JUAN HERRERA HERBERT

Introducción a la Minería. (Vol. II) Características de la industria minera.

Madrid - 2017

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**Escuela Técnica Superior
de Ingenieros de Minas y Energía**

www.minas.upm.es

ADVERTENCIA

El presente documento ha sido preparado con una finalidad exclusivamente divulgativa y docente. Las referencias a productos, marcas, fabricantes y estándares que pueden aparecer en el texto, se enmarcan en esa finalidad y no tienen ningún propósito comercial.

Todas las ideas que aquí se desarrollan tienen un carácter general y formativo y el ámbito de utilización se circunscribe exclusivamente a la formación de los estudiantes de la UPM. La respuesta ante un caso particular requerirá siempre de un análisis específico para poder dictaminar la idoneidad de la solución y los riesgos afrontados en cada caso, además de las incidencias en los costes de explotación. Consulte siempre a su ingeniería, consultor, distribuidor y fabricante de confianza en cada caso.

Imagen de portada: Vehículos autónomos de Rio Tinto
Imagen publicada en <https://www.itnews.com.au>

DOI: 10.20868/UPM.book.63397
Archivo Digital de UPM: <http://oa.upm.es/63397/>

Copyright © 2017. Todos los derechos reservados

Juan Herrera Herbert
juan.herrera@upm.es

Universidad Politécnica de Madrid (Technical University of Madrid)
E.T.S.de Ingenieros de Minas y Energía (H.T. School of Mines and Energy)
Laboratorio de Innovación en Tecnologías Mineras (Mining Technologies Innovation Lab)

Calle Rios Rosas 21
28003 Madrid (España)

Este documento ha sido formateado para su visualización y uso en dispositivos electrónicos y permitir ahorrar en el consumo de papel y tóner. Antes de imprimirlo, piense si es necesario hacerlo.

Contenido

1. CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIAS EXTRACTIVAS DE RECURSOS MINERALES	1
1.1. KEY CONCEPTS.....	1
1.2. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL DEL SECTOR	1
1.3. CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS	3
2. EVOLUCIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIALES.....	5
2.1. EVOLUCIÓN DE LAS PERCEPCIONES SOCIALES.....	5
3. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL DE LA MINERÍA	7
3.1. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL.....	7
3.2. LA GLOBALIZACIÓN DE LAS ECONOMÍAS DE MERCADO	8
3.3. EL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA BASADA EN EL CONOCIMIENTO.....	10
3.3.1. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y su influencia en el crecimiento global.....	12
3.3.2. Presiones competitivas y cambios en las bases de la competencia	13
3.3.3. La valorización de las capacidades no reproducibles y los modelos de gestión.....	13
3.3.4. Rediseño de las estructuras de las organizaciones.....	14
3.3.5. Evolución de los modelos de demanda	16
4. INFLUENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS MODELOS EMPRESARIALES.....	19
4.1. LA SOSTENIBILIDAD COMO PILAR FUNDAMENTAL DEL DESARROLLO MINERO.....	19
4.2. ANTECEDENTES DE LAS ACTUALES TENDENCIAS.....	19
4.3. CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE	23
4.4. LA INTEGRACIÓN DE POLÍTICAS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	26
5. INFLUENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS MODELOS EMPRESARIALES.....	29
5.1. PROGRESO TECNOLÓGICO DE LA ACTIVIDAD MINERA	29
5.1.1. Lucha permanente para conseguir reducciones en los costes.....	30
5.1.2. Respuestas a las expectativas de cambio	31
5.2. CARACTERÍSTICAS RELATIVAS A LA CREACIÓN DE EMPLEO Y DEMANDA DE TRABAJADORES DE ALTA CUALIFICACIÓN	32
6. INFLUENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS MODELOS EMPRESARIALES.....	35
6.1. LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO	35
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1. CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIAS EXTRACTIVAS DE RECURSOS MINERALES

1.1. KEY CONCEPTS

En un mundo cada vez más competitivo, donde la optimización de los recursos y el máximo aprovechamiento de los materiales extraídos es algo absolutamente necesario, las industrias extractivas de recursos minerales se hayan inmersas en un entorno de muy alta competitividad.

Las tecnologías desarrolladas especialmente para optimizar los recursos, son un aspecto clave en esta actividad, que cada vez necesita más de la integración entre nuevas tecnologías y desarrollo productivo.

El mejorar la eficiencia en los procesos productivos para lograr una adecuada explotación en zonas de difícil acceso pero donde se ubican los yacimientos encontrados, así como el desarrollo de técnicas, procesos y tecnologías para la obtención de minerales y metales a través de medios más eficientes, menos costosos o simplemente menos dañinos desde un punto de vista ambiental, sólo ha sido posible gracias a los avances tecnológicos en todos los campos.

La industria minera mundial y, muy especialmente aquella que hoy día genera riqueza y desarrollo en las comunidades, se ha transformado y es necesario conocer en qué manera lo ha hecho y como hoy día el Desarrollo Minero Sostenible es la apuesta por avanzar.

1.2. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL DEL SECTOR

Cuando se analizan las características de la industria minera es importante no perder de vista dos aspectos muy concretos:

- La dependencia del ser humano de la explotación y transformación de recursos minerales y energéticos.
- La transformación sufrida por la industria minera, que busca no solo adaptarse, sino también anticiparse a la evolución de las demandas que se vive en todos los ámbitos de las sociedades y los desarrollos económicos.

La industria extractiva en general se encuentra inmersa en un entorno operativo totalmente distinto al existente hace apenas cinco o diez años, pero en el que su actividad se sigue basando en una fortísima demanda de materias primas y combustibles que deberá asegurar el futuro desarrollo tecnológico, social y medioambiental que las sociedades humanas demandan. A medida que pase el tiempo, es indudable que sus profesionales trabajarán en un entorno empresarial, laboral, técnico, medioambiental y social distinto al que actualmente se conoce y por ello se requiere de un análisis lo más aproximado posible de sus características. La aplicación de criterios de rigurosidad y fiabilidad en los planteamientos de tal análisis, que deje de lado cualquier esbozo de táctica adivinatoria, permite perfilar de forma precisa las tendencias que actualmente rigen la evolución de esta industria y el rumbo que está adoptando.

A la transformación interna y estructural de la industria, se suma el crecimiento de las compañías tanto en

tamaño como en volumen de negocios, debido fundamentalmente que la minería se ha beneficiado en las últimas décadas del vigor y la pujanza de la economía mundial. Esto ha llevado a precios récord en las materias primas y a unos aumentos continuados de la producción con cifras que rondan el 5 % anual en los últimos años.

El aumento de las necesidades de recursos naturales en las economías emergentes también estimula la industria. La tasa de crecimiento del PIB de un 7% como el de la economía de China, que además está inmersa en su 12º plan quinquenal de desarrollo, es un factor que refuerza la demanda de metales y combustibles.

Imagen 1

Por otro lado, el crecimiento de la industria minera ha venido acompañado de muy importantes desafíos para las grandes empresas en el sector. El progresivo agotamiento de los yacimientos en operación obliga a las empresas a encaminar sus pasos hacia las regiones más remotas en las que encontrar nuevos yacimientos para continuar con la extracción de recursos. Con el capital limitado que una empresa puede invertir, es fácil comprender que examinará con detalles los mejores lugares adónde ir y esos análisis sobre las facilidades para los desarrollos de los proyectos indudablemente influyen en su elección. Al mismo tiempo, deben acudir a procedimientos y procesos de extracción cada vez más complejos para explotar los recursos minerales y energéticos en un entorno donde la escasez de mano de obra cualificada es un otro obstáculo para el desarrollo de la industria. Por ello, a pesar de los altos beneficios y ganancias alcanzados por las empresas, los costes operativos de la minería se han disparado a causa de las bajas leyes de los minerales explotados y procesados, el aumento de los precios de los combustibles y la debilidad del dólar estadounidense en los últimos años, lo que a juicio de muchos analistas internacionales, probablemente aumentará el coste base y los precios de las materias primas permanentemente.

1.3. CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS

Existe un conjunto de características de la Tecnología Minera que, aun no siendo exclusivas de la misma, contribuyen a precisar mejor ciertos aspectos en su concepción actual. Entre otras, destacan:

- El carácter multidisciplinar e independiente
- El continuo desarrollo e innovación
- La diversidad de métodos y sistemas
- La maquinaria minera

Carácter multidisciplinar e interdependiente de las distintas disciplinas:

El carácter multidisciplinar que ha adquirido con el devenir de los tiempos, exige del Ingeniero actual una gran amplitud de conocimientos básicos y una clara actitud de "apertura mental al trabajo en equipo". Cada día es más difícil establecer con precisión aquellos límites que separan los conocimientos de las actividades industriales entre sí y, muy especialmente en el campo minero, es muy imprecisa la separación con la industria transformadora. Esto sucede, por ejemplo, con las nuevas aplicaciones de la bio-minería, las nuevas aplicaciones de la hidrometalurgia o la minería química, en la que los propios sistemas de los trabajos mineralúrgicos se llegan a introducir en la propia mina o los productos de esta son tratados en la bocamina.

El continuo desarrollo e innovación:

Al igual que en otras Tecnologías, la mayor parte de los conocimientos, de los procesos o técnicas que hoy configuran el contenido del Laboreo de Minas, han sido adquiridos y desarrollados en los últimos dos siglos e incluso, que los más modernos procedimientos han sido realmente incorporados en las dos últimas décadas. La influencia que esta permanente evolución e innovación tendrá en la concepción del perfil formativo de los nuevos ingenieros va a ser indudable, por lo que tendrán que tener una actitud mucho más abierta hacia los cambios en la tecnología. La conexión con las otras ingenierías y actividades humanas han convertido al equipo minero en mucho más rico por lo que se ha hecho necesario añadir una mayor selectividad en la elección del personal y en su formación continuada para poder integrarse en una empresa mucho más dinámica.

La diversidad de métodos y sistemas.

Originado por la propia diversidad de los mismos minerales, de sus diferentes procesos de tratamiento y de las muy variantes aplicaciones en la industria y aun limitándonos a las extracciones de los metales, combustibles, materiales de la construcción y de los minerales industriales

La maquinaria minera

La gran variedad de máquinas y de equipos disponibles actualmente en el mercado, que supera a la de los mismos procesos, ha evolucionado de una forma espectacular y muy especialmente en los últimos años.

Las máquinas utilizadas para el desarrollo de los diferentes procesos de la extracción por medio de un arranque directo, han recibido la denominación genérica de "máquinas-método", ya que se constituyen en sí mismas como el propio método de explotación. En este sentido, ha sido espectacular el avance conseguido por los minadores tanto de interior como de superficie.

Las grandes explotaciones a cielo abierto a base de rotopalas, de grandes dragas flotantes y de dragalinas fueron un ejemplo perfecto de obtención de grandes producciones horarias y de productividades por hombre que permitieron unos bajos costes, de la misma forma que los minadores continuos, topas, rozadoras y

cepillos han logrado, en la minería subterránea, competir con el método de sondeos, de por sí un sistema continuo de extracción de fluidos. Esta clara tendencia de la minería moderna hacia la continuidad, no solo ha sido posible gracias al desarrollo de los equipos mineros de una mayor envergadura y capacidad, sino también a la ampliación del propio concepto de la minería al poderse trabajar y extraer algunas rocas y substancias con tan poco valor económico que, anteriormente eran impensables de ser aprovechados por la humanidad. La aparición de la moderna minería blanda, así como la aplicación de algunos de estos criterios mineros a las grandes obras públicas ha permitido el desarrollo de una maquinaria, capaz de tratar en forma continua y cada día más automática los nuevos materiales rocosos para su utilización por el hombre.

2. EVOLUCIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIALES

2.1. EVOLUCIÓN DE LAS PERCEPCIONES SOCIALES

A pesar de los beneficios sustanciales, la minería sufre, al menos en los países más desarrollados, el denominado “Síndrome NIMBY” (siglas que corresponden a la expresión inglesa “Not – In – My – Back - Yard”). Y necesariamente, es una actividad que debe desarrollarse cerca de alguna población. Es evidente que, a medida que la población se expande y que la sociedad va haciéndose más próspera y segura, que aumenta la movilidad y que crecen las aspiraciones por vivir en un entorno idílico, se empieza a prestar cada vez más atención a los aspectos negativos de cualquier esfuerzo económico y el conflicto por el uso del suelo por parte de las mineras se hace cada vez más serio. Hoy día, la minería opera en un mundo que es diferente al de los hombres y mujeres que construyeron Chuquicamata, Palabora, Broken Hill, Mount Isa o Pilbara, casi en medio de públicas aclamaciones; hoy día ya no es posible dar por sentado que se obtendrá la aprobación pública en proyectos de estas características, igual que es muy difícil afrontar nuevos proyectos de infraestructuras, de industrias básicas, de incineradoras, etc.

Si bien la actividad minera debe encontrar el camino que la permita satisfacer las crecientes necesidades de suministro de minerales y materias primas, cumpliendo al mismo tiempo las demandas de la sociedad de un medio ambiente limpio y estéticamente agradable, debe, además, hacer frente a otras fuerzas que actúan sobre ella.

Imagen 2

Las restricciones impuestas a la minería en forma de enormes laberintos de regulaciones, de restricciones y de falta de incentivos, ha llevado a que, en las últimas décadas, los países industrializados del Primer Mundo hayan estado disminuyendo sus actividades extractivas. Consecuentemente, las inversiones en nuevos proyectos mineros se ven redireccionadas hacia otras regiones donde la geología presenta grandes potenciales, con áreas promisorias, vírgenes de exploración e investigación y donde existen muchas menos restricciones o fuerzas en contra. Visto en su conjunto, todo ello ha dado lugar a la aparición de “puntos calientes” en la minería mundial, como son los casos de América Latina, del Lejano Oriente, de África del Sur, Rusia y los países de la antigua Unión Soviética

En muchos casos, en estos países se produjeron (y aún continúan incluso en algunos casos) cambios en las estructuras políticas que generan una mayor estabilidad y apertura a la inversión extranjera, buscando aprovechar el potencial económico de la explotación de los recursos minerales. No obstante, también es cierto que existen otros países, especialmente en muchas zonas del Tercer Mundo, donde la pobreza de la sociedad, aliada a la esperanza de riqueza, también determina inicialmente una menor resistencia a las actividades no sustentables, aumentando el riesgo de degradación ambiental, aunque también es cierto que son los países que más riesgos ofrecen ante cualquier proyecto por su inestabilidad política, falta de personal preparado, corrupción, carencia de infraestructura bien desarrollada, altos precios en la financiación, etc.

En cualquier caso, a pesar de todos los cambios que se producen en el mundo de la minería, hay dos aspectos que permanecen inalterados:

- La necesidad de repartir dividendos suficientemente atractivos a los accionistas.
- El hecho de que ninguna tecnología nueva ni ninguna evolución en las filosofías de gestión empresarial han podido cambiar la importancia que tiene el hecho de disponer de un yacimiento de calidad a la hora de abordar la determinación de los costes y los márgenes. En este sentido, la industria minera está completamente a merced de la Naturaleza, por lo que es una actividad que difiere totalmente de otras industrias. No hay sustituto para un yacimiento de características sobresalientes.

El emplazamiento ideal para una inversión minera siempre ha sido un país con una **situación legislativa e institucional estable**, que reconozca que los mineros buscan invariablemente como compensar las incertidumbres físicas y comerciales de sus negocios.

Mientras el Primer Mundo redujo su actividad minera hasta hacerla desaparecer, muchos otros países supieron ver y reconocer el atractivo de disponer de un sistema limpio y transparente, que prime la exploración y los permisos a la minería, que posibilite el aseguramiento de los derechos mineros, que favorezca la capacidad de transferencia de los derechos mineros, permita impuestos justos y se asegure la libre circulación de capitales y dividendos. Consecuentemente, muchos de esos países supieron ver en la minería tecnificada y responsable una fuente de riqueza y de crecimiento para sus economías.

3. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL DE LA MINERÍA

3.1. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL

En el trasfondo de muchas de las decisiones estratégicas que se toman actualmente en las empresas mineras, subyace la necesidad de afrontar la aceleración en los cambios. Esta es la razón por la que resulta tan importante pararse a meditar y analizar cuáles son precisamente los cambios que se están produciendo (sus causas, dirección, magnitud y consecuencias), para ser capaces entonces de “planificar el cambio y para el cambio”, algo que resulta trascendental para la supervivencia empresarial.

A grandes rasgos, estos cambios se originaron como consecuencia de la entrada de la actividad minera está entrando en una nueva era en la que los factores que gobiernan el desarrollo son, fundamentalmente, los siguientes:

- La globalización de las economías de mercado.
- El desarrollo de la denominada “Nueva Economía” o “Economía del Conocimiento” (Knowledge Economy).
- La necesidad de integración de la industria minera en una estrategia de Desarrollo Sostenible.
- El desarrollo tecnológico de nuevas técnicas y métodos, que empujan la frontera de la marginalidad y rentabilidad de muchos yacimientos.

Un estudio descriptivo y por separado de cada uno de estos factores resultaría insuficiente para analizar el cambio interno producido y la reestructuración habida en el seno de la actividad minera, ya que es necesario contemplar también las intrincadas y profundas interrelaciones existentes entre dichos factores que, además, se entrelazan a distintos niveles. A lo largo de este capítulo se intentará sintetizar y esquematizar muchos de estos temas, pero es necesario entender que su envergadura sobrepasa el alcance y los objetivos de un análisis como parte de un resumen como este.

Queda hacer una consideración más: es obvio que entre los retos que afronta la industria minera existen algunos a los que solamente se puede responder desde políticas de Estado y de Gobierno, pero también existen áreas en las que la industria puede y debe tomar un papel activo dentro del desarrollo responsable y sostenible. En la medida de lo posible, se señalarán en los próximos apartados muchos de estos aspectos, porque los profesionales de la industria de los minerales necesitarán conocer también nuevas disciplinas, nuevos enfoques y nuevas técnicas.

3.2. LA GLOBALIZACIÓN DE LAS ECONOMÍAS DE MERCADO

La globalización y la intensificación de la competencia, son factores que han contribuido de forma determinante a la reciente reestructuración de la industria minera, que se refleja en un nuevo entorno operativo en el que hay una demanda de productos minerales mucho mayor y más diversificada, que no padece los perjuicios de los plazos y la distancia y que exige de las corporaciones sensibilidad y transparencia. Pero a su vez, también ha dado lugar al desarrollo de una etapa de lo que se ha dado en llamar “consolidación”, que en realidad ha consistido en un proceso acelerado de adquisición de una compañías por parte de otras en unos casos y de fusiones entre corporaciones en otros. Mediante la “consolidación”, las corporaciones mineras dicen buscar:

- Alcanzar el tamaño acorde a los mercados globales en los que operan.
- Cubrir la demanda de sus clientes, que se globalizan crecientemente.
- Alcanzar la capacidad de aprovechar las oportunidades de inversión y de mercado que se les presentan en el ámbito global.

El resultado final ha sido que cinco grandes compañías mineras globales abordan ahora el 60 % de la capacidad de capitalización de la totalidad de la industria. El resto de la industria se está transformando cada vez más en “operadores de nicho” especializados en determinadas “commodities” y/o localizaciones. Consecuentemente, ya no la existencia, sino la propia supervivencia, se ha ido haciendo más dura para las compañías de tamaño medio, que se ven inmersas en una estructura cada vez más bipolar.

Si bien algunos sectores de la opinión pública denuncian que este proceso puede dar a las compañías mayor poder para actuar en los precios, las propias corporaciones defienden que el proceso tiene como único objetivo el poder competir de una forma más eficaz en unos mercados cada vez más amplios.

Imagen 3

Por otro lado, los partidarios de la consolidación prometen que ésta llevará hacia una industria más estable y racional, pues está promoviendo una actitud más conservadora hacia los nuevos proyectos, sustituyéndose el tradicional optimismo con el que se veían las inversiones en nuevos proyectos para satisfacer una demanda creciente. Además, señalan que la consolidación no es un fenómeno que se de exclusivamente en la industria de los minerales, sino que la misma tendencia existe en el sector del petróleo, automóviles, farmacéuticas,

acero, etc.

En cualquier caso, las consecuencias más inmediatas son:

- El desarrollo de nuevas culturas corporativas multiculturales y multiétnicas.
- La continua reducción en los gastos en exploración.
- La evaluación de las prestaciones en un abanico más amplio, con lo que el desarrollo de nuevos proyectos está siendo escalonado en la medida en que las compañías comienzan a evaluar el impacto de nuevas minas en sus actividades existentes.
- La reducción en el número de operadores, por los procesos de compra, alianza o fusión, pero dando lugar a que estos ahora son más grandes, pueden pensar a más largo plazo y desarrollar proyectos de un modo que puedan reducir los picos y los valles de los ciclos de la actividad minera, introduciendo una cierta capacidad de modulación.

Los cambios introducidos en el terreno de la geopolítica y las presiones competitivas generadas por la globalización, han cambiado también la mentalidad de la población actual. Si tradicionalmente la localización de los centros de producción minera venía dada por la historia, la política y los costes, además de por la geología, el mercado actual hace poco caso de las tradiciones, pero presta mucha atención a capítulos como las altas tasas impositivas, la productividad de los empleados y el coste de la energía. El potencial geológico ahora importa más que la ideología, prácticamente en todas partes y, a los ojos de los inversores globales, lo más importante son las percepciones sobre la soberanía, el riesgo del país y su relación con el potencial geológico.

Hasta hace poco tiempo, las compañías focalizaban sus relaciones con los gobiernos porque los legisladores eran la gente que claramente ratificaba el desarrollo de los recursos naturales. En el mundo actual, mucho más complejo, esa ratificación es compartida con multitud de entidades, desde comunidades locales hasta organizaciones internacionales involucradas con la conservación medioambiental, la defensa de los derechos humanos o el desarrollo social.

Para las empresas mineras, que son vistas como los explotadores de recursos no renovables, la globalización es un reto considerable, pero también una oportunidad. Las compañías que mejor gestionen sus relaciones con la comunidad, conseguirán una tremenda ventaja sobre las empresas rivales menos adaptadas. Por tanto, el enfoque que aplican ya no es el de las relaciones públicas o de relaciones más o menos superficiales con la comunidad. Ahora, se trata de cambiar la cultura corporativa y las prácticas de gestión, extendiéndose a todos los aspectos del negocio.

También se observa una evolución en la actitud hacia los empleados y las relaciones con ellos:

- En seguridad ya no solo se utilizan las estadísticas de la industria como los hitos más relevantes, sino que además se mide la evolución en comparación con aquellas que mejor evolución tienen en cualquier industria.
- Un puesto de trabajo seguro no es la única aspiración de la gestión empresarial moderna. El objetivo final es divisar sistemas y procesos que promuevan la mejora en todos los aspectos del negocio. Para que ello suceda, es necesario desarrollar una cultura en el emplazamiento de trabajo donde cada empleado se identifique con el éxito de la empresa.
- Los empleados hoy día se encuentran mejor formados y más involucrados en la toma de decisiones que afectan al éxito de nuestro trabajo y, finalmente, a la evolución de la empresa.

3.3. EL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA BASADA EN EL CONOCIMIENTO

La economía basada en el conocimiento ha penetrado muy profundamente en la industria minera e influye en ella de muchas y muy variadas maneras, a la vez que está desafiando muchas de sus concepciones tradicionales. Asociado al crecimiento de esta economía, se ha producido un mayor énfasis, por ejemplo, no solo hacia el descubrimiento de nuevos yacimientos, sino hacia unas mayores inversiones en la aplicación de lo que se ha dado en llamar la “inteligencia” a los yacimientos ya conocidos y en una mejora de la eficiencia del capital. Por otro lado, el cambio en las demandas sociales ha ampliado el abanico de conocimientos que se requieren para alcanzar el éxito en una actividad como la minera, añadiendo una nueva dimensión a la concepción de ventaja competitiva en la industria.

Imagen 4

Una economía basada en el conocimiento **es aquella en la que la generación y explotación del conocimiento se han convertido en una parte fundamental de la creación de riqueza**. Los desarrollos en tecnología y en la estructura de la industria significan que una parte cada vez mayor del valor añadido del sector minero proviene de la aplicación del conocimiento a los recursos de la empresa más que de la simple posesión de esos recursos o de las inversiones de capital asociado. No se trata solamente de forzar las fronteras del conocimiento, sino también de exigir una utilización y explotación más efectivas de todos los tipos de conocimiento en todas y cada una de las facetas de la actividad económica.

Mientras que este planteamiento no es nuevo, la llegada de la nueva economía ha supuesto un nuevo acicate. Además, los cambios en las expectativas sociales sobre la minería han ampliado el rango de conocimientos necesarios para el éxito minero y han dado mucho más valor a la gestión que mejor se adapta a las nuevas condiciones. La economía del conocimiento no cambia la base del negocio minero ni parece amenazar sus mercados, pero está teniendo un importante impacto en la forma en que las empresas desarrollan sus negocios y como adquieren valor para sus accionistas.

La dificultad para obtener datos objetivos y su tratamiento estadístico, hacen muy difícil demostrar de forma empírica la creciente contribución del conocimiento al valor añadido en la minería. Sin embargo, las informaciones publicadas por el U.S. Bureau of Labor Statistics y el Centre for the Study of Living Standards de Canadá muestran que la contribución al crecimiento de la producción minera no debidas exclusivamente al capital, la masa laboral o el consumo de productos intermedios y, en consecuencia, potencialmente atribuibles en parte a los efectos del “conocimiento”, han crecido de forma muy aguda desde los primeros años de la década de los 80, periodo en el que las inversiones en tecnologías de la información y la comunicación en la minería metálica estadounidense se multiplicaron exponencialmente.

Los estudios demuestran que existen cuatro procesos, llamados “mutuamente reforzadores”, que incrementan la importancia del conocimiento como motor del crecimiento económico:

- La revolución en las tecnologías de la información y la comunicación.
- El crecimiento de la competencia a escala global.
- La aceleración de los avances científicos y tecnológicos.
- El cambio en los modelos de la demanda.

Estos cuatro procesos tienen una profunda relevancia en el sector de la minería, tanto en el mundo en que opera como en la forma o manera en que lo hace. Aunque ninguno de ellos es nuevo, es cierto, sin embargo, que se han visto potenciados por la llegada de lo que se ha dado en llamar la “Nueva Economía”.

Figura nº 1

3.3.1. LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) Y SU INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO GLOBAL

La revolución a la que se asiste en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación ha sido una de las herramientas que han ayudado a romper las fronteras geográficas y a la creación de un verdadero mercado global, tanto en bienes como en medios y factores de producción. Un acceso más amplio a la información y unos medios de comunicación más fáciles, han mejorado la eficiencia de los mercados, lo que ha permitido, tanto al capital como a las habilidades, fluir hacia donde pueden ser empleados de forma y manera más productivas, resultando en un incremento espectacular de la producción y de los estándares, así como de la calidad de vida.

Aunque el impacto real y preciso de estas tecnologías es muy difícil de evaluar con precisión, hay estudios desarrollados por Goldman Sachs que sugieren que los beneficios en la productividad aportados por las nuevas tecnologías contribuyeron anualmente en aproximadamente un 0,75 % al crecimiento de los EE.UU. entre 1980 y 1994, mientras que para el periodo comprendido entre los años 1995 y 1999, fue de aproximadamente un 1,5 % también anualmente. En cualquier caso, en una década en la que es ampliamente aceptado que la evolución del conocimiento y las tecnologías contribuyó enormemente al crecimiento económico, también se produjo una aceleración en la demanda de productos de la industria minera, a pesar de los efectos de los colapsos económico, como fue en su día el hundimiento del bloque económico de la antigua Unión Soviética.

Para poder analizar en qué manera las TIC han modificado a la industria minera, hay que tener en cuenta la eclosión que ha tenido Internet como canal de comunicación a escala mundial, cómodo, versátil y barato, que facilita la comunicación interpersonal tanto inmediata como diferida, permite compartir y debatir ideas y facilita el trabajo cooperativo y la difusión del desarrollo personal y corporativo.

La transformación tecnológica que se vive está creando un nuevo entorno que progresivamente está revolucionando las formas de organización y de gestión, la transmisión de los contenidos y las formas de expresión y aprendizaje. Se trata de una modificación cultural (espacio - temporal) simultánea y a escala planetaria, extensa en su difusión y profunda en su alcance. La Red modifica el concepto de tiempo y de espacio. La información está al alcance de la mano y ya no resulta necesario desplazarse para comunicarse o intercambiar datos. Se avanza a una comunicación en tiempo real que disipa las distancias. La tecnología no solamente nos conecta de una forma mucho más próxima a los clientes y proveedores, sino que también permite una mejor distribución y despliegue de nuestros recursos internos alrededor del mundo. Hoy día, los ingenieros y supervisores pueden compartir experiencias y resolver problemas en tiempo real con sus colegas y compañeros de otras operaciones alrededor del mundo.

Este cambio tecnológico, que tiene un profundo impacto sobre la vida cotidiana de las personas al haber modificado el concepto de ocio y desplegado vertiginosamente un abanico de alternativas de uso del tiempo, ha incrementado espectacularmente la capacidad de acceso de los individuos a la información en red, lo que va a resultar determinante para su integración, no sólo al mundo laboral y del trabajo, sino también en su entorno natural, social y cultural.

Es difícil tratar de resumir las ventajas e inconvenientes de un fenómeno cultural, social y económico como Internet, cuyos alcances empiezan a vislumbrarse tímidamente y se empiezan a comprender. Sin perjuicio de otras muchas características, Internet es una herramienta que:

- Permite una mayor capacidad de acceso a información actualizada y a contenidos almacenados en diversos formatos, a la vez que facilita enormemente este acceso.
- Promueve la construcción de redes y comunidades.
- Potencia la interactividad y la diversidad.
- Amplía las oportunidades educativas.
- Estimula la producción de contenidos y servicios por parte de los usuarios.
- Posibilita el seguimiento y la evaluación de proyectos complejos o remotos.
- Incrementa las habilidades de los usuarios a través de la práctica.

Internet constituye, sin duda, una de las bases de la economía del próximo futuro y debe ser interpretada como un generador de actividad económica y un fuerte multiplicador de las inversiones realizadas. Para conseguirlo es necesario encontrar la clave, como siempre ha ocurrido con revoluciones tecnológicas anteriores.

3.3.2. PRESIONES COMPETITIVAS Y CAMBIOS EN LAS BASES DE LA COMPETENCIA

Uno de los efectos de la economía del conocimiento que la industria minera tiene que afrontar es que está cambiando la base de la competencia. Conjuntamente con la revolución en las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, se ha producido una intensificación de la competencia mediante el incremento de la transparencia de los mercados y la eliminación de protecciones regionales y de otras barreras a los mercados que en el pasado mantenían ineficiencias y precios locales artificiales. Además, las informaciones sobre las oportunidades de mercado se difunden instantáneamente.

Por medio de las TIC, las tecnologías más modernas y las mejores prácticas industriales pueden ser transmitidas a los mineros en cualquier lugar del mundo, incrementando las prestaciones y bajando las curvas de costes. Con todo ello, la industria minera empieza a afrontar una situación relativamente nueva para ella, como es la permanente presión sobre los márgenes.

La mejora continua de los procesos, con su consiguiente reducción de costes, es prioritaria para la actividad minera en general y, sin embargo ya no es suficiente. La globalización, cada vez mayor y más profunda, obliga también a ser inteligentes y flexibles para anticipar los movimientos de los mercados, cosa que quizás, hasta hace poco, era tomada solo como un dato.

Un ejemplo de la nueva forma de operar en el mercado es como, en el año 2002, Codelco, Rio Tinto y BHP Billiton entre otras, tomaron individualmente la decisión voluntaria de recortar su producción. Este gesto generó un gran impacto a escala mundial porque le señaló al mercado que las grandes corporaciones, contrariamente a como se había hecho anteriormente, no estaban dispuestas ahora a producir más cobre cuando no hay demanda, algo que habitualmente suele llevar a incrementar los inventarios y stocks a niveles que después lleva muchos años y esfuerzos poder reducir. Pero además, siendo de por sí destacable este hecho, el aspecto más desconocido y llamativo fue que este recorte de producción se desarrolló cambiando la gestión de los planes de mina de tal forma que se pasó a procesar mineral de menores leyes. De esta forma, el resultado fue que la reducción global en los puestos de trabajo resultó mínima y la imagen pública de estas corporaciones se vio reforzada.

3.3.3. LA VALORIZACIÓN DE LAS CAPACIDADES NO REPRODUCIBLES Y LOS MODELOS DE GESTIÓN

Las ventajas competitivas en la economía basada en el conocimiento provienen de capacidades muy distintas y características no reproducibles de las propias organizaciones y no, como comúnmente se tiende a suponer, de cambios en las estructuras de los mercados, de los precios o del acceso a la tecnología.

Estas nuevas claves competitivas, denominadas “capacidades no reproducibles”, si bien existen y son claramente conocidas en otros sectores, como por ejemplo un estándar de producto en la industria del software, una marca comercial en el caso de productos de gran consumo o una patente en el caso de la industria farmacéutica, es muy difícil determinar en qué puede consistir en la industria minera. Cuando se está produciendo el mismo producto que los demás y no existe ninguna posibilidad de diferenciación sobre una base tecnológica, de marca o de patente, puesto que todos pueden disponer de ella, entonces las “capacidades no reproducibles” son la propia compañía en sí misma, los yacimientos a los que tiene acceso, las habilidades para los procesos de toma de decisión, los servicios que proporciona conjuntamente con sus productos y la forma distintiva con la que opera en su conjunto.

La importancia de los tres primeros aspectos (yacimientos, gestión y marketing) hace ya mucho tiempo que es conocida, incluso cuando no se pensaba en ellos en el sentido en que se hace hoy día. La Historia muestra como la industria ha sufrido en el pasado tanto una escasez de buena gestión como de buenos yacimientos.

Hoy día se es muy consciente del valor real que tiene para las compañías el tener gestores bien formados y motivados, incluso en aquellos casos en los que se tiene que trabajar con estructuras antiguas y de mayores costes. De manera similar, en la comercialización existe también un valor real (en demanda y en volumen si no siempre en precios) en una empresa que se implanta a sí misma como un suministrador de confianza y fiable, sensible a las necesidades de los clientes y que aprende del día a día. Los desarrollos en las tecnologías de la información y la comunicación ofrecerán nuevos medios a través de los cuales los productores podrán estudiar cómo atender de una forma aún más efectiva a sus clientes.

En cualquier caso, quizá los desarrollos más interesantes de la economía del conocimiento son las oportunidades que crean para que las compañías mineras se diferencien entre sí por la forma en que operan. El advenimiento de la economía del conocimiento ha incrementado enormemente la transparencia de la industria minera, forzándola a operar bajo la visión y vigilancia de un público no siempre colaborador y comprensivo. Si históricamente el sector minero basó su primacía y la legitimidad de sus actuaciones en la utilidad de lo que producía, hoy día se ve obligado a estudiar y definir muy cuidadosamente como lo produce, lo que es lo mismo que decir como contribuye a las economías locales, la forma en que maneja los temas medioambientales y la calidad de sus relaciones con las comunidades vecinas.

La nueva economía ha dotado a las empresas con poderosas herramientas para diferenciarse por sí mismas conforme a la forma en que desarrollan sus negocios. El empleo de científicos medioambientales y tener un staff sensible a las relaciones con las comunidades puede parecer un coste. Pero en una sociedad que ha demostrado que tiene muy en cuenta cómo actúan las empresas de sectores como el minero, o ante clientes que miran cada vez más en qué forma son producidos los productos que compran, es un coste absolutamente necesario. En este sentido son válidos los ejemplos de los llamados “diamantes de conflicto” o “conflict diamonds” como son denominados en su nomenclatura inglesa. La reputación de una compañía en cuanto a su capacidad para controlar y manejar este tipo de asuntos, haciéndolo de una forma a la vez sensible y responsable, está adquiriendo mayor importancia a pasos agigantados. De hecho es una de las claves que necesitan las empresas para acceder ahora, pero en el futuro aún más, a los recursos que necesitan y el capital necesario para desarrollarlos. Incluso se prevé que la clase de habilidades de gestión y calidad que se necesitan en este sentido evolucionarán aún más de ahora en adelante.

En resumen, podría afirmarse sin temor a equivocarse que la capacidad no reproducible que es clave y a la que necesitan aspirar las empresas mineras en una sociedad basada en el conocimiento, es la propia reputación.

3.3.4. REDISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS ORGANIZACIONES

Ante el desafío que presentan los constantes cambios en un entorno de negocios cada vez más competitivo, en los últimos años se ha avanzado en una extensa revisión de las actuales estructuras del esquema de trabajo para la búsqueda y desarrollo de estructuras más eficientes desde el punto de vista productivo, así como en el emprendimiento de iniciativas de mejora y optimización de la gestión. Todo ello, que recibe el nombre de “Rediseño de la Organización” (RDO), está cambiando, en definitiva, el modo de planificar, organizar y ejecutar los trabajos, lo que supone el diseño y puesta en marcha de nuevas estructuras de organización, basadas en la creación de equipos de trabajo de alto desempeño. El rediseño organizativo depende de la participación y compromiso de los equipos de trabajo constituidos, de las tareas que tienen asignadas y que deben realizar. Se pasa a una estructura en la que cada miembro del equipo asume responsabilidades en la toma de decisiones que afectan directamente al negocio en términos de productividad y costes.

La clave de la implantación de los procesos de RDO no está solo en la correcta selección, implantación y desarrollo de distintos programas que ya son habituales en las corporaciones que lideran otros sectores industriales, sino en la acertada combinación de los mismos y en la planificación seguida para la implantación. Por ello, las actividades de cambio estructural se combinan con muy diversos programas, entre los que

destacan:

- La introducción de los denominados programa de “Excelencia en el Liderazgo”, diseñados para proveer, tanto el trabajo del día a día como a los nuevos proyectos que se emprenden, de un desarrollo del liderazgo efectivo en todas las categorías y cuadros.
- La introducción de procesos de monitorización que observan tanto al equipo como a la efectividad del liderazgo, de manera que los empleados pueden obtener una retroalimentación de los resultados del desempeño de sus funciones desde el momento en que se asumen.
- En el capítulo del trabajo en equipo, se reconoce su importancia y se promueve y exige esta forma de trabajar, puesto que proporciona a los empleados un entorno de trabajo más estimulante y de mayor responsabilidad, pero fundamentalmente, una manera diferente de ser parte de la organización y, en definitiva, permite estructuras de rendimiento superior.
- La introducción de programas de “Excelencia Operacional” como, por ejemplo, el Programa “Six Sigma Plus (6s+)”, que combina herramientas de administración Six Sigma con otras de Cambio Organizacional. El enfoque clave de estos programas es el desarrollo de capacidades y especializaciones dentro de la compañía, de tal manera que cada unidad de negocios designa a aquellos trabajadores identificados con mayor potencial para que puedan ser entrenados como Monitores de Excelencia Operacional y lideren, en sus propias áreas, las iniciativas de mejoras.
- La introducción de los Programas de “Efectividad Organizacional”, que permiten la reducción significativa de los costes unitarios de plantas a través de mejoras en el mantenimiento, una menor utilización de empresas contratistas, etc.
- El establecimiento de plataformas tecnológicas de negocios, como los sistemas SAP, Navision, etc., fortalecen la capacidad de control de gestión interna, aportan beneficios inmediatos en la planificación de mantenimiento, en el control de costes, en la efectividad de las órdenes de trabajo internas, etc., a la vez que abren las puertas a la integración del comercio electrónico.
- De forma paralela, algunas compañías han desarrollado bases de datos inteligentes que hace más expedita la toma de decisiones y contribuyen a descubrir ineficacias en los procesos productivos a través del monitoreo permanente de los indicadores clave. Estas bases de datos, denominadas OIC o Centro de Información de Operaciones, recopilan constantemente la información desde los sistemas informatizados de producción y la organizan de manera tal que las informaciones son fácilmente accesibles.
- En el ámbito de una mina individual, la conexión de plataformas de comercio electrónico (“Quadrem”, continúa liderando este tipo de iniciativas en el ámbito minero), está contribuyendo a la reducción de los costes unitarios, al ahorro de tiempo en la gestión del suministro, el rápido acceso a los proveedores y control en tiempo real del suministro, a incrementar la productividad laboral y a la reducción de costes administrativos, tanto para el proveedor como para la mina.
- Asimismo, se están desarrollando otras soluciones basadas en Internet para hacer más fácil y seguro el acceso a la información por parte de las empresas contratistas involucradas en el conjunto de la operación, para que los proveedores puedan revisar fácilmente el estado de su facturación, para agilizar los trámites de entrada de carga por aduana, etc.

En la introducción de todos estos cambios, resultan claves las tecnologías de la información y la comunicación y, en particular, la construcción de sitios web internos y externos (Intranet e Internet) que contribuyen al intercambio de información entre trabajadores, clientes y la comunidad.

En cualquier caso, no es fácil cambiar el diseño de una organización, pues depende de la capacidad y el compromiso de directivos y trabajadores y, en definitiva, de las personas y del trabajo en equipo. La formación y capacitación del personal es un elemento esencial que garantiza la solidez de la organización y por su parte, en los trabajadores se valora y exige una actitud de participación, flexibilidad y apertura al aprendizaje, cualidades que son indispensables para emprender con éxito un cambio de estas magnitudes.

Sin desmerecer los cambios que se han llevado a cabo en otras explotaciones, a efectos ilustrativos resulta interesante revisar uno de estos casos, que bien podría ser el de la estrategia implantada en la mina de cobre chilena de Escondida. Allí, el cambio introducido es multidimensional y enfocado a actuaciones en seis áreas principales:

- Un sistema de contratación que garantiza que la selección de personal se realiza equitativamente y de acuerdo a las competencias claramente definidas para cada misión.
- Una estructura organizacional basada en equipos con una funcionalidad definida y que promueve actitudes de mayor involucramiento, innovación, confiabilidad y responsabilidad en los trabajadores.
- Sistemas de gestión del desempeño integrados que garantizan, a la totalidad de los equipos y empleados, el contar con metas y expectativas de desempeño definidas y el apoyo necesario para alcanzarlas.
- Remuneraciones y beneficios competitivos, con una política de compensaciones dirigida a premiar el desempeño sobresaliente, individual y de la compañía.
- Otorgamiento de oportunidades de crecimiento personal y de perfeccionamiento a los trabajadores de todos los niveles, contemplando a la vez las necesidades de sucesión interna de cargos.
- Canales de comunicación efectivos que facilitan el diálogo constructivo y abierto en los equipos de trabajo y a través de la organización.

Minera Escondida, que tardó del orden de cinco años en implantar una nueva estructura, necesitó invertir en más de 70.000 horas de entrenamiento para garantizar que el personal contara con los conocimientos y las competencias mínimas necesarias para trabajar con éxito dentro de la nueva estructura.

3.3.5. EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS DE DEMANDA

La economía basada en el conocimiento es, sobre todo, una economía basada en la electricidad, con un ingente consumo de componentes eléctricos y electrónicos que, a su vez, se ha traducido en un acelerado consumo de metales como el Cobre, cuya producción mundial crece a pesar de que sus precios han seguido una tendencia descendente.

Otro ejemplo de cómo la nueva economía depende de las materias primas y combustibles puede encontrarse en el Carbón, que vio un resurgimiento cuando estalló la crisis energética californiana en el año 2000 y puso de manifiesto la absoluta dependencia de la economía del conocimiento en un suministro energético fiable y seguro. La ingente cantidad de servidores de Internet de la multitud de empresas que han florecido alrededor de Silicon Valley y que ahora también crecen en Europa, absorbe el equivalente a la energía eléctrica que consume una ciudad ya medianamente grande. La Secretaría de la Energía de los EE.UU. informaba que Internet consumía, ya en el año 2000, entre el 8 y el 13 % de la electricidad producida en los Estados Unidos y que, solo para mantener la tasa de crecimiento que se había producido en la última década, era necesaria la construcción de 90 nuevas centrales eléctricas cada año y durante los próximos 25 años.

Las previsiones de consumo energético realizadas por la Agencia Internacional de la Energía muestran que, para los próximos 25 años, el mayor crecimiento de la demanda de producción energética procederá de los países en desarrollo, mientras que el crecimiento de la demanda de energía eléctrica en los países desarrollados crecería en un 1,6 % para el período 1997 – 2020 frente a un crecimiento de demanda energética general cifrado en un 1 %.

La forma en que esta demanda de energía eléctrica será satisfecha está todavía por definir, teniendo en cuenta las restricciones a las emisiones de gases y los compromisos para combatir el efecto invernadero, pero en cualquier caso, es poco realista pensar que la demanda de energía se reducirá. Por otro lado, es evidente que la generación de toda esa energía dependerá, al menos en un futuro no muy lejano, fundamentalmente de productos minerales: carbón, uranio, petróleo y gas natural para combustibles; cobre para cableados, plomo y níquel para baterías, catalizadores de platino, aleaciones de altas prestaciones para palas de aerogeneradores, etc.

Lo anteriormente expuesto tan solo es una muestra de cómo evoluciona una parte de los modelos de demanda de productos. Pero los impactos de la economía basada en los conocimientos no se reducen al entorno en el cual se desenvuelve y opera la industria minera. Tienen también importantes implicaciones en la forma en que la industria se organiza y funciona y, consecuentemente, en la forma en que empieza a demandar las materias primas para su funcionamiento, que es radicalmente distinta. La economía basada en el conocimiento ha aportado a las empresas mineras un amplio abanico de nuevas oportunidades de entrar en nuevos mercados. A través de las mejoras de productividad obtenidas gracias al conocimiento, las compañías mineras han logrado grandes avances en la reducción de costes, en muchos casos sin requerir mayores gastos de capital.

A pesar del debate existente como siempre que se está en los albores de una tecnología, el desarrollo que está alcanzando el comercio electrónico o “e- commerce” no parece afectar al comercio de los minerales. La razón según algunos especialistas está en que los mercados de minerales y concentrados se caracterizan generalmente por la presencia de pocos participantes y productos altamente diferenciados y unos costes de transacción inferiores al 1 % del valor del metal, limitándose, por tanto, el alcance del “e- trade”. Sin embargo, si la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación han traído un amplio abanico de nuevas posibilidades de reducción de costes y que nacen, en el ámbito corporativo, de la posibilidad de controlar simultáneamente más de una operación minera, o de ser capaz de difundir las mejores tecnologías y prácticas medioambientales a través de un amplio abanico de operaciones, de ser capaz de estandarizar los equipos de producción en todas las explotaciones de la compañía y beneficiarse de una negociación centralizada para la adquisición de esos equipos, también ha demostrado ser mucho más capaz de coordinar los embarques y las actividades de compraventa, de la disponibilidad de oportunidades de explotar la diversificación geográfica, etc. Además, enlazando estos desarrollos mediante la utilización de herramientas y sistemas de gestión integrada (conocidos también como sistemas ERP, siglas que corresponden a la denominación inglesa de Enterprise Resource Planning), las empresas pueden estructurar un conjunto cuyo valor sea muy superior a la suma de las partes, algo que muy difícilmente hubiera podido ser posible sin el desarrollo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de Internet. Esta filosofía de funcionamiento se encuentra ya en marcha con resultados altamente prometedores, pudiéndose encontrar ejemplos en el portal de Internet “Kennecott Direct” diseñado para la venta de carbón en tiempo real y por Internet, permitiendo una mejor utilización de activos y un incremento de las ventas.

El éxito de esta innovación permite mirar a los siguientes pasos adelante: un centro de autoservicio que permite a los clientes hacer sus compras, revisar las transacciones anteriores y obtener la planificación de los envíos, especificaciones de calidad y facturación.

Estos desarrollos encaminados a satisfacer las nuevas demandas de los mercados deben mucho a la sistemática aplicación del conocimiento. En las minas existentes, los desarrollos en tecnologías de la información y la comunicación han permitido la mejora del conocimiento del yacimiento, la planificación de la mina, el control y asignación de camiones, el control de los procesos de molienda, la gestión de los estériles y las aguas, la gestión de las transacciones y del inventario, etc. En nuevas minas o en procesos de expansión de minas en operación, los desarrollos de las tecnologías de la información y la comunicación han hecho posible una evaluación mucho más rigurosa de las opciones de inversión, la optimización de los diagramas de flujo y de los requerimientos de capital asociado. Uniendo todas estas diferentes etapas y gestionándolas como un único proceso que abarca desde la mina a los mercados, se añade otro grado de beneficio potencial también muy importante. El tiempo invertido en estos temas se paga a sí mismo varias veces en una operación de entre 20 o 30 años.

Un aspecto actualmente en estudio es la circunstancia en la que la industria minera podría verse teniendo que afrontar situaciones derivadas de la competencia entre “e-marketplaces”, donde algunos vaticinan que esa carrera emprendida puede llevar a una ruptura de la liquidez de los mercados y a una disminución en la confianza y fiabilidad de los precios de referencia para los productos minerales.

4. INFLUENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS MODELOS EMPRESARIALES

4.1. LA SOSTENIBILIDAD COMO PILAR FUNDAMENTAL DEL DESARROLLO MINERO

Si en los años 50 – 60 la idea fue que “contaminar es el precio que tenemos que pagar por el desarrollo”, en los años 70 – 80 defendieron que “quien contamina paga”, mientras que el enfoque de los 90 ha sido la prevención. Pero este siglo estamos asistiendo a una total reorientación, aunque solo algunos lo perciban todavía, que ve en la necesidad de conservar el Medio Ambiente una “palanca” para la innovación empresarial.

La sostenibilidad es la mayor oportunidad de innovación del siglo, ya que cuantas más personas accedan a más bienes a través de procesos y tecnologías menos contaminantes, podremos hacer sostenible el planeta. Aun así, la sostenibilidad sigue siendo todavía un concepto sumamente ajeno a muchos ámbitos empresariales.

4.2. ANTECEDENTES DE LAS ACTUALES TENDENCIAS

Debe reconocerse que la minería es una actividad que en todas sus fases, desde la exploración hasta el cierre de la explotación minera, si no adopta una actitud decidida y proactiva en la protección de su medio ambiente, puede generar grandes impactos ambientales sobre todo en el ecosistema y el entorno humano, social, económico y cultural.

Sin embargo, también es cierto que actualmente existen las tecnologías y las prácticas necesarias para aminorar el potencial impacto de las operaciones mineras a niveles aceptables por la sociedad, que se enmarcan dentro de un desarrollo minero sostenible.

La minería es una actividad que muy difícilmente puede trasladarse por el carácter determinante que tiene la localización de los yacimientos:

- Por un lado, el emplazamiento de una explotación depende de la existencia de un recurso geológico en un yacimiento descubierto, cuyo aprovechamiento sea viable;
- Por otro, las operaciones extractivas afectan inevitablemente al medio ambiente y al paisaje, así como a la seguridad y la salud de los trabajadores y, en ocasiones, de los ciudadanos residentes en las proximidades.

Consecuentemente, una relación de cooperación con la comunidad de su entorno debe ser, necesariamente,

mutuamente beneficiosa para ambas partes. Pero surge que, las operaciones mineras plantean también la cuestión del agotamiento de unos recursos que no son renovables.

Por todo ello, la minería presenta unas características que hacen necesario mantener un equilibrio riguroso, y a veces delicado, entre intereses económicos, ambientales y sociales, lo que no siempre sucede y, producto de la internalización de estos impactos por la sociedad, la industria minera está enfrentando una creciente presión mundial con relación a cómo debe gestionar su función productiva en una sociedad que hace oír su voz y que reclama su derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es así como se ha llegado, incluso, a cuestionar la aceptabilidad de las operaciones mineras en términos ambientales incluso en países que basan su desarrollo económico en la propia minería.

Pero dejando a un lado esta visión de la industria minera como explotadora de los recursos minerales, es cierto que la percepción generalizada de la humanidad sobre los problemas relacionados con los recursos naturales ha evolucionado conjuntamente con los avances de la ciencia y la tecnología. El movimiento que se ha repetido a lo largo de toda la historia humana es el de la percepción de la existencia de un límite que se impone ante el hombre como un desafío, por lo que el ser humano utiliza su ingenio y creatividad para resolverlo desarrollando nuevas tecnologías y, finalmente, percibir y afrontar entonces nuevos límites.

La escasez de recursos como factor limitador del crecimiento económico, fue la característica del pensamiento de los economistas clásicos, retomada después por el informe del Club de Roma, pero que ya ha quedado como una idea del pasado. El problema es entendido actualmente de manera más amplia y tomando en consideración otros factores, como son las tasas actuales de utilización de recursos en los procesos productivos y sus efectos sobre el Planeta. Se va configurando así, sobre la mentalidad de la población, la percepción de la existencia de una nueva amenaza, un nuevo límite que ahora es de carácter global y que está relacionado con la capacidad de reproducción de los sistemas naturales.

Esta concienciación que hoy se tiene de la limitación de los recursos naturales, así como de los diversos elementos que constituyen los ecosistemas que nos rodean, obligan a ejercitar la capacidad inventiva y creativa para solucionar los problemas de demanda de materias primas minerales en todo el mundo, en claro equilibrio con la conservación de la naturaleza, permitiendo así salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para poder legarlo a las generaciones futuras.

De entre todos los recursos naturales, los minerales son considerados como la base de los recursos materiales y energéticos que sustentan la civilización moderna y la existencia del hombre. No existe la posibilidad de pensar en calidad de vida ni en desarrollo económico sin la amplia utilización de recursos minerales y por tanto, sin la minería.

Como la mayor parte de los recursos minerales primarios no pueden considerarse renovables dentro de alguna escala de tiempo razonable para la especie humana, la evaluación de la disponibilidad a largo plazo de los productos minerales básicos ha dividido la opinión pública durante más de 30 años. En el siglo pasado, el consumo de minerales no generó una escasez a nivel mundial. Sin embargo, a pesar de que en los últimos años se ha sabido de una mayor disponibilidad de minerales, es imposible garantizar que esta tendencia se mantenga en el futuro. Un informe de la organización internacional Fondo Mundial para la Naturaleza-WWF asegura que, en la actualidad, la población humana acumula un enorme déficit con la Tierra al utilizar anualmente un 20 por ciento más de recursos naturales de los que la Tierra es capaz de producir o regenerar en ese mismo periodo y que esta cifra sigue creciendo. De seguir así, el estudio, conocido mundialmente bajo el nombre "Índice Planeta Vivo" (IPV), vaticina que el nivel de vida y el desarrollo humano global caerían vertiginosamente para el 2030 al caminar hacia la ruina ambiental y la quiebra ecológica. Más aún, los análisis y extrapolaciones basadas en hechos, cifras, datos estadísticos y escenarios probables de crecimiento poblacional, desarrollo económico y cambios tecnológicos, estiman que para el 2050 el consumo alcanzará entre el 180 por ciento y el 220 por ciento de la capacidad biológica (recursos minerales, animales y vegetales) de la Tierra.

La experiencia demuestra que la mayoría de las predicciones resultan erradas al final, pero el sentido común dice que si bien es difícil que las predicciones se cumplan, nunca hay que perder de vista las tendencias que existen y que han dado lugar a esas extrapolaciones. Por ello, está claro que, en cualquier caso, debe lograrse un equilibrio entre la expansión del consumo de minerales en los países en desarrollo, que buscan satisfacer las necesidades básicas de su población creciente, por una parte, y la expansión del consumo colectivo que

puede alcanzar los actuales niveles de los países industriales, por la otra. Ecológicamente hablando, esta última posibilidad es insostenible para el planeta.

Existen factores tales como los avances tecnológicos, los cambios en los niveles de reciclaje y de reutilización, o la tasa de crecimiento de la economía mundial, que afectarán a la oferta y demanda de minerales. Otros diversos factores ambientales y sociales, posiblemente impongan límites a la disponibilidad a largo plazo de minerales que se obtienen de fuentes primarias. Lo anterior apunta, por ejemplo, a la energía que se necesita para extraer el material de yacimientos cada vez de menor ley y las perspectivas sociales sobre la aceptabilidad de los impactos que genera la producción de minerales. En los próximos 50 años, es improbable que el mundo enfrente reducciones en la disponibilidad de insumos minerales de importancia comercial.

Desde la década de los ochenta, las empresas mineras internacionales han introducido en sus procesos las tecnologías más limpias disponibles en el mercado, así como también una gestión integral en los procesos productivos de compromiso con el medio ambiente, en la línea de cómo ha sucedido en otros sectores industriales. Pero adicionalmente a la demanda ambiental por una producción limpia, se ha ido sumando una demanda social interna más arraigada, que se centra en compatibilizar crecimiento con calidad de vida en el territorio en el cual las personas y las familias desarrollan su actividad cotidiana. Se reconoce que el crecimiento económico es esencial para satisfacer las necesidades humanas y para mejorar la calidad de vida, sin embargo, se empieza a exigir que el desarrollo debe basarse en el uso eficiente, equitativo y ambientalmente responsable de todos los recursos, escasos, de la sociedad, es decir, los recursos naturales, humanos y económicos.

Dando un paso más, se empieza a reconocer que los éxitos de la política económica pueden ser menoscabados si no se potencian con logros de carácter ambiental. Es necesario, en consecuencia, cambiar el enfoque de contradicción entre economía y medio ambiente, por el reconocimiento de la complementariedad de los objetivos últimos del desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad ambiental: el bienestar de los ciudadanos. Y este proceso de mejora sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, fundado en las medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente sin comprometer las expectativas de las generaciones futuras es lo que se ha dado en llamar el “desarrollo sostenible”, pero este concepto abarca múltiples dimensiones más allá de la económica, social y ambiental, ya que incluye la dimensión jurídica, cultural y ética.

Se estima que el desarrollo actual de los países, en general, no es sostenible por privilegiar fundamentalmente un modelo de crecimiento económico no compatible con la equidad social y la sostenibilidad ambiental.

Desde los inicios de la década de los noventa, tanto al nivel de empresas como de los gobiernos, ha cambiado la forma de abordar el negocio minero con relación al tema ambiental. Es así como, hoy en día, la industria minera se muestra comprometida con el tema medio ambiente, elaborando y suscribiendo públicamente políticas ambientales, realizando tempranamente estudios de impacto ambiental, implementando sistemas de gestión ambiental, compartiendo el desempeño ambiental de operaciones mineras, etc.

Es por ello que, avanzando en esta línea, la Comisión Europea ha establecido un conjunto de directrices políticas generales encaminadas a la promoción de la integración del desarrollo sostenible en la industria extractiva no energética de la Unión Europea que permitan conciliar competitividad y respeto del medio ambiente.

Figura nº 2

Se trata de dos perspectivas diferentes pero complementarias, para compatibilizar el crecimiento económico con la calidad de vida. Y desde el punto de vista económico, el número de empresas que se someten a auditorías de sostenibilidad y emiten informes de sostenibilidad, es cada vez mayor. A modo de ejemplo, la prensa española señalaba en Octubre de 2002 como la sociedad Endesa había sido la primera empresa española seleccionada para formar parte del Dow Jones Sustainability World Index (DJSI World) y había renovado su presencia en el Dow Jones STOXX Sustainability Index (DJSI STOXX), obteniendo la calificación de Empresa Sostenible por el año 2003, conforme a los resultados hechos públicos este mismo mes de la Revisión Anual de los índices Dow Jones que evalúan el comportamiento de las empresas mundiales en relación con el Desarrollo Sostenible. Este prestigioso índice mundial incluye alrededor de 300 empresas de 23 países líderes en sus sectores de actividad, destacadas por sus prácticas empresariales alineadas con los principios de Desarrollo Sostenible.

4.3. CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Este concepto se integró inicialmente en la política de los países desarrollados en los años 80 y 90, y posteriormente, en la de los países en vías de desarrollo, principalmente, por la publicación y difusión del informe presentado por la Comisión Brundtland en 1987 ante la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Conferencia Cumbre de la ONU, sobre desarrollo y medio ambiente de 1992 en Río de Janeiro.

Se entiende por uso sostenible o sustentable, aquel que permite que la generación presente y las generaciones futuras dispongan de los recursos naturales necesarios para su razonable desarrollo con un determinado grado de bienestar, al tiempo que la Naturaleza dispone de la capacidad necesaria para mantener sus procesos físicos, químicos y biológicos, y todo ello en el contexto científico, tecnológico, económico, social y cultural que exista en cada momento. Así la sostenibilidad no es un concepto definido respecto a unos referentes estáticos, sino que tiene en cuenta una realidad cambiante que evoluciona y que puede adoptar contenidos hoy difícilmente previsibles.

Sin embargo, lo importante no es la definición en sí de desarrollo sostenible, sino como alcanzar la meta de ese desarrollo y como medir, de forma sistemática, los avances en esta materia.

El desarrollo sostenible no consiste en dejar sin tocar los recursos del planeta, sino en mantener el desarrollo económico para satisfacer las demandas de las generaciones actuales pero sin imposibilitar que las generaciones futuras puedan satisfacer las suyas. Y debe hacerse esto generando calidad de vida, bienes e ingresos crecientes para una población mundial que pronto doblará a la del año 1980 y sin destruir la base ecológica de la sociedad.

Los soportes de la sostenibilidad son:

- Conocimiento científico de los procesos e interrelaciones.
- Técnicas apropiadas para resolver problemas.
- Evaluación competitiva de alternativas en sistemas integrados.
- Adquisición de información suficiente y su puesta a disposición.
- Eficiencia económica en un marco transparente y poco condicionado.
- Normativa adecuada e instituciones competentes y con capacidad para llevar a cabo sus competencias.
- Participación de los usuarios y ciudadanos en la gestión y toma de decisiones.
- Flexibilidad legislativa y administrativa para adaptarse a la evolución y cambios contextuales.
- Voluntad política de llevar a cabo soluciones óptimas.
- Actuaciones orientadas por una ética.

En este amplio marco se inserta la tecnología como proveedora de métodos, de formas de actuar, soluciones a problemas y saber hacer, que utilizando el conocimiento científico, permite diseñar sistemas de aprovechamiento, de utilización, de protección y de conservación, y cuyo desarrollo es la actuación más propia de los ingenieros.

El desarrollo sostenible es un marco emergente en la sociedad actual. Implica la utilización de un enfoque integrador del desarrollo humano, que considera, a la vez, objetivos sociales, económicos, ambientales y de gobernabilidad.

El desarrollo sostenible descansa, en un delicado equilibrio, sobre tres pilares: la sostenibilidad económica (crecimiento económico), la social (equidad social) y la ecológica (protección ambiental), donde la importancia de cada principio dependerá de la singularidad de donde se quiera aplicar y entendiendo la sostenibilidad como viabilidad a largo plazo de la empresa y su medio social y ambiental. Esta filosofía ha ido penetrando, de manera lenta pero profunda y firmemente en la propia concepción de la actividad empresarial y adopta, cada vez más, un papel importante en la toma de las decisiones empresariales. Precisamente, en la óptica del desarrollo sostenible los procesos de toma de decisiones son tan vitales como los resultados finales y pueden generar la elección de ciertas opciones y la búsqueda de compensaciones entre intereses contrapuestos.

Sostenibilidad económica:

Siendo esta una condición absolutamente necesaria para la supervivencia de cualquier empresa, actualmente ya no es suficiente. Las empresas vienen encontrándose obligadas a evitar deseconomías a la comunidad en la que se asientan, en parte satisfechas por beneficios y actuaciones aportadas desde la empresa a la comunidad. De la misma manera en que asumen en sus cuentas económicas parte de los costes de la protección social de sus trabajadores, cada vez más se va viendo que tendrán que asumir el pago de ecotasas, impuestos y primas destinadas a resarcir a un bien público como es el medio ambiente, de los daños que se le infligen, debiendo ser incorporados al propio análisis de viabilidad de cualquier plan, programa o proyecto.

Entre los principios rectores de este pilar se encuentran:

- Aumentar el bienestar humano.
- Garantizar un uso eficiente de todos los recursos, naturales u otros, a través de una optimización de las rentas.
- Identificar e internalizar los costes ambientales y sociales.
- Mantener y aumentar las condiciones para la existencia de empresas viables.

Sostenibilidad social:

El tejido social, siempre diverso, es el soporte necesario del tejido económico. El entorno social externo en el que se mueven las corporaciones, tiene una interacción en vías positivas y negativas. Tras toda empresa hay seres humanos (trabajadores y comunidades) y la historia reciente está llena de ejemplos de cómo pequeños factores sociales condicionan la sostenibilidad económica de todo un sector de actividad. Dejando al margen los daños medioambientales, la rotura de la balsa de estériles de Aznalcollar en 1998 a la que siguió otra perteneciente a la misma compañía en el año 2000, con consecuencias menos graves, puso de relieve las consecuencias que pueden tener el impacto de un desastre ambiental debido a la inexistencia de controles internos y externos adecuados, que dejó dañada irreversiblemente la credibilidad de la empresa a nivel mundial y dañó la imagen de la minería a nivel global y su credibilidad social. Otro ejemplo lo encontramos en el daño a la credibilidad que le originó a la petrolera Exxon el accidente de su buque “Exxon Valdez” en Alaska. Lejos de la minería, basta recordar casos como el desgaste que sufrió Gillette al abandonar España o el que, en distinta medida, sufrieron las multinacionales Nike o Ikea cuando circularon rumores a nivel mundial sobre la utilización de mano de obra infantil para abaratar costes.

La reputación es un valor intangible de alto precio como lo es la propia marca. Está íntimamente ligada a la credibilidad y puede perderse de manera drástica, arrastrando consigo hasta la propia viabilidad económica de la sociedad. En este sentido, baste recordar el daño sufrido por la auditora Arthur Andersen en relación con el caso Enron en Estados Unidos.

Por otro lado, hoy día vemos como la denominada “economía verde” suele ser rentable. Un diseño teniendo en cuenta las 3R del movimiento ecologista (reducir, reciclar y reutilizar), suele traducirse no solo en menores costes por una mayor eficiencia en el consumo de materiales y energía y la menor generación de residuos, cada vez más caros en su almacenamiento, sino también en productos mejor aceptados por consumidores con conciencia ecológica. Ejemplos pueden encontrarse casi en cualquier sector económico.

Entre los principios rectores de este pilar se encuentran:

- Garantizar una distribución justa de los costes y beneficios del desarrollo entre todos los habitantes del planeta.
- Respetar y reforzar los derechos fundamentales de los seres humanos, entre los que se incluyen las libertades civiles y políticas, la autonomía cultural y las libertades sociales y económicas.

- Procurar la continuación de los avances a través del tiempo. Garantizar que el agotamiento de los recursos naturales no afecte a las generaciones futuras, mediante la sustitución por otras formas de capital.
- Proteger los derechos de las minorías.

Sostenibilidad ecológica:

Probablemente sea el campo en el que más se ha trabajado en las últimas décadas, existiendo un amplio abanico de posibilidades para su consecución. Desde los años 60, el conservadurismo ambiental y cultural ha eclosionado, injertándose en el desarrollo económico y social.

Entre los principios rectores de este pilar se encuentran:

- Fomentar una supervisión responsable de los recursos naturales y el medio ambiente.
- Reducir al mínimo los desechos y los daños ambientales en toda la cadena de abastecimiento.
- Actuar con prudencia cuando los impactos sean desconocidos o inciertos.
- Operar dentro de los límites ecológicos y proteger el capital natural fundamental.

Gobernabilidad:

Entre los principios rectores de este pilar se encuentran:

- Apoyar una democracia representativa, que incluye la participación en la toma de decisiones.
- Estimular la libre empresa en un sistema de reglas claras y justas.
- Evitar una excesiva concentración de poder mediante un sistema de contrapesos.
- Garantizar la transparencia mediante el acceso de todos los actores a información pertinente y precisa.
- Garantizar una responsabilidad pública con respecto a las decisiones y acciones, las que deben fundamentarse en un análisis amplio y confiable.
- Estimular la cooperación con el fin de generar confianza y fomentar los objetivos y valores comunes.
- Adoptar al principio de subsidiaridad, que reconoce que las decisiones deben descentralizarse y tomarse en el ámbito así como con la participación de la gente y las comunidades directamente afectadas.

Estos principios deben verse como aspiraciones de alto nivel e interpretarse de manera tal que se reconozcan la diversidad, las limitaciones de conocimiento y capacidad, y la necesidad de minerales de la sociedad. Sin embargo, aún queda mucho por hacer. Para avanzar se necesitan actores públicamente comprometidos con los principios del desarrollo sostenible y el liderazgo desde las altas esferas es un requisito indispensable para compañías, ministerios de gobierno, organizaciones de la sociedad civil y comunidades. Igualmente lo es, bajando de escala, la necesidad de incentivar el compromiso en toda la organización.

En líneas generales y, particularmente para el sector minero, para pasar del concepto teórico de desarrollo sostenible al inicio de acciones concretas, se necesita:

- Un marco sólido que se base en un conjunto acordado de principios generales.
- Una comprensión de los desafíos y limitaciones claves que debe enfrentar el sector y el estudio y difusión de las acciones necesarias para superarlos, definiéndose también las funciones y responsabilidades de los distintos actores.

- Un proceso de acciones y respuestas a estos desafíos, respetando los derechos e intereses de todos los involucrados, que sea capaz de definir prioridades y asegure que las acciones se realicen en el nivel adecuado.
- Un conjunto integrado de instituciones e instrumentos de planificación que garantice el cumplimiento de normas básicas y la realización de acciones voluntarias responsables.
- Medidas verificables para evaluar el progreso y fomentar un avance sostenido.

En buena parte, el camino ha empezado a ser andado en el sector minero con el desarrollo de la Iniciativa Minera Global (Global Mining Initiative o GMI en Inglés) y la participación en la “Global Reporting Initiative”, que se verán más adelante.

Uno de los principales desafíos, en el que ya se está trabajando, es la elaboración de herramientas integradas que permitan la aplicación práctica y el desarrollo de esta diversidad de principios y objetivos con toma de decisiones que sea abordable. Se dispone de una amplia gama de instrumentos: regulatorios, financieros, educacionales e institucionales, pero es necesario que estos sean efectivos e innovadores; factibles en términos administrativos; efectivos en términos de costes, con incentivos a la innovación y al perfeccionamiento; transparentes; aceptables y creíbles para los actores; confiables y reproducibles entre los distintos grupos y regiones; y equitativos en la distribución de los costes y beneficios. Después, para comprender mejor la dificultad del proceso, en la puesta en práctica se deberá tener presente que toda acción que se sugiera debe:

- Ser consecuente con el marco del desarrollo sustentable;
- Basarse en las mejores prácticas y en los incentivos para encaminarse hacia ellas;
- Ser específica, controlable, factible, realista y acotada en el tiempo (SMART por sus siglas en inglés);
- Avanzar hacia mayores niveles de confianza y cooperación;
- En los casos que lo permitan, basarse en estructuras e instituciones vigentes.

Es por todo lo anteriormente expuesto que el concepto de desarrollo sostenible, si bien es una filosofía cada vez más exigida por la sociedad, es extremadamente complejo, no ya solo de poner en práctica, sino incluso de comprender como hay que actuar para su desarrollo.

4.4. LA INTEGRACIÓN DE POLÍTICAS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Cuando se habla en términos de desarrollo sostenible, no pueden dejarse de lado las consideraciones medioambientales en los programas económicos y nuevos proyectos de desarrollo, a la vez que se deben considerar también las urgentes necesidades de desarrollo en el momento de definir los objetivos de protección ambiental. Así, para lograr la sostenibilidad ambiental, los recursos naturales deben utilizarse a tasas que aseguren su mantenimiento en forma continua, pudiendo llegar a visualizarse un equilibrio entre las tasas de uso y de regeneración para los recursos renovables. En el caso de los recursos no renovables, como los minerales, al no existir generación, su tasa de explotación debería estar sustentada por la tasa de aparición de nuevos recursos, vía exploraciones, como también por el grado de reutilización y/o reciclado de los mismos.

En el caso particular de los minerales, cada vez con mayor frecuencia tiene lugar la incorporación a las reservas mundiales conocidas de nuevos descubrimientos geológicos que contribuyen a mantener o aumentar la relación existente entre la capacidad de producción y la capacidad de regeneración. Más aún, los metales tienen la particularidad de reutilizarse, y así tenemos, por ejemplo en el caso del cobre, que existe un gran mercado secundario de la chatarra de cobre, que en cierta medida es una componente que regula indirectamente la producción nueva de mina. Este mercado secundario de chatarra, significa aproximadamente un 30% del consumo mundial de cobre, cuyo material es permanentemente reciclado y

agregado a las reservas mundiales que quedarán para las generaciones futuras. De esta manera, podrán pasar años antes de que se agoten las reservas mundiales de minerales, aunque la operación que origine esas reservas se haya agotado mucho antes, ya que la especial propiedad de los metales de usarse hoy y ser reciclados mañana, permite tener un importante capital metálico circulando en diferentes formas (láminas, tubos, piezas, aleaciones, etc.).

A primera vista, los aspectos más importantes para integrar las cuestiones medioambientales en la industria extractiva serían: prevenir los accidentes en la explotación minera, mejorar el rendimiento ambiental global de la industria y perfeccionar la gestión de los residuos generados. Sin embargo, la realidad demuestra que si el sector de los minerales pretende contribuir positivamente al desarrollo sostenible, debe demostrar mucho más en su aporte social, económico y ambiental, además de introducir nuevos sistemas de gestión más adaptables y nuevas formas de producir. Existen algunas conclusiones y recomendaciones emitidas desde aquellos países que mayor esfuerzo están realizando por implantar e implementar el desarrollo minero sostenible:

- En el capítulo de las normativas y regulaciones, existen algunos aspectos básicos que ayudan a facilitar el camino:
 - Deben ser realistas y acordes a la realidad económica, social y tecnológica nacional, de manera a incentivar su cumplimiento.
 - Deben ser graduales, en el sentido de permitir
 - el cumplimiento de una meta por medio de etapas alcanzables.
 - Deben tener una relación coste-beneficio positiva e incluir aspectos económicos de libre mercado cuando sea posible.
 - Deben minimizar la subjetividad y dar prioridad a los aspectos cuantitativos.
 - Deben estar insertas dentro de un proceso de
 - Mejora continua, analizándose sistemáticamente el resultado de su aplicación.
 - Debe evitarse su duplicación o la promulgación de normas similares.
- La autorregulación desempeña un papel complementario al de la legislación y las normativas. Se ha comprobado, por ejemplo en el control efectivo de la contaminación, que éste compromete activamente a la empresa en el desarrollo de una gestión ambiental eficiente para el cumplimiento de sus propias metas ambientales dentro de un espíritu de mejora continua.
- La buena investigación científica permite, tanto en el contexto nacional como en el internacional, avanzar en el desarrollo y la implementación de normas, regulaciones, planes y programas ambientales, etc., basados en la mejor información científica disponible, y asegurar su acceso y difusión.
- En el capítulo del mercado, debe reconocerse la importancia de la autonomía de cada empresa para incorporar tecnologías, desarrollar sus propios mercados, etc.
- En el concepto de prevención de la contaminación, la experiencia ha demostrado que prevenir es mejor que reparar. Es así como la prevención de la contaminación se debe realizar en origen, lo cual puede traer consigo incluso beneficios económicos.
- El principio precautorio es un concepto que debe ser incorporado y, de hecho, suele serlo, en la filosofía operativa de la empresa, adoptando estrictos criterios de control ambiental, aun cuando no exista la certeza que sus operaciones representan o no una seria amenaza al medio ambiente. Sin embargo, debe reconocerse la importancia de incluir aspectos científicos dentro de la aplicación de este concepto, con objeto de evitar la imposición de normativas y regulaciones desproporcionadas, que podrían llegar, incluso, a dejar al sector minero en una posición muy poco competitiva ante mercados alternativos.
- El principio de "el que contamina paga" es un principio que promueve la internalización de los costes ambientales y el uso de instrumentos económicos de forma que el responsable de daños ambientales deba responsabilizarse de su reparación.
- La participación conjunta (Estado, sectores privados, ciudadanía y mundo académico) permite

promover la apertura y transparencia en el desarrollo y la implementación de la gestión ambiental al ámbito nacional.

- La participación activa del sector minero en el contexto internacional permite entrar en la elaboración de protocolos, acuerdos, regulaciones que afectan al desarrollo de esta actividad, conforme a los acuerdos internacionales que se van firmando y que significarán, en el futuro, la obligatoriedad en el cumplimiento de estos compromisos.
- El uso seguro de los minerales y los metales es un principio que debe promover el concepto que la gestión ambiental no finaliza con la elaboración del producto en sí, sino que continua en la utilización y disposición posterior de éste, por lo que se debe manejar un enfoque del tipo "análisis de ciclo de vida", de manera a elaborar productos de bajo riesgo ambiental que puedan ser usados de una forma segura y responsable.

Una política de desarrollo sostenible para el sector minero debe diferenciarse claramente de una política aplicable a recursos no renovables y deberá, necesariamente, contemplar todo el ciclo del proceso, desde la exploración hasta el uso y posterior reciclado del metal, pasando por las etapas de extracción, producción, refinado y comercialización de productos minerales y metales, realizando esta actividad de la forma más eficiente posible y manteniendo o mejorando la calidad del medio ambiente para las generaciones futuras.

Pero como además el sector minero debe ganarse el reconocimiento de la comunidad y de la autoridad en aquellos lugares donde desea invertir, tiene que integrar criterios operacionales uniformes en las distintas etapas del proceso, criterios que se traducen actualmente en estándares ambientales internacionales del tipo ISO 14000 u otros sistemas de gestión ambiental adoptados voluntariamente por las empresas.

A falta de una regulación sectorial específica, debe adoptar compromisos ambientales voluntarios, autorregulándose si es necesario, tal y como vienen haciendo bastantes empresas del sector, porque ya se está exigiendo a las empresas que trabajen con mentalidad de buenos ciudadanos corporativos y que apliquen, al menos, sistemas de gestión ambiental.

Por último, no hay que olvidar que las políticas ambientales mineras, más que políticas de Gobierno son políticas de Estado, requiriéndose, en consecuencia, el acuerdo y el consenso entre diferentes sectores con intereses distintos. Se trata de materias que deben ser abordadas en forma interdisciplinaria, analizándolas más allá de la dimensión de la contaminación o desde una perspectiva de procesos con tecnologías limpias o control de emisiones. El medio ambiente es mucho más que contaminación y paisajes bonitos, ya que tiene que ver con el manejo de recursos naturales renovables y no renovables, con las ciencias sociales, los temas territoriales, legales y culturales que enriquecen el tema y hacen necesario un trabajo en equipo y con un lenguaje común.

5. INFLUENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS MODELOS EMPRESARIALES

5.1. PROGRESO TECNOLÓGICO DE LA ACTIVIDAD MINERA

El progreso tecnológico que se ha registrado en las últimas décadas también ha sido asombroso en la minería. Uno de los ejemplos más destacado es el cambio en las leyes medias explotadas, que se ha reducido en mayor o menor grado según el mineral explotado. Pero en cualquiera de los casos, esta reducción de las leyes de corte se ha producido ya desde las mismas actividades de exploración, pasando luego por las actividades de construcción, explotación, tratamiento mineralúrgico y concentración hasta la propia comercialización de los minerales.

Figura nº 3
(Fuente: CODELCO)

La experiencia ha demostrado como estos avances se han producido gracias al avance combinado y general de todas las disciplinas de las ciencias, focalizándose en cada uno de los aspectos de la operación para dar lugar a un resultado que sobrepasa la suma de las partes, sobre todo en las mejoras en eficiencia y productividad y reducción de costes.

EL CONCEPTO DEL CONTROL REMOTO

Figura nº 4

5.1.1. LUCHA PERMANENTE PARA CONSEGUIR REDUCCIONES EN LOS COSTES

Los procesos de producción y concentración también han evolucionado para absorber la mayor producción minera:

- Desarrollo de plantas de trituración y molienda.
- Desarrollo y perfeccionamiento de las tecnologías de flotación, lixiviación, oxidación a presión y biominería.

La importancia y envergadura de estos avances no son conocidas ni entendidas fuera del sector de la minería. Sin embargo, las grandes empresas mineras dependen de las tecnologías de la información y comunicación para mantenerse competitivas. Estos avances han potenciado la eficiencia y permitido alcanzar nuevos niveles de control, precisión e integración.

A medida que la búsqueda de nuevos depósitos va adentrándose en terrenos vírgenes recubiertos por la vegetación, los profesionales de la exploración deben basarse en tecnologías de teledetección y utilizar sus ordenadores portátiles en campo para reunir e interpretar sus datos e informaciones.

Los ingenieros de minas de hoy día utilizan tecnologías GPS para el seguimiento y maximización de las prestaciones de los grandes camiones.

Son miles los ejemplos que podrían exponerse y, en cualquier caso, las aplicaciones de estas tecnologías son innumerables y esenciales en la moderna minería.

5.1.2. RESPUESTAS A LAS EXPECTATIVAS DE CAMBIO

Entre ellas merecen señalarse tres aspectos:

- Investigación conjunta en las vías del desarrollo sostenible.
- Coordinación entre los distintos estamentos representativos de la industria.
- Construcción de relaciones y confianza con los accionistas.

Es la labor del buen minero encontrar entre la gran cantidad de oportunidades que están entre los indicios, criaderos y yacimientos conocidos o por encontrar mediante la aplicación, con unos conocimientos y esperanzas, del capital y de la tecnología que son necesarios para "hacer una mina", que será capaz de satisfacer aquella demanda, verdadero motor de todo el proceso. No en vano se viene a llamar a la moderna industria extractiva "Minería social", ya que no es otra cosa que una respuesta técnica a una sociedad que desea vivir más y mejor.

Como en las demás industrias, el moderno minero debe de cumplir con la doble exigencia de estudiar el mercado y globalizar su producto para poder ser vendido en cualquier parte del mundo en que se necesita y por ello se paga bien. Una de las mejores medidas de la calidad de un producto minero es su capacidad de ser exportado a los países más exigentes y rigurosos del mercado mundial. Como las demás actividades humanas, en el momento actual, la minería tiene como fuente y origen el saber buscar la financiación para desarrollar el largo y difícil proyecto y encontrar el comprador serio y formal, que compensará con un pago remunerador el esfuerzo que todo el equipo humano habrá llevado a cabo, desde la exploración pasando por la extracción hasta el final tratamiento del producto mineral. Esta nueva visión social, economicista y mercantil de la moderna minería, no solo no ha producido un estancamiento o una paralización de la tradicional, sino que ha abierto posibilidades insólitas en cuanto a nuevos productos, nuevas aplicaciones y nuevos mercados, así como por la sustitución estratégica de unos combustibles por otros (Carbón por petróleo o uranio), de unos metales por otros (Cobre y plomo por aluminio y otras aleaciones) y de los abonos orgánicos por los químicos y un fabuloso desarrollo de nuevas y especiales técnicas de control de las calidades o tamaños (espectrometría, rayos X, Plasma), en el control de los procesos (robots, válvulas límites, puesta en marcha y paradas automáticas a distancia, el control por televisión y video, etc.) y el análisis económico de cada parte del proceso desde la fase inicial de la planificación hasta el último de los controles.

Se debe comprender que una industria que se ha sometido a tantos y tan considerables cambios como los que aquí se han descrito, es una industria que se prepara por sí misma para una transformación aún más grande. El progreso tan considerable alcanzado en la reducción de su huella física y en el incremento del conocimiento acerca de cómo prevenir los impactos medioambientales que amenazan a las futuras generaciones. Pueden mencionarse las técnicas de minería "in situ" y otros desarrollos que permitirán algún día reducir la incidencia de las cortas y castilletes que simbolizan a la minería para la generación actual.

Hay una nueva generación de mineros, jóvenes y acostumbrados al cambio. Bajo su liderazgo, la industria minera que se desarrollará puede entusiasmarlos si podemos mirar treinta años por delante. Los profesionales de la Minería deben trabajar en una escala de tiempo distinta a la de las restantes actividades económicas y, por supuesto, muy diferente a la de, por ejemplo, los políticos, que tienen un horizonte electoral de cuatro años, o el de los mercados financieros, implicados en los resultados minuto a minuto. Actualmente, las compañías mineras más grandes disponen de yacimientos cuya vida productiva supera ampliamente los 50 años, el periodo de gestación de una operación minera moderna supera los diez e incluso los veinte años, y el horizonte de planificación es de décadas.

Ser gestores de un proyecto en unas organizaciones cada vez más dispersas geográficamente requiere pertenecer a un grupo singular e independiente de profesionales, que son capaces de trabajar de una forma efectiva en lo que a menudo son emplazamientos remotos. Por encima de todo, son personas prácticas, con experiencia en resolver problemas de todo tipo, gestionando de forma positiva las imposiciones de las burocracias corporativas y locales.

Mirando desde el mundo universitario hacia el exterior para comprender el mundo empresarial al que se incorporarán los alumnos titulados, en los últimos años se ha asistido a una serie de movimientos empresariales de significativo calado: los procesos de adquisición, fusión, integración o alianzas de empresas son continuos y muchas compañías que antaño parecían inamovibles, hoy día cambian de manos o inician procesos de aproximación a otras con el objetivo de generar un nuevo ente de mucha mayor envergadura y hacer patente su fuerza en los mercados. En la actualidad empresarial, todo avanza en este sentido de una mayor dimensión, fortaleza, capacidad y potencia, y se observa que los mercados valoran positivamente esta tendencia.

La empresa del siglo XXI no parece conservar el concepto de “small is beautiful” del siglo anterior, aunque aún puede ser cierto en algunos casos, pero se busca más la economía de escala en el crecimiento, pensando que las grandes oportunidades sólo las tienen los mayores.

Sin embargo, la ingeniería es la clave en la modernización y en la calidad de vida. Las nuevas empresas grandes deben tener muy en cuenta, de cara al futuro, dos grandes vectores de actuación:

- Por una parte, el necesario desarrollo de equipamientos e infraestructuras de todo tipo (puertos, aeropuertos, redes viarias, ferrocarril, producción y suministro de energía, medio ambiente, atención social y ocio), que son las grandes inversiones que el desarrollo exige para una mayor calidad de vida.
- Por otra parte, la exigencia de muchos países de modernizar las infraestructuras y estructuras que se han hecho antiguas u obsoletas para vivir un futuro con los niveles de calidad de vida que se promueven universalmente.

Ambos vectores de actuación van, como es fácil comprender, íntimamente ligados a la explotación de recursos minerales.

El siglo XXI tiene también unas nuevas necesidades, que deben abordar las empresas que saben acometer y desarrollar proyectos, y estas requieren a su vez de ingenieros de amplia versatilidad de conocimiento y experiencia. Solo este tipo de profesionales, con un cierto grado interdisciplinar, puede generar respuestas a las necesidades derivadas de los cambios de las formas de vida de la población. La sociedad está en permanente transformación y necesita crear y reponer.

5.2. CARACTERÍSTICAS RELATIVAS A LA CREACIÓN DE EMPLEO Y DEMANDA DE TRABAJADORES DE ALTA CUALIFICACIÓN

La industria de los minerales y de su aprovechamiento en general y sus profesionales en particular, se encuentran inmersos en un entorno operativo totalmente distinto, pero en el que deberán asegurar el futuro desarrollo tecnológico, social y medioambiental que las sociedades humanas demandan. Es indudable que estos profesionales trabajarán en un entorno empresarial, laboral, técnico, medioambiental y social distinto al que actualmente se conoce y, por ello, se requiere el desarrollo de un análisis lo más aproximado posible de sus características.

A pesar de un incremento en la escala de las operaciones mineras, las minas se están volviendo más grandes y eficientes, por lo que estas operaciones están generando menos empleo directo, en particular para los trabajadores locales no cualificados. Es por ello que cabe decir que en términos generales, los proyectos

mineros y petroleros requieren fuertes inversiones de capital, pero no necesitan de un gran número de trabajadores. Sin embargo, el nivel de cualificación que se exige a los trabajadores es cada vez más alto, de ahí que en no pocos casos, los miembros de las comunidades en las que se asientan estos proyectos, si son necesitados, son relegados a efectuar servicios de apoyo. **En éste sentido, cabría puntualizar que es cierto que la actividad minera es generadora de riqueza pero no es una fuente de generación de empleos directos. No obstante, demanda una gran cantidad de servicios y actividades accesorias que a su vez mantiene y fomenta la actividad económica de las zonas circundantes.**

De igual manera, la exploración petrolera es una actividad especializada y si los pozos son perforados, (después de una fase de exploración altamente especializada) no requieren mucha mano de obra por parte de la fuerza de trabajo local. Las compras realizadas por las compañías que operan en áreas locales son mínimas, ya que las compañías globales traen sus abastecimientos desde otras regiones o inclusive desde ultramar.

Imagen 5

6. INFLUENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS MODELOS EMPRESARIALES

6.1. LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

La actividad minera está totalmente inmersa en la lucha contra el cambio climático. En general es un sector que consume grandes cantidades de energía, pero que no la produce. Se requiere por ello una acción eficaz.

En la UE donde más se ha legislado sobre el tema, el sector minero aparece realmente poco, ya que casi no existe. Solamente en fundiciones primarias y secundarias. Mucha minería se realiza en los países en desarrollo, donde las regulaciones sobre emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) casi no existen.

Por ello, el sector minero necesita anticiparse a las muy probables futuras regulaciones nacionales e internacionales, buscando la eficiencia energética y utilizando en la medida de lo posible, más energías renovables. Los costes de anticiparse a éstas regulaciones pueden ser bastante menores a esperar a que existan. Además, la opinión pública espera una conducta responsable por parte del sector y los gobiernos que si tienen regulaciones sobre el tema, podrían adoptar medidas sobre aquellos que no las tienen.

Figura nº 6
Efectos a largo plazo del cambio climático.

Energy Intensity of Rio Tinto Products

Figura nº 8
Demanda energética para la elaboración de productos en función de su valor añadido
(Fuente: Río Tinto)

World Primary Energy Demand

Source IEA, 2002

Figura nº 7
Previsión de fuentes energéticas

Coal & Power Generation

Figura nº 9

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brunner, J.J. (1999). "Cibercultura: La Aldea Global Dividida". <http://www.geocities.com>

Castilla, Adolfo (2002). "Soluciones posibles". Revista Dinero, nº 910 de Septiembre.

Clifford, R. L. (2002). "The Mining Industry in the 21st Century... So What's Different". IMM Conference - <http://www.riotinto.com>

Davies, G.; Brookes, M; Williams, N.; (2000). "Technology, the Internet and the New Global Economy" Goldman Sachs Global Economics Paper nº 39.

Department of Trade and Industry. United Kingdom Government (1998). "Our Competitive Future: Building the Knowledge Driven Economy".

Humphreys, David (2001), Chief Economist. RTZ. "Mining in the knowledge based economy". <http://www.riotinto.com>

Kay, John; (1999). "The Economics of the Knowledge Driven Economy". DTI – CEPR.

Marqués Graells, Pere (1999). "Criterios para la clasificación y evaluación de espacios web de interés educativo". Educar Nº25, Universidad Autónoma de Barcelona www.pangea.org

Minera Escondida Ltda. (2002). "Minería bien inspirada". <http://www.escondida.cl>

Minera Escondida Ltda. (2002). "El desafío de aprender cada día". <http://www.escondida.cl>

Minera Escondida Ltda. (2002). "Sembrando el Desierto". <http://www.escondida.cl>

MMSD Project (2002). "Breaking new ground". Earthscan Publications Ltd.

U.S. Department of Labor. Bureau of Labor Statistics, (2000). "Multifactor Productivity in US Private Business and in Nonmanufacturing Industries, 1947 – 1997".

Wilson, Robert; (2002). "Corporate Social Responsibility. Putting the words into action". <http://www.riotinto.com>