

# Implicancias técnicas y económicas de los accidentes mortales en la minería peruana

## Technical and economics consequences of fatal accidents in peruvian mining

Mauro Giraldo\*, Juana Badillo \*\*

RECIBIDO: 28/04/2015 - APROBADO: 18/05/2015

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es propender a la reducción de accidentes en las labores mineras u otras excavaciones subterráneas, los que en mayor porcentaje son ocasionados por desprendimiento de rocas. En esta ocasión, se presenta un análisis de las consecuencias técnicas y económicas de los accidentes, posteriormente se presentarán los factores con mayor incidencia de accidentes, como producto del análisis de la información compilada de las fuentes.

Por lo antes indicado, se han recurrido a las fuentes primigenias para levantar la información pertinente a los accidentes ocurridos en la minería a lo largo de más de 12 años. Para cumplir con los objetivos de la presente publicación, además, se ha revisado la literatura existente y se han actualizado los costos de los accidentes analizados por el Mg. Tomás Acero en el año 2004 y las consecuencias sociales y empresariales.

En términos generales, el número de accidentes mortales desde el año 1970 a 2013 se ha reducido sustancialmente. El 33% de los accidentes mortales son ocasionados por desprendimiento de rocas. Se demuestra que por cada accidente mortal ocurren 28 accidentes incapacitantes, 138 leves y 2,822 incidencias. Un accidente mortal alcanzaría un costo de 397,895 dólares americanos. Los accidentes ocasionados por desprendimiento de rocas del año 2000 al 2013 habría costado 97'086,453 dólares a la industria minera, que traducido en sostenimiento correspondería a varios kilómetros de labores sostenidas con pernos de roca. Análogamente, un accidente tiene consecuencias nefastas para la familia del accidentado, la sociedad y la empresa.

**Palabras clave:** Accidente minero, accidente mortal, desprendimiento de roca, minado subterráneo, costo de los accidentes.

### ABSTRACT

The purpose of this research is to reduce accidents in mining operations or other underground excavations, being the main cause, the rock fall. On this occasion, is presented an analysis of the technical and economic consequences of accidents, in the near future, will be presented the factors with increased incidence of accidents.

As previously stated, they have resorted to primitive sources for lifting relevant information to the accidents in mining over more than 12 years. To meet the objectives of this publication, also reviewed the existing literature, among them, updated costs of accidents analyzed by MsTomas Acero in 2004 and the social and business implications.

In general terms, the number of fatal accidents since 1970 to 2013, has been reduced substantially. 33% of fatal accidents are caused by a rock fall. It is shown for each fatal accident occurring 28 disabling accidents, slight 138 and 2822 incidents. A fatal accident would reach a cost of 397895 U.S. dollars. Accidents caused by a rock fall from the year 2000 to 2013, would have cost \$97086453 to the mining industry, that translated into support would be several kilometers from work supported with rock bolts. Similarly, an accident has consequences for the family of the injured person, society and business.

**Keywords:** Mining accident, fatal accident, rock fall, underground mining, cost of accidents.

\*Docente de la UNMSM. egiraldop@unmsm.edu.pe/egiraldop@hotmail.com / badibej@gmail.com

\*\* Abogada Universidad / Empresa

## I. INTRODUCCIÓN

En toda industria de excavación en roca, existe una preocupación latente y permanente de evitar los accidentes. Sin embargo, a ciencia cierta no se conocen los factores que tienen mayor incidencia. Con tal propósito, se vienen investigando estos factores y, en esta primera etapa, se ha considerado por conveniente hacer un análisis de las repercusiones tanto técnicas como económicas de los accidentes, tan complejas por cierto.

Para alcanzar los objetivos trazados en este estudio, se han revisado diversas fuentes aunque escasas, siendo las principales: Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) y Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), para revisar y analizar al detalle los archivos de los accidentes mortales y, dentro de ello, específicamente los acontecidos por desprendimiento de rocas, causante del mayor porcentaje de accidentes. Asimismo, se ha analizado la información bibliográfica existente, como la tesis del Mg. Tomás Acero, sobre el costo de accidentes 1994 – 1998 y el D.S. 055.

A base de la información recopilada, se analiza la cantidad de accidentes ocurridos en los últimos 44 años (1970 – 2013), accidentes mortales en los últimos 14 años, donde se destaca que la mayoría de accidentes mortales ocurrieron por desprendimiento de rocas. Asimismo, se analizan las implicancias técnicas y económicas de los accidentes, el costo de los accidentes para la minería peruana y su significado en sostenimiento.

### I.1 Clasificación de macizos rocosos

Los sistemas de clasificación de los macizos rocosos se agrupan en dos grupos: clasificación de ingeniería (Terzaghi, Lauffer, Deere y Wickham) y clasificación geomecánica (Bieniawski y Barton) (Hoek, 2007). Durante el levantamiento de la información en las diversas fuentes, se ha podido verificar que los Dptos. de Geomecánica de las compañías mineras utilizan por lo general la clasificación de Bieniawski o Barton (Alonso et al., 2007).

### I.2 Excavaciones subterráneas

Las excavaciones subterráneas son construcciones en el seno del macizo rocoso, con distintos fines que pueden agruparse en dos: aprovechamiento del material arrancado y generación de espacio para diversos usos. En cualquiera de los dos casos, es importante tener en cuenta la eficiencia y seguridad durante y después de la excavación, básicamente aplicando el sistema de sostenimiento adecuado y duradero. En el primer caso, el propósito de la excavación es utilizar el material arrancado, sea este mineral metálico (minerales de plomo, zinc, cobre, oro, plata, etc.) o no metálico (carbón, gemas, rocas ornamentales, etc.), como son los tajeos mineros para explotación de los recursos minerales. En la generación de espacios abiertos, no interesa el material extraído, sino los espacios abiertos que dejan las excavaciones con distintos fines o usos, como: mineros (galerías, rampas, piques, cámaras, entre otros) y construcciones civiles (túneles, cavernas, chimeneas, entre otros).

### I.3 Sostenimiento de macizos rocosos

El macizo rocoso puede autoportarse por un periodo de tiempo de acuerdo a su clasificación geomecánica, desde nulo hasta completamente autoportante. De acuerdo a ello, se debe instalar oportunamente los elementos de sostenimiento más apropiados y así evitar desprendimientos y/o colapsos.

Los desprendimientos ocurren cuando se deja expuesta un área excavada más allá del tiempo de autoaporte. Asimismo, cuando no se han utilizado o dimensionado adecuadamente los elementos de sostenimiento más apropiados. La Figura N° 1 (a) ilustra el desprendimiento de rocas por el uso de sostenimiento inadecuado y falta de reemplazo oportuno de los mismos y la figura N° 1(b) muestra bloques de roca desprendida por falta de elementos de sostenimiento.

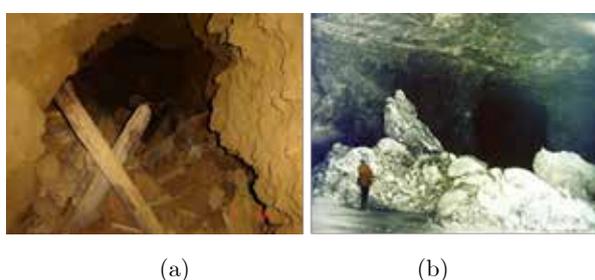


Figura N° 1. Desprendimientos de roca. (a) Por falta de mantenimiento del sostenimiento con madera. (b) Desprendimiento por falta de sostenimiento.

Los elementos de sostenimiento son materiales o herramientas diseñados para evitar el desprendimiento de rocas o la subsidencia de la cobertura de una excavación en el seno de un macizo rocoso. Con el correr del tiempo, se ha venido introduciendo a la industria una variedad de elementos de sostenimiento, siendo los primeros elementos de sostenimiento la roca y la madera. Entre los elementos de sostenimiento de uso actual se tienen: arcos de acero, pernos de anclaje, cables de acero, mallas de acero, concreto lanzado (shotcrete), concreto armado, concreto prefabricado (dovelas), rellenos (detritico, hidráulico o en pasta) (Giraldo, 2011).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Los accidentes en las operaciones mineras subterráneas

Se considera accidente de trabajo a todo suceso repentino que se produce por causa o con ocasión del trabajo y que produce pérdidas tales como: lesiones personales, daños materiales, derrames y/o impacto al medio ambiente. En el trabajador puede producir una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte (INSHT, URL 2013).

Se considera también accidente de trabajo a aquel suceso que se produce durante el cumplimiento de las órdenes del empleador, dentro o fuera del lugar y horas de trabajo. Análogamente, se considera accidente de trabajo a lo ocurrido durante el traslado de los trabajadores y/o contratistas desde su residencia a los centros laborales, de ida y retorno, cuando el transporte esté a cargo del empleador.

También se considerará como accidente de trabajo lo ocurrido durante el cumplimiento de la función sindical, aun cuando el trabajador se encuentre con licencia sindical. Del mismo modo, se considera accidente de trabajo lo ocurrido en las actividades recreativas, deportivas o culturales que cumple el trabajador en representación del empleador o de la empresa usuaria, cuando se trate de trabajadores de empresas de servicios temporales que se encuentren en misión.

Según estadísticas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), al año se producen 270 millones de accidentes de trabajo (205 accidentes por segundo), de los cuales 350,000 son mortales (OIT, 2011).

## 2.2 Clasificación de los accidentes

No existe una clasificación única para los tipos de accidentes que ocurren en los ambientes laborales. Las estadísticas, de acuerdo a sus características, clasifican a los accidentes según su tipo, de acuerdo a sus objetivos. Referente a la clasificación de accidentes en minería, ver el anexo N° 8 del D.S. 055.

### 2.2.1 Incidente

Según las OHSAS 18001:2007, incidente es el suceso o sucesos relacionados con el trabajo en los que ocurre o podría haber ocurrido un daño o deterioro de la salud (sin tener en cuenta la gravedad), o una fatalidad. En otras palabras, un incidente es un cuasiaccidente.

### 2.2.2 Accidente leve

Suceso resultante en lesión o lesiones que, luego de la evaluación médica correspondiente, puede traducirse en un descanso breve, el trabajador retorna a sus labores habituales máximo al día siguiente de ocurrido el hecho (D.S. N° 055). También se define como accidente leve aquel que provoca lesiones que permiten el traslado del accidentado por sus propios medios o a través de un medio de transporte no especializado, sin correr peligro de agravar el cuadro. Son ejemplos de accidentes leves: desgarros musculares, contusiones, heridas leves, esguinces, cuerpos extraños en córnea o conjuntiva ocular, etc.

### 2.2.3 Accidente incapacitante

El accidente incapacitante es un suceso que resulta en lesiones no leves al trabajador, determinadas luego de la evaluación médica. El trabajador recibe descanso médico y tratamiento a partir del día siguiente de la ocurrencia del accidente. El día de ocurrencia del accidente no se contabiliza para los fines de información estadística.

### 2.2.4 Accidente mortal

Suceso resultante de lesiones que producen la muerte del trabajador, al margen del tiempo transcurrido entre la fecha del accidente y la de la muerte. Para efectos de la estadística, se debe considerar la fecha del deceso y no la del accidente.

## 2.3 Causas de los accidentes

Los accidentes ocurren porque la gente comete actos inseguros o porque los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en condiciones adecuadas. El principio de la prevención de los acciden-

tes señala que todos los accidentes tienen causas que los originan y que se pueden evitar al identificarlas y controlarlas. El detalle de las causas de los accidentes puede observarse en lo publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, que agrupa del siguiente modo: a) Condiciones de los espacios de trabajo. b) Instalaciones de servicio o protección. c) Máquinas. d) Otros equipos de trabajo. e) Materiales y agentes contaminantes. f) Organización del trabajo. g) Gestión de la prevención. h) Factores personales / individuales. i) Otras.

## 2.4 Control de los accidentes

El desarrollo de la seguridad industrial ha permitido implementar una serie de herramientas que ayudan a la prevención de los accidentes y/o enfermedades de tipo ocupacional. Estos instrumentos de control están insertos en una serie de decretos de nuestra legislación con el fin de hacer obligatorios su cumplimiento.

- **Prevención:** Es un medio de control cuya finalidad es evitar el accidente y sus consecuencias.
- **La prevención de accidentes:** Es una disciplina basada en principios fundamentales que constituyen los conocimientos y las técnicas destinadas a eliminar los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.
- **Principios generales de la prevención de accidentes:** Son tres: a) El interés y la participación activa de todos los trabajadores, desde el más alto directivo de una empresa hasta el más bajo nivel de los trabajadores. b) Conocer las causas de los accidentes. c) Tomar medidas correctivas para controlar y eliminar las causas indicadas.
- **Responsables de la prevención de accidentes:** Es responsabilidad común de todos los que laboran en una empresa. - La gerencia - Los supervisores - Los trabajadores.
- **Control de actos inseguros:** Pensar antes de actuar y mantenerse alerta.
- **Control de condiciones inseguras:** Si el mismo trabajador puede corregir la condición, debe hacerlo de inmediato. Si no puede ser corregida en el momento, debe informar al supervisor o a un miembro del comité de seguridad y salud ocupacional.
- **Medidas generales de prevención:** a) Normas y procedimientos adecuados para la ejecución de los trabajos. b) Eliminación de práctica riesgosa. c) Análisis de riesgo en los puestos de trabajo. d) Campaña de orden y limpieza. e) Control de tránsito. f) Uso de equipos de protección personal.
- **Control:** Es la función que consiste en verificar si los trabajadores y los supervisores están siguiendo los objetivos y las políticas de seguridad.

- **Medidas de control:** a) Investigación y análisis de los accidentes. b) Inspección para el reconocimiento de los rasgos. c) Análisis en los sitios de trabajo. d) Evaluar estadística del desempeño.

**2.5 Accidentes mortales ocurridos en la minería peruana de 1970 a 2013**

Como puede observarse en la Figura N° 2, la evolución del número de accidentes mortales en la minería peruana de 1970 a 2013 (44 años) ha tenido un gran descenso, pasando de tres a dos dígitos. Durante 21 años (1970 – 1990) se mantuvo con un promedio de 102 accidentes mortales (fatales) por año; durante los siguientes 10 años (1991 – 2000) tuvo un descenso moderado, con un promedio anual de 84 accidentes mortales, y en los últimos 13 años (2001 – 2013) ha tenido un fuerte descenso con un promedio anual de 60 accidentes mortales por año.

Los años en los que se produjeron mayor número de accidentes mortales fueron: 1985 (136), 1984 (122), 1979

(120) y 1997 (120). Por el contrario, los años con menor número de accidentes mortales fueron 2013 (46), 2011 (50) y 2003 (54). El descenso un tanto acelerado del número de accidentes mortales se produjo en los últimos 13 años, debido probablemente a la implementación de los Dptos. de Geomecánica en las operaciones mineras, que impulsaron la tipificación de los macizos rocosos y aplicación de elementos de sostenimiento más apropiados. Asimismo, mayores exigencias en la seguridad hasta la constitución de gerencias de seguridad y la introducción de nuevos elementos de sostenimiento.

**2.6 Accidentes mortales ocurridos en los últimos 14 años en la minería subterránea peruana**

De acuerdo al reporte del MINEM del 2000 al 2013, ocurrieron 836 accidentes mortales, cuyo detalle puede apreciarse en la Tabla N° 1. De ellos, 244 se produjeron por desprendimiento de rocas, es decir, el 33% del total de accidentes, como ilustra la Figura N° 3 (MINEM, 2013).

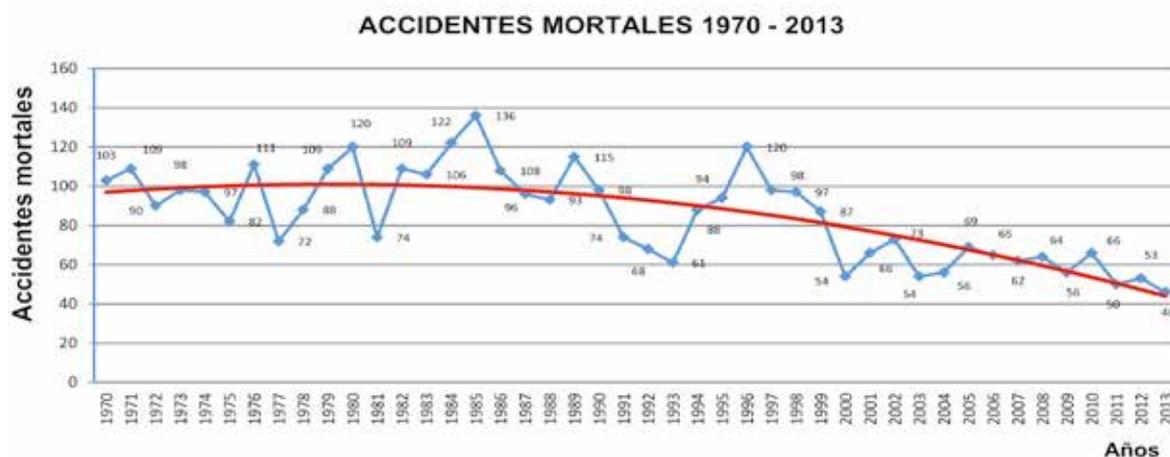


Figura N° 2. Accidentes mortales ocurridos en la minería peruana de 1970 a 2013

Tabla N° 1. Accidentes mortales en la minería peruana del 2000 al 2013

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
2013	4	6	5	6	1	4	4	4	5	2	4	1	46
2012	2	6	8	2	4	2	5	5	3	8	4	4	53
2011	4	8	2	5	6	5	4	5	4	5	1	3	52
2010	5	13	1	6	5	9	6	4	3	4	4	6	66
2009	4	14	6	2	3	8	6	4	2	1	4	2	56
2008	12	5	7	6	3	5	6	6	5	3	3	3	64
2007	5	6	7	3	7	6	4	6	5	6	5	2	62
2006	6	7	6	3	6	5	6	5	4	9	4	4	65
2005	3	8	6	6	6	3	5	3	7	5	8	9	69
2004	2	9	8	5	2	9	1	3	4	7	5	1	56
2003	4	8	5	7	5	3	4	5	3	3	4	3	54
2002	20	2	4	6	5	5	4	6	4	8	8	1	73
2001	2	9	5	5	8	3	8	8	4	5	4	5	66
2000	6	4	2	3	3	6	8			7	8	7	54
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>105</b>	<b>72</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>64</b>	<b>53</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>51</b>	<b>836</b>

Fuente: MINEM

**ACCIDENTES MORTALES POR TIPO**



Figura N°3. Accidentes mortales en minería por tipo

**2.7 Indicadores sobre accidentes laborales**

Toda empresa está obligada a rellenar y presentar un parte oficial de la ocurrencia de accidentes, en el formato del anexo 7-A del D.S. 055. Las normas establecen la necesidad de investigar los accidentes que se producen en la empresa, con la finalidad de analizar y determinar las causas y proponer y adoptar las medidas correctivas y así evitar su ocurrencia por las mismas causas. Según los registros de los accidentes, se calculan los índices de accidentes, que por lo general son útiles para hacer comparaciones. Los índices más usados son:

**2.7.1 Índice de incidencia (I.I.)**

Es el número de accidentes que se producen por cada mil trabajadores en la empresa. Es decir, es el tanto por mil de trabajadores que se accidentan en un periodo determinado. Se determina mediante la siguiente relación:

$$I.I = \frac{N^{\circ} \text{ DE ACCIDENTES } \times 10^3}{N^{\circ} \text{ DE TRABAJADORES}} \quad (1.0)$$

**2.7.2 Índice de frecuencia (I.F.)**

El I.F. es el número de accidentes con baja, acaecidos durante la jornada de trabajo por cada millón de horas trabajadas por los trabajadores expuestos a riesgo. Se calcula mediante la siguiente relación:

$$I.F = \frac{N^{\circ} \text{ ACCIDENTES}}{N^{\circ} \text{ DE HORAS TRABAJADAS}} \times 10^6 \quad (2.0)$$

Para este cálculo, se tiene en cuenta las horas reales de trabajo, descontando todas las ausencias en el trabajo por permiso, vacaciones, licencias por enfermedad, descanso por accidentes, etc. Como el personal de oficina no está expuesto a los mismos riesgos que el personal de operaciones, es conveniente calcular este índice por separado para cada unidad de trabajo. En empresas grandes, es conveniente calcular este índice para las distintas secciones que conforman la empresa (D.S. 055, 2010).

**2.7.3 Índice de gravedad (I.G.)**

Llamado también índice de severidad, relaciona la gravedad de las lesiones con el tiempo de trabajo perdido. Representa el número de jornadas perdidas por cada millón de horas trabajadas. Este índice se hace indispensable, dado que el índice de frecuencia indica únicamente el número de accidentes y no la importancia de las lesiones. Por lo tanto, el I.G. es la relación existente entre el total de días perdidos debido a los accidentes y el total de horas-hombre expuesto a situaciones de riesgo.

$$I.G = \frac{N^{\circ} \text{ DE DIAS PERDIDOS}}{N^{\circ} \text{ TOTAL HORAS TRABAJADAS}} \times 10^6 \quad (3.0)$$

Las jornadas perdidas son las correspondientes a incapacidades temporales, más lo establecido en la Tabla N° 2, correspondientes a los diferentes tipos de incapacidades permanentes, análogamente a lo que establece el D.S. 055.

**2.7.4 Índice de duración media (D.M.)**

Se utiliza para cuantificar el tiempo medio de duración de las bajas por accidentes.

$$D.M = \frac{N^{\circ} \text{ DIAS PERDIDOS}}{N^{\circ} \text{ DE ACCIDENTES}} \quad (4.0)$$

**2.7.5 Índice de accidentabilidad (I.A.)**

Este índice establece una relación entre el índice de frecuencias (I.F.) y el índice de gravedad (I.G.), como una medida comparativa más adecuada para poder clasificar a las empresas mineras.

$$I.A = \frac{I.F \times I.G}{1000} \quad (5.0)$$

**2.8 Relación entre distintos niveles de accidentes**

De las estadísticas del MINEM sobre los incidentes y accidentes ocurridos durante los años 2011, 2012 hasta setiembre de 2013, se deducen las siguientes relaciones que se presentan en la Tabla N° 3, para estimar el número de incidentes (In), accidentes leves (AL), accidentes incapacitantes (AI) y accidentes mortales (AM), en función del número de trabajadores (Nt), que pueden ocurrir por cada año de operación. Asimismo, el 33% de los accidentes mortales es producido por desprendimiento de rocas.

Asimismo, las relaciones existentes entre el accidente mortal (AM) con incidentes y accidentes leves e incapacitantes se muestran en la Tabla N° 4.

**III. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

**3.1 Implicancias económicas de los accidentes**

**3.1.1 Multas y sanciones**

La escala de multas presentada en la Tabla N° 5 se ha tomado de la publicación de OSINERMIN bajo el título "Panorama de la Minería en el Perú", elaborado por Alfredo Dammert Lira y Fiorella Molinelli Aristondo (Set. 2007). Esta tabla incluye: las obligaciones formales del titular minero, seguridad e higiene minera, medio ambiente y de la fiscalización por terceros. Asimismo, es

de destacar que la escala de multas y penalidades está establecida en función del tamaño de minería: mediano y gran productor minero y pequeño productor minero. Estas multas se cuantifican en UIT (actualmente S/. 3,700).

En cuanto a seguridad e higiene minera, que involucra los accidentes ocurridos en las operaciones mineras, la multa es de 30 UIT para el mediano y gran productor minero y 6 para el pequeño productor minero. La máxima es 100 UIT.

**Tabla N° 2.** Jornadas de trabajo perdidas en función del tipo de lesión.

TIPO DE LESIÓN	PORCENTAJE DE INCAPACIDAD (%)	JORNADAS DE TRABAJO PERDIDAS
Muerte	100	6000
Incapacidad permanente absoluta (I.P.A.)	100	6000
Incapacidad permanente total (I.P.T.)	75	4500
Pérdida de brazo por encima del codo	75	4500
Pérdida de brazo por el codo o debajo	60	3600
Pérdida de la mano	50	3000
Pérdida o invalidez permanente del pulgar	10	600
Pérdida o invalidez de un dedo cualquiera	5	300
Pérdida o invalidez de dos dedos	12.5	750
Pérdida o invalidez de tres dedos	20	1200
Pérdida o invalidez de cuatro dedos	30	1800
Pérdida o invalidez del pulgar y de un dedo	20	1200
Pérdida o invalidez del pulgar y de dos dedos	25	1500
Pérdida o invalidez del pulgar y de tres dedos	33.5	2000
Pérdida o invalidez del pulgar y de cuatro dedos	40	2400
Pérdida de la pierna por encima de la rodilla	75	4500
Pérdida de la pierna por la rodilla o debajo	50	3000
Pérdida del pie	40	2400
Pérdida o invalidez permanente del dedo gordo o de dos o más del pie	5	300
Pérdida de la vista (un ojo)	30	1800
Ceguera total	100	6000
Pérdida del oído (uno solo)	10	600
Sordera total	50	3000

**Tabla N° 3.** Ecuaciones para estimar el probable número de incidentes y accidentes por año.

INCIDENTE / ACCIDENTE ANUAL	ECUACIÓN
Incidente (In)	$In = 7,62 \times 10^{-1} Nt$
Accidente leve (AL)	$AL = 3,74 \times 10^{-2} Nt$
Accidente incapacitante (AI)	$AI = 7,57 \times 10^{-3} Nt$
Accidente mortal (AM)	$AM = 2,70 \times 10^{-4} Nt$

**Tabla N° 4.** Relación de los incidentes y/o accidentes con el accidente mortal

INCIDENTE / ACCIDENTE ANUAL	ECUACIÓN
Incidente (In)	$In = 2822,2 AM$
Accidente leve (AL)	$AL = 138,52 AM$
Accidente incapacitante (AI)	$AI = 28,037 AM$

Tabla N° 5. Escala de multas y sanciones establecida por OSINERGMIN

INFRACCIONES		MULTAS (UIT)		OBSERVACIONES
		Mediano y gran productor minero	Pequeño productor minero	
1. Obligaciones formales	Incumplimiento de las obligaciones formales (c/i)	6	2	
	No facilitar acceso a instalaciones	10	5	
2. Seguridad e higiene minera	Incumplimiento de la norma SHM (c/i)	10	2	Máximo 100 UIT
	Incumplimiento de las recomendaciones SHM (c/i)	2	0,5	
	Incumplimiento de norma o recomendación causa accidente mortal (c/i)	30	6	Máximo 100 UIT
	Incumplimiento de norma o recomendación causa catástrofe (c/i)	300	60	Máximo 1000 UIT
3. Medio ambiente	Incumplimiento de norma MA (c/i)	10	2	Máximo 600 UIT
	Incumplimiento de las recomendaciones MA (c/i)	2	0,5	
	Incumplimiento de norma o de recomendación. Causa daño MA (i. grave) (c/i)	50	10	Máximo 600 UIT + paralización temporal
	Incumplimiento de PAMA	50	50	
	Incumplimiento de norma o de recomendación. Causa catástrofe	Hasta 600	Hasta 120	Paralización
	Descarga de relaves y desechos, emisión de gases o polvo al medio ambiente en general, sin contar con la autorización correspondiente	1ra. vez: 50, 2da. vez: 600, 3ra. vez: paralización de actividades	1da vez: 5, 2da. vez: 60, 3ra. vez: paralización de actividades	
4. De la fiscalización por terceros	Cuando las diligencias de fiscalización no hayan sido realizadas de acuerdo a la norma vigente o según disposiciones de la autoridad minera o si el contenido del informe de fiscalización proporciona solo información parcial o incompleta.	2	2	
	Entrega extemporánea de los informes de fiscalización (c/i)	1	1	
	No cumple con conservar los documentos que sirvieron de sustento a las conclusiones de la fiscalización	2	2	
	No cumple con guardar la respectiva confidencialidad de los aspectos de la fiscalización	5	5	

### 3.1.2 Costo de los accidentes

En realidad, calcular el costo de un accidente es muy complejo, por estar en juego muchas variables, como tamaño de la compañía minera, circunstancia en que ocurrió el accidente, gravedad del accidente, carga familiar del accidentado, paralizaciones o distracción de otros trabajadores, entre otros. Para calcular los costos de los accidentes se ha tomado como referencia la tesis de maestría titulada Costos por accidentes de trabajo en la minería peruana (1994 – 1998) (Acero, 2004), cuyos costos se han actualizado a diciembre de 2012, teniendo en cuenta la inflación durante el periodo 1998 - 2012 en EE.UU.

Para calcular la tasa de la inflación porcentual en EE.UU. durante el periodo junio 1998 y diciembre 2012, se ha utilizado la siguiente fórmula (INEGI, URL en línea):

$$i_{(to,t1)} = \left[ \frac{I_{t1}}{I_{to}} - 1 \right] \times 100 \quad (6.0)$$

Donde:

- $i_{(to,t1)}$  = Tasa de inflación porcentual en el periodo (to, t1)
- to = Fecha inicial (Junio, 1998)
- t1 = Fecha final (Diciembre, 2012)
- $I_{to}$  = Valor del índice de precios en la fecha inicial (USA 1998, 1,612 %)
- $I_{t1}$  = Valor del índice de precios en la fecha final (USA 2012, 1,764 %)

Reemplazando:  $i_{(1998, 2012)} = 9,429 \%$ .

Para calcular el factor de actualización (f) de los costos, se usó la relación:

$$f = (1 + i_{(1998,2012)}) \quad (7.0)$$

Donde: n = número de años = 14 años (1998 – 2012).

Luego, reemplazando valores se tiene:  $f = 3,5306$ .

#### 3.1.2.1 Costo de un accidente mortal

Según información de OSINERGMIN, el costo estimado de los accidentes está en el rango de \$170,000 a \$220,000 /accidente mortal (476,000 a 616,000 s/accidente). Tomando como referencia la tesis del Ing. Acero y actualizado con factor de actualización ( $f = 3,5306$ ) y la multa establecida por OSINERGMIN en la Tabla N° 5, se obtiene la Tabla N° 6 que ilustra el cálculo de costo de un accidente mortal. Con estas consideraciones, se llega a determinar que el costo de un accidente mortal a diciembre de 2012 sería US\$ 196,102.94 (dentro del rango estimado por OSINERGMIN).

Tabla N° 6. Cálculo del costo de un accidente mortal en minería.

PARÁMETRO	NÚMERO PERSONAS	DÍAS A CARGO	COSTO UNITARIO (\$/ día-H)	GASTO ADMINISTRATIVO (USD)	
				1998	DIC. 2012 (Factor de actualización = 3,5306)
Acciones de la gerencia	4	4	187,97	3007,52	10618,35
Participación de testigos	6	3	20,30	365,41	1290,13
Participación del capataz	1	3	24,44	73,31	258,82
Jefe de guardia	1	3	75,19	225,56	796,38
Jefe de seguridad y personal	3	4	75,19	902,26	3185,50
Juez y policía	2	3	300,75	1804,51	6371,01
Informe del médico de la empresa	2	1	43,98	87,97	310,59
Autopsia del médico legista	2	2	300,75	1203,01	4247,34
Trámites legales en Lima	2	2	43,98	175,94	621,17
Investigación del accidente por la empresa	5	3	varios	895,49	3161,61
Sesión extraordinaria del comité de seguridad	6	4	varios	226,32	799,03
Investigación del accidente por la empresa auditora	2	3	300,75	1804,51	6371,01
Levantamiento de cargos ante el MINEM	2	2	43,98	175,94	621,17
Trámites legales en la mina	2	3	43,98	263,91	931,76
Asistencia social: Atención a la familia	2	6	37,59	451,13	1592,75
Gastos de velorio, sepelio y otros	asumido			4511,28	15927,52
Reunión de dirigentes y trabajadores	24	1	22,18	532,33	1879,45
Atención de la gerencia al sindicato	8	1	varios	7812,66	27583,38
Paralización de labores en el lugar del accidente	6	3	22,18	399,25	1409,59
Pago de indemnización por accidente fatal			asumido	15037,59	53091,73
Cumplimiento de convenios de ayuda a la familia de la víctima	Informes		asumido	4511,28	15927,52
SUBTOTAL				44467,17	156995,79
MULTA OSINERGMIN (30 UIT, 3650 s/UIT 2012 )					39107,14
COSTO TOTAL DE UN ACCIDENTE MORTAL (USD)					196102,94

Tabla N° 7. Cálculo del costo de un accidente incapacitante en minería.

PARÁMETRO	NÚMERO PERSONAS	DÍAS A CARGO	COSTO UNITARIO (\$/día-H)	GASTO ADMINISTRATIVO (USD)	
				1998	DIC. 2012 (Factor de actualización = 3,5306)
Primeros auxilios por los compañeros de trabajo	2	0.25	21,80	10,90	38,49
Traslado del accidentado al hospital o posta médica	2	0.5	21,80	21,80	76,98
Atención médica, presión, R-X, suturas, enyesado u otros	3	1	43,98	131,95	465,88
Internamiento, medicamentos, etc.	Hospitalizac.	1	263,16	700,00	2471,42
Descanso médico, tratamiento ambulatorio	1	1	21,80	21,80	76,98
Atención de la asistenta social	1	1	37,59	37,59	132,73
Alta médica	2	4	43,98	351,88	1242,35
<b>PARTICIPACIÓN</b>					
Jefe del programa de seguridad e higiene minera	1	1	100,38	100,38	354,39
Asistencia del programa	2	2	56,39	225,56	796,38
Secretario	1	1	16,92	16,92	59,73
Inspectores de seguridad	2	2	24,44	97,74	345,10
Informe del jefe del programa - archivo	1	0.25	100,38	25,09	88,60
Presentación de estadísticas	1	1	16,92	16,92	59,73
<b>OFICINA DE PERSONAL</b>					
Control de asistencia, seguro, subsidios, planilla especial de trabajo o descanso total	4	2	24,44	195,49	690,19
Pérdida de producción	2	1	43,61	87,22	307,93
COSTO TOTAL DE UN ACCIDENTE INCAPACITANTE (USD)				241,26	206,87

### 3.1.2.2 Costo de un accidente incapacitante

Consultado OSINERGMIN sobre el costo de este tipo de accidentes, manifiestan que no tienen estimado, por cuanto la investigación de estos accidentes lo realiza la propia empresa. Sin embargo, siguiendo el método del Ing. Acero y las mismas consideraciones que para el caso anterior, se llega establecer que el costo de un accidente incapacitante a diciembre de 2012 ascendería a USD 7,206.87, tal como muestra la Tabla N° 7.

### 3.1.2.3 Costo total por accidentes en minería

Para calcular el costo total por accidente en minería, se tiene que tener en cuenta la proporción de los accidentes incapacitantes respecto a los mortales, tal como ilustra la Tabla N° 4, donde se destaca que por cada accidente mortal ocurren 28 accidentes incapacitantes. Los costos unitarios de los accidentes mortales e incapacitantes son presentados en las Tablas N° 6 y N° 7.

La Tabla N° 8 presenta el costo de los accidentes, considerando que por cada accidente mortal ocurren 28 incapacitantes, pero sin tener en cuenta los costos de los accidentes leves ni de los incidentes. Por consiguiente, el costo de un accidente mortal y 28 incapacitantes sería USD 397,895.31.

Tabla N° 8. Costo por cada accidente mortal

Accidente	Número de accidentados	Costo unitario (USD/cu)	Costo total (USD)
Mortal	1	196102,94	196102,94
Incapacitante	28	7206,87	201792,37
<b>TOTAL (Sin tener en cuenta los accidentes leves e incidentes)</b>			<b>397895,31</b>

Estimando los costos de los accidentes por desprendimiento de rocas en los últimos 14 años (2000 – 2013), que se ilustra en la Tabla N° 9, se podría concluir que accidentes de este tipo le habría costado a la minería USD 97'086,453.2.

Tabla N° 9. Costo de los accidentes por desprendimiento de rocas de 2000 al 2013

Accidente	Número de accidentados	Costo unitario	Costo total (USD)
Mortal	244	196102,94	47849117,36
Incapacitante	6832	7206,87	49237335,84
<b>TOTAL (Sin tener en cuenta los accidentes leves e incidentes)</b>			<b>97086453,20</b>

### 3.1.2.4 Longitud de excavación equivalente que podría sostenerse con lo que cuesta un accidente mortal

Este análisis se ha realizado según el resultado que ilustra la tabla N° 8, bajo la premisa de que por cada accidente mortal se producen 28 incapacitantes, que en suma representarían USD 397,895.31 por año, sin considerar los accidentes leves ni incidentes. Para convertir este monto en área o longitud sostenida, se ha tomado como referencia los costos de sostenimiento obtenidos como resultado del estudio de 4 tipos de pernos, realizado en la Unidad Minera Reliquias de la Cía. Minera Castrovirreyña y publicada en la Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, Vol. 14 N° 28, pp. 25 – 40 (Giraldo, 2011). La tabla N°10 presenta en síntesis el área y longitud de una excavación de 6 m de ancho que podría sostenerse con lo que cuesta un accidente mortal y 28 incapacitantes.

**Tabla N° 10.** Área y longitud de excavación que podría sostenerse con lo que cuesta un accidente mortal (costos al 2012).

Tipo de perno	Costo por m <sup>2</sup> sostenido (\$/m <sup>2</sup> )	Área equivalente que podría sostenerse con el costo total de accidentes (m <sup>2</sup> )	Longitud de excavación equivalente de 6 m de ancho (m)
Split set	17.52	22710.92	3785.15
Helicoidal con cemento	20.77	19157.21	3192.87
Helicoidal con resina	50.67	7852.68	1308.78
Hydrabolt	10.95	36337.47	6056.25
Swelllex	38.27	10397.06	1732.84

## 3.2 Repercusiones sociales y económicas de los accidentes de trabajo

### 3.2.1 Repercusiones sociales

#### 3.2.1.1 Repercusiones para el individuo

- Dolor físico inmediato y sus secuelas.
- Dolor moral por la posible pérdida de miembros o disminución de su capacidad física.
- Disminución de su esperanza y calidad de vida.
- Daños morales originados por la disminución de sus expectativas de desarrollo personal y profesional.
- Restricción de su ingreso económico y presupuesto personal.

#### 3.2.1.2 Repercusiones para la familia de la víctima

- Solidaridad en el dolor y sufrimientos de la víctima.
- En caso de fallecimiento, vacío en la integridad familiar.
- Disminución del ingreso y presupuesto familiar.
- La disminución de las expectativas de desarrollo de los miembros del núcleo familiar que dependen del trabajador.

### 3.2.1.3 Repercusiones para la sociedad en general

- Pérdidas en el capital humano, componente fundamental del capital de utilidad pública.
- Disminución de la capacidad laboral.
- Nacimiento de núcleos marginados de individuos y familias disminuidas.
- Pérdidas económicas por transferencias de ayudas a las víctimas y familiares.
- Conductas antisociales.

### 3.2.2 Repercusiones económicas

Los accidentes también producen pérdidas para la empresa como, por ejemplo, pagos de horas extraordinarias para reemplazar al trabajador lesionado, disminución de la productividad -ya que ningún trabajador podrá hacer el trabajo de la misma forma que el trabajador titular de esa actividad-, falta de ánimo y baja moral de los demás trabajadores, pérdida de tiempo de todos los trabajadores por atender al lesionado o comentar el accidente entre ellos, etc.

Los principales costos económicos para las empresas en relación con los accidentes de trabajo se pueden separar en los siguientes dos grandes grupos: costos directos y costos indirectos.

#### 3.2.2.1 Costos directos

- La inversión en materia de la prevención de los riesgos de trabajo, tales como medidas y dispositivos de seguridad, instalaciones, equipo de protección específico, señalizaciones, cursos de capacitación y otras erogaciones.
- Las cuotas o aportaciones que por concepto de seguro de riesgos de trabajo está obligado a pagar el empleador al seguro social o a otras organizaciones similares o equivalentes.
- Las primas que se aumentan o costos de los seguros adicionales para la empresa y los trabajadores.

#### 3.2.2.2 Costos indirectos

- El tiempo perdido de la jornada laboral.
- Los daños causados a las instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas.
- El lucro cesante por la paralización de la maquinaria.
- Las pérdidas en materia prima, subproductos o productos.
- El deterioro del ritmo de producción.
- La disminución de la calidad.
- El incumplimiento de compromisos de producción y la penalización de fianzas establecidas en los contratos.
- La pérdida de clientes y mercados.
- Los gastos por atención de demandas laborales.
- El deterioro de la imagen corporativa.

#### IV. CONCLUSIONES

1. Haciendo un análisis de los accidentes mortales ocurridos en la minería peruana de 1970 a 2013 (44 años), se observa una gran reducción, de 103 accidentes en 1970 a 46 en el año 2013.
2. Entre 1970 y 1990 (21 años), el número de accidentes mortales se mantuvo casi uniforme con un valor promedio de 102 por año. Entre los años 1991 y 2000 (10 años), se produjo un descenso moderado, siendo el promedio anual de 84 accidentes mortales por año. Del 2001 al 2013 (13 años), se produjo un fuerte descenso con un promedio anual de 60 accidentes mortales.
3. Entre 1970 y 2013, los años en que se produjeron el mayor número de accidentes mortales han sido 1985 (136), 1984 (122), 1979 (120), 1997 (120). Los años con menos accidentes: 2013 (46), 2011 (50) y 2003 (54).
4. Según estadísticas de los últimos 14 años (2000 – 2013) reportadas por el MINEM, el 33% de los accidentes mortales fue ocasionado por desprendimiento de rocas, es decir, el mayor porcentaje que otros tipos.
5. A base de un análisis de los accidentes ocurridos en los últimos 36 meses (2011 – 2013), reportados por el MINEM, se deduce que, por cada accidente mortal, ocurren 28.04 accidentes incapacitantes, 138.52 accidentes leves y 2,822.2 incidentes.
6. Actualizando el costo de los accidentes al año 2012, a lo calculado por el Ing. Tomás Acero (1998), se determina que el costo de un accidente mortal ascendería a USD 196,102.94 y de un accidente incapacitante, USD 7,206.87.
7. Por cada accidente mortal que se produce por año y 28 incapacitantes (conclusión 1), el costo ascendería a 397,895.94 \$/año; sin considerar los costos de los accidentes leves ni incidentes.
8. Haciendo la conversión del costo de un accidente al sostenimiento de una labor de 6 m de ancho, se concluye que podría sostenerse: 1733 m con Swellex, y 6056 m con Hydrabolt, considerando únicamente estos dos tipos pernos inflables, que arrojaron mejores resultados en el estudio de investigación llevada a cabo en la mina Castrovirreyna en 2011.
9. El costo anual de los accidentes solo por desprendimiento de rocas significa para la minería subterránea peruana alrededor de 11'936,859 \$/año.
10. Un accidente tiene repercusiones de dolor y sufrimiento para la familia de la víctima, con la reducción de esperanza de desarrollo de los deudos en caso de accidentes mortales.
11. Para la empresa, un accidente significa pérdida de capital humano, retraso en el cumplimiento de labores productivas e incumplimiento de metas y compromisos contraídos, traducándose en pérdidas económicas.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección General de Minería, del Ministerio de Energía y Minas; al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN); a la dirección de Regulación y Supervisión del Sistema de Inspección, del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo; al Instituto de Seguridad Minera (ISEM) por las facilidades brindadas para el levantamiento de información. Asimismo, agradecen a los alumnos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su valiosa colaboración en el levantamiento de información en las diversas instituciones. Hacen lo propio también a todos sus amigos y colegas que, de una u otra forma, colaboraron para la mejor presentación del presente informe.

#### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acero Rosales, Tomás Manuel (2004). *Costos por accidentes de trabajo en la minería peruana (1994 – 1998)*. (Tesis de Maestría, Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos), Lima – Perú.
2. Alonso, Fco. (2007). *Caracterización de los Macizos Rocosos*. Oviedo, España: Facultad de Geología (Petrología y Geoquímica), Universidad de Oviedo.
3. Dammert A y Molinelli, F. (2007). *Panorama de la Minería en el Perú*. Osinergmin, Lima - Perú.
4. Decreto Supremo N° 055 – 2010 – EM. *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería*. Lima, 2010.
5. Dirección General de Minería - MINEM. *Estadística de accidentes mortales en el sector minero*. [En línea] URL<www.minem.gob.pe> Consulta, Mayo, Set. y Dic. 2013 / Enero 2014.
6. Giraldo M. (2011). Rendimiento de los pernos de roca de mayor aplicación en el Perú. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, Vol. 14 N° 28, julio – diciembre 2011. pp. 25-40.
7. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Calculadora de Inflación*. [En línea] URL<www.inegi.org.mx> Consulta, 20 de oct. 2013.
8. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). *Causas de accidentes*. [En línea] URL<www.insht.es> Consulta, 20 de oct. 2013.
9. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN. *Expedientes de accidentes mortales por desprendimiento de rocas de 2005 a junio 2011*. Lima – Perú.
10. Organización Internacional del Trabajo – OIT (2011). *XIX Congreso Mundial sobre Seguridad y Salud en el Trabajo*. Estambul – Turquía, 11 – 15 Set. De 2011. [En línea] URL<www.ilo.org> Consulta, 20 julio de 2013.