



**Trabajo en opción por el título de Máster en Matemática Aplicada e  
Informática para la Administración**

**TECNOLOGÍA DE INFORMATIZACION PARA LA GESTIÓN  
DE INFORMACIÓN DE LOS PROCESOS MINEROS EN LA  
EMPRESA “COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA”.**

**Autora:** Ing. Blanca M. Guerrero Haber

**Tutores:** Dr. C. Ing. Francisco Fernández Periche

Dr. C. Ing. Luis Cuevas Rodríguez

Holguín, 2013

## RESUMEN

En este trabajo se abordan los aspectos fundamentales del diseño e implementación de una tecnología para la gestión de información en la Unidad Básica Minera de la Empresa “Comandante Ernesto Che Guevara”, consistente en un nuevo sistema informático para la gestión de los procesos vinculados a la minería, así como las modificaciones necesarias en la infraestructura de la red empresarial para facilitar la explotación adecuada de dicho software.

El software desarrollado contiene las tareas relacionadas con la extracción y transporte del mineral, la planificación, el mantenimiento y los trabajos en los depósitos mineros, así como las salidas necesarias para la supervisión y control de las mismas. Además, se integra al portal corporativo permitiendo la introducción y consulta de las informaciones, en cualquier momento y desde cualquier lugar de la industria, con los correspondientes niveles de seguridad.

Entre las modificaciones introducidas en la infraestructura de la red empresarial se encuentran el completamiento de la conectividad y el acceso al sistema, en todos los puntos de entrada de datos que así lo requieran.

Con la aplicación de esta tecnología se garantiza la gestión automatizada de las informaciones mineras por parte de la organización, así como el control y seguimiento histórico de dichas labores. De igual forma, se logra la incorporación de los parámetros operacionales de la minería a los balances generales de la industria, todo lo cual contribuye al aumento de la eficiencia empresarial.

INTRODUCCIÓN.....	5
MARCO TEÓRICO E HISTÓRICO DE LA INFORMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS MINEROS .....	12
1.1 Las tecnologías de informatización vinculadas a los procesos mineros y su evolución.....	12
1.1.1 Fundamentos teóricos de las tecnologías de informatización para la gestión de información de los procesos mineros. ....	12
1.1.2 Evolución histórica de la informatización de los procesos mineros en el mundo. 15	
1.1.3 Evolución histórica de la informatización de los procesos mineros en la ECG. ....	19
1.2 Aplicaciones informáticas utilizadas en Cuba y el mundo para el apoyo y control de las labores de minería.....	21
1.3 Gestión de información de los procesos mineros en la ECG. ....	26
1.3.1 Objetivo de la Unidad Básica Minera. Procesos mineros. ....	26
1.3.2 El Despacho Mina y su función dentro de los procesos mineros. ....	29
1.3.3 Importancia de la gestión de información de los procesos mineros.....	30
1.3.4 La gestión de información de los procesos mineros antes de la investigación.....	31
1.4 Oportunidades de la tecnología Web en la gestión de información de los procesos mineros de la ECG. ....	37
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE INFORMATIZACIÓN ...	42
2.1 Elementos del Diseño de la tecnología de Informatización .....	42
2.2 Valoración de sostenibilidad de la tecnología de informatización. ....	45

---

2.3 Elementos de la implementación de la tecnología de informatización.....	48
2.4 La gestión de información de los procesos mineros después de la implantación de la nueva tecnología. ....	52
2.5 Validación de la tecnología de informatización.....	54
2.6 Importancia de la tecnología de informatización para el complejo minero-metalúrgico ECG.....	61
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

## **INTRODUCCIÓN**

La globalización impone un nuevo paradigma de eficiencia que dirige las transformaciones de la empresa de hoy hacia dos objetivos específicos: las formas de gestión y sus estructuras organizacionales.

La presión que ejerce la globalización sobre el ámbito internacional ha desencadenado en las últimas décadas una serie de procesos de gran trascendencia, entre los que se destaca la dinámica acelerada del desarrollo científico tecnológico de las empresas, responsable de las transformaciones en la configuración técnico-económica y que a la vez genera nuevas premisas organizativas y científico-tecnológicas de la gestión organizacional.

Las empresas dedicadas a la minería deben insertarse en el mercado mundial globalizado logrando costos de producción relativamente bajos y determinada calidad de los productos, para lo cual se enfatiza en la búsqueda de soluciones que propicien el aumento de la eficiencia y eficacia de su proceso tecnológico. Entre las principales soluciones aplicadas a nivel mundial por las empresas mineras se destacan: el reajuste en el costo de operaciones, la racionalización del proceso productivo y la introducción de nuevas tecnologías.

Como se expresa en Delgado (2004), la ciencia ha dotado la vida cotidiana de nuevos instrumentos que potencian las capacidades humanas y cambian la vida de las personas. En las empresas mineras estas nuevas tecnologías introducidas disminuyen el tiempo de procesamiento y ejecución de las tareas, a la vez que potencian los recursos invertidos para el logro de una mayor eficiencia del proceso productivo.

También en los complejos minero-metalúrgicos de Cuba se han puesto en práctica diversas soluciones con la finalidad de obtener mayor rendimiento en la rama y tributando a los principales objetivos de trabajo de las empresas productoras, que se dirigen al aumento de la eficiencia metalúrgica, la supervisión y monitoreo de los principales indicadores del proceso productivo y el máximo aprovechamiento de los recursos existentes.

Para lograr estos objetivos, los organismos de dirección del país han aprobado la ejecución de diferentes proyectos de inversiones que impulsen el avance científico-técnico en todo el Grupo Empresarial Cubaníquel, especialmente en la Empresa “Comandante Ernesto Che Guevara” de Moa (de ahora en adelante: ECG).

Bajo estas directrices, la ECG se encuentra inmersa en un proceso de modernización de su esquema tecnológico, así como del equipamiento eléctrico y de automatización asociado a las diferentes secciones productivas, para contribuir al incremento de los beneficios, empleando sistemas capaces de generar información en tiempo real para la supervisión y el control del proceso, todo lo cual se incluyó entre los objetivos más importantes del plan de inversiones aprobado. Como parte de estas transformaciones se encuentra la modernización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (de ahora en adelante: TIC), proceso desarrollado en esta Empresa desde el año 2001, comenzando con el proyecto Red Empresarial que dejó interconectadas todas las áreas de la industria (ver [Anexo 1](#)). Los enlaces principales se realizaron a fibra óptica, uniendo incluso zonas muy alejadas como la Planta Potabilizadora (a 5 km) y la Unidad Básica Minera (a 2 km). Este proyecto de gran envergadura facilitó la interconexión de alrededor de 40 puntos de unión, donde se utilizaron más de 12 km de fibra óptica y un equipamiento que permite la comunicación a velocidades, comprendidas entre 100 Mb y 1Gb/s en algunas secciones de flujo crítico, como el área de Economía y el Nodo Central, lo cual convierte los recursos utilizados en disminución del tiempo de traspaso de la información.

Soportado por una red única para toda la empresa, se creó en el año 2002 el Portal Corporativo CHENet, plataforma Web con gestión de bases de datos por SQLServer. El mismo facilita el intercambio de la información generada en las plantas de producción y la integración de diferentes sistemas de gestión empresarial, lo cual permite la obtención automática de resúmenes periódicos sobre los principales indicadores técnico productivos referentes al abastecimiento, gastos en recursos humanos y mantenimiento, consumo de combustible y materias primas, entre otros parámetros que influyen en el balance general de la industria.

Varias modernizaciones realizadas en los sistemas automáticos y eléctricos permitieron la implementación, a partir del año 2002, de la Red de Procesos (Red

SCADA), cuyos componentes han sido incorporados gradualmente a dichos sistemas en más de veinte secciones productivas (ver [Anexo 2](#)), hasta formar la estructura distribuida actual, integrada por más de 30 servidores para la supervisión y el control del proceso. Por medio de esta subred se intercambia información sobre las variables fundamentales que intervienen en las operaciones, lo cual ha facilitado el almacenamiento durante años de la tendencia histórica de miles de parámetros tecnológicos para la obtención de forma automatizada de los reportes por áreas y la consulta de un área desde la otra. El empleo de estas modernas TIC a lo largo de la industria ha permitido tanto la integración entre todas las bases de datos generadas en tiempo real por la Red SCADA, la Intranet Empresarial y los sistemas de gestión enlazados con la misma, para ayudar a la conformación del balance general de la industria como el acceso desde la Intranet a todas estas informaciones, empleando cualquier PC conectada a la red.

Más de 10 años han transcurrido desde los inicios de este enorme proyecto de desarrollo científico tecnológico en la ECG, sumado a la incorporación de numerosos servicios para los usuarios, como son: correo electrónico, Internet, antivirus empresarial, FTP, impresión en red, recuperación de la información, servicios terminales para aplicaciones de ofimática y otras, sistemas para la supervisión y monitoreo de la red con alertas automáticas, numerosos sistemas para la gestión empresarial y el control de procesos y para la supervisión y monitoreo de los sistemas eléctricos. Además se cuenta con sistemas para la digitalización de documentos, almacenamiento y salva de información, así como de acceso remoto y acceso inalámbrico a la Red Empresarial. Todos estos servicios se han implementado sobre una infraestructura sustentada por más de 60 servidores, que ya sobrepasó el número de 800 estaciones y 1300 usuarios a lo largo de la industria.

Por lo antes expuesto en el complejo niquelífero han surgido nuevas premisas organizativas y científico-tecnológicas que persiguen el mejoramiento de la eficiencia y eficacia en la gestión empresarial, instaurándose en la industria, como consecuencia, una nueva cultura organizacional, de la cual se habla más adelante en este documento.

A partir del año 2008 el desarrollo alcanzado por las TIC y el funcionamiento estable de todos los sistemas ha permitido a la organización la gestión automatizada de una

gran cantidad de información proveniente tanto de áreas productivas como no productivas, facilitando el trabajo de directivos y técnicos. A pesar de los logros obtenidos, este desarrollo no puede extenderse aún hacia la Unidad Básica Minera, debido a las características que se exponen a continuación:

- Las informaciones generadas por la minería se obtienen de varios sistemas por separado y por otras vías (oral, manuscritos, teléfono y radio).
- Flujo informativo centrado en el Despachador, quien además de gestionar todas las informaciones debe elaborar en Excel el reporte diario de la Unidad Básica Minera, el cual sobrepasa las 300 celdas.
- La aplicación informática existente para la gestión de los procesos mineros es un sistema obsoleto y no compatible con la infraestructura actual.
- Sobrecarga en los actores del negocio.
- Para el traslado de las informaciones dentro de la Unidad Básica Minera deben recorrerse a pie grandes distancias.

A esto se añade que las informaciones mineras deben procurarse personalmente en el Despacho Mina, lo cual dificulta el control automatizado de estos procesos por parte de la organización para la toma de decisiones oportunas. Por tanto, a pesar del desarrollo alcanzado por las TIC hasta el año 2008, la realización de reportes y cálculos metalúrgicos que involucraban los parámetros mineros continuaba siendo tediosa y consumía un tiempo considerable.

Por los motivos antes mencionados se solicitó el desarrollo de la investigación referida en este trabajo, que comenzó en la sección productiva Unidad Básica Minera: una de las áreas más importantes del proceso tecnológico de la ECG.

Todo lo anteriormente expuesto constituye el siguiente problema científico: ¿Cómo favorecer la gestión de información de los procesos mineros en la ECG?

Dicho problema se encuentra enmarcado dentro de la gestión de información de los procesos mineros, específicamente dentro del objeto de estudio, y la informatización de la gestión de información de los procesos mineros, constituye el campo de acción.



Para dar solución al mencionado problema, se plantea como objetivo: desarrollar una tecnología para la informatización que favorezca la gestión de la información de los procesos mineros en la ECG.

Para resolver el problema científico anterior, se han delimitado las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos de una tecnología de informatización para la gestión de la información relacionada con los procesos mineros?
2. ¿Cuál es la evolución de la informatización de los procesos mineros en el mundo y en Cuba?
3. ¿Cuáles son las características de los softwares más importantes, para la gestión de información de los procesos mineros, usados en el mundo?
4. ¿Cuáles son los factores que influyen en la gestión de información de los procesos mineros en la Empresa Ernesto Che Guevara (ECG)?
5. ¿Cuál es la valoración de la sostenibilidad y factibilidad de la tecnología diseñada para la gestión de la información de los procesos mineros en la ECG?
6. ¿Cómo diseñar e implementar una tecnología de informatización para la gestión de información de los procesos mineros de la ECG?
7. ¿Cómo pueden valorarse los resultados obtenidos con la tecnología antes mencionada?

Para alcanzar el objetivo planteado, deberán ejecutarse las siguientes tareas de investigación:

1. Establecer los fundamentos teóricos de una tecnología de informatización para la gestión de la información relacionada con los procesos mineros
2. Caracterizar la evolución de la informatización de los procesos mineros en el mundo y en Cuba.
3. Resumir las principales características de los softwares más importantes utilizados en el mundo para la gestión de información de los procesos mineros.
4. Realizar un estudio de la infraestructura informática y de comunicaciones de la ECG y de la Unidad Básica Minera.

5. Estudiar las características de los procesos mineros de la ECG y su relación con el Despacho Mina.
6. Describir las particularidades de la gestión de la información de los procesos mineros en la ECG.
7. Realizar el estudio sobre la sostenibilidad y factibilidad de la tecnología diseñada para la gestión de la información de los procesos mineros en la ECG.
8. Realizar el diseño e implementación de una tecnología de informatización para la gestión de información de los procesos mineros en la ECG.
9. Aplicar el método Delphi para la valoración de los resultados obtenidos con la tecnología antes mencionada, mediante el criterio de expertos.

Para cumplimentar las tareas antes mencionadas se han empleado diferentes métodos, entre los que se encuentran:

*Métodos teóricos:*

**Análisis y síntesis:** se utilizó en la elaboración de los fundamentos teóricos, en el procesamiento de la información existente, así como en la descomposición del sistema en pequeños subsistemas para facilitar la comprensión del problema. Otra aplicación de este método de investigación ocurrió en la valoración de sostenibilidad del producto.

**Inducción-deducción:** se empleó durante el procesamiento de la información teórica para la concepción de los principios comunes a las diferentes secciones de la propuesta informática y durante la puesta en explotación de la misma.

**Histórico y lógico:** la aplicación de este método teórico se puso en práctica durante el estudio de la gestión de información de los procesos mineros antes de la investigación, de las herramientas y técnicas utilizadas.

*Métodos empíricos:*

**La observación y la medición:** Desde las diferentes ubicaciones de los actores del negocio se utilizó la observación colectiva, real y oportuna, así como la medición de los diferentes parámetros que inciden en la eficiencia, empleando mapas y cuadernos de notas, donde se tomaron las principales impresiones sobre el proceso

de gestión de información de los procesos mineros para una mejor valoración del mismo.

La entrevista, la encuesta y la revisión de documentos: para la comprensión adecuada de los problemas existentes y durante el proceso de valoración de la propuesta, se tuvo en cuenta el conjunto de sugerencias, los criterios y las necesidades que pudieron influir en la correcta concepción del sistema, así como en la revisión y estudio de los requerimientos funcionales y las reglas del negocio.

*Método estadístico:*

El criterio de expertos, a través del método Delphi: fue utilizado para la valoración de la factibilidad de la tecnología diseñada.

El trabajo consta de dos capítulos:

Capítulo 1. Marco teórico e histórico de la informatización de los Procesos Mineros. Está orientado a mostrar los principales fundamentos teóricos empleados para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación.

Capítulo 2. Diseño e implementación de la tecnología de informatización. Muestra los elementos generales del diseño e implementación de la tecnología relacionada con la presente investigación, sus principales características y prestaciones, así como la valoración de sostenibilidad de la misma. Unido a ello, se explica la influencia de la investigación en la mejora de la eficiencia empresarial.

Además, cuenta con un cuerpo de conclusiones y recomendaciones, así como la bibliografía y los anexos necesarios sobre los contenidos abordados.

# Marco Teórico e Histórico de la Informatización de los Procesos Mineros

---

## **1.1 Las tecnologías de informatización vinculadas a los procesos mineros y su evolución.**

### **1.1.1 Fundamentos teóricos de las tecnologías de informatización para la gestión de información de los procesos mineros.**

Los avances que han tenido la ciencia y la tecnología han mejorado la calidad de vida del ser humano en muchos aspectos. Así como la ciencia se dedica a la profundización en los conocimientos, la tecnología se encarga de aplicar dichos conocimientos para desarrollar instrumentos o aparatos más precisos que contribuyan a facilitar la vida diaria e impulsen más el avance de la ciencia.

El concepto de tecnología ha sido interpretado a través de diversas imágenes, según los enfoques diferentes dados al mismo por los autores. Entre ellas se destacan con más fuerza la imagen intelectualista y la imagen artefactual.

En la primera imagen se entiende por tecnología la aplicación de la ciencia. Sobre la misma Nuñez Jover, J. (1999) expresa que se muestra la tecnología como “un conocimiento práctico que se deriva de la ciencia, entendida esta como conocimiento teórico, y que este enfoque presupone que a la par del desarrollo científico se

---

despliegue también una sucesión de transformaciones tecnológicas, donde quedan fuera de lugar los condicionamientos sociales del desarrollo tecnológico y las alternativas éticas que él envuelve”.

Mientras, la imagen artefactual o instrumentalista aprecia las tecnologías como simples herramientas o artefactos a disposición de todos, que puede tener efectos negativos que dependen del uso que se dé a la misma y no a su importancia y a su relación con la sociedad. Como se plantea en Nuñez Jover, J. (1999), “esa visión reduccionista de la tecnología impide su análisis crítico e ignora los intereses sociales, económicos y políticos de aquellos que diseñan, desarrollan, financian y controlan la tecnología”.

Estas imágenes no reflejan el hecho de que las características propias de un determinado sistema social, así como las normas establecidas por las clases dominantes en el mismo, favorecen o frenan el desarrollo tecnológico, según la conveniencia económica y ética del impacto posterior de la tecnología para estos intereses. Además, no reflejan con veracidad la interrelación entre el desarrollo científico y el tecnológico, porque la tecnología no es sólo una consecuencia del accionar de la ciencia, sino que a su vez crea las condiciones para el surgimiento de nuevos avances científicos.

En cambio, Mockus (1983) ofrece una alternativa a las imágenes anteriores, donde la tecnología no se identifica con productos concretos ni tampoco con la ciencia aplicada. En esta alternativa la tecnología está estrechamente vinculada a los condicionamientos sociales. Como es explicado por Nuñez Jover, J. (1999), “hay decisiones y acciones propiamente tecnológicas influidas por un criterio de optimización inevitablemente afectado por circunstancias sociales”, o sea que el avance en el desarrollo tecnológico obedecerá a su pertinencia económica, política y ética para los intereses sociales”.

En esta reflexión se enfatiza el carácter social de la tecnología y el sometimiento del progreso tecnológico a las necesidades y condiciones objetivas que determinan su diseño, desarrollo, financiamiento y control, todo lo cual obedece a un análisis previo sobre la factibilidad de su aplicación en la sociedad.

---

Pero, concretamente ¿qué es tecnología?

Existen diversas definiciones de tecnología dadas por los autores, algunas de las cuales mencionaremos a continuación.

Price (1980) define tecnología como "aquella investigación cuyo producto principal es, no un artículo, sino una máquina, un medicamento, un producto o un proceso de algún tipo" (p.169).

En Nuñez Jover, J. (1999) se define tecnología como "técnicas industriales de base científica. Para estas reservamos el término tecnología" (p.33) y también: "Las tecnologías son complejos técnicos promovidos por las necesidades de organización de la producción industrial, que promueven a su vez nuevos desarrollos de la ciencia" (p.42).

Sábato y Mackenzie (1982) definen tecnología como "un paquete de conocimientos organizados de distintas clases (científico, técnico, empírico) provenientes de distintas fuentes (ciencias, otras tecnologías) a través de métodos diferentes (investigación, adaptación, desarrollo, copia, espionaje, etc." (p.30).

El criterio de esta autora se inclina hacia estas dos últimas definiciones y propone para el concepto de tecnología "una solución científico-técnica, proveniente del desarrollo o adaptación de una o varias investigaciones, que responde a las necesidades de mejoramiento de un determinado proceso".

Esta definición se utiliza en el presente trabajo para exponer la solución informática obtenida, en la cual influyó el desarrollo de la investigación y también el resultado de otras investigaciones anteriores. Dicha solución, como ya se mencionó, es una tecnología de informatización, la cual tiene la finalidad de favorecer la gestión de la información en los procesos mineros de la Empresa Cmdte. Ernesto Che Guevara.

Tanto en el estudio previo realizado, como en los epígrafes finales donde se muestra la pertinencia de la investigación, se manifiesta el impacto de la aplicación de las modernas tecnologías de la información y las comunicaciones en la industria cubana del níquel y su interrelación con los principales objetivos económicos y políticas

---

trazadas, no sólo a nivel centralizado, sino también a nivel ramal y empresarial, demostrando la influencia social del desarrollo tecnológico.

También en otros países del mundo el desarrollo y aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones han repercutido en un mayor control sobre las labores de minería y el aumento de la eficiencia en el procesamiento de los datos generados por estas. Desde hace más de dos décadas, la informatización de los procesos mineros avanza hacia escalones superiores, transformando la ejecución manual de los trabajos por el uso de medios cada vez más sofisticados que contribuyen, entre otras ventajas, a humanizar la producción. En el próximo epígrafe se realiza un resumen de algunos aspectos importantes relacionados con estos temas.

#### **1.1.2 Evolución histórica de la informatización de los procesos mineros en el mundo.**

El desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones y su aplicación al sector empresarial ha devenido en el mejoramiento de la eficiencia de las tareas realizadas, a la vez que aumenta la rapidez y confiabilidad en la obtención de los resultados. "Como proceso material, la vida cotidiana ha sido dotada por la ciencia, de nuevos instrumentos que potencian las capacidades humanas, cambian la vida de las personas, a la vez que la hacen dependiente del conocimiento y de los nuevos productos del saber [...]" (Delgado, 2004:p11-12).

Las actividades de minería generan grandes bases de datos, referidas tanto al proceso de extracción, como a las labores de preparación, planificación y mantenimiento, lo cual puede implicar una considerable inversión de tiempo en el análisis y consolidado de los datos necesarios para llegar a conclusiones sobre dicho proceso. De ahí la importancia primordial de la aplicación de las modernas tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso minero, para lograr un mejor control de la producción y ahorro de tiempo en la obtención de los resultados.

Desde hace 25 años las TIC han desempeñado un importante papel en la evolución de los negocios e industrias. Con el aporte de medios de comunicación rápidos, seguros y confiables aportados por las TIC, esta evolución ha transitado desde la

---

mecanización de procesos hasta la automatización inteligente, apoyada por la convergencia de la electrónica, robótica y mecánica.

Las empresas mineras, con gran complejidad y diversidad de tamaños, han generado una vasta necesidad de nuevas soluciones tecnológicas que permitan facilitar el trabajo de todos los eslabones de la cadena de producción. El sector TIC ha tenido la oportunidad de acercarse a esos requerimientos y buscar herramientas innovadoras para satisfacerlos, ofreciendo productos y servicios que aporten a los procesos mineros y permitan agregarles valor, mejorar la eficiencia productiva y mantener un alto nivel de seguridad en el entorno, siempre respetando el medioambiente y el contexto social y humano que rodea al mineral.

Entre las primeras innovaciones sobresalientes en este ámbito se encuentran el reemplazo del hombre por la máquina en labores que requerían de gran despliegue de esfuerzo, y que debían realizarse en condiciones ambientales sumamente riesgosas.

Esto ha ocurrido, por ejemplo, en la División Andina de CODELCO, donde el trabajo subterráneo fue reemplazado por las consolas de computadores, mediante las cuales los obreros, desde fuera de la mina y gracias a la tecnología inalámbrica, operaban en forma remota los martillos para golpear la roca subterránea. Esta sustitución no sólo significó mejores condiciones de trabajo y de salud para los trabajadores y la eliminación de los accidentes en la mina, sino que además menores costos en la infraestructura requerida para su explotación.

Otros de los avances empleados es la tecnología experta, cuya introducción en la minería se remonta a 1991 en la molienda SAG de Chuquicamata. Las estrategias de control experto fueron implementadas debido a que las técnicas de control automático no satisfacían las necesidades de maximizar la productividad de la planta. La operación del sistema de control supervisor experto ha logrado incrementar el nivel de procesamiento de mineral, junto con mejorar la eficiencia metalúrgica producto de una granulometría de alimentación a flotación más estable, permitiendo contrarrestar la natural disminución de ley de mineral y el incremento de su dureza en el tiempo. Adicionalmente, este desarrollo ha permitido una operación



---

más estable, con potencias empleadas al límite, evitando condiciones de riesgo y/o sobrecarga.

La tecnología inalámbrica (*wireless*) también se ha utilizado para evaluar permanentemente las condiciones de trabajo de los inmensos camiones que transportan el material, con la ventaja de informar el momento en que debe realizarse su mantenimiento, evitando así pérdidas por accidentes o por descomposición de la maquinaria. Sin embargo, se señala que aún existe un largo camino para desarrollar la automatización y robotización en todos los procesos productivos mineros, como ocurre en algunas fábricas que funcionan totalmente sin intervención del hombre, las llamadas *Computer Integrated Manufacturing Systems (CIMS)*.

En el marco del segundo Congreso Internacional de Automatización en la Industria Minera, Automining 2010, organizado por Gecamin, el ejecutivo Francisco Amiama, subgerente de automatización y proyectos de la gerencia TICA de Codelco expresó “El negocio minero vive una nueva etapa evolutiva. Antes fue una actividad centrada en el trabajo físico, luego en las grandes máquinas, y las transformaciones actuales indican que el centro del negocio se va moviendo hacia la aplicación del conocimiento y la tecnología” (Congreso de Automatización de la Industria Minera, 2010).

Corroborando este planteamiento, en su presentación denominada *New Dimensions in Advanced Process Control*, Alain Broussaud, gerente general de MetsoCisa, Francia, destacó el rol estratégico de las TIC en el Control Avanzado de Procesos (APC) que es el área de mayor crecimiento en la automatización de la industria minera y metalúrgica, ya que se duplica cada cinco años. Según se define en Blevins, T.L, McMillan, G.K, Wojsznis, W.K., y Brown, M.W., 2009, “el APC es un conjunto amplio de técnicas y métodos que van desde la sintonización de controladores, hasta el control predictivo basado en modelos y simulación dinámica de procesos, pasando por las técnicas estadísticas, los sistemas expertos, el control difuso, la estimación empleando modelos y las redes neuronales”. Sobre este tema Broussaud indicó que los recientes progresos en la simulación de procesos hacen posible diseñar, configurar, evaluar y pre-sintonizar sistemas para simular control de

---

planta, y esto es posible de hacer antes de que una planta inicie actividades, lo cual refleja su importancia.

Otro de los trabajos relevantes presentados en este evento fue la ponencia *Aligning the mining operation to business strategy* (El alineamiento de las operaciones mineras con la estrategia de negocios de una compañía), por los expertos Russel Barr y Robert Cook, de Invensys, Estados Unidos, los cuales destacaron que aún cuando estos elementos ofrecen oportunidades valiosas para mejorar los negocios, suelen no ser aprovechadas adecuadamente. En las operaciones mineras se generan islas de automatización o de información que no se integran entre sí por diversos motivos. Esto hace que cada unidad productiva se centre en sus propios objetivos, los cuales no necesariamente se alinean con una estrategia corporativa. De ahí la importancia de los sistemas ECS (*Enterprise Control System*). Estos “han sido diseñados para romper las barreras que han existido en el sector de manufactura, proporcionando una inter-operación de la planta completa, acceso a comunicación abierta a través de las unidades de negocio de la empresa y un entorno de ingeniería unificado. Esto proporciona la capacidad a los empresarios de adaptar su modelo de negocio, reducir sus costos y sistematizar las prácticas de negocios”, señala el trabajo de Barr y Cook.

Relacionado específicamente con temas de mejoras de eficiencia, calidad y mantención en plantas, los expertos de OutotecOyj, Finlandia, Ari Rantala y MarttiLarinkari, y Tirso Meneses, de Outotec Chile, realizaron el trabajo “*Novel measurement and information systems for improving tank house quality, efficiency and maintenance*” acerca del *Tank house Information Management System (TIMS)*, que muestra un nuevo y moderno sistema para la recolección, manejo y reporte de datos en orden a optimizar el rendimiento y funcionamiento de sus celdas electrolíticas, *Cell Sense*. A través de esta herramienta es posible monitorear, controlar y analizar la calidad en línea de los procesos de obtención de cátodos y ánodos. Según los expertos, esta herramienta ha permitido incrementos en eficiencia energética, calidad del producto y ha mejorado temas de mantención y seguridad.

En Cuba también se han dado muestras de la aplicación del conocimiento y la tecnología para facilitar el monitoreo de los procesos relacionados con la minería. Ejemplo de ello son los diferentes trabajos desarrollados en la zona minera de Moa,

---

que comenzaron desde hace más de 25 años, los cuales son referidos en el próximo epígrafe.

### 1.1.3 Evolución histórica de la informatización de los procesos mineros en la ECG.

Los primeros intentos de informatizar la minería del níquel en Cuba se remontan al año 1985, cuando se desarrolló el Sistema Níquel (EGS, 1985), cuyo objetivo principal era automatizar el manejo de la base de datos geoquímicos. Este proceso se ha ido enriqueciendo con el perfeccionamiento del manejo de base de datos y la incorporación del pronóstico y control de la minería.

Luego se comienza el desarrollo del sistema Tierra en el año 1996 para, de conjunto a algunos elementos de hardware añadidos, auxiliar al departamento de geología mediante la informatización de las tareas de Pronóstico, Planificación y Control de la Minería.

En ese mismo año se puso en explotación la primera versión del Sistema Despacho, modificada en 1998 (versión mejorada), el cual consistía en una aplicación de escritorio para uso local en la máquina del despachador, programado en lenguaje Delphi que utilizaba BD Paradox. Antes de su puesta en explotación no existía ninguna computadora en esa oficina, por lo que este sistema significó un paso de avance en la informatización de la misma, ya que contribuía a mejorar las condiciones de trabajo existentes. A pesar de ello, poseía algunas limitaciones importantes que se exponen a continuación:

- 1- No incluía todas las labores realizadas en el proceso minero, al abarcar solamente lo concerniente a minería y escombreo. Por este motivo otras actividades, como tiros de rocoso, tierra vegetal y rechazo, se procesaban como escombreo.
- 2- No contemplaba otros trabajos como la construcción de caminos.
- 3- No poseía módulos para las informaciones correspondientes a otras actividades como la planificación minera y el mantenimiento de los equipos.
- 4- El módulo correspondiente a los depósitos mineros nunca funcionó.

- 
- 5- El módulo para los reportes no funcionaba correctamente, por lo que no se obtenían las informaciones necesarias y la mayor parte de los cálculos finales los completaba el despachador en una tabla Excel.
  - 6- La tecnología utilizada no permitía adicionarle otras labores ni otros módulos en el futuro.

Antes del año 2000 en la ECG existían varias subredes separadas, cubriendo algunas áreas, entre ellas, el edificio administrativo de la Mina, que incluía pocas máquinas conectadas (alrededor de 6). Además, las secciones productoras no se enlazaban en red y el sistema SCADA de entonces no realizaba intercambio de información entre servidores, por lo que los parámetros y operaciones fundamentales se consultaban entre las áreas por medio de teléfono o radio. Al no existir los medios técnicos adecuados, la gestión de información a nivel empresarial se limitaba al intercambio y consolidado de reportes elaborados en Excel por los técnicos de cada área.

Al surgir la Red Empresarial en el año 2001 y el Portal Corporativo en el 2002, se estableció entre los procedimientos de trabajo el intercambio y consulta de información de forma automatizada entre las áreas tomando parte de la cultura organizacional que se desarrolla. Al convertirse la CHENet en el sistema empleado para la gestión informativa de la industria, las decisiones tomadas para la mejora continua de los procesos dependían de los sistemas incorporados a esta plataforma. Además, a partir de la puesta en funcionamiento de la nueva Red SCADA, que intercambia información en tiempo real entre secciones del proceso, los parámetros fundamentales de un área productiva se consultan como requerimientos de operación de otras. Además, los valores generados por esta Red SCADA eran utilizados como apoyo y fundamento de las operaciones realizadas, así como para el mantenimiento y la solución de averías presentadas en los equipos tecnológicos, por lo que, como parte de la nueva cultura organizacional, los registros históricos del SCADA y los reportes de la CHENet comienzan a utilizarse para la toma de decisiones a todos los niveles y en las argumentaciones de los informes técnicos. Con ello se sumó otra limitante al Sistema Despacho y creó la necesidad de que la Mina se incorporara a esta nueva cultura organizacional mediante la lectura y

---

utilización de los datos de la Intranet y el SCADA en sus informes, tecleando los valores en Excel.

Como consecuencia de lo anterior, en el año 2006 se solicitó que se incluyeran en la Red SCADA algunos parámetros tecnológicos del área minera, y a pesar de que la Mina no poseía sistema de automatización se añadieron las principales entradas de los datos solicitados, que debían introducirse manualmente en el sistema por el despachador para su consulta por la organización. Dentro de estas informaciones se encontraban: las operaciones previstas para el día de trabajo, los equipos designados, la calidad del mineral de entrada al proceso, el estado de los depósitos mineros y otras variables que se empleaban como referencia de operación de diferentes secciones, todo lo cual se sumaba a las tareas del Despachador.

A pesar de la existencia en la Red de Procesos de las informaciones referidas a la minería, la nueva cultura organizacional exigía cada vez una mayor cantidad de datos sobre los procesos mineros, con vistas a su incorporación a los resúmenes generales de la industria. Por ello se hacía más inminente la necesidad de incorporación de informaciones detalladas sobre las operaciones en esta área minera, solicitud que se llevó a cabo oficialmente en el año 2008, como ya se mencionó en la introducción de este trabajo.

Y como también se explicó anteriormente, esta solicitud propició el desarrollo de la presente investigación. Una de las tareas que enmarcó la misma fue el estudio de las principales características de los softwares más importantes utilizados en Cuba y el mundo para la gestión de información de los procesos mineros, resumidas en el siguiente epígrafe.

## **1.2 Aplicaciones informáticas utilizadas en Cuba y el mundo para el apoyo y control de las labores de minería.**

El desarrollo vertiginoso de las tecnologías de la información y las comunicaciones y la necesidad del aumento de la eficiencia de los procesos mineros ha propiciado el surgimiento de numerosas aplicaciones informáticas vinculadas a la minería, de manufactura tanto cubana como internacional.

Entre ellas se encuentran las soluciones que cubren desde las áreas de geología hasta el control operacional de una faena en producción, pasando por el modelamiento, estimación de recursos, optimización y diseño, entre otros aspectos; otras aplicaciones están caracterizadas por su alto nivel de especialización en alguna área en particular y por último existen soluciones más inclinadas a lo que es el control administrativo y ha desarrollado conceptos como Business Process Management (BPM) y Business Intelligence (BI), los que se pueden definir como el proceso de analizar los bienes o datos acumulados en la empresa y extraer una cierta inteligencia o conocimiento de ellos. Dentro de la categoría de bienes se incluyen el manejo de los procesos de negocios, las bases de datos, información de la cadena productiva y cualquier actividad o fuente de información relevante para la empresa, donde se incluye la evaluación del impacto ambiental ocasionado por la actividad minera.

Entre los sistemas informáticos más importantes empleados actualmente en Cuba y el mundo para el apoyo y control de las labores de minería pueden mencionarse los siguientes:

- El software Tierra, desarrollado en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, se encuentra en explotación en la Empresa “Comdte. Ernesto Che Guevara” desde hace varios años. Este sistema es muy útil para el personal de geología; el mismo incluye un conjunto de herramientas computacionales que permiten el manejo de las bases de datos de hasta 10 yacimientos lateríticos para el pronóstico, planificación y control de la minería.
- El Gemcom Surpac despunta como la aplicación minera más usada en el mundo, con el 60% del mercado. Este software es empleado por los ingenieros de minas, geólogos y topógrafos para la determinación de las características físicas de un depósito y la planificación de la producción minera mediante el modelado de recursos usando gráficos 3D. Emplea complejas herramientas de bases de datos para almacenar, gestionar y revisar los datos de perforación, así como para ver e imprimir secciones empleando estos datos y diagramas premodelados. Esta herramienta de exploración y explotación minera también es utilizada en la empresa ECG, para el apoyo de los especialistas de los Dptos. de Geología y Minas.
- El Datamine que se utiliza fundamentalmente para el modelado geológico principal de reconocimiento y planificación de minado.

- 
- El MAPTEK VULCAN proporciona herramientas de software 3D que le permiten al geólogo acceder y ver datos de sondaje, definir zonas geológicas, y modelar depósitos de yacimientos. El MAPTEK VULCAN es considerado como el mejor software de procesamiento de datos de escaneo de minas, canteras, datos geológicos y topográficos. Además, brinda soluciones de planificación minera a cielo abierto y subterráneas contienen una gran cantidad de opciones que le permiten al usuario desarrollar fácil y rápidamente complejos diseños 3D.
  - El MINESIGHT3D es una herramienta que cubre los requerimientos geológicos mineros desde el área de exploraciones hasta el control operacional, considerando el modelamiento geológico, la estimación de recursos, definición de reservas y generación de planes de extracción de largo, mediano y corto plazo.

Además de los sistemas de apoyo a la producción minera existen otros que se dirigen a la valoración de la influencia de estas labores en la sociedad, como los Sistemas de Gestión Medioambiental, que se utilizan para procesar la información procedente de las áreas de explotación de yacimientos y monitorear el impacto ambiental que provoca el desarrollo de la actividad minera; entre ellos se destaca el procesador sísmico In Site, herramienta integrada para la adquisición de datos sísmicos y su procesamiento, administración y visualización. Esta aplicación es útil para la monitorización del daño en la roca y realiza el análisis de datos de catálogos microsísmicos para interpretar la distribución y geometría de la red de fracturas y su relación con las operaciones de la mina. Al ser independiente del hardware de captación de datos, puede integrarse con la mayoría de los equipos comerciales para la lectura y procesamiento en tiempo real.

También son muy utilizados en el mundo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta de análisis de información para la gestión y administración del proceso de Minería, la ubicación de zonas con características similares dentro de los yacimientos y construcción de mapas predictivos. Los SIG adquieren la información mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, videos, entre otros, y con ella construyen modelos gráficos que permiten relacionar y ligar atributos gráficos y no gráficos, tanto desde el punto de

---

vista posicional como topológico. MAPINFO Professional es una potente herramienta de Sistemas de Información Geográfica muy difundida en el mundo, que permite realizar diversos y complejos análisis geográficos ideales para facilitar la toma de decisiones: captura, consulta, edición, análisis y reportes de información geográfica dinámicamente relacionada con bases de datos. Además, se emplea en la visualización de los datos como puntos, como regiones zonificadas temáticamente o como gráficos de tarta o de barras, entre otros. Con esta aplicación se puede llevar a cabo operaciones de zonificación, combinación y división de objetos, y definición de áreas de influencia, así como realizar consultas acerca de los datos y acceder a datos remotos.

Otra de las herramientas conocidas es el Sistema Gestión Producción Online, aplicación desarrollada en Codelco para facilitar este trabajo, modelando, integrando y consolidando la información de producción proveniente de las operaciones unitarias y procesos. También calcula el cumplimiento respecto a la planificación y finalmente la informa digitalmente a los niveles gerenciales, en un ambiente web, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. El sistema es un módulo que forma parte del proyecto Sistema Integrado Apoyo a la Producción, SIAP, propuesta levantada el año 2002 por la Gerencia Corporativa de Tecnologías de Información y Telecomunicaciones (GCTIC) de Codelco. Este sistema, aunque integra informaciones provenientes de diversas áreas vinculadas a la gestión de la minería, no incluye las actividades relacionadas con el mantenimiento de los equipos mineros.

Como se aprecia en el estudio realizado, existen en el mundo gran cantidad de aplicaciones dedicadas al procesamiento de datos diversos emanados de las labores mineras, pero se pudo comprobar que no incluyen todo el flujo de información y la cantidad de procesos vinculados a la minería de la ECG. Luego de evaluar el alcance de dichas aplicaciones, comparado con los requerimientos definidos por el cliente, se concluye que no existe ninguna que pueda dar solución al problema planteado en esta investigación, por lo que se considera necesario el desarrollo de un nuevo producto informático.

Tomando en cuenta lo planteado en Minería Panamericana (1996); Chica Olmo (1998); Hillman (1999); Vergara (1998), “la informatización de un proceso en una empresa es actualmente uno de los problemas más complejos de enunciar y



---

resolver, pues va más allá de la simple confección de un software, por excelente que sea su calidad y utilización posterior”, para el desarrollo de este nuevo producto informático se valoró, además, la implementación de varias premisas planteadas por el Dr. Arístides Legrá y su equipo de trabajo, durante la investigación realizada para la confección del software Tierra, explicadas en Legrá Lobaina, E. , Legrá de la Fuente, A., y de la Fuente Rodríguez, N. (1999), las cuales se resumen a continuación:

- La correcta planificación de la minería [...] ejerce una influencia decisiva en el comportamiento de los principales índices técnicos y económicos generales de la empresa minera (Revista Minería Panamericana, 1996; Chica Olmo, 1988; LegráLobaina, 1999; Lepin y Ariosa, 1990; Polanco Almanza, 1996).

- Los yacimientos lateríticos del nordeste de Cuba por sus características naturales exigen una minería particular para su explotación (Legrá Lobaina, 1999 ; Polanco Almanza, 1996), por ese motivo y debido al desarrollo histórico de la minería cubana del níquel (con fuerte influencia norteamericana antes de 1959 y de la antigua Unión Soviética entre los años 1959 y 1990) la utilización de los software más difundidos universalmente en esta rama puede no ofrecer directamente los resultados óptimos esperados. En la actualidad no se han comercializado a escala internacional software especializados para la explotación, con las tecnologías que se emplean en Cuba, de yacimientos de este tipo.

- La industria cubana del níquel, basada en la explotación de este tipo de mineral, posee una rica experiencia de más de 50 años y en cada una de las fábricas que hoy se explotan se han seguido criterios análogos, observando las características propias de los yacimientos, equipamiento minero y proceso metalúrgico, según se plantea en Legrá Lobaina, 1999 y Polanco Almanza, 1996, quienes además refieren que esto es de vital importancia al existir centros como el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa y el Centro de Investigaciones de las Lateritas de Moa que han tenido especial dedicación al estudio del proceso de la explotación óptima de estos yacimientos, la búsqueda de información actualizada y el intercambio científico - técnico con especialistas y centros análogos cubanos y extranjeros, indicando que se dispone de un significativo nivel de conocimiento teórico y práctico sobre este tema.

- El gran volumen de datos geológicos sobre estos yacimientos y su diversidad es un factor que ha dificultado desde el principio el análisis de múltiples variantes de explotación en periodos de tiempo breves, lo cual ha motivado que en ocasiones las decisiones adoptadas con métodos manuales no sean las óptimas ó incluso racionales; sin embargo, esto ha motivado que se hayan desarrollado desde 1986, como se muestra en Legrá Lobaina, E. et al. (1999), Aguilera y Carcassés (1998); EGS (1985) YEPSA MOA NICKEL S.A. (2000), varios softwares que permitieran el manejo y el cálculo de algunos índices a partir de los datos conocidos.

Las premisas anteriores indican la existencia de particularidades especiales en los procesos mineros de la ECG, así como de una gran experiencia acumulada en la informatización de su minería, tanto por personal de dicha empresa, como del ISMM y el Centro de Investigaciones del Níquel, lo que demuestra que la nueva herramienta deberá ser un software especial que se adapte a las condiciones de la Mina ECG y a las labores que allí se realizan, incluyendo la planificación minera y el mantenimiento de los equipos de extracción y transporte, por lo que se determina el estudio detallado del objeto, así como la realización del análisis de los requerimientos necesarios para el desarrollo de la tecnología de informatización teniendo en cuenta todo lo planteado. En estos temas se profundiza en el próximo epígrafe.

### **1.3 Gestión de información de los procesos mineros en la ECG.**

#### **1.3.1 Objetivo de la Unidad Básica Minera. Procesos mineros.**

El complejo minero–metalúrgico de la Emp. “Cdte. Ernesto Che Guevara” comprende diversas secciones tecnológicas correspondientes a un proceso CARON. El esquema de dicha industria comienza en la Unidad Básica Minera que cuyo objetivo es suministrar las cantidades y calidad del mineral requerido para el desarrollo de las operaciones fabriles con vistas al cumplimiento del plan de producción de níquel.

La materia prima que suministra la mina es una mezcla de menas níquelíferas cobálticas, limoníticas y serpentínicas, con contenidos de cortes para el hierro y el níquel de 12 % y 0.9% respectivamente. La relación entre los minerales

limoníticos y serpentínicos es 2:1. Se considera producto terminado en la Mina, todo mineral que cumple las normas de humedad, fineza y calidad establecidas.

La obtención de los minerales que existen en los distintos yacimientos a explotar se realiza teniendo en cuenta el flujo tecnológico establecido, el cual cumple con las diferentes operaciones que deben ejecutarse en cada una de las etapas, teniendo en cuenta el Mapa de Proceso de la actividad (ver figura 1).

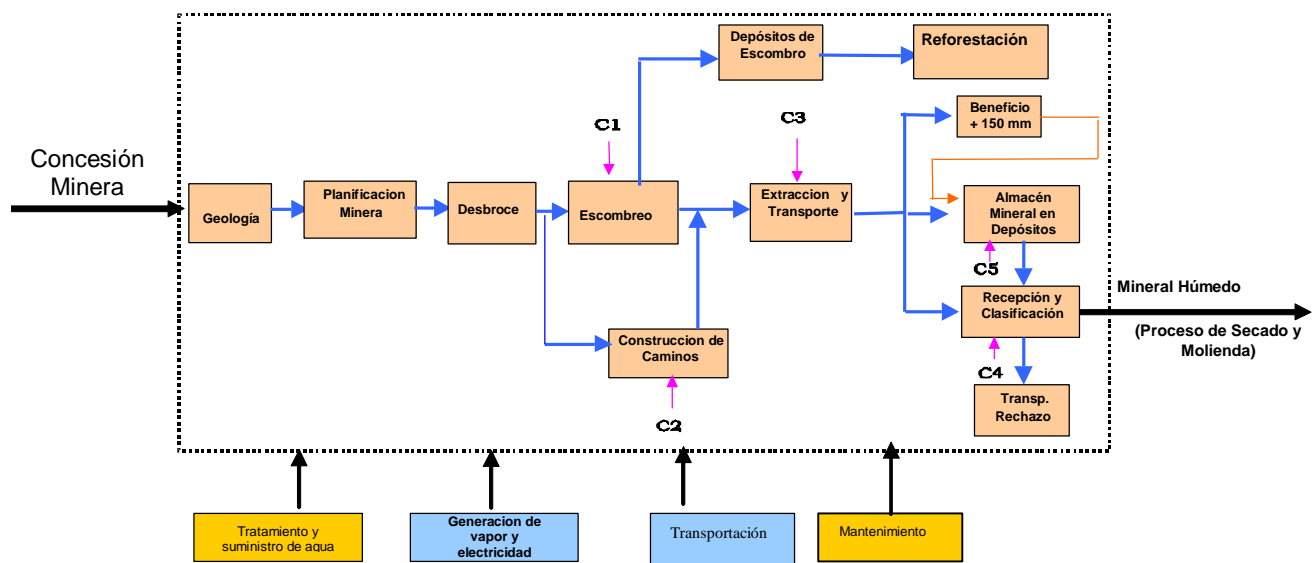


Figura 1. Mapa de Proceso: Unidad Básica Minera

Dentro del mapa de procesos anterior se destacan las siguientes actividades:

**“Concesión Minera:** Es la base legal o autorización mediante el cual el estado concede el derecho a una entidad o empresa que le permita la utilización o explotación de un yacimiento.

**Geología:** Nos da todas las bases de datos necesarias para la explotación del yacimiento teniendo en cuenta sus características, físicas, químicas y mineralógicas, o sea un desarrollo completo basado en redes de exploración y explotación para la posterior extracción.

---

**Planificación Minera:** Es la estrategia a seguir para la extracción del mineral basado en las informaciones geológicas existente que te permite cumplir los parámetros exigidos por la empresa.

**Desbroce:** El desbroce consiste en la eliminación de la vegetación y la modelación del terreno para que puedan entrar al área los equipos que realizan el destape.

**Construcción de caminos:** Los caminos mineros son las arterias por la que fluye el mineral hasta la fábrica o el punto de recepción, por lo tanto en la medida en que estos sean mejores, así también fluirá el mineral hacia estos.

**Escombreo o Destape:** Es la preparación minera que indica el conjunto de trabajos mineros que hay que realizar para que la extracción y el transporte se realicen con la mayor calidad y eficiencia.

**Extracción del Mineral:** La extracción y transporte del mineral es la actividad fundamental y están subordinados a las exigencias del proceso industrial y a las condiciones naturales del yacimiento por lo que se precisa de un punto de recepción, beneficio y homogeneización que equilibre las fluctuaciones en los volúmenes y la calidad del mineral.

**Beneficio +160mm:** El mineral enviado de los frentes de minería presenta unas características granulométricas con valores superiores a +160 mm, por lo que este material es clasificado desde los mismos frentes de minería y luego enviado a los depósitos de la mina para su posterior homogeneización” (Empresa Cmdte. Ernesto Che Guevara, 2001).

Todos estos procesos generan informaciones importantes que deben ser del conocimiento del Despacho Mina, para el logro de una mejor organización y estabilidad de las tareas realizadas en dicha Unidad Básica. A este importante eslabón de la cadena productiva minera se refiere el epígrafe 1.3.2.

---

**1.3.2 El Despacho Mina y su función dentro de los procesos mineros.**

El Despacho Mina tiene la función fundamental de controlar centralizada y continuamente el desarrollo de las actividades mineras, su labor es primordial para garantizar el suministro estable de mineral con la calidad adecuada que da inicio al proceso tecnológico de la industria. El operador encargado de realizar todas las tareas del Despacho Mina se llama Despachador de la Mina.

Durante los turnos de trabajo el Despachador de la Mina debe recibir diversas informaciones importantes relacionadas con las labores que allí se ejecutan, entre las que se encuentran:

- Cantidad de mineral en los depósitos,
- Cantidad de pozos en extracción,
- Cantidad y calidad (composición) del mineral extraído de cada pozo,
- Situación operativa de los equipos tecnológicos asociados al mismo (excavadoras, camiones),
- Estado general de todos los equipos tecnológicos (parado, en operación, tipo de avería que presenta),

y haciendo uso de las mismas, entregar a los directivos los reportes siguientes:

- Resumen de todas las operaciones mineras realizadas al finalizar cada turno y día, en el cual se refleja, además, la situación productiva de la fábrica en el momento de emitido el informe.
- Estado de todos los equipos tecnológicos, así como el historial del mismo, según la fecha seleccionada.
- Planificación del mantenimiento de equipos.

Todas las informaciones antes mencionadas se vinculan a la gestión de información de los procesos mineros, cuya importancia se describe a continuación.

---

**1.3.3 Importancia de la gestión de información de los procesos mineros.**

El objetivo básico de la gestión de información es organizar y poner en uso los recursos de información de la organización (externos e internos) para permitirle operar, aprender y adaptarse a los cambios del ambiente. Los actores principales en la gestión de información son los usuarios, por ser creadores de conocimiento, en unión estrecha con los profesionales de la información. Los procesos principales de la gestión de información: la identificación de las necesidades de información, su adquisición, su organización y almacenamiento, el desarrollo de productos y servicios, su distribución y su uso, son a la vez la base de la creación del conocimiento durante la existencia productiva de la organización y por tanto el fundamento de la gestión del conocimiento.

“Entre los principales beneficios que pueden esperarse de una adecuada gestión de la información en las organizaciones, se encuentran:

- Disponer de la información necesaria en el momento oportuno.
- Colocar a disposición de todos los miembros de la empresa recursos de información generados dentro de la propia empresa, necesarios para el desarrollo de las tareas cotidianas.
- Integrar y administrar la información interna y externa como un todo para facilitar la toma de decisiones más eficiente.
- Crear una estructura organizativa que garantice y facilite la comunicación entre sus miembros.
- Desarrollar una cultura empresarial de coordinación entre los individuos en la empresa.
- Reducir los costos de la administración de documentos.
- Mejorar la respuesta a los clientes, suministradores, distribuidores y a quienes financian la empresa.
- Generar productos más innovadores y menos costosos, a partir del aprovechamiento de las experiencias y de la información que reducirá el trabajo” (Padilla Meléndez, A. y Del Águila Obra, A. ,2003).

La gestión del conocimiento identifica y explota, en el trabajo cotidiano, el conocimiento creado en la organización y el adquirido del exterior, generaliza las

---

mejores prácticas, propicia el incremento del capital intelectual de la organización y su valor de mercado, a la vez que facilita la generación de nuevos conocimientos y su materialización en productos y servicios.

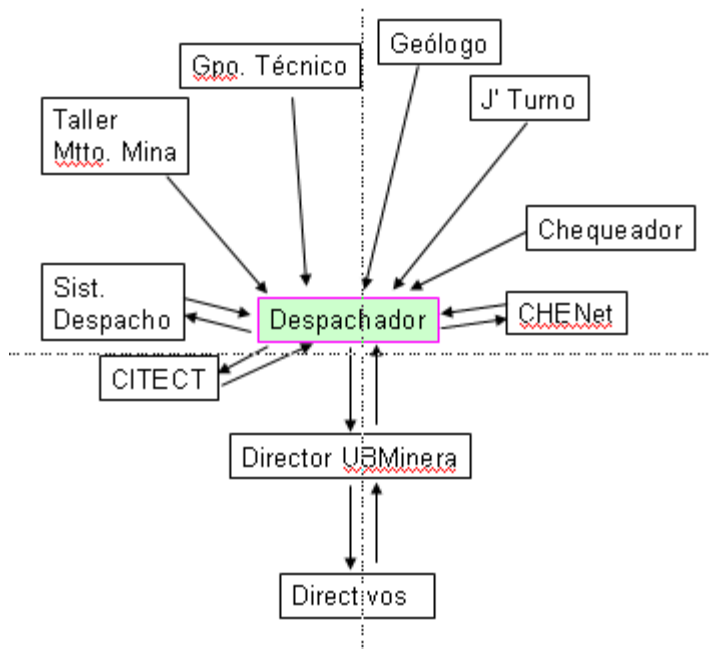
Boomer (2004) sostiene que la gestión del conocimiento es un estadio superior a la gestión de información, ya que es un sistema que engloba un conjunto de funciones, tales como la gestión de los documentos, la gestión de los procesos de búsqueda y recuperación de los usuarios en diferentes medios y la gestión y centralización de habilidades y experiencias de los miembros de la organización.

En el caso de los procesos mineros de la ECG la gestión de información apoya las soluciones brindadas por directivos y técnicos para el desarrollo de las labores de extracción de mineral, el mantenimiento y reparación de los equipos y el trabajo en los depósitos mineros, así como la respuesta a las averías y el cumplimiento en general de la entrega planificada del mineral necesario para el proceso tecnológico, a la vez que se enriquece diariamente el conocimiento sobre la influencia de las operaciones mineras en este proceso.

Además, una oportuna gestión de información de las labores mineras por parte de la ECG es esencial para que sus directivos y técnicos conduzcan de una manera más certera las operaciones a lo largo de la industria, teniendo en cuenta que la Mina encabeza y sirve de referencia a dichas operaciones. La organización, almacenamiento y distribución de las informaciones mineras facilita el desarrollo diario del proceso de creación del conocimiento y fortalece la experiencia adquirida durante más de 20 años en la producción de níquel, a la vez que fundamenta la gestión del conocimiento en toda la organización.

#### **1.3.4 La gestión de información de los procesos mineros antes de la investigación.**

Antes del comienzo de esta investigación, los procesos mineros poseían un flujo informativo donde el Despachador era el centro de la gestión de información:



**Figura 2. Flujo informativo de los procesos mineros antes de la investigación.**

En el flujo mostrado en la Figura 2:

- El geólogo entregaba en el despacho impresa la Orden de Extracción.
- El chequeador comunicaba su información por radio, teléfono o manuscrita.
- El jefe de turno entregaba el vale de combustible, así como el combustible habilitado y las horas de trabajo de cada equipo llenado a mano.
- El grupo técnico entregaba la planificación en Excel.
- De la CHENet y el CITECT se leían muchos valores, que luego se copiaban en el resumen en Excel y también se introducían datos provenientes de la minería.
- El Taller Mto. informaba los equipos averiados o de alta por teléfono.
- El despachador resumía todo en Excel.

Principales deficiencias:

- La información asociada a la minería es gestionada por sistemas separados (Sistema Despacho, Sistema SCADA y la Intranet); igualmente existen informaciones que no están en ningún sistema (ejemplo: planificación minera,



---

mantenimiento de los equipos y algunas labores de minería que ya se han mencionado).

- La información obtenida de producción como son: cantidad de viajes de los equipos, datos de calidad y las interrupciones, no son reportadas en tiempo y forma.
- No se garantizaba la confiabilidad de los datos mineros ni el almacenamiento histórico de los mismos para su consulta, por lo que dificultaba el análisis de períodos anteriores de la industria empleando estas informaciones.
- Sobrecarga de trabajo en los actores del negocio.
- La mayoría de los reportes se hacen de forma manual.
- Ofrece un número limitado de salidas que no están en correspondencia con las exigencias actuales.
- El sistema de información de los procesos mineros no cuenta con un nivel adecuado de automatización que le permita integrarse al portal corporativo.
- La informatización de estos procesos no llega hasta todas las áreas que generan información hacia el Despacho.
- La minería no aportaba datos de forma automatizada al balance metalúrgico de la empresa.
- Cuando la toma de decisiones involucraban parámetros mineros, traía consigo mucho tiempo invertido.
- El nivel de informatización existente no permite a la organización la ejecución de un efectivo control interno de las operaciones realizadas.

Además de las dificultades antes mencionadas, la gestión de información de los procesos mineros se veía agravada por diversos factores, en los cuales se profundizará a continuación.

*Principales causas de la demora en la gestión de información de los procesos mineros*

La primera causa de esta demora era el tiempo que se invertía en la elaboración manual y análisis de las informaciones mineras, como se deduce de la observación de algunos documentos utilizados.

---

En el [Anexo 3](#) aparece la estructura del Plan Mensual de Minería, tabla de Excel con 3600 celdas, derivado del Plan Anual asignado a la Unidad Básica Minera, que era confeccionado por el Dpto. Técnico y empleado de conjunto con el Dpto. de Geología para la elaboración diaria de la Orden de Extracción (ver [Anexo 4](#)).

La propia Orden de Extracción, compuesta por más de 900 campos con las orientaciones diarias para los turnos de trabajo era otro de los documentos elaborados de forma manual. El contenido de la misma lo introducía el Despachador en el Sistema Despacho y además en el SCADA. Entendemos oportuno aclarar que algunos parámetros que son considerados importantes, como el contenido de sílice y magnesio en el mineral previsto a extraer, tampoco eran asimilados por el Sistema Despacho.

Otro de los factores que influye en esta demora era la distancia que cubre el Sistema Informativo correspondiente a los procesos mineros y la separación al resto de la industria. Si se observan los mapas que aparecen en los Anexos [1](#) y [5](#) se puede apreciar las distancias, debido a la posición geográfica, entre la zona minera y otras áreas de la empresa, observándose que la Unidad Básica Minera se encuentra un poco alejada del resto de la zona industrial (aproximadamente 2 Km entre la Mina y la entrada principal de la industria y a 700 m de las plantas productoras principales), así como la existencia de separación considerable entre las actividades dentro de los límites de la propia Unidad Básica Minera (aproximadamente 400 m de distancia entre el 01 y el edificio administrativo minero, donde está ubicado el Despacho). Para la obtención del informe diario de la Mina, el Director de la Unidad Básica debía trasladarse desde la portada principal de la industria hasta el Despacho Mina, recorriendo una distancia de alrededor de 2 Km, y luego debía retornar hasta la portada principal (Edificio Administrativo de la Empresa) con el documento de Excel impreso, para exponer los resultados productivos de forma oral a otros directivos.

De lo explicado en los otros capítulos y el párrafo anterior se resume que, antes de la investigación la gestión de información en los procesos mineros se desarrollaba a través del intercambio de documentos, tanto digitales como manuscritos, y comunicaciones telefónicas y de radio, y además, prácticamente recorriendo a pie grandes distancias, durante toda la jornada, para el traslado de las informaciones, lo

cual trae como consecuencia un gasto excesivo de tiempo que incide negativamente en la eficiencia de dicha gestión de información.

Estas deficiencias no fueron las únicas identificadas; la gestión de los procesos mineros también incidía negativamente en el control interno.

*Principales dificultades que impedían un mejor control interno en los procesos mineros*

La actividad económica de la Empresa Cmdte. Ernesto Che Guevara se encuentra inmersa en tareas relacionadas con el fortalecimiento del control de los recursos y la aplicación de mecanismos que mejoran la auditoría y supervisión de los procesos.

En Cuba, la Resolución 297 del 2003, expresa cómo el Comité de Normas Cubanas de Contabilidad, estableció el concepto de control interno, en correspondencia con las condiciones de la economía cubana para su aplicación en todas las entidades del país. Esta lo define como "el proceso integrado a las operaciones efectuado por la dirección y el resto del personal de una entidad para proporcionar una seguridad razonable al logro de los objetivos como: confiabilidad de la información, eficiencia y eficacia de las operaciones, cumplimiento de leyes, reglamentos y políticas establecidas y el control de recursos de todo tipo, a disposición de la entidad". El control interno representa el soporte bajo el cual descansa la confiabilidad de un sistema contable, no se limita únicamente a la que manifiestan las cifras reflejadas en los estados financieros, también evalúa el nivel de eficiencia operacional en los procesos contables y administrativos.

La minería en la ECG procesa anualmente más de 3 millones de toneladas de mineral, empleando equipamiento de alto costo de adquisición y mantenimiento, con un consumo del 85 % del diesel total reportado por el proceso tecnológico, por lo cual dicha sección productiva se incluye dentro de las áreas que inciden de manera importante en el costo de operación. De ahí la importancia de enfatizar en los mecanismos de control económico aplicados a la misma.

La entrega tardía e imprecisa de las informaciones sobre los viajes realizados propiciaba el descontrol del Despacho Mina sobre la cantidad de mineral procesado y el combustible empleado en determinado momento de la jornada productiva, además, el hecho de que estas informaciones se elaboren en forma de manuscritos

---

disminuye la confiabilidad de las mismas, ya que posibilitan el error humano y dificultan las revisiones detalladas comparativas de estos parámetros.

La organización no poseía control automatizado sobre las labores mineras de tiro de rocoso, tiro de tierra vegetal, tiro de rechazo y la construcción de caminos, y al no contabilizarse las mismas por separado en el Sistema Despacho, todos los consumos de combustible de cada una de ellas, así como los gastos de tiempo, fuerza de trabajo y equipos se sumaban y se registraban agrupados como labores de Escombreo, por lo que imposibilitaba un análisis individual de estas operaciones.

Este control insuficiente también favorecía la ocurrencia de delitos de desvío de recursos, ya que, al ocurrir un hecho era difícil la investigación, igualmente se hacía difícil comparar varios períodos, turnos u operarios entre sí.

Además, al no contar con un sistema de registro automático de las horas trabajadas por los equipos mineros, esto dificultaba la obtención de avisos de mantenimiento de los mismos, por lo que la ocurrencia de averías era más frecuente, afectando el costo de operaciones, y además, repercutiendo cada avería en la disminución de tiro de mineral, lo cual afectaba el plan de producción de la empresa.

Por lo antes explicado la organización no podía realizar un análisis individual del costo de cada una de las operaciones mineras, ni un ajuste por separado de los recursos empleados en las mismas (humanos, materiales, equipos, tiempo) con vistas a tomar medidas de ahorro de estos recursos.

Además de lo expresado anteriormente, al no obtenerse los reportes de forma automatizada, estos procesos no se consideraban auditables, lo cual constituía una deficiencia para garantizar la Gestión de la Calidad en la ECG.

Como se puede apreciar, antes de la investigación la organización poseía un control manual sobre los procesos mineros, que se caracterizaba por su lentitud e inconsistencia, influyendo esto en la eficiencia del desempeño de directivos y técnicos, así como en otros aspectos inherentes a la productividad del trabajo y el control de los costos por parte de la organización, de ahí que la herramienta informática producto de esta investigación debe contribuir a eliminar estas dificultades para facilitar la mejora continua de los procesos mineros.

---

## 1.4 Oportunidades de la tecnología Web en la gestión de información de los procesos mineros de la ECG.

La utilización de la tecnología Web soporta la creación de información descentralizada, de forma que cada parte puede modificarse si cambia. Si existe una infraestructura adecuada, esta información publicada puede accederse donde y cuando se desee; y eso reduce el costo de mantenimiento de las fuentes de información y el de formación de los empleados, al garantizar una forma más eficaz de asimilación por parte de estos. La Tecnología Web es una de la más poderosa que pueden utilizarse en una organización, si se aplica de forma adecuada. Su diseño e implementación, en función de los objetivos organizacionales, provee a la institución de una herramienta fundamental para la gestión de la información que tributa a la gestión del conocimiento, y para la comunicación interna, que permite mejorar y agilizar la dinámica organizacional. Sin embargo, esto sólo es posible cuando los empleados participan activamente en su mantenimiento y actualización. Se realiza un acercamiento a esta tecnología, a partir de su definición conceptual y su caracterización en el contexto de las organizaciones. Se analiza su visión como herramienta para la gestión de la información y como medio de comunicación

Los aspectos siguientes pueden hacer más interesante el desarrollo de una estrategia Web para la gestión de los procesos mineros en la ECG:

- El trabajo de una organización debe subdividirse de manera que todos los procesos que requieran una habilidad determinada puedan ser realizados por personas que la posean.
- La gestión separada de cada proceso y la integración final de todos los procesos presupone la participación interrelacionada de todos los miembros del negocio.
- El perfeccionamiento empresarial presupone el accionar de todos los trabajadores en la mejora continua de los procesos del negocio.
- La posibilidad de introducir y consultar las informaciones desde cualquier lugar de la empresa es una de las condiciones para lograr eficiencia y eficacia en la gestión de los procesos mineros y de la organización.

---

Las compañías que desarrollan e implementan estrategias Web bien planificadas disfrutan de ventajas a largo plazo. Las organizaciones modernas se esfuerzan en alinear sus departamentos de TI con sus diversas unidades de negocio, en crear asociaciones que pueden identificar nuevas oportunidades y en aplicar la tecnología para alcanzar el éxito. Cuando el foco de atención está en la agilidad del negocio, los presupuestos de desarrollo de aplicaciones y de infraestructuras discrecionales se descentralizan, de forma que los recursos de TI se pueden dedicar a aquellas iniciativas que ofrezcan a la compañía el valor más competitivo. Al mismo tiempo, el objetivo principal de la tecnología de la información es crear una plataforma Web única, global y flexible que permita a las unidades de negocio implementar rápidamente y desarrollar de forma continua sus iniciativas en la Web.

Además, para la aplicación de cualquier estrategia en la gestión de los procesos mineros debe considerarse la complejidad de la información generada por los mismos, y en el caso especial de la ECG, la cantidad de los usuarios que darán uso de estas informaciones y su ubicación dentro del negocio, lo cual le da ventaja a la tecnología Web, por ser la solución más económica y fácil de administrar, como ya se explicó.

Además de lo anterior, deben valorarse los aspectos mencionados a continuación:

- Tratamiento individual de los procesos en diferentes módulos o secciones e integración en una infraestructura centralizada.
- Existencia del equipamiento adecuado donde se necesite la consulta y/o adición de las informaciones.
- Contribución de los principales especialistas en la consolidación de la solución y la confección de los reportes precisos.
- Accesos al sistema, según la función de cada usuario en el negocio.
- Compatibilidad con el resto de las aplicaciones Web existentes.
- Utilización de elementos almacenados en otras aplicaciones, como formularios o modelos comunes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concibe el Sistema de Gestión Minera como un sistema Web incorporado al Portal Corporativo CHENet, realizándose la configuración de los usuarios y la seguridad del sistema (niveles de acceso y

privilegios) mediante los módulos que este posee. De esta forma dicha solución se favorece con las ventajas antes mencionadas que ofrecen los sistemas Web.

*Proyecto CHENet, el Portal Empresarial de la ECG.*

En cualquier centro en el que se necesite actualizar global y rápidamente los datos, el uso de una Intranet agiliza bastante los procesos, al permitir acceder a la información cuando ésta sea requerida por el usuario, al mismo tiempo que permite una actualización de los datos rápida y barata. Se eliminarían muchas de estas publicaciones en papel, que aparte de su alto coste nos llevan a un proceso lento, costoso y poco eficaz en el que la información no llega a todos los interesados o cuando llega es tarde. La Intranet hace que el acceso a los datos sea mucho más ágil y sencillo.

La CHENet incluye gran cantidad de información necesaria se subdivide en varios módulos, que incluyen tanto cuestiones de interés común a todos los usuarios, como guías telefónicas, acceso a la prensa cubana y a otros portales (cubaníquel, infomed, infocom), como las informaciones generadas por los sistemas de gestión empresarial, el control de procesos y los sistemas de monitoreo eléctrico.

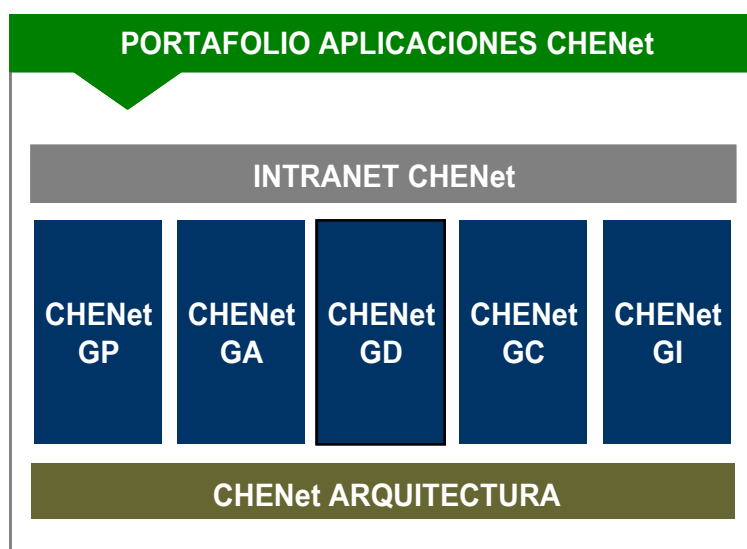
Esta Intranet, desde su primera versión desarrollada en el año 2002, ha tenido una gran incidencia en el control del proceso productivo y en el flujo informativo de la fábrica, basada en un mejor control de la producción, centralización de la información de operaciones, garantizando rapidez y fiabilidad en el control y flujo de la información, permitiendo la generación automática de informes de operación, producción y portada, entrada de datos desde las diferentes áreas de la fábrica, así como accesible desde cualquier parte de la empresa, e incluso desde fuera de ella. Además, por el mecanismo de control y tratamiento de errores, ha permitido reducir el número de los mismos, generados durante la entrada de datos.

Su segunda versión, desarrollada en el año 2005, se encuentra en explotación en estos momentos. CHENet está concebido en dos áreas fundamentales en lo que a accesos a información se refiere. Una zona pública, a la cual podrá acceder cualquier usuario que acceda a la Intranet y desde la cual se le ofrecerán servicios tales como información sobre la empresa, gráficos de producción, noticias, acceso a

diferentes aplicaciones, entre otros. La segunda área, de acceso restringido, está concebida para que sólo puedan acceder a ella los usuarios autorizados por la dirección de la fábrica y que de una manera u otra se relacionen con las operaciones productivas de la misma, o de algún otro de los sistemas o aplicaciones que esté integrado a CHENet (ver [Anexo 6](#)).

Esta Intranet Empresarial está conformada por un grupo de aplicaciones y servicios, entre los cuales podemos mencionar un sistema de configuración y administración de aplicaciones Web y de usuarios, un servicio Web de seguridad y autenticación única para todas las aplicaciones configuradas con el sistema de administración, entre otros servicios que en su conjunto convierten a la Intranet en un framework para el soporte de aplicaciones Web.

Como se aprecia en la figura 3, la esencia de este proyecto es el concepto de Portafolio de Aplicaciones CHENet, que no es más que la consolidación, en un único punto de encuentro, de la gestión de aplicaciones informáticas, gestión de procesos, datos y servicios que todo usuario necesita para realizar su trabajo con rapidez y eficiencia, en apoyo a la gestión de información y el conocimiento en la organización.



**Fig. No 3. Portafolio de Aplicaciones CHENet**

Este Framework Corporativo en sus 11 años de explotación ha permitido la integración de aplicaciones como el ya anteriormente mencionado Sistema de



---

Gestión de Procesos, además de varias dedicadas a la gestión empresarial como el Sistema de Gestión de la Cadena de Suministros, un Sistema de Consultas y Almacenes, un Sistema de Compras y Contratación, el Sistema de Control de Usuarios, un Sistema de Control de Combustible, un Sistema de Control de Instrumentos, un Sistema de Control de Dietas y Anticipos, así como el **Sistema de Gestión Minera** desarrollado en esta investigación, incluyendo además personalización del entorno de usuario en tiempo de ejecución.

# Diseño e implementación de la tecnología de informatización

---

Una organización es tan eficiente como son sus procesos y como la gestión de información de los mismos permita la rápida y acertada toma de decisiones.

La industria minera se fundamenta en la extracción de los recursos minerales del subsuelo, para lo cual el uso de herramientas computacionales permite que se pueda cumplir con este objetivo de una manera ágil, técnica, económica y contable.

Un reto importante que enfrentan las empresas niquelíferas es el de la administración de los procesos mineros, donde las empresas, para poder ser competitivas, necesitan que las tecnologías asociadas a sus procesos sean capaces de permitir de manera eficiente la gestión de las informaciones y el conocimiento que generan las actividades relacionadas con la planificación minera, la extracción y el mantenimiento de los equipos.

Son estos elementos los que nos permitirán un acercamiento al proceso de informatización de los procesos de gestión minera de la ECG, de gran complejidad e importancia para la obtención de un producto competitivo.

## **2.1 Elementos del Diseño de la tecnología de Informatización**

El Sistema de Gestión Minera se identifica desde el inicio como un sistema complejo, con gran nivel de detalle técnico en cuanto a la gran cantidad de información de entrada y variables presentes en los cálculos requeridos para los reportes que deben

realizarse. Es por ello que se fragmentó en varios módulos, lo cual estuvo estrechamente relacionado con la organización de las tareas en los diferentes departamentos de la Unidad Básica Minera; esto facilitó una mejor organización y distribución del tiempo, durante el desarrollo del software, así como una menor complejidad para la revisión detallada del funcionamiento, con vistas a la validación por el usuario final (ver Figura 4).

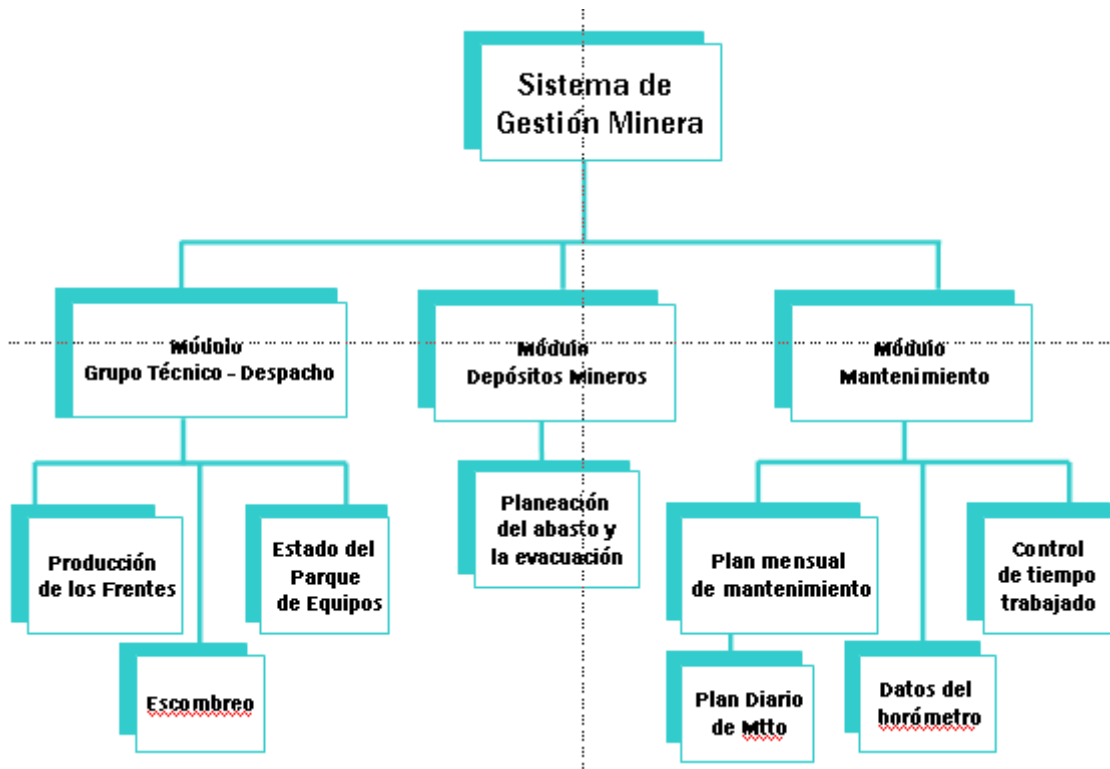


Figura 4. Módulos que forman el Sistema de Gestión Minera propuesto

El software propuesto se corresponde con el alcance planteado inicialmente, que cubre, a grandes rasgos, la introducción de las informaciones y reportes necesarios sobre las tareas de extracción y transporte del mineral, la planificación, el mantenimiento, los trabajos en los depósitos mineros y otros, donde se introducen todos los datos del día de trabajo formado por dos turnos de 12 horas. De manera general las informaciones más importantes incluidas en el sistema son las siguientes:

- Recursos asignados a la extracción y transporte del mineral (personas, equipamiento, combustible, mineral extraído con sus características).

- Planificación minera (plan anual de minería aprobado, desglosado por meses y días, cumplimiento diario de las extracciones y otras operaciones planificadas, tiro a depósitos, construcción de caminos mineros).
- Mantenimiento de los equipos (tiempo trabajado, tiempo en avería, tipos de averías, planes de mantenimiento y su cumplimiento)
- Trabajos en los depósitos mineros (calidad de mineral en los depósitos, estado inicial, incrementos y extracciones realizadas).
- Puede generar los reportes necesarios según las condiciones actuales de operación de la UBMina.

El Sistema de Gestión Minera debe interactuar con otras aplicaciones en explotación, garantizando la entrada de las variables necesarias para el completamiento de las exigencias del cliente:

**Gestión de Proceso:** Tiene como objetivo automatizar de forma integrada todos los procesos productivos. Incorpora los datos generados por diferentes secciones como el Laboratorio Químico y las plantas productoras y de servicios. Permite realizar reportes de cierre de turno y de día productivo, análisis metalúrgicos y económicos. Esta aplicación aportará al Sistema de Gestión Minera los datos de calidades de los minerales (contenido de níquel, cobalto y otros).

**SCADA:** Para la supervisión y monitoreo del proceso productivo, intercambio en tiempo real de los parámetros tecnológicos de las áreas vinculadas directamente a la producción de níquel, facilita el análisis de las operaciones realizadas para la solución de averías. Permite mostrar informes de cierre de turno y de día productivo, análisis económicos y tecnológicos. El Sistema de Gestión Minera adquirirá de este sistema las características del mineral alimentado a la industria y los parámetros de algunas áreas que se vinculan directamente con los procesos mineros como la sección de Hornos de Reducción.

Para un mejor cumplimiento del objetivo formulado, la propuesta de informatización incluye la entrada de datos distribuida por los lugares donde se generan las informaciones, lo cual añadió la necesidad de prolongar la red empresarial hasta los casos en que no existía enlace y añadir clientes ligeros en los puntos donde no se contaba con ningún medio informático, identificados como:

- Chequeador de Evacuación
- Chequeador de Abasto
- Taller 01 (ver [Anexo 5](#))

Esta nueva sección añadida a la Red Empresarial permite la explotación eficiente del sistema y a la vez brindará las facilidades técnicas para extender los servicios de red hasta esos lugares.

Antes de dar paso a la implementación de la propuesta, se realizó el estudio de factibilidad de la introducción en la industria de esta nueva propuesta de informatización para la gestión de los procesos mineros, lo cual se expone en el tópico siguiente.

## **2.2 Valoración de sostenibilidad de la tecnología de informatización.**

La implantación de una propuesta de informatización trae consigo consecuencias positivas y/o negativas en el entorno de aplicación, es por eso que se procede a la valoración de sostenibilidad de la misma, para contribuir así en el desarrollo sostenible de ésta. Se adopta el procedimiento que plantea que dicha valoración debe realizarse mediante el análisis de cuatro dimensiones: administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica. La valoración de sostenibilidad de una propuesta de informatización debe considerar la evaluación de impactos ambientales, socio humanistas, administrativos y tecnológicos de la misma, previsibles desde el diseño del proyecto, que favorece su autorregulación, para la satisfacción de la necesidad que resuelve, con un uso racional de recursos y la toma de decisiones adecuadas a las condiciones del contexto y el cliente.

### *Dimensión administrativa.*

La calidad de los servicios, ahorros, gastos y administración de recursos son algunos de los factores que se tienen en consideración cuando se analizan los posibles impactos administrativos al implantar un sistema informático.

El producto informático (PI) obtenido como resultado de la investigación tiene un costo de 15 400 MN y 1 950 CUC con un impacto económico en la empresa y

fundamentalmente en la Unidad Básica Minera, pues son los más beneficiados con el producto, aunque no aporta ingresos directamente, la entidad no debe mejorar el equipamiento dentro de los requerimientos y por este motivo no incurre en gastos en ese sentido; fue necesaria la inclusión de nuevas terminales en el terreno para un mayor control y eficiencia a la hora de introducir datos, lo que implica pequeños gastos en cableado y equipamiento que no sólo facilitarán una mejor explotación del software, sino que a la vez presupone la extensión de la conectividad de la red hasta lugares donde antes no existía, lo cual se puede aprovechar además en la extensión de los servicios de la red hasta estas zonas, para la comunicación de diversas informaciones por la vía del correo electrónico, desde los directivos hacia todo el personal de la industria y además, esto trae consigo un mejor aprovechamiento de los sistemas de almacenamiento e impresión en red existentes. Por otro lado favorecerá el ahorro de recursos humanos e insumos tales como combustible, materiales de oficinas, papel, toners, cintas de impresoras, etc.

La información incorporada podrá emplearse en la toma de decisiones en los diferentes niveles, y será accesible por todo el personal que la necesita, ya que la entrada de datos y la consulta de reportes se realizarán a través de la Intranet Empresarial. La implantación del sistema propuesto permitirá elaborar diversos informes vinculados a las actividades que se acometen en la Mina y a partir del momento de su puesta en marcha se tendrá un mayor control de la producción, así como de algunos parámetros como la productividad de los equipos que se encuentran en operación y el cumplimiento de los planes trazados por la entidad; se contará de forma permanente con el tiempo trabajado por cada equipo de la Mina, lo que posibilitará una mayor organización y evitará la sobrecarga de trabajo en el Despacho y talleres de la Mina. Las características estructurales del PI evitan redundancia de la información convirtiéndolo en una herramienta confiable.

Para el desarrollo del software se emplearon herramientas que dependen de licencias a pagar sin embargo no influye en el costo del producto pues la entidad ya había invertido en estas tecnologías en aplicaciones realizadas con anterioridad.

Esta investigación forma parte de un gran proyecto de colaboración desplegado con la Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", durante más de 10 años, como expresión de la integración Universidad-Empresa. Por tanto, para la programación

del sistema se decide que participen algunos estudiantes y profesores de Ing. Informática de la Universidad de Holguín, miembros de la Unidad Docente radicada en la ECG, donde existe ya una experiencia de varios años en el desarrollo de aplicaciones para la Intranet Empresarial, lo cual favorece el logro de una buena calidad a un costo relativamente inferior comparado con la obtención del mismo producto por otras vías.

#### *Dimensión tecnológica*

El sistema se encuentra actualmente en fase de validación y adiestramiento a los usuarios finales para su puesta en explotación.

Como la propuesta incluye la infraestructura necesaria para implantar el Producto Informático, se produjo una extensión de las nuevas tecnologías hacia el área minera, lo cual favoreció el mejoramiento de las TICs en la ECG.

Para elaborar el sistema se utilizaron los estándares de trabajo de la empresa para todas las aplicaciones integradas al Portal Empresarial: la herramienta Microsoft® Visual Studio .NET 2003 con su Framework.Net, el gestor de bases de datos Microsoft SQL Server 2000 con el servidor de reportes SQL Reporting Service y el lenguaje empleado fue el C#.

Existe una estrecha comunicación entre los desarrolladores de la propuesta de informatización y los usuarios finales, logrando que la misma cubra las necesidades y expectativas de los clientes finales, permitiendo una retroalimentación que a largo plazo se traducirá en el cumplimiento de las expectativas.

#### *Dimensión Ambiental*

En esta dimensión se valoran las condiciones favorables o no a las personas o cosas y como minimiza daños e impactos.

Se obtendrán beneficios directos al medio ambiente, ya que se disminuirá el volumen de papel y tinta utilizado por parte de los técnicos, controlando así el uso excesivo de estos recursos.

En el software se utilizarán colores refrescantes para la vista similares a los del Portal Corporativo CHENet, pues el sistema estará incluido dentro de éste, e imágenes que resultan agradables y familiares al usuario, logrando una adecuada comunicación entre la aplicación y el cliente.

#### *Dimensión socio-humanista*

Se analiza la propuesta de informatización según aspectos como: modo de vida, desarrollo de un grupo social, satisfacción de las necesidades sociales, formación ético humanista de los gestores de la misma, la ciencia y la tecnología como procesos sociales.

Aunque no se logre el nivel óptimo de satisfacción en los usuarios, se evidencian los avances durante la implementación gradual de la propuesta, que les facilitará en gran medida la realización de sus actividades laborales, con mayor rapidez y seguridad en los datos.

Con la implementación de esta propuesta de informatización no se cerrarán ni se generarán empleos y se podrá obtener acceso a la información requerida para el trabajo, desde cualquier lugar de la industria, a solo un clic. El sistema brinda al usuario las facilidades para realizar búsquedas en tiempos mínimos, así como las validaciones necesarias para no incurrir en errores no deseados.

Para lograr una buena aceptación de dicha propuesta y atenuar el rechazo al cambio, se impartirán varias clases al personal involucrado, donde no sólo se les explicará cómo operarlo, sino las ventajas reales del mismo, en comparación con el antiguo método de trabajo utilizado por ellos. El software no provocará daños por la utilización excesiva del ratón o del teclado, sino que permitirá la utilización de ambos, decisión que le corresponde al usuario.

Por lo antes expuesto, podemos afirmar que la propuesta de informatización será sostenible.

### **2.3 Elementos de la implementación de la tecnología de informatización.**



Como se describió en el epígrafe 2.1, esta nueva propuesta encierra gran complejidad y a pesar de que se había tomado la decisión del uso de la tecnología Web para la programación del software, la primer variante que se puso a consideración del cliente fue una aplicación de escritorio, con apariencia similar al Sistema Despacho, tratando de mantener el consolidado de información de manera gráfica como se mostraba en dicho sistema, utilizando diferentes códigos de colores que facilitaban la revisión de la situación operacional minera a golpe de vista. Esta primer variante se desarrolló en el Trabajo de Diploma de Ing. Informática: “Sistema de Gestión Minera para la Mina de la Empresa “Ernesto Che Guevara”, UHOLM, correspondiente el curso escolar 2008-2009.

La versión de escritorio antes mencionada, por su apariencia similar al Sistema Despacho, poseía mayor probabilidad de aceptación por los operarios del Despacho Mina, además de ser compatible con las bases de datos de otros sistemas existentes, pero el cliente luego de valorarla, solicitó que la misma se llevara a interfase Web, ya que apreció que era primordial la incorporación al Portal Corporativo para el rápido acceso a estas informaciones desde cualquier lugar de la empresa, además de la gran cantidad de usuarios concurrentes que podrá tener y los requerimientos de hardware necesarios. Finalmente se concibió una aplicación Web con arquitectura Cliente-Servidor, que se adiciona a las opciones de la Intranet Empresarial como un módulo más de la misma.

El desarrollo del software se realizó con tecnologías adquiridas por el cliente. El lenguaje utilizado fue C#, que se presenta como Visual C# en el conjunto de programas Visual Studio .NET. Además, se empleó el SQL Server como sistema de gestión de bases de datos relacionales, para la creación y manejo de las bases de datos necesarias y se llevó a cabo un proceso de ingeniería de software, siguiendo los flujos de trabajos de la metodología Rational Unified Process (RUP) y Unified Modelling Language (UML) como lenguaje de modelado, dando como resultado un proceso de desarrollo planificado, iterativo e incremental, resultando en cada iteración una versión del software mucho más refinada y cercana a la realidad productiva de la fábrica.

Esta nueva aplicación dedicada a la gestión de los procesos mineros está subdividida internamente en los módulos presentados en el diseño inicial (ver Figura

4) y emplea para su funcionamiento el módulo de seguridad de la CHENet, con apariencia y estilo de navegación similar.

Esta variante Web formó parte de varios proyectos de grado realizados en los cursos 2009-2010 y 2010-2011, y además, de los Trabajos de Diploma de Ing. Informática: Sistema de Gestión de la Información para los Depósitos Solares de la Empresa “Ernesto Che Guevara”, UHOLM y Sistema de Gestión de la Información para el Taller de Mantenimiento de la Mina en la Empresa “Ernesto Che Guevara”, UHOLM, ambos desarrollados en el curso escolar 2010-2011.

Es necesario destacar que el cliente, luego de valorar las prestaciones del sistema en las primeras fases de revisión, solicitó incluir en el alcance de este proyecto la solución a otras cuestiones importantes como la gestión automatizada de los Depósitos Mineros, complementando el módulo desarrollado para la gestión de las informaciones de esta importante sección productiva, aspecto que no se cubrió en esta etapa, debido al volumen de trabajo que implica, pero se propone la concepción del mismo en el futuro.

Una vez implantado, la vía de acceso al sistema es a través del Portal Corporativo CHENet, específicamente en la zona restringida, a la que se accede mediante de un sistema de autenticación, como ya se mencionó.

Luego de autenticados correctamente los usuarios pueden acceder a los diferentes módulos que integran el Sistema de **Gestión Minera** (ver Anexos [7](#) y [8](#)).

La aplicación cuenta con un espacio de trabajo que brinda acceso a diversos enlaces, en dependencia de los privilegios.

En el enlace **Configuración** se muestran los distintos formularios a los que tendrá acceso los roles que administran la configuración con el objetivo de mantener en todo momento la configuración del sistema para que este pueda cumplir con sus funcionalidades. Se introduce las calidades del mineral en cada sector de los depósitos mineros, las características de los equipos destinados a la extracción y transporte del mineral, los datos del personal involucrado en las operaciones, entre otras informaciones.

El enlace **Entrada de Datos** contiene los formularios de inicialización de las diferentes actividades relacionadas con la producción en la Unidad Básica Minera, entre las que se destacan: la extracción y transporte del mineral, el trabajo en depósitos y las operaciones auxiliares, así como la captación de muestras, el reporte del estado de los equipos mineros, el combustible asignado y otros. (Figura 6).

El enlace **Mantenimiento** permitirá al taller Mantenimiento Mina la entrada del plan mensual de mantenimiento planificado de los equipos mineros, así como **Orden de Operaciones** facilitará a los Geólogos la entrada al sistema de la Orden de Operaciones, que define diariamente las actividades a realizar, así como los equipos que se emplearán en las mismas.

En el enlace **Reportes** se pueden llenar los formularios correspondientes a todas las salidas del sistema.

Además de ello, en la **Ayuda** se brindan las orientaciones necesarias para el buen desenvolvimiento del usuario en el trabajo con el nuevo producto informático.

El sistema cumple con los patrones de diseño existentes en el portal corporativo, en cuanto a presentación de la aplicación, estructura interna, colores utilizados, navegación. Los datos que entran los usuarios son previamente validados indicándose los mensajes de advertencia correspondientes en caso de ser necesario, facilitando así la localización de faltas cometidas. Cada página incluye el manejo de errores de forma similar; se muestra el error en detalle en una página designada para esto se notifica de manera automática al administrador y la posibilidad de contactar al administrador del sistema en caso de que persista, como se muestra en el [Anexo 9](#). Cada interfaz está concebida para que la accesibilidad a sus distintos componentes se realice haciendo uso del Mouse y teclado.

La prolongación de la Red Empresarial hasta los puntos necesarios de la zona minera se realizó haciendo uso de varios segmentos de un cable de fibra óptica compatible con los estándares ya existentes. De igual modo los elementos de conectividad (switchs) y los clientes ligeros añadidos fueron seleccionados cumpliendo las normas ya establecidas en la industria.

## 2.4 La gestión de información de los procesos mineros después de la implantación de la nueva tecnología.

Una vez que las informaciones requeridas se incorporen al Sistema de Gestión Minera, todos los datos generados por esta área productiva serán almacenados en forma de registros históricos, accesibles a todos los técnicos y operarios de la UBMinera, así como a los técnicos y directivos de la organización pudiéndose emplear en la confección de informes comparativos entre diferentes períodos.

Uno de los cambios más importantes que introduce el sistema consiste en que, en lugar de la antigua "Orden de Extracción", el nuevo documento que rige las actividades productivas en la Unidad Básica Minera se llama "Orden de Operaciones", una denominación más adecuada a las condiciones actuales de la minería en la ECG, donde no sólo se incluye la extracción y transporte del mineral, sino un conjunto de operaciones adicionales de apoyo a la misma, ya mencionadas en este trabajo.

El flujo informativo de los procesos mineros queda como se muestra en la Figura 7.

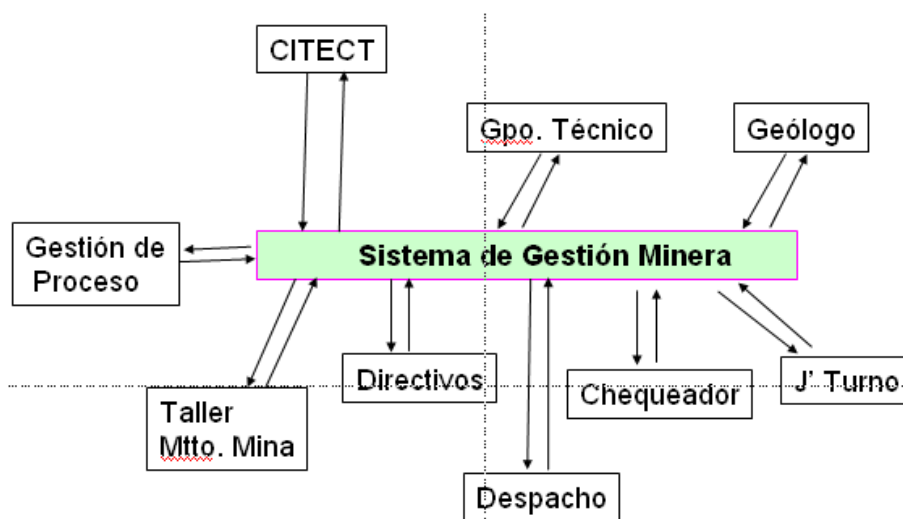


Fig. 7. Flujo Informativo de los procesos mineros después de la implantación de la nueva tecnología.

En el esquema anterior se destaca lo siguiente:

- El geólogo deberá adicionar en el sistema la Orden de Operaciones.
- El chequeador llenará las informaciones sobre los viajes de cada equipo minero.
- El jefe de turno completará el vale de combustible, así como el combustible habilitado a cada equipo. El sistema calculará de forma automática el tiempo de trabajo de cada equipo y contabilizará el combustible a consumir según las normas establecidas, descontándolo de los viajes realizados.
- El grupo técnico introducirá en el sistema el plan anual de minería, para que sean calculado de forma automatizada los planes mensuales y diarios.
- Lectura automatizada por el sistema de los valores necesarios provenientes de la CHENet y el SCADA.
- El Taller Mantenimiento Mina introducirá el plan mensual de mantenimiento de los equipos, así como la disponibilidad diaria. El sistema a su vez informará de forma automática cuando le corresponda mantenimiento a un equipo, teniendo en cuenta el tiempo trabajado.

Para la explotación eficiente del Sistema de Gestión Minera, se completó el acceso a la red en todos los lugares de entrada de datos previstos en el software.

Como se ha mostrado, con la introducción de la tecnología obtenida y al mejorar el nivel de informatización en sentido general en todas las áreas vinculadas a los procesos mineros, en la gestión de información de estos procesos participa cada uno de los actores del negocio, desde su lugar de trabajo, liberando al despachador de esta pesada carga, para que pueda centrarse en su principal función que es la de controlar y dirigir las operaciones mineras.

El modelo Web con arquitectura cliente/servidor utilizado por la aplicación desarrollada extiende el alto grado de confiabilidad logrado en las TIC implementadas hasta la gestión de información en la minería, generalizando la estabilidad del trabajo con estas tecnologías a toda la organización. Las principales ventajas son:

- recursos centralizados: debido a que el servidor es el centro de la red, puede administrar los recursos que son comunes a todos los usuarios, por ejemplo:

una base de datos centralizada se utilizaría para evitar problemas provocados por datos contradictorios y redundantes.

- seguridad mejorada: ya que la cantidad de puntos de entrada que permite el acceso a los datos no es importante.
- administración al nivel del servidor: ya que los clientes no juegan un papel importante en este modelo, requieren menos administración.
- red escalable: gracias a esta arquitectura, es posible quitar o agregar clientes sin afectar el funcionamiento de la red y sin la necesidad de realizar mayores modificaciones.

La tecnología de informatización resultante de esta investigación facilita a la organización el manejo de los procesos mineros de una forma rápida y automatizada y agiliza la gestión de información de estos procesos, accediendo al sistema, lo mismo desde su local de trabajo que desde cualquier lugar de la empresa, a través de la CHENet e integrado al resto de las aplicaciones montadas sobre este portal Web, lo cual impacta positivamente en la gestión organizacional. En esta y otras cuestiones radica la importancia de la misma, como se explica de forma más detallada en el último epígrafe.

## **2.5 Validación de la tecnología de informatización.**

Para llegar a conclusiones sobre la calidad, utilidad y aceptación de la tecnología de informatización se realizó valoración por criterio de expertos, empleando el método Delphi, para lo cual se tomaron como base las opiniones de varios especialistas con gran experiencia, los cuales pertenecían, en su mayoría, al grupo empresarial Cubaníquel.

Los objetivos fundamentales de esta evaluación estuvieron enmarcados en la comprobación de la calidad de la tecnología obtenida, así como en el cumplimiento de los objetivos de la investigación. La valoración ofrecida por los expertos durante el desarrollo de este método fue de forma individual y anónima.

Para la aplicación del método se siguió la siguiente metodología:

- 1- Elaboración de un cuestionario.

- 2- Determinación del número de expertos.
- 3- Selección de los expertos.
- 4- Aprobación y/o modificación del cuestionario por los expertos.
- 5- Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos.
- 6- Evaluación de los resultados.

#### *Elaboración del cuestionario*

Las preguntas que se le propusieron a los expertos como cuestionario a evaluar se elaboraron partiendo de las características propias de la tecnología obtenida, así como los beneficios esperados con la aplicación de la misma en la gestión de información, por parte de la organización, de los procesos relacionados con la minería. En el [Anexo 10a](#) aparece la encuesta concebida para esta finalidad.

#### *Determinación del número de expertos*

La determinación del número de expertos (M) se realizó por el método probabilístico utilizando la siguiente expresión:

$$M := \frac{p \cdot (1 - p) \cdot k}{e^2}$$

donde se tomó:  $e = 0,2$ ,  $p = 0,2$  y un 90% de nivel de confianza de la selección ( $k=3,84$ ).

A partir de considerar un 90% de nivel de confianza de la selección y un error estimado de los datos  $e = 0,2$  y una precisión  $p = 0,2$ , se obtuvo que  $M = 10.68$ , es decir, se necesitan **11 expertos**.

*Selección de los expertos*

La propuesta de los expertos con características adecuadas para participar en la evaluación se realizó tomando en consideración algunas condiciones, entre las que se pueden mencionar:

- Calificación científico - técnica.
- Experiencia profesional.
- Conocimiento sobre informatización de empresas mineras.
- Conocimiento de los procesos mineros de la ECG.
- Capacidad de análisis, imaginación, creatividad y amplitud de enfoques.
- Participación en eventos vinculados a las ciencias geológicas y/o publicaciones relacionadas con la informatización de empresas mineras.
- Deseos de colaborar en esta encuesta.

La solicitud fue enviada a 16 especialistas y se obtuvieron 13 respuestas positivas. La selección final se realizó calculando el coeficiente de competitividad (o competencia) obtenido para cada experto, considerando las respuestas a la guía de auto evaluación. Luego de procesada la misma se obtiene el coeficiente de competitividad ( $K_c$ ), utilizando la expresión siguiente:

$$K_c = \frac{1}{2} (k_c + k_a),$$

donde:

$k_c$ : coeficiente de conocimiento o información del experto acerca del problema. Se calcula a partir de la valoración ofrecida por el experto sobre su conocimiento de la problemática, expresada en una escala de 1 – 10, que se multiplica por 0,1.

$k_a$ : coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto que se calcula sumando la puntuación obtenida al sustituir las respuestas ofrecidas por el experto en la tabla 1, mostrada a continuación:



Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	Alto (a)	Medio (m)	Bajo (b)
1. Análisis teóricos realizados	0.3	0.2	0.1
2. Experiencia obtenida.	0.5	0.4	0.3
3. Trabajos de autores nacionales que conoce.	0.05	0.04	0.03
4. Trabajos de autores extranjeros que conoce.	0.05	0.04	0.03
5. Conocimiento del estado actual de utilización de las TIC en la gestión minera a nivel mundial.	0.05	0.04	0.03
6. Intuición.	0.05	0.04	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0.76</b>	<b>0.52</b>

Tabla 1: Peso de cada criterio en el coeficiente de argumentación.

Al experto se le presenta esta tabla sin cifras orientándoles que marque con una (x) sobre cual de las fuentes ha influido más en su conocimiento de acuerdo con los niveles ALTO (A), MEDIO (M) y BAJO (B).

Posteriormente utilizando los valores que aparecen en la tabla anterior se determina el valor de  $k_a$  para cada experto.

Los resultados de la evaluación del coeficiente de competitividad de los 13 expertos que contestaron aparece en la Tabla 2, donde se muestra el procesamiento de la evaluación realizada.

Nº	Pregunta1	Pregunta 2						k <sub>c</sub>	k <sub>a</sub>	K <sub>c</sub>
		1	2	3	4	5	6			
1	8	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto	0.8	0.98	<b>0.89</b>
2	7	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto	0.7	0.76	<b>0.73</b>
3	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	0.9	0.99	<b>0.94</b>
4	8	Alto	Medio	Bajo	Alto	Alto	Alto	0.8	0.88	<b>0.84</b>

5	9	Alto	Medio	Bajo	Alto	Alto	Alto	0.9	0.88	<b>0.89</b>
6	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	0.9	1	<b>0.95</b>
7	9	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	0.9	0.89	<b>0.90</b>
8	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	0.9	1	<b>0.95</b>
9	7	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	0.7	0.7	<b>0.70</b>
10	8	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	0.8	1	<b>0.90</b>
11	8	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	0.8	1	<b>0.90</b>
12	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	0.9	0.99	<b>0.94</b>
13	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	0.9	1	<b>0.95</b>

Tabla 2: Resultados del procesamiento para la determinación del coeficiente de competencia de los expertos.

Producto de esta evaluación se alcanzó el resultado siguiente:

- Expertos con un alto nivel de competitividad: 84.6%
- Expertos con un nivel medio de competitividad: 15.4 %

Por tal razón se seleccionaron 11 expertos de alto nivel de competitividad, los cuales obtuvieron un coeficiente de competencia  $K_c \Rightarrow 0,84$ .

*Aprobación y/o modificación del cuestionario por los expertos.*

Inicialmente se puso a consideración de los expertos la propuesta de 9 aspectos a tener en cuenta para la evaluación de la nueva tecnología de informatización, relacionados con la concepción teórica y aplicación práctica de la misma (ver [Anexo 10a](#)). Por acuerdo inicial entre los expertos y la investigadora, si un aspecto de los anteriores es aceptado al menos por 8 de los expertos (más de 70 % de los votos), se aprueba para la encuesta; además, si la propuesta de un nuevo aspecto es aceptado, al menos por 8 de los expertos (más de 70 % de los votos), se aprueba para incluirlo en la encuesta.

Como se puede apreciar en la tabla de resultados (ver [Anexo 10b](#)), hubo consenso entre los expertos sobre considerar todos estos aspectos para medir los resultados de la investigación, al quedar aprobados los mismos con más del 90% de los votos;

además, según lo mostrado en la tabla del [Anexo 10c](#), a propuesta de 9 de los expertos, se incluye el N° 10, referido al mejoramiento del control interno, por lo que la encuesta quedó conformada por 10 criterios a evaluar por los expertos.

*Realización de las rondas necesarias para obtener el consenso de los expertos*

Por último, los expertos clasificaron cada uno de los aspectos a medir del software propuesto según los criterios siguientes:

Muy Adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No adecuado
5	4	3	2	1

De acuerdo con esto, las opiniones de los expertos se han analizado como magnitudes aleatorias valoradas mediante métodos estadísticos.

Se obtuvo que las valoraciones emitidas por los expertos poseen consenso favorable para la aceptación de la tecnología de informatización obtenida, ya que no existe ningún criterio inferior a 3.182 (ver [Anexo 10d](#)) y además, con las evaluaciones realizadas por cada experto, se determinó el grado de concordancia a través del coeficiente de Kendall ( $K_{en}$ ), el cual dio el resultado 0.622 que indica elevada concordancia, por lo que no se hace necesario la realización de una nueva ronda.

Luego se aplica la Prueba de Significación de Hipótesis, planteándose la hipótesis nula y la alternativa de la siguiente forma:

$H_0$ : no existe comunidad de preferencia entre los expertos,  $k=0$ .

$H_1$ : existe comunidad de preferencia entre los expertos,  $k \neq 0$ .

Primeramente se determina Chi-cuadrado calculado como:  $x^2_{cal} = m(n-1)k$

$$x^2_{cal} = 61.578$$

Por otra parte, se busca el Chi-cuadrado tabulado en la tabla del percentil de la distribución Chi-cuadrado, con un nivel de significación  $\alpha=0.05$  y 9 grados de libertad, representado por:

$$x^2_{\text{tab}} = X^2_{\alpha;n-1} \quad , \quad x^2_{\text{tab}} = 3.325$$

Se compara  $x^2_{\text{cal}}$  y  $X^2_{\text{tab}}$  y se obtiene  $x^2_{\text{cal}} > X^2_{\text{tab}}$ , entonces se rechaza  $H_0$  y se infiere que existe concordancia de criterios preferenciales entre los expertos al considerar válida la hipótesis alternativa  $H_1$ .

#### *Evaluación de los resultados*

Según los resultados anteriores, mostrados en el [Anexo 10e](#), se puede exponer la siguiente evaluación general de la tecnología de informatización:

- La organización de la información, el mejoramiento de la eficiencia de los procesos que se realizaban de forma manual y la utilidad de la ayuda suministrada se consideraron en el rango “Muy Aceptable”.
- La utilidad de la implantación de la tecnología de informatización y la usabilidad del software fueron incluidas en la evaluación de “Bastante Aceptable”.
- La expansión de la Red Empresarial hasta todos los puntos de entrada de datos propuestos, así como la utilidad de la tecnología obtenida, para mejorar el control interno de los procesos mineros por la ECG se consideró “Aceptable”.
- El mejoramiento de la integridad y confiabilidad de la información, así como el diseño de las interfaces del sistema se valoró entre “Aceptable” y “Bastante Aceptable”.
- Con la implantación de la tecnología de informatización se cumplirán las expectativas del cliente entre “Muy Aceptable” y “Bastante Aceptable”.

Como se aprecia, ninguno de los aspectos fue evaluado como Poco Aceptable o No Aceptable. Teniendo en cuenta el proceso de validación desarrollado, se puede afirmar que los expertos participantes (ver [Anexo 10f](#)) otorgaron una evaluación favorable a la propuesta realizada.

## **2.6 Importancia de la tecnología de informatización para el complejo minero-metalúrgico ECG.**

La gestión organizacional para la toma de decisiones es una de las cuestiones que a menudo deciden el éxito o fracaso de la empresa moderna, pues se traslada a todos los ámbitos de la misma y es resumida como el desarrollo de prácticas y conceptos que facilitan el buen funcionamiento de la organización en sentido general. Para el caso de la ECG el establecimiento de metas organizacionales define estrategias y políticas para toda la industria.

Como se ha descrito anteriormente, durante las diferentes etapas de evolución del sistema de gestión organizacional en este gigante metalúrgico ha surgido la necesidad de incorporación de soluciones tecnológicas que permitan la optimización de las actividades de registro, intercambio y procesamiento de información entre las diferentes partes de la organización, así como de herramientas administrativas para el uso eficiente de estas soluciones. La tecnología obtenida en la presente investigación agiliza el procesamiento de las informaciones mineras, a la vez que mantiene el registro de las mismas de forma permanente, todo lo cual sirve de apoyo a la toma de decisiones.

La empresa debe contar con los medios, herramientas e infraestructura óptimos para el alto desempeño de sus colaboradores. Se considera de alta prioridad dotar al equipo humano de las implementaciones tecnológicas, de seguridad y capacitación para garantizar la calidad de las operaciones y la productividad que garanticen la eficiencia necesaria para mejorar la competitividad.

Las principales herramientas administrativas de la empresa deben incluir principios de organización que aseguren una toma de decisiones correcta, de la misma manera que debe incluir reglamentaciones que aseguren una acción efectiva, de esta

manera se provoca el empleo sólo de los recursos precisos para la obtención de los resultados.

De esta forma, en el nuevo entorno la competitividad de las empresas se ve comprometido por dos aspectos interrelacionados: el primero, un uso intensivo y racional de las tecnologías de información y la comunicación que cree valor para la organización y favorezca el segundo aspecto, el conocimiento, recurso fundamental de las organizaciones.

En los argumentos anteriores se fundamenta la importancia de la aplicación de la nueva tecnología de informatización para la Unidad Básica Minera en el complejo minero-metalúrgico ECG, cuyas consecuencias son explicadas con más detalle a continuación.

#### *Influencia en la Gestión de la Información y el Conocimiento*

El sistema de gestión de la información y el conocimiento es uno de los rasgos más importantes de la gestión organizacional, ya que de ello depende la calidad del intercambio de datos provenientes de los procesos en que se subdivide. La integración de la información y el conocimiento aportado por los diferentes procesos de la organización es un factor esencial para la toma de decisiones a todos los niveles, pero fundamentalmente para la obtención de balances generales exactos y confiables.

Con la aplicación de la tecnología obtenida la organización logra la gestión automatizada de los procesos relacionados con la minería mediante herramientas informáticas que contribuyen a la confiabilidad de la información manejada. Además, se mejora la gestión del conocimiento por parte de los técnicos encargados de monitorear el comportamiento de los parámetros mineros, lo cual facilita la toma de decisiones oportunas para el funcionamiento de toda la industria en los rangos operacionales establecidos.

La gestión de la información y el conocimiento en los procesos mineros establece entonces una adecuada analogía con el resto de los procesos de la organización:

- Uso de la Red Empresarial y acceso al Portal Corporativo CHENet para la consulta de informaciones desde cualquier parte de la empresa o fuera de ella.
- La Red Empresarial como enlace entre todas las secciones productivas.
- El Portal Corporativo CHENet como plataforma Web para la integración de los diferentes sistemas de gestión empresarial.
- La consulta histórica de los reportes productivos entre áreas para el ajuste óptimo de las operaciones y la disminución del tiempo de solución de averías.
- La administración empresarial basada en el sistema de gestión de información implementado, como soporte a la toma de decisiones.

Los aspectos anteriores, perfeccionados por la posibilidad de realizar la consulta de las informaciones mineras desde cualquier lugar de la empresa o fuera de ella para la toma de decisiones a todos los niveles, complementan la nueva cultura organizacional y fortalecen la gestión de información a escala empresarial que apoya a los ejecutivos y técnicos en sus funciones. Además, contribuyen a enriquecer el cúmulo de conocimientos del personal directivo y técnico que fortalece la experiencia adquirida en los más de 20 años en la producción de níquel.

*Influencia en la Cultura Organizacional ECG:*

Una definición de cultura empresarial sería el "conjunto de normas, valores y formas de pensar que caracterizan el comportamiento del personal en todos los niveles de la empresa y a la vez es una presentación de cara al exterior de la imagen de la empresa".

La infraestructura creada por la Red Empresarial y la Intranet, con todos los sistemas que se le integran, unido a la confiabilidad de las informaciones brindadas por dichos sistemas, la estabilidad en el comportamiento de los mismos durante sus 10 años de utilización y la posibilidad de acceso a éstos en cualquier momento y desde cualquier lugar de la industria, han permitido el establecimiento de normas y procedimientos de trabajo a nivel empresarial. Los mismos se fundamentan en la posibilidad del uso continuo de estas informaciones para el trabajo cotidiano en la ECG, como la utilización de los informes generados por las diferentes aplicaciones en las argumentaciones técnicas elaboradas para el análisis de las operaciones y la solución de averías. A partir de la incorporación del Sistema de Gestión Minera a la

infraestructura existente se producirá la integración de las bases de datos de la minería con las del resto de los procesos en los cálculos metalúrgicos, lo cual contribuye al fortalecimiento de estas normas, al utilizar los parámetros mineros en el trabajo diario, como los del resto de los sistemas y de igual manera que éstos, con el mismo grado de confiabilidad, consolidando la cultura organizacional creada.

La imagen empresarial también se intensifica al generalizar el uso de las tecnologías avanzadas de la información y las comunicaciones a lo largo de todo el proceso productivo de la industria, sumándose esta informatización de los procesos mineros a los logros que avalan a la ECG como empresa de referencia en este campo a nivel nacional.

*Influencia en el aumento de la eficiencia empresarial:*

Una organización aumenta su eficiencia si los procesos que la forman son cada vez más eficientes.

El aumento de la eficiencia está estrechamente relacionado con la disminución del tiempo en la realización de las tareas; igualmente se vincula a producir más con menos o con los mismos costos de fabricación.

La tecnología obtenida permite que la organización, de forma rápida, dé seguimiento histórico a las operaciones realizadas, para lograr el aumento del conocimiento y la experiencia tecnológica entre los especialistas, así como la incorporación automática de dichos parámetros al balance general de la industria. O sea, que facilita tanto la toma oportuna de decisiones relacionadas con las operaciones tecnológicas como la solución de averías en el menor tiempo posible.

En términos generales, la palabra eficiencia hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que éstas hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos, con recursos (humanos, financieros, tecnológicos, físicos, de conocimientos) limitados y (en muchos casos) en situaciones complejas y muy competitivas.



Con la implantación de la nueva tecnología de informatización se elimina una gran parte del consumo actual de papel en reportes, y con los mismos recursos, aumenta el número de procesos a controlar de forma automatizada por los técnicos y directivos.

*Influencia en el mejoramiento del Sistema Contable:*

Para el logro de la competitividad deseada de los productos cubanos en el mercado internacional el país se traza líneas de trabajo relacionadas con el énfasis en el ahorro de los recursos empleados y el aumento del control del uso eficiente de los mismos.

La Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba así lo expresa: "...En las nuevas condiciones en que opera la economía, con un mayor grado de descentralización y más vinculados a las exigencias de la competencia internacional, el control oportuno y eficaz de la actividad económica es esencial para la dirección a cualquier nivel..." y más adelante se precisa "...Condición indispensable en todo este proceso de transformaciones del sistema empresarial será la implantación de fuertes restricciones financieras que hagan que el control del uso eficiente de los recursos sea interno al mecanismo de gestión y no dependa únicamente de comprobaciones externas ..."

Las organizaciones vinculadas a la producción de níquel no se excluyen de la aplicación de esta política, por el contrario, la inestabilidad de los precios de níquel y la ocurrencia de delitos e ilegalidades en las empresas del sector estatal obliga cada vez más al aumento del control sobre los costos de producción para poder obtener cada vez mayores ganancias y como se expresa en la resolución, se persiste en el mejoramiento del control interno a todos los niveles.

"El control interno es un proceso efectuado por el directorio, la dirección y el resto del personal de una entidad, diseñado con el objeto de proporcionar un grado de seguridad razonable en cuanto a la consecución de los objetivos dentro de las siguientes categorías:

- Eficacia y eficiencia de las operaciones
- Fiabilidad de la información financiera

- Cumplimiento de las leyes y normas aplicables”

El primer aspecto clave de la definición es que se trata de un proceso. En consecuencia los controles internos no deben ser hechos o mecanismos aislados, o decretos de la dirección, sino una serie de acciones, cambios o funciones que, en conjunto, conducen a cierto fin o resultado. Esto por sí solo extiende el concepto de control interno más allá de la noción tradicional de controles financieros, para convertir el control interno en un sistema integrado de materiales, equipo, procedimientos y personas.

La tecnología de informatización referida en este documento favorece la realización de un control interno efectivo sobre las operaciones mineras, comenzando por la distribución de la entrada de datos en los lugares donde se generan las informaciones, que permite lograr las informaciones con inmediatez, lo que aumenta la confiabilidad de las mismas.

Además, la inclusión de todas las labores actuales de minería en el SGM posibilita el seguimiento por separado de las operaciones para la obtención del análisis económico individual de cada una de ellas, considerando el tiempo trabajado por cada equipo, así como el consumo de combustible, el personal utilizado y otros recursos. La posibilidad de obtención automatizada de reportes confiables, además de facilitar la realización de estudios de optimización de los índices de consumo, permite que todas las operaciones sean auditables.

También es necesario señalar que las salidas de operación no planificadas de los equipos mineros disminuyen el rendimiento de los mismos afectando los resultados productivos de la ECG. Al programar de forma automática el mantenimiento de los equipos mineros, teniendo en consideración el tiempo de trabajo, el sistema propuesto contribuye a disminuir las pérdidas por avería y mejorar la disponibilidad de estos equipos, lo cual influye directamente en la cantidad de mineral aportado por la Mina al proceso tecnológico de la industria. Una mayor estabilidad en la sección minera posibilita a la organización el cumplimiento de la eficiencia planificada y el logro de los niveles operacionales requeridos.

Al contabilizarse y registrarse los consumos de cada labor de minería por separado, el SGM contribuye al logro de una mejor supervisión y planificación de los recursos

utilizados por parte de la organización. Esto unido a la posibilidad de consulta de estas informaciones desde todas las áreas mineras, conlleva al uso eficiente de los mismos teniendo en cuenta las normas establecidas, con vistas al cumplimiento de los índices planificados de consumo de combustible, calculados en el balance general de la empresa. Todas estas ventajas ayudan a disminuir el desvío de recursos, lo cual influye directamente en el costo de la tonelada de níquel y cobalto producidas, con sus respectivas consecuencias en la competitividad del producto obtenido.

---

## CONCLUSIONES

---

Con el desarrollo de esta tecnología de informatización para la Unidad Básica Minera se ha dado cumplimiento a los objetivos planteados en la investigación, ya que la misma favorece la gestión de información de los procesos mineros de la ECG.

La tecnología diseñada constituye una innovación menor, consistente en la mejora de la gestión de información minera por los directivos y técnicos de esta empresa.

- Genera los reportes necesarios para el trabajo de los directivos y técnicos de la ECG.
- Debido a su compatibilidad con las bases de datos de los sistemas existentes, esas informaciones pueden integrarse al balance general de la industria, así como a los reportes de producción y análisis de operaciones, útiles para la toma oportuna de decisiones a nivel empresarial.
- La aplicación realizada puede incorporarse al Portal CHENet, lo cual, unido a la extensión de la Red Empresarial hasta todos los puntos necesarios para la entrada de datos, facilita a la organización el acceso a las informaciones generadas por los procesos mineros, desde cualquier lugar de la empresa y en cualquier momento, teniendo en cuenta los correspondientes niveles de acceso establecidos por las normativas de la organización.
- La confiabilidad de la información almacenada en registros históricos contribuye a la Gestión de la Calidad en la ECG.

## RECOMENDACIONES

---

Teniendo en cuenta los resultados reflejados en este trabajo se proponen las siguientes recomendaciones:

- Valorar la adición futura de la funcionalidad de planeación del abasto y la evacuación, lo cual permitirá a dicha aplicación calcular de manera automática las calidades de la Orden de Operaciones, añadiendo así una nueva variante a la planificación de la producción.
- Incorporar algunos gráficos ilustrativos de productividad para facilitar la valoración del comportamiento del proceso por los usuarios.
- Trazar una estrategia factible entre la UHOLM y la ECG, que posibilite el mantenimiento de este sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

---

Angulo Argote, J.D. (2009): *Caracterización Geoestadística y Geológica en Lateritas*. Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico.

Aplicaciones Micro sísmicas para la Industria Minera. AppliedSeismologyConsultants. (n.d.). Consultado el 25 de febrero de 2012, en <http://www.seismology.org/esp/mining/index.aspx>.

Aguilera, R., y Carcassés, Y. J. (1998): *Automatización del Cálculo de Volumen de Escombros Removidos y Mineral Extraído*. Moa: XII Forum de Ciencia y Técnica.

Agyei, G., Hernández Flores, A., y Rojas Purón, A. 2009a. *Caracterización de la Mena Niquelífera del Yacimiento Punta Gorda Mediante Técnicas Analíticas de Difracción de Rayos-X Y Análisis Térmico Diferencial*. CD de Memorias de la III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. MIN4-P24. La Habana: (Memorias) ISBN: 978-959-7117-19-3.

Agyei, G., Hernández Flores, A., y Rojas Purón, A. 2009b. *Contribución a la Mineralogía Tecnológica de la Mena Niquelífera del Yacimiento Punta Gorda*. CD de Memorias de la III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. Min4-P31. La Habana: (Memorias) [CD-ROM]. ISBN: 978-959-7117-19-3.

Blevins, T.L, McMillan, G.K, Wojsznis, W.K., y Brown, M.W. (2009). *Advanced Control Unleashed: Plant Performance Management for Optimum Benefit*, ISA.

Chica Olmo, M. (1998) *Análisis geoestadístico en el estudio de la explotación de los recursos minerales*, Granada: Universidad de Granada.

Concepción, R. (2006). *Procedimiento para la valoración de sostenibilidad de un Producto Informático*. Holguín: Universidad Oscar Lucero Moya.

Congreso Internacional de Automatización de la Industria Minera. (2010).

Consultado el 28 de febrero de 2012, de <http://www.automining2010.com/>

Delgado, C. (2004). *La bioética en la revolución contemporánea del saber*. p. 289. La Habana: Pueblo y educación.

Duran Morales,A., y Fernández,L. (2009). *Aplicación de Métodos de Estadística Multivariada y Técnicas de Clasificación en los Minerales del Sector 10 del Yacimiento Yagrumaje Oeste*. III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. MIN2-O6. La Habana: (Memorias) [CD-ROM]. ISBN: 978-959-7117-19-3.

EMPRESA DE GEOLOGÍA SANTIAGO EGS (1985): *Manual de explotación del Sistema Níquel*. Santiago de Cuba: Autor.

EPSA MOA NICKEL S.A. (2000). *Sistema Integral Minero (Software)*, Moa: Autor.

Empresa Cmdte. Ernesto Che Guevara (2001):*Manual de Operaciones de la Unidad Básica Minera*.Moa: Autor.

Estenez Mejías, S. (2009). *Sistema Integral de Explotación Minera para Desarrollo Sostenible de Recursos Naturales y Su Procesamiento Tecnológico. Casos de Estudio*. III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. MIN2-P26.La Habana: (Memorias) [CD-ROM]. ISBN: 978-959-7117-19-3.

Fernández Martínez ,L., y León Mariño, M. (2009). *Consideraciones acerca de la dilución en yacimientos lateríticos de Ni y Co y factores geológicos que influyen en su comportamiento*. III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, MIN2-P25. La Habana: (Memorias) [CD-ROM]. ISBN: 978-959-7117-19-3.

García de la Cruz, M. I. (2008). *Perfeccionamiento del Proceso de Adquisición y Explotación de los Equipos Mineros de la Empresa Comandante Ernesto Guevara de la Serna*. Tesis de Maestría. Moa: Instituto Superior MineroMetalúrgico.

*Gemcom for Windows (1998): User`s Guide Slope/W for Stability Analysis, Geo-Slope Office , version 98.01,(3 Tomos)*.

Göttig, J. M., y de Rissio, A. (2003). *Implementación y Certificación del Sistema de Gestión Ambiental de Edesur S.A. según Norma ISO 14001*, Reunión Internacional sobre Trabajos con Tensión, Seguridad y Medio Ambiente. Rosario.

Hernández Flores, A. (2007). *Beneficio del mineral alimentado a los molinos en la ECG*. La Habana: XV Forum nacional de ciencia y técnica.

Herrera Herbert, J. (2009), *Métodos de Minería a Cielo Abierto*. Madrid: Escuela Técnico-Superior de Ingenieros de Minas.

Iturralde Vinent, M. (2009). *Geología de Cuba para todos*.150p. La Habana: Científico Técnica.

Legrá Lobaina, A. A. (1999): *Metodología para el Pronóstico, Planificación y Control Integral de la Minería en Yacimientos Lateríticos*.Tesis de Doctorado. La Habana: Departamento de Geofísica, ISPJAE.

Legrá Lobaina, E. , Legrá de la Fuente, A., y de la Fuente Rodríguez, N. (1999). *Sistema Tierra. Manual de Usuario*.Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico.

La cultura organizacional es clave para el éxito de una empresa. Consultado el 19 de marzo de 2012, en [http://www.tendencias21.net/La-cultura-organizacional-es-clave-para-el-exito-de-una-empresa\\_a4976.html](http://www.tendencias21.net/La-cultura-organizacional-es-clave-para-el-exito-de-una-empresa_a4976.html).

Lepin, O. y J. D. Ariosa (1990). *Búsqueda, Exploración y Evaluación Geólogo-Económica de Yacimientos de Minerales Sólidos, (2 tomos)*. La Habana: Pueblo y Educación.

Linstone, H.A. , y Turrof, M. , (2005). *The Delphi method, techniques and Applications*. México: Editorial Mexicana.

MAPTEK VUKCAN. (n.d.). Consultado el 12 de febrero de 2012, de <http://www.maptek.com/cl/productos/vulcan/>



MINERAL INDUSTRIE COMPUTING LTD (1999). *Datamine Studio Software*. Rochester Hills: Autor.

MINERÍA PANAMERICANA (1996). *Herramientas para la optimización de minas*. (Reportaje Especial). México: Edición Continental.

MINESIGHT: Salto en largo con Unión. (n.d.). Consultado el 28 de febrero de 2012, de [http://www.minesight.com/ENL/february\\_2012/febrero/new-union-esp.pdf](http://www.minesight.com/ENL/february_2012/febrero/new-union-esp.pdf)

Mockus, A. (1983): "Ciencia, técnica y tecnología", *Naturaleza, Educación y Ciencia*, N° 3, mayo - diciembre, Colombia.

*Niquelíferas (Caso Particular)*.(2009) III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. MIN2. La Habana: (Memorias) [CD-ROM]. ISBN: 978-959-7117-19-3.

Núñez Jover, J. (1999) *La Ciencia y la Tecnología como Procesos Sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana : Félix Varela.

Padilla Meléndez, A. y Del Águila Obra, A. (2003). *La evolución de las formas organizativas. De la estructura simple a la organización en red y virtual. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 9, N° 3*, pp. 69-94. Madrid: Prentice- Hall Hispanoamericana.

Peña Abreu, R.E. , Fernández Martínez, L. ,Rivas Salas, A. I. , Castañeda Ferrer, Y., Cuenca Vilche, Y. ,Pérez Melo, N., y Espinosa Frómeta, M. (2011). *Metodología para la Evaluación en Retrospectiva de Muestras Tecnológicas*. GEOCIENCIAS´2011, (MINERIA´2011), V Simposio de Geología, Exploración y Explotación de las Lateritas Niquelíferas. MIN4-O15. La Habana: CD-R. ISBN 978-959-7117-30-8.

Pérez Uribe, R.; Bejarano, A. (2008):*Sistema de gestión ambiental: Serie ISO 14000*. Revista Escuela de Administración de Negocios.Num. 62. pp 89-105. Colombia:Universidad EAM. ISSN - 0120-8160.

Polanco Almanza, R. G. (1996). *Dirección de los Flujos de Mineral en los*

Yacimientos Lateríticos. Tesis de Doctorado. Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico.

Price, D.J.S. (1980): "Ciencia y tecnología: Distinciones e interrelaciones", Estudios sobre sociología de la ciencia (Barnes, B. editor), Madrid: Editorial Alianza Universidad.

Sábato, J.; Mackenzie, M. (1982): La producción de tecnología- autónoma o transnacional, Editorial Nueva Imagen, México.

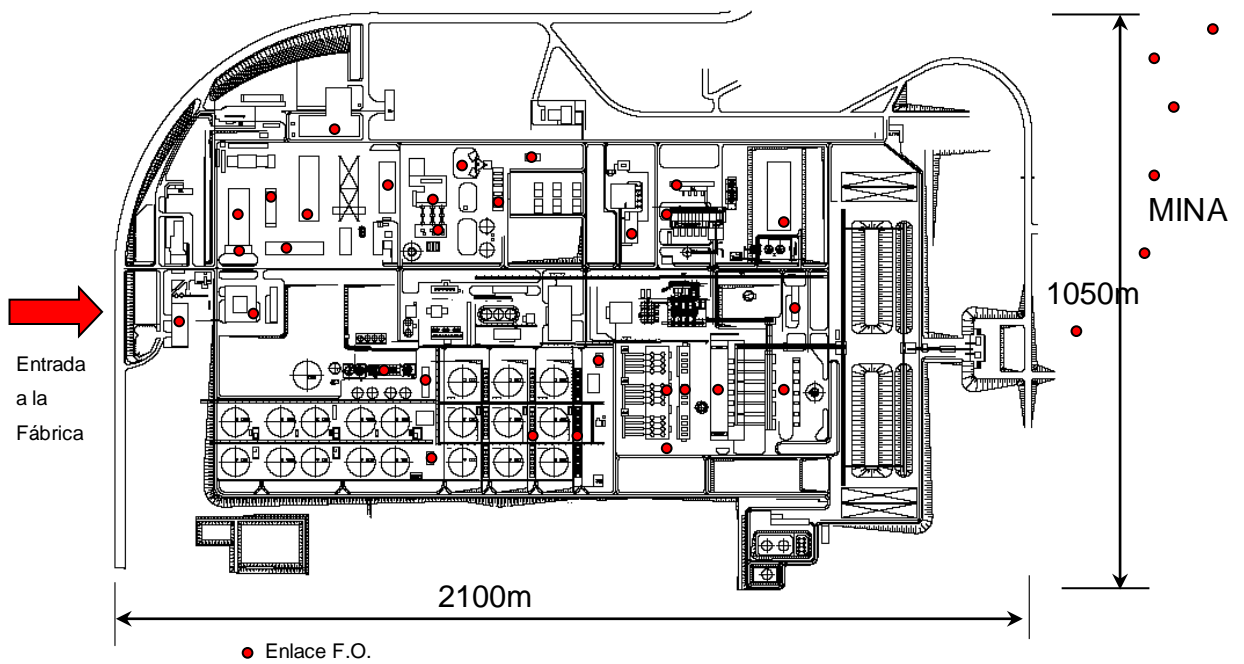
Sistemas de información geográfica. (n.d.) Consultado el 12 de enero de 2012, en: <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>.

SISTEMA INTEGRADO GESTION PRODUCCION ONLINE: Codelco desarrolló herramienta que facilita la gestión minera.(n.d.). Consultado el 12 de enero de 2012, en <http://www.editec.cl/mchilena/feb2005/Articulo/codelco.htm>.

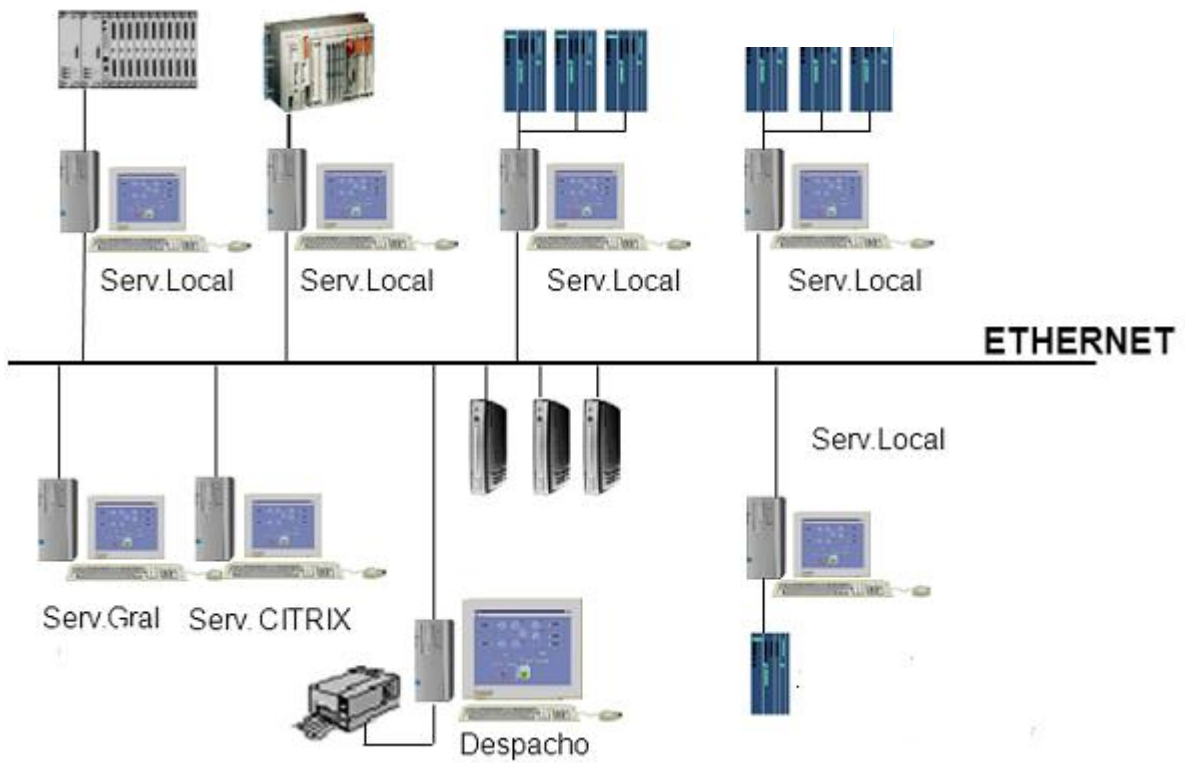
Stoner, J.A. , Freeman, R. E. y Gilbert Jr, D. R. (2011). *Administración*. 6ta Edición. p764. Madrid: Prentice Hall Hispanoamericana.

# ANEXOS

## ANEXO# 1. DIMENSIONES DE LA RED EMPRESARIAL. PUNTOS DE ENLACE.



**ANEXO# 2. ARQUITECTURA DE LA RED SCADA.**



## ANEXO# 3. EJEMPLO PLAN DE MINERIA

Ejemplo Plan de Minería\_mensual y acumulado.xls

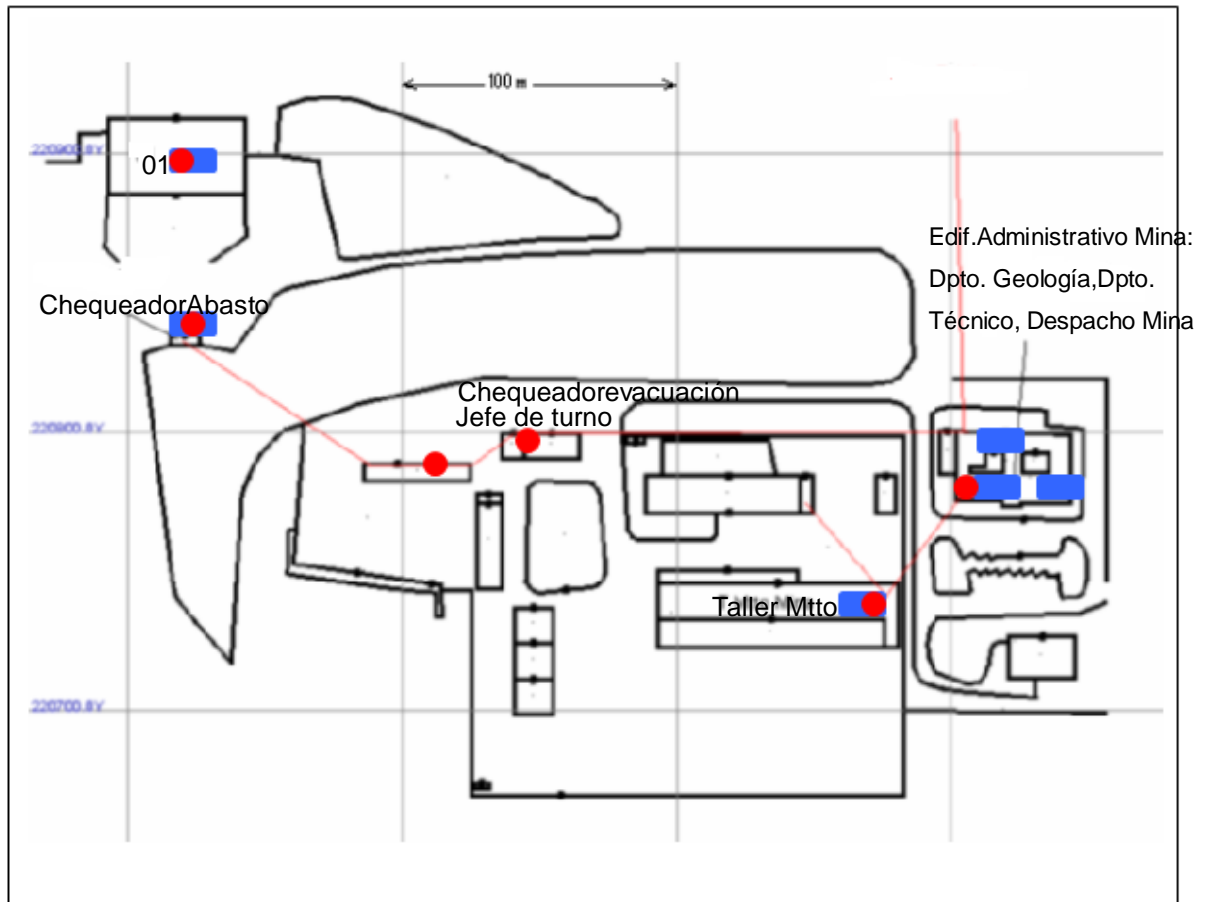
Mes de Marzo 2005						
Indicadores Mas a Minera	U/M	Cumplimiento mes				
		Plan	Real	Difer	%	
	t	781738	520839	-260900	66.6	
6 Mineral Minado	t	280600	273502	-7098	97.5	
7 Volumen mineral Remov. Tot.	t	367568	370586	3018	100.8	
8 Volumen mineral Util Removido	t	297706	315064	17359	105.8	
9 Volumen alimentado	t	263764	269693	5929	102.2	
10 Volumen a depósitos	t	33942	45372	11430	133.7	
11 Volumen Saneos	t	0	0	0	0.0	
12 Vol a minar por pérdidas interp.	t	0	0	0	0.0	
13 Vol. Rem. que no va a proceso						
14 Volumen Remontado en Depos.	t	57195	45372	-11823	79.3	
15 Volumen Rechazo Mina	t	5275	4781	-494	90.6	
16 Volumen rechazo secaderos	t	7392	5368	-2024	72.6	
17 % Alimentación desde los frentes	%	0	15.4	15	0.0	
18 Vol. Alim. desde dep.	t	0	41562	41562	0.0	
19 Inv. Inic. Dep. Mina	t	0	10270	10270	0.0	
20 Inv. Final Dep. Mina	t	0	17561	17561	0.0	
21 Calidad						
22 Ni Agotado	%	1.241	0.000	-1.241	0.0	
23 Ni SM-2	%	1.190	0.000	-1.190	0.0	
24 Ni Hr-1	%	1.200	0.000	-1.200	0.0	
25 Dilución	%	-0.041	0.000	0.041	0.0	
26 Escombros	t	397334	237187	-160148	59.7	
27 Peso Volumétrico Escombros	t/m3	1.62	1.57	-0.05	0.0	
28 Volumen escombros total	m3	245275	151296	-93979	61.7	
		245275	151296	-93979	61.7	

448	Hrs total M. Niveladoras	H				
449	Horas Cam. Min.	H	372.00	117	-255.0	31.5
450	Horas otros trabajos	H	0	0	0	0.0
451	Equipos promedio	U	1.00	0.31	-0.69	31.5
452	Parque	U	2	2	0	100.0
453	Utilización del parque	%	50.0	15.7	-34.3	31.5
454	Disponibilidad	%	82.50	0	-82.5	0
455						
456	<b>DESARROLLO GEOLOGICO</b>					
457						
458	<b>Indicadores</b>	<b>U/M</b>	<b>Plan</b>	<b>Real</b>	<b>Difer</b>	<b>%</b>
459	Metros	M	700	532.9	-167.1	76.1
460	Pozos	U	56	54.0	-2.0	96.4
461	Muestras a preparar	U	700	538.0	-162.0	76.9
462						

**ANEXO# 4. EJEMPLO ORDEN DE EXTRACCION**

Dia: lluvioso Orden de Extracción del 20 al 21 de Junio de 2010														
Excav.	Bloque	Poze	Esc. (m3)	Ton	CALIDAD					Cota	% Part	Cota I	Co	
					%Ni	%Fe	%Co	%SiO	%MgO					
<b>Turno de Noche alimentación O1</b>														
8	EX1174 Y.S Terx	K-61/L-61	0282-2		1400	1.200	42.13	0.140	7.43	3.20	92.40	25.9	92.40	82
11	RE-1238 Y.S Volvo	L62	15-2/24		1000	1.050	46.27	0.165	4.73	1.38	60.00	18.5	54.80	51
13	RE-1091 Y.N Volvo	N-57	32		2000	1.500	48.17	0.175	2.24	0.63	52.00	37.0	52.00	49
15	RE-1090 Y.N Volvo	N-57	36-2/37		1000	1.050	44.18	0.139	3.23	1.48	72.00	18.5	72.00	70
16				0	5400	1.256	45.51	0.157	4.230	1.592		100.0		
<b>Turno de Noche a depósito</b>														
18	RE-953 Y.S Volvo	L62	15-2/24		1	1.020	47.01	0.166	2.15	1.23	60.00	100.0	55.90	50.9
22	RE-1091 Y.N Volvo	N-57	32			1.140	48.32	0.118	2.12	0.66	55.00	0.0	54.80	48.5
23												0.0		
24	<b>Vol. Turno de Noche a Depósito</b>			0	1	1.020	47.010	0.166	2.150	1.230		100.0		
<b>Escombreo</b>														
27	RE-1235 P.G Volvo	P-53	6/5-2	1200							71.00	0.0	71.0	66.0
29	RE-01	Escombrera	J-60-61	1500							144.00	56.6	144.0	141.0
30	RE-1090											0.0		
31	<b>Vol. Total Turno de la Noche</b>			2700	5401	1.256	45.51	0.157	4.230	1.592		100.0		
<b>Turno del día alimentación O1</b>														
36	EX1174 Y.S Terx	K-61/L-61	0282-2		1400	1.200	42.13	0.140	7.43	3.20	92.26	25.9	83.68	76.6
39	RE-1238 Y.S Volvo	L62	15-2/24		2000	1.020	47.01	0.166	2.15	1.23	60.00	37.0	60.00	57.0
41	RE-1091 Y.N Volvo	N-57	32		2000	1.440	41.94	0.181	8.72	3.68	49.00	37.0	49.00	46.0
42											60.00	0.0	60.00	57.0
43	<b>Vol. Turno de Día al O1.</b>				5400	1.222	43.87	0.165	5.902	2.648		100.0		
<b>Turno de día a depósito</b>														
45	RE-1238 Y.S Volvo	L62	15-2/24		200	1.020	47.01	0.166	2.15	1.23	54.80	3.7	54.80	48.5
49	RE-1235 P.G Volvo	P-53	76		500	1.280	27.20	0.141	23.80	6.92	120.00	71.4	120.00	118.0
50	<b>Vol. Turno del Día a depósito</b>				700	1.206	32.890	0.160	17.977	8.152				
51	<b>Vol. Total Turno del Día</b>			0	6100	1.220	42.604	0.163	7.290	2.952		871.4		
52	<b>Vol. Total a Dep.</b>				701	1.205	32.880	0.148	17.992	5.291		100.0		
53	<b>Minado al O1</b>			0	10800	1.239	44.690	0.161	5.091	2.120				
54	<b>Total General</b>			0	11501	1.237	43.97	0.160	5.85	2.31				
<b>Estrategias Operaciones.</b>														
57	RE-01	Continuar con el escombreo en la escombrera en la escombrera del J-60-61 en franjas transversales de W a E avanzando hacia el norte hasta el nivel 42. mantener el nivel de la plataforma inferior.El escombros depositarlo en el camino debajo de la línea eléctrica.												
58	RE-1090													
60	CF-1255	Apoyo a extracción en las tolvas y el rechazo del O1 depositándolo en la cárcava de O-48.												
62	CF-1256	Conformación y limpieza del depósito 1 y 6.												
64	CF-1234	Cantera de rocoso												
66	TE-1115	Avería.												
69	TE-01	Camino												
72	TE-04	Conformar la escombrera.												
75	TE-1116	Mantenimientos de los caminos												
76	TE-1108	Deposito												
77	TE-1232	Trabajar en el cargadero y camino del H61.												
78	TE-1037	Trabajar en el cargadero de la Exc 1174												
79	TE-1244	Avería.												
80	Depósito:	EVACUACIÓN: En caso de emergencia alimentar de la pila 1 del Dep-6.												
81		MUESTREO: Se mantiene la estrategia actual, según procedimiento.												
82		Abasto: Para la pila 2 del Dep-6 de N a S.												
83	<b>Realizó:Raisa</b>													

### ANEXO# 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA ACTORES DEL NEGOCIO



- Ubicación de los actores del negocio
- Enlace de la Fibra óptica.

**ANEXO# 6. PAGINA DE ENTRADA DE USUARIO EN CHENET**

**Iniciar Sesión**

Introduzca su usuario y contraseña para iniciar sesión...

**Usuario**

**Contraseña**

Recordarme

**¿Problemas al entrar?** [Regresar](#)

Si ya es usuario y tiene problemas, informe al administrador.

[Informar al Administrador](#)



---

**ANEXO# 6. LUGARES DE LA UBMINERA DONDE SE INTRODUCEN DATOS.**

---

**J. Brigada Planta de recepción (01)** esto radica en el 01, introducirá los datos de arranque y funcionamiento de la planta, así como el estado del resto del equipamiento, y las interrupciones o afectaciones ocurridas en la instalación. La información la validará el tecnólogo de planta al día siguiente.

**Chequeador de evacuación:** radicará en caseta del chequeador de producción, el jefe de turno le asignará que datos introducirá, los cuales serían:

- Datos del equipamiento que se encuentra alimentado a fábrica.
- Las interrupciones de todo el equipamiento automotor en explotación (incluye las excavadoras).

**Chequeador de abasto:** que radicará en los depósitos mineros, el Jefe de Turno le asignará que datos introducirá, los cuales serían:

- Datos del equipamiento que se encuentra alimentando a depósitos.
- Todas las interrupciones del equipamiento que se encuentra vinculado a la alimentación a depósito.
- Todo el equipamiento que está remontando y removiendo o vinculado a eso procesos en los depósitos.
- Introducir los datos de los minerales que entran a los depósitos, el mismo recibirá los datos cada 1 hora mediante radio, información emitida por el Jefe de Brigada de los depósitos.

**Jefe de Brigada de escombreo:** Introduce los datos de arrancada del equipamiento designado para esa labor y por comunicación de radio mantendrá informado al Chequeador de abasto sobre las interrupciones, a fin de que este último introduzca los datos y se mantenga actualizado el sistema del estado del equipamiento en esas funciones. Al final de cada turno resumirá su información de viajes y la introducirá al sistema para completar la información total del escombroidestape que emitirá el J. Brigada de Destape.

**Jefe de Brigada de Caminos:** Introducirá al sistema los datos de arrancada y en el transcurso del día informará vía radial las interrupciones a despacho Mina el cual introducirá los datos de afectaciones. Al terminar el día el J. de Brigada completa su información y valida los datos introducidos por el despacho. Esta actividad labora de 8:00 am a 5:00 pm con un sistema de descanso de 5 de trabajo y dos días de descanso. Aunque trabaja en ese régimen, tiene equipos que trabajan en jornadas de 12 horas, coincidiendo con el horario del primer turno de trabajo de la actividad de turnos.

**Bomba de combustible:** Introduce cantidad de combustible habilitado por equipos.

**Departamento Técnico (Grupo de Planificación):** Introducirá todos los datos del plan antes de comenzar cada proceso productivo (Plan Anual, Trimestral, Mensual). Esto es validado por el J. Grupo de Planificación del Departamento Técnico de Minería.

**Geólogo:** Introducirá la Orden de Operaciones. La valida el Grupo de Planificación del departamento Técnico.

**Brigada de Mantenimiento Transporte automotor:** Introduce hora de entrada del equipo al taller por el concepto de avería, el tipo de avería y la hora de salida (Alta).

**Brigada de Manteniendo Engrase:** Introduce hora de entrada del equipo al taller por el concepto de revisión y engrase, y la hora de salida (Alta).

**Brigada de Mantenimiento Mecánico Industrial:** Introduce hora de entrada del equipo al taller por el concepto de avería, el tipo de avería y la hora de salida (Alta).

**Brigada de Mantenimiento Eléctrico Industrial:** Introduce hora de entrada del equipo al taller por el concepto de avería, el tipo de avería y la hora de salida (Alta).

**Grupo Técnico de Mantenimiento:** Valida toda información introducida por la actividad de mantenimiento.

**ANEXO# 7. EJEMPLO DE INTERFASE DE LA APLICACIÓN WEB.**

The screenshot shows the 'cheNET Portal Empresarial' interface. The main navigation bar includes 'Portal', 'Gestión Cadena Suministros', 'Gestión Procesos', and 'Gestión Minera'. The left sidebar lists various management functions under 'Gestión Minera', such as 'Ayuda', 'Configuración', 'Entrada de datos', 'Acarreo', 'Actualizar Operaciones', 'Asignar Equipo', 'Calibración Báscula', 'Cambio de Turno', 'Cap. Muestras', 'Combustible', 'Estado de Equipo', 'Indicadores Valores', 'Laboratorio', 'Lectura Báscula', 'Operaciones Auxiliares', 'Plan Calidades Muestras', 'Mantenimiento', 'Orden de Operaciones', and 'Reportes'.

The main content area is titled 'Gestión Minera' and contains a form for 'Asignación del parque para la jornada'. The form includes the following fields and options:

- Actividad:** A dropdown menu set to 'Extracción y Transporte al 01'.
- Equipo Carga:** A search input field with a 'Buscar' button.
- Fecha:** 14/02/2012
- Turno:** 1

Below these fields, there are two columns of equipment lists:

Equipo de Carga	Equipo de Transporte
▶ CF-1234	<input type="checkbox"/> CV-1074
▶ CF-1237	<input type="checkbox"/> CV-1083
▶ CF-1255	<input type="checkbox"/> CV-1087
▶ CF-1256	<input type="checkbox"/> CV-1088
▶ CF-1257	<input type="checkbox"/> CV-1105
▶ DA-1	<input checked="" type="checkbox"/> CV-1258
▶ DA-2	<input type="checkbox"/> CV-1260
▶ DA-5	<input type="checkbox"/> CV-1261
▶ DA-6	<input type="checkbox"/> CV-1264
▶ EX-1174	<input checked="" type="checkbox"/> CV-1265
▶ RE-1090	<input type="checkbox"/> CV-1266
▶ RE-1091	<input type="checkbox"/> CV-1267
▶ RE-1235	
▶ RE-1249	
▶ RE-953	
▶ RE-980	

At the bottom of the equipment lists, there is a red warning message: **ADVERTENCIA:** Los cambios realizados en este formulario tendran efecto inmediato en la Base de Datos.

**ANEXO# 8. EJEMPLO DE INTERFASE DE LA APLICACIÓN WEB.**

**Información de Depósitos.**  
Conf\_Depositos

Depósito: D-01 Pila: P-01 Sector: S-01

Sector	Depósito: Ej. 01	Pila: Ej. 01	Sector: Ej. 01	Tipo Sector:	Masa
D-01	D-01	P-01	S-01	Hileras Paralelas(Cargador Front)	50.00
D-02	Niquel	Hierro	Cobalto	Silicio	Magnesio
D-03	1.28	29.56	0.06	21.44	5.26
D-04					
D-05					
D-06					

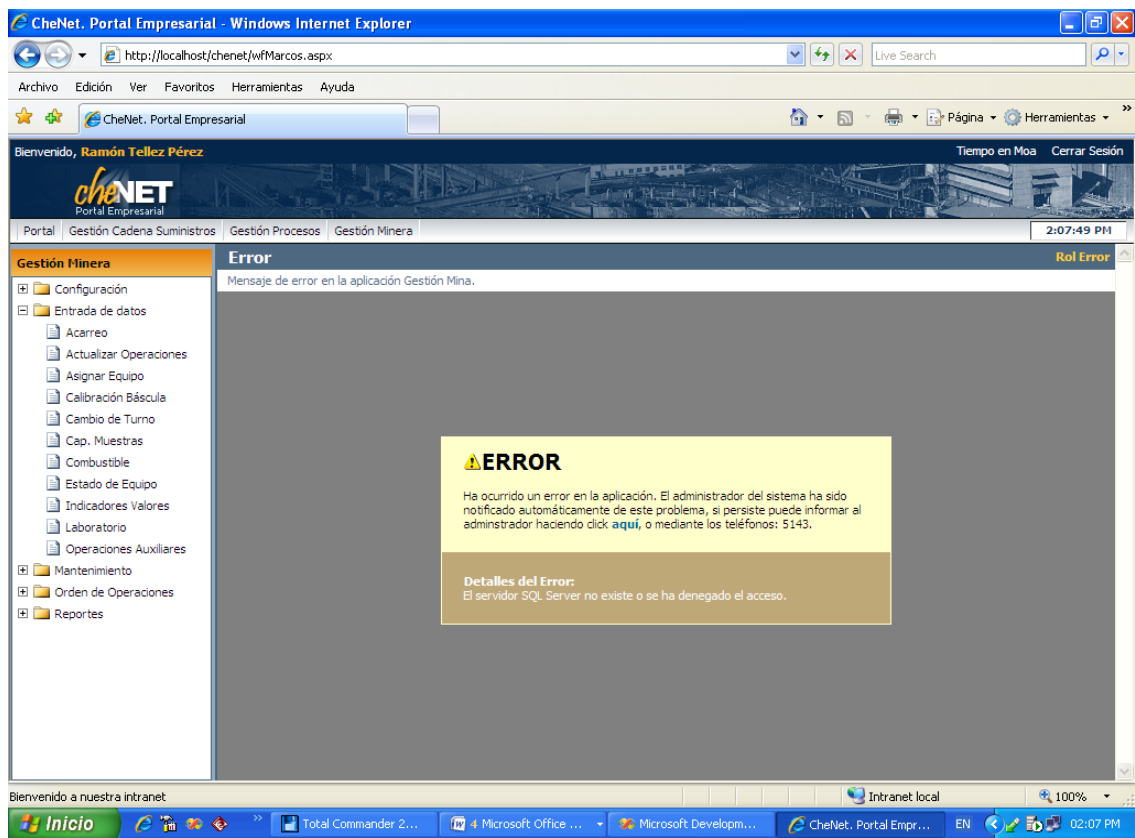
Mostrando datos del s

Este sector fue modificado por: Ramón Tellez Pérez, en la fecha: 16/11/2011 08:56.

**Datos técnicos del sector seleccionado.**

Tipo de Pila	Largo(m)	Masa Maxima(t)	Cant. Hileras	Viajes/Hileras
Hileras Paralelas(Cargador Frontal)	45-50	1575	1-3	25

## ANEXO# 9. FORMULARIO DE ERROR.



## ANEXO# 10. Validación de la propuesta aplicando el método Delphi.

a) Encuesta enviada a los posibles expertos.

Estimado/a compañero/a: Estamos realizando un proyecto de investigación consistente en la propuesta de una nueva tecnología de informatización para la gestión de los procesos mineros en la Emp. “Cmdte. Ernesto Che Guevara”, que permita la introducción y consulta, en cualquier momento y desde cualquier lugar de la industria, de las informaciones generadas por las actividades de extracción y transporte del mineral, la planificación, el mantenimiento, los trabajos en los depósitos mineros y otras.

El objetivo fundamental que se pretende alcanzar con este proyecto es: desarrollar una tecnología para la informatización que favorezca la gestión de la información de los procesos mineros en la ECG.

Por ello solicitamos tu opinión como experto en la aplicación de las TICs a la informatización de empresas mineras.

A continuación te encontrarás una lista de **aspectos a tener en cuenta en la evaluación de la propuesta**. Lo que se solicita es que valores la pertinencia de cada uno de ellos para formar parte de los parámetros a evaluar, marcando con una **X** en **Si**, si consideras debe incluirse, o en **No**, si no lo consideras.

<b>Aspectos a tener en cuenta para la evaluación de la propuesta</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1)¿Cómo valora la utilidad de la implantación de la nueva tecnología de informatización?		
2)¿Cómo cree que fueron cumplidas sus expectativas con la implantación?		
3)¿Qué tanto mejoró la integridad y confiabilidad de la información?		
4)¿Considera acertada la expansión de la Red Empresarial hasta todos los puntos de entrada de datos propuestos?		
5)¿Qué tan “amigable” le resultó el diseño de las interfaces del software propuesto?		

6)¿Cómo valora la organización de la información dentro de la aplicación?		
7)¿Cómo considera que se mejoró la eficiencia de los procesos que se realizaban de forma manual?		
8)¿Cómo valora el uso que usted le puede dar a la tecnología de informatización?		
9)¿Qué tan útil es la ayuda suministrada?		

Nos gustaría conocer alguna otro aspecto que usted considere importante y que no se haya incluido en esta propuesta.

---

---

---

---

---

Gracias por su cooperación.



b) Resultados de la aprobación de los criterios a evaluar.

<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Si</b>	<b>%</b>	<b>No</b>	<b>%</b>
1)¿Cómo valora la utilidad de la implantación de la nueva tecnología de informatización?	9	81.8	2	18.2
2)¿Cómo cree que fueron cumplidas sus expectativas con la implantación?	11	100	-	-
3)¿Qué tanto mejoró la integridad y confiabilidad de la información?	9	81.8	2	18.2
4)¿Considera acertada la expansión de la Red Empresarial hasta todos los puntos de entrada de datos propuestos?	11	100	-	-
5)¿Qué tan “amigable” le resultó el diseño de las interfaces del software obtenido?	11	100	-	-
6)¿Cómo valora la organización de la información dentro de la aplicación?	11	100	-	-
7)¿Cómo considera que se mejoró la eficiencia de los procesos que se realizaban de forma manual?	10	90.9	1	9.1
8)¿Cómo valora el uso que usted le puede dar a la tecnología de informatización?	11	100	-	-
9)¿Qué tan útil es la ayuda suministrada?	10	90.9	1	9.1

c) Resultados de la aprobación de otros criterios propuestos:

<b>Criterio propuesto</b>	<b>Si</b>	<b>%</b>	<b>No</b>	<b>%</b>
La nueva tecnología ayuda a una mejor organización del trabajo en la Mina	4	36.4	7	63.6
Utilidad de la tecnología de informatización para mejorar el control interno de los procesos mineros por la ECG.	9	81.8	2	18.2
El software ayuda a la elaboración del	5	45.4	6	54.6

cierre emulativo de los turnos.				
---------------------------------	--	--	--	--

d) Evaluación de la tecnología.

Para esta evaluación se le propone las siguientes categorías:

- Muy Adecuada (MA)
- Bastante Adecuada (BA)
- Adecuada (A)
- Poco Adecuada (PA)
- No Adecuada (NA)

Marque con una X la categoría que considera adecuada para cada criterio:

<b>Criterios</b>	<b>MA</b>	<b>BA</b>	<b>A</b>	<b>PA</b>	<b>NA</b>
1)¿Cómo valora la utilidad de la implantación de la nueva tecnología de informatización?					
2)¿Cómo cree que fueron cumplidas sus expectativas con la implantación?					
3)¿Qué tanto mejoró la integridad y confiabilidad de la información?					
4)¿Considera acertada la expansión de la Red Empresarial hasta todos los puntos de entrada de datos propuestos?					
5)¿Qué tan “amigable” le resultó el diseño de las interfaces del software obtenido?					
6)¿Cómo valora la organización de la información dentro de la aplicación?					
7)¿Cómo considera que se mejoró la eficiencia de los procesos que se realizaban de forma manual?					
8)¿Cómo valora el uso que usted le puede dar a la tecnología de informatización?					
9)¿Qué tan útil es la ayuda suministrada?					
10)¿Cómo valora la utilidad de la tecnología de informatización para mejorar el control interno de los procesos mineros por la ECG?					

## e) Resultados finales

Resultado de la valoración de la tecnología de informatización, emitida por los expertos

<b>Criterios</b>	<b>MA</b>	<b>BA</b>	<b>A</b>	<b>PA</b>	<b>NA</b>	<b>M</b>	<b>DT</b>
1)¿Cómo valora la utilidad de la implantación de la nueva tecnología de informatización?	-	8	3	-	-	3.727	0.467
2)¿Cómo cree que fueron cumplidas sus expectativas con la implantación?	4	6	1	-	-	4.273	0.647
3)¿Qué tanto mejoró la integridad y confiabilidad de la información?	-	5	6	-	-	3.455	0.522
4)¿Considera acertada la expansión de la Red Empresarial hasta todos los puntos de entrada de datos propuestos?	-	2	9	-	-	3.182	0.405
5)¿Qué tan “amigable” le resultó el diseño de las interfaces del software obtenido?	-	5	6	-	-	3.455	0.522
6)¿Cómo valora la organización de la información dentro de la aplicación?	9	2	-	-	-	4.818	0.405
7)¿Cómo considera que se mejoró la eficiencia de los procesos que se realizaban de forma manual?	10	1	-	-	-	4.909	0.302
8)¿Cómo valora el uso que usted le puede dar a la tecnología de informatización?	1	9	1	-	-	4.001	0.447
9)¿Qué tan útil es la ayuda suministrada?	8	2	1	-	-	4.636	0.674
10)¿Cómo valora la utilidad de la tecnología de informatización para mejorar el control interno de los procesos mineros por la ECG?	-	2	9	-	-	3.182	0.405

Resultado del cálculo del coeficiente de Kendall

$Ken=0.622$  => elevada concordancia

f) Datos de los expertos que participaron.

A continuación se nombran los expertos seleccionados para su participación en la validación de este Producto Informático, así como las características más importantes de los mismos:

1- Lázaro Fernández Martínez

Ingeniero Geólogo

Master en Minería

38 años de trabajo en la UBMina de ECG.

20 años en la docencia

2- Dalila Rodríguez Benítez

Licenciada en Cibernética Matemática

Master en Ciencias de la Computación

21 años de trabajo en el sector TIC de ECG.

3- Eliécer Méndez Méndez

Ingeniero en Control Automático

8 años de trabajo en la Red SCADA de la ECG

Ha recibido preparación técnica en varios países, donde tuvo la oportunidad además de visitar empresas mineras con aplicación de las TIC.

4- Gustavo Hernández Tamayo

Ing. en Informática

Master en Nuevas Tecnologías de la Información en la Educación

16 años en el desarrollo de las TIC del Grupo Empresarial Cubaníquel.

Participó como programador del proyecto Iara en Holanda.

5- Ramón Peña Abreu

Lic. en Matemática

Master en Matemática Aplicada

Profesor e Investigador Auxiliar

23 años de trabajo en el Centro de Investigaciones del Níquel

Presidente Sociedad de Geología Filial Moa

6- María Isabel García de la Cruz

Ing. en Minas

Master en Minería

25 años de trabajo en la UBMina

7- Orlando Vega Arias

Ing. Mecánico

Diplomado en Ingeniería de Mantenimiento

Diplomado en Matemática e Informática aplicada a la Administración

Master en Electromecánica

23 años de experiencia en la ECG (11 en la UBMina)

8- Roberto Hinojosa Rodríguez

Ing. Mecánico

Master en Electromecánica

21 años de experiencia en la ECG (8 en la UBMina)

9- Rodolfo Álvarez Molina

Ing. Metalúrgico

30 años de experiencia en Automatización de empresas cubanas y extranjeras

22 años de experiencia en programación del SCADA EROS

10- Lérica Lima López

Ing. Industrial

33 años de experiencia en Automatización de empresas cubanas y extranjeras

20 años de experiencia en programación del SCADA EROS

**11- Osirio Borges Columbié**

Lic. en Cibernética Matemática

16 años de experiencia en el desarrollo de las TIC de la ECG

Investigaciones aplicadas en el campo de la TIC.

Ha recibido preparación técnica en varios países, donde tuvo la oportunidad además de visitar empresas mineras con aplicación de las TIC.