

Análisis de accidentes fatales en la industria minera peruana

R. C. Candia⁽¹⁾, W. T. Hennies⁽¹⁾, R.C. Azevedo⁽¹⁾, I. G. Almeida⁽¹⁾ y J. F. Soto⁽²⁾

(1) Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da Universidade de São Paulo – Brasil
Av. Prof. Mello Moraes, 2373. CEP - 05508-970
Renan.candia@poli.usp.br, Wildorth@usp.br, rcazevedo@usp.br, Ildezia@yahoo.com.br

(2) Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco - Perú. Av. de la Cultura, No. 733, Cusco - Perú. Apartado Postal N° 921
jfsotoe@hotmail.com

RESUMEN

En los últimos años se pudo observar una reducción en la tasa de lesiones y accidentes en la minería. No obstante, esta actividad continúa siendo una de las más arriesgadas. Las causas básicas para la ocurrencia de fatalidades pueden ser atribuidas a condiciones y actos inseguros; en este contexto, la identificación de problemas de seguridad buscando administrar los riesgos es necesaria. Por otro lado es evidente la dependencia de países en vías de desarrollo de industrias primarias como la minería. En el Perú esta actividad representa aproximadamente el 16% del Producto Bruto Interno (PBI) y más del 50% de las exportaciones, lo que le confiere mayor importancia. El presente trabajo analiza los accidentes fatales ocurridos en la minería desde el año 2000 a 2007, identificando los principales tipos de accidentes; para lo cual se utilizó como fuente de información primaria el registro de accidentes fatales concedido por la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas del Perú (DGM-MEM). Los resultados muestran que la mayoría de los accidentes ocurren en la minería subterránea; así como la mayor parte de las víctimas fatales pertenecían a empresas subcontratistas; lo que exige la propuesta de medidas necesarias para su mejor gestión buscando la reducción de los accidentes fatales.

Palabras clave: Análisis de accidentes, Accidentes fatales, Minería peruana

Fatal accidents analysis in Peruvian mining industry

ABSTRACT

Although reductions in the tax of injuries and accidents have been observed in recent years, Mining is still one of the highest risks industries. The basic causes for occurrence of fatalities can be attributed to unsafe conditions and unsafe acts. In this scene is necessary to identify safety problems and to aim the effective solutions. On the other hand, the developing countries dependence on primary industries as mining is evident. In the Peruvian economy, approximately 16% of the GNP and more than 50% of the exportations are due to the mining sector, detaching its competitive position in the worldwide mining. This paper presents fatal accidents analysis in the Peruvian mining industry, having as basis the register of occurred fatal accidents since year 2000 until 2007, identifying the main types of accidents occurred. The source of primary information is the General Mining Direction (DGM) of the Peruvian Mining and Energy Ministry (MEM). The majority of victims belongs to tertiary contractor companies that render services for mine companies. The results of the analysis show also that the majority of accidents happened in the underground mines, and that it is necessary to propose effective solutions to manage risks, aiming at reducing the fatal accidents taxes.

Key words: Accident analyses, Fatal accidents, Peruvian mining

Introducción

La minería es una actividad industrial que comprende la explotación de minerales metálicos, no metálicos y combustibles. La explotación de los recursos minerales está destinada a la producción de energía eléctrica, automóviles, agregados para construcción, aceros, fertilizantes, asfaltos, medicinas, componente electrónicos, entre otros; sin los cuales es inimaginable el mundo contemporáneo. Por otra parte, esta actividad es considerada como una de las más arriesgadas debido a los peligros asociados a su ejercicio.

La minería en cuanto actividad económica es importante, principalmente para países en vías de desarrollo, dado que una gran parte de las divisas son obtenidas a través de la exportación de productos como los concentrados minerales, los cuales contribuyen significativamente a la generación de riqueza, así como a la generación de puestos de trabajo directos e indirectos en regiones caracterizadas por la pobreza.

A pesar de su reconocida importancia, la minería también se destaca por los riesgos inherentes a su práctica, los cuales están asociados a la posibilidad

de ocurrencia de accidentes de trabajo provocados por los diversos agentes presentes en las minas como choques eléctricos, explosiones, gases, rocas sueltas, ruidos, polvo, iluminación deficiente, ventilación inadecuada entre otros (Groves et al, 2007).

En los últimos años hubo una reducción considerable en la tasa de accidentes de trabajo; sin embargo, su número, así como grado de severidad aún son altos. De esta manera, los gobiernos de la mayoría de países con tradición minera, vienen mostrando su interés por la salud y la seguridad de los recursos humanos. A pesar de que existe una preocupación por las partes interesadas (gobierno, empresas, sindicatos, entre otros) la información sobre la ocurrencia de accidentes es limitada. Este hecho es más evidente en países en vías de desarrollo, pues existe una sub declaración de incidentes por parte de las empresas, lo que torna su comprensión y análisis ciertamente más difícil.

La mayoría de los investigadores del área de seguridad concuerdan en que las causas fundamentales para la ocurrencia de accidentes son las condiciones y actos inseguros. Las condiciones inseguras se manifiestan de muchas formas: proyectos inadecuados, falta de reconocimiento de las condiciones geológicas existentes en el local, deficiencia en el mantenimiento de equipos entre otros. Los actos inseguros aparecen principalmente a través del comportamiento inadecuado de los trabajadores, algunas veces asociado a la falta de información (Battacherjee, 1991).

Tornar la actividad de la minería más segura implica que el planeamiento así como la implementación de políticas de seguridad debería hacerse a través de sistemas de gestión integral como los contemplados por la familia de normas ISO; los cuales deberán ser permanentemente controlados y monitoreados a fin de garantizar su efectividad por medio de programas de mejoría continua (Brasil, 2000). Las acciones corporativas deben ser orientadas a buscar métodos y técnicas para reducir los riesgos asociados al ejercicio de actividades laborales, procurando evitar la ocurrencia de accidentes.

En este contexto, la adecuada gestión de seguridad está siendo cada vez más reconocida como parte importante de la cultura organizacional de las empresas mineras. La comprensión de los procesos productivos a través del correcto diseño de los ambientes de trabajo, la dotación del instrumental adecuado, el aprovechamiento de los recursos tecnológicos existentes, entre otros, permitirá un ejercicio de las actividades laborales de forma más segura.

A pesar de que un análisis de accidentes basado en los registros ocurridos en un determinado período

de tiempo tenga una naturaleza ciertamente reactiva, la comprensión de la génesis, así como la intervención de los elementos causales de un accidente, permite formular algunas directrices que buscan prevenir la repetición de ese tipo de eventos indeseados.

Finalmente, la adecuada gestión de seguridad debe de ser practicada de manera que sea compatible con los objetivos globales de la organización, procurando la correcta asignación de recursos en la búsqueda de las mejores soluciones. De esta manera, las decisiones a ser tomadas deben buscar superar algunas vulnerabilidades dentro de un sistema, debiendo basarse en la identificación de riesgos dentro del proceso productivo.

La minería peruana en el escenario mundial

La minería en el Perú históricamente fue una de las actividades más importantes de la economía peruana. En la época pre inca se alcanzaron avances significativos en la metalurgia, conociéndose el oro, la plata, el cobre; se desarrollaron también aleaciones como el bronce; se utilizó el hierro por sus propiedades colorantes en la cerámica y la elaboración de textiles.

Durante los tres siglos de la etapa de la colonización, la minería se concretizó a través de la explotación del oro, la plata, el mercurio, y en menor escala el cobre, el estaño y el plomo. Durante la época republicana que comenzó en 1789 la minería se estancó, retomando su presencia en el escenario internacional a través de la explotación del guano de isla, posteriormente la explotación del salitre de Tarapacá, descubierto a inicios del siglo XIX, que inició su producción en pequeña escala en la década de 1830.

Sin embargo, la actividad minera en el Perú comenzó industrialmente con la explotación de la mina de Cerro de Pasco en 1905 y la inauguración del complejo metalúrgico de La Oroya. En la última década del siglo pasado, fueron otorgadas varias concesiones mineras como parte de la política de apertura de mercados, incentivadas por el gobierno de Alberto Fujimori. Entre las minas de mayor porte existentes en el Perú podemos destacar Antamina y Perina (Ancash), Cujone (Moquegua), Toquepala (Tacna), San Rafael (puno), Yanacocha y Sipan (Cajamarca), entre otras; la mayoría de ellas se encuentran en la Cordillera de los Andes conforme muestra la Figura 1.

Actualmente la minería es una de las actividades más importantes de la economía del Perú, representando aproximadamente el 16% del PBI y más del 50% de las exportaciones con cifras que superan los 15000 millones de dólares como se muestra en la

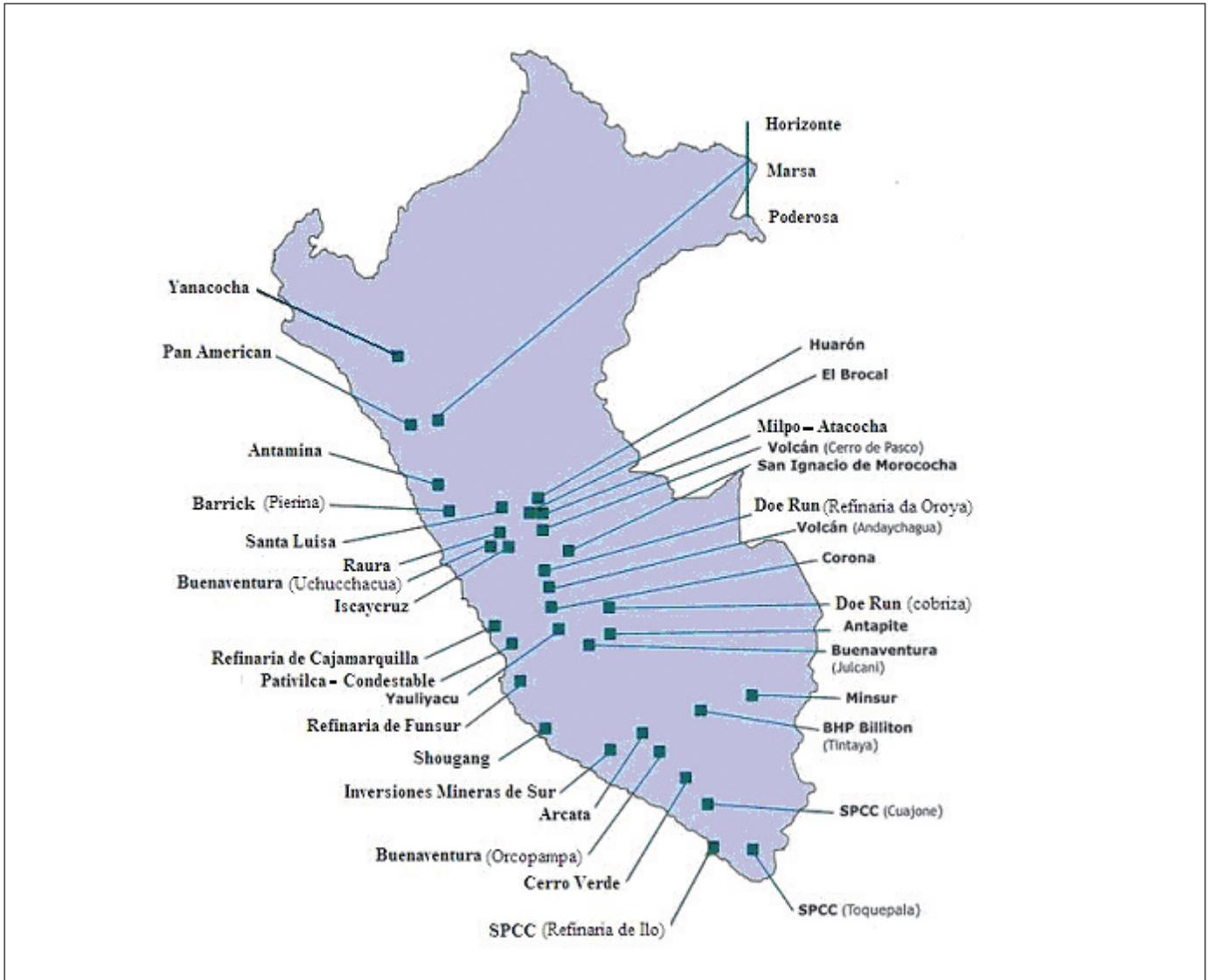


Figura 1. Principales unidades mineras del Perú
 Figure 1. Main Peru mines

Tabla 1 (Perú, 2008). Por su propia naturaleza la minería de grande porte constituye el sector que genera mayor movimiento de capital.

Entre los principales minerales que el Perú produce podemos destacar: oro, hierro, plata, estaño, zinc, plomo entre otros. Todos ellos bastante demandados como insumos para procesos industriales de alto nivel tecnológico; de esta manera, el Perú tiene una privilegiada posición competitiva en el escenario mundial. En el año 2007 fue el mayor productor mundial de plata, zinc, estaño, bismuto, telurio, plomo e indio. Fue también el segundo productor de cobre en el mundo. Las Tablas 2 y 3 muestran las reservas esti-

mas de los principales minerales, así como su posición en el ranking mundial y de América Latina respectivamente.

Los principales compradores de minerales del Perú son los Estados Unidos, Suiza, el Reino Unido, Japón entre otros. De esta manera desde 1990 la producción de minerales se incrementó significativamente como muestra la Tabla 4. Se puede observar que desde el año 2000 al 2007 hubo un incremento de 438% en los valores exportados FOB. Se estima además que los valores exportados corresponden al 95% de la cantidad producida, siendo que el 5% es destinado al consumo interno.

Producto de exportación	Valor (millones de US\$)	Contribución
1. Productos tradicionales	21493,0	
Pesqueros	1456,0	5%
Agrícolas	460,4	2%
Minerales	17328,4	62%
Petróleo y derivados	2248,3	8%
2. Productos no tradicionales	6288,1	
Agropecuarios	1503,3	5%
Pesqueros no tradicionales	497,6	2%
Textiles	1729,8	6%
Maderas y papeles, y sus manufacturas	360,4	1%
Químicos	803,3	3%
Minerales no metálicos	164,8	1%
Siderometalúrgicos e joyería	906,6	3%
Metal-mecánicos	215,4	1%
Otros 1*	106,8	0%
3. Otros 2 **	174,5	1%
TOTAL EXPORTADO	27955,6	100%

* Incluye pieles, cueros, artesanía. ** Incluye venta de combustibles y alimentos a naves extranjeras, reparación de bienes de capital.

Tabla 1. Exportaciones FOB por grupo de productos en 2007 (Perú, 2008)

Table 1. FOB exportations per products type, in 2007 (Peru, 2008)

Mineral	Unidades	Año: 2006
Cobre	Miles de TMF	57132
Oro	Miles de onzas finas	72823
Zinc	Miles de TMF	17106
Plata	Miles de onzas finas	1915282
Plomo	Miles de TMF	6295
Hierro	Miles de TLF	1141203
Estaño	Miles de TMF	474

Tabla 2. Principales reservas probadas y probables de minerales (Perú, 2008)

Table 2. Main proved and probable mineral reserves (Peru, 2008)

Causas de accidentes de trabajo

La comprensión de la génesis de los accidentes de trabajo es importante para el desarrollo de prácticas de prevención. Los programas de entrenamiento, concientización, orientación y recomendación de mayor cuidado por parte del trabajador tanto para el uso de medidas de protección colectiva como individual, carecen de sentido, si no se identifican los factores causales de los accidentes dentro de una organización.

A pesar de que cada incidente tiene sus características propias, algunas similitudes son observadas, destacándose la falta de atención del trabajador en la tarea encomendada, la falta de cumplimiento de procedimientos operacionales, el mal estado de equipos y herramientas, la deficiencia de supervisión, entre otros. Bajpayee et al. (2004) señalan tres factores fundamentales para la ocurrencia de accidentes: personales, ambientales y de operación.

Entre los factores personales se pueden señalar la educación, el entrenamiento y la experiencia previa.

Mineral	Posición mundial	Posición en América Latina
Plata	1	1
Zinc	2	1
Estaño	3	1
Bismuto	3	1
Telurio	3	1
Plomo	4	1
Oro	5	1
Indio	8	1
Cobre	2	2
Molibdeno	4	2
Selenio	7	2
Hierro	17	5

Tabla 3. Posición de producción de minerales del Perú en el año 2007 (Perú, 2008)
 Table 3. Peru mineral production ranking in 2007 (Peru, 2008)

Año	(Millones de US\$)
2000	3220,13
2001	3205,29
2002	3808,95
2003	4689,91
2004	7123,82
2005	9789,85
2006	14707,09
2007	17328,37
Total	63873,42

Tabla 4. Valores exportados de productos mineros FOB (Perú 2008)
 Table 4. FOB mineral products export values (Peru, 2008)

Los factores ambientales se refiere al ambiente de trabajo determinado por los líderes de la organización a través del correcto planeamiento, organización y control de las tareas comprendidas dentro del proceso productivo y finalmente los factores de operación se refieren a la forma como las tareas específicas son ejecutadas.

Paul y Maiti (2007) indican que las principales causas de accidentes de trabajo son las condiciones y los actos inseguros. Las condiciones inseguras en minas se manifiestan a través de proyectos inadecuados, incertezas de carácter geológico - estructural, condiciones inadecuadas de mantenimiento de equipos,

supervisión inadecuada entre otros. Los actos inseguros se manifiestan principalmente a través de actitudes de comportamiento inadecuadas por parte de los trabajadores y que según Bhattacharjee (1991) constituyen directa o indirectamente el 90% de las causas de los accidentes de trabajo.

Algunos investigadores señalan la creciente importancia del papel de los factores organizacionales como determinantes para el acontecimiento de accidentes de trabajo. Wright (1986), por ejemplo, investigó la importancia de los factores organizacionales en la génesis de la secuencia de situaciones de accidentes, identificando los procesos peligrosos, la presión para el incremento de productividad y la falta de comunicación como los mayores determinantes para la ocurrencia de un evento indeseado.

Shrivasta's Bhopal (1987) apud Paul y Maiti (2007) señalan que los accidentes son determinados por factores humanos, organizacionales y tecnológicos. Emrey (1992) indica como factores clave en el desarrollo de seguridad dentro de una organización el balance entre la seguridad y la producción y la creación de una adecuada cultura de seguridad organizacional.

Simard y Marchand (1995) investigaron la influencia de varios factores organizacionales en la adopción de iniciativas de seguridad, concluyendo que la comprensión del proceso productivo y sus riesgos asociados, la cohesión y cooperación, así como la experiencia de los trabajadores y una adecuada gestión de seguridad, son factores que estimulan la adopción de medidas de seguridad por parte de los trabajadores.

Almeida (1995) indica que las teorías de causalidad

dad de accidentes pueden ser agrupados en los siguientes modelos conceptuales.

- Cadena de múltiples eventos que describe una secuencia temporal que conduce al accidente, entendiéndose como de origen multicausal;
- Modelo epidemiológico, que presenta el accidente como el resultado de la interacción entre las variables de la persona, del agente y del ambiente de trabajo.
- Modelo de intercambio de energía que indica que los accidentes son causados por alguna forma de energía, que es el agente;
- Modelo comportamental que comprende dos categorías. La primera valoriza la existencia de situaciones en las cuales debe de tomarse una decisión para la acción en la presencia de un riesgo y la segunda que defiende la existencia del modelo comportamental de propensión al accidente, según el cual algunas personas tienen una predisposición innata a la accidentabilidad; y
- Modelo sistémico que aborda el accidente como el resultado extremo en el sistema hombre-máquina, resaltando la interacción entre sus componentes. Situaciones de sobrecarga y desvíos en el sistema pueden conducir al rompimiento del equilibrio, consecuentemente a la ocurrencia del accidente.

Es evidente que en la ocurrencia de un accidente confluyen, la mayoría de las veces, múltiples factores, así su análisis involucra varios parámetros; y también es claro que los efectos de sinergismo en razón de su naturaleza asociada a diferentes niveles de riesgo en los locales de trabajo deben de ser llevados en consideración. El análisis debe, por tanto, identificar los factores presentes en el origen del peligro, los factores que desencadenan o liberan aquel tipo de peligro en potencial, así como las condiciones del sistema involucrado.

De acuerdo al MSHA (1997) los accidentes en minas pueden ser causados principalmente por:

- Electricidad;
- Espacios confinados;
- Explosivos;
- Explosión de ductos;
- Deslizamiento de terreno;
- Caída de rocas en excavaciones,
- Incendios;
- Manipulación de materiales y herramientas;
- Tránsito de personas y vehículos entre otros.

Metodología

El presente trabajo hace un análisis de accidentes fatales ocurridos en la minería del Perú durante el

período comprendido entre el año 2000 y 2007. La fuente de información utilizada fue concedida por la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas del Perú (DGM-MEM). Esta información estaba básicamente constituida por los informes de investigación de accidentes fatales desarrollados por los técnicos de la institución antes indicada.

Los accidentes fatales fueron definidos como aquellos que resultaron en muerte del trabajador que en el momento de su ocurrencia estaba realizando actividades remuneradas para la empresa minera. Esto significa que dentro de la población en estudio están comprendidos tanto trabajadores de la propia empresa como trabajadores de empresas especializadas subcontratadas para la ejecución de las diversas operaciones de minado, actividades de tratamiento, transporte y embarque de minerales.

El estudio permitió identificar los principales tipos de accidentes ocasionados por la explotación de minas; para ello fue utilizado como herramienta de análisis el paquete estadístico "Statistical package for the Social Science" SPSS® 15.0 de la "Statistical Product and Service Solutions"; así como el Excel® de la "Microsoft Corporation". Los resultados obtenidos son presentados básicamente en forma de tablas y gráficos.

Presentación de resultados

La implantación de varios proyectos de minería en los últimos años en el Perú permitió un incremento significativo en la producción de minerales, esto a su vez hizo que la demanda de mano de obra del sector minero fuera mayor. A pesar de que la cantidad de trabajadores empleados desde el año 2000 al 2007 prácticamente se duplicó, el índice de frecuencia (definida como la medida relativa de ocurrencia de eventos en relación al número de horas hombre trabajadas por cada millón de horas hombre) mostró una tendencia decreciente como muestra la Figura 2.

Aun cuando se observó una tendencia de mejoría en los indicadores de desempeño de seguridad, el número de accidentes es alto cuando se compara con otros países. La Figura 3 muestra la razón entre el número de trabajadores empleados en minería y el número de víctimas fatales por país para el año de 1999. Se observa que para países como los Estados Unidos de Norteamérica aconteció un accidente por cada 4343 trabajadores; mientras que en el Perú hubo un accidente por cada 707 trabajadores, lo que demuestra que en la minería peruana ocurren más accidentes (QUISPE, 2008).

La Tabla 5 muestra el número de accidentes y víc-

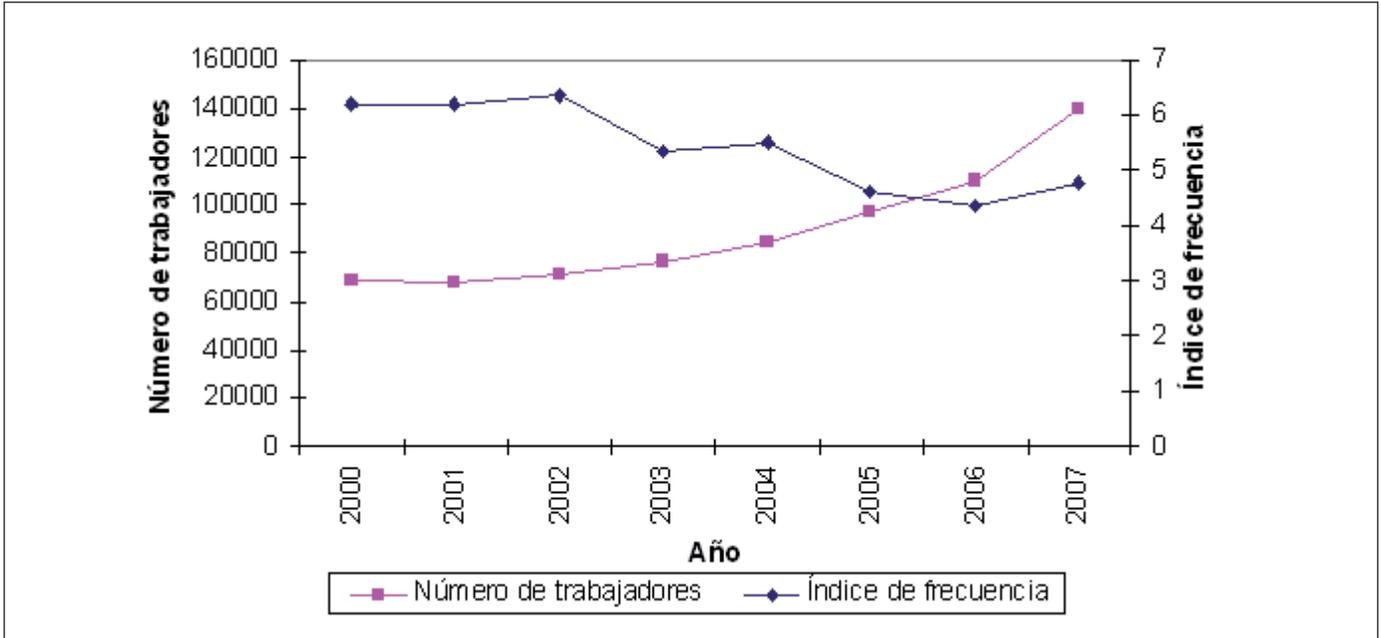


Figura 2. Evolución del índice de frecuencia y el número de trabajadores (adaptado de Alfaro, 2008)
 Figure 2. Frequency index and workers number evolution (adapted from Alfaro, 2008)

timas fatales por año. Se observa que para el período estudiado ocurrieron un total de 443 accidentes fatales con un saldo de 499 víctimas, lo que quiere decir que el promedio anual fue de 55 accidentes y 62 víctimas. El tipo de accidente más representativo fue

debido a la caída de rocas en excavaciones subterráneas con un total de 163 ocurrencias y un saldo de 181 víctimas fatales, lo que en términos porcentuales representa aproximadamente 37% de los accidentes. El otro tipo de accidente es el provocado por la caída

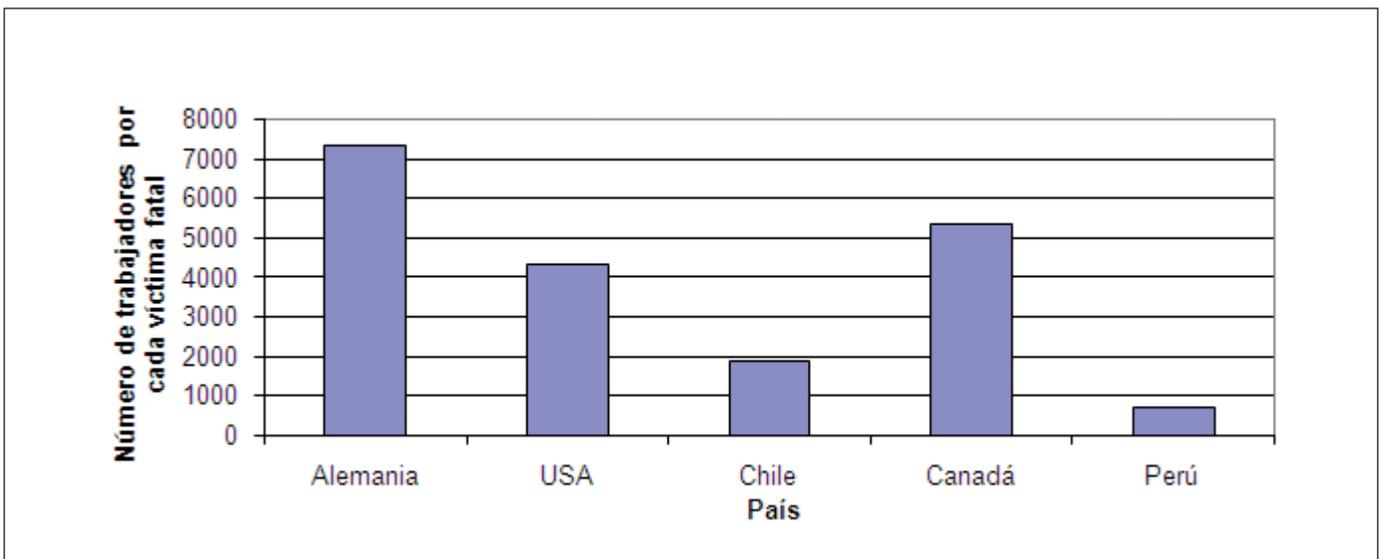


Figura 3. Comparativo del número de trabajadores por cada víctima fatal por países en 1999 (adaptado de Quispe, 2008)
 Figure 3. Workers number per fatal victims in different countries, in 1999 (adapted from Quispe, 2008)

de trabajadores, principalmente cuando estos se encuentran laborando en altura; esta categoría constituye aproximadamente el 11% de los accidentes, seguido por el tránsito de vehículos con aproximadamente 9% entre otras categorías conforme se muestra en la Tabla 6.

La Tabla 7 presenta el número de accidentes y víctimas fatales ocurridos según el tipo de actividad. Se percibe que aproximadamente 90,74% de los accidentes ocurrieron en la minería subterránea; 7,67%

en la minería superficial y 1,58% en las actividades de tratamiento y embarque conforme está ilustrado en la Figura 4. Esto puede explicarse debido a que aún cuando en el Perú el mayor volumen de minerales es producido a partir de minas a cielo abierto, existen más minas subterráneas.

Se estima que en la minería peruana existen 2 trabajadores subcontratados por cada trabajador perteneciente a la compañía minera propiamente dicha. Esto se debe a que la mayoría de las operaciones de

Año	Número de accidentes	Numero de víctimas fatales
2000	48	54
2001	62	66
2002	64	73
2003	49	54
2004	50	56
2005	55	69
2006	56	65
2007	59	62
Total	443	499
Media	55	62

Tabla 5. Número de accidentes y víctimas fatales, del año 2000 al 2007
 Table 5. Accidents and fatal victims number, from 2000 to 2007

Tipo de accidente	Número de accidentes	Frecuencia relativa (%)	Número de víctimas	Frecuencia relativa (%)
Caída de rocas	163	36,79	181	36,3
Caída de trabajadores	49	11,06	50	10,0
Tránsito de vehículos	40	9,03	47	9,4
Otros	34	7,67	41	8,2
Deslizamiento de terreno	29	6,55	37	7,4
Intoxicación y asfixia	27	6,09	35	7,0
Carguío y transporte	23	5,19	26	5,2
Explosiones	22	4,97	23	4,6
Maniobra de equipos	21	4,74	22	4,4
Energía eléctrica	18	4,06	19	3,8
Manipulación de materiales	9	2,03	9	1,8
Entierro por hundimiento de terreno	5	1,13	5	1,0
Ahogamiento e inundación	2	0,45	2	0,4
Herramientas	1	0,23	2	0,4
Total	443	100,00	499	100,0

Tabla 6. Número de accidentes y víctimas fatales por tipo de accidente, del año 2000 al 2007
 Table 6. Accidents and fatal victims number per accident type, from 2000 to 2007

Año	Número de accidentes fatales			Número de víctimas fatales		
	Minería subterránea	Minería superficial	Tratamiento y embarque	Minería subterránea	Minería superficial	Tratamiento y embarque
2000	43	4	1	48	5	1
2001	57	5	0	61	5	0
2002	56	6	2	64	7	2
2003	44	4	1	49	4	1
2004	48	2	0	53	3	0
2005	52	2	1	66	2	1
2006	52	4	0	61	4	0
2007	50	7	2	52	8	2
Total	402	34	7	454	38	7
Media	50	4	1	57	5	1

Tabla 7. Número de víctimas por tipo de actividad, del año 2000 al 2007
 Table 7. Victims number per activity type, from 2000 to 2007

minas, así como las operaciones auxiliares, están tercerizadas. Este hecho es más evidente en empresas con actuación en la minería subterránea. Para el período analizado, el número de víctimas fatales pertenecientes a empresas especializadas subcontratadas fue de 338; mientras que las víctimas pertenecientes a la empresa minera propiamente dicha fue de 161, lo que quiere decir que por cada dos víctimas vinculadas a empresas tercerizadas existe una víctima fatal perteneciente a la empresa minera propiamente

dicha conforme muestra la Figura 5, de donde se puede inferir que el riesgo de accidente prácticamente es el mismo para todos los trabajadores mineros.

Conclusiones

La importancia de la minería en países en vías de desarrollo es evidente, tanto por los beneficios económicos así como por los riesgos ofrecidos durante su

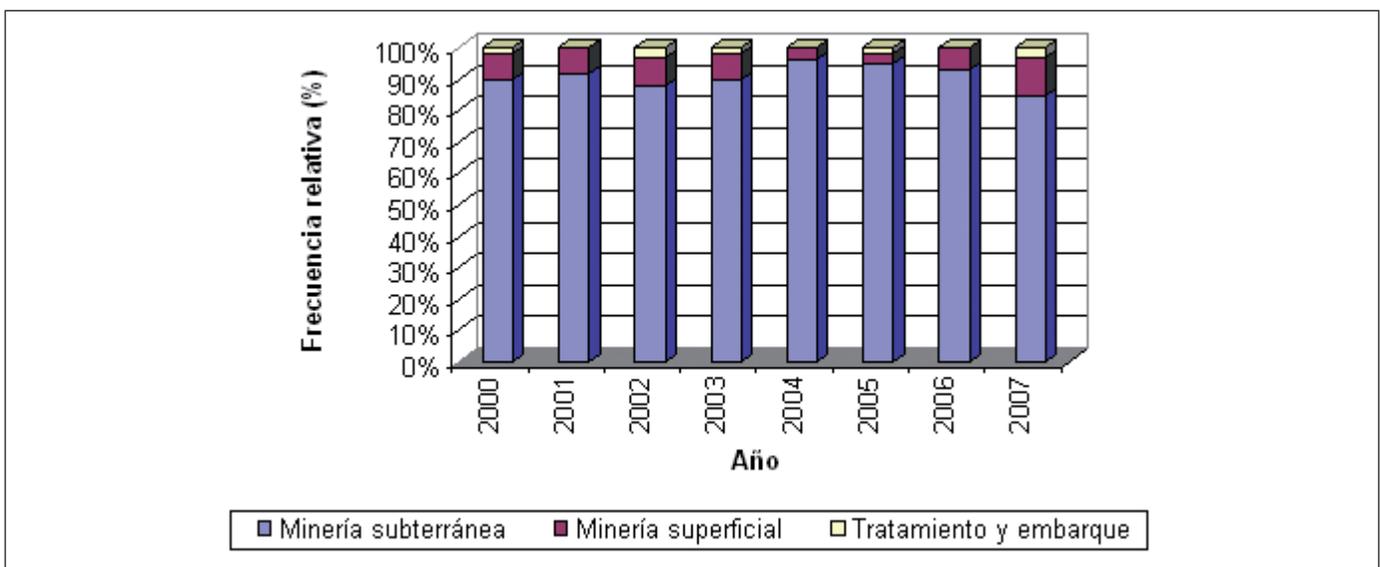


Figura 4. Frecuencia relativa anual de víctimas fatales por tipo de actividad
 Figure 4. Annual relative frequency of fatal victims per activity type

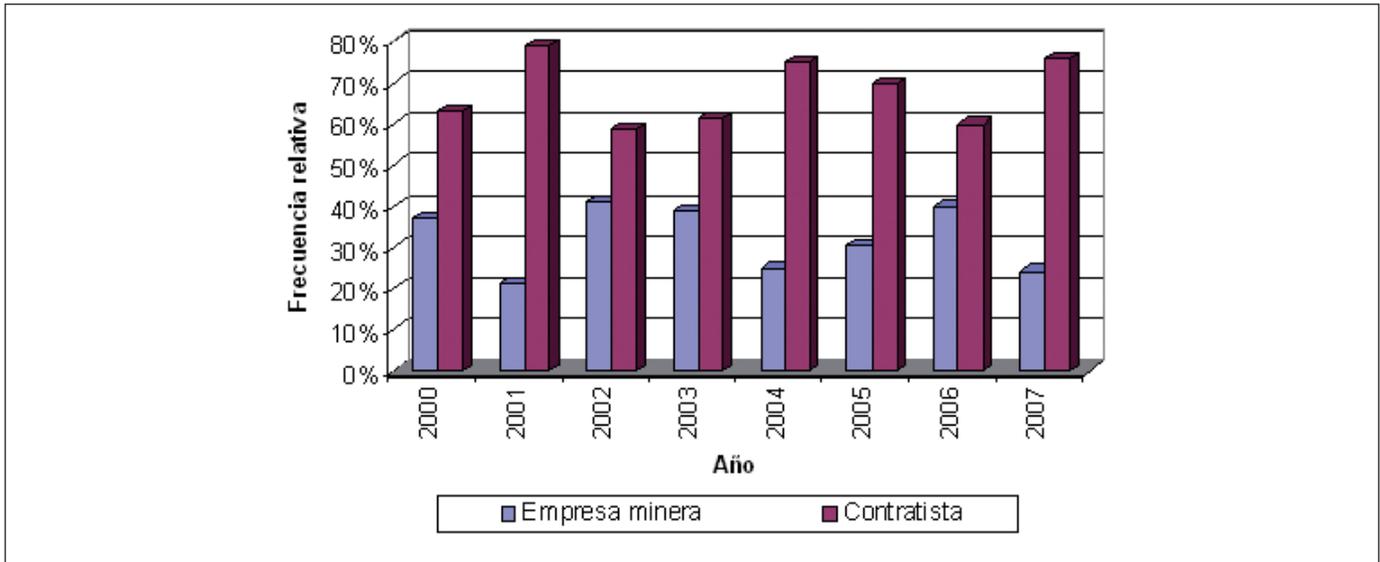


Figura 5. Frecuencia relativa de víctimas fatales según el vínculo laboral
 Figure 5. Annual relative frequency of fatal victims per contract type

ejercicio. En los últimos años la tasa de accidentes mostró una tendencia decreciente, sin embargo su número, así como el grado de severidad aún son altos. En este contexto, la comprensión de las causas de los accidentes es importante para la propuesta de medidas de prevención más eficaces.

A pesar de que el análisis de accidentes por medio de su clasificación y tipificación es una práctica de rutina por parte de las organizaciones del gobierno; la aplicación de técnicas analíticas más refinadas, así como enfoques de ingeniería apropiados aún es inexistente.

El análisis desarrollado en este trabajo muestra que para el período estudiado, el tipo de accidente más frecuente es el causado por la caída de rocas en excavaciones subterráneas. El estudio muestra también que la mayor parte de los accidentes fatales ocurren en la minería subterránea.

Considerando que el mayor volumen de producción es aportado por minas a cielo abierto, se puede inferir que la minería subterránea ofrece mayores riesgos que la minería a cielo abierto. La mayor parte de las víctimas fatales pertenecen a empresas especializadas tercerizadas, esto se explica debido a que la mayoría de las operaciones de minas así como las operaciones auxiliares en el Perú están subcontratadas.

Es necesaria la identificación de problemas de seguridad buscando la propuesta de soluciones efectivas para gerenciar mejor los riesgos y reducir la tasa de accidentes. El gerenciamiento de la seguridad deberá ser compatible con los objetivos globales de

la organización, buscando la adecuada asignación y uso de recursos en busca de las mejores soluciones posibles; de esta manera, es necesario poner especial atención a la minería subterránea así como a las empresas especializadas tercerizadas, especialmente cuando ambos actúan juntos en el mismo escenario de trabajo, como es la situación más común en la minería peruana.

Referencias

- Alfaro, L. A. 2008. Optimización de los sistemas de gestión en prevención de pérdidas humanas en la industria minera. *Séptimo congreso nacional de minería*. Trujillo – Perú.
- Almeida, M. I. 1995. *Desvendando a zona de sombras dos acidentes de trabalho*. São Paulo, 1995, 132 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Battacherjee, A. 1991. *Mine safety management: An application of risk analyses, forecasting techniques, and Markov process to injury experience data*. 301 p. Doctoral Thesis - The Pennsylvania State University.
- Bajpayee, T.S., *et al.* 2004. Blasting injuries in surface mining with emphasis on flyrock and blast area security. *Journal of Safety Research*, 35, 47-57.
- Brasil. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 2000. *NBR ISO 9001: Sistemas da Gestão de Qualidade - Requisitos*. Rio de Janeiro. 21 p.
- Emprey, D.E. 1992. Incorporating management and organizational factors into probabilistic safety assessment. In: *Reliability Engineering and System safety*, 38. 199-208.

- Groves, W.A. V.J., Kecojevic, V.J. y Komljenovic, D. 2007. Analyses of fatalities and injuries involving mining equipment. *Journal of Safety Research*. 38, 461-470.
- Mine Safety and Health Administration (MSHA). 1997. *Injury experience in coal mining*, 1996. Department of labor, Mine Safety and Health Administration. Office of Injury and employment information. IR 1253. Denver, CO, p.5-7.
- Paul, P.S. y Maiti, J. 2007. The role of behavioral factors on safety management in underground mines. *Safety Science*, 45. 449-471.
- Perú. Ministerio de Energia y Minas del Perú. 2008. *Atlas minero 2008*. Lima. 85 p.
- Simard, M. y Marchand, A. 1995. A multilevel analysis of organizational factors related to the taking of safety initiatives by work groups. *Safety Science*, 21, 113-129.
- Quispe, R.I. 2008. Análisis del origen de caída de rocas y su prevención en la minería subterránea. *Séptimo congreso Nacional de minería*. Trujillo - Perú.
- Wright, C. 1986. Routine deaths: fatal accidents in the oil industry. *Sociological Review*, 4, 265-289.

Recibido: agosto 2008

Revisado: septiembre 2009

Aceptado: octubre 2009

Publicado: enero 2010

