

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

**MAESTRÍA EN
GESTIÓN MINERA Y AMBIENTAL**



***Propuesta de mejora para la reducción de accidentes mediante
la evaluación de las causas básicas usando redes bayesianas
en la empresa MDH-PD SAC***

***Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:***

*Maestro en
Gestión Minera y Ambiental*

Autores:
Bach. Torres Candía, Miguel Ángel

Docente Guía:
Mg. Niquen Espejo, Christopher

TACNA – PERÚ

2023

Miguel Torres_AOG Ordinario

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor(es)”

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	14
1.1. Título del Tema	14
1.2. Planteamiento del Problema.....	14
Fundamentación	20
1.3 Objetivos.....	22
1.3.1 Objetivo General.....	22
1.3.2 Objetivos Específicos e Indicadores de Logro	23
1.5 Justificación	29
CAPITULO II MARCO TEORICO	54
CAPITULO III MARCO REFERENCIAL	59
3.1.1 Área de estudio	59
4.1.2. FODA de la Empresa	72
4.1.3 Matriz MEFI de MDH	73
4.1.4 Matriz MEFE de MDH.....	74
4.1.5 Interpretación de Matrices MEFI Y MEFE	75
4.1.6 Eventos de Importancia en la Empresa (Accidentes)	75
4.1.7 Indicadores de Seguridad.....	81
4.1.7.1 Indicadores Históricos	81
4.1.8 Costo de un Accidente en Seguridad	82
4.2 Diseño de Mejora.....	86
4.2.1 Comparación entre la metodología TASC y la de Redes Bayesianas.....	88
4.2.2 Reporte de las Evaluaciones con Parámetros para su Respectivo Diagnóstico.....	90
4.2.3 Índice de Accidentabilidad de los últimos 5 años.....	97
4.2.4 Indicadores Reactivos	100
4.2.5 Indicadores proactivos anualizado	100
4.2.6 Pirámide de riesgo 2022	101
4.2.7 Indicadores Generales	102
4.3.1 Cumplimiento del Programa de Seguridad 2022.....	103
4.3.2 Campañas del Mes	104
4.3.3 Índice de Desempeño de Supervisión en Seguridad (IDSS)	106
4.3.4 Liderazgo Visible.....	107
4.3.5 Mejoras a la Gestión de Seguridad	108

4.3.5.1 Sistema de Supresión Ansul	108
4.3.5.2 Sistema de Guardas	109
4.3.5.3 Código de Colores.....	110
4.3.5.4 Base de Contenedores.....	111
4.3.5.5 Uso de Cabeza de Perforín	112
4.3.5.6 Final de Carrera en Cable de Winche de Izaje	112
4.3.5.7 Sistema de Giro	114
4.3.5.8 Piscinas de Agua.....	115
4.3.5.9 Logros al Sistema de Gestión	116
4.3.5.10 Estandarización en Plataformas.....	117
4.3.6 Planes estratégicos para la Gestión de Seguridad 2023	118
4.3.6.1 Fortalecer la Gestión de Seguridad Acreditando la Estrategia “Visión Cero”	118
4.3.6.2 Implementar Pruebas para Evaluar las Competencias e Incorporar a los Profesionales más Idóneos.	119
4.3.6.3 Implementar Plataformas Virtuales con Enfoque Andragógico y Asincrónico para Inducción de Seguridad y Riesgos Críticos.	119
4.3.6.4 Implementación de Software y APP para Gestión de Reportes de ICAS, Inspecciones, OPT.	119
4.3.6.5 Entrenadores Lúdicos y Entrenando al Entrenador.	120
5.4.1 Tabla SCAT	126
ANEXO FOTOGRÁFICO	127

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Causa de accidente mortal en trabajadores mineros en Perú 2000 - 2014.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Objetivos específicos de la investigación y sus indicadores de logro.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3. Clasificación de accidentes.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4. Proyectos activos de la empresa de tipo subterráneo.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 5. Proyectos activos de la empresa de tipo superficial.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 6. Matriz MEFI de MDH.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 7. Matriz MEFE de MDH.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 8. Índice de accidentabilidad histórico 2012-2022..</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 9. Costo de accidente por mutilación parcial o total de la mano.</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 10. Tipos de accidentes con mayor frecuencia en perforación diamantina.</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 11. Redes bayesianas vs TASC.</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 12. Resultados de las causas básicas.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 13. Resultados de las causas inmediatas.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 14. Índice de accidentabilidad de los últimos 5 años..</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 15. Indicadores generales..</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 16. Indicadores de cumplimiento del programa de seguridad anual 2022 de MDH.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 17. Lista de campañas del mes año 2022 para proyectos.</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 18. IDSS de unidades en MDH.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 19. Auditorías externas.....</i>	<i>116</i>

INDICE DE FIGURA

Figura 1.Cantidad de accidentes mortales 2000 -2019. Fuente: MINEM.....	15
Figura 2.Pirámide de Bird 2017. Fuente: MINEM.	15
Figura 3.Índice de accidentabilidad promedio anual por año. Fuente: Propia.	17
Figura 4.Número de accidentes en la empresa contratista MDH desde el año 2010 hasta 2018. Fuente: Propia.	18
Figura 5.Mapa conceptual del problema. Fuente propia.....	19
Figura 6.Tipos de accidente en minería. Fuente: MINEM.	21
Figura 7.Forma de red bayesiana. Fuente Propia.	26
Figura 8.Diagrama de flujo de procesos para el trabajo de investigación. Fuente: Propia.....	28
Figura 9.Cronograma de actividades. Fuente: Propia.....	53
Figura 10.Imagen de certificación Trinorma.	61
Figura 11.Organigrama MDH. Fuente: MDH.	62
Figura 12.Diagrama de procesos de MDH. Fuente: Elaboración Propia.	67
Figura 13.Matriz FODA de MDH. Fuente: Elaboración propia.	72
Figura 14.Cuadro de accidentes por área de trabajo. Fuente: Elaboración propia. ..	76
Figura 15.Cuadro de cantidad de accidentes por supervisor. Fuente: Elaboración propia.....	77
Figura 16.Cuadro de cantidad de accidentes por persona involucrada. Fuente: Elaboración propia.	78
Figura 17.Cuadro de Cantidad de accidentes por tipo de severidad. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 18.Índice de accidentabilidad histórico de 2012-2022. Fuente: Elaboración propia.	81
Figura 19.Causas inmediatas. Fuente: Elaboración propia	87
Figura 20.Pareto de causas básicas. Fuente: Elaboración propia.	87
Figura 21.Red bayesiana obtenida por software Elvira. Fuente: Elaboración propia.	89
Figura 22.Corrída inicial en software ELVIRA con datos iniciales. Fuente: Elaboración propia.	93
Figura 23.Red bayesiana con simulación de contusión en software ELVIRA. Fuente: Elaboración propia.	94
Figura 24.Red bayesiana con simulación de fractura en software ELVIRA. Fuente: Elaboración propia.	95
Figura 25.Red bayesiana con simulación de contusión y fractura en software ELVIRA. Fuente: Elaboración propia.....	96
Figura 26.Índice de accidentabilidad de los últimos 5 años. Fuente: Elaboración propia.....	97
Figura 27.Índice de frecuencia. Fuente: Elaboración propia.....	98
Figura 28.Índice de severidad. Fuente: Elaboración propia.....	98
Figura 29.Índice de accidentabilidad. Fuente: Elaboración propia.	99
Figura 30.Indicadores reactivos. Fuente: Elaboración propia.	100
Figura 31.Indicadores proactivos anualizado. Fuente: Elaboración propia.	100
Figura 32.Pirámide de riesgo 2022. Fuente: Elaboración propia.	101
Figura 33.Supervisión de campaña (En mi casa me esperan) de manejo con seguridad. Fuente: Registro fotográfico de MDH.....	104
Figura 34.Uso correcto del rod lifter. Fuente: Registro fotográfico de MDH.....	104
Figura 35.Uso de correcto de rampa hidráulica. Fuente: Registro fotográfico de MDH.	

.....	105
<i>Figura 36. Clasificación de residuos con un liderazgo visible. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	105
<i>Figura 37. Control de consumo de alcohol con el programa (Ni una gota más). Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	105
<i>Figura 38. Premiación de seguridad por parte del gerente SSOMA. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	105
<i>Figura 39. Cuidado de dedos y manos. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	105
<i>Figura 40. Pausas activas. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	105
<i>Figura 41. ISSD de unidades en MDH en gráfica. Fuente: Elaboración propia.</i>	106
<i>Figura 42. Liderando a los equipos en subterránea. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	107
<i>Figura 43. Sistema de supresión. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	108
<i>Figura 44. Sistema de supresión. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	108
<i>Figura 45. Sistema de supresión. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	108
<i>Figura 46. Sistema de supresión. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	108
<i>Figura 47. Guarda en la manguera de extintor PQS. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	109
<i>Figura 48. Guarda en botón de encendido. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	109
<i>Figura 49. Gráfico de código de colores. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	110
<i>Figura 50. Código de colores al costado de mangueras del botón de encendido. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	110
<i>Figura 51. Tachos de clasificación de residuos antes. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	111
<i>Figura 52. Tachos de clasificación de residuos después. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	111
<i>Figura 53. Utilización de muñeco en capacitación. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	112
<i>Figura 54. Winche de izaje. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	113
<i>Figura 55. Block elevador. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	113
<i>Figura 56. Sistema e bloqueo en polea. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	113
<i>Figura 57. Sistema de giro en plataforma después. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	114
<i>Figura 58. Sistema de giro en plataforma antes. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	114
.....	114
<i>Figura 59. Contenedor de piscinas de agua.</i>	115
<i>Figura 60. Cuadro de homologaciones exitosas. Fuente: Elaboración propia.</i>	116
<i>Figura 61. Gráfico de 0 accidentes. Fuente: Elaboración propia.</i>	117
<i>Figura 62. Estandarización de plataforma en Cerro lindo. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	118
<i>Figura 63. Estandarización de plataforma en Apumayo. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	118
<i>Figura 64. Estandarización de plataforma Cerro lindo. Fuente: Registro fotográfico de MDH.</i>	118

DEDICATORIA

A mis padres Laura y Miguel por haberme ayudado desde siempre en este largo camino de formación y de vida, por su guía y apoyo incondicional; muchos de mis logros son gracias a ustedes. A mi novia Ana, por su amor, paciencia, esfuerzo y confianza que ha depositado en mi persona, gracias a ustedes, pude lograr concluir una importante etapa en vida; por todo lo anteriormente mencionado la culminación de la presente investigación se la agradezco infinitamente a ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Al Director de Tesis Niquen Espejo, Christopher por la asesoría en la presente investigación que me ayudó a complementar con sus observaciones críticas durante la realización del trabajo.

A la empresa MDH por la oportunidad de realizar una investigación para la generación de una mejora en su sistema de seguridad, especialmente al Gerente de Seguridad, el ingeniero Marko V.L. por el apoyo incondicional brindado.

RESUMEN

La minería es una de las industrias más importantes en el Perú, ya que presenta oportunidades de trabajo, aporta al PBI y ayuda con el desarrollo de las zonas de influencia del lugar en donde está ubicada la empresa. Por el contrario, una de las complicaciones en esta actividad, es la ocurrencia de accidentes e incidentes que pueden llegar a darse desde una lesión leve hasta la muerte. Es así que se le considera un sector con un alto índice de peligro a nivel mundial, más aún cuando se relaciona este índice con trabajadores de empresas contratistas, ya que estos realizan sus actividades en lugares que presentan mayor riesgo de accidentabilidad. Por este motivo, se realiza la investigación conforme al periodo 2010- 2019 de los accidentes ocurridos en la empresa contratista MDH-PD SAC., con el fin de poder hallar las causas básicas e inmediatas críticas y reducir el número de accidentes. Conforme ha ido avanzando la investigación, los casos de tipo “contusión” y “fractura” son las que presentan una mayor frecuencia en los últimos 10 años de estudio. Se procede a hallar las causas tanto básicas como inmediatas, en cada tipo de accidente observado para conseguir una data en el “armado” de las Redes Bayesianas en el software “Elvira” con las respectivas probabilidades según el “Teorema de Bayes”. El programa usa estos datos para realizar simulaciones que indiquen las causas básicas e inmediatas críticas. De esta manera, se obtuvo como resultado elementos no considerados o no concluyentes en la jerarquía de controles pero que tienen relevancia en el tipo de sector donde se procede a realizar la investigación.

ABSTRACT

Mining is one of the most important industries in Peru, since it presents job opportunities, contributes to the PBI and helps with the development of the areas of influence of the place where the company is located. On the contrary, one of the complications in this activity is the occurrence of accidents and incidents that can occur from a slight injury to death. Thus, it is considered a sector with a high danger index worldwide, especially when this index is related to workers of contractor companies, since they carry out their activities in places that present a greater risk of accident rate. For this reason, the investigation is carried out in accordance with the 2010-2019 period of accidents occurring at the contractor company MDH-PD SAC., In order to find the basic and immediate critical causes and reduce the number of accidents. As the investigation has progressed, the cases of type "bruise" and "fracture" are those that have a higher frequency in the last 10 years of study. We proceed to find both basic and immediate causes, in each type of accident observed to get data in the "armed" Bayesian Networks in the "Elvira" software with the respective probabilities according to the "Bayes Theorem". The program uses this data to perform simulations that indicate the basic and immediate critical causes. In this way, it was obtained as a result of elements not considered or inconclusive in the hierarchy of controls, but they are relevant in the type of sector where the investigation is carried out.

INTRODUCCIÓN

La minería es un sector muy importante en los países que poseen ese tipo de industria. A pesar de los problemas ambientales y sociales que puedan existir a su alrededor, es un sector esencial para las nuevas generaciones; ya que, sin la explotación de los minerales necesarios en las nuevas tecnologías, no existe una mejora en la producción de energías renovables y no renovables, sectores de servicios y mercados, sectores de construcción, agricultura, medicina y más que todo, innovación en robótica y componentes tecnológicos que facilitan la vida del ser humano. Los países desarrollados necesitan de estas materias primas, y los países en vías de desarrollo necesitan de este tipo de sector para mejorar la calidad de vida y el riesgo país que determina una alta capacidad de inversión hacia el extranjero.

A nivel nacional, la minería es uno de los sectores que aporta más a la economía; pero a la vez, es uno de los sectores más criticados por el porcentaje de minería informal que existe. El ingreso de divisas que se obtiene gracias a la exportación de “commodities” (Def. bien con valor económico en las bolsas nacionales e internacionales), genera una importancia económica en Perú, pues el desarrollo se aprecia en el PBI nacional que es producido por la minería (en la actualidad, el porcentaje del producto bruto interno es del 10% del sector minero y el 61% de las exportaciones, lo que equivale en S/. 70,894 millones en el periodo de 2018¹). A nivel sociocultural, también se presentan adversidades, ya que la larga vida minera que se tiene a nivel país se contradice con las tecnologías de las compañías extranjeras que en su mayoría extraen el mineral. Ya sea porque no se ha respetado desde un inicio el manejo adecuado de residuos o el fortalecimiento del cuidado del medio ambiente.

¹ Banco Central de Reserva del Perú

Las costumbres y principios que se presentan en las diversas comunidades alrededor de las zonas de explotación, además del nivel de analfabetismo, obstruye las inversiones debido a ideas que se pueden encontrar por personas con objetivos personales o de corrupción. A nivel de responsabilidad social, las empresas han tenido que adecuarse a las situaciones que se han caracterizado por zonas; mientras que, a nivel legislativo, el procedimiento de derechos a las inversiones ha ido variando conforme cambios socioculturales y ambientales.

Al igual que otros sectores importantes en la industria, esta actividad industrial tiene una tasa de peligro que, a diferencia de otras zonas, tiende a ser mayor de la media. Ello puede tener múltiples factores, pues depende en su mayoría de las normativas y la cultura de la seguridad que se tenga a nivel nacional y sectorial del país. Los riesgos que se pueden hallar pueden ser por causas externas o internas al trabajador. A pesar de los cambios normativos a nivel nacional para mejorar la cultura de seguridad y dependiendo del tipo de trabajo especializado que pueda realizarse a nivel de contratistas mineras, el índice de severidad, accidentabilidad o frecuencia de accidentes suele ser alto en estos casos. Es por tanto necesario garantizar por cada medio, cero accidentes en este sector, ya que implica un gasto para ambas partes, la empresa contratista y la empresa titular.

Para terminar, el objetivo de esta investigación radica en la aportación de conocimiento para abordar las causas principales de los accidentes en las contratistas mineras, dejando como antecedente para el futuro una mejor gestión en la cultura de seguridad con un método usado en industrias similares y con riesgo de accidentabilidad parecidos. La seguridad en una industria como la minería, es un objetivo valioso y prioritario para una mejor de las condiciones de trabajo o la disminución del número de horas perdidas. Como se ha mencionado, la cultura de

seguridad comienza en el cambio de pensamiento hacia un cuidado personal y de equipo en el momento del trabajo. De esta manera, existe una probabilidad mayor en superar dificultades que puedan surgir conforme a las innovaciones tecnológicas e industriales que vayan a aparecer.

CAPITULO I ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

1.1. Título del Tema

Propuesta de mejora para la reducción de accidentes mediante la evaluación de las causas básicas usando redes bayesianas en la empresa MDH-PD. S.A.C.

1.2. Planteamiento del Problema

En la actualidad, la tercerización en las empresas, como inmobiliarias y minería, es algo que se ve de manera habitual. El tiempo de capacitación de manera general, para cada tipo de actividad existente en una operación minera como es la voladura, seguridad, construcción, perforación diamantina, exploraciones, entre otros, conlleva un tiempo perdido y sin ganancias factibles a corto tiempo. El beneficio de esta estrategia es que evitan una demora a lo largo del proyecto minero. Pero, por otro lado, son de estas pequeñas empresas, sus trabajadores, quienes están más expuestos a sufrir algún accidente.