañía Minera San Gerónimo, que es una empresa de mediana minería del cobre y se dedica a la producción y venta de Concentrados y Sulfatos de Cobre, su casa matriz está ubicada en la ciudad de Coquimbo-Chile [Monardez, 2008].

El aporte de este proyecto es la automatización en la entrega, registro y almacenamiento de la información de EPP, de forma que su utilización genere un ahorro en los costos debido al ambiente de control que propiciará.

El listado de menú del sistema se muestra en la tabla 3-1.

Definiciones	Realiza las operaciones base para que EPP_Control opere correctamente. Dentro de las definiciones que debe realizar para comenzar a operar son los perfiles, usuario, los responsables de área entre otras.
Asignación	Realiza las llamadas a las operaciones que relacionan ciertos atributos que fueron definidos en el menú “Definiciones” como las relaciones que existen entre los EPP y un cargo, o la asignación de un cargo a un trabajador.
Operaciones	Realiza las llamadas a las operaciones que tienen relación con el proceso principal de las entregas de los EPP sea por trabajador o por área, como lo son la Solicitud de EPP y la Resolución de estas solicitudes.
Informes	Realiza las llamadas a los productos finales de EPP Control, que son los reportes.
Ayuda	Muestra una pantalla con la ayuda de utilización de la aplicación.

Tabla 3-1 Listado del menú del sistema [Monardez, 2008].

3.2.3 ISOTools

ISOTools es una herramienta para la correcta gestión en la empresa de los **riesgos laborales**, el control de los equipos de protección individual así como el análisis de los incidentes laborales [ISOTools, 2012].

Esta plataforma tecnológica facilita la implementación, mantenimiento y automatización de sistemas de seguridad y salud laboral basados en la norma OHSAS 18001. Siempre bajo la lógica del ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act).

ISOTools es la plataforma tecnológica que facilita la implementación, mantenimiento y automatización de sistemas de seguridad y salud laboral basados en la norma OHSAS 18001.

Siempre bajo la lógica del ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act). ISOTools ofrece herramientas intuitivas para la correcta gestión en la empresa de los riesgos

laborales, el control de los equipos de protección individual así como el análisis de los incidentes laborales.

Características de este sistema son:

- Entorno Web: En modalidad Cloud Computing. Se puede acceder a la información desde cualquier lugar y desde cualquier equipo. No precisa de instalación.
- Totalmente compatible con los Sistemas Operativos existentes, sólo es necesario un navegador o browser.
- Integración con otras herramientas y software: ISOTools es una herramienta abierta que permite la integración rápida y fácil de aplicaciones encaminadas a las necesidades propias de la empresa.
- Sencillo, cómodo e intuitivo: ISOTools es fácil e intuitivo. No son necesarios grandes conocimientos para empezar a trabajar.
- Herramienta de trabajo en equipo: Comunicación, colaboración y conocimiento compartido. Asignación de responsabilidades.
- Sistema proactivo: Agendamiento y seguimiento de tareas. Notificación automática de pendientes.
- Personalizable, adaptable, versátil: Su alto grado de parametrización hace que sea una herramienta abierta a los cambios propuestos.
- Escalabilidad: ISOTools puede crecer en la misma medida que la organización avanza hacia nuevos modelos de gestión.
- Integridad, Seguridad y Confidencialidad de los datos: Salvaguardándolos por copias de seguridad, infraestructura redundante e ISO 27001.
- Entorno multilingüe: Diferentes usuarios pueden acceder a la plataforma en diferentes idiomas.

Como se observa en la figura 3-1, para la gestión de EPPs ellos lo nombran Gestión de EPIS.

3.3 Comparación de soluciones encontradas

En la **tabla 3-2** se mostrará un cuadro de características y desventajas con respecto a la solución que se desea plantear.

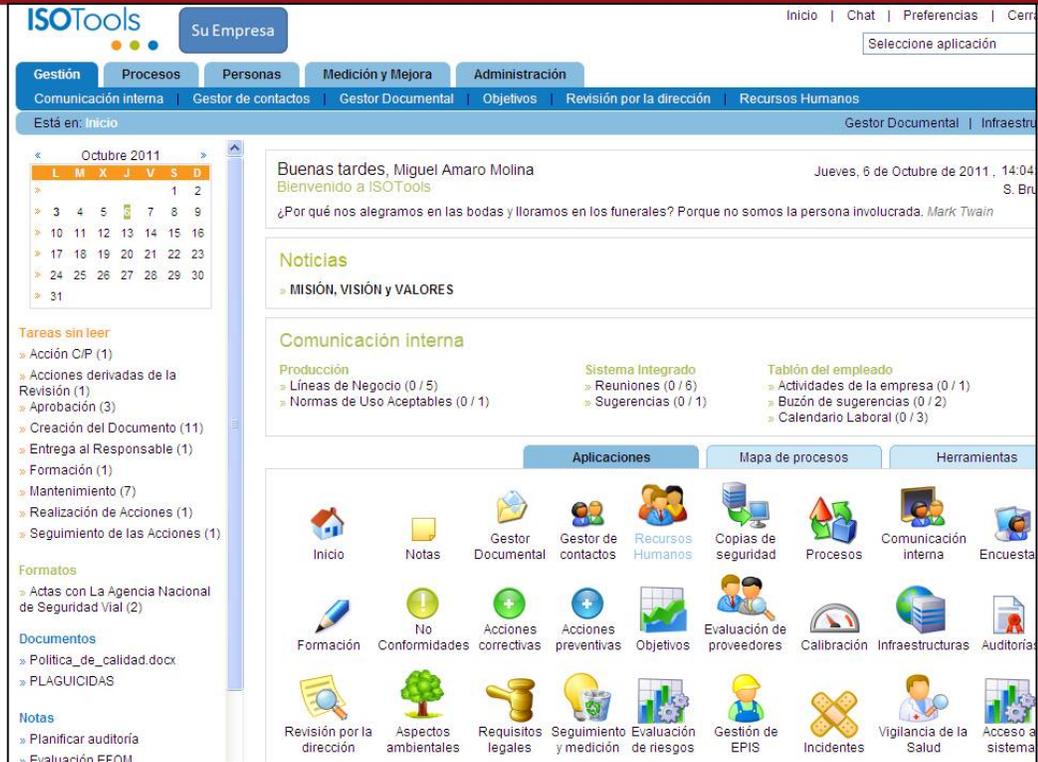


Figura 3-1 Plataforma Tecnológica ISOTools [ISOTools, 2012]

Producto	Características que satisfacen lo requerido.	Desventajas
Aplicación en Excel, Access	<ul style="list-style-type: none"> Facilidad de registro y manejo. 	No da la posibilidad de búsqueda de información con los filtros necesitados y no se puede manejar de forma centralizada para todas las unidades.
Sistema TRACE-T	<ul style="list-style-type: none"> Administra las entradas y salidas de EPPs. Aporta una eficiencia en los tiempos de registro de registro de recepción y despachos. Obtención de reportes en línea 	Este sistema está centrado en el manejo de stock, lo cual abarca solo uno de las necesidades de la empresa.
Control de elementos de protección personal	<ul style="list-style-type: none"> Automatiza la entrega, registro y almacenamiento de la información de EPP. Obtención de reportes. 	Este sistema se acerca a una posible solución, pero no se amolda al flujo de procesos con el que se cuenta actualmente

Producto	Características que satisfacen lo requerido.	Desventajas
ISOTools	<ul style="list-style-type: none"> • Automatiza la entrega, registro y almacenamiento de la información de EPP. • Obtención de reportes. • Ofrece una solución 100% web. • Es personalizable. 	Esta herramienta, si bien se puede ajustar al flujo de procesos con él se cuentan actualmente, su entorno es complejo debido a las diversas funcionalidades que abarca dado a que es un ERP. Y no se encuentran interesados en la compra de módulos de individuales.

Tabla 3-2 Cuadro comparativo de los productos de solución del problema
[Elaboración propia]

3.4 Conclusiones sobre el estado del arte

En conclusión, se encontró que no existe una gran cantidad de soluciones aplicadas a la gestión de EPPs para el rubro de la minería. Pero entre las soluciones encontradas, la más completa se encontraba en uno de los módulos de ISOTools la cual está basada en normas de certificación y cubría la mayoría de las necesidades. Pero el gran tamaño de esta solución, dado que era un ERP, lo descalificaba como posible solución. De esta manera, lo que se plantea es un software a medida para de este modo evitar la complejidad que presentan otras posibles soluciones. Del mismo modo se propone enfocarse en controlar específicamente las necesidades que presentan la empresa de estudio. En efecto, la solución propuesta busca atacar la problemática que existe actualmente así como asistir en el eficiente desarrollo del proceso de gestión de EPPs.

4 Análisis

El presente capítulo tiene como objetivo realizar el análisis del sistema que se desarrolla como proyecto de fin de carrera. Para ello, se presentarán los procesos que han sido mejorados, además de nuevos procesos que han sido desarrollados, la lista de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. Por último, se realiza un análisis de la viabilidad del sistema en términos de los recursos que necesita y se concluye con una breve descripción del mismo.

4.1 Reestructuración de procesos actuales

Anteriormente en el punto 2.1.1.3 se mencionaron los procesos con que la organización en estudio cuenta, los cuales son:

- El proceso de entrega de EPP.
- El proceso de intercambio o reposición de EPP.
- El proceso de búsqueda de información con respecto a EPP.

A través de la obtención de información en las entrevistas realizadas anteriormente mencionadas, analizando la problemática se realizó una reestructuración de los 3

procesos mencionados anteriormente y se agregaron 2 procesos. Estos procesos han sido modelados según una notación gráfica estandarizada BPMN, la herramienta usada es Bizagi Process Modeler. A continuación se dará una breve descripción de los cambios realizados y de los nuevos procesos.

Para los procesos reestructurados:

- En el proceso de entrega de EPP (figura 4-1) el cual fue mencionado anteriormente en el capítulo 2, el desarrollo del proceso solo se realiza entre el trabajador y el personal encargado de registrar el EPP entregado, no interviene el área de logística. Otro cambio importante es que cada vez que se realiza una entrega de EPP al trabajador el sistema genera una declaración jurada de la recepción de EPP por parte del trabajador, la cual después de ser firmada no solo se almacena físicamente sino además digitalmente en el servidor de la organización.

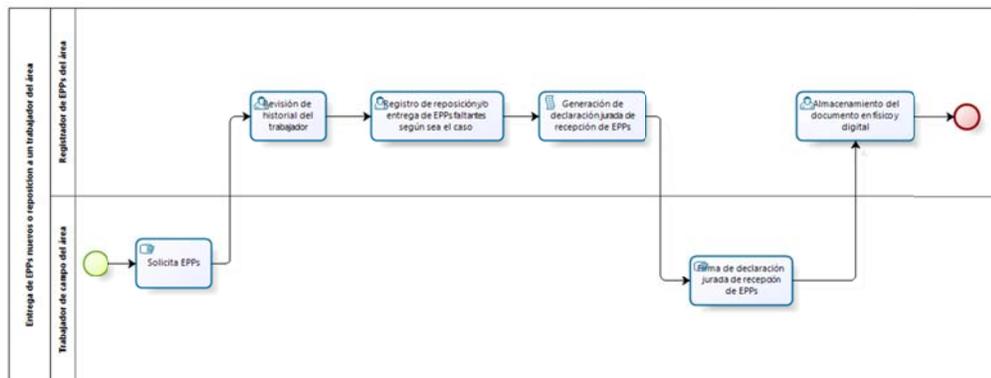


Figura 4-1 Entrega de EPP al trabajador
[Elaboración propia]

- En el proceso de intercambio o reposición de EPP (figura 4-2) el cual fue mencionado anteriormente en el capítulo 2, es que se va a documentar todas las ocasiones de pérdidas de equipos, también siendo opcional el registro de causa de pérdida..

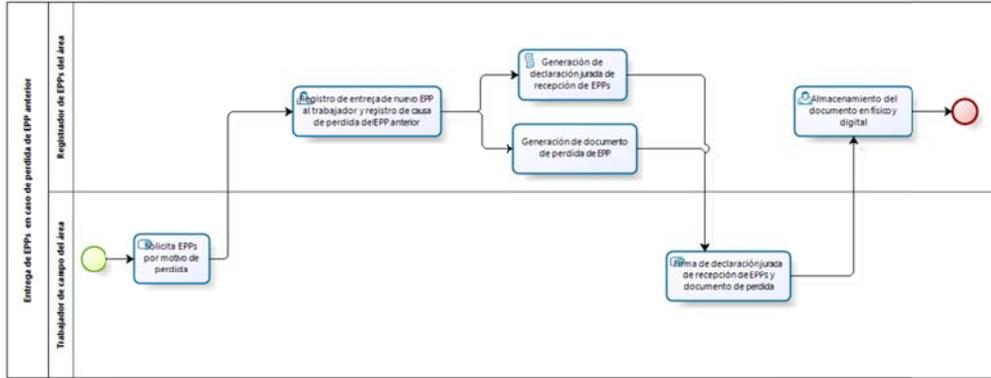


Figura 4-2 Entrega de EPPs en caso de perdida
[Elaboración propia]

- En el proceso de búsqueda de información con respecto a EPPs (figura 4-3) el cual fue mencionado anteriormente en el capítulo 2, la mayor diferencia es la interacción entre el usuario que solicita la información y el sistema, lo cual permitirá al usuario la obtención de información de forma más rápida en comparación con el proceso anterior.

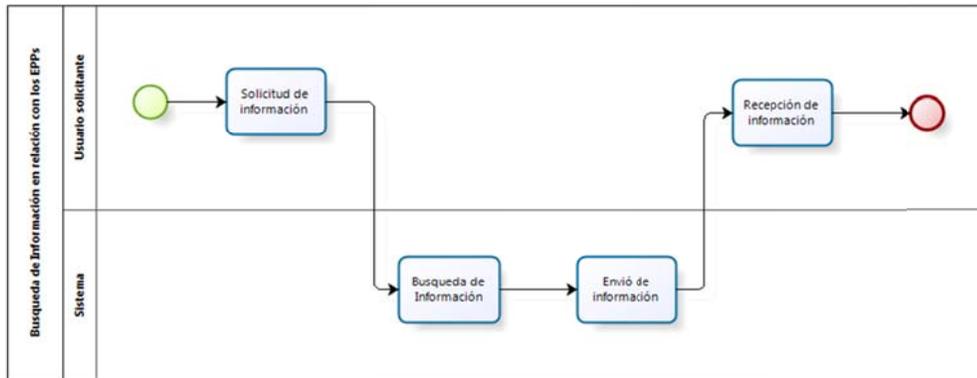


Figura 4-3 Búsqueda de información relacionada con EPP
[Elaboración propia]

Los procesos que se adicionaron son:

- El proceso de ingreso de EPP al área (figura 4-4), este proceso comienza cuando el jefe de área solicita EPP al almacén a través del Sistema Integral de Logística (SIL), el cual procede a generarle un vale. Con el respectivo vale se procede a retirar los EPPs de almacén y posteriormente se registra su ingreso al área, los cuales son almacenados de forma temporal hasta su entrega a los trabajadores.

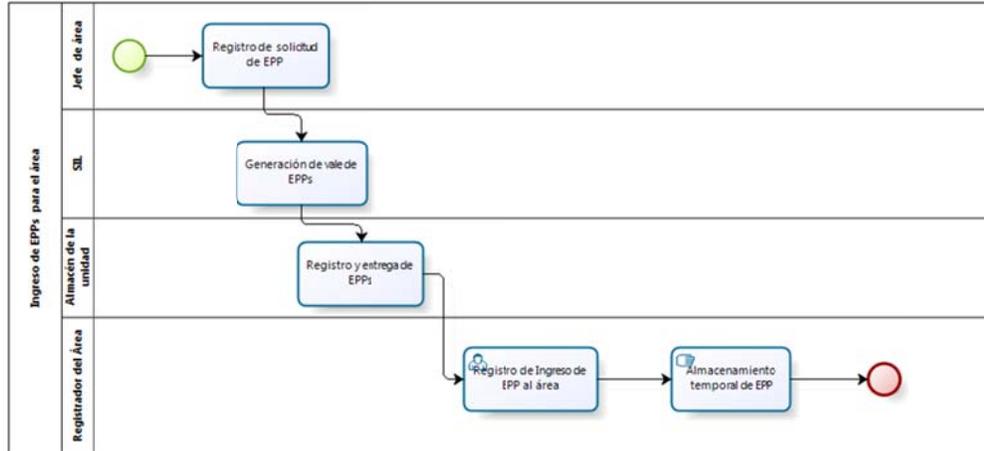


Figura 4-4 Ingreso de EPP al área
[Elaboración propia]

- El proceso de devolución de EPPs (figura 4-5), este proceso comienza cuando el trabajador realiza la devolución de EPP, el registrador del área procede a registrar la devolución de EPP.

4.2 Requisitos funcionales y no funcionales

Un requerimiento funcional define cómo tiene que comportarse el sistema, estos fueron obtenidos de las entrevistas que se realizaron con las personas de la gerencia de seguridad y salud. Mientras que un requerimiento no funcional define la parte técnica, se relaciona con atributos de calidad, estos fueron obtenidos tanto por parte de la gerencia de seguridad y salud como de la gerencia de sistemas.

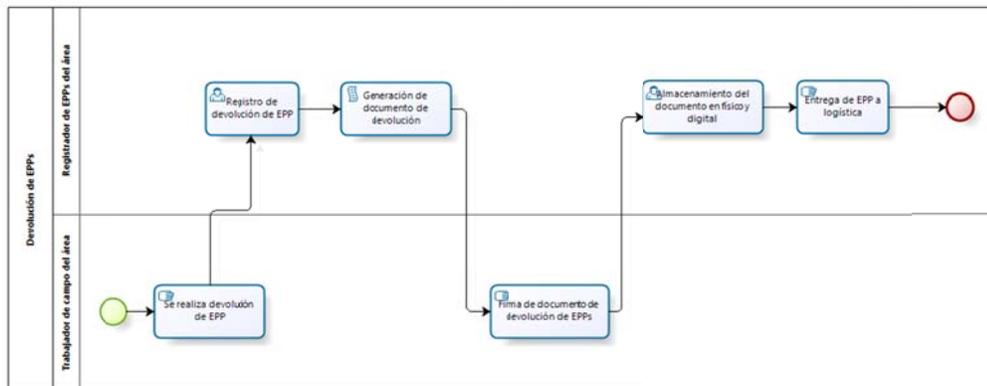


Figura 4-5 Devolución de EPP al área
[Elaboración propia]

Valores	Descripción
F	Funcional
NF	No Funcional

Tabla 4-1 Categorización de requisitos

Valores	Descripción
1	Alta
2	Media
3	Baja

Tabla 4-2 Categorización de prioridad

En la tabla 4-3 se muestran los principales requisitos funcionales y no funcionales del sistema que se va a realizar.

N°	Descripción	Tipo	Prior.
1	El sistema permitirá administrar las áreas de protección de los EPP(registro, modificación y cambio de estado).	F	2
2	El sistema permitirá administrar los tipos de EPP(registro, modificación y cambio de estado).	F	2
3	El sistema permitirá administrar marcas de EPPs (registro, modificación y cambio de estado).	F	2
4	El sistema permitirá administrar a los EPPs (registro, modificación y cambio de estado).	F	1
5	El sistema permitirá administrar las tallas de medida de los EPPs (registro, modificación y cambio de estado).	F	2
6	El sistema permitirá administrar la restricción de los EPPs con respecto a la unidad en el cual se van a utilizar (registro, modificación y cambio de estado).	F	1
7	El sistema permitirá administrar la asignación de EPPs con respecto a un cargo de una unidad (registro, modificación y cambio de estado).	F	1
8	El sistema permitirá la administración de trabajadores externos (registro, modificación y cambio de estado para darlos de baja).	F	1

N°	Descripción	Tipo	Prior.
9	El sistema permitirá administrar los registros de entrega de EPP realizados a los trabajadores, permitiéndoles cambiarles de estado, modificarlos o anular ese registro de entrega.	F	2
10	El sistema permitirá registrar el ingreso de EPPs brindados por el almacén de la unidad a un área.	F	1
11	El sistema permitirá registrar la entrega de EPPs a los trabajadores de un área.	F	1
12	El sistema permitirá generar un reporte de EPPs entregados a un trabajador.	F	1
13	El sistema permitirá generar un reporte de gastos.	F	2
14	El sistema permitirá generar un reporte comparativo de gastos de EPP entre unidades.	F	3
15	El sistema permitirá generar un reporte de duración promedio EPP por trabajador.	F	2
16	El sistema permitirá generar un reporte de duración promedio de EPP por área.	F	2
17	El sistema permitirá generar un reporte de duración promedio de EPP por Unidad.	F	2
18	El sistema permitirá generar un reporte de variación de costo por trabajador.	F	3
19	El sistema permitirá generar un reporte de variación de costo por área.	F	2
20	El sistema permitirá generar un reporte de variación de costo por Unidad.	F	2
21	El sistema debe ser totalmente web.	NF	
22	El desarrollo debe realizarse sobre el .NET framework 4	NF	
23	La base de datos será SQL Server R2 2008.	NF	
24	Se hará uso de los lenguajes de programación jquery, razor, ajax para el front-end.	NF	
25	Se hará uso de los lenguajes de programación C# y LINQ para el back-end	NF	
26	Disponibilidad 24hrs	NF	
27	El sistema deberá funcionar sobre la distribución de Internet Explorer 8 y superior.	NF	

N°	Descripción	Tipo	Prior.
28	Todos los reportes deben ser generados como PDF.	NF	

Tabla 4-3 Requisitos Funcionales y no Funcionales

En el **Anexo 1 Documento de propuesta de proyecto** se detalla la información del requisitos funcionales y no funcionales acordados con la Corporación Minera Buenaventura para el desarrollo del presente proyecto y su pertinente aprobación por parte de ellos.

En el **Anexo 2 Documento de solicitud de cambios** se detallan funcionalidades adicionales solicitadas por parte de la gerencia de Seguridad y Salud, los cuales han sido aceptadas como se observa en la tabla 4-4. Los requisitos adicionales son:

N°	Descripción	Tipo	Prior.
1	El sistema permitirá administrar las compañías de la corporación minera (registro, modificación y cambio de estado).	F	1
2	El sistema permitirá administrar las unidades y proyectos (registro, modificación y cambio de estado).	F	1
3	El sistema permitirá administrar las áreas de las unidades (registro, modificación y cambio de estado).	F	1
4	El sistema permitirá administrar los cargos de los trabajadores (registro, modificación y cambio de estado).	F	2
5	El sistema permitirá administrar las empresas (contratas y conexas) que trabajan con la corporación (registro, modificación y cambio de estado).	F	2
6	El sistema permitirá administrar cargos para asignación de EPPs. (registro, modificación y cambio de estado)	F	2

Tabla 4-4 Requisitos Funcionales Adicionales

Proyecto: son centros mineros que se encuentran en la fase de estudio de explotación.

Adicionalmente se acepto la creación de un maestro ara la administración de tallas, el cual permitirá la administración de talla para los EPP de una mejor manera para el cliente, la aceptación de este cambio fue hecha de forma verbal.

4.3 Vista de actores

Los actores representan a los tipos de usuarios del sistema. Se entiende como usuario a cualquier persona que interactúe con el sistema (ver tabla 4-4). El actor es un rol que un usuario juega con respecto al sistema. Es importante destacar el uso de la palabra rol, pues con esto se especifica que un actor no necesariamente representa a una persona en particular, sino más bien la labor que realiza frente al sistema. El sistema presenta el siguiente catálogo de actores figura 4-6.

4.4 Vista de casos de uso

Los diagramas de casos de uso que se mostrarán a continuación documentan el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario. Por lo tanto los casos de uso determinan los requisitos funcionales del sistema, es decir, representan las funciones que un sistema puede ejecutar, siendo su ventaja principal, la facilidad para interpretarlos, lo que hace que sean especialmente útiles en la comunicación con el cliente.

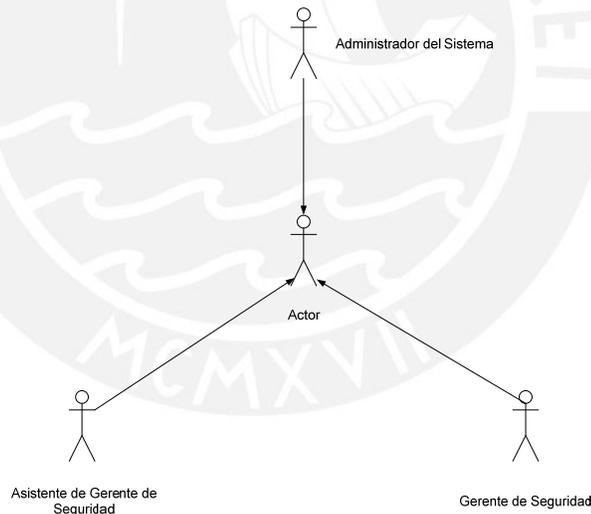


Figura 4-6 Actores del Sistema
[Elaboración propia]

Actores	Definición
Administrador del Sistema	Es el usuario administrador del sistema. El cual posee un rol con accesos ilimitados a las funcionalidades del sistema.
Asistente de Gerente de Seguridad	Es el usuario que solo tiene acceso al módulo de Entrega de EPP. Su acceso es limitado.

Actores	Definición
Gerente de Seguridad	Es el usuario que solo tiene acceso a los módulos de Entrega de EPP y Reportes, limitados según los permisos dados por el Administrador del Sistema.

Tabla 4-5 Definición de actores del sistema
[Elaboración propia]

4.4.1 Módulo de maestros y administración

En la figura 4-7 se muestra el diagrama de los casos de uso para el módulo de maestros y administración.

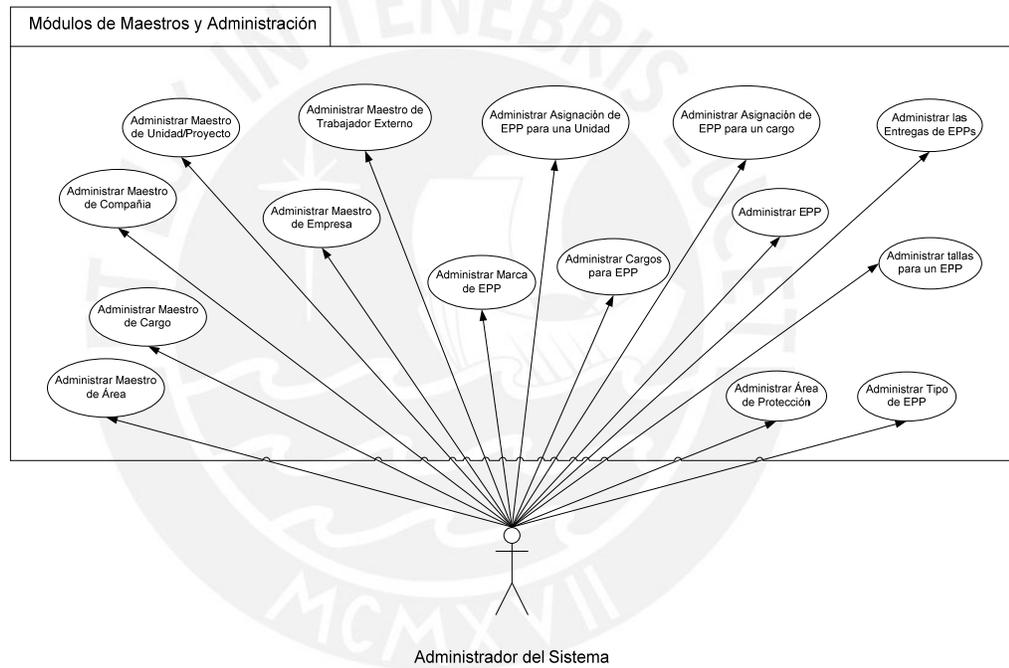


Figura 4-7 Modulo de Maestros y Administración
[Elaboración propia]

A continuación se dará una breve descripción de los casos de uso en la tabla 4-5.

Nombre del caso de uso	Descripción
Administrar maestros de compañía	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a una compañía en el sistema.
Administrar maestros de	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a una

Nombre del caso de uso	Descripción
unidad	unidad en el sistema.
Administrar maestros de área	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a una área en el sistema.
Administrar maestros de cargo	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a un cargo en el sistema.
Administrar maestros de empresa	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a una empresa en el sistema.
Administrar maestros de trabajador externo	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a un trabajador externo(no perteneciente a la corporación minera) en el sistema.
Administrar áreas de protección	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a una área de protección en el sistema.
Administrar tipos de EPP	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a un tipo de EPP en el sistema.
Administrar marca de EPP	Se encarga del registro, modificación, asignación de concesión y dar de baja a una marca de EPP en el sistema.
Administrar EPP	Se encarga del registro, modificación, asignar periodo de uso con una marca y dar de baja a un EPP en el sistema.
Administrar tallas de EPP	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a las tallas de EPP en el sistema.
Administrar cargos para EPP	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a cargos para EPP.
Administrar asignaciones de EPP por unidad	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a la asignación de EPPs a una unidad.
Administrar asignaciones de EPP por cargo	Se encarga del registro, modificación y dar de baja a la asignación de EPPs aun cargo en una unidad.
Administrar Entregas de EPP	Se encarga de la modificación de los estados de los registros de entregas de EPP a un trabajador.

Tabla 4-6 Casos de uso del módulo de Maestros y administración
[Elaboración propia]

4.4.2 Módulo de entrega de EPP

En la figura 4-8 se muestra el diagrama de los casos de uso para el módulo de entrega de EPP.

A continuación se dará una breve descripción de los casos de uso en la tabla 4-6.

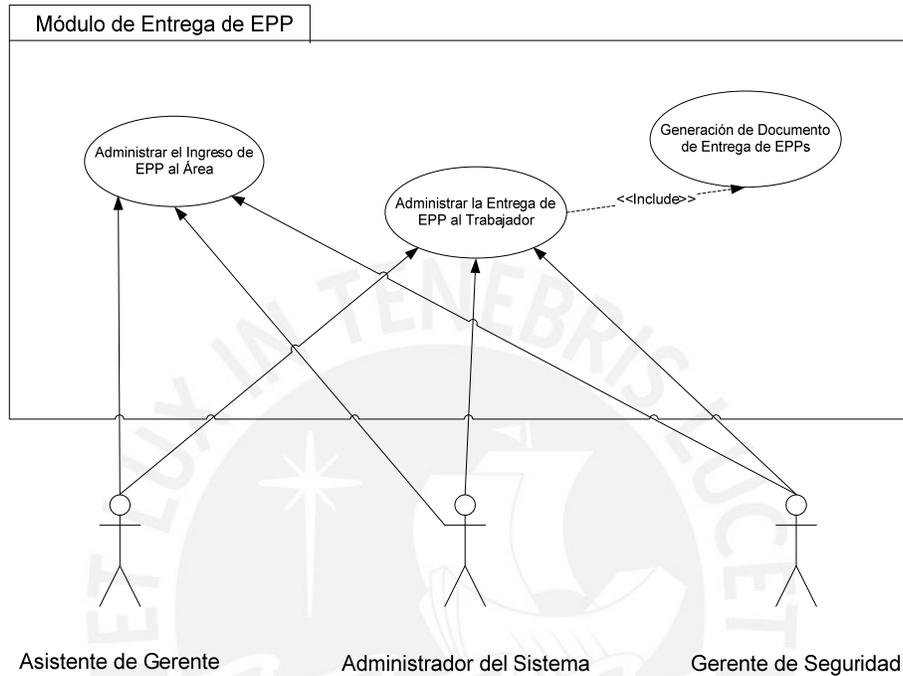


Figura 4-8 Módulo de Entrega de EPP
[Elaboración propia]

Nombre del caso de uso	Descripción
Administrar el ingreso de EPP al área	Se encarga del registro de los ingresos de EPP a una área.
Administrar la entrega de EPP al trabajador	Se encarga del registro de entrega de EPPs a un trabajador, registro de devolución de EPP de un trabajador y generación de documentos para estos casos.

Tabla 4-7 Casos de uso del modulo de entrega de EPP
[Elaboración propia]

4.4.3 Módulo de reportes

En la figura 4-9 se muestra el diagrama de los casos de uso para el módulo de reportes.

A continuación se dará una breve descripción de los casos de uso en la tabla 4-7.

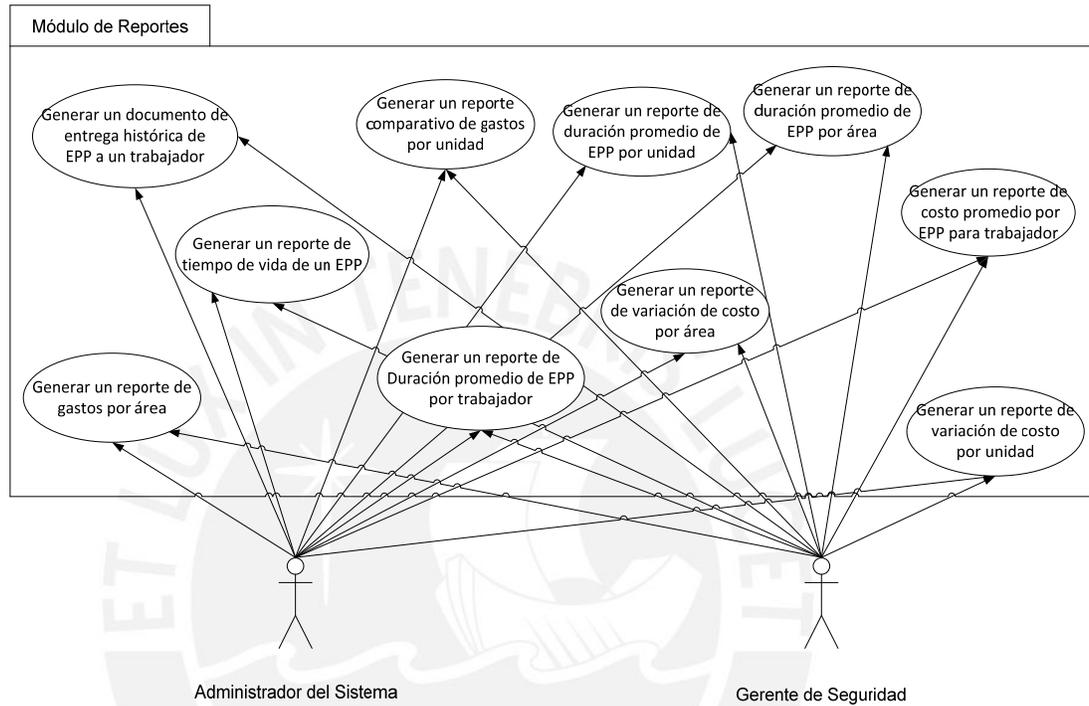


Figura 4-9 Módulo de reportes
[Elaboración propia]

Nombre del caso de uso	Descripción
Reporte de Entrega de EPP a un trabajador	Se encarga de emitir un listado de los EPP recibidos por el trabajador en el periodo indicado.
Reporte de tiempo de vida de un EPP	Se encarga de emitir el tiempo promedio de vida de un EPP
Reporte de gastos de EPP por área	Se encarga de generar un reporte de gastos de EPPs por áreas seleccionadas.
Reporte comparativo de gastos de EPP por unidad	Se encarga de generar un reporte comparativo de gastos de EPP por unidades seleccionadas.
Reporte de duración de	Se encarga de generar un reporte de duración promedio

Nombre del caso de uso	Descripción
EPP por trabajador	de EPP por trabajador
Reporte de duración de EPP por área	Se encarga de generar un reporte de duración promedio de EPP por área
Reporte de duración de EPP por unidad	Se encarga de generar un reporte de duración promedio de EPP por unidad
Reporte de variación de costos de EPP por trabajador	Se encarga de generar un reporte de variación de costo promedio por EPP para trabajador
Reporte de variación de costos de EPP por área	Se encarga de generar un reporte de variación de costos de EPP por área
Reporte de variación de costos de EPP por unidad	Se encarga de generar un reporte de variación de costos de EPP por unidad.

Tabla 4-8 Casos de uso del módulo de reportes
[Elaboración propia]

En el **Anexo 5 Documento de casos de uso** se detallan la información de los casos de uso del sistema aprobado por la corporación Minera para el desarrollo del presente proyecto.

En el **Anexo 6 Matriz de Trazabilidad** se puede observar el enlace de cada requisito funcional con cada caso de uso.

5 Diseño

En el presente capítulo se detalla el desarrollo de la arquitectura y el diseño de la solución, para lo cual se describirán los puntos considerados más importantes, dado que la generación de una buena arquitectura facilita la construcción de una solución. Así mismo se definen los estándares para el desarrollo de las interfaces gráficas de usuario, estableciendo un modelo general para las interfaces de mantenimiento, búsqueda y transacción, los cuales fueron aprobados por parte de la gerencia de seguridad de la corporación minera

5.1 Vista de paquetes

Los paquetes son modelos de diseño separados como vistas independientes, los cuales permiten obtener una visión más clara del sistema de información orientado a objetos, organizándolo en subsistemas, agrupando los elementos del análisis, diseño, construcción y detallando las relaciones de dependencia entre ellos.

Los paquetes de diseño significativos se muestran en la figura 5-1

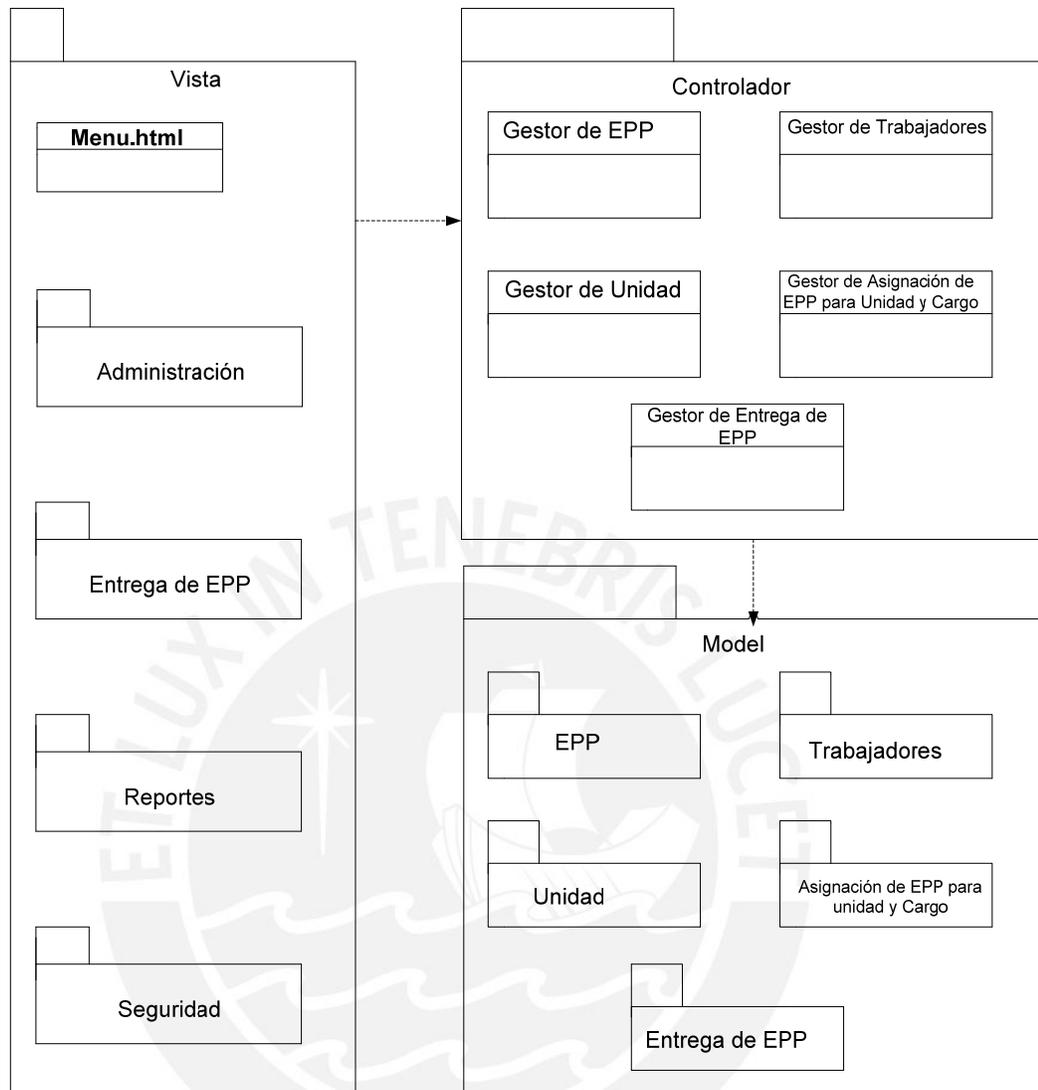


Figura 5-1 Vista de paquetes
[Elaboración propia]

Se utilizará un diseño MVC (Modelo Vista Controlador). Los paquetes se describen a continuación:

- **Vista:** contiene las páginas que se van a visualizar desde la página web, las cuales están categorizadas en el menú de la siguiente forma:
 - Administración: Es donde se encuentran todos los maestros del sistema.
 - Entrega de EPP: Es donde se encuentran las vistas de entrega de EPP al trabajador e ingreso de EPP al área
 - Reportes: Es donde se encuentran las vistas del módulo de los reportes.
 - Seguridad: es donde se encuentran las vistas del módulo de seguridad

- **Controlador:** contiene las clases gestoras del modelo. Siendo las siguientes:
 - Gestor de Unidad: Es donde se codifican las acciones que se realizan en la vista de unidad.
 - Gestor de trabajadores: Es donde se codifican las acciones que se realizan en la vista de trabajadores externos.
 - Gestor de EPP: Es donde se codifican las acciones que se realizan en la vista de EPP.
 - Gestor de Asignación de EPP para una unidad y cargo: Es donde se codifican las acciones que se realizan en la vista de asignación de EPP por unidad y de la vista de asignación de EPP según cargo de una unidad.
 - Gestor de Entrega de EPP: Es donde se codifican las acciones que se realizan en la vista de entrega de EPP.
- **Modelo:** contiene a los sub-paquetes del modelo que van a representar a las entidades del negocio. Son los siguientes:
 - Unidad: Contiene los atributos de la clase unidad.
 - Trabajadores externos: Contiene los atributos de la clase trabajador externo.
 - EPP: Contiene los atributos de la clase EPP
 - Asignación de EPP para una unidad y un cargo: Contiene los atributos de la clase EPP por unidad y EPP por cargo por unidad.
 - Entrega de EPP: Contiene los atributos de la clase EPP.

5.2 Diseño de la base de datos

En la figura 5-2 se muestra una vista de las tablas necesarias para la realización del módulo de maestros y administración, mientras que en la figura 5-3 se muestra una vista de las tablas necesarias para la realización del módulo de entrega de EPP.

En el **anexo 7 Diagrama de base de datos** se muestra la arquitectura de la base de datos.

Entre las tablas más importantes del sistema se puede indicar:

- **EPP_EntregaEPPUnidad:** Es la tabla principal del sistema, en ella se almacena los datos de los EPP entregados a los trabajadores en todas las unidades. Tiene como cabecera el id de la entrega de EPP, el EPP entregado, la marca del EPP y su talla.

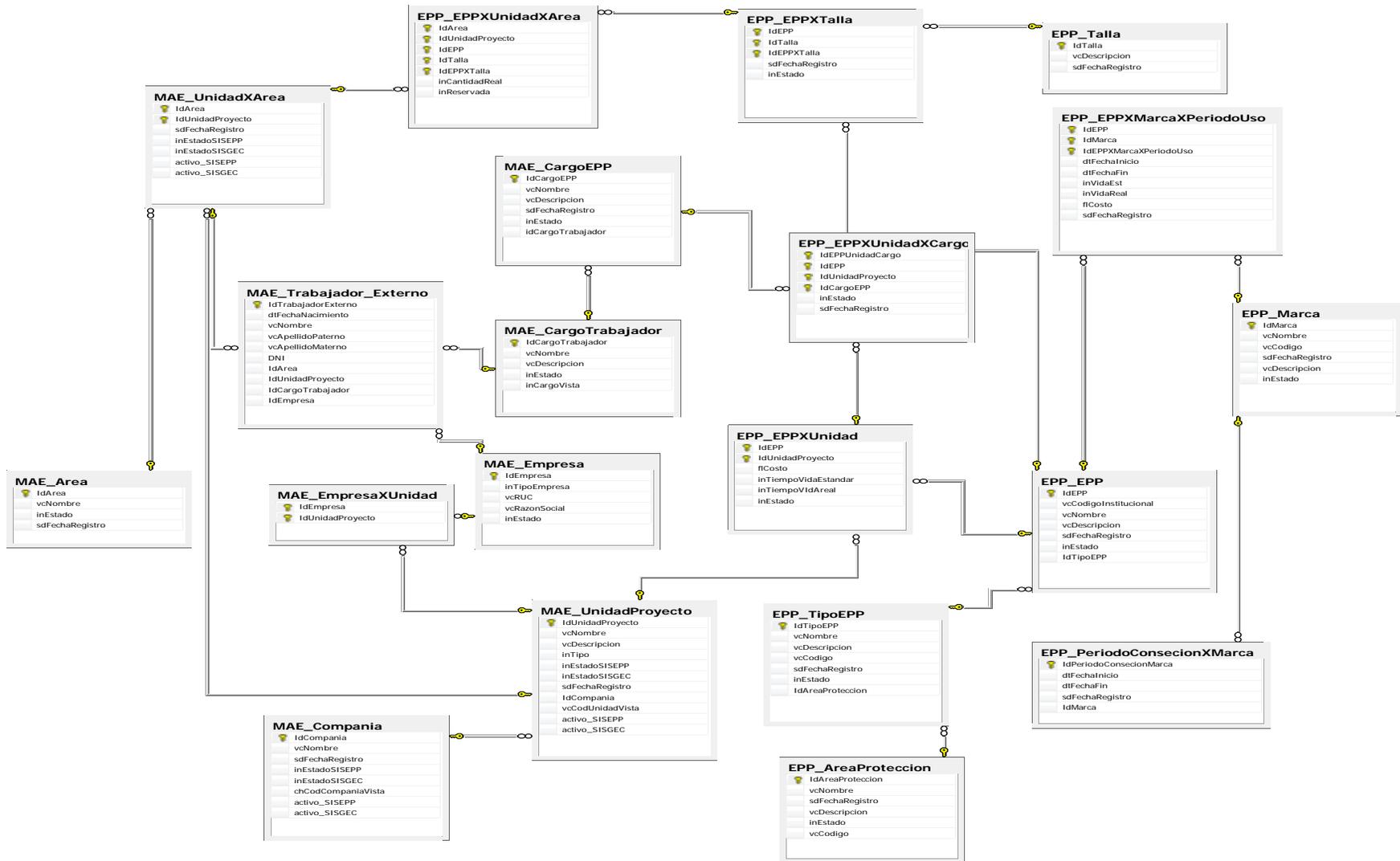


Figura 5-2 Vista del módulo de Maestros y Administración

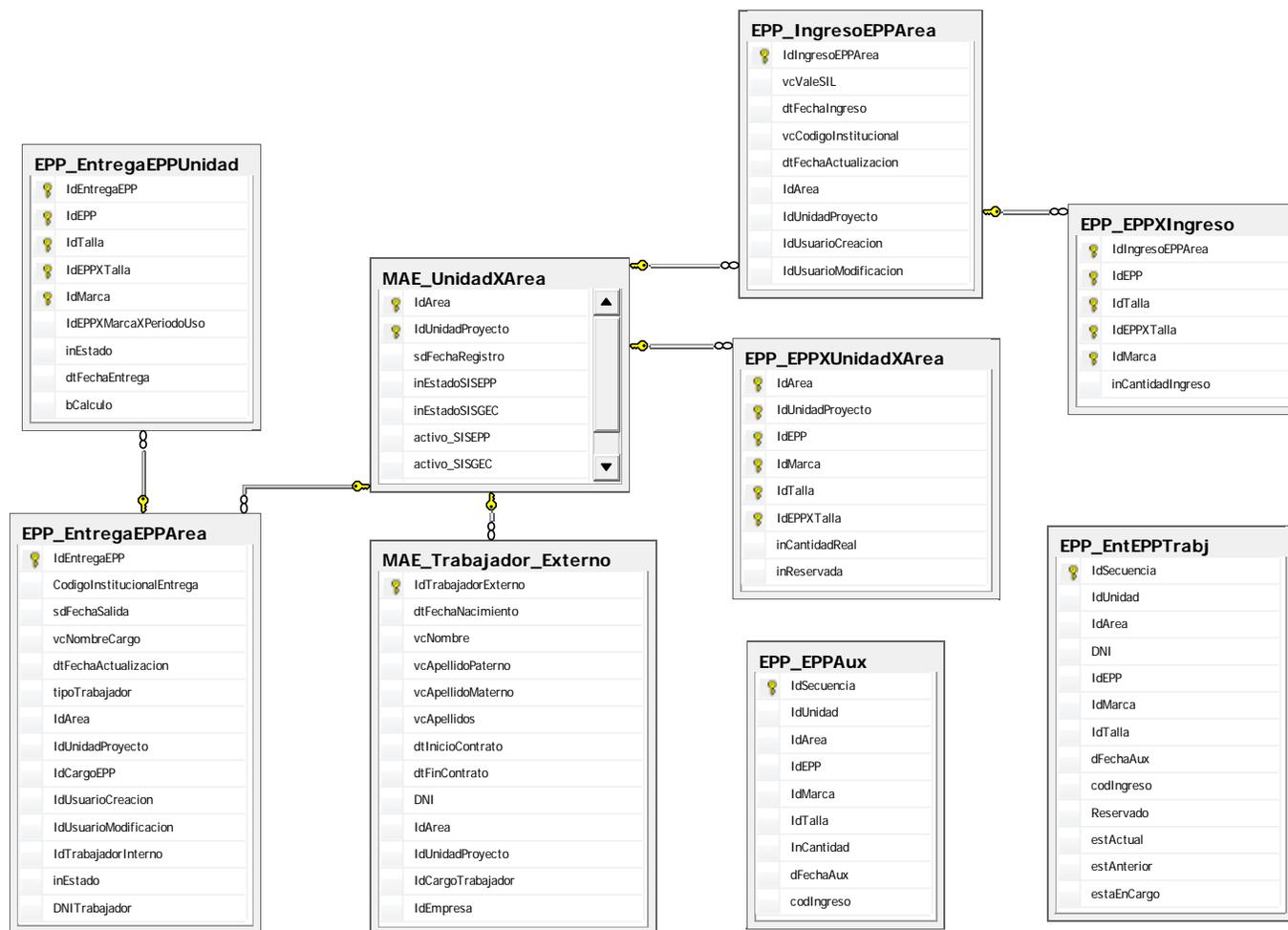


Figura 5-3 Vista del módulo de Entrega de EPP

- **EPP_EPPXUnidadXCargo:** En esta tabla se almacena los EPP que son entregados según un cargo en una unidad
- **MAE_TrabajadorExterno:** En esta tabla se almacena los registros de los trabajadores externos a la corporación, pertenecientes a contratas y conexas, que trabajan para ellos.

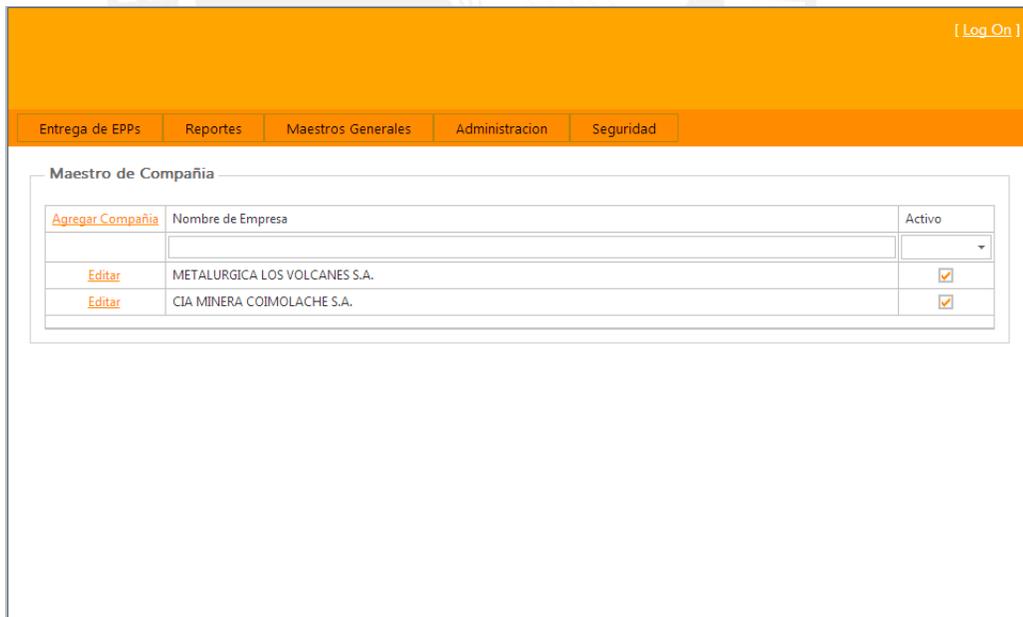
En el **anexo 8 Diccionario de datos**, se especifican los elementos de cada tabla.

5.3 Diseño

A continuación se mostrarán las interfaces utilizadas para el desarrollo del presente proyecto

5.3.1 Interfaz gráfica

Para las interfaces de búsqueda se ha tomado en cuenta la distribución que muestra la **figura 5-4**



Maestro de Compañía		
Agregar Compañía	Nombre de Empresa	Activo
Editar	METALURGICA LOS VOLCANES S.A.	<input checked="" type="checkbox"/>
Editar	CIA MINERA COIMOLACHE S.A.	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 5-4 Ejemplo de interfaz de búsqueda
[Elaboración propia]

Tal como muestra la figura, el filtrado de búsqueda se realiza en la misma tabla que muestra la información, a través de un campo en blanco que se encuentra en la cabecera de cada tabla.

Este tipo de búsqueda, mediante el ingreso correcto de los filtros de búsqueda, facilita la rápida ubicación del objeto que requiere el usuario. Dado que no tiene que eliminar los conceptos de búsqueda para realizar una nueva, y por cada cambio que realice en los filtros se actualiza la información del resultado de búsqueda.

En el resultado de búsqueda se muestra en la tabla por cada 10 resultados encontrados, para poder observar los siguientes se tiene que pasar a la siguiente sección de la tabla. Finalmente, debajo de la tabla de resultados, se muestra el número de ocurrencias, así el usuario esta informado de la cantidad de ocurrencias que ha tenido como resultado de búsqueda.

5.3.2 Interfaz de registro

En el caso de interfaz de registro, se realiza de dos formas. La primera se realiza dentro de la tabla de búsqueda, la cual se aplicó para el módulo de maestro como se observa en la figura 5-5. Mientras que para el segundo forma se efectúa el registro en vistas separadas, como se observa en la figura 5-6. Se realizo de esta forma a petición de la gerencia de seguridad de la corporación minera.

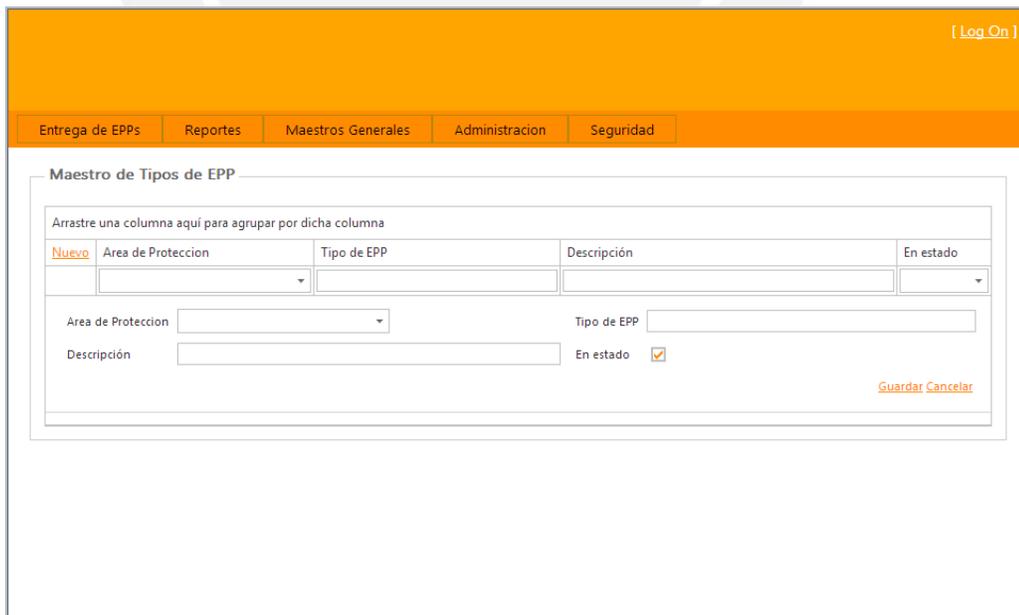


Figura 5-5 Ejemplo de interfaz de registro dentro de una tabla de búsqueda
[Elaboración propia]

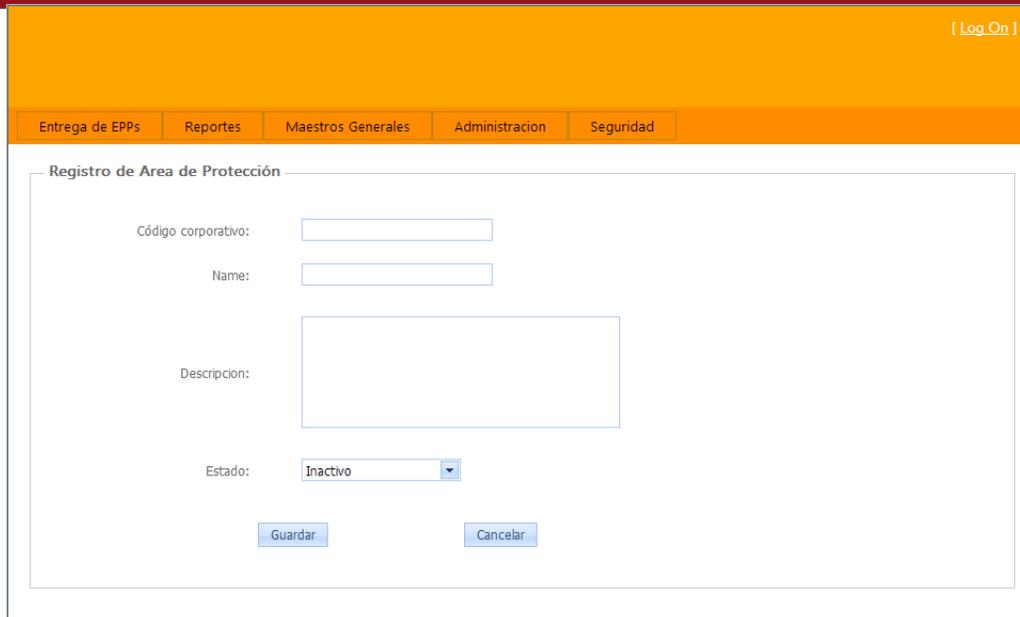


Figura 5-6 Ejemplo de interfaz de registro en una vista separada
[Elaboración propia]

El título de la pestaña indica la funcionalidad, en este caso, es una ventana de Registro. La opción de salir se encuentra en la parte inferior de forma de un botón con el texto de "Cancelar". El contenido de cada ventana de registro depende de los campos que contiene.

Cabe resaltar, que en caso que la opción elegida sea editar, el título de la ventana cambiará a "Edición de ..". Además de casos de bloqueo de campos en algunos casos, para evitar su edición, por pedido de la corporación minera.

5.3.3 Reporte relacionado a EPP

El sistema permite generar una serie de reportes cuya finalidad es brindar información detallada de diferentes tipo. Entre las opciones de reportes destaca el reporte de entrega histórica de EPP al trabajador, el cual muestra un historial de los EPPs entregados a un trabajador y la fecha en que ha sido entregado. Este reporte será generado en un archivo de formato xls para la visualización del archivo. Esta información es útil para conocer los EPPs que han sido entregados a un trabajador, lo cual por ejemplo es solicitado en casos de auditoría de la unidad o de accidentes fatales. Otro reporte importante es el reporte de gastos comparativos entre las unidades, el cual se muestra en la figura 5-7, la información que brinda es útil para tener un conocimiento de comparación de gastos por unidades en EPPs.

Reporte Comparativo de Gastos de EPP

Unidad(es) Minera(s) : Unidad 1, Unidad 2, Unidad 3.

Año del Reporte : 2012

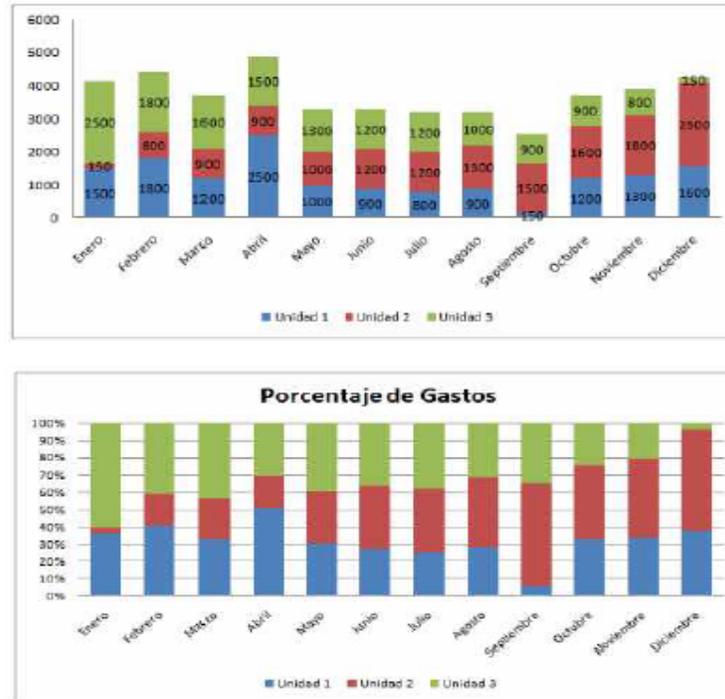


Figura 5-7 Reporte comparativo de gastos entre unidades [Elaboración propia]

5.3.4 Interfaz principal del sistema

La interfaz principal del sistema busca ser amigable e intuitiva con el usuario, de esta forma el usuario podrá intuir las funcionalidades sin necesidad de leer el manual. En la figura 5-8 se muestra la interfaz principal.

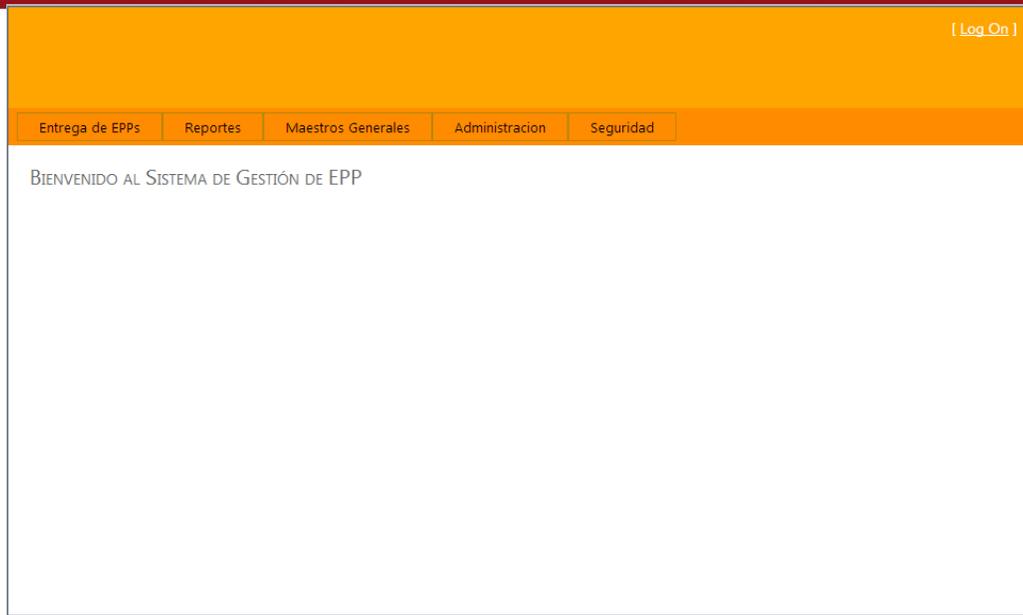
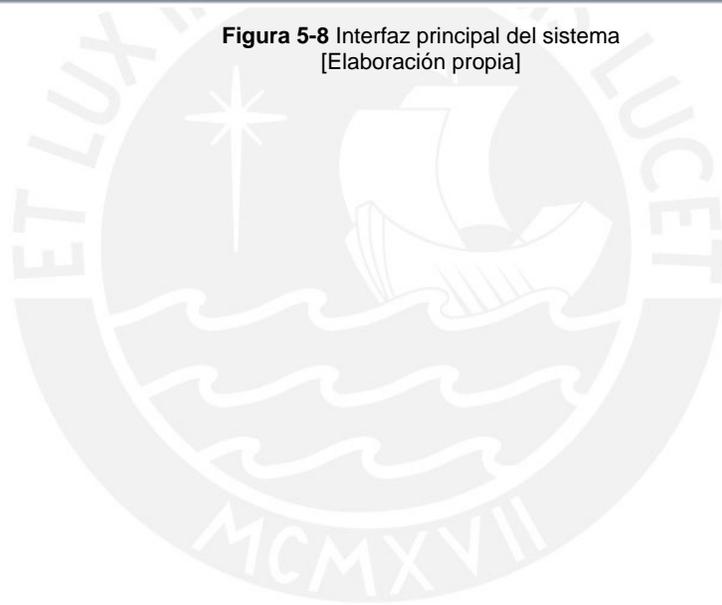


Figura 5-8 Interfaz principal del sistema
[Elaboración propia]



6 Desarrollo

En el presente capítulo se detalla los métodos tecnológicos utilizados para la construcción del sistema de gestión de EPP y la sustentación de la elección de estos, para posteriormente describir los tipos y estrategias de pruebas utilizadas y finalmente se evalúa los resultados obtenidos en las pruebas.

6.1 Construcción

Para el desarrollo de la solución se ha seleccionado como lenguaje de programación C# en la plataforma .NET (NetFramework 4) utilizando como IDE de desarrollo Visual Studio 2010, y como base de datos Microsoft SQL Server 2008 R2. Se ha decidido trabajar en base a la arquitectura de tres capas MVC (Modelo, Vista y Controlador), para poder manejar el encapsulamiento y reutilización de código.

Las principales razones por la que se escogió C# como lenguaje de programación fueron:

- A solicitud del área de sistemas en la que se ha desarrollado el tema de tesis.

- Existe abundante información sobre el uso de este lenguaje, códigos reutilizables, foros y comunidades que se dedican al desarrollo de código para el uso de los demás.
- El manejo de las tres capas (MVC), permite poder reutilizar las clases desarrolladas para transformar aplicaciones cliente – servidor en aplicaciones web, aplicaciones WAP, sin necesidad de modificar la lógica.
- La presencia de librerías de clases es muy completa y bien diseñadas, lo cual genera un ahorro de tiempo en la programación.

Se debe hacer hincapié que el área de sistemas solicitó el uso de la herramienta devExpress, el cual es un asuite de controles para VCL los cuales ayudan al Front-End de las aplicaciones, debido a que lo utilizan en todos sus sistemas de, es así, que debido a esta petición no se procedió a evaluar otros lenguajes de programación.

Se decidió utilizar como motor de base de datos Microsoft SQL Server 2008 R2 principalmente porque es el usado en la corporación minera y por petición explícita del área de sistemas de la corporación.

Respecto a la herramienta para el desarrollo de reportes se utilizará SQL Reporting Services (SSRS) el cual dispone de una gama completa de herramientas y servicios listos lo cual permitirá crear, implementar y administrar los reportes para el modulo de reportes.

Para la conexión a la BD se uso la librería Entity Framework. Entity Framework es un conjunto de tecnologías de ADO.NET que permiten el desarrollo de aplicaciones de software orientadas a datos.

6.1.1 Estándares

Los estándares utilizados para el desarrollo del sistema, han sido brindados por el área de sistemas de la corporación minera, los cuales pueden ser observados en el **anexo 9**.

Entre las principales partes que cuenta este documento son:

- Sobre los nombres de los campos, controles o variables.
- Sobre los estilos de codificación.
- Sobre el uso del lenguaje.

- Sobre buenas prácticas de arquitectura.
- Sobre el framework y herramientas para el desarrollo para ayuda

6.2 Pruebas

En esta sección se presenta la estrategia de pruebas utilizada, los tipos de pruebas usadas y el catálogo de pruebas correspondientes.

6.2.1 Tipo de pruebas

Se han seleccionado los siguientes tipos de pruebas para el sistema desarrollado:

- Pruebas unitarias.
- Pruebas de integración.
- Pruebas de aceptación

Con las pruebas unitarias busca corroborar el correcto funcionamiento de los componentes de manera independiente; las pruebas de integración son todas aquellas pruebas de funcionamiento hecha en conjunto entre los componentes; las pruebas de sistema permiten validar el comportamiento del sistema a nivel global.

6.2.2 Catálogos de pruebas

Las pruebas de software, es uno de los componentes del conjunto de actividades que permiten asegurar la calidad del producto, la cual tiene por finalidad comprobar el buen funcionamiento de las funcionalidades previamente identificadas como requerimientos para el software. Los casos de prueba se presentan tanto para condiciones de entradas inválidas o inesperadas como para condiciones válidas y esperadas.

El script de prueba contiene la siguiente información:

- Identificador de prueba
- Módulo a probar
- Objetivo de prueba
- Precondición
- Descripción de prueba
- Resultados esperados

6.2.2.1 Pruebas unitarias

En la tabla 6-1 se muestran algunos casos de pruebas unitarias realizadas al sistema, para validar su funcionamiento y reacción frente a distintas acciones.

Id de Prueba	PU003
Módulo a probar	Unidad o Proyecto
Objetivo	Registrar una unidad o proyecto
Precondición	El usuario debe haber iniciado sesión con una cuenta cuyos permisos le permitan registrar una unidad o proyecto.
Descripción de la prueba	<p>En el interfaz gráfico de “Registrar unidad/proyecto” se debe ingresar los siguientes datos:</p> <p>Nombre de la compañía: nombre de la compañía.</p> <p>Nombre de unidad/proyecto: nombre de la unidad o proyecto a ingresar.</p> <p>Descripción: Descripción de la unidad o proyecto.</p> <p>Estado: estado de la compañía a ingresar.</p> <p>El usuario selecciona “Guardar”</p>
Resultados esperados	Se muestra el mensaje: Se ha registrado la unidad/proyecto.

Tabla 6-1 Prueba unitaria para una unidad o proyecto

Para ver el listado a detalle de pruebas unitarias, consultar al **anexo 10** Catálogo de pruebas

6.2.2.2 Pruebas de integración

Las pruebas de integración combinan las funcionalidades de los módulos mencionados en pares o tercios. En la tabla 6-2 se muestra una prueba realizando el flujo de asignación de EPPs a un cargo para EPP. Un usuario con perfil administrador ingresa al sistema, tiene acceso al módulo de maestros y administración, registrará una nueva compañía, posteriormente le agrega una unidad y áreas correspondientes, genera un cargo para EPP, registra EPPs, asigna unos EPPs a una unidad. Y termina asignando los EPPs para un cargo.

Id de Prueba	PI002
Objetivo Prueba	Realizar el flujo final de entrega de EPP a un trabajador
Precondición	Se ha validado el ingreso al sistema.
Descripción de la prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Se ingresa la opción "Nueva ingreso de EPP al área" del menú de ingreso de EPP al área. • Se ingresan los datos de la compañía: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Unidad: Lima ➤ Área: Planta ➤ Área de protección: cabeza ➤ Tipo de EPP: casco ➤ EPP: casco de cobre ➤ Talla: 14 pulgadas ➤ Marca: Reinor ➤ Cantidad: 15 ➤ Código del vale SIL: 2013-PL-135 ➤ Fecha de ingreso: 28/04/2013 ➤ Código de registro: LI-PL-2013-015 En caso no se ingrese alguno de los campos el sistema mostrará un mensaje de error. • El usuario selecciona "Guardar". • Se ingresa la opción "Nueva entrega de EPP al trabajador" del menú de ingreso de Entrega de EPP al trabajador. • Se ingresan los datos de la compañía: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre: Juan ➤ Apellido Pat: Pérez ➤ Apellido Mat: Mendoza ➤ Cargo: Soldador ➤ Área: Planta ➤ Empresa: Consorcio Oasis ➤ En la fila de Casco de Cobre: se entrega este EPP y se le pone "D". ➤ Subir archivo: D:/entrega001.doc En caso no se ingrese alguno de los campos el sistema mostrará un mensaje de error. • El usuario selecciona "Guardar".
Resultados esperados	Han sido creado: un registro de ingreso de EPP al área y un registro de entrega de EPP a un trabajador

Tabla 6-2 Prueba de integración para un flujo dado

Para ver el listado a detalle de las pruebas de integración, consultar al **anexo 10 Catálogo de pruebas**.

6.2.2.3 Pruebas de aceptación

Para la parte de pruebas de aceptación se indicará las pruebas que se realizaron en conjunto con la gerente de seguridad con los datos proporcionados por el usuario de la corporación minera para la aceptación del producto

7 Observaciones, Conclusiones, Recomendaciones y Ampliaciones

A continuación se detallan las principales observaciones, conclusiones y recomendaciones que pueden ser aplicadas al sistema de gestión de EPP.

7.1 Observaciones

De acuerdo al proyecto desarrollado, se resaltan las siguientes observaciones:

- El proyecto mostró un desfase de tiempo. Esto se debe primero, a la petición de la corporación para la creación adicional de 6 maestros (compañía, unidad, área, cargos, empresas y cargos para EPP) los cuales, no estaban incluidos en la coordinación inicial. Segundo, la imposición de la herramienta de devExpress por parte del área de sistemas, generando una curva de aprendizaje superior a lo que se tenía planeada.

- Se tiene que el método de prototipos, es una herramienta útil para la captura de requerimientos, lo cual permite involucrar al cliente y transmitirle fácilmente la idea que se tiene del sistema. En particular, los prototipos elaborados para este proyecto de fin de carrera fueron los elementos claves que permitió que el cliente aprobara su desarrollo, pero debido a que el área de sistemas exigió el uso de la herramienta de devExpress se tuvieron que cambiar las vistas finales del sistema, según lo acordado en los prototipos con aprobación del cliente pero manteniendo la idea original de estos.
- El formato visual utilizado en el proyecto se enfoca más al ámbito de usuario dado que muestra una aplicación agradable a la vista e intuitiva para este.

7.2 Conclusiones

Luego del desarrollo del proyecto, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Se modelaron los procesos actuales que son objetos de estudio del proyecto, y se propusieron nuevos procesos con el desarrollo del sistema, los cuales ayudarán principalmente en reducir el exceso de trabajo manual que se tenía para la entrega de EPPs y obtención de información relacionados a estos.
- Se diseñaron y generaron vistas de bases de datos, las cuales han permitido la reutilización de información de otras gerencias, evitando así el ingreso de esta información en el sistema.
- Se generaron interfaces gráficas usando algunas de las métricas de usabilidad planteadas por Jakob Nielsen, lo cual permitirá el uso del sistema de forma intuitiva por parte de los usuarios de las unidades, estas han sido validadas por la asistente de la gerencia de Seguridad y Salud de la corporación minera.
- Se diseñó y desarrollo una base de datos centralizada, la cual almacenará la información del registro de EPPs a los trabajadores y las acciones de gestión relacionadas con estas, esto permitirá tener acceso a la información recopilada según las peticiones de los usuarios.
- Se desarrollo el módulo de reportes, el cual cuenta con una serie de reportes necesarios para el usuario permitiéndole consultar la información registrada de forma inmediata.

El logro de todo lo mencionado anteriormente a permitido automatizar el proceso de registro y control en la asignación de equipos de protección personal a los trabajadores de una corporación minera.

7.3 Recomendaciones

Con la experiencia adquirida en el desarrollo del proyecto, se pueden brindar las siguientes recomendaciones:

- Poner énfasis en el análisis y diseño del proyecto, de lo contrario las correcciones que se hagan en la etapa de desarrollo podrían significar un costo mayor a las que se hubieran realizado en las fases de análisis y diseño.
- Contar con un usuario experto en el negocio, el cual ayudará en gran medida a la construcción del sistema y posteriores negociaciones con respecto al cambio de funcionalidades en caso que sean necesarios.
- Coordinar con la Gerencia de Sistemas sobre las tecnologías a usar para el desarrollo del proyecto. Lo cual permitirá definir con que tecnologías se podrán trabajar para el desarrollo del proyecto.
- Es importante firmar un acta de constitución de proyecto, dado que este ayudará a definir el alcance del mismo. Para la elaboración de esta acta es importante que previamente se haya producido una comunicación y coordinación con el usuario líder, el cual ayudara para definir los requisitos funcionales del proyecto.
- Contar con un encargado de la Gerencia de Sistemas el cual pueda ayudar en los casos de instalación del sistema, apoyo en caso de tecnologías de la organización y otras situaciones.
- Es recomendable limitar las funcionalidades que se encuentran en el Acta de Constitución del Proyecto para agregar requisitos adicionales, dado que este es un proyecto de fin de carrera el cual cuenta con un tiempo límite para su desarrollo a diferencia de cualquier de otro proyecto.

7.4 Ampliaciones

A continuación, ofrecemos una lista de las posibles ampliaciones que podrían ser desarrolladas como mejoras al sistema:

- Se recomienda la implantación del sistema en la corporación minera, el cual ayudará de gran forma a la gerencia de Seguridad y Salud para automatizar el

registro y control en la asignación de los EPPs a los trabajadores de la corporación minera.

- En el sistema se guardará la dirección de los archivos de entrega de EPPs a los trabajadores, cuando la ley lo permita se podría poner como aprobación de entrega la huella digital del empleado en lugar de su firma.
- Mensajería móvil a través del cual se emitan recordatorios sobre el vencimiento de los equipos de EPPs a los responsables de cada área.
- Implementar un módulo de inteligencia de negocios para poder explotar toda la información histórica que se vaya registrando en el sistema.



8 Referencias Bibliográficas

[BIZAGI, 2012] Bizagi Process Modeler

2012 <http://www.bizagi.com/index.php>

[Canales, 2012] Ing. Félix Guerra y Ing. Canales, Massiel

2012 Entrevista 1. Entrevista del día 1 de septiembre al Ing. Félix Guerra (Gerente corporativo de Seguridad de minas de Buenaventura) y Ing. Massiel Canales (Asistente corporativo de Seguridad de minas de Buenaventura)

[Debevoise, 2011] Debevoise, Tom

2011, The microguide to process modeling in BPMN 2.0, 2da Edición, Virginia, Advanced Component Research, Incorporated

[Herrick, 2001] Herrick, Robert F.

2001 Enciclopedia de la OIT, Capítulo 31: Protección personal. Segunda edición. España: Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo

[ISOTools, 2012] ISOTools

2012 <http://www.pe.isotools.org/normas/riesgos-y-seguridad/oshas-18001/>

[Camacho, 2008] Camacho Yerovi, Iván

2008 Informe CA-SISTEMAS-01. Documento de trabajo. Lima

[Isasi, 2008] Dr. Felipe Isasi

2008 Minería en el Perú. Lima: Ministerio de Energía y Minas. 2008

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/presentaciones/exposicion_minas_espa.pdf>

[Kazman, Abowd, Bass] Kazman, Rick - Abowd, Gregory

Scenario-Based Analysis of Software Architecture

[Kendal, 2005] Kendall, Kenneth E.

2005 Análisis y Diseño de Sistemas. Sexta edición. México: PEARSON

- [Laudon, 2012] Laudon, Kenneth C. y Laudon, Jane P.
2012 Sistemas de Información Gerencial. Decimo segunda edición. México:
PEARSON
- [Losavio, 2010] Losavio, Francisco - Guillen-Drija, Christian
2010, Comparación de métodos para la arquitectura de un software: un marco de
referencia para un método arquitectónico. Revista de Facultad de Ingeniería U.C.V.
Caracas, 2010, Vol. 25, N°1, 71-81
- [Macroconsult, 2012] Macroconsult
2012 Impacto Económico de la minería en el Perú. Lima 2012, Primera edición, 1-
15.
- [M&M trading, 2010] M&M trading S.R. Ltda
2010 Lo último en seguridad. Cero Riesgos. Lima, 2010, Numero 1,14-15
- [Monardez, 2008] Monardez, Karen –Buegüño, Daniel
2008 Control de elementos de protección personal. Tesis para optar el título de
Ingeniero de Sistemas. Universidad Tecnológica de Chile, Facultad de Ciencias e
Ingeniería
- [PMBOK, 2008] Management Institute, Inc.
2008, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (GUÍA DE PMBOK
Project), 4ta Edición, Pennsylvania, Project Management Institute, Inc.
- [Pollice, 2002] Pollice, Gary
2002 Using the Rational Unified Process for Small Projects: Expandig Upon
eXtreme Programming. Rational the software development company.
- [Reglamento de Seguridad, 2010] Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y
otras medidas complementarias en minería
Ministerio de Energía y Minas
2010 055-2010-EM. Decreto Supremo 055-2010-EM. 18 de enero del 2010

[Ruiz, 2008] Ruiz Conejo, Carina La Madrid
2008 Propuesta de un plan de seguridad y salud para obras de construcción. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería

[Society for mining, 2012] Society for Mining, Metallurgy & Explorations (SME)
2012 Análisis de seguridad según las causas de accidentes. Instituto de Ingeniería de Minas. Lima, 2012, Numero 414, 38-46

[TRACE, 2012] TRACE – T
2012 <http://www.nortesoft.cl/index-1.html>

[Valdiviezo, 2003] Valdiviezo Guzmán, Luis Alberto
2003 Seguridad e Higiene en la compañía minera Caylloma S.A. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería de Minas. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de minas

[Westlander, 2001] Westlander, Gunella
2001 Enciclopedia de la OIT, Capítulo 35: Organización y salud y seguridad. Segunda edición. España: Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo