

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

“DISMINUCIÓN DE ACCIDENTES CON LA APLICACIÓN DE
GESTIÓN DE RIESGOS CRÍTICOS EN EL PROYECTO EXPLORACIÓN
MINERA HILARIÓN DE LA CIA. NEXA RESOURCES S.A.A. 2019”

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
SEGURIDAD Y SALUD MINERA

ELABORADO POR:
ENMA REYMUNDO SOTO

ASESOR
Dr. Ing. MAX CLIVE ALCANTARA TRUJILLO

LIMA – PERÚ
2021

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a toda mi familia, principalmente a mis padres que ha sido un pilar fundamental en mi formación profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad para lograrlo, a mis hermanos, por estar siempre a mi lado y por brindarme el apoyo incondicional. A mi novio por el tiempo dedicado y paciencia en la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a la Universidad Nacional de Ingeniería por ser la casa de estudios donde he obtenido mis conocimientos técnicos y teóricos, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Mi agradecimiento a los Ingenieros y Colaboradores del Proyecto Exploración Minera Hilarion por haber compartido información y conocimientos.

Agradezco también a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al apoyo moral y compañerismo ha echo que continúe con mucha entusiasmo en esta meta.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE DE CONTENIDOS	IV
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XI
INTRODUCCION	13

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFIA	15
1.1.1 Antecedentes bibliográficos nacionales	16
1.1.2 Antecedentes bibliográficos internacionales.....	18
1.2 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	20
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA	21
1.3.1 Problema General	21
1.3.2 Problema Específico	21
1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION	22
1.5 OBJETIVOS	22
1.5.1 Objetivo General	22
1.5.2 Objetivos Específicos	23
1.6 HIPOTESIS	23
1.6.1 Hipótesis General	23
1.6.2 Hipótesis Específico	23
1.7 VARIABLES E INDICADORES	24
1.7.1 Variable	24
1.7.2 Indicadores	24
1.7.3 Operacionalización de las variables	24
1.8 PERIODO DE ANALISIS	25

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 BASE TEORICAS	26
2.1.1. METODOLOGÍA BOW TIE	26
2.1.2. GESTION DE CONTROLES CRITICOS	46
2.1.3. GESTION CONTROLES CRITICOS PARA EL PROYECTO	47
2.1.4. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES	50
2.1.5. DEFINICIÓN DEL CONTEXTO	58
2.1.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS CRITICOS	58
2.1.7. IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS NO DESEADOS	70
2.1.7.1 Vehículos y equipos móviles	71
2.1.7.2 Herramientas manuales	72
2.1.7.3 Protección de máquinas	73
2.1.7.4 Caída de personas	74
2.1.8. ESTADISTICA DE ACCIDENTES DEL PROYECTO HILARION .	74
2.1.9. IDENTIFICAR LOS CONTROLES	76

2.1.10. SELECCIÓN DE LOS CONTROLES CRITICOS	78
2.1.11. DEFINIR EL RENDIMIENTO O DESEMPEÑO DEL CONTROL CRITICO	83
2.1.12. ASIGNACION DE RESPONSABILIDAD	86
2.1.13. PLAN DE ACCION	87
2.1.14. IMPLEMENTACION, VERIFICACION Y ACCION	88
2.2 MARCO CONCEPTUAL	97
CAPITULO III	
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	
3.1 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	100
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACION.....	100
3.1.2 TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACION.....	101
3.1.3 SEGÚN SU PROLONGACION EN EL TIEMPO.....	102
3.1.4 SEGÚN EL ENFASIS EN LA NATURALEZA DE LOS DATOS MANEJADOS	102
3.1.5 NIVEL DE INVESTIGACION.....	102
3.1.6 POBLACION Y MUESTRA.....	102
3.1.7 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOGER INFORMACION	104
3.1.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	106
3.1.9 TECNICAS DE PROCEDIMIENTO DE DATOS.....	106
3.2 DESARROLLO DEL TRABAJO DE LA TESIS.....	107
3.2.1 PLANIFICACION DEL PROCESO	107
3.2.2 IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS NO DESEADOS.....	108
3.2.3 IDENTIFICACION DE LAS CAUSAS	109
3.2.4 IDENTIFICACION DE CONTROLES PREVENTIVOS, MITIGADORES y CONSECUENCIAS.....	109
3.2.5 SELECCIÓN DE LOS CONTROLES.....	116
3.2.6 SELECCIÓN DE CONTROLES CRITICOS.....	116
3.2.7 DEFINIR EL REDIMIENTO O DESEMPEÑO DE LOS CONTROLES CRITICOS.....	127
3.2.8 ASIGNACION RESPONSABILIDADES.....	130
3.2.9 PLAN DE ACCION.....	130
3.2.10 IMPLEMENTACION, REVISION Y ACCION.....	131
CAPITULO IV	
RESULTADO DE LA INVESTIGACION	
4.1. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION Y CONTRASTACION DE HIPOTESIS	135
4.1.1 COMPOSICION DE VARIABLES E INDICADORES	135
4.1.2 ESTADISTICA DE PRUEBA – COEFICIENTE DE DETERMINACION:	137
4.1.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	141
4.1.4 PRUEBA HIPÓTESIS GENERAL.....	144
4.1.5 ANALISIS Y SINTESIS DE RESULTADOS	146
4.1.6 APORTES DE LA INVESTIGACIÓN	150
CONCLUSIONES.....	151

RECOMENDACIONES.....	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156
ANEXOS.....	158
ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	159
ANEXS N°2: PLAN DE ACCION.....	160
ANEXO N°3: REGISTRO DE VERIFICACION DE CONTROLES DE RIESGOS CRITICOS	161
ANEXO N°4: EVALUACION DE CONTROL CRITICO	162
ANEXO N°5: EVALUACION DE RIESGOS CRITICOS EN BASE A CONTROLES CRITICOS	163
ANEXO N°6: PROGRAMA DE RIESGOS CRITICOS DEL PROYECTO EXPLORACION MINERA HILARION	164
ANEXO N°7: PROCEDIMIENTO DE RIESGOS CRITICOS.....	170
ANEXO N°8 OTROS	175
ANEXO N°9 CV	176

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Operacionalización de variables.....	25
Tabla 2.1 Etapa de planificación y restados	50
Tabla 2.2 Factor de severidad y tipos de riesgos.....	66
Tabla 2.3 Factor de probabilidad	69
Tabla 2.4 Estadística de accidentes del Proyecto de Exploración Minera Hilarión	75
Tabla 2.5 Determinación de control crítico	80
Tabla 3.1 Actividades críticas y Eventos No Deseados (END)	112
Tabla 3.2 Sección de controles de Riesgos Crítico de Vehículos y Equipos Móviles	117
Tabla 3.3 Sección de controles de Riesgos Crítico; Protección de maquina.....	117
Tabla 3.4 Sección de controles de Riesgos Crítico; Herramientas manuales	118
Tabla 3.5 Sección de controles de Riesgos Crítico; Caída de personas	118
Tabla 3.6 Resumen de controles críticos de vehículos y equipos móviles.....	119
Tabla 3.7 Resumen de controles críticos protección maquinas.....	119
Tabla 3.8 Resumen de controles críticos herramientas manuales.....	120
Tabla 3.9 Resumen de controles críticos, caída de personas	120
Tabla 3.10 Desempeño del control crítico “Muro de seguridad en la vía”.....	128
Tabla 3.11 Desempeño del control crítico “sistema de bloqueo de energía”	128
Tabla 3.12 Desempeño del control crítico “mantenimiento preventivo herramienta.....	129
Tabla 3.13 Desempeño del control crítico “implemento de los equipos”.....	129
Tabla 3.14 Designación de responsabilidades.....	130
Tabla 3.15 Total de controles críticos	131
Tabla 3.16 Resumen mensual y anual de verificación de controles de riesgos críticos	133
Tabla 4.1 Composición de Variables e Indicadores	136
Tabla 4.2 Determinación de los Indicadores de las Variables Investigadas	136
Tabla 4.3 Resumen de prueba de hipótesis	138
Tabla 4.4 Interpretación Resultados de R^2	139
Tabla 4.5 Resultados de R^2	139
Tabla 4.6 Estadístico hipótesis específica 1 y 2	141
Tabla 4.7 Estadístico hipótesis general.....	145
Tabla 4.8 Accidente e incidente del año 2018 y 2019.....	146

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Aplicación del método Bo Toe	28
Figura 2.2 Representación de Peligro	33
Figura 2.3 Representación de Peligro y Evento Top.....	34
Figura 2.4 Representación de la metodología Bo Tie	36
Figura 2.5 Representación de la consecuencia	41
Figura 2.6 Modelo de la Gestión de Riesgo Críticos adoptado al ISO 31000	47
Figura 2.7 Proceso de Gestión de Controles Críticos	48
Figura 2.8 Organización para gestión de los riesgos críticos.....	51
Figura 2.9 Árbol de decisión sobre la identificación de controles	77
Figura 2.10 Herramienta de análisis de Bow Tie	77
Figura 2.11 Evaluación de la efectividad del control	78
Figura 2.12 Nivel para la medición de la efectividad	79
Figura 2.13 Árbol de decisión de controles críticos	80
Figura 2.14 Matriz de diagrama de Bow Tie	81
Figura 2.15 Estándar de desempeño	86
Figura 2.16 Plan de verificación y elaboración de informe de controles críticos para un END	87
Figura 2.17 Evaluación de controles críticos	93
Figura 2.18 Evaluación de Riesgos basada en Controles Críticos	96
Figura 3.1 Diagrama de Bow tie de vehículos y equipos móviles.....	112
Figura 3.2 Diagrama de Bow tie de protección de maquina	113
Figura 3.3 Diagrama de Bow tie de Herramientas manuales	114
Figura 3.4 Diagrama Bow Tie de caída de personas	115
Figura 3.5 Matriz de vehículos y equipos móviles	123
Figura 3.6 Matriz de Protección de máquinas	124
Figura 3.7 Matriz de herramientas manuales.....	125
Figura 3.8 Matriz de caída de personas	126
Figura 4.1 Notificación mensual de accidentes 2018 y 2019	147
Figura 4.2 Notificación mensual de incidentes 2018 y 2019.....	147
Figura 4.3 Evolución mensual de índice frecuencia 2018	148
Figura 4.4 Evolución mensual de índice de frecuencia 2019	148
Figura 4.5 Evolución mensual de índice severidad 2018	148
Figura 4.6 Evolución mensual de índice severidad 2019	149
Figura 4.7 Notificación mensual de incidentes 2018 y 2019	149

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion de la Empresa CIA Nexa Resources S.A.A., con la finalidad de prevenir accidentes graves, es decir eventos no deseados, para ello se aplicó la Metodología Bow Tie, como Gestión de Riesgos Críticos. Los riesgos que se analizaron fueron: Vehículos y equipos móviles, protección de máquina, caída de personas y herramientas manuales; estas actividades son considerados como riesgos críticos con probabilidad de causar fatalidad o accidentes graves. Se aplicó un diseño cuasi experimental; la cual se desarrolló en doce meses, donde se obtuvieron los datos para la prueba de hipótesis. Los resultados evidencian que existe influencia significativa en la disminución de incidentes y accidentes comparados en dos años consecutivos. El trabajo consta de cuatro capítulos para darle un mejor entendimiento y orden, donde se busca exponer la información de forma parcial y coherente. En el primer punto a desarrollar en este trabajo se muestra las generalidades, en el segundo capítulo se describe el marco teórico y marco conceptual, en el tercer punto; se describe la metodología de la investigación y en el cuarto capítulo se muestra los resultados de la investigación. Para finalizar el trabajo se exponen las conclusiones, en donde se entregan las recomendaciones que se obtienen de los resultados en la aplicación de la metodología Bow Tie como Gestión de Riesgos Críticos, enfocados en la mejora continua de los planes de acción para evitar la ocurrencia de posibles accidentes. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de la Metodología de Bow Tie para los riesgos críticos identificados en el Proyecto Hilarion, demostraron la relación entre los peligros, amenazas, eventos no deseados, consecuencias y cada uno

de las medidas de control preventivas, mitigadores y con la prueba de hipótesis se demuestra, que existe una influencia significativa en la disminución de la ocurrencia de incidentes y accidentes comparados en dos años consecutivos. También se generaron la matriz de Bow Tie para cada riesgo crítico, que son de gran ayuda para la visualización y comunicación del proceso de análisis de los Eventos No Deseados.

Palabras clave: Metodología Bow Tie, gestión riesgos críticos, Enventos No Deseados, fatalidades.

ABSTRACT

This research work was developed in the Hilarion Mining Exploration Project of the CIA Nexa Resources SAA Company, in order to prevent serious accidents, that is to say unwanted events, for this the Bow Tie Methodology was applied, as Management of Critical Risks. The risks that were analyzed were: Vehicles and mobile equipment, machine protection, falling people and hand tools; these activities are considered critical risks with the probability of causing fatalities or serious accidents. A quasi-experimental design was applied; which was developed in twelve months, where the data for the hypothesis test were obtained. The results show that there is a significant influence in the reduction of incidents and accidents compared in two consecutive years. The work consists of four chapters to give it a better understanding and order, where it seeks to present the information in a partial and coherent way. The first point to be developed in this work shows the generalities, in the second chapter the theoretical framework and conceptual framework are described, in the third point; The research methodology is described and the fourth chapter shows the results of the research. To finalize the work, the conclusions are presented, where the recommendations obtained from the results in the application of the Bow Tie methodology as Critical Risk Management are delivered, focused on the continuous improvement of the action plans to avoid the occurrence of possible accidents. Therefore, it is concluded that the application of the Bow Tie Methodology for the critical risks identified in the Hilarion Project, demonstrated the relationship between the dangers, threats, unwanted events, consequences and each of the preventive control measures, mitigators and the hypothesis test shows that

there is a significant influence on the decrease in the occurrence of incidents and accidents compared in two consecutive years. The Bow Tie matrix was also generated for each critical risk, which are of great help for the visualization and communication of the Unwanted Events analysis process.

Keywords: Bow Tie Methodology, critical risk management, Unwanted Events, fatalities.

INTRODUCCIÓN

Los Riesgos Críticos son aquellos riesgos ocupacionales que de materializarse puede producirse siniestros significativos no deseados, actualmente se presentan eventos relacionados con riesgos críticos que no están siendo controlados de forma eficaz, las causas de estos eventos no atacan directamente a la causa raíz, pudiendo llegar a materializarse y ocasionar impactos negativos en la empresa. Los riesgos asociados a las operaciones específicamente en la industria minera, pueden ser de diferentes magnitudes, dependiendo del tipo de riesgo al cual están expuestos los trabajadores. En el caso de vehículos y equipos móviles una de las actividades críticas del Proyecto Hilarion, las tareas que se desarrollan son diversas, esto se refiere a los conductores de las unidades, donde trasladan personas desde la localidad Huallanca hacia al Proyecto Hilarion.

En los trabajos en minería, los riesgos críticos, añadido a las labores de alta complejidad que involucran este rubro, tal como la operación de maquinaria, implican que este riesgo se transforme en un componente con alto potencial de riesgo, que puede provocar impacto en la seguridad de las personas.

El presente trabajo indica la importante relación que existe entre los riesgos críticos y accidentabilidad, en el cual esta condición contribuye en forma trascendente a la ocurrencia de incidentes y lesiones graves. Así mismo revisa y brinda detalles de la gestión de los Riesgos Críticos y las mejores prácticas de seguridad y salud en el Trabajo, desarrollarse para la implementación de estos aspectos claves.

El control de los riesgos críticos puede contribuir a la reducción significativa de incidentes y accidentes con tiempo perdido y/o con daño a la persona y se pueden

aplicar en las diferentes industrias, como minería, petroleras, electricidad, pesquera, etc.

Por todo lo mencionado anteriormente, es que se ha propuesto desarrollar un análisis de riesgo aplicando la metodología Bow Tie, como gestión de riesgos críticos, pero en este caso, dando prioridad, el análisis de las actividades más críticas del Proyecto Hilarion, con el fin de que sirva como una herramienta de seguridad preventiva, para que no ocurran eventos no deseados.

El método Bow Tie la cual, se ilustra la relación que existe entre el evento no deseado, que se corresponde con el momento en el que se pierde el control sobre el peligro, junto a las causas y consecuencias asociadas al mismo.

Al aplicar la metodología Bow Tie a cada actividad crítica, posterior al correspondiente análisis, se procede a dar las recomendaciones pertinentes. A lo que quiere llegar este análisis es que los supuestos sucesos no deseados derivados de los riesgos no sucedan en la empresa, y a la vez la información sea sociabilizada de conocimiento por todos los trabajadores que desempeñan labores en el Proyecto Hilarion.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFIA

La gestión de riesgos y oportunidades se considera uno de los puntos principales en la estrategia de negocios y está enraizada en las directrices corporativas de las empresas. Hoy en día las empresas lo documentan y abordan los principales riesgos en todas las áreas corporativas y unidades operativas y se aplica a las subsidiarias.

A nivel mundial, la industria de la minería y la metalurgia es una de las actividades económicas más antiguas y relevantes, debido a que ha sido fundamental para el desarrollo mundial a lo largo de toda la historia. Las operaciones mineras desarrolladas en el Perú siempre han estado rodeadas de riesgos inherentes a las personas, a los procesos, a los equipos y al medio ambiente y todos tienen mucho que ver con la conducta de los trabajadores.

Según la Organización Internacional del Trabajo-OIT (2019): “Cada año, 2,78 millones de trabajadores mueren de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales (de los cuales 2,4 millones están relacionados con enfermedades) y 374 millones de trabajadores sufren accidentes del trabajo no mortales”

Como menciona Organización Internacional del Trabajo-OIT (2019): Además del costo económico, existe también un costo intangible, que no reflejan estas cifras, de sufrimiento humano imposible de medir provocado por unas condiciones deficientes de seguridad y salud en el trabajo (SST). Esta situación es triste y lamentable porque, como han demostrado repetidamente la investigación y la práctica del pasado decenio, es un sufrimiento que puede prevenirse en gran medida”.

1.1.1 Antecedentes bibliográficos nacionales

Milla O. (2013), en su tesis, “Evaluación del Nivel de Gestión de Riesgos para la Mejora Continua de la Seguridad y Salud en el Proceso de Minado Marañón CIA Minera Poderosa S.A.A.”, 2018, tuvo como objetivo la evaluación de Gestión de Riesgos laborable en los trabajadores y supervisores de línea de operación mina, para contribuir con la mejora continua del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de las empresas mineras y por ende con reducción de costos por accidentes que involucre, pérdidas por paradas de producción, interrupciones laborales, investigación de accidentes e indemnizaciones.

Percy Edgard Mamani Ureta (2019) en la investigación “EN LA UP ANIMON DE LA CIA MINERA CHUNGAR SAC, ENFOCANDONOS EN LO CRIITCO PARA LA PREVENCION DE RIESGOS, tiene como objetivo de la tesis: Prevenir los riesgos críticos para definir acciones de contención en la UP Animon de la Cia. Minera Chungar SAC. La evaluación de los riesgos críticos basado en los 4 pilares del Sistema de Gestión de Seguridad, ha determinado que el foco debe estar en las siguientes temáticas: Gestión de riesgos y disciplina operativa, Riesgos críticos de seguridad, Gestión de contratistas, Condiciones subestándar, Capacitación, comunicación y motivación. La metodología aplicada es Pareto.

Hector Lucas Alvarez Minaya (2018) en su tesis, “EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS CRÍTICOS EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE AGREGADOS (CASO CONCRETOS SUPERMIX S.A.C), cuenta como objetivo en estudio; evaluar los riesgos críticos en la explotación de canteras de agregados. Una de las conclusiones del estudio fue. El diseño de la animación del proceso productivo permitió evidenciar las etapas del proceso productivo, así mismo, ayuda en la identificación de las oportunidades de mejora, así como en la prevención de accidentes.

Como expresa, Fonseca Huerta Juan Jesus (2017), en su tesis “IMPLEMENTACIÓN DE LOS RIESGOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD PARA CONTROLAR INCIDENTES – ACCIDENTES DURANTE LA PERFORACIÓN DIAMANTINA EN LA UEA CHUNGAR – MINA ANIMÓN DE CIA MINERA VOLCAN S.A., el

objetivo es realizar la implementación de los Riesgos Críticos de Seguridad para controlar incidentes – accidentes durante la perforación diamantina en la UEA Chungar - Mina Animón. La conclusión es; según los planes de acciones que fueron proporcionados por la compañía minera, se ha podido implementar los riesgos críticos de seguridad, esto nos ayudó a controlar la ocurrencia de eventos, así mismo mejora la percepción de la seguridad en los trabajadores.

De acuerdo la tesis de ELIZABHET MADELIYDE CCENTE ORDOÑEZ (2016) en la investigación “INFLUENCIA DE LA GESTION DE RIESGOS EN COSTO Y TIEMPO DE OBRAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO – HUANCAYO – JUNIN”, el objetivo de la tesis fue: Analizar la influencia de la Gestión Riesgos en el costo y tiempo de obras de Agua Potable y Alcantarillado de la Provincia de Huancayo – Junín – 2016. Al realizar este contraste de hipótesis se puede concluir que realizar un plan de Gestión de Riesgos influye en las metas del costo y tiempo.

1.1.2 Antecedentes bibliográficos internacionales

Como menciona Luis Daniel Ortiz Perez (2018) en su tesis, “DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA APLICACIÓN DE MÉTODO BOWTIE PARA TRANSICIÓN HACIA ISO 9001:2015 EN EMPRESA AERONÁUTICA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES”, el objetivo de estudio fue; diseñar herramienta para la aplicación del

método Bowtie en empresa aeronáutica de extinción de incendios forestales. En este trabajo se utilizaron el método Bowtie (o nudo de corbata) para la evaluación de riesgos en una empresa aeronáutica de extinción de incendios forestales, se definirán los nuevos conceptos de la norma, y la metodología completa en base al diseño de una herramienta para la aplicación del método Bowtie.

International Council on Mining and Metals (ICMM), proporciona guías de asesoramiento sobre los siniestros significativos no deseados (SSND), es decir, orientaciones acerca de cómo administrar los controles críticos que armonizan la gestión de riesgos y las buenas prácticas en el ámbito de la gestión. La Gestión de Controles Críticos un elemento integral de la gestión de riesgos que ayuda a identificar los riesgos prioritarios existentes en una empresa y a implantar controles críticos para prevenir un siniestro o mitigar sus efectos.

Como expresa Nelson Bernal López (2017) en su tesis, ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL DE BUQUE EN LA EMPRESA PUERTO VENTANAS S.A (PVSA), el objetivo del estudio fue; analizar los riesgos asociados a las operaciones de carga y descarga de material de buques en la empresa Puerto Ventanas S.A. En el trabajo de título se desarrolló un análisis de los riesgos en las operaciones de carga y descarga de material de buque, donde el análisis que se realizó fue a las actividades más críticas, por lo que el trabajo fue acotado a maniobras

más propensas a desencadenarse en algún suceso no deseado en la empresa, además del claro uso de las metodologías de análisis de riesgo, BOW TIE y ETA. Aplicación del método de pajarita en el control de riesgos en los servicios de salud- abastecimiento de agua.

PAULINO JOSÉ RIVERO MELÉNDEZ (2017) en su tesis “DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL RIESGO APLICADO A UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE AUTOPARTES MEXICO”, el objetivo de la tesis es: Diseñar un modelo para el diagnóstico y determinación de la gestión del riesgo mediante la utilización de diversas herramientas y técnicas, y su aplicación en un estudio de caso en empresa manufacturera de autopartes, para facilitar la planeación y prevención de riesgos en empresas manufactureras que permitan evidenciar el requisito.

1.2 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los últimos años en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion de la empresa Nexa Resources S.A.A. se han registrado accidentes del nivel I hasta nivel IV, con potencial de gravedad PG de 1 a 6, por lo que no se cuenta con un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo eficiente y debido a que las actividades de perforación se realizan por campañas que tiene una duración de 6 mes a 1 año, sumado a ello, la alta rotación del personal, quienes rotan mensual o cada dos meses. Si bien es cierto los riesgos laborales están presentes en todas las actividades y controlarlos es responsabilidad de todos los que participen en la ejecución de las actividades de perforación. La elaboración de un plan de

control y gestión de prevención en riesgos laborales permiten prevenir, controlar e identificar los posibles riesgos asociados a los puestos de trabajo dentro de las actividades que se desarrollan en el Proyecto. La investigación se desarrolló en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion, la cual se podría replicar en los otros proyectos de la empresa, con el objetivo fundamental de gestionar los riesgos críticos previa identificación y evaluación de los mismos a partir de información recopilada en los diferentes puestos de trabajo.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema General

¿Cuál es la influencia de la gestión de riesgos críticos en la disminución de los accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.?

1.3.2 Problema Específico

- a) ¿Cuál es la influencia de la realización del análisis de riesgos críticos en la disminución de incidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.?
- b) ¿Cuál es la influencia del tratamiento de la gestión de riesgos críticos en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.?

1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

En base a los accidentes registrados de las actividades que se desarrollan en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resuorces S.A.A., relacionados a los riesgos críticos, donde los riesgos críticos son eventos no deseados que pueden llegar a materializarse en accidentes graves como la mortalidad o múltiples mortalidades, el control de los riesgos críticos mediante análisis del Bow Tie evita la ocurrencia de accidentes mortales, por ende, tiene la ventaja de no materializar los impactos (Seguridad y Salud Ocupacional, Social, Reputación, Cumplimiento Legal y Financiero).

Las ventajas de identificar los riesgos críticos y establecer sus controles de acuerdo a los criterios de tolerancia es evitar fatalidades y replicar en los proyectos que cuenta la CIA Nexa Resources S.A.A.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Determinar el grado de influencia en la disminución de la ocurrencia de accidentes con la aplicación de gestión de riesgos críticos en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

1.5.2 Objetivos Específicos

- a) Establecer la influencia de la realización del análisis de los riesgos críticos para la disminución de incidente en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.
- b) Determinar la influencia del tratamiento de riesgos críticos en la disminución de accidentes en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

1.6 HIPOTESIS

1.6.1 Hipótesis General

La gestión de riesgos críticos influye significativamente en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

1.6.2 Hipótesis Específicos

- a) La realización del análisis Riesgos Críticos, influye directamente, en la disminución de incidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.
- b) La realización de tratamiento de riesgos críticos, influye directamente en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

1.7 VARIABLES E INDICADORES

1.7.1 Variable

A. Variable Independientes: X

X = Gestión Riesgos Críticos

B. Variable Dependiente: Y

Y = Accidentes

1.7.2 Indicadores

A. Indicadores Independiente

X₁ = Riesgos críticos.

X₂ = Controles críticos

X₃ = Desempeño de los controles críticos

B. Indicadores Dependientes

Y₁ = Accidente de trabajo

Y₂ = Incidentes de trabajo

1.7.3 Operacionalización de las variables

En la siguiente tabla 1.1 se muestra la operacionalización de las variables independiente y dependiente, para una mejor recolección y tratamiento de datos.

Tabla 1.1
Operacionalización de variables

<i>VARIABLES</i>	<i>DIMENSIONES</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>INSTRUMENTOS</i>
<i>Independiente</i>	<i>X: Gestión de riesgos críticos</i>	<i>X1.1: Riesgos críticos</i>	<i>Registros de Bow Tie (Matriz)</i>
		<i>X1: Análisis de riesgos críticos</i>	<i>Guía de verificación de los controles de los riesgos críticos</i>
		<i>X1.2: Controles críticos</i>	<i>Seguimiento de los controles de riesgos críticos</i>
<i>Dependiente</i>	<i>Y: Incidente de trabajo</i>	<i>X2: Tratamiento de riesgos críticos</i>	<i>Estándar de desempeño</i>
		<i>X2.1: Desempeño de los riesgos críticos</i>	<i>Evaluación de los controles críticos</i>
		<i>Y1: Incidentes de trabajo</i>	<i>Evaluación integral de los riesgos.</i>
		<i>Y1.1: Índice de frecuencia</i>	
		<i>Y2: Accidentes de trabajo</i>	<i>Reporte de Incidentes</i>
		<i>Y2.1: Índice de severidad (estadística de seguridad)</i>	

Fuente: Elaboración propia

1.8 PERIODO DE ANALISIS

El periodo de la elaboración de la presente investigación se realizó desde el mes de enero hasta el mes diciembre del año 2019.

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 BASE TEORICAS

En el presente capítulo, se definirá sobre gestión de riesgos críticos y/o gestión controles críticos desde el punto de vista de diversos autores expertos en el tema; su propósito e importancia, de la gestión de riesgos críticos. Por último, se ha incluido una lista de los términos que aparecerán constantemente a lo largo del trabajo, y que se deben quedar claros para la comprensión del mismo.

2.1.1. METODOLOGÍA BOW TIE

La metodología que se aplicó para el presente estudio fue Bow Tie, el cual corresponde al diagrama del lazo o BOW TIE, donde se definirá como tal, se mostrará el cómo desarrollarla, y complementando la información se indicará la historia de su creación y el parte de desarrollo del trabajo de la tesis se mostrará su aplicación de dicha

metodología. Cabe destacar que esta metodología es usada para la evaluación de riesgos, gerencia de riesgos y comunicación de riesgos, lo cual se considera muy importante. Está diseñado para dar una mejor descripción de la situación y de los riesgos presentes.

El método BOW TIE sirve para demostrar cómo los requerimientos del sistema de gestión de riesgos están relacionados en consonancia con el control y gestión de los peligros y riesgos, describiendo las relaciones entre los peligros, amenazas, barreras de seguridad, controles, consecuencias, medidas de recuperación y tareas críticas de seguridad. En el diagrama de lazo se ilustra la relación que existe entre el Evento Top (actividad crítica), el cual trata de una actividad de riesgo, en la cual, si se pierde el control del evento, genera las causas y consecuencias asociadas al mismo, las que se ilustran como ramificaciones del centro.

En la gráfica se ilustra la metodología de BOW TIE, en el centro del diagrama indica el Evento Top (el evento no deseado), en el sector izquierdo del van reflejadas las amenazas que conducen al suceso iniciador y en la parte derecha se muestran las consecuencias derivadas del evento central. Una vista general de como se ve el diagrama de lazo, aparece en la Figura 2.1.

La metodología de BOW TIE ha sido cada vez más utilizada en diferentes ámbitos de actividad industrial desde principios de los años ochenta, principalmente para garantizar que los principales riesgos son adecuadamente identificados y controlados. Los diagramas de lazo se

combinan las posibles causas y consecuencias de un accidente potencial. El lado izquierdo Representa el árbol de fallas, que une el accidente posibles causas, mientras que el lado derecho representa el árbol de eventos, vinculando el accidente con posibles consecuencias. (Lewis, 2005).

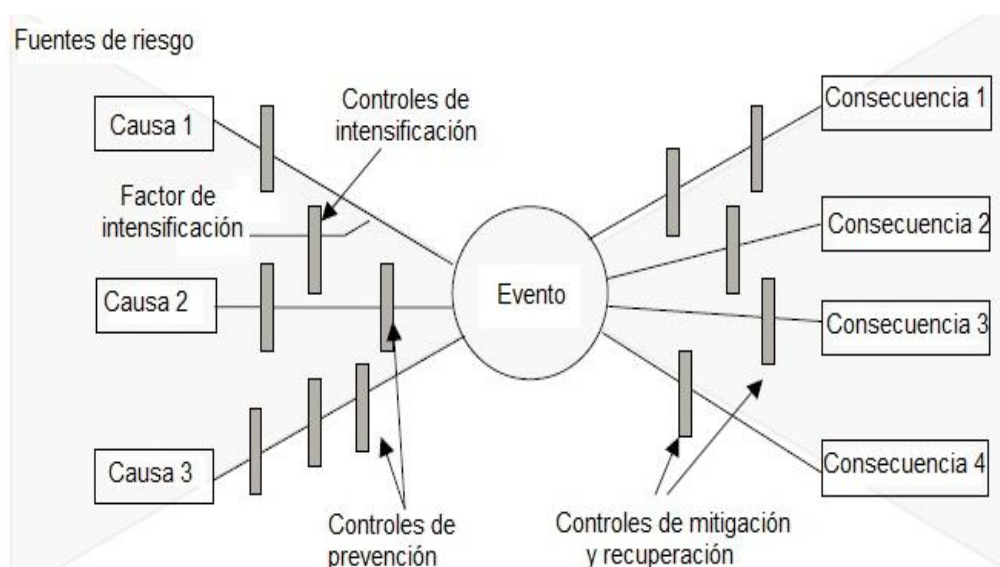


Figura 2.1. Aplicación del método Bow Tie.
Fuente: Norma NCh-ISO 31010: 2018

2.1.1.1 Historia de la metodología Bow Tie

Se menciona que los primeros diagramas "reales" Bow Tie se presentaron en el ICI (Imperial Chemical Industries empresa Química Británica que fabricaba pinturas y productos químicos especiales) como apuntes del curso sobre HAZAN (Análisis de Peligros) dado en la Universidad de Queensland,

Australia (en 1979), pero el origen exacto, el cómo y cuándo se desarrolló el método no está del todo claro (Risk, 2017).

El accidente catastrófico en la plataforma Piper Alpha en 1988, despertó a la industria de petróleo y gas. Después de que el informe de Lord Cullen, quien llegó a la conclusión que había muy poco conocimiento de los peligros y los riesgos que forman parte de las operaciones. El impulso se elevó a obtener mayor conocimiento en la causalidad de los acontecimientos y condiciones que parecen independientes, y así desarrollar una sistemática/forma de asegurar el control sobre estos peligros.

A principios de los años noventa la Royal Dutch/Shell Group adoptó el método Bow Tie como estándar de la compañía para el análisis y gestión de riesgos. Shell facilitó una amplia investigación en la aplicación del método de Bow Tie y desarrolló una regla estricta establecida para la definición de todas las partes, sobre la base de sus ideas de la mejor práctica. La principal motivación de Shell fue la necesidad de seguridad de los controles de riesgo adecuados y que funcionasen en forma consistente, a lo largo de todas sus operaciones en todo el mundo.

“Después de Shell, el método Bow Tie rápidamente ganó el apoyo en diversas industrias, los diagramas Bow Tie parecían ser una herramienta visual adecuada para mantener una visión general de las prácticas de gestión de riesgos, en lugar de

sustituir cualquiera de los sistemas de uso común” (Risk, 2017).

“En la última década, el método Bow Tie expandió su aplicación fuera de la industria del petróleo y gas; empleándose en áreas como la aviación, minería, química y la atención de la salud, por nombrar algunos” (Risk, 2017).

2.1.1.2 Definiciones usadas en la metodología Bow Tie

Un Bow Tie es un diagrama que visualiza el riesgo que se está enfrentando en un solo cuadro, fácil de entender. El diagrama tiene la forma de una corbata, creando una clara diferenciación entre la gestión de riesgos proactiva y reactiva. El poder de un diagrama “Bow Tie es que te da una visión general de múltiples escenarios posibles, en una sola imagen. En resumen, proporciona una explicación visual simple de un riesgo que sería mucho más difícil de explicar de otra manera” (Risk, 2019).

“Para entender el desarrollo del diagrama Bow tie es conveniente conocer algunas definiciones que faciliten el entendimiento de la metodología” (Risk, 2019).

- Evento no deseado (top evento): Cualquier acontecimiento que interrumpe la marcha normal del trabajo, hecho que puede dar lugar a muerte, enfermedad, lesión u otro;

- acontecimiento que puede causar daño a las personas o propiedades.
- “Evento Top: Evento Top o Evento Superior, este es el momento en que se pierde el control sobre el Peligro. Aun no hay daño o impacto negativo, pero es inminente. Esto significa que el evento top se elige justo antes de que los eventos comiencen causando daño real. Sin embargo, es una opción, ¿cuál es el momento exacto en que se pierde el control? Esta es en gran medida una elección subjetiva y pragmática” (Risk, 2019).
 - “Siniestro significativo no deseado: Siniestro no deseado cuyas consecuencias, potenciales o reales, superan un determinado umbral definido por la empresa como merecedor de la máxima atención (por ejemplo, un efecto con graves consecuencias para la salud, la seguridad o el medio ambiente)” (ICMM, 2015).
 - Evento top, es el evento / incidente inicial o la “perdida de control inicial”. El evento Top, sale de las actividades más peligrosas de la organización.
 - Los Eventos No Deseados. Se identifican a través de las siguientes formas: IPERC línea base, incidentes de alto riesgo potencial, accidentes mortales en el sector, accidentes corporativos, riesgos críticos de la organización, resultado de las auditorias.

- **Peligro:** En primera instancia es el peligro. La idea de un peligro es encontrar las cosas que son parte de su organización y podría tener un impacto negativo si el control sobre ese aspecto se pierde. Un ejemplo se ilustra en la Figura 2.1.
- **Peligro:** Amenaza que puede provocar un daño. En el contexto de las personas, los activos o el medio ambiente, un peligro es normalmente cualquier fuente de energía que, si se libera de forma imprevista, puede provocar algún tipo de daño (ICMM, 2015, p.05).
- **Peligro:** Es “Algo que es parte de un negocio normal, pero que tiene el potencial de causar daño”.

1. Dos pautas que pueden ayudar a identificar y expresar los peligros correctamente:

La primera guía es el peligro siempre es parte de un negocio normal. “Accidente automovilístico”, “recipientes de gas con fugas”, no son correctos, porque no es parte de un negocio normal. Las cosas ya van mal

2. En segundo lugar, ayuda a ser específico sobre el peligro. Si seleccionas un peligro vago, el Bow Tie resultante probablemente también será vago. Esto generalmente resulta en Bow tie de poco valor agregado.

3. Identificar las actividades más peligrosas de la organización desde el IPERC LINEA BASE, las cosas

pueden tener consecuencias catastróficas. Algunos ejemplos de categoría de peligros:

- Transporte con vehículos móviles
- Transporte aéreo con helicóptero para pasajeros
- Contención de relaves en presa de relaves
- Operación de labores en mina subterránea
- Emisiones en mina subterránea por operaciones de equipos móviles.
- Manejar carro de A a B

Cuando nos referimos a la definición de peligro no se referirá al concepto con el que comúnmente conocemos, sino que en el análisis BOW TIE a realizar se trata de la energía involucrada en el evento no deseado como, por ejemplo, energía calórica, potencial, mecánica, cinética, eléctrica, entre otras.



Figura 2.2. Representación de peligro.
Fuente: Elaboración propia

- **Amenaza:** Este término está referido a toda acción o condición que favorece y facilita que ocurra el evento top, un ejemplo de esto es la no realización de una inspección

programada o las que se muestran a continuación. (Risk, 2019)

- **Las causas (amenazas):** son los elementos que habilitan que se desarrolle el peligro. Son los mecanismos que pueden liberar el PELIGRO. Una causa posible que potencialmente liberan un peligro y producirá un Evento top.

Ejemplo: Transporte en carretera con vehículos móviles (extracción de minerales). Ver figura N°2.3

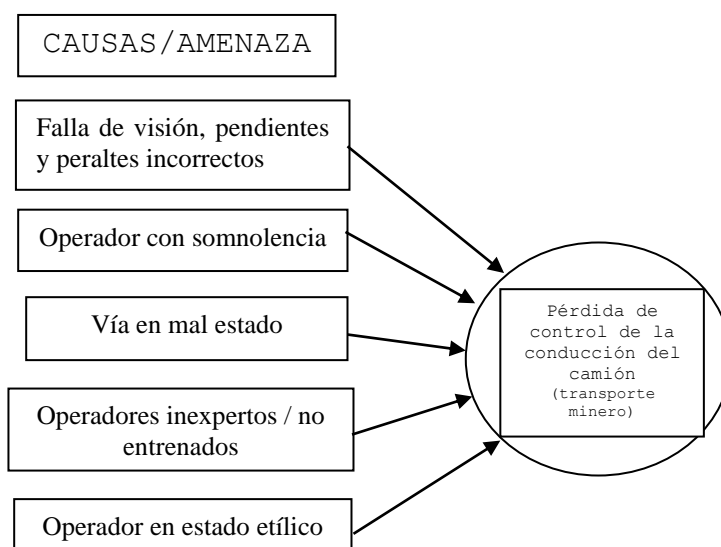


Figura 2.3. Representación de Peligro y Evento Top.
Fuente: Adaptado al diagrama de Bow Tie - ICMM

- **Barreras:** se refiere a las barreras de seguridad dispuestas para impedir que sucedan eventos no deseados, las cuales se encuentran normadas dentro de cada empresa y estas deben ser utilizadas al momento de realizar cualquier actividad que

implique riesgo. Un ejemplo es como se ve en la ilustración (Risk, 2019).

Según las definiciones se tienen dos tipos de barreras preventivas y mitigadoras, la cual también se le llama controles preventivos y controles mitigadores:

- **Controles Preventivos**

Las medidas de control implementadas son para EVITAR que las CAUSAS liberen un peligro.

Ejemplo de Causas – Vías de tránsito resbaloso:

1. Diseñar los caminos de extracción, los cuales deben tener cunetas para drenaje de agua de filtración.

<p style="text-align: center;">CONTROL PREVENTIVO</p>

2. Realizar mantenimiento de los accesos.

- **Controles Mitigadores**

Son los controles que permiten recuperar la normalidad o bien mitigar los efectos del Evento Top en la consecuencia. Todas las medidas que limitan las consecuencias una vez que el evento ha ocurrido.

Ejemplo – Pérdida de control de manejo de vehículos:

1. Cinturones de seguridad aprobados e instalados en los vehículos

2. Sistemas y extintores de incendio

3. Jaula interna de protección

- **Consecuencias:** se refieren a los efectos que se producen directamente por la consecuencia principal y el suceso iniciador, se habla de los efectos generados en las personas, materiales o a la infraestructura. Así como se refleja en el ejemplo (ver figura 2.4)

Luego de haber nombrados cada uno de los ejemplos que componen la metodología Bow Tie, se procede a construir el árbol, el cual queda montado como se muestra en la figura 2.4 (Risk, 2019).

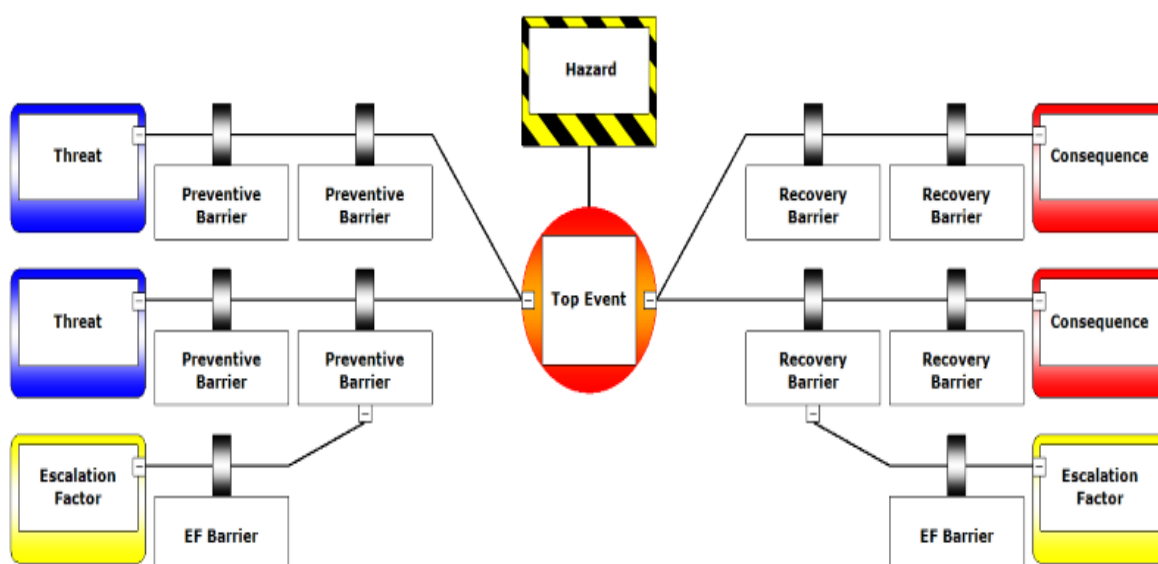


Figura 2.4. Representación de la metodología Bow Tie.
Fuente: CGE Risk Management Solutions – Metodología Bow Tie

2.1.1.3 Definición de la metodología Bow Tie

Una definición de la metodología Bow Tie, corresponde a una representación gráfica de la relación entre los eventos, causas, controles y consecuencias de un evento dado. Se ilustran en el diagrama Bow Tie los controles existentes para una actividad en particular, para facilitar la identificación de las causas. Identifica también las mejoras o la implementación de nuevos controles. Identifica también las mejoras o la implementación de nuevos controles.

El análisis Bow Tie es un método esquemático sencillo para describir y analizar los caminos de un riesgo desde las causas hasta las consecuencias. Se puede considerar que es una combinación del pensamiento de un árbol de fallas que analiza la causa de un evento (representado por el nudo de un corbatín) y un árbol de eventos que analiza las consecuencias. Sin embargo, el enfoque del diagrama bow tie centra en las barreras entre las causas y el riesgo, y el riesgo y las consecuencias. Los diagramas bow tie se pueden elaborar a partir del árbol de fallas y del árbol de eventos, pero con más frecuencia se obtienen directamente de una sesión de tormenta de ideas (NCh-ISO 31010, 2013,p.69).

Cabe mencionar que esta metodología presenta un enfoque preventivo, orientado al mejoramiento de los controles para mostrar los componentes fundamentales de un sistema de gestión de seguridad examinando los controles que pueden fallar e

identificando los componentes críticos del sistema que previenen esas fallas.

2.1.1.4 Fases presentes en la metodología Bow Tie

En la aplicación de esta metodología de evaluación de riesgos críticos, basándose en un análisis general, es posible aplicar a cualquier caso, las cuales se contempla en cuatro fases, en los siguientes párrafos serán nombrados.

Este punto hace referencia a la toma de información antes de aplicar la metodología. Se escogen las actividades a las que se les pondrá atención y se realizar el análisis y tratamiento que corresponde. Se desarrolla un análisis preliminar del Proyecto en estudio, en cuanto a su situación en términos de seguridad.

- A. Reunir toda la información acerca de las actividades críticas a analizar del Proyecto Hilarion, llevando el paso a paso de cada actividad. Es decir, un mapeo general de las actividades. Se trata de recabar la información de la actividad que se analizará, comprendiendo la secuencia y los pasos que llevan al desarrollo de la actividad. Esto con el fin de entender la actividad y enfocar el análisis a los puntos débiles.
- B. Construir el diagrama Bow Tie para cada actividad crítica, sobre la base de la experiencia y las estadísticas de accidentes, IPERC línea base, accidentes relacionados al

sector, estadísticas de accidentes a nivel corporativo, resultado de auditorías, etc.

En esta parte ya se comienza con la construcción del diagrama Bow tie, se desarrolla cada actividad crítica, dando cuenta de las causas y las consecuencias que desencadena, todo esto de acuerdo a la forma en que se describirán los pasos en los siguientes puntos del presente trabajo.

- C. Utilizar matrices de riesgo probabilidad/consecuencias basadas en escenarios de referencia para definir prioridades.

El uso de las matrices permite establecer prioridades a desarrollar en el análisis de los riesgos, dando una mayor importancia a los casos y situaciones que requieran de un trato urgente, evitando así que se generen sucesos no deseados que deriven en consecuencias indeseadas.

- D. Identificar las barreras de seguridad presentes en el desarrollo de la actividad crítica, que podrían detener la progresión de causas evitando el suceso iniciador.

En este punto se trata de verificar las condiciones de seguridad que facilitan la ocurrencia del suceso iniciador, lo cual permite evaluar la eficacia del control crítico.

2.1.1.5 Uso que se le da a la metodología Bow Tie

La metodología Bow tie se usa para realizar un análisis y gestionar de los riesgos, definiendo como una regla estricta para

asegurar el funcionamiento de los controles de modo consiste según el lugar en todas las operaciones. El método BOW TIE se usa también cuando el enfoque del análisis de los riesgos es el asegurar que existe una barrera de control para cada ruta de fallo.

2.1.1.6 Entradas y salidas en el diagrama del lazo – Bow Tie

Para realizar un análisis de los riesgos por medio de la metodología Bow Tie, existe un proceso en el cual se está enfocando el estudio, y por tal motivo se tendrán datos que entran y salen en el diagrama, puesto que de las causas conocidas vinculadas al evento top, se obtendrán medidas de mitigación a las consecuencias.

Cuando se habla de entradas, estas se refieren a toda la información del caso a analizar, todo lo recabado respecto a lo que originó el evento top y las fallas en el proceso. Tiene relación con toda información sobre las causas, amenazas y consecuencias derivadas del suceso iniciador y de los riesgos analizados, así como también las barreras de seguridad y controles presentes o debiesen de haber estado dispuestas para prevenir, mitigar o de algún modo estimular accidentes.

En tanto la salida en general es la esquematización del diagrama del lazo, allí se muestran las rutas principales hacia el riesgo y las barreras de seguridad colocadas para prevenir o mitigar las consecuencias derivadas del evento top, con el fin de evitar que se

vuelvan a cometer errores en el proceso que se generen fallos indeseados. Por lo que básicamente se trata de mostrar la respuesta ante las entradas y lo que desencadenan.

2.1.1.7 Proceso de desarrollo del diagrama de lazo - Bow Tie a ocupar en estudio

Previo a la construcción del diagrama se debe contar con la información recabada y correctamente listada para hacer uso de ella. En el desarrollo del diagrama del lazo – BOW TIE, todo se centra en la actividad crítica, probable de errores y fallos en el proceso, que desemboca en consecuencias indeseables, suceso central al que se le denomina Evento Top (Figura 2.5) y que se ilustra en el centro del diagrama como el nudo central del “corbatín”, por medio de un círculo. Es por ello que se debe identificar el riesgo en particular para el análisis y se representa.



Figura 2.5. Representación de la consecuencia.

Fuente: Bow Tie, aplicado – Análisis WRACK TRANEX Ltda. División Los Bronces.

2.1.1.8 Fortalezas y debilidades de la metodología Bow Tie

La ejecución del método del diagrama de lazo Bow Tie, trae consigo fortalezas y debilidades, esto ya que ninguna metodología es perfecta, ni puede enfocar su análisis de forma completa, puesto que siempre quedara algo que resolver. De esta forma se tiene:

– **Fortalezas:**

Su diseño y presentación es simple de entender y brinda una representación gráfica entendible del problema a analizar, ya que todo se basa en el evento no deseado, el eje central. Centra la atención en los controles los cuales hacen referencia a las barreras de seguridad y medidas de recuperación, las cuales se colocan tanto para la prevención como para la mitigación. Puede usarse para consecuencias deseables, además de que su uso no requiere un alto nivel experto, aunque esto no quiere decir que se deba tener una preparación para realizar un análisis.

Los diagramas de Bow Tie deben ser exhibidos en las áreas para permitir que el personal conozca y comprenda la importancia de su papel en la prevención de accidentes, y donde su trabajo encaja en el panorama general.

“Entender por qué y cómo se debe hacer en el diagrama de Bow Tie. Esta tarea aumenta no solo la experiencia contributiva, sino también la experiencia interactiva a medida

que otros trabajadores aprenden a realizar el análisis de un proceso sin necesariamente hacer o comprender todos los detalles del proceso” (Trbojevic, 2008).

Participación de la mano de obra y propiedad, los beneficios de la metodología son de aplicar el enfoque e involucrar a la fuerza laboral en el desarrollo de los diagramas. El personal operativo suele tener conocimientos limitados sobre el caso de seguridad, pero con la constante sensibilización se conseguirá el involucramiento de todos los trabajadores. “Cuando las personas se sienten involucradas y la acción se toma en base a lo que dicen, tienden a aceptar el proceso y tomar posesión” (Lewis & Kris , 2010).

– **Debilidades**

Al ser una metodología de carácter cualitativo, en caso de analizar situaciones complejas, podría simplificar este si es que requieren particularmente de cuantificación. No puede representar dónde ocurren múltiples causas de manera simultánea que originan distintas consecuencias.

“Los diagramas de lazo proporcionan una clara representación gráfica cualitativa de la lógica del fallo del sistema y el papel de las diferentes capas de protección (barreras) en su lugar. Sin embargo, el método evita cualquier cálculo explícito de riesgo. Por lo tanto, los diagramas de barrera podrían utilizarse en circunstancias en las que es justificada, pero no sería

adecuada en situaciones de método semicuantitativo o enfoque” (Vannerem, 2012).

Además, Vannerem, 2012 enfatiza: “La metodología Bow Tie también tiende a simplificar en exceso los desafíos subyacentes Instalaciones complejas. Por ejemplo, tiende a ocultar las dependencias y no es capaz de modelar adecuadamente interrelaciones entre varios controles de riesgo.

Además, en común con la mayoría de las otras técnicas de manejo de riesgos, la aplicación exitosa de la metodología depende de la experiencia del personal involucrado.

2.1.1.9 Beneficios de uso de la metodología Bow Tie

La metodología BOW TIE aporta consigo ciertas ventajas, las cuales centran la gestión de seguridad en el evento no deseado y las consecuencias. Permitiendo identificar brechas y problemas que son olvidados o insuficientemente gestionados. Estableciendo un vínculo directo entre los controles y los elementos del sistema de gestión. Dentro de los beneficios que aporta la metodología se encuentran:

- Documenta el análisis de riesgos de forma sistemática de manera que durante el control de los peligros resulte más fácil su entendimiento por el personal involucrado.

- Permite documentar todas las áreas donde el déficit ha sido identificado y las acciones correctivas son necesarias, asignándose las responsabilidades para ello.
- Está alineado con la ejecución de auditorías sistemas gestión.
- Facilita un mejoramiento continuo en el proceso de gestión de riesgos.
- Promueve visibilidad y atención de los peligros, riesgos y gestión de riesgos.
- Considera todos los aspectos de la gestión de riesgos. El enfoque estructurado de la metodología conlleva a una evaluación de todas las causas iniciales y en qué medida están siendo controladas y cuán bien la organización está preparada ante cualquier eventualidad; identificando los problemas que son olvidadas por otras técnicas.
- Bajo el enfoque de una herramienta de gestión permite un monitoreo en el día a día de los riesgos.
- Las personas que trabajan en ambientes de riesgos deberían estar conscientes de los riesgos presentes sus respectivas áreas de trabajo, manteniendo de ese modo un entendimiento exacto de su papel en él. Esto sólo puede ser llevado a cabo bajo la suficiente comunicación de riesgo ajustada a las capacidades de aquella parte del personal al cual se dirige, llevando al establecimiento de una cultura de seguridad operacional.

2.1.2. GESTION DE RIESGOS CRITICOS

Según la NCh-ISO 31010: 2013, “la gestión del riesgo incluye la aplicación de métodos lógicos y sistemáticos para comunicar y consultar a lo largo del proceso, establecer el contexto para la identificación, análisis, evaluación, tratamientos de riesgo asociados con cualquier actividad, proceso, función o producto, realizar seguimiento y revisar los objetivos, para informar y registrar los resultados de manera apropiada”. También establece que la evaluación de riesgo es la parte de la gestión que proporciona un proceso estructurado que indica la manera en que los objetivos pueden resultar afectados, y analizar el riesgo en términos de consecuencias y sus probabilidades antes de decidir si se necesita un tratamiento adicional.

Esta buena práctica de gobierno corporativo fue implementada en la empresa, desde el 2018 y es compatible con el estándar australiano AS/NZS 4360:2004, además es complementada con algunas buenas prácticas de gestión de riesgos en el sector minero.

A continuación, se presenta un gráfico que sintetiza el flujo del proceso de gestión de riesgo:

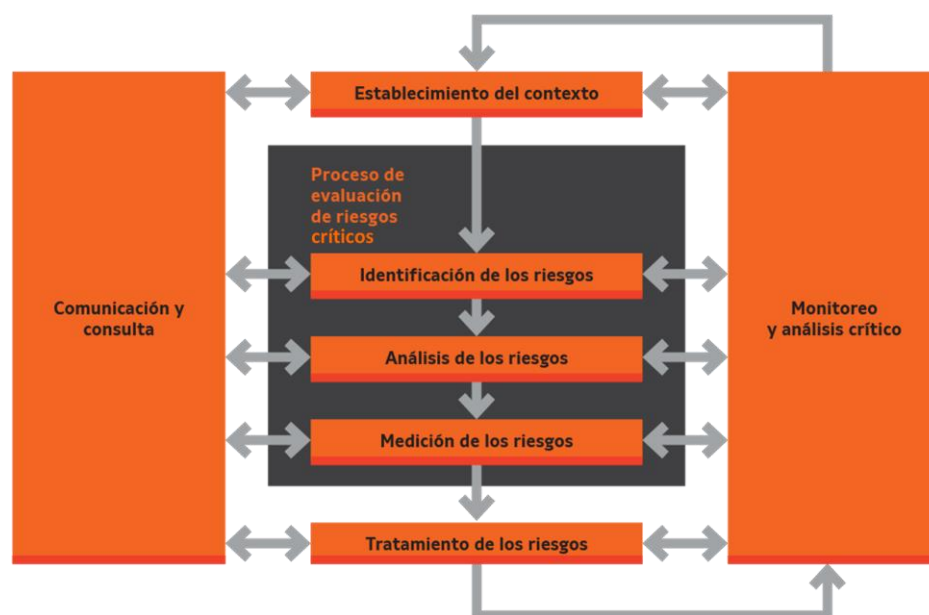


Figura 2.6. Modelo de Gestión de Riesgo Críticos adoptado al NCh-ISO 31010: 2013. Fuente: Modelo de Gestión de Riesgos de la empresa Nexa.

Los primeros cinco pasos del proceso suelen ser desarrollados mediante talleres en los que participa un equipo multidisciplinario. La diversidad de conocimientos, habilidades y experiencia son esenciales en este ejercicio, por lo cual resulta necesario contar con la participación de las partes interesadas del proceso, actividad o proyecto, en representación de sus intereses y preocupaciones.

2.1.3. GESTIÓN DE CONTROLES CRÍTICOS PARA EL PROYECTO HILARION

Para el proceso de Gestión de Controles Críticos (GCC) en el Proyecto Hilarion se definió según la figura 7. Donde podemos observar que es un método práctico para mejorar el control de gestión sobre los Eventos No

Deseados (END), la cual se elaboró partir del modelo proporcionado por el Consejo Internación de Minería y Metales (ICMM), quienes elaboraron una guía de Buenas Prácticas para la Gestión de Controles Críticos para la Salud y Seguridad, también fue elaborado a base del modelo proporcionado por la Norma Técnica Colombiano NTC/ISO 31000/2011 (figura 2.7).

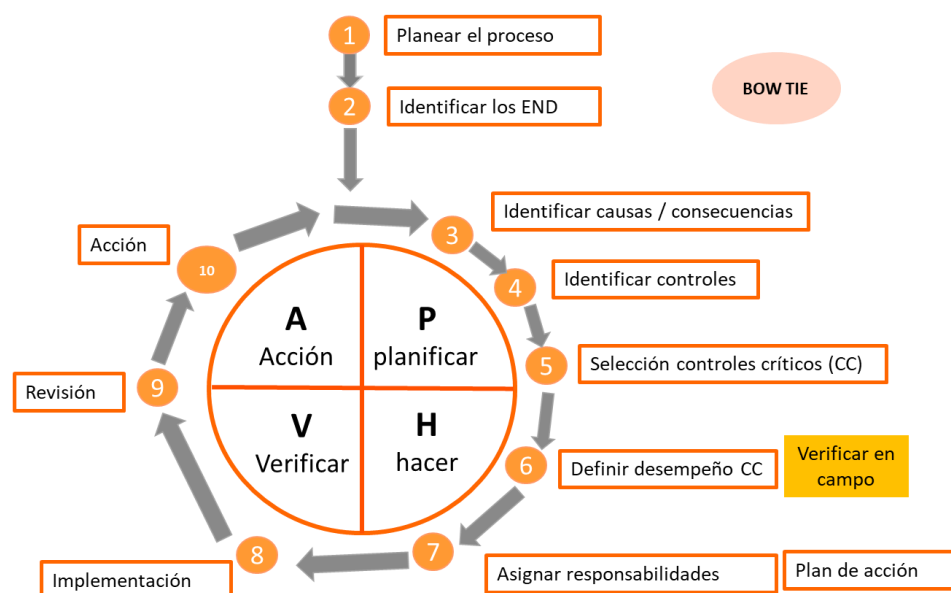


Figura 2.7. Proceso de Gestión de Controles Críticos.
Fuente: Elaborado en base a la norma NTC/ISO 31010

La Gestión de Controles Críticos (GCC) consta de 10 pasos, siete de los cuales son necesarios para planificar el programa de GCC antes de aplicarlo en los tres últimos pasos, según se expone en la figura 2.7, “donde se menciona a continuación el enfoque de GCC adaptado según” (ICMM, 2015):

- En la primera fase es planear el proceso, es decir realizar una identificación de los procesos, actividades y tareas en la empresa, enfocados para la identificación de riesgos críticos (paso 1).
- Identificación de los Eventos No Deseados (END) (paso 2).
- Identificación de los controles críticos (paso 4).
- Tener claro cuáles son los controles realmente importantes: los controles críticos (paso 5);
- Definir el desempeño requerido a los controles críticos (paso 6): qué debe hacer el control crítico para evitar el siniestro; decidir qué aspectos se deben comprobar o verificar (paso 6) para garantizar que el control crítico funcione según lo previsto;
- Asignar la responsabilidad de aplicar el control crítico: ¿quién es el encargado de su funcionamiento? (paso 7);
- Verificación del plan de acción del control crítico e informar sobre el desempeño de los controles críticos (paso 8 y 9).

Desde la posición de ICMM (2015), en la Guía de Buenas Prácticas, Gestión de controles críticos para la salud y la seguridad:

“En cada etapa puede ser necesario revisar las anterior para alcanzar el resultado deseado. Por ejemplo, la etapa 7 a la 6 indica que puede ser necesario revisar la información de las etapas de planificación cuando se defina la aplicación a nivel de explotación. Esto puede ocurrir porque el funcionamiento de los controles en la explotación sea diferente del previsto en la etapa de planificación”.

“Cada etapa del proceso persigue un resultado que se debe lograr antes de pasar a la siguiente etapa. En la tabla 2.2 se resumen todas las etapas y sus resultados” (ICMM, 2015).

Tabla 2.1

Etapas de planificación y resultados

	Etapas	RESULTADOS ESPERADOS
Etapas de Planificación	1	Un plan que describe el alcance del proyecto, incluyendo lo que hay que hacer. Quien tiene que hacer los cronogramas.
	2	Identificar los END que se deberán gestionar
	3	Identificar las causa y consecuencias
	4	Identificar los controles de END, los controles existentes y posibles controles nuevos. Preparar un diagrama Bow Tie.
	5	Identificar los controles críticos para cada END.
	6	Definir objetivos, requisitos de desempeño de los controles críticos y como se verifica el rendimiento en la práctica (en campo)
	7	Asignación de responsabilidades: Realizar una lista de los dueños de los END, control crítico, riesgos crítico y monitores de riesgos críticos.
Implementación	8	Implementación: Definir verificación END y planes de información, y una estrategia de aplicación basada en los requisitos específicos del sitio.
	9	Revisión: Implementar actividades de verificación e informar sobre el proceso. Definir e informar el estado de cada control crítico.
	10	Acción: Dueños de los controles críticos y END están conscientes del rendimiento de control crítico, si los controles críticos tienen bajo rendimiento o después de un incidente, se debe investigar y tomar medidas para mejorar el rendimiento o eliminar el estado crítico de los controles.

Fuente: International Council On Mining & Metals - ICMM

2.1.4. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES

2.1.4.1 ORGANIZACIÓN

La organización para la gestión de riesgos en el Proyecto Hilarion comprende en primera instancia tres niveles, como se muestra en el siguiente gráfico:

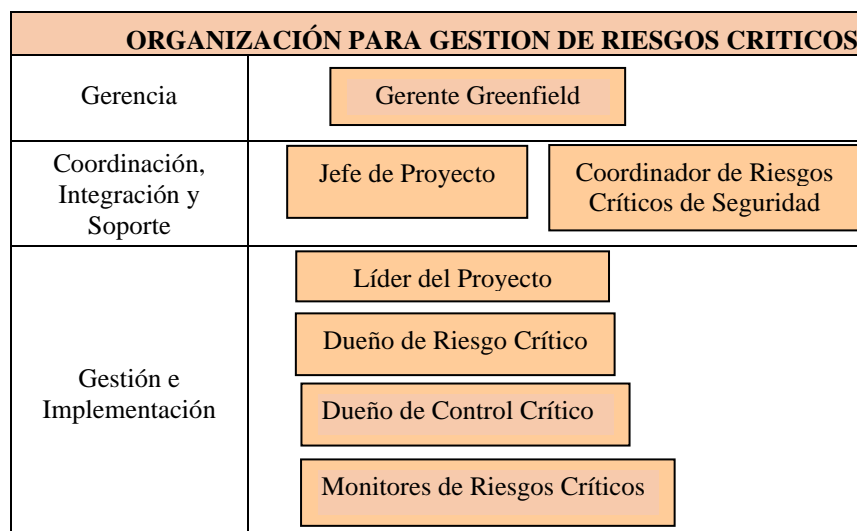


Figura 2.8. Organización para gestión de los riesgos críticos.

Fuente: Elaboración propia

2.1.4.2 RESPONSABILIDAD

A. Gerentes y Líderes de Proyecto

Los Gerentes funcionales de la operación, Jefe de Proyecto o Líderes de proyectos son responsables de la gestión de riesgos en sus respectivas áreas de trabajo. Tienen la experiencia suficiente y conocimiento del negocio y operación de su área, así como un nivel adecuado de manejo de recursos. Entre sus principales responsabilidades están:

- Identificar los riesgos en sus respectivas áreas y coordinar la realización de talleres de identificación, análisis y revisión de riesgos con el soporte de los Coordinadores de riesgos, facilitando la participación de

la parte interesada y el acceso a la información necesaria para el ejercicio, entre otros.

- Identificar oportunamente cambios en las condiciones (de personas, empresas, procesos, instalaciones, equipos, marco regulatorio, políticas, entorno social, ambiental, económico, etc.) sobre las que se desarrollan los procesos o proyectos a su cargo, y que puedan generar nuevos riesgos o alterar la valoración de los existentes. En estos casos, los gerentes deben disponer ajustes en controles existentes o la incorporación de nuevos controles, a fin de mantener los riesgos de sus áreas en un nivel tolerable.
- Mantener actualizados los registros de riesgos de cada área.
- Reportar mensualmente en la Reunión Senior de Seguridad sobre los riesgos críticos observados, las observaciones encontradas y los planes de acción y, en términos generales, mantener una comunicación fluida con los equipos de gestión de riesgos de las Gerencias de Salud y Seguridad Industrial y de Excelencia Operacional, compartiendo información referente a los riesgos de sus áreas.
- Asegurar la disponibilidad oportuna de los recursos necesarios para llevar a cabo una adecuada gestión de

riesgos, incluyendo la operatividad de los controles bajo su alcance y la ejecución de tareas o acciones definidas para reducir el nivel de exposición.

- Deben asegurar además la asignación de recursos para el cumplimiento de las actividades previstas de los planes de acción de los controles críticos, incorporándolas, en Plan de Metas del Proyecto y consecuentemente asegurar que se vean reflejadas en su presupuesto y cronograma.
- El Líder de proyecto debe participar activamente en la formulación del Plan de Gestión de Riesgos del Proyecto en conjunto con el Coordinador de Riesgos de Proyectos y aprobarlo.

B. Dueños de riesgos críticos

El rol de dueño de riesgo puede ser asumido por Gerentes y Superintendentes de la operación y Gerentes o líderes de proyectos. Las principales responsabilidades de los dueños de riesgos son:

- Promover el involucramiento activo de los miembros del equipo del proyecto y otras partes interesadas clave en el análisis, evaluación, control y monitoreo de sus riesgos críticos.
- Identificar oportunamente cambios en las condiciones (de personas, empresas, procesos, instalaciones, equipos,

marco regulatorio, políticas, entorno social, ambiental, económico, etc.) sobre las que se analizan sus riesgos, que puedan alterar su valoración y que ameriten ajustes en controles existentes o incorporación de nuevos controles, promoviendo y liderando estos ajustes.

- Verificar constantemente que los controles de sus riesgos sean efectivos y permanentes en el campo.
- Asegurar la adecuada implementación (asignación de recursos) de tareas o acciones adicionales de control del riesgo, ya sea que provengan de auditorías, investigaciones de incidentes, consultorías, revisiones de riesgos u otros.
- Llevar a cabo la revisión y evaluación semestral de sus riesgos críticos, con el soporte de los Coordinadores de riesgos.
- Mantener registros actualizados de la gestión de sus riesgos (Bow Tie, inspecciones, evaluaciones, listas asistencia, etc.)
- Mantener una comunicación fluida con los equipos de gestión de riesgos, compartiendo información referente a sus riesgos críticos.
- Atender a los entrenamientos facilitados por las Gerencias de Salud y Seguridad en materia de gestión de

riesgos, a fin de contar con un nivel de conocimiento para lograr una eficiente gestión de sus riesgos.

C. Dueño de Controles Críticos

El rol de dueño de control crítico puede ser ocupado por un Supervisor de Línea o cualquier cargo superior, salvo excepciones autorizadas expresamente por el Gerente del área y el dueño del riesgo crítico correspondiente. El dueño de control crítico tiene las siguientes funciones:

- Garantizar un adecuado diseño, implementación y operación de los controles críticos bajo su cargo, mediante el monitoreo constante de su desempeño y de las condiciones de operación, el entrenamiento del personal involucrado en su operación y la facilitación de su labor, entre otros.
- Registrar adecuadamente la información que describe el control bajo su responsabilidad, empleando el formato de Estándar de Desempeño y contando para ello con el apoyo del Coordinador de Riesgos asignado.
- Facilitar y participar en las inspecciones y evaluaciones periódicas de los controles críticos, guiando las inspecciones de campo y proporcionando la información y documentación requerida.

- Proponer y ejecutar acciones correctivas en caso se detecten fallas o potenciales fallas en sus controles, gestionando para ello la asignación de recursos necesarios.
- Comunicar de manera inmediata al dueño de riesgo asociado al control a su cargo en caso detecte una falla en su operación o que se generen las condiciones para que ésta se materialice.
- Llevar a cabo la revisión y evaluación trimestral de controles críticos, o de acuerdo a programa establecido, con el soporte de los Coordinadores de riesgos.
- Atender a los entrenamientos facilitados por las Gerencias de Salud y Seguridad en materia de gestión de riesgos, a fin de contar con un nivel de conocimiento para lograr una eficiente gestión de sus riesgos.
- Gestionar la aprobación de recursos para garantizar la implementación.

D. Monitores de Riesgos Críticos

Esta designación es aplicada para el control de todos los riesgos que involucran actividades de Vehículos Livianos y Equipos Móviles, de Compañía y de Contratistas en general, de acuerdo a los Procedimientos establecidos.

- Participar en las reuniones, auto evaluaciones, comités SSO y auditorias de Riesgos Críticos.
- Realizar visitas a las áreas para contribuir con aportes y mejoras.
- Monitorear los avances de la implementación.
- Identificar todos los procesos y los requerimientos para la implementación de los controles críticos como por ejemplo la compra de los equipos de proyección personal específicos y los permisos y autorizaciones referidos para cada actividad critica.
- Promover la participación del personal en la detección de no conformidades y oportunidades de mejora alineado a los estándares de la empresa.
- Contribuir con su conocimiento técnico específico siempre que observe desviaciones y oportunidades de mejoría que contribuyan directamente para la prevención de accidentes.
- Presentar un informe sintético de verificación mensual al responsable del control crítico.
- Hacer seguimiento en campo la implementación de los controles críticos.

2.1.5. DEFINICIÓN DEL CONTEXTO

Es el primer paso en el proceso para analizar y evaluar riesgos. Define los parámetros básicos dentro de los cuales el riesgo debe ser gestionado y establece el alcance para el resto del proceso. El contexto incluye el ambiente externo e interno de la organización, así como una interface entre ambos; también considera el propósito de la actividad de gestión de riesgos.

Esto es importante para asegurar que el objetivo definido para el proceso de gestión de riesgos tenga en cuenta el ambiente organizacional y externo. Se define un alcance de lo que se desea evaluar.

Una herramienta que podemos utilizar y nos ayuda a establecer el contexto, identificando los límites del proceso, así como los proveedores, clientes y partes interesadas del proceso, mapa de procesos (estratégicos, operativos y de apoyo).

2.1.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS CRITICOS

La identificación de riesgos debe ser liderada por los responsables de las áreas operativas y por los gerentes y líderes de proyectos. También se debe involucrar la participación en el ejercicio de identificación de riesgos a las empresas terceras.

Por lo mismo, en el Proyecto Hilarion se promueve el involucramiento activo de todo el personal en la identificación y reporte permanente de

riesgos durante el desarrollo de sus actividades diarias y para ello los Gerentes deben asegurar un entorno flexible y receptivo. Sin desmedro de ello, la identificación formal y estructurada de riesgos, como parte del proceso de gestión de riesgos.

Los coordinadores de riesgos cumplen un rol de soporte y asistencia en el proceso de identificación de riesgos, asumiendo las tareas de facilitación y organización de talleres, de coordinación con participantes y otros actores para disponer de la información y documentación necesaria, de registro de información producida durante la identificación y de la formulación de reportes y otros productos.

La identificación requiere la participación de actores clave que pueden provenir del área a la cual pertenece el proceso, proyecto o plan analizado, de otras áreas o incluso de terceros cuyos procesos podrían verse afectados (proveedores y clientes) y pueden también incluir a personal con experiencia y conocimientos sobre las especialidades abordadas.

2.1.6.1 TIPO DE RIESGOS

El Tipo de riesgo identifica principalmente las consecuencias o impactos que significaría la materialización del riesgo. Tenemos los siguientes:

a. Salud y Seguridad:

Aquellos riesgos que tienen como consecuencia daño a la salud de las personas, incluyendo fatalidades, así como daño a la propiedad.

b. Producción:

Aquellos riesgos que tienen como consecuencia pérdidas de producción en uno o más procesos operativos y/o de soporte de la compañía, que conllevan un impacto económico.

c. Social / Socio ambiental:

Aquellos riesgos que tienen como consecuencia la interrupción o deterioro de las relaciones con las comunidades, así como la afectación de su entorno y medios de sustento, incluyendo sus costumbres y patrimonio cultural.

d. Medio Ambiente

Aquello que puede afectar al medio ambiente, es decir al agua, aire y suelo, áreas donde opera la empresa.

e. Cumplimiento:

Aquellos riesgos que tienen como consecuencia conflictos con los factores de cumplimiento de la compañía, principalmente

en corrupción, lavado de activos, financiamiento del terrorismo e incumplimiento del código de conducta en general.

Con la finalidad de facilitar la gestión, los riesgos son clasificados adicionalmente en Riesgos de Salud y Seguridad (Según la definición previa) y Riesgos de Negocio, que agrupa al resto de categorías definidas (Producción, Social, Medio Ambiente y Cumplimiento). El soporte en la gestión de estos riesgos de Salud y Seguridad debe estar a cargo de la Gerencia de Salud y Seguridad Ocupacional, mientras que, en el caso de los Riesgos de Negocio, la responsabilidad recae en la Gerencia General.

En el Proyecto Hilarion, el proceso de identificación de riesgos de Salud y Seguridad debe seguir lo especificado en el Estándar PG-SUS-GMA-001-ES, Evaluación de Riesgos y el Procedimiento PH-SSO-P-51, Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y Medidas de Control.

El ejercicio de identificación de riesgos operativos de negocio se debe realizar a demanda del gerente de cada área, mientras que en el caso de los riesgos de salud y seguridad se recomienda realizar con una frecuencia anual. En este sentido, los gerentes deben prestar atención a condiciones que motiven la activación del proceso de identificación de riesgos, tales como:

- Cambios en las condiciones del entorno
- Cambios en procesos

- Cambios de personal
- Ocurrencia de un evento, ya sea en la organización o en la industria.
- Observaciones/ recomendaciones de auditorías o estudios.

2.1.6.2 ANÁLISIS DE RIESGOS

En esta etapa se determina el nivel de exposición al riesgo, mediante la definición de la probabilidad de ocurrencia y el impacto esperado, tomando en cuenta la efectividad razonable de los controles implementados. Para ello, la metodología comprende la identificación de las causas, los controles existentes y las posibles consecuencias de un riesgo.

Una vez determinado el nivel de exposición a un riesgo, se procede a compararlo con los criterios de criticidad y tolerancia establecidos por la organización, con la finalidad de tomar decisiones relativas a su tratamiento. Ello requiere de la estimación del nivel de riesgo residual y la máxima pérdida estimada.

2.1.6.2.1 CAUSAS, IMPACTOS Y CONTROLES:

Deben identificarse las principales o más probables causas, controlables o no, que pueden ocasionar que el riesgo ocurra.

Igualmente, deben identificarse los impactos más relevantes, siendo necesario que el análisis alcance a todos los posibles tipos de consecuencias (Sociales, ambientales, financieras, reputacionales, legales y de salud y seguridad).

Los controles están dirigidos a tratar las principales causas e impactos del riesgo, de acuerdo a esto, los controles pueden clasificarse en:

- Controles Preventivos: Son para gestionar las causas y por ende, reducen la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado.
- Controles Mitigadores: Reducen los impactos en caso que el evento de riesgo efectivamente se materialice.
- Controles Críticos: Es aquel control destinado a prevenir o mitigar un riesgo crítico y que:
 - ❖ Previene la principal causa o más de una causa o mitiga el principal impacto o más de un impacto.
 - ❖ Es fácilmente identificado por los expertos como el único control o el más importante en el manejo del riesgo.
 - ❖ Suele ser mandatorio.

- ❖ Si falla, es altamente probable que el riesgo se gatille.
- ❖ No es negociable: Si se tiene que seleccionar sólo un control, ¿Cuál sería?

2.1.6.2.2 NIVEL DE RIESGO RESIDUAL:

Este es un índice que representa el nivel de riesgo residual asociado al evento de riesgo, la cual permanece después que los controles existentes.

$\text{Nivel de Riesgo Residual} = \text{Factor de Severidad} \times \text{Factor de Probabilidad}$

a) Factor de Severidad

El factor de severidad se define como "el grado esperado de daño, lesiones o pérdidas, suponiendo una efectividad razonable de los controles mitigantes existentes y probados".

La metodología considera una amplia gama de posibles "impactos" en la organización, ya sea de naturaleza financiera, de salud y seguridad, comunitaria, social y cultural, medio ambiente, reputacional y/o legal y utiliza la tabla guía mostrada a continuación para estandarizar la

evaluación de la gravedad y la mayor coherencia en el proceso.

A continuación, se muestra la Tabla 2.2 del Factor de Severidad para análisis de riesgos, empleada en el Sistema de Gestión de Riesgos para seleccionar el factor de severidad a emplear en el análisis de riesgos, comparando los impactos esperados con la descripción referencial establecida para cada tipo y nivel de impacto.

Tabla 2.2

Factor de severidad y tipos de riesgo

Nive 1	Accidente personal	Ambiental	Financiera	COMUNIDAD (Conflictos con las comunidades)	REPUTACIÓN (Paralización de proyectos)	CUMPLIMIENTO LEGAL (Incumplimiento de leyes y reconocimiento)	Factor Severidad
7	>10 fatales Evento que ocasione discapacidad física, permanente, parcial o total, mutilación o muerte.	Impacto permanente graves y significativo sobre especies muy importantes, el hábitat y el ecosistema,	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material mayor de US\$2'000,000.00	Quiebre total del orden social. Profanacion generalizada de articulos de importancia cultural mundial. Empresa directamente responsable o complice de graves y generalizadas consecuencias de largo plazo en materia de derechos humanos	Condena Internacional prolongada de multiples ONGs y de los medios de comunicación.	Toma de control Hostil. Quiebra o cierre de operaciones de la empresa.	1000
6	2 a 10 fatales. Evento que ocasione discapacidad física, permanente, parcial o total, mutilación o muerte.	Impacto en la comunidad regional; No se puede remediar por completo por medio de intervención técnica; impacto significativo sobre especies muy importantes, el hábitat y el ecosistema, a punto de causar extinción;	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material entre US\$1'000,000.00 y US\$2'000 000.00	Quiebre del orden social. Daño generalizado de articulos de importancia cultural mundial. Infraccion muy ofensiva del patrimonio cultural. Empresa directamente responsable o complice de graves consecuencias de largo plazo en materia de derechos humanos	Condena internacional de multiples ONGs y de los medios de comunicación. Acciones directas de la empresa. Resultan en problemas de reputacion. Grandes protestas con violencia (>100 personas) que resultan en lesiones mortales	Falta de licencias de operación, obligan el cierre de la operación. Derecho de la competencia o investigacion de practicas de corrupcion externa.	300
5	Lesión que resulte en pérdida funcional permanente o muerte;	El área alcanzada está restringida a los alrededores de la unidad industrial o área periférica al lugar del accidente. Remediación parcial por medio de intervención técnica; Efectos graves en el ambiente con perjuicio en el funcionamiento del ecosistema;	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material entre US\$2'00,000,00 y US\$1'000,000.00	Impacto sociales extensos de largo plazo. Daño generalizado a estructuras/articulos/lugares de importancia cultural nacional. Infracciones serias al patrimonio cultural. Empresa directamente responsable o complice de multiples impactos agravados en materia de derechos humanos	Protestas seria publica o de los medios nacionales (cobertura internacional). Campaña perjudicial de las ONG. Reputacion de la empresa gravemente empañada. Grandes protestas(>100 personas) con violencia significativa y lesiones graves multiples.	Multas y procesos judiciales relativos a infracciones penales incluyendo penas de carcel y ser objeto de investigacion publica por el gobierno.	100

4	Lesión o manifestación clínica cuyo tratamiento necesita obligatoriamente atención y/o seguimiento médico y alejamiento del trabajo, que se debe contabilizar a partir del siguiente día de trabajo.	Impacto restringido a la unidad industrial o lugar del accidente;	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material entre US\$50,000.00 y US\$2 00,000.00	Impacto social imponente de largo plazo o asuntos sociales serios en curso. Daños estructuras, artículos de importancia cultural nacional. Infracción mayor e indiferencia del patrimonio cultural. Empresa directamente responsable o cómplice de los principales impactos en materia de derechos humanos.	Atención adversa significativa de los medios nacionales, públicos. Protestas de 20 a 100 personas reprimidas por la fuerza, detenciones y heridos. Reputación de la empresa mayormente impactada.	Litigios civiles serios incluyendo demandas colectivas.	30
		Remediación total por medio de intervención técnica;					
		Efecto en el ambiente con relativo perjuicio al funcionamiento del ecosistema;					
3	Lesión o manifestación clínica cuyo tratamiento necesita atención y/o seguimiento médico de manera obligatoria. Se mantiene la aptitud, pero con restricción compatible para la ejecución parcial de la misma actividad o de otra actividad, de manera transitoria.	Impacto restringido a la instalación	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material entre US\$10,000.00 y US\$50,000.00	Impacto social moderado de mediano plazo o frecuentes problemas sociales. Daño moderado a estructuras /artículos de importancia cultural local. Moderada infracción al patrimonio cultural, lugares sagrados, impactos temporales moderados en materia de derechos humanos.	Atención de los medios regionales y acentuada preocupación de la comunidad local. Críticas de la comunidad. Reputación de la empresa afectada negativamente.	Incumplimiento de la legislación. Falta de licencias válidas de exploración.	10
		Remediado de manera natural sin intervención técnica					
		Efecto moderado en el ambiente físico o biológico, pero que no afecta el funcionamiento del ecosistema					

2	Lesión o manifestación clínica cuyo tratamiento necesita atención y/o seguimiento médico de manera obligatoria. Se mantiene la aptitud para el trabajo en la misma actividad.	Impacto restringido a la instalación	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material entre US\$5,000.00 y US\$10,000.00	Impacto social menores de mediano plazo en un numero pequeño de personas. Daño menor reparable o perturbacion de la propiedad. Estructura o articulos. Infraccion menor del patrimonio cultural. Impacto temporal menor en materia de derechos humanos.	Atencion adversa de los medios locales y protestas comunidad. Acentuado control del regulador. Reputacion de la empresa afectada por un pequeño numero de personas.	Asuntos legales menores, no cumplimientos y violaciones a los reglamentos	3
		Remediado de manera natural sin intervención técnica					
		Efectos menores en el ambiente físico o biológico					
1	Lesión o manifestación clínica cuyo tratamiento se da de manera ambulatoria sin la necesidad obligatoria de atención médica. Se mantiene la aptitud para el trabajo en la misma actividad.	Impacto restringido al equipo	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material hasta US\$5,000.00	Impactos sociales de bajo nivel. Bajo nivel de infraccion al patrimonio cultural o minima alteracion de las estructuras patrimoniales. Impacto minimo en materia de derechos humanos	Preocupacion publica restringida a reclamos locales. Bajo nivel de interes de los medios y/o del regualdor.	Asunto legal de bajo nivel	1
		Remediado de manera natural sin intervención técnica					
		Sin efectos duraderos Bajo impacto en el ambiente físico o biológico					

Fuente: Procedimiento de Investigación, Clasificación, Comunicación y Análisis de Incidentes/Accidentes, PG-SUS-SSO-003-ES

b) Factor de Probabilidad

El factor de probabilidad se define como "la probabilidad de que la empresa experimente el impacto considerado, suponiendo una eficacia razonable de los controles preventivos existentes y probados". La metodología evalúa la probabilidad de que el evento de riesgo o situación ocurra en un marco de tiempo específico y utiliza la Tabla 2.3, factor de probabilidad, que se muestra a continuación para estandarizar la definición de la probabilidad y promover la coherencia en el proceso.

Tabla 2.3

Factor de probabilidad

OPERACIONES Teniendo en cuenta el sitio, La empresa y experiencia en el sector y las condiciones futuras esperadas, el evento de riesgo:	Descripción de la incertidumbre	PROYECTOS En base a la experiencia de la empresa (Proyecto Hilarion) en el sector y las condiciones futuras esperadas, con los estudios y proyectos similares, el riesgo:	FACTOR DE PROBABILIDAD
Podría ocurrir más de una vez en un año.	Casi cierto	Podría esperarse que ocurra más de una vez durante el estudio o entrega del servicio.	10
Podría ocurrir durante el periodo presupuestario de 1 a 2 años.	Probable	Podría fácilmente ocurrir y generalmente ha ocurrido en estudios o servicios similares.	3
Podría ocurrir durante el periodo de Planificación Estratégica de 5 años.	Posible	Ha ocurrido en una minoría de estudios o servicios similares.	1
Podría ocurrir durante el periodo de tiempo de 5 a 20 años.	Improbable	Se sabe que puede ocurrir pero en raras ocasiones.	0.3
Podría ocurrir durante el periodo de tiempo de 20 a 50 años.	Raro	No ha ocurrido en estudios o servicios similares, pero podría.	0.1
Por una falla de sistema: . Esta consecuencia no ha ocurrido en la industria en los últimos 50 años. Por un peligro natural (terremoto, inundación, Avalancha, etc.) . El periodo de retorno previsto para un riesgo de esta fuerza / magnitud es uno en 100 años o más.	Muy Raro	Concebible, pero solo en circunstancias extremas.	0.03

Fuente: Procedimiento de Investigación, Clasificación, Comunicación y Análisis de Incidentes/Accidentes, PG-SUS-SSO-003-ES

Seleccionar de la tabla Factor de Probabilidad la descripción que mejor se ajuste a la probabilidad de que la empresa o sus partes interesadas experimenten efectivamente el impacto seleccionado, asumiendo una efectividad razonable de los controles preventivos existentes y probados.

2.1.7. IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS NO DESEADOS

El Método Bow Tie “no es aplicado para la evaluación de riesgos”. La evaluación de riesgos ya se realizó con el IPERC BASE. Lo que se realiza es verificar los controles que se han definido para las actividades de “Alto Riesgo”, el BowTie se centra en las actividades de alto riesgo “Catastrófico”.

A nivel corporativo la empresa cuenta con trece riesgos críticos y como también las empresas contratistas trabajan bajo los estándares de Nexa.

En el Proyecto Hilarion se cuenta cuatro riesgos principales, las cuales fueron identificadas a partir de IPERC Base, las estadísticas de accidentes del Proyecto Hilarion y accidentes corporativos. Las actividades principales que se realizan en el Proyecto Hilarion son Perforación Diamantina, trabajos de mapeo y muestreo, trabajos de corte de testigo, trabajos de mantenimiento y rehabilitación de componentes auxiliares de Medio Ambiente, para lo cual no aplica la implementación

de los 13 riesgos críticos, sino solo 4 de ellos, esto por el tipo de trabajo que se realiza en el Proyecto Hilarion. A continuación, se mencionan:

- Vehículos y Equipos Móviles
- Herramientas manuales
- Protección de maquinas
- Caída de personas

2.1.7.1 Vehículos y equipos móviles

En el Proyecto Hilarion se utiliza vehículos y equipos móviles, como camionetas y minivan para el traslado del personal de supervisión y auxiliares de campo. El traslado del personal se realiza desde del distrito de Huallanca hacia el Proyecto Hilarion y viceversa.

Los equipos de línea amarilla son retroexcavadora y excavadora, los cuales se usan esporádicamente de acuerdo a la necesidad para mantenimiento y apertura de accesos y construcción y cierre de plataformas.

Se cuenta con una cisterna para trabajos de regado de la vía y traslado de fluidos de perforación.

También se cuenta con un volquete para traslado de material o desmonte y traslado de corcas, estos trabajos son esporádicos.

La Unidad estableció, documentó e implementó un Programa que atienda todos los requisitos establecidos en el Estándar de Vehículos y Equipos Móviles, así como la legislación nacional.

2.1.7.2 Herramientas manuales

En la unidad se utilizan las herramientas manuales para las diferentes actividades que se realizan, como por ejemplo en la actividad de perforación diamantina, mantenimiento de equipo, trabajos de mantenimiento de los componentes auxiliares de Medio Ambiente, etc.

Las herramientas manuales son como instrumentos, equipos manuales o utensilios utilizados en las actividades de mantenimiento y operación, en trabajos que amplían y diversifican la eficacia de las manos, proporcionando una mayor fuerza y precisión en la actividad realizada. Por ejemplo: esmeriladora, lijadora, motosierra, taladro manual y otros.

Existe variedad de herramientas manuales, y podemos clasificarlas en:

- Los equipos de trabajo portátiles: Amoladora, taladro, esmeriladora.
- Herramientas de golpe: Picota, combas, martillos, cinceles,
- Herramientas con bordes filosos: Cuchillos, hachas, etc.
- Herramientas de corte: Machete, tenazas, tijeras, etc.
- Herramientas de torsión: Llaves múltiple, destornilladores

La unidad define e implanta estándares considerando responsabilidades para todos los involucrados en base al Estándar Corporativo, así como la legislación local, sistemática de adquisición, construcción, almacenaje, inspección,

utilización, préstamo y conservación de las herramientas manuales utilizadas; define e implementa papeles y responsabilidades para todos los involucrados con gestión del programa, además garantiza el entendimiento por todos los involucrados.

2.1.7.3 Protección de maquinas

La unidad define los roles y responsabilidades para todos los involucrados en el sistema de gestión de Protección de máquinas y garantiza el conocimiento a través de capacitaciones por todos los involucrados.

Todas las partes tengan partes móviles, calientes, frías, cortantes y de agarre que estén expuestos o que puedan lanzar partículas de materiales, generando riesgo potencial a la integridad física de las personas se tiene inventariado para su fácil gestión.

También se cuenta con máquina de corte de testigos, es aquella maquina

La Unidad estableció, documentó e implementó un Programa que atienda todos los requisitos establecidos en el Estándar de Protección de Máquinas, así como la legislación local.

Entre las maquinas más resaltante se tiene: La máquina perforadora y máquina de corte de testigos.

2.1.7.4 Caída de personas

La gestión de prevención de caídas es fundamental para controlar los principales riesgos de este tipo de actividad, como, por ejemplo: caída del mismo nivel, caída de diferente nivel, caída de herramientas y materiales, contacto con energías peligrosas (eléctrica, térmica, radiación ionizante), exposición a intemperies y postura inadecuada.

Entre las principales actividades relacionado a caída de personas son:

- Mapeo y muestreo (zonas agrestes)
- Tránsito en diferentes partes del Proyecto.
- Limpieza de pozas de lodo.

2.1.8. ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES DEL PROYECTO HILARION

Las estadísticas de accidentes del Proyecto Hilarion fueron base para para la determinación de los 4 riesgo crítico. En el año 2018 se registró un accidente de vehículo (volcadura de camioneta) de nivel 4 y potencial de gravedad 6; accidente caída de personas, accidente con manipulación de herramientas manuales en la actividad de perforación. Para la empresa es prioridad la salud e integridad física de los trabajadores, es por ello que se implementa la gestión de riesgos críticos antes mencionados. A continuación, se observar en la tabla 2.4 las estadísticas de accidentes del Proyecto Hilarion.

Tabla 2.4

Estadística de accidentes del Proyecto de Exploración Minera Hilarion

Descripción	CUADRO ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES																								
	RESUMEN ESTADISTICO DE SEGURIDAD , PROYECTO EXPLORACIONES "HILARION"- AÑO 2018-2019																								
	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	ACUM
N° Trabajadores	10	19	63	59	65	107	122	128	134	144	144	142	83	131	122	138	141	132	116	119	146	156	202	219	2842
Casi accidentes	2	3	6	9	5	3	6	4	6	1	6	3	2	0	2	3	3	2	0	1	3	3	2	2	77
Primeros Auxilios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentes leve	0	2	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
Accidente Incapacitante	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Accidente Mortal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total:	12	24	69	70	71	112	129	132	141	145	150	145	86	131	124	141	144	134	116	120	149	159	204	222	2930
NIVEL 1	0	2	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
NIVEL 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
NIVEL 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIVEL 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Accidente Equipos/ Propiedad	0	0	1	1	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
H.H.T	1796	2696	9550	8480	4772	16851	22356	23777	23623	29702	30995	25302	12372	23332	27468	26880	25116	21596	17153	22138	24308	27127	32004	32221	491616
Días Perdidos	0	0	0	1	0	0	24	31	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
ÍNDICES INTERNOS DE SEGURIDAD																									
Índice	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	M500
TFCSA	0.00	0.00	0.00	44.40	36.64	22.65	30.07	22.15	26.34	20.89	17.18	15.01	14.25	12.98	12.05	7.48	6.95	6.84	3.48	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	≤ 1.3
TG	0.00	0.00	0.00	44.40	36.64	22.65	375.93	620.31	614.57	543.16	446.74	390.20	370.59	337.50	313.21	287.93	267.57	263.23	184.47	77.01	27.94	0.00	0.00	0.00	≤ 60
Tasa Integrada	0.00	0.00	0.00	44.85	37.00	22.88	33.83	28.36	32.48	26.32	21.65	18.91	17.96	16.36	15.18	10.36	9.63	9.47	5.33	4.27	0.28	0.00	0.00	0.00	≤ 1.9

Fuente: Elaboración propia

2.1.9. IDENTIFICAR LOS CONTROLES

- a) En primera instancia se identifican los elementos que habilitan que se materialice el peligro, las causas (amenazas); una causa que potencialmente liberará un peligro y producirá un evento no deseado.
- b) Luego se identificará los elementos sucesivos posteriores a la ocurrencia del evento no deseado, las consecuencias.
- c) **Finalmente se determina los controles preventivos y mitigadores, tanto los existentes como los nuevos controles potenciales antes de identificar los controles críticos.**
- d) Desde la posición de ICMM (2015):

“En la mayoría de los casos ya existirán controles como resultado de los trabajos previos de evaluación del riesgo, la experiencia adquirida por la empresa o la industria a raíz de los accidentes producidos o las leyes y orientaciones asociadas”. En esta fase se recomienda revisar cada END detectado para verificar si se han **identificado los controles apropiados.**
- e) Una vez identificado los controles preventivos y mitigadores se evaluarán para decidir si es, o no es un control, para ello se aplicará la metodología establecida por el Consejo Internacional de Minería y Metales – ICMM.

Identificar el factor de escalamiento de los mismos controles y determinar los controles de los mismos (preventivos y mitigadores).

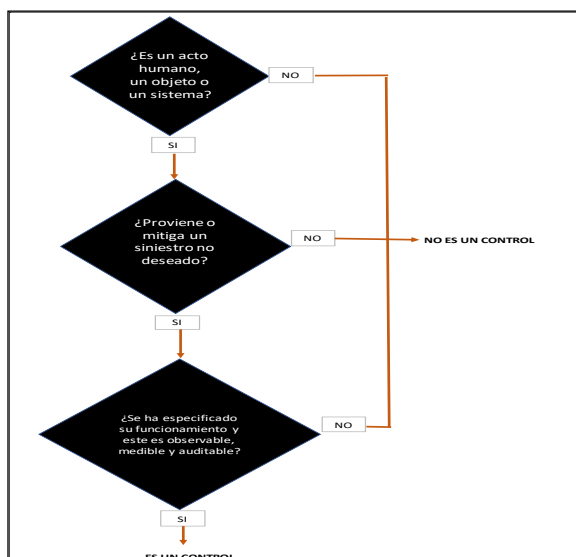


Figura 2.9. Árbol de decisión sobre la identificación de controles.
Fuente: Consejo Internacional de Minería y Metales – ICMM

- f) La herramienta de análisis empleada para desarrollar es el método Bow Tie, a continuación, se muestra la Figura 2.10 para registrar la información del análisis de los riesgos críticos usara la matriz de Bow Tie.

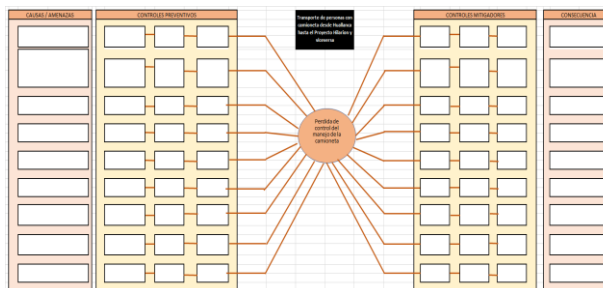


Figura 2.10. Herramienta de análisis de Bow Tie
Fuente: Adaptado al diagrama Bow Tie de ICMM

2.1.10. SELECCIÓN DE LOS CONTROLES CRITICOS

2.1.10.1 Determinación la efectividad de los controles

En esta parte se evaluará la efectividad de los controles, es decir, para confirmar que los controles son adecuados y pertinentes para cada causa y/o consecuencia, cotejándolo con la jerarquía de controles.

La metodología consiste medir la calidad por la jerarquía, donde la calidad consta de tres tipos tipo: CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD y SOBREVIVENCIA; cada uno se evaluación con preguntas relacionados a la efectividad del control. La metodología se muestra en la figura 2.11 y el resultado final se evalúa de acuerdo a los niveles, buena efectividad, satisfactoria pero mejorable e inadecuado - acción requerida, ver figura 2.12.

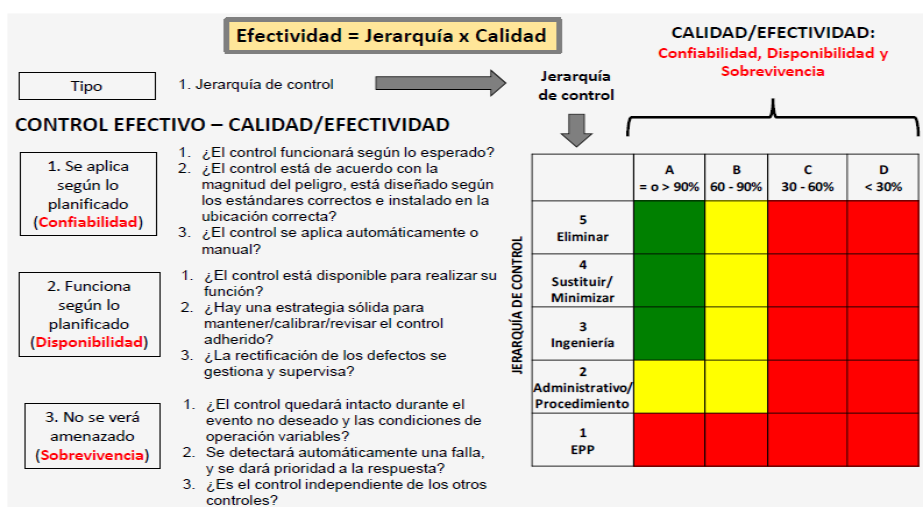


Figura 2.11. Evaluación de la efectividad del control.

Fuente: BHP Billiton y MMG.

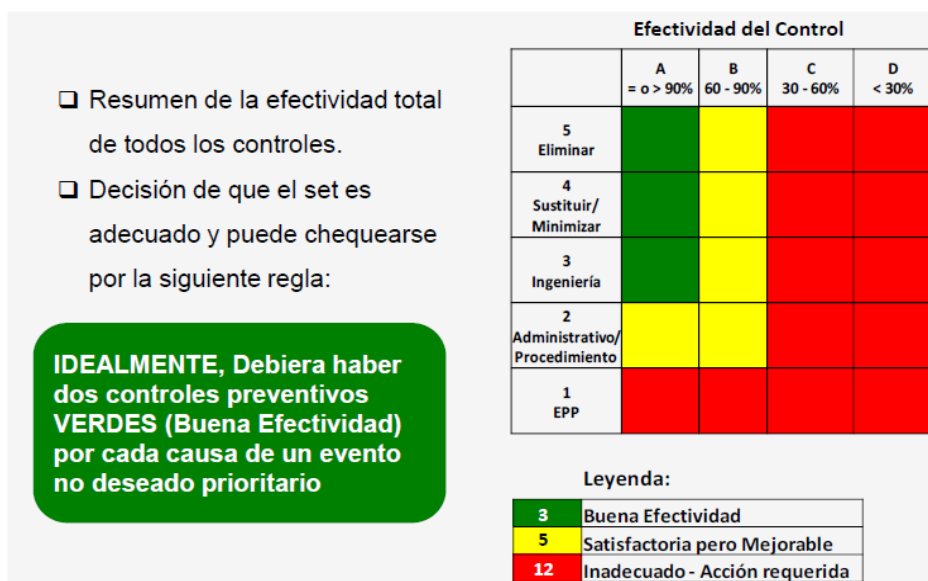


Figura 2.12. Nivel para la medición de la efectividad.
Fuente: BHP Billiton y MMG.

2.1.10.2 Selección de controles críticos

El punto de partida de esta etapa es la matriz Bow Tie elaborado en el ítem 2.9.1. Los controles identificados en el diagrama se deben evaluar para determinar si se trata de controles críticos. Las preguntas que siguen pueden ayudar a determinar si un control es crítico, ver figura 2.13:

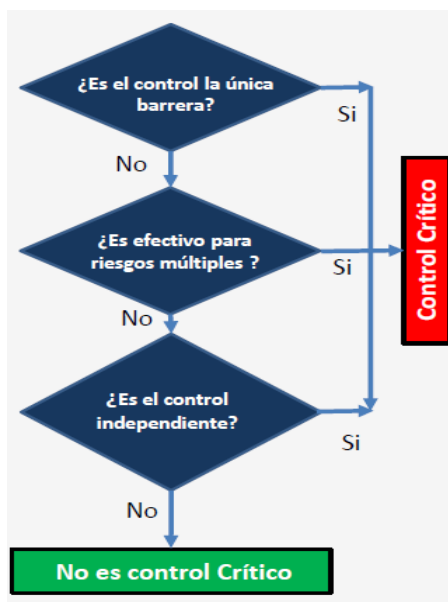


Figura 2.13. Árbol dedición de controles críticos.
 Fuente: Consejo Internacional de Minería y Metales - ICMM

Condicionantes:

1. Si el control está solo o es el único control (barrera) como preventivo o mitigador.
2. Un control que impide más de un evento no deseado o mitiga más de una consecuencia se clasifica normalmente como crítico.
3. Es el control Independiente.

Tabla 2.5

Determinación de control critico

RESUMEN DE CONDICIONANTE			
Que solo este	En más de una causa o consecuencia	Independiente	
		Crucial	Aumenta el riesgo
CP 1	CP2= CM1	CP3	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2.2, es empleada para seleccionar el factor de severidad por el Equipo de Gestión de Riesgos Críticos en el análisis de riesgos, comparando los impactos esperados con la descripción referencial establecida para cada tipo y nivel de impacto.

B. Factor de probabilidad:

El factor de probabilidad se define como "la probabilidad de que la empresa experimente el impacto considerado, suponiendo una eficacia razonable de los controles preventivos existentes y probados". La metodología evalúa la probabilidad de que el evento de riesgo o situación ocurra en un marco de tiempo específico y utiliza la tabla guía que se muestra a continuación para estandarizar la definición de la probabilidad y promover la coherencia en el proceso.

Usando las tablas 2.2 y 2.3, se evalúa el riesgo residual, también con ello se determina la criticidad.

Criticidad se refiere a la importancia relativa de un riesgo individual. En el contexto del estándar de la empresa, riesgos críticos son aquellos que tienen un significativo impacto en el logro de los objetivos estratégicos, resultados esperados y los planes de desarrollo de la organización.

Un riesgo es definido como crítico si cumple con uno de los siguientes criterios:

Nivel de Riesgo Residual (NRR)	≥90
Nivel de Severidad en Seguridad y Salud	≥4
Máximo Perdida Estimada (MPE) Financiera	>US\$ 1'000,000.00

La criticidad determina el alcance para todas las actividades de gestión de riesgos: análisis, control, monitoreo y comunicación. En la unidad, la gestión de riesgos críticos requiere:

- Ser elevado la información al Equipo de Gestión de Riesgos y al Gerente General.
- Verificación periódica de controles críticos.
- Evaluación de los controles críticos y del riesgo cada 6 meses.

2.1.11. DEFINIR EL RENDIMIENTO O DESEMPEÑO DEL CONTROL CRITICO

“En esta etapa conlleva el examen de los objetivos, los requisitos de desempeño (incluido el desempeño actual) y los mecanismos de elaboración de informes para un control crítico” (ICMM, 2015).

Desde la posición de ICMM (2015): “La definición del objetivo del control crítico ayudará a entender la función, las expectativas y los resultados del control y los objetivos de los controles críticos deben tener una descripción precisa de lo que se quiere de un control”.

“Los requisitos de desempeño de un control crítico, son las normas de funcionamiento que debe satisfacer un control. Un requisito de este tipo debe constar de una acción (como la prevención, el mantenimiento, etc.) y un valor (por ejemplo, 0,1 ml por encima del nivel crítico, un 50% de la capacidad, etc.)” (ICMM, 2015).

Como expresa ICMM (2015): “El monitoreo que se ejecuta en el proceso de verificación y/o inspección de las actividades que apoyan o mejoran los controles críticos se han completado a un nivel aceptable. Para cada control crítico, identifique qué se requiere de la verificación”.

Desde el punto de vista de ICMM (2015):

“Esto proporciona orientaciones generales de cara a los pasos posteriores, en los que se identificará cómo se lleva a cabo la verificación en la práctica y en la explotación (paso 7) para, a continuación, proceder con la actividad de verificación en la explotación (paso 8). Puede ser útil identificar estos requisitos de verificación al revisar los documentos y conversar con el personal involucrado en las acciones 1 a 3 de este paso”. Por lo mismo, verifique:

- Los requisitos necesarios para la verificación de la eficacia del control crítico se ajuste a lo requerido;
- Definir con frecuencia es necesario efectuar la verificación;
- Qué tipo de verificación es necesario realizar (por ejemplo, inspección, revisión de registros, revisión del sistema de supervisión, etc.).

Como expresa ICMM (2015): “Los resultados de las actividades de verificación deben notificarse periódicamente a los eslabones jerárquicos superiores. En el paso 6 se detalla la estructura de rendición de cuentas. Al final del paso 5, elabore un resumen de la información relativa a cada control crítico. Este resumen constituye únicamente una guía, y puede adaptarse a las necesidades específicas de cada organización.

A la hora de definir se necesita la siguiente información para cada control crítico:

- La denominación del control crítico;
- Objetivos específicos;
- Valores meta y métricas;
- Describir las actividades del proceso de ejecución o implementación del control;
- Describir las actividades de verificación necesarias de la implementación del control crítico.

Para definir el rendimiento o desempeño de control crítico se elaboró el siguiente formato:

ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO		
EVENTO NO DESEADO:	Perdida de control del manejo de la camioneta	
CONTROL CRÍTICO:	Mantimiento constante de la vía, construcción de muros de seguridad	CÓDIGO CC: 2A
DUÑO DEL CONTROL:	Roger Arce/Juan Taco	CODIGO CAUSA: CA2
ELABORADO POR:	Enma Reymundo Soto	FECHA: 12/06/2019
DESCRIPCIÓN DEL CONTROL	PROCESO DE EJECUCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL	VERIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL CRÍTICO
Objetivo: Realizar mantenimiento de la vía y la construcción de muros de seguridad para conservar la carretera en niveles de servicio adecuados, incluyendo los puentes, muros, señalizaciones y demás elementos que forman parte de la vía.	Cómo se implementa o ejecuta este Control Crítico en el campo? Según el procedimiento se realiza el mantenimiento de la vía con la retroexcavadora y manualmente. Se cuenta con dos vigías para el pase de los vehículos. Se contruye los muros de seguridad de acuerdo al procedimiento con la verificación de los Supervisores Operativos.	*Verificar la ejecución del mantenimiento de la vía en campo *Verificar la construcción del muro 0.65 cm
Métricas del Control y Valores Meta: B Vías en mantenimiento, zonas en construcción: Velocidad máxima 20 Km/h. B La construcción del muro de seguridad debe tener las 3/4de llanta del vehículo		
Responsable: Supervisores de Operativos	Frecuencia: El presente control se realizará antes de iniciar la actividad	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA		
Estándares, Procedimientos, Manuales u otros documentos que rigen el proceso de aplicación del Control Crítico		
Código y Nombre	Comentario / Sustento	
Reglamento Interno de Trancito RIT-EXPL-001	El procedimiento y el RIT contiene las descripciones específicas de la actividad a ejecutarse.	

Figura 2.15. Estándar de desempeño.

Fuente: Adaptado a la guía de buenas prácticas de Gestión de Controles Críticos para la Salud y Seguridad de ICMM

2.1.12. ASIGNACION DE RESPONSABILIDAD

Para garantizar la gestión del riesgo de un Eventos No Deseados (END), los controles deben funcionar eficazmente. Esto requiere supervisar su estado a través de actividades de verificación que se asignan a responsables específicos (o múltiples). Estas actividades se describirán en un plan de verificación y elaboración de informes. El plan de verificación y elaboración de informes incluye:

- Un responsable del END (está a cargo de Jefe de Proyecto);
- Un responsable del control crítico, está a cargo del Líder del Proyecto o Ingeniero Geólogo (se responsabiliza de supervisar el

- estado de los controles críticos mediante la revisión de los informes de las actividades de verificación);
- Un responsable de las actividades de verificación, que se encarga de llevar a cabo dichas actividades y de elaborar los correspondientes informes de resultados, está a cargo del Monitores de Los Riesgos Críticos.
 - Cada control crítico cuenta con un responsable, donde dicho Control Crítico tiene varias actividades a desarrollar.
 - Un responsable de revisar los informes de verificación (Gerente General). La figura 2.16 se muestra plan de verificación y elaboración de informes para un END.

Plan de verificación y elaboración de informes sobre controles críticos para un END		
EVENO NO DESEADO (END)	CONTROL CRITICO	ACTIVIDADES DE VERIFICACION
Perdida de control del manejo de la camioneta	Mantenimiento constante de la vía, construcción de muros de seguridad	Seguimiento de la implementación del Control Crítico
Responsable del END	Responsable del control crítico	Responsable de la actividad de verificación (campo)
Jefe de Proyecto	Dueño de Control Crítico	Monitor de Riesgos Críticos
Funciones del Responsable END:	Funcion del responsable del control crítico:	Funcion del responsable de la actividad de verificación
Supervisa y examina mensualmente los informes sobre los END y el estado de los controles críticos, e informa al respecto a la gerencia de la empresa. Decidir sobre las acciones requeridas.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar semanalmente* los informes sobre las actividades de verificación. • Entregar un resumen de los informes al responsable del END. 	<ul style="list-style-type: none"> •Recopilar y revisar los requisitos de la actividad de verificación basados en la información y compararlos con las expectativas. • Iniciar las acciones. • Presentar un informe sintético de verificación semanal al responsable del control crítico.

Figura 2.16. Plan verificación y elaboración informe controles críticos para un END.
Fuente: Adaptado de según la guía de buenas prácticas de ICMM

2.1.13. PLAN DE ACCION

Una vez asignado las responsabilidades, se elabora el plan de acción para la implementación de los controles críticos. Para la verificación

de la implementa de los controles críticos, se elaboraron formatos de check list, con ello se realiza el seguimiento mensual.

2.1.14. IMPLEMENTACION, VERIFICACION Y ACCION

2.1.14.1 Implementación:

Se identifica primero el problema, para este caso el problema o como producto final se tiene los controles críticos analizados usando la metodología BowTie, donde dichos controles críticos fueron determinados para cada riesgo crítico y se debe implementar los controles críticos en campo según el plan de acción elaborado en el ítem 2.1.13 con plazos y responsables.

En esta epata se hace seguimiento a la implementación del plan de acción de cada control crítico, para ello se realiza la gestión correspondiente con los dueños de riesgo crítico y dueño de control crítico. Con el apoyo de los monitores de riesgo crítico, se realiza requerimiento de los materiales, equipos, etc., para la implementación de los controles críticos.

2.1.14.2 Verificación o revisión

La revisión de un riesgo crítico debe ser llevada a cabo con una frecuencia semestral o cuando se evidencien:

- Cambios en las condiciones del entorno o en las causas.
- Cambios en procesos.
- Cambios de personal.
- Ocurrencia de un evento, ya sea en la organización o en la industria.
- Observaciones/Recomendaciones de auditorías o estudios especializados.
- En proyectos y planes: Cambios de alcance.

La revisión el Dueño del Riesgo solicitará el soporte del Coordinador de Riesgos asignado en la organización y dirección del ejercicio de revisión.

Este ejercicio debe incluir la revisión de causas, impactos, controles, sustentos de severidad, probabilidad y máxima pérdida estimada que hayan sido registrados, centrando el esfuerzo en detectar cambios en los supuestos o condiciones que afecten la validez de lo considerado en la revisión precedente o incluso identificando nuevas causas, impactos o controles, que no hayan sido registrados. Debe igualmente revisarse el estado de las acciones de mejora o tareas que se hayan acordado previamente producto de verificaciones de controles críticos, auditorías, investigaciones de eventos ocurridos u otros.

La Revisión puede generar cambios en la valoración del riesgo, ya sea que se incremente o reduzca el nivel de

exposición o de riesgo residual, pudiendo incluso dejar de ser crítico para la compañía.

El ejercicio de Revisión de un riesgo incluye además su Evaluación en función al desempeño de sus controles críticos, según lo descrito a continuación.

A. Evaluación de Control Critico

La Evaluación de los controles críticos es llevada a cabo semestralmente, como parte del ejercicio de Revisión de Riesgo, por el Dueño del Control y con el soporte del Coordinador de Riesgos asignado. Sin embargo, un control crítico puede ser evaluado en cualquier momento, cuando ocurre un evento de alto potencial o de un cambio significativo en las condiciones en las que opera.

La evaluación de un control comprende tanto su diseño como su implementación. La evaluación del diseño consiste en la aplicación de un cuestionario único, de aplicación a todos los controles y que está constituido por las siguientes preguntas:

- ¿Las condiciones y/o supuestos más relevantes de diseño del control han cambiado?
- Si la respuesta anterior es SI: ¿Se ha actualizado el diseño e implementación del control en función a los cambios?

- ¿El objetivo del control es específico y entendido por todos?
- ¿Los rangos meta definidos son medibles y se cuenta con metas de desempeño para el control claramente definidas?
- ¿Está el proceso de control claramente descrito y documentado?
- ¿Está definida la frecuencia de aplicación o ejecución del control?
- ¿Está identificado el responsable de la implementación del control?

La implementación del control es evaluada en función al resultado de las inspecciones realizadas en el periodo.

La evaluación de controles críticos se lleva a cabo en una Hoja de Cálculo Excel diseñada para tal propósito.

La lógica empleada incorpora un factor de ponderación que depende del tipo de control (de ingeniería, sistema o personas), tratamiento del Riesgo.

Esta ponderación se sustenta en que los controles basados en personas suelen apoyarse en las habilidades, conocimientos y experiencia de los individuos y en su interpretación sobre los objetivos y valores de la organización. Por ello la confiabilidad en estos controles

puede ser muy variable, siendo más relevante la verificación de su operatividad.

Por otro lado, se considera que los controles basados en ingeniería suelen ser más robustos, pues están diseñados para lograr un nivel de control eficaz.

Finalmente, se toma en cuenta también el nivel de cumplimiento del programa de verificaciones de campo o inspecciones del control en el periodo y la (no) ocurrencia de un evento de alto potencial que haya evidenciado una falla del control.

El resultado final de la evaluación de un control crítico es expresado en términos cuantitativos (%) y cualitativos.

A continuación, se muestra la figura 2.17, evaluación de controles críticos:

Formato de Evaluación de Control Crítico			
Control Crítico	<input type="text"/>		
Dueño del Control	<input type="text"/>	Código del CC	<input type="text"/>
Tipo de Control	<input type="text"/>	Fecha de Evaluación	<input type="text"/>
<hr/>			
Evaluación del Diseño del Estándar de Desempeño		SI	NO
1. ¿Las condiciones y/o supuestos más relevantes de diseño del control han cambiado?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.1 Si la respuesta anterior es Si: ¿Se ha actualizado el diseño e implementación del control en función a los cambios?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿El objetivo del Control es específico y entendido por todos?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Los rangos meta definidos son medibles y se cuenta con metas de desempeño para el control claramente definidas?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Está el proceso de control claramente descrito y preoedimentado?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Está definida la frecuencia de aplicación o ejecución del control?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Está identificado el responsable de la implementación del control?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<hr/>			
Evaluación de la Implementación del Control			
1. % de cumplimiento del programa de inspecciones.		<input type="text"/>	
2. Promedio de los resultados (% de respuestas positivas) de todas las verificaciones de campo realizadas en el periodo de evaluación.		<input type="text"/>	
<hr/>			
Evaluación Integral del Control Crítico			
EVALUACIÓN DEL CONTROL CRÍTICO:		<input type="text"/>	
<hr/>			
Comentarios			
<hr/>			
----- Dueño del Riesgo		----- Dueño del control	
		----- Coordinador de Riesgos	

Figura 2.17. Evaluación de controles críticos.
Fuente: Manual SIG de la empresa Nexa.

B. Evaluación de Riesgo basada en sus controles críticos

La evaluación de los riesgos críticos se realiza semestralmente, como parte del proceso de Revisión, por el Dueño de Riesgo y con el soporte del Coordinador de Riesgos asignado. Al igual que en el caso de los controles, un riesgo crítico puede ser además evaluado en cualquier momento, a raíz de la ocurrencia de un evento de alto

potencial o ante un cambio significativo en las condiciones en las que se genera.

La evaluación de un riesgo crítico se lleva a cabo empleando el formato de Evaluación del Riesgo Basada en Controles Críticos, que contempla:

- i. El resultado promedio de la evaluación de los controles críticos del riesgo (proveniente del proceso de evaluación de controles críticos).
- ii. Una evaluación complementaria que incluye cambios en las condiciones, ocurrencia de eventos, resultados de auditorías y acciones relevantes pendientes.

Este formato ha sido elaborado en una Hoja de Cálculo Excel y permite emitir una valoración del riesgo expresada en términos porcentuales y cualitativos.

Adicionalmente, se han incorporado las siguientes reglas a la lógica de evaluación del riesgo:

- i. Basta que 1 control crítico sea calificado como 'Deficiente' para que el riesgo no pueda ser evaluado como 'Bien Controlado'.
- ii. Si más de 1 control crítico 'Requiere mejora', el riesgo no puede ser evaluado como 'Bien Controlado'.

- iii. Si han cambiado las condiciones y no se han realizado los ajustes correspondientes para asegurar el control del riesgo (Sección ‘Evaluación Complementaria’), éste no puede ser evaluado como ‘Bien Controlado’.
- iv. Si se ha registrado un incidente de alto potencial relativo al riesgo (Sección ‘Evaluación Complementaria’), éste no puede ser evaluado como ‘Bien Controlado’.

El resultado de la evaluación de un riesgo crítico debe guardar concordancia con su análisis, plasmado en el Bow Tie correspondiente. En este sentido, por ejemplo, un riesgo evaluado como “Requiere Mejora Significativa” no debería tener una probabilidad baja de ocurrencia.

En caso se determine que el riesgo no está ‘Bien Controlado’, se debe definir una acción o un grupo de acciones que permitan llevarlo a dicho nivel.

A continuación, se muestra el formato empleado en la evaluación de riesgos críticos:

Formato de Evaluación Integral de Riesgos			
Riesgo	<input type="text"/>		
Dueño del Riesgo	<input type="text"/>	Código del Riesgo	<input type="text"/>
Tipo de Riesgos	<input type="text"/>	Fecha de Evaluación	<input type="text"/>
Evaluación de los Controles Críticos			
Evaluación Control Crítico 1	<input type="text"/>	Evaluación Control Crítico 7	<input type="text"/>
Evaluación Control Crítico 2	<input type="text"/>	Evaluación Control Crítico 8	<input type="text"/>
Evaluación Control Crítico 3	<input type="text"/>	Evaluación Control Crítico 9	<input type="text"/>
Evaluación Control Crítico 4	<input type="text"/>	Evaluación Control Crítico 10	<input type="text"/>
Evaluación Control Crítico 5	<input type="text"/>	Evaluación Control Crítico 11	<input type="text"/>
Evaluación Control Crítico 6	<input type="text"/>	Evaluación Control Crítico 12	<input type="text"/>
Evaluación de Complementaria del Riesgo			
	SI	NO	
1. ¿Han cambiado los principales supuestos y condiciones bajo los cuales se evaluó el riesgo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.1 Si la respuesta anterior es Si: ¿Se cuenta con controles que permitan mantener el riesgo en un nivel tolerable frente a los cambios experimentados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. ¿Se ha registrado algún incidente severo o de alto potencial relativo al riesgo que evidencia que los controles existentes podrían resultar insuficiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. ¿Existen observaciones de auditorías o tareas pendientes cuyo incumplimiento afectaría el nivel de control sobre el riesgo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Evaluación Integral del Riesgo			
	EVALUACIÓN DEL RIESGO:	<input type="text"/>	
	Confirmación de la evaluación por el Dueño del Riesgo/Equipo Gestión Riesgos :	<input type="text"/>	
Comentarios			
----- Dueño del Riesgo		----- Coordinador de Riesgos	

Figura 2.18. Evaluación de Riesgos basada en Controles Críticos.
Fuente: Manual SIG de la empresa Nexa.

2.1.14.3 Acción

En caso exista alguna desviación del plan de acción de los controles críticos y/o que el riesgo crítico no esté bien controlado, se realiza una reevaluación de los riesgos y se continua con el ciclo de análisis de riesgos críticos con el método de Bow Tie.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Riesgo:

Como expresa el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley Seguridad y Salud en el Trabajo (2012): “Riesgo es la probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y al ambiente”.

2.2.2 Análisis Bow Tie:

Un medio diagramático sencillo para describir y analizar los caminos de un riesgo, desde los peligros hasta los efectos, incluyendo la revisión de los controles” (NCh-ISO 31010, 2013).

2.2.3 Causa:

Enunciado breve del motivo de un siniestro no deseado (diferente del fallo de un control).

2.2.4 Consecuencia:

Enunciado que describe el efecto final que podría producirse tras el siniestro significativo no deseado. Es habitual considerarlo en términos de la máxima pérdida previsible.

2.2.5 Gestión de controles críticos:

Proceso consistente en gestionar el riesgo de que se produzcan siniestros significativos no deseados; conlleva un enfoque sistemático dirigido a garantizar la disponibilidad y eficacia de controles críticos.

2.2.6 Peligro:

“Fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud” (NORMA ISO 45001, 2018).

2.2.7 Riesgo Laboral:

“Probabilidad de que la exposición a un factor o proceso peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión” (Reglamento de la Ley N° 29783, Ley Seguridad y Salud en el Trabajo, 2012)

2.2.8 Zonas de Alto Riesgo:

“Son áreas o ambientes de trabajo cuyas condiciones implican un alto potencial de daño grave a la salud o muerte del trabajador” (Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, D.S. N°024-2016-EM, 2016).

2.2.9 Evaluación de riesgos:

“Es un proceso posterior a la identificación de los peligros, que permite valorar el nivel, grado y gravedad de aquéllos, proporcionando la información necesaria para que el titular de actividad minera, empresas contratistas, trabajadores y visitantes estén en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad, prioridad y tipo de acciones preventivas que deben adoptar, con la finalidad de eliminar la contingencia o la proximidad de un daño” (Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, D.S. N°024-2016-EM, 2016).

2.2.10 Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de Control (IPERC):

“Proceso sistemático utilizado para identificar los peligros, evaluar los riesgos y sus impactos y para implementar los controles adecuados, con el propósito de reducir los riesgos a niveles establecidos según las

normas legales vigentes” (Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, D.S. N°024-2016-EM, 2016).

2.2.11 GCC: Gestión de Controles Críticos

2.2.12 END: Evento No Deseado

2.2.13 RC: Riesgos críticos

2.2.14 SSOMA: Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

2.2.15 Potencia de gravedad – PG:

Según el procedimiento de Investigación, Clasificación, Comunicación y Análisis de Incidentes/Accidentes, potencial de gravedad es la indicación del máximo impacto que un incidente/accidente podría provocar, independiente del evento constatado, considerando las dimensiones de la clasificación.

De esta forma, un accidente puede asumir otros niveles de potencial de gravedad (de 1 a 6) igual o mayor que el evento constatado.

Ejemplo: Accidente Nivel 1 con PG Nivel 5 (el evento constatado es de nivel 1, pero sus consecuencias podrían haber alcanzado el nivel 5).

La clasificación del potencial de gravedad, cuando sea aplicable, se deberá realizar para las dimensiones de personas, ambiente y patrimonio.

2.2.16 Nivel de accidentes:

Según el procedimiento de Investigación, Clasificación, Comunicación y Análisis de Incidentes/Accidentes, los niveles de accidentes se clasifican en seis niveles (I, II, III, IV, V, VI).

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La metodología utilizada fue analítica, propositiva y de campo, con el objetivo de obtener información que permitió deducir conclusiones y recomendaciones aceptables, para poder brindar recomendaciones a la organización.

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación es aplicada en cuanto a su finalidad, longitudinal por cuanto el estudio amerita el registro y la comparación de datos observados y analizados durante varios meses y años. Según el énfasis en la naturaleza de los datos manejados es cuantitativa.

a. La recolección de datos se realizó en base a la siguiente información:

- Estadística de los incidentes y accidentes del Proyecto.
- IPERC línea base de las actividades.
- Identificación de riesgos críticos de los principales accidentes
- Inspecciones gerenciales.

b. Análisis de datos

El proceso de análisis de datos se realizó usando los informes de desempeño de los controles críticos y por la versatilidad y comodidad se empleó hoja de cálculo Excel para la comprobación de la prueba de hipótesis, resultado que se presentan líneas abajo.

c. Implementación y operación de datos

- Hacer seguimiento con la guía de verificación de controles de riesgos críticos
- Implementar el Programa de gestión de riesgos críticos

3.1.2 TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACION

Por la forma como fue planteado el problema de esta investigación y sus objetivos planteados, es considerada cuasi experimental.

3.1.3 SEGÚN SU PROLONGACION EN EL TIEMPO

Conforme a los propósitos y naturaleza del estudio, la investigación ha sido ubicada según el tiempo longitudinal, por lo que se espera tener cambios en la organización en un terminado tiempo con respecto al problema planteado.

3.1.4 SEGÚN EL ENFASIS EN LA NATURALEZA DE LOS DATOS MANEJADOS

Según el énfasis en la naturaleza de los datos manejados se determinó cuantitativo.

3.1.5 NIVEL DE INVESTIGACION

El nivel de investigación es descriptivo y correlacional, porque busca medir y/o evaluar diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. Es decir, en el presente estudio seleccionaremos una serie de indicadores y mediremos cada una de ellas independientemente para así describir lo que se investiga.

3.1.6 POBLACION Y MUESTRA

3.1.6.1 Población:

La población que se consideró son 97 trabajadores del área operativa relacionados a las actividades de exploración.

3.1.6.2 Muestra:

La muestra está definida como un subgrupo de la población, para efectos del estudio, la muestra es probabilística, donde todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos para la muestra; se utilizó para determinar el tamaño de la muestra la fórmula matemática – estadística.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 (N-1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

N = Total de la población

n = Tamaño de la muestra

Z = 1.96 (al 95%)

p = Proporción esperada= 5% de error

q = 1-p

e = Error máximo permitido (5%)

n =

Datos para el cálculo de la muestra		
Denominación	Descripción	Valor
N	Total de la población	97
Z	1.96 (al 95%)	1.96
p	Proporción esperada = 50% de error	50%
q	q = 1-p	50%
e	Error máximo permitido (3%)	5%
n	Tamaño de la muestra	...?

Reemplazando los datos en la fórmula:

$$n = \frac{97 \times (1.96)^2 \times 50 \times 50}{5^2(97-1) + 1.96^2 \times 50 \times 50} = 77$$

Z: Valor tipificado de la confiabilidad = 1.96 (corresponde a 95% de confianza). Indica el valor de la confianza que permite aceptar que los datos obtenidos en la muestra describen correctamente a la población.

e: Error de estimulación, indicar el porcentaje de incertidumbre o riesgo que se corre que la muestra escogida no sea representativa.

Aplicando la formula se ha determinado la muestra $n = 77$

Muestreo: La elección de 77 trabajadores será para la aplicación de la metodología Bow Tie como gestión de riesgos críticos, en la cual se desarrollarán durante 12 meses.

3.1.7 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOGER INFORMACION

3.1.7.1 TECNICAS

La técnica para la recolección de datos que se empleó en la presente investigación fueron las inspecciones de verificación, guías de Riesgos Críticos se realizaron durante las labores, con la participación de los Lideres de Proyecto, Supervisores Operativos e Ingenieros de Seguridad, monitores (personas designadas para cada riesgo crítico, quienes están enfocados

en el seguimiento de la ejecución de los planes de acción de cada control crítico).

La guía básica para la identificación de los riesgos críticos fue a partir del IPERC línea base y las estadísticas de incidentes y accidentes, seguido a ello se aplicó la metodología para el análisis de los riesgos críticos, con la cual se analizó y se determinó la relación de escenarios de alto riesgo y sus causas, donde nos dio en primera instancia una mirada global de todos los escenarios posibles de incidentes y accidente que pudieran suceder en el entorno. En segundo lugar, se determinó los controles preventivos y mitigadores, y luego se elaboró un plan de acción. Finalmente se verificó el desempeño de los controles críticos.

Indicar: Verificación de los controles de cada riesgo crítico.

Lugar: Área de trabajo.

3.1.7.2 INSTRUMENTOS

Con este instrumento se revisó formatos, reportes y controles de Riesgos Críticos, Guía de verificación de Riesgos Críticos, así como también se generó los registros de Bow Tie (matriz), formatos de seguimiento de los controles de riesgos críticos, estándar de desempeño, evaluación de los controles críticos, evaluación integral de los riesgos.

3.1.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La aplicación de los instrumentos o trabajo de campo se realizó en un acto y en un periodo temporal mensual del año 2019, durante las actividades que se ejecutaron en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion.

El procedimiento de recolección de datos fue mensual, a través del siguiente proceso:

- a) Elaboración de un consolidado de los reportes de condición de riesgos y comportamiento de riesgo reportados en el año 2018
- b) Registro de estadísticas de incidentes y accidentes.
- c) Identificación de las actividades críticas
- d) Definición de los riesgos críticos y eventos no deseados en el Proyecto Hilarion.
- e) Elaboración de la matriz de Bow Tie
- f) Determinación de los controles críticos
- g) Guía de verificación de controles críticos.
- h) Plan de acción para la implementación controles críticos

3.1.9 TECNICAS DE PROCEDIMIENTO DE DATOS

Se revisó sistemáticamente toda la información recopilada a efectos de determinar su calidad y el grado de confianza y se sometió a un tratamiento estadístico.

El proceso de tabulación u organización de la información se realizó tomando los datos que se capturó con el instrumento de guía, por la versatilidad y comodidad se empleó el programa Excel para el tratamiento de datos. Análisis descriptivos, se realizó mediante la clasificación, análisis y sistematización de información en cuadros y gráficos.

3.2 DESARROLLO DEL TRABAJO DE LA TESIS

3.2.1 PLANIFICACION DEL PROCESO

En este paso se realizó un plan de trabajo para llevar a cabo la investigación. En primer lugar, se creó un Comité de trabajo con diferentes responsabilidades. El Comité estaba formado por personal capacitado con distintas funciones, conocimientos especializados diversos y diferentes niveles de experiencia.

La primera tarea que se encomendó al Comité de trabajo fue definir los objetivos del proyecto. El Comité reflexionó sobre la visión y los valores de la unidad, con el fin de armonizar los objetivos del proyecto con la estrategia de la empresa en materia de seguridad, salud y medio ambiente. Se establecieron metas cuantificables para medir el logro de esos objetivos, para ello se realizó un plan de actividades.

También se realizó capacitación al Comité de trabajo de los temas relacionados a la investigación (riesgos críticos, gestión de controles críticos, metodología Bow Tie, etc.).

3.2.2 IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS NO DESEADOS

Como se definió en el capítulo II, se identificó los Eventos No Deseados (END) a partir de IPERC línea base, indicadores de seguridad propios de la unidad, estadística de accidente corporativo.

Las principales actividades críticas y END identificados se muestran en la siguiente tabla 3.1

Tabla 3.1

Actividades críticas y Eventos No Deseados (END)

Riesgos críticos	Actividad	Descripción de la actividad crítica	Evento No Deseado (END)
VEHICULOS Y EQUIPOS MOVILES	CAMIONETA	Transporte de personas con camioneta desde Huallanca hasta el Proyecto Hilarion y viceversa.	Pérdida de control del manejo de la camioneta
	MINIVAN	Transporte de personas con camioneta desde Huallanca hasta el Proyecto Hilarion y viceversa.	Pérdida de control del manejo de la minivan
CAIDA PERSONAS (desde altura/mismo nivel)	Actividades de área de geología	Mapeo y muestreo geológico	Caída de personas desde altura y mismo nivel
PROTECCION DE MAQUINAS	Perforación	Operación de la máquina de perforación	Exposición del trabajador al desprendimiento de elementos móviles de la maquina
	Corte de testigos	Corte de testigos (muestras de perforación) con el petrotomo	Exposición del trabajador al desprendimiento de elementos móviles de la maquina
HERRAMIENTAS MANUALES	Uso amoladora	Uso amoladora en diversas actividades	Pérdida de control en el uso de la amoladora
	Uso taladro	Uso taladro en diversas actividades	Pérdida de control en el uso de la amoladora

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 IDENTIFICACION DE LAS CAUSAS

Se identificaron las causas de cada END, la cual se usó la matriz de Bow Tie. En la figura 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 se muestran las causas de cada riesgo crítico en análisis, es donde se inicia la construcción de Bow Tie:

– Vehículos y equipos móviles:

END: Perdida de control de manejo de la camioneta.

– Protección de maquina:

END: Exposición del operador a partes móviles de la maquina

– Herramientas manuales:

END: Exposición del trabajador al desprendimiento del disco.

– Caída de personas:

END: Caída de personas desde altura y mismo nivel

3.2.4 IDENTIFICACION DE LOS CONTROLES PREVENTIVOS, MITIGADORES Y CONSECUENCIAS

A continuación, se definirán los controles preventivos, mitigadores y consecuencias en el diagrama de Bow Tie de cada riesgo crítico. Como

ejemplo se muestran los diagramas elaborados para cada Riesgo Crítico. Sin embargo, se identificaron otras actividades relacionado a cada riesgo crítico, como por ejemplo dentro de vehículos y equipos móviles se cuenta la actividad de movimiento de tierra usando la excavadora. En la presente tesis, solo se muestra como ejemplo de los principales riesgos considerados para el Proyecto de Exploración Minera Hilarion.

Para un orden y facilidad de manejo de los datos, se codifico a los elementos del diagrama de Bow Tie, es decir las causas, controles preventivos, controles mitigadores y consecuencias cuenta con un código que aparecen en la figura 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

a) Vehículos y equipos móviles:

Diagrama de Bow Tie de
vehículos y equipos móviles

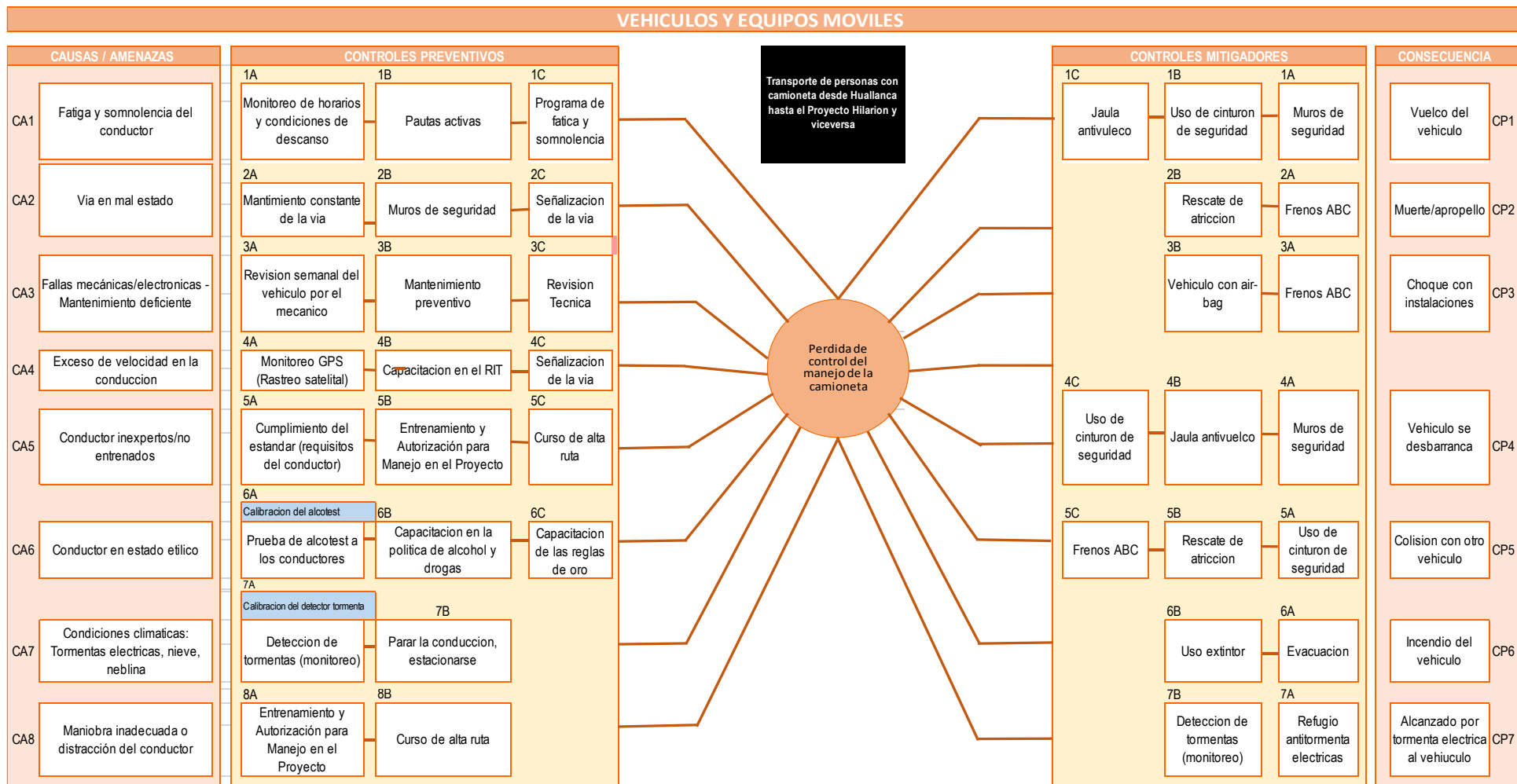


Figura 3.1. Diagrama de Bow Tie de vehículos y equipos móviles.
Fuente: Adaptado al formato Bow Tie de ICMM.

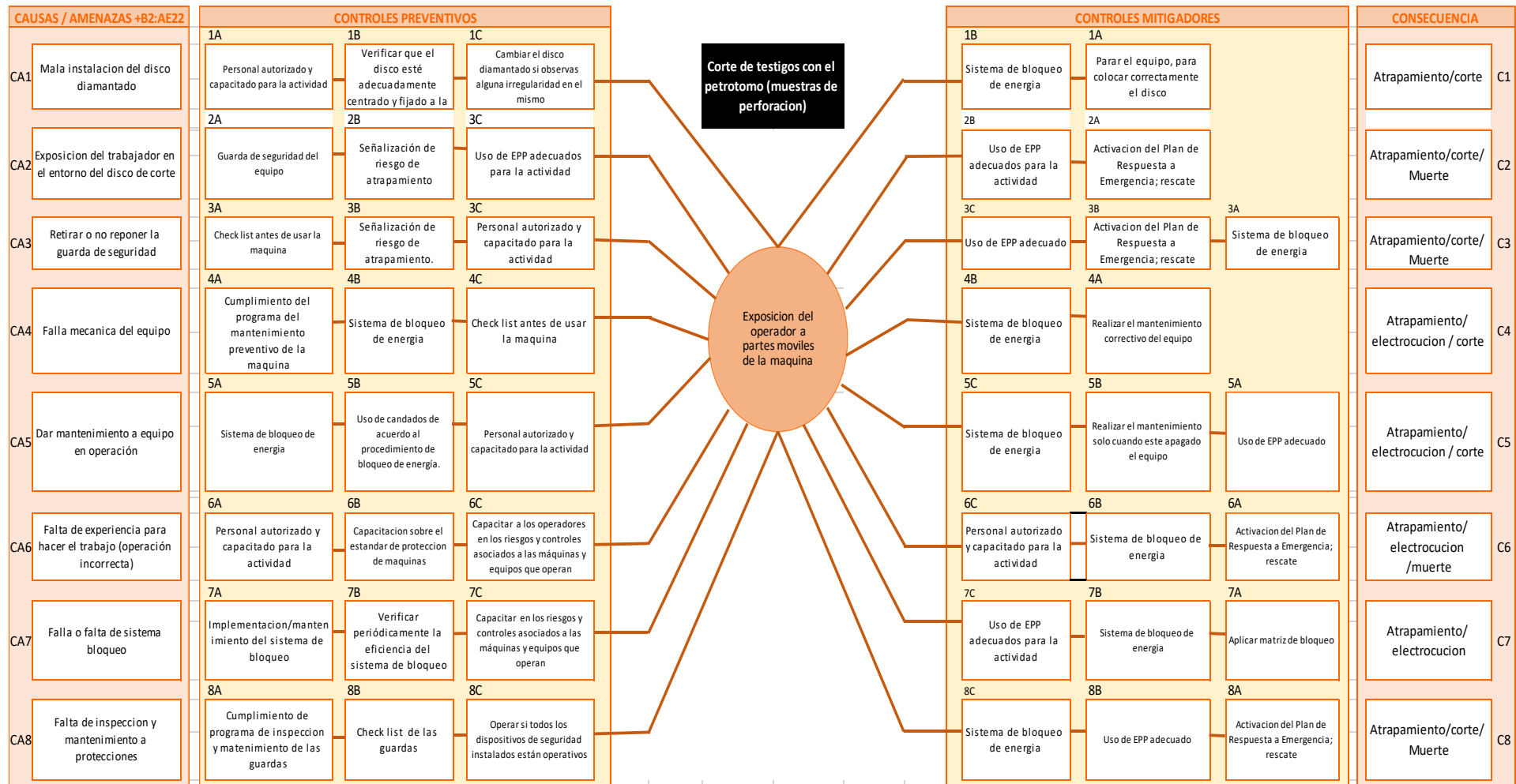


Figura 3.2. Diagrama de Bow Tie de protección de máquina.
Fuente: Adaptado al formato de Bow Tie de ICMM

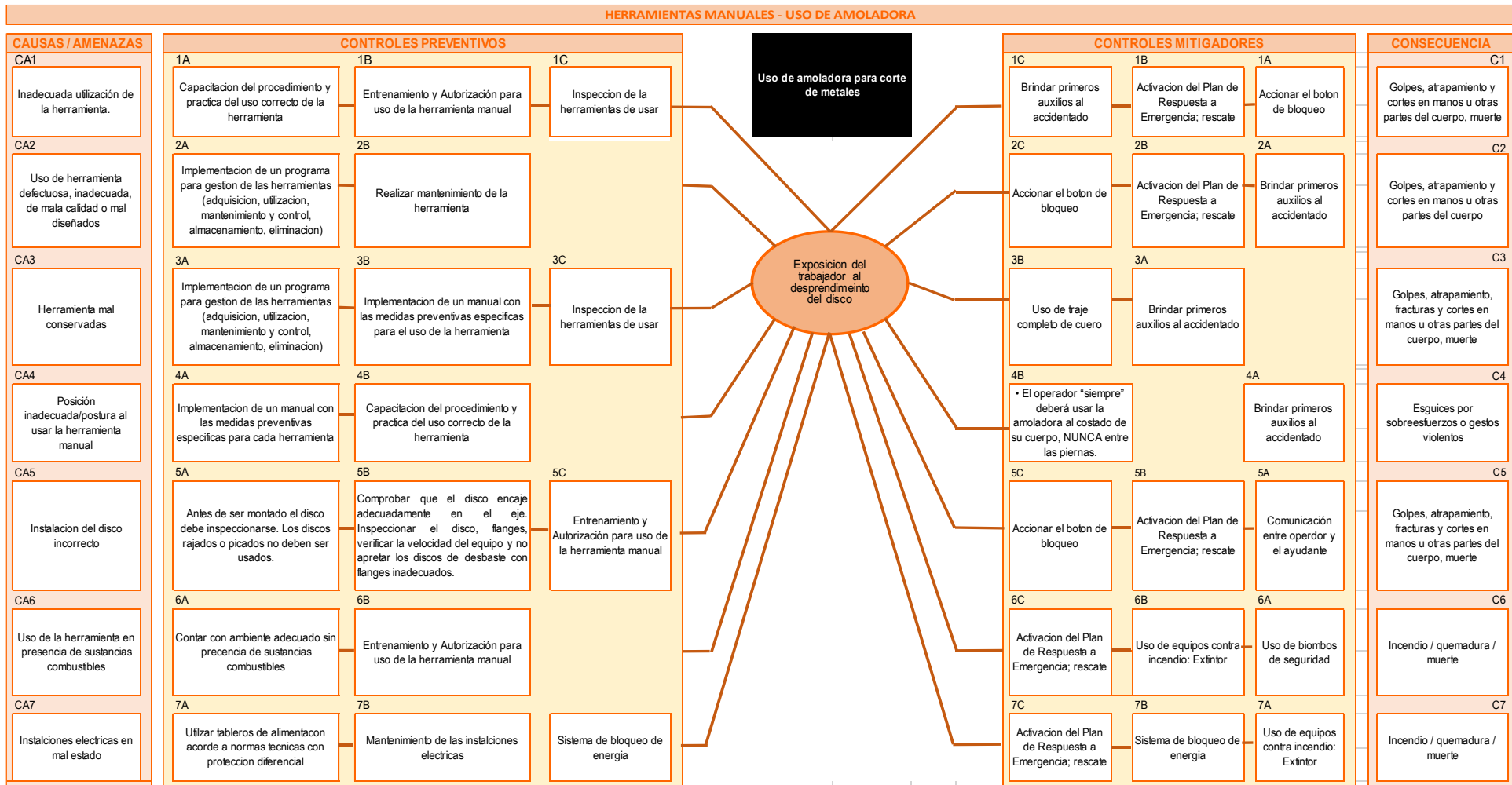


Figura 3.3. Diagrama de Bow Tie de Herramientas manuales.
Fuente: Adaptado al formato de Bow Tie de ICMM

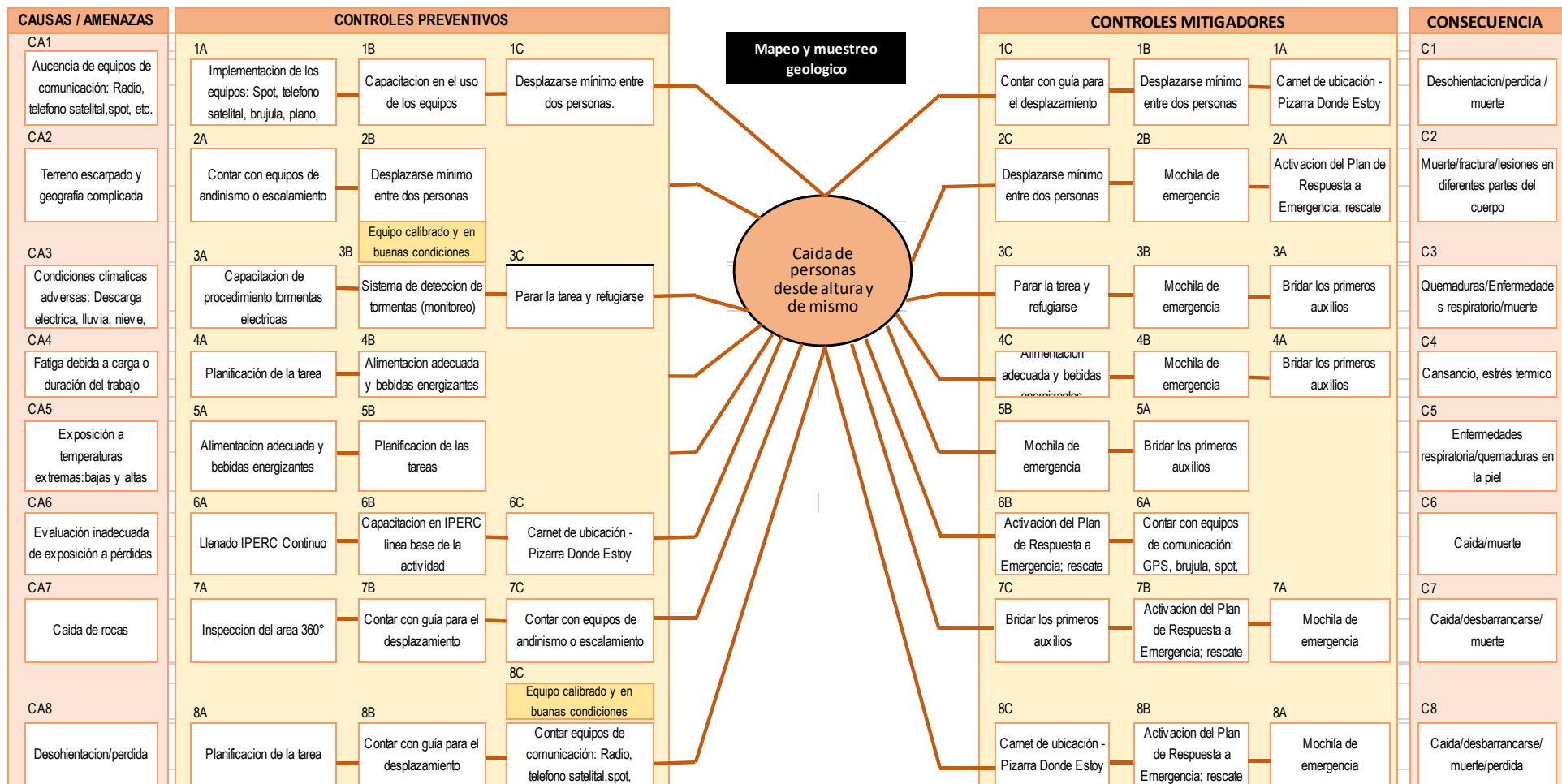


Figura 3.4. Diagrama Bow Tie de caída de personas.
Fuente: Adaptado al formato de Bowtie de ICMM

3.2.5 SELECCIÓN DE LOS CONTROLES

Una vez identificado los controles preventivos y mitigadores, se evaluó para decidir si es, o no, un control, para ello se aplicó la metodología establecido por el Consejo Internacional de Minería y Metales – ICMM, árbol de decisión sobre la identificación de controles. Los resultados de la evaluación se observan en las tablas 3.2, 3.3, 3.4, 3.5. Una vez realizado la selección de los controles, se procedió a terminar la efectividad de los controles (ver ítem 3.2.6).

3.2.6 SELECCION DE CONTROLES CRITICOS

3.2.6.1 Determinación la efectividad de los controles

En esta epata se determinó el rendimiento o desempeño de los controles preventivos y mitigadores, para ello se usó la metodología descrito en el ítem 2.1.10.1 del capítulo II. Los resultados de la evaluación se observan en las tablas 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

a) Vehículos y equipos móviles**Tabla 3.2***Selección de controles y efectividad de cada control*

DEFINICION SI ES CONTROL				DEFINICION SI ES CONTROL					
Código	Controles Preventivos	Control		Valoración	Código	Controle Mitigadores	Control		Valoración
		Si	No				Si	No	
1A	Monitoreo de horarios y condiciones de descanso	√		2C 60%	1A	Muros de seguridad	√		3B 85%
1B	Pautas activas	√		2C 50%	1B	Uso de cinturón de seguridad	√		3B 85%
4A	Monitoreo GPS (Rastreo satelital)	√		3A >90%	4C	Uso de cinturón de seguridad	√		3B 85%
4C	Señalización de la vía	√		2C 60%	5B	Rescate de atricción	√		2B 80%
5A	Cumplimiento del estándar (requisitos del conductor)	√		2B 70%	5C	Frenos ABC	√		3B 85%
5C	Curso de alta ruta	√		2B 85%	6B	Uso extintor	√		2B 60%
6A	Alcotest a los conductores	√		3A >90%	7A	Refugio anti tormenta eléctrica	√		2B 85%
6B	Capacitación en la política de alcohol y drogas	√		2B 60%	7B	Detección de tormentas (monitoreo)	√		2B 70%
6C	Capacitación de las reglas de oro	√		2B 85%	DEFINICION SI ES CONTROL				
7A	Sistema de detección de tormentas (monitoreo)	√		3A >90%	Código	FACTOR DE ESCALAMIENTO	Control		Valoración
7B	Parar la conducción, estacionarse	√		2C 60%	Si	No			
8A	Entrenamiento y Autorización para Manejo en el Proyecto	√		2B 85%	6A1	Calibración del equipo de alcotest	√		3B 90%
8B	Curso de alta ruta	√		2B 85%	7A1	Calibración del detector de tormentas	√		3B 90%

Fuente: Elaboración propia

b) Protección de maquina**Tabla 3.3***Selección de controles y efectividad de cada control*

DEFINICION SI ES CONTROL				DEFINICION SI ES CONTROL					
Código	Controles Preventivos	Controles		Valoración	Código	Controle Mitigadores	Controles		Valoración
		Si	No				Si	No	
1A	Personal autorizado y capacitado para la actividad	√		2A>90%	1B	Sistema de bloqueo de energía	√		3A>90%
1C	Cambiar el disco diamantado si observas alguna irregularidad en el mismo	√		2C 60%	2B	Uso de EPP adecuados para la actividad	√		2A>90%
2A	Guarda de seguridad del equipo	√		3A>90%	2A	Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate		√	2B 85%
4B	Implementación/mantenimiento del sistema de bloqueo	√		3B 80%	5B	Realizar el mantenimiento solo cuando este apagado el equipo	√		3B 75%
5B	Uso de candados de acuerdo al procedimiento de bloqueo de energía	√		2B 85%	6C	Personal autorizado y capacitado para la actividad	√		2C 60%
5C	Personal autorizado y capacitado para la actividad	√		3A>90%	6B	Sistema de bloqueo de energía	√		3A>90%
6A	Personal autorizado y capacitado para la actividad	√		3A>90%	6A	Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate	√		2B 85%
7A	Implementación/mantenimiento del sistema de bloqueo	√		3B 80%	7A	Aplicar matriz de bloqueo	√		2C 85%

Fuente: Elaboración propia

c) Herramientas manuales**Tabla 3.4***Selección de controles y efectividad de cada control*

DEFINICION SI ES CONTROL				DEFINICION SI ES CONTROL					
Código	Controles Preventivos	Controles		Valoración	Código	Controle Mitigadores	Control		Valoración
		Si	No				Si	No	
1A	Capacitación del procedimiento y practica del uso correcto de la herramienta	√		2B 90%	1A	Accionar el botón de bloqueo	√		3A >90%
1B	Entrenamiento y Autorización para uso de la herramienta manual	√		2A >90%	1B	Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate	√		2B 90%
1C	Inspección de las herramientas de usar	√		2A > 90%	1C	Brindar primeros auxilios al accidentado	√		2B 85%
2B	Realizar mantenimiento de la herramienta	√		3B 90%	3B	Uso de traje completo de cuero	√		1A>90%
3B	Implementación de un manual con las medidas preventivas específicas para el uso de la herramienta	√		2B 90%	4A	Brindar primeros auxilios al accidentado	√		2B 85%
6A	Contar con ambiente adecuado sin presencia de sustancias combustibles	√		2B 89%	5A	Comunicación entre operdor y el ayudante	√		2B 90%
6B	Entrenamiento y Autorización para uso de la herramienta manual	√		2A >90%	6C	Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate	√		2B 90%
7B	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas	√		3A >90%	7A	Uso de equipos contra incendio: Extintor	√		3B 89%
7C	Sistema de bloqueo de energía	√		3A >90%					

Fuente: Elaboración propia

d) Caída de personas**Tabla 3.5***Selección de controles y efectividad de cada control*

DEFINICION SI ES CONTROL				DEFINICION SI ES CONTROL					
Código	Controles Preventivos	Control		Valoración	Código	Controle Mitigadores	Control		Valoración
		Si	No				Si	No	
1A	Implementación de los equipos: Spot, teléfono satelital, brújula, plano, GPS	√		3A>90%	1C	Contar con guía para el desplazamiento	√		2B 90%
1C	Desplazarse mínimo entre dos personas	√		2B 90%	2A	Activación Plan de Respuesta a Emergencia; rescate	√		2B 90%
2A	Contar con equipos de andinismo o escalamiento	√		2B 90%	3B	Mochila de emergencia	√		2B 90%
3B	Sistema de detección de tormentas (monitoreo)	√		3B 90%	4A	Bridar los primeros auxilios	√		2B 80%
3C	Parar la tarea y refugiarse	√		2B 80%	6A	Contar con equipos de comunicación: GPS, brújula, spot, teléfono satelital	√		3A>90%
4B	Alimentación adecuada y bebidas energizantes	√		2B 90%	7C	Bridar los primeros auxilios	√		2B 80%
6C	Carnet de ubicación - Pizarra Donde Estoy	√		2B 90%					
8B	Contar con guía para el desplazamiento	√		2B 90%					
EFECTIVIDAD DE LOS CONTROLES DE ESCALAMIENTO									
Código	Controle escalamiento	Si	No	Valoración					
8C3	Equipo calibrado y en buenas condiciones	√		3A>90%					

Fuente: Elaboración propia

3.2.6.2 Selección de controles críticos

a. Vehículos y equipos móviles

Los controles críticos se determinaron con la metodología descrita en el ítem 2.1.10.2 del capítulo II. En la tabla 3.6 se muestra la cantidad de los controles críticos.

Tabla 3.6

Resumen de controles críticos

Determinación de Controles Críticos			
Resumen condicionante			
Que este solo	En más de una causa o consecuencia	Independiente	
		Crucial	Aumenta riesgo
	5B = 8A Preventivo	2A Preventivo	
	2B(P)=1A(M)=4A(M)	3B Preventivo	
	5C=8B Preventivo	4A Preventivo	
	1B=4C=5A Mitigador	3B Mitigador	
	1C=4B Mitigador		
	2A=3A=5C Mitigador		
Total, de controles	39		
Total, controles críticos	9		

Fuente: Elaboración propia

b. Protección de maquinas

Tabla 3.7

Resumen de controles críticos

Determinación de Controles Críticos			
Resumen condicionante			
Que este solo	En más de una causa o consecuencia	Independiente	
		Crucial	Aumenta el riesgo
	1A=3C=5C=6A Preventivo	2A Preventivo	
	4B=5A=8C Preventivo	1B=3A=4B=5C=6B=7B=8C Mitigador	
		4A Preventivo y mitigador	
		5B Preventivo	
Total controles	35		
Total, controles críticos	5		

Fuente: Elaboración propia

c. Herramientas manuales**Tabla 3.8***Resumen de controles críticos*

DETERMINACION DE CONTROLES CRITICOS			
RESUMEN DE CONDICIONANTE			
Que este solo	En más de una causa o consecuencia	Independiente	
		Crucial	Aumenta el riesgo
	1B=5C=6B Preventivo	7B Preventivo	
	2A=3A Preventivo	2B Preventivo	
	1B=2B=5B=6C=7C Mitigador	6A Mitigador	
	7C(P)=7B (M)=1A(M)=2C(M)=5C(M)	3B Mitigador	
Total, de controles		25	
Total, controles críticos		7	

Fuente: Elaboración propia

d. Caída de personas**Tabla 3.9***Resumen de controles críticos*

DETERMINACION DE CONTROLES CRITICOS			
RESUMEN DE CONDICIONANTE			
Que este solo	En más de una causa o consecuencia	Independiente	
		Crucial	Aumenta el riesgo
	1C(P)=2B (P)=1B(M)=2C(M)	1A(P)= 6A (M)	
	2A=7C Preventivo	3B Preventivo	
	7B=8B Preventivo	3C Preventivo	
	2A=6B=7B=8B Mitigador	1C Mitigador	
	2B=3B=4B=5B=7A=8A Mitigador		
Total, de controles		31	
Total, controles críticos		7	

Fuente: Elaboración propia

3.2.6.3 Llenado de la matriz de Bow Tie

En esta fase se registra la información de los pasos anteriores de cada riesgo crítico, en estudio: Vehículos y equipos móviles, protección de máquinas, herramientas manuales y caída de personas, Ver figura 3.5, 3.6, 3.7, 3.8

Matriz de vehículos y
equipos móviles.

MATRIZ - DIAGRAMA DE BOW TIE

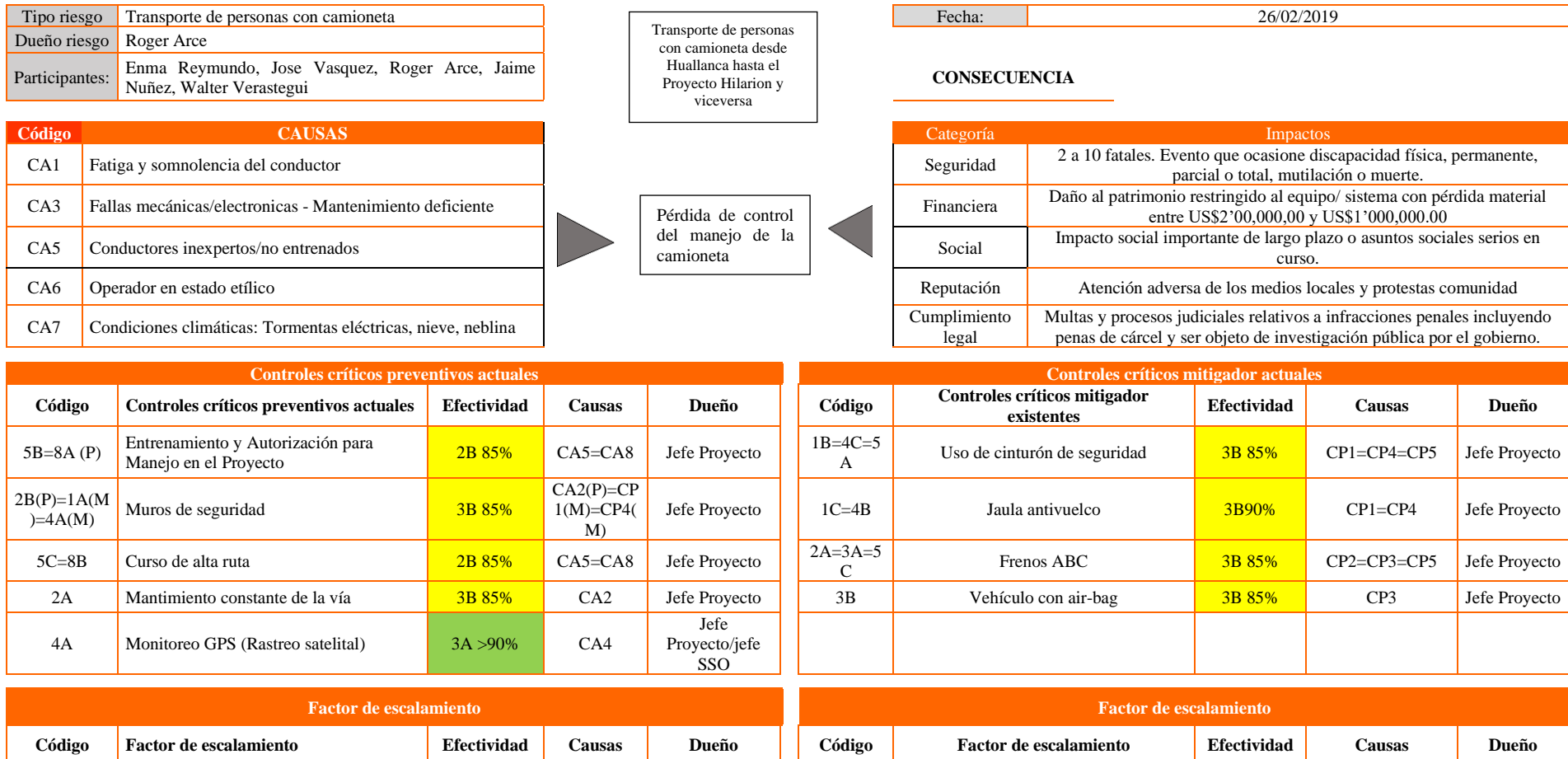


Figura 3.5. Matriz de vehículos y equipos móviles.

Fuente: Elaboración propia, adaptado al formato de Matriz Bow Tie.

MATRIZ - DIAGRAMA DE BOW TIE

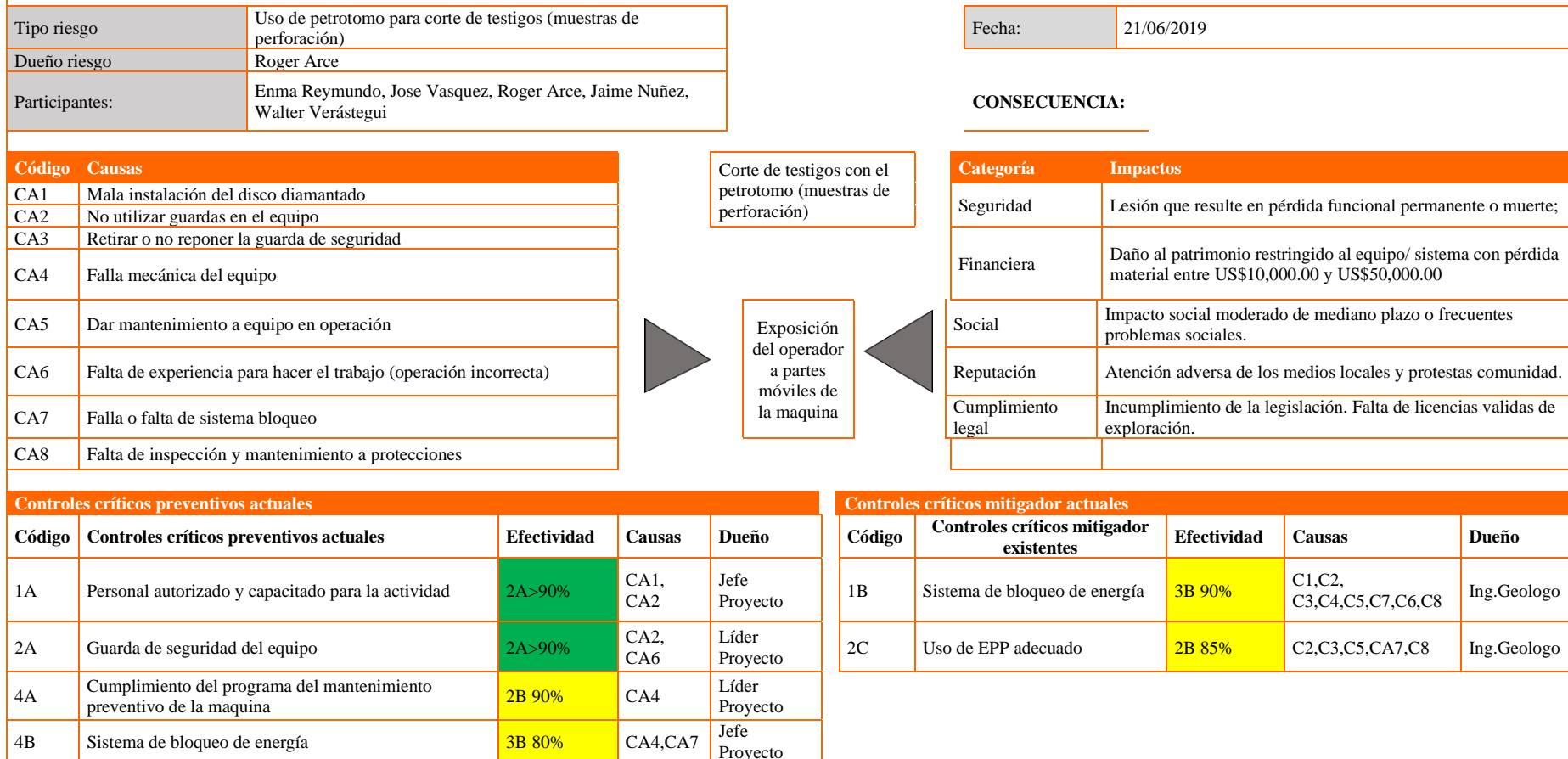


Figura 3.6. Matriz de protección de máquinas.

Fuente: Elaboración propia, adaptado al formato de Matriz Bow Tie

MATRIZ - DIAGRAMA DE BOW TIE

Tipo riesgo	Herramientas Manual
Dueño riesgo	Jaime Nuñez
Participantes:	Enma Reymundo, Yordi Cacho, Roger Arce, Gonzalo Quiroz

Fecha:	21/05/2019
--------	------------

Código	CAUSAS
CA1	Inadecuada utilización de la herramienta.
CA2	Uso de herramienta defectuosa, inadecuada, de mala calidad o mal diseñados
CA3	Herramientas mal conservadas
CA4	Posición inadecuada/postura al usar la herramienta manual
CA5	Instalación del disco incorrecto
CA6	Uso de la herramienta en presencia de sustancias combustibles
CA7	Instalaciones eléctricas en mal estado

Uso de amoladora para corte de metales

Exposición del trabajador al desprendimiento del disco

CONSECUENCIA:

Categoría	Impactos
Seguridad	Lesión o manifestación clínica cuyo tratamiento necesita obligatoriamente atención y/o seguimiento médico y alejamiento del trabajo.
Financiera	Daño al patrimonio restringido al equipo/ sistema con pérdida material entre US\$10,000.00 y US\$50,000.00
Social	Impacto social menores de mediano plazo en un número pequeño de personas.
Reputación	Atención adversa de los medios locales y protestas comunidad.
Cumplimiento legal	Asuntos legales menores, no cumplimientos y violaciones a los reglamentos

Controles críticos preventivos actuales				
Código	Controles críticos preventivos actuales	Efectividad	Causas	Dueño
1B	Entrenamiento y Autorización para uso de la herramienta manual	2A >90%	CA1,CA5,CA6	Roger Arce
2A	Implementación de un programa para gestión de las herramientas (adquisición/fabricación, inspección, almacenaje, uso, eliminación)	2B 85%	CA2,CA3	Enma Reymundo
2B	Realizar mantenimiento preventivo de la herramienta	3A > 90%	CA2	Roger Arce / Juan Taco
7B	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas	3B 85%	CA7	Pablo Bances
7C=1A	Sistema de bloqueo de energía	3A >90%	CA7, CA1(M),CA2(M),CA5(M)	Roger Arce / Juan Taco

Controles críticos mitigador actuales				
Código	Controles críticos mitigador existentes	Efectividad	Causas	Dueño
1B	Activación del Plan de Respuesta a Emergencia: Rescate, incendio	2B 90%	CA1,CA2,CA5, CA6,CA7	Luis Sanchez
6A	Uso de bombos de seguridad	3B 90%	CA6,CA7	Roger Arce / Juan Taco

Figura 3.7: Matriz de Herramientas manuales.

Fuente: Elaboración propia, adaptado al formato de Matriz Bow Tie

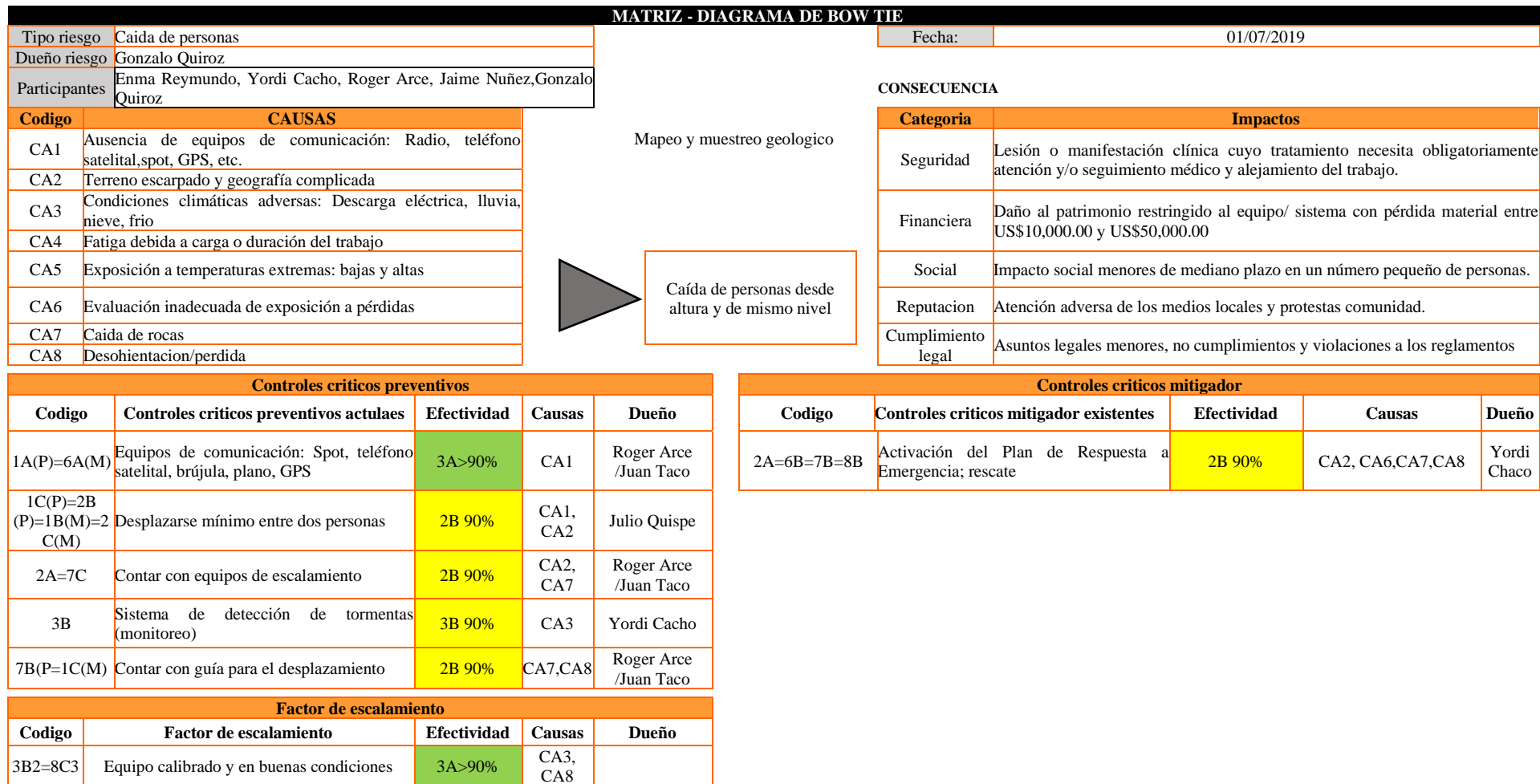


Figura 3.8. Matriz de caída de personas.

Fuente: Elaboración propia, adaptado al formato de matriz Bow Tie

3.2.6.4 Evaluación de severidad y probabilidad

En el ítem 3.2.6.3 se realizó la evaluación de severidad y probabilidad usando las tablas 2.2 y 2.3, la evolución se realizó para cada Evento No Deseado usando los criterios establecido en los procedimientos y estándares de la empresa, como son seguridad, financiera, social, reputación y cumplimiento legal.

3.2.7 DEFINICION DEL REDIMIENTO O DESEMPEÑO DEL CONTROL CRITICO

Se definió el objetivo, proceso de implementación y verificación de la implementación de cada control crítico, en la siguiente tabla se muestra como ejemplo las hojas de desempeño:

a) Vehículos y equipos móviles**Tabla 3.10***Desempeño del control crítico “Mantenimiento del acceso”*

ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO			
Evento No deseado:	Pérdida de control del manejo de la camioneta		
Control Crítico:	Mantenimiento constante del acceso	CODIGO CC:	2A
Dueño de Control:	Roger Arce	CODIGO CAUSA:	CA2
Elaborador por:	Enma Reymundo	FECHA:	26/02/2019
Descripción del control	Proceso de ejecución o implementación del control	Verificación de la implementación del control	
Objetivo: Conservar la carretera en niveles de servicio adecuados, incluyendo cunetas, alcantarilla y demás elementos que forman parte de la vía.	¿Cómo se implementa o ejecuta este Control Crítico en el campo? El mantenimiento del acceso se realiza con la retroexcavadora (usando ripio). Manualmente se realiza mantenimiento de las cunetas y alcantarillas. También en caso se requiere construir cunetas y alcantarillas se ejecutan.	*Verificar la realización del mantenimiento según programa (metrajes) de acceso. * Verificar la operatividad de las cunetas y alcantarillas. * Verificar que las señaléticas fueron colocados según el reglamento de tránsito.	
Métricas del Control y Valores Meta: 100% de cumplimiento del plan de trabajo.	Frecuencia: El presente control se realiza según la necesidad		
Responsable: Supervisores Operativo			
DOCUMENTOS DE REFERENCIA			
Estándares, Procedimientos, Manuales u otros documentos que rigen el proceso de aplicación del Control Crítico			
Código y Nombre	Comentario / Sustento		
Reglamento Interno de Tránsito RIT-EXPL-001, Estándar			

Fuente: Elaboración propia

b) Protección de maquina**Tabla 3.11***Desempeño del control crítico “sistema de bloqueo de energía”*

ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO			
Evento No deseado:	Exposición del operador a partes móviles de la maquina		
Control Crítico:	Sistema de bloqueo de energía	Código CC:	4B
Dueño de Control:	Roger Arce	Código causa:	CA4,CA7
Elaborador por:	Enma Reymundo	Fecha:	
Descripción del control	Proceso de ejecución o implementación del control	Verificación de la implementación del control	
Objetivo: Proteger la seguridad de los empleados de la activación o inicio inesperado de máquinas.	¿Cómo se implementa o ejecuta este Control Crítico en el campo? Instalación del sistema de bloqueo de la máquina. Ejecución del mantenimiento preventivo del sistema bloqueo en campo.	Evidencia fotográfica de la instalación del sistema de bloqueo. Informe del mantenimiento preventivo del sistema de bloqueo. Evidencia fotográfica del mantenimiento preventivo del sistema de bloqueo.	
Métricas del Control y Valores Meta: 100% de la implementación del sistema de bloqueo. 100% de cumplimiento del programa de mantenimiento del sistema de bloqueo.	Frecuencia: El presente control se realizará según el programa de mantenimiento del equipo		
Responsable: Líder Proyecto / Supervisor Operativo			
DOCUMENTOS DE REFERENCIA			
Estándares, Procedimientos, Manuales u otros documentos que rigen el proceso de aplicación del Control Crítico			
Código y Nombre	Comentario / Sustento		
H-SSO-P-02: PETS de corte de testigo de perforación diamantina	PG-H-HSMQ-024: Estándar general de protección de máquina.		

Fuente: Elaboración propia

c) Herramientas manuales

Tabla 3.12

Desempeño del control crítico “mantenimiento preventivo herramienta”

ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO		
Evento No deseado:	Pérdida de control del manejo de la camioneta	Código CC: 2B Código causa: CA Fecha: 25/05/2019
Control Crítico:	Mantenimiento preventivo de la herramienta	
Dueño de Control:	Roger Arce / Juan Taco	
Elaborador por:	Enma Reymundo Soto	
Descripción del control	Proceso de ejecución o implementación del control	Verificación de la implementación del control
Objetivo: Evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran.	¿Cómo se implementa o ejecuta este Control Crítico en el campo? Se cuenta con un programa de mantenimiento de las herramientas de poder, con la cual se realiza el mantenimiento respectivo de cada equipo.	* Verificar la ficha de mantenimiento del equipo * Check list antes de usar el equipo.
Métricas del Control y Valores Meta: 100% de cumplimiento del programa de mantenimiento	Antes de usar los equipos se realizan check list del equipo.	
Responsable: Monitor de riesgos	Frecuencia: Semestral y según el uso	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA		
Estándares, Procedimientos, Manuales u otros documentos que rigen el proceso de aplicación del Control Crítico		
Código y Nombre	Comentario / Sustento	
PG-VM-HSMQ-031, Herramientas Manuales		

Fuente: Elaboración propia

d) Caída de personas

Tabla 3.13

Desempeño del control crítico “Implementación de los equipos”

ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO		
EVENTO NO DESEADO:	Caída de personas desde altura y de mismo nivel	CÓDIGO CC: 1A CODIGO CAUSA: CA1 FECHA: 21/06/2019
CONTROL CRÍTICO:	Implementación de los equipos: Spot, teléfono satelital, brújula, radio, GPS	
DUEÑO DEL CONTROL:	Gonzalo Quiroz	
ELABORADO POR:	Enma Reymundo Soto	
DESCRIPCIÓN DEL CONTROL	PROCESO DE EJECUCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL	VERIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL CRÍTICO
Objetivo: Monitorear la ubicación del personal desde las instalaciones de la empresa.	¿Cómo se implementa o ejecuta este Control Crítico en el campo? El personal lleva consigo los equipos: Spot, la cual es monitoreado ubicación del personal desde lima.	Se verifica la ubicación en tiempo real con el SPOT.
Métricas del Control y Valores Meta: Equipos 100% operativos	El personal lleva consigo los equipos: Teléfono satelital, brújula, planos, radio, etc.	Hasta donde hay alcance, usando la radio, se comunican su ubicación de la cuadrilla o con el personal de Supervision.. En caso de emergencia usan el teléfono satelital para comunicarse.
Responsable: Jefe de Proyecto / Líder Proyecto	Frecuencia: Cada vez que salen a campo a realizar mapeo y muestreo geológico.	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA		
Estándares, Procedimientos, Manuales u otros documentos que rigen el proceso de aplicación del Control Crítico		
Código y Nombre	Comentario / Sustento	
H-GE-P-01: Procedimiento Mapeo Geológico	PG-VM-HSMQ-025: Estándar de Prevención de Caída	

Fuente: Elaboración propia

3.2.8 ASIGNAR RESPONSABILIDADES

Según el ítem 2.1.4.1 y 2.1.4.2 se asignó responsabilidades, las cuales reflejan en los planes de acciones de cada control crítico. Principalmente los Monitores de Riesgos Críticos son quienes realizaran seguimiento a la implementación de cada Control Crítico y la presentación de informe detallado según la tabla 3.14.

Tabla 3.14

Designación de responsabilidades

Plan de verificación y elaboración de informes sobre controles críticos para un END		
EVENTO NO DESEADO (END)	CONTROL CRITICO	ACTIVIDADES DE VERIFICACION
Perdida de control del manejo de la camioneta	Control crítico (preventivo o mitificador)	Seguimiento de la implementación del Control Crítico
Responsable del END	Responsable del control crítico	Responsable de la actividad de verificación (campo)
Jefe de Proyecto	Dueño de Control Crítico	Monitor de Riesgos Críticos
Funciones del Responsable END:	Función del responsable del control crítico:	Función del responsable de la actividad de verificación
Supervisa y examina mensualmente los informes sobre los END y el estado de los controles críticos e informa al respecto a la gerencia de la empresa. Decidir sobre las acciones requeridas.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer seguimiento sobre las actividades de implementación de los controles críticos. Entregar un resumen de los informes al responsable del END. 	<ul style="list-style-type: none"> Iniciar las acciones. Recopilar y revisar los requisitos de la actividad de verificación basados en la información y compararlos con las expectativas. Presentar un informe sintético de verificación mensual al responsable del control crítico.

Fuente: ICMM

3.2.9 PLAN DE ACCION

Se realizó plan de acción para cada Evento No Deseado, en la cual se ha incluido acciones que se ejecutaron para cada control crítico, los plazos y responsabilidades para el seguimiento de la implementación de los controles críticos.

El porcentaje de cumplimiento de la implementación de los controles críticos se observan en el anexo N°2 y el cuadro de seguimiento mensual y anual de la implementación de los controles críticos se observa en la tabla 3.16.

3.2.10 IMPLEMENTACION, REVISION Y ACCION

3.2.10.1 Implementación

Como producto final se tiene los controles críticos, la cual se describe en la siguiente tabla:

Tabla 3.15

Total de controles críticos

Riesgo Critico	Total, Controles Críticos
Vehículos y Equipos Móviles	10
Protección de maquinas	6
Herramientas manuales	7
Caída de personas	6

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la implementación de los controles críticos de cada riesgo crítico, donde la frecuencia de medición en campo fue mensual, para ello se generó un formato y guías. Los datos se fueron registrando en una base de datos.

Cualquier observación encontrada en la inspección, se procedió a gestionar para el levantamiento de la observación, con los plazos y responsables.

En la tabla 3.16, se observa el resumen mensual y el acumulado de la verificación de los controles críticos.

Tabla 3.16*Resumen mensual y anual de verificación de controles de riesgos críticos*

Controles Críticos	Responsable	KPI RC/Anual	Mensual			Acumulado			Obs.	Plan acción
			Prog.	Ejec.	Cumpl.	Prog.	Ejec.	Cumpl.		
Riesgo Crítico 1: Vehículos y equipos móviles - Pérdida de control del manejo de la camioneta										
Entrenamiento y Autorización para Manejo en el Proyecto	Dueño RC/Dueño CC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Muros de seguridad	Dueño RC/ Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%	Retraso PM	Reprog.
Curso de alta ruta	Dueño RC/Dueño CC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Mantenimiento constante de la vía	Dueño RC/ Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Mantenimiento preventivo del vehículo	Dueño RC/ Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Monitoreo GPS (Rastreo satelital)	Dueño RC/Dueño CC	12	1	1	100%	12	12	100%	Cliente	Coordr.
Uso de cinturón de seguridad	Dueño RC/ Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Jaula antivuelco	Dueño RC/ Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Frenos ABC	Dueño RC/ Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Vehículo con air-bag	Dueño RC/ Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Riesgo Crítico2: Herramientas manuales - Exposición del operador a partes móviles de la maquina (petrotomo)										
Personal autorizado y capacitado para la actividad	Dueño RC/Dueño CC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Guarda de seguridad de la maquina	Dueño RC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Cumplimiento del programa del mantenimiento preventivo de la maquina	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Sistema de bloqueo de energía	Dueño RC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%	EPP estándar	estánd
Riesgo Crítico 3: Exposición del trabajador al desprendimiento del disco (amoladora)										
Entrenamiento y Autorización para uso de la herramienta manual	Dueño RC/Dueño CC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Implementación de un programa para gestión de las herramientas (adquisición, utilización, mantenimiento y control, almacenamiento, eliminación)	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Realizar mantenimiento preventivo de la herramienta	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Mantenimiento de las instalaciones eléctricas	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Sistema de bloqueo de energía	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Uso de biombos de seguridad	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Riesgo Crítico 4: Caída de personas desde altura y de mismo nivel										
Equipos de comunicación: Spot, teléfono satelital, brújula, plano, GPS	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Desplazarse mínimo entre dos personas	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Contar con equipos de escalamiento	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Sistema de detección de tormentas (monitoreo)	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Parar la tarea y refugiarse	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		
Contar con guía para el desplazamiento	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%	Elaborar plan	RRCC
Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate	Dueño CC/Monitor RC	12	1	1	100%	12	12	100%		

Fuente: Elaboración propia

3.2.10.2 Verificación

La verificación de los controles críticos y los riesgos críticos, se planteó realizar semestral. Se inicio con la evaluación después haber implementado los controles críticos con la finalidad de evaluar la eficacia de los mismos. La primera evaluación se realizó en el mes de diciembre 2019 y se tiene programado para el mes de junio del 2020 la según evaluación.

Esta evaluación se realizó según el ítem 2.1.14.2 del capítulo II Marco Teórico: Evaluación de controles críticos y evaluación de Riesgos basado en controles críticos.

La evaluación se realizó para cada control crítico y riesgo crítico. Los resultados obtenidos se observan en el Anexo N°3 y Anexo N° 4.

3.2.10.3 Acción

En caso de una desviación según la evolución de los controles críticos y riesgos, SE VUELVE REVISAR O EVALUAR EL RIESGO CRITICO, en nuestro caso, después de la primera evaluación de controles críticos y riesgos basados en los controles críticos no se detectó una desviación en el plan de acción.

CAPITULO IV

RESULTADO DE LA INVESTIGACION

4.1 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION Y CONTRASTACION DE HIPOTESIS

Para el análisis y la validación de la hipótesis se ha descompuesto las variables en sus respectivos indicadores orientadas a determinar la relación causa – efecto entre estas; para los cuales, se han determinado la siguiente estructura conforme a la Tabla 4.1 que a continuación se presenta:

4.1.1 COMPOSICION DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 4.1*Composición de Variables e Indicadores*

CONDICION DE VARIABLES E INDICADORES		
VARIABLES	Variable dependiente (Y) Accidentes	Variable independiente (X) Gestión de Riesgos Críticos aplicando la Metodología Bow Tie
		X ₁ : Riesgos Críticos
INDICADORES	Y ₁ : Incidentes Y ₂ : Accidentes	X ₂ : Controles Críticos X ₃ : Desempeño de los controles Críticos
CONDICION PARA VALIDAR	Indicadores dependientes	Indicadores independientes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2*Determinación de los Indicadores de las Variables Investigadas*

Meses	Independiente (X) Riesgos críticos, Controles críticos, Desempeño de los controles críticos			Dependiente (Y) Incidentes Accidentes	
	X1	X2	X3	Y1	Y2
1	27	19	11	2	1
2	41	41	31	0	0
3	31	31	14	2	0
4	25	29	5	3	1
5	29	35	6	3	0
6	27	30	10	2	0
7	37	39	27	0	1
8	33	34	16	1	0
9	32	32	5	3	0
10	33	37	8	3	0
11	30	30	10	2	0
12	20	22	11	2	1

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la tabla 4.2, son resultado obtenidos durante el desarrollo de esta investigación, así mismo, contrastando con la

información de los registros de la aplicación de la metodología Bow Tie, como gestión de Riesgos Críticos en la prevención de incidentes y accidentes en la Proyecto Hilarión.

4.1.2 ESTADISTICA DE PRUEBA – COEFICIENTE DE DETERMINACION:

La aplicación del coeficiente de determinación (R^2), permite comprobar el grado de causalidad o influencia que posee la variable independiente (X) como influencia sobre la variable dependiente (Y); por cuanto, a las variables planteadas en el desarrollo de la investigación.

Para cuyo caso e imprescindible en el uso de las observaciones de los indicadores de cada una de las variables presentadas en la tabla 4.1, y correlacionarlas con los estadísticos de prueba conforme a la estructura relacional presentados en la tabla 4.2.

A) Análisis regresión múltiple:

– Respecto al índice de incidentes.

Dentro del análisis estadístico de prueba se mide la influencia de los indicadores de la variable independiente sobre los indicadores de la variable dependiente, conforme al siguiente esquema:

Incidente (Y_1)

X1: Riesgos Criticos

X2: Controles Criticos

X3: Desempeño de los controles criticos

– **Estimación lineal múltiple:** $Y_1 = f(X_1, X_2, X_3)$

Tabla 4.3

Resumen de prueba de hipótesis

<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.97059583							
Coefficiente de determinación R ²	0.942056265							
R ² ajustado	0.920327364							
Error típico	0.305867601							
Observaciones	12							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	3	12.1682267	4.05607558	43.3549894 2	2.70903E-05			
Residuos	8	0.74843992	0.09355499					
Total	11	12.9166667						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	2.754185616	0.60247953	4.57141777	0.00182239 7	1.364865335	4.143505897	1.364865335	4.143505897
Variable X 1	0.01212401	0.03850723	0.31485022	0.76093067 9	-0.076673824	0.100921844	-0.076673824	0.100921844
Variable X 2	0.018080684	0.02714041	0.66619046	0.52403124 3	-0.044505221	0.08066659	-0.044505221	0.08066659
Variable X 3	-0.138493965	0.016185	-8.55693175	2.68173E-05	-0.175816648	-0.101171281	-0.175816648	-0.101171281

Fuente: Elaboración propia

“Para la interpretación de resultados de los estadísticos de prueba se tomó la prueba de decisión presentada” por Hernández Sampieri, Fernández, 2014, p 305:

Tabla 4.4*Interpretación de resultados de R²*

INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE DE DETERMINACION MULTIPLE R²
0.00 = No existe influencia alguna entre las variables
0.10 = Influencia muy débil
0.25 = Influencia débil
0.50 = Influencia media
0.75 = Influencia considerable
0.90 = Influencia muy fuerte
1.00 = Influencia perfecta

Fuente: Elaboración propia

Los resultados en la Tabla 4.3 muestran que los indicadores X₁, X₂, X₃ influyen en la prevención de los incidentes en el Proyecto Hilarion (Y₁), en el cual se determinó un nivel de significancia máxima para la variable explicativa, como se muestra en resumen estadísticos.

Tabla 4.5*Resultado de R²*

Estadístico	Resultado
Coefficiente de determinación R ²	0.942056
Nivel de significancia del modelo	0.00002709

Fuente: Elaboración propia

Fórmula general del modelo:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3$$

Considerando: Y= Y₁

El modelo según la ecuación de la regresión lineal se define:

$$Y=2.754185+0.012124(X_1)+0.018080(X_2)-0.138493(X_3)$$

Los resultados han demostrado que existe una correlación positiva casi perfecta entre los indicadores X_1 , X_2 , X_3 y el índice de incidentes (Y_1) que tienen el comportamiento de la empresa de la presente investigación donde su coeficiente de correlación $R = 0.9705$ (grado % de ajuste a la línea de regresión lineal estimada); y además R^2 de 0.9420 esto implica una relación de influencia muy fuerte entre la variable explicativa y explicada estableciendo este resultado una dependencia alta (95%) de una significancia de 0.000027 (se acepta como máximo 0.05), lo que evidencia un mayor grado del nivel éxito de los resultados del estadístico de prueba que argumenta la influencia existente de la variable independiente sobre la variable dependiente de la investigación.

B) Resultado Global del Análisis de Regresión Múltiple de X - Y:

Como sinopsis de la parte operativa de la investigación dentro del proceso de la validación de la hipótesis, se elaboró un listado de indicadores de decisión de la prueba de hipótesis; tomando la arquitectura de la hipótesis como diseño, se han corrido (2) regresiones múltiples tomando como data-información el comportamiento de las variables medidos a través de sus correspondientes indicadores conforme a la Tabla 4.3. De acuerdo a los resultados generales computados sobre los indicadores de las variables de informaciones de la Metodología Bow Tie (X) sobre los resultados de prevención de incidentes y accidentes en el

Proyecto Hilarión (Y), en la Tabla 4.6 se determina los resultados; los mismos, que muestran un fuerte impacto y significancia de acuerdo a su (R^2) y (α) respectivamente, según la prueba estadística ejecutando en Excel.

SINOPSIS DE LOS ESTADÍSTICOS DE PRUEBA AGRUPADA

Tabla 4.6

Estadístico hipótesis específica 1 y 2

Nº	Modelo de regresión de indicadores $Y = f(X_1, X_2, X_3)$	Coefficiente de determinación (R^2)	Nivel de significancia α
1	$Y_1 = f(X_1, X_2, X_3)$	0.942056	0.00002709
2	$Y_2 = f(X_1, X_2, X_3)$	0.784956	0.0047876

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Para la validación de la hipótesis se tiene determinado los respectivos estadísticos de prueba en la tabla 4.6, entre ellos: el Coeficiente de Determinación (R^2) y el Nivel de Significancia (α) de los modelos de regresión lineal múltiple; los mismos, que en el punto anterior no se asistió en la explicación preliminar. Para la aceptación o rechazo de la hipótesis se utilizó los resultados del estadístico de prueba el modelo propuesto por Hernández, Fernández y Baptista, 6ta Edición, 2014, Pag. 305.

4.1.3.1 Hipótesis específica 1:

Hi: La realización del análisis Riesgos Críticos, influye directamente, en la disminución de incidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

H₀: La realización del análisis de Riesgos Críticos **NO** influye directamente, en la disminución de incidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

Modelo: $Y_1 = f(X_1, X_2, X_3)$

Dónde: Y₁: Incidentes

X₁, X₂, X₃: Indicadores de la Metodología Bow Tie

Resultado:

$$R^2 = 0.9420$$

$$\alpha = 0.00002709$$

Análisis: Al interpretar los resultados de la regresión múltiple se concluye rechazar la H₀ (Hipótesis Nula), se acepta la hipótesis de investigación (H_i), porque el coeficiente de determinación revela influencia muy fuerte con alto nivel de significancia.

4.1.3.2. Hipótesis Específica 2:

H_i: La realización del tratamiento de riesgos críticos, influye directamente en la disminución de accidentes en el

Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

H₀: La realización del tratamiento de los riesgos críticos, **NO** influye directamente en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A

Modelo: $Y_2 = f(X_1, X_2, X_3)$

Dónde: Y₂: Accidentes

X₁, X₂ X₃: Indicadores de la Metodología Bow Tie

Resultado:

$$R^2 = 0.784956$$

$$\alpha = 0.0047876$$

Análisis: Al interpretar los resultados de la regresión múltiple se concluye rechazar la H₀ (Hipótesis Nula), se acepta la Hipótesis de Investigación (H_i), porque el coeficiente de determinación determina la influencia muy fuerte con alto nivel de significancia.

En consecuencia, los resultados obtenidos nos permiten establecer la relación de influencia de la variable, análisis y tratamiento de Riesgos Críticos (X) sobre los incidentes y accidentes en el Proyecto Hilarion (Y).

4.1.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Para la comprobación de la hipótesis general, sistemáticamente, se derivan de la comprobación de las sub hipótesis, para ello, los autores recomiendan la utilización de la regresión múltiple. A partir del análisis de Regresión Lineal Múltiple nos permite establecer la relación que se produce entre una variable dependiente e independiente, la cual se aproxima más a una situación de análisis real por lo que está relacionado con métodos matemáticos básicos y razonables.

Hipótesis General:

H_i: La gestión de riesgos críticos, influye significativamente en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

H₀: La gestión de riesgos críticos, NO influye significativamente en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.

Modelo: $Y_{1,2} = f(X_1, X_2, X_3)$

Dónde: Y_{1...2}: Accidentes, Incidentes

X₁: Riesgos Críticos

X₂: Controles Críticos

X₃: Desempeño de los controles críticos

Resultado: Los resultados son según los datos de la Tabla 4.3

Tabla 4.7*Estadístico hipótesis general*

N°	Modelo de la regresión de indicadores $Y = f(X_1, X_2, X_3)$	Coefficiente de determinación (R^2)	Nivel de significancia α
1	$Y_1 = f(X_1, X_2, X_3)$	0.942056	0.00002709
2	$Y_2 = f(X_1, X_2, X_3)$	0.784956	0.0047876

Fuente: Elaboración Propia

Análisis: Al interpretar los resultados de los dos R^2 los que tiene como media geométrica 0.859925, se concluye rechazar la H_0 (Hipótesis Nula), y se acepta la hipótesis de investigación (H_i), puesto que el coeficiente de determinación evidencia una influencia considerable con tendencia a influencia muy fuerte con alto nivel de significancia de 0.004787.

En conclusión, los resultados arribados en este capítulo permiten establecer la relación de influencia de las variables, el análisis y tratamiento de riesgos críticos aplicando la metodología Bow Tie (X) sobre los resultados de la disminución de accidentes (Y). Argumento que permite afirmar categóricamente la Metodología Bow Tie como gestión de Riesgos Críticos, posee una **influencia determinante sobre la disminución de accidentes en el Proyecto Hilarion**, proporcionando con ello condiciones en el trabajo o controles preventivas que permiten gerenciar el proceso de gestión de seguridad con resultados favorables.

4.1.5 ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE RESULTADOS

4.1.5.1 Análisis comparativo de accidentes e incidentes pre y pos implementación de Gestión de Riesgos Críticos

En el año 2018 y 2019 se notificaron accidente e incidentes según la tabla 4.8. Gráficamente se muestra en la figura 4.1 y 4.2 la notificación mensual de los accidentes e incidentes en el Proyecto Hilarion. En 2019 hubo una total de 4 accidentes de nivel 1, comparando con el año 2018 que se registraron 17 accidentes (nivel 1, 2, 3, 4), **donde fue un 86.7% menos que el 2018.**

En el año 2019 se dio una mejora continua, gracias al compromiso y el trabajo en equipo de la gerencia y los trabajadores que participaron en la implementación de Gestión de Riesgos Críticos.

Tabla 4.8

Accidente e incidente del año 2018 y 2019

Mes	2018		2019	
	Incidentes	Accidentes	Incidentes	Accidentes
Enero	2	0	2	1
Febrero	3	2	0	0
Marzo	6	1	2	0
Abril	9	3	3	1
Mayo	5	1	3	0
Junio	3	2	2	0
Julio	6	2	0	1
Agosto	4	1	1	0
Setiembre	6	1	3	0
Octubre	1	2	3	0
Noviembre	6	1	2	0
Diciembre	3	1	2	1

Fuente: Elaboración propia

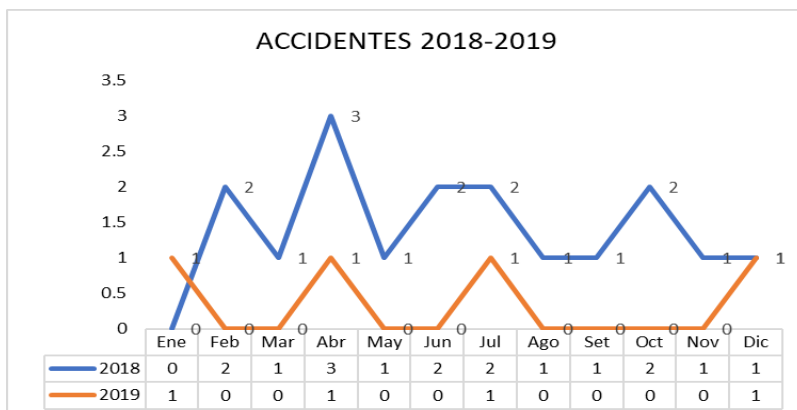


Figura 4.1. Notificación mensual de accidentes 2018 y 2019.
Fuente: Elaboración propia

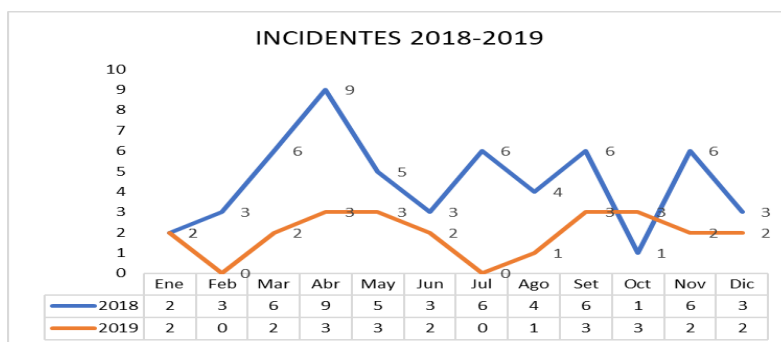


Figura 4.2. Notificación mensual de incidentes 2018 y 2019.
Fuente: Elaboración propia

4.1.5.2 Índice de frecuencia, severidad y accidentabilidad

– De la figura 4.3 y figura 4.4 se puede deducir que: debido a la implementación de Gestión de Riesgos Críticos, **se logró una reducción de 71.31%** en el índice de frecuencia.

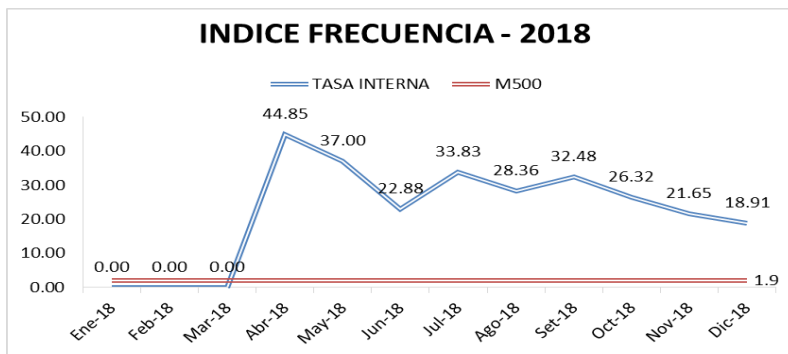


Figura 4.3. Evolución mensual de índice frecuencia 2018.
Fuente: Elaboración propia.

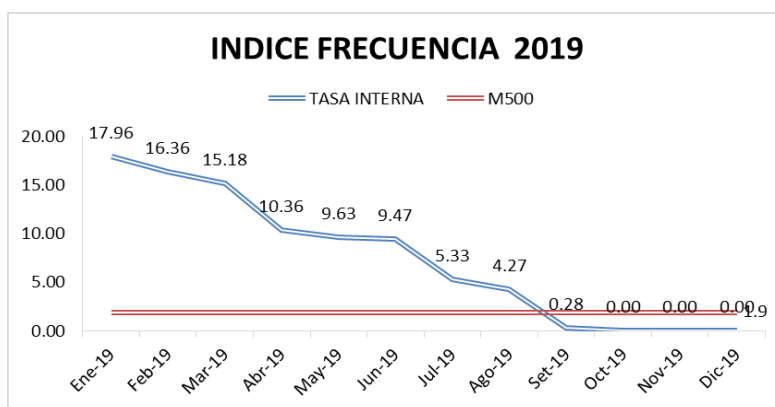


Figura 4.4. Evolución mensual de índice de frecuencia 2019.
Fuente: Elaboración propia

- De la figura 4.5 Y 4.6 se puede deducir que: debido a la implementación de Gestión de Riesgos Críticos, se logró una **reducción de 69%** en el índice de severidad.

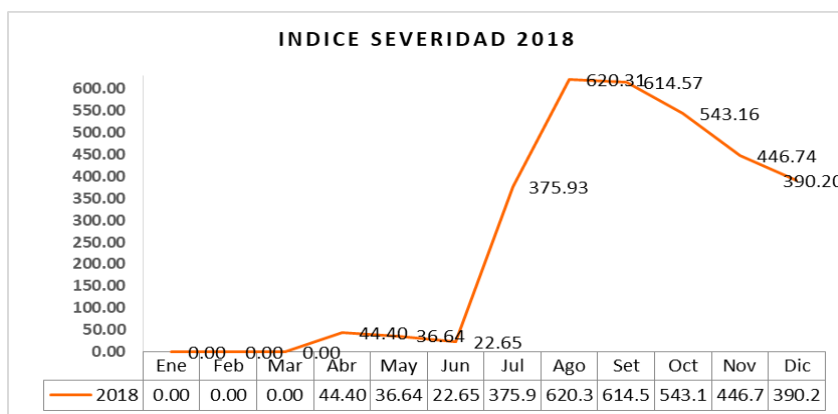


Figura 4.5. Evolución mensual de índice severidad 2018.
Fuente: Elaboración propia

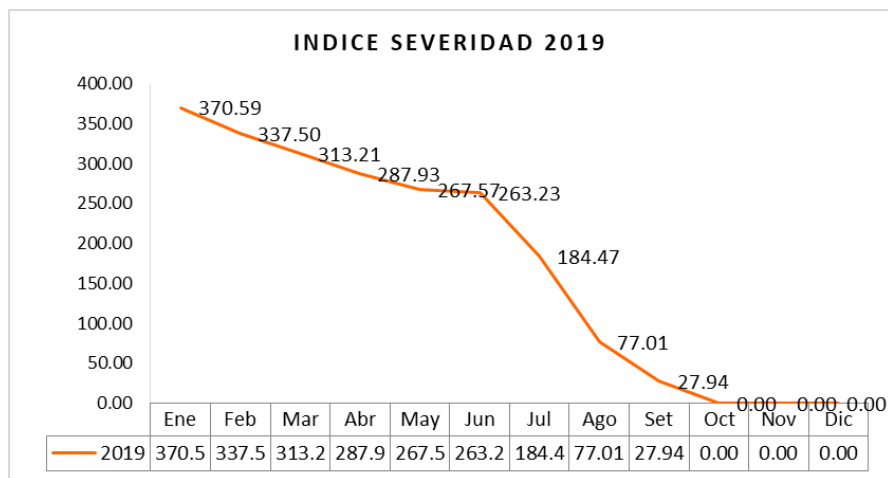


Figura 4.6. Evolución mensual de índice severidad 2019.
Fuente: Elaboración propia

- De la figura 4.7 se puede deducir que: debido a la implementación de Gestión de Riesgos Críticos, se logró una reducción de 66.65% en el índice de accidentabilidad.

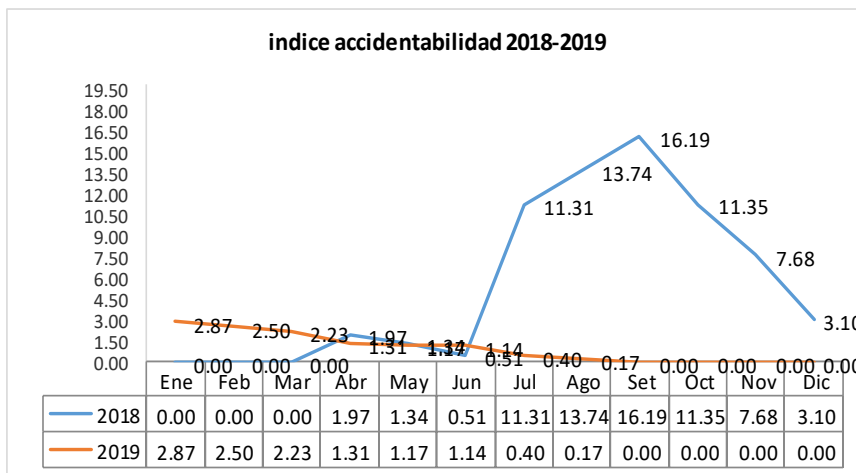


Figura 4.7. Notificación mensual de incidentes 2018 y 2019.
Fuente: Elaboración propia

Se concluye que con la aplicación de la Metodología Bow Tie, como gestión de riesgos críticos en el Proyecto Hilarión, ha logrado reducir significativamente la ocurrencia de accidentes.

4.1.6 APORTES DE LA INVESTIGACIÓN

El aporte está basado en la aplicación de la Metodología Bow Tie como Gestión de Riesgos Críticos donde se tiene una influencia significativa en la disminución de accidentes e incidentes y puede ser utilizado en cualquier tipo de actividad e industria. El análisis de Riesgos Críticos con la Metodología Bow Tie hace dos cosas, en primer lugar, da una mirada global de todos los escenarios de accidentes posibles que pudieran existir, entorno a un determinado Riesgo Crítico. La Metodología Bow Tie como Gestión de Riesgos Críticos puede ser implementada a su naturaleza altamente visual e intuitiva, mientras que también ofrece nuevas perspectivas de desarrollo.

CONCLUSIONES

1. El análisis de Riesgos Críticos tiene impacto significativo sobre los resultados en la ocurrencia de **incidentes** en el Proyecto Exploración Minera Hilarión de la CIA Nexa Resources S.A.A, el mismo que queda reflejada en el resultado estadístico $R^2 = 0.9420$ a un alto nivel de significancia, lo que evidencia un fuerte grado de influencia de la variable independiente respecto a la dependiente.
2. El tratamiento de Riesgos Críticos tiene impacto significativo sobre los resultados en la ocurrencia de accidentes en Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A, el mismo que queda reflejado en el resultado estadístico $R^2 = 0.7849$ a un alto nivel de significancia, lo que evidencia una influencia considerable de la variable independiente respecto a la dependiente.
3. **La Gestión de Riesgos Críticos aplicando la Metodología Bow Tie tiene impacto** significativo sobre los resultados en la ocurrencia de **accidentes** en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A, el mismo queda reflejado en el resultado estadístico $R^2 = 0.859925$ donde es una influencia considerable con tendencia a influencia muy fuerte, un alto nivel de significancia $\alpha = 0.004787$, lo que evidencia una influencia considerable de la variable independiente respecto a la dependiente.
4. Los resultados de la estadista evidencian que existe una disminución significativa en la ocurrencia de accidentes en 86.7% menos que el 2018. El índice de frecuencia, índice de severidad, índice de accidentabilidad se logró una reducción de 71.31%, 69%, 66.65 respectivamente.

5. Con la aplicación de la Metodología de Bow Tie para los riesgos críticos identificados en el Proyecto Hilarion se demostraron la relación entre los peligros, amenazas, eventos no deseados, consecuencias y cada uno de las medidas de control preventivas y mitigadoras. La matriz de Bow Tie que se generaron son de gran ayuda para la visualización y comunicación del proceso de análisis de los Eventos No Deseados.
6. Por los resultados de la investigación se deduce que la aplicación del Metodología Bow Tie como gestión de Riesgos Críticos, permite conocer la influencia en la disminución de accidentes relacionados a los Riesgos Críticos en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion.
7. Para la selección de los riesgos críticos, se realizó a partir de la IPERC línea base, las estadísticas del Proyecto Hilarion y las estadísticas a nivel Corporativo de los Proyectos de Exploración Greenfield de la empresa, donde se determinó 04 riesgos críticos: Vehículos y equipos móviles, protección de máquinas, herramientas manuales y caída de personas. Con esta elección se desarrolló el presente trabajo, las cuales fueron analizados con la Metodología Bow Tie.
8. De los resultados de la investigación se deduce que en el Proyecto Hilarion se presentó una mejora continua en el nivel de desempeño de la gestión de los incidentes y/o accidentes en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, orientado a la prevención de incidentes y accidentes.
9. Para el desarrollo de esta tesis se analizó los riesgos críticos de las actividades de exploración minera del Proyecto Hilarion, donde el análisis que se realizo fue a las actividades de vehículos y equipos móviles, protección de máquinas, herramientas manuales y caída de personas, el resultado del análisis de los

riesgos críticos se observa en la Matriz de Bow Tie, dicha matriz complementa la comprensión y lectura fácil de análisis de los Eventos No Deseados.

10. Se concluye que la Metodología Bow Tie, es una herramienta que permite la mejora continua de la Gestión de los Riesgos Críticos en el Proyecto Hilarion y se recomienda a las empresas que trabajen e incorporen esta metodología en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para una mejora continua en la Organización.
11. Se realizó un programa para la gestión de los riesgos críticos. También se elaboraron procedimientos para cada riesgo crítico, se presentan los procedimientos y el programa en el Anexo 6, 7 respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Gerencia General mayor apoyo en la gestión implementada para reducir los incidentes y accidentes en operaciones del Proyecto Hilarion, a través de actividades de seguimiento más continuos, compromiso de mejora continua y cumplimiento de los plazos establecidos.
2. El conjunto de personas de la organización que ocupen puestos de responsabilidad en la misma, deberá practicar formas de gestión orientadas al desarrollo sostenible, procurando obtener, de forma reiterada, resultados positivos económicos, medio ambientales y sociales.
3. Del análisis obtenemos que la Organización presenta oportunidades de mejora que, de continuar con el seguimiento de la implementación de la Metodología Bow Tie, estas elevarán el nivel de desempeño en materia de Seguridad y Salud, orientado a la reducción de accidentes e incidentes en el Proyecto Hilarion.
4. Se recomienda a la organización, incidiendo en la capacitación continua y específica a todo nivel, lo cual representa un apoyo a todos los trabajadores y con ello a las empresas contratistas; lo que contribuirá en el personal a trabajar con mayor seguridad.
5. Se sugiere continuar con la realización de seguimiento semestral a las evaluaciones de los Riesgos Críticos y sus controles críticos según formato, así mismo a los estándares de desempeño, de esta forma determinar si el control es adecuado o se requiere nuevos controles.
6. Continuar con las inspecciones mensuales según los formatos generados para este estudio, realizados por los responsables de riesgo crítico y control crítico.

7. En los resultados se evidencia que la organización debe incidir en la sensibilizar a los supervisores y trabajadores en aplicar los controles de los Riesgos Críticos en las actividades que aplican en el área de trabajo.
8. Este proyecto no se limita a los supervisores y trabajadores de la compañía, sino que se debe extender básicamente a todas las organizaciones de una compañía.
9. Se recomienda contar con un software para la construcción del diagrama de Bow Tie, la cual nos permitirá optimizar tiempos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfonso Pallares, C. Perez Reyes. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BOE TIE PARA LA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA DE PERFILAJE DE POZOS. [En línea] 2013. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/020/45020942.pdf.
2. Cormier R., (2016), Bowtie analysis of avoidance and mitigation measures within the legislative and policy context of the Fisheries Protection Program”, Ecosystems Management, Gulf Region. [Fecha de acceso junio 2016]. URL disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299656973_Bowtie_analysis_of_avoidance_and_mitigation_measures_within_the_legislative_and_policy_context_of_the_Fisheries_Protection_Program.
3. Executive, Amey VECTRA Ltd for the health and Safety. Layers of Protection Analysis in the COMAH Context, Andrew Franks.2012.
4. International Council on Mining & Metals (ICMM) - GUÍA DE BUENAS PRACTICAS, GESTION DE CONTROLES CRITICOS PARA LA SALUD Y LA SEGURIDAD
5. International Council on Mining & Metals (ICMM) - GUÍA PARA LA EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS CONTROLES CRÍTICOS.
6. Kris, Steve Lewis and. Lessons Learned from Real World Application of the Bow tie Method. 2010.
7. Norma internacional IEC/ISO 31010/2013. TÉCNICA BOW TIE PARA ANÁLISIS DE RIESGOS.
8. NTC-ISO 31000, (2011). Gestión de Riesgos – Principios y Directrices.1ra edición. Colombia. [Fecha de publicación:16 de febrero 2011].
9. NCh-ISO 31010, (2013), Gestión del riesgo – Técnicas de evaluación de riesgos, 1ra. Edición. Santiago de Chile. [Fecha de acceso: 27 de marzo 2013].
10. MILLA, O. (2013), Evaluación del Nivel de Gestión de Riesgos para la Mejora Continua de la Seguridad y Salud en el Proceso de Minado Marañón CIA. Minera Poderosa S.A. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Ingeniería.

- Lima, Perú. [Fecha de acceso año 2013]. URL disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1127>.
11. Organismo Internacional de Trabajo-OIT (2019), Folleto para el Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo, URL disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf.
 12. Risk Assessment The Bow tie Method. [En línea] <http://www.cgerisk.com/knowledge-base/risk-assessment/thebowtiemethod>.
 13. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado Pilar Baptista Luisa, (2006) Metodología de la Investigación. Sexta Edición: Ed. Mc Graw Hill, México.
 14. SOLUTIONS, CGE RISK MANAGEMENT. Risk Assessment The History of Bowtie. [En línea] <http://www.cgerisk.com>.
 15. Trbojevic, Vladimir M. Optimising Hazard Management by Workforce Engagement and Supervision. 2008.
 16. Wardman, Diego Lisbona y Mike. Feasibility of Storybuilder Software Tool for Major Hazards Intelligence, prepared by the Health. 2010.
 17. Yurell, Claudia Gómez. BOW TIE: UNA HERRAJIENTA PARA LA COMUNICACIÓN DE RIESGO. [En línea] 2013. <http://ccia.cujae.edu.cu/index.php/siia/siia2012/paper/view/2657>.

ANEXOS

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>Problema general ¿Cuál es la influencia de la gestión de riesgos críticos en la disminución de los accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.?</p> <p>Problemas específicos a) ¿Cuál es la influencia de la realización del análisis de riesgos críticos en la disminución de incidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.? b) ¿Cuál es la influencia del tratamiento de la gestión de riesgos críticos en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.?</p>	<p>Objetivos general Determinar el grado de influencia en la disminución de la ocurrencia de accidentes con la aplicación de gestión de riesgos críticos en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.</p> <p>Objetivos específicos a) Establecer la influencia de la realización del análisis de los riesgos críticos para la disminución de incidente en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A. b) Determinar la influencia del tratamiento de riesgos críticos en la disminución de accidentes en el Proyecto de Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.</p>	<p>Hipótesis general La gestión de riesgos críticos influye significativamente en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.</p> <p>Hipótesis específicas a) La realización del análisis Riesgos Críticos, influye directamente, en la disminución de incidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A. b) La realización de tratamiento de riesgos críticos, influye directamente en la disminución de accidentes en el Proyecto Exploración Minera Hilarion de la CIA Nexa Resources S.A.A.</p>	<p>Variable independiente: X = Gestión de riesgos críticos</p> <p>Variable dependiente: Y = Accidentes</p>	<p>Variable independiente: X X₁ = Análisis de riesgos críticos X₂ = Tratamiento de riesgos críticos</p> <p>Variable dependiente: Y Y₁ = Incidentes Y₂ = Accidentes</p>	<p>Indicadores de X: X₁ = Riesgos críticos X₂ = Controles Críticos X₃ = Desempeño de Controles Críticos</p> <p>Indicadores de Y: Y_{1.1} = Número de incidentes peligrosos. Y_{1.2} = IF, IS, IA</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación Descriptivo</p> <p>Diseño de la Investigación Cuasi Experimental, longitudinal, cuantitativo</p> <p>Población: 97</p> <p>Muestra: Muestra n = 77 La determinamos usando la fórmula: $n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$ donde: N= Total de la población n=Tamaño de la muestra Z= 1.96 (al 95%) p = Proporción esperada= 50% de error q= 1-p d= Error máximo permitido 5%)</p> <p>La Muestra está compuesta por:</p> <p>Técnicas en recolección. Revisión bibliográfica, generación de guías, planes acción</p> <p>Instrumento Guía, formato de identificación de riesgos críticos.</p>

Fuente: Elaboración propia

ANEXOS N°2: PLAN DE ACCION

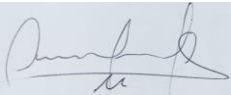
		NEXA FORMATO								Codigo	PH-SSO-F-01	
		Título: PLAN DE ACCION DEL EVENTO NO DESEADO (END)								Revision	00	
										Area	SSO	
										Pagina	1 a 1	
RIESGO CRITICO: Vehiculos y Equipos Moviles			END: Perdida de control del manejo de la camioneta					Fecha: 22/12/2019				
N°	Codigo CC	Controles Criticos	Proceso de ejecucion o implementacion del control	Responsable	Mes de cumplimiento	N° Verificaciones	Si	No	Estatus	% Ejec	Observaciones	Plan de accion
1	CC1	Curso de alta ruta	Hacer una lista de conductores con la vigencia de sus certificado.	Dueño RC/CC	May, ago, oct	3	X		Ejecutado	100%	Se realizo una inspeccion gerencial	
			Programar para la realización del curso de alta ruta con una empresa tercera. El Administrador de turno se encargara de la gestión.		Jun, Ago, Nov	3	X		Ejecutado	100%		
			Entrega de licencia inetrna a los conductores.		Jun, Ago, Nov	3	X		Ejecutado	100%		
2	CC2	Entrenamiento y Autorización para Manejo en el Proyecto	El Conductor para acceder a la Licencia Interna de Conducir (LIC), deberá cumplir con los requisitos que establece RIT: Licencia conducir, EMO, Psicocensometrico.	Dueño RC/CC	Feb, Mar, Ago, Nov	4	X		Ejecutado	100%		
			Aprobar el examen práctico de manejo defensivo, realizada por una empresa especializada.		Feb, Mar, Ago, Nov	4	X		Ejecutado	100%		
3	CC3	Frenos ABC	Realizar inspección de los Frenos ABC de los vehiculos	Monitor RC	Mar -Ene	11	X		Ejecutado	100%		
4	CC4	Jaula antivuelco	Realizar inspección de las jaulas antivuelcos de los vehiculos	Monitor RC	Mar -Ene	11	X		Ejecutado	100%		
5	CC5	Mantenimiento preventivo del vehiculo	Estatus reporte de kilometraje de parte de los conductores.	Dueño CC	Ene-Dic	12	X		Ejecutado	100%		
			Revisión técnica externa vigente		Ene-Dic	12	X		Ejecutado	100%	Se realizo seguimiento mensual	
			Revisión prueba de gases y ruido		Ene-Dic	12	X		Ejecutado	100%	Se realizo seguimiento mensual	
			Seguimiento de programa de mantenimiento preventivo de los equipos		Ene-Dic	12	X		Ejecutado	100%		
6	CC6	Mantenimiento constante de la via	Mantenimiento del acceso	Dueño RC/CC	Mar, Abr, Jul, Ago, Sep, Oct	6	X		Ejecutado	100%		
			Mantenimiento de las cunetas y alcantarilla		Abr, May, Jun, Ago, Sep, Oct, Dic	7	X		Ejecutado	100%		
			Señalización del acceso		May, Ago, Nov	3	X		Ejecutado	100%		
7	CC7	Monitoreo GPS (Rastreo satelital)	Implementación del sistema GPS medidor de velocidad a tiempo real en los vehiculos.	Dueño RC/CC	Nov	1	X		Ejecutado	100%	Se tenia programado para septiembre	
			Capacitación sobre la implementación del sistema monitoreo GPS.		Nov	1	X		Ejecutado	100%	Se realizo la capacitacion a los conductores	
8	CC8	Muros de seguridad	Identificar zonas donde falta construir y realizar mantenimiento de muros de seguridad ya sea con material (tierra, roca) o con mallas metálicas.	Dueño RC/CC	Mar, Ago	2	X		Ejecutado	100%		
			La construcción del muro de seguridad debe ser 3/4 de la llanta del vehiculo mas grande.		Abr, May, Jul	3	X		Ejecutado	100%		
9	CC9	Uso de cinturón de seguridad	Realizar inspección de todos los vehiculos y equipos el estado del cinturón de seguridad.	Monitor RC	Ene-Dic	12	X		Ejecutado	100%		
			Capacitar al personal sobre la importancia del uso del cinturón de seguridad.		Ene-Dic	12	X		Ejecutado	100%		
			Inspección aleatorio del uso del cinturón de seguridad de los usuarios		Feb-Dic	11	X		Ejecutado	100%		
10	CC10	Vehiculo con air-bag	Realizar inspección del estado air-bag de los vehiculos	Dueño CC	Ene-Dic	12	X		Ejecutado	100%		
					Total	157	22	0				

ANEXO N°3: REGISTRO DE VERIFICACION DE CONTROLES DE RIESGOS CRITICOS

	FORMATO		Código	PH-SSO-F-02
	Título	GUIA DE VERIFICACION DE CONTROLES DE RIESGO CRITICOS	Revisión	00
			Área	SSOMA
			Página	01
Riesgos críticos (RC1):	Transporte de personas con camioneta desde Huallanca hasta el Proyecto Hilarion y viceversa			
Fecha:	30/03/2019			
Inspectores :	Walter Verastegui /Enma Reymundo			
Área inspeccionada:	Operaciones			
Tarea:	Conducción del vehículo			
Equipo/vehículo:	Camioneta AWF-833			
Control crítico CC1: Curso de alta ruta			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
Evaluación teórica	Aprobación del examen >14 de nota	X		
Evaluación practica en el proyecto	El instructor evalúa en campo la destreza del conductor	X		
Control crítico CC2: Entrenamiento y Autorización para Manejo en el Proyecto			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
Entrenamiento para el manejo en el proyecto	Verificar la evaluación teórica y practica del conductor	X		
Autorización para el manejo en el proyecto	Verificar el cumplimiento de los estándares (documentos)	X		
Control crítico CC3: Frenos ABC			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
El buen funcionamiento de los frenos ABC	Verificar que los frenos ABC son revisados cuando se realiza el mantenimiento del vehículo.	NA		
	Usando el check list se debe verificar el estado de jaula antivuelco.	X		
Control crítico CC4: Jaula antivuelco			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
El buen estado de jaula antivuelco	Verificar que la Jaula antivuelco son revisados cuando se realiza el mantenimiento del vehículo.	NA		
	Usando el check list se debe verificar el estado de jaula antivuelco.	X		
Control crítico CC5: Mantenimiento preventivo del vehículo			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
Estatus reporte de kilometraje de parte de los conductores.	Cumplimiento de la realización del mantenimiento cada 5000 km	X		
Revisión técnica externa vigente (control de ruidos y gases cada 6 meses)	Seguimiento de programa de mantenimiento preventivo	NA		
Programa de mantenimiento preventivo de los equipos	Seguimiento al programa de mantenimiento preventivo de los vehículos.	X		
Control crítico CC6: Mantenimiento constante de la vía			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
Correcto mantenimiento del acceso	Verificar el correcto mantenimiento del acceso	X		
Correcto mantenimiento de las cunetas y alcantarilla	Verificar la operatividad de las cunetas y alcantarillas	X		
Señalización del acceso	Verificar que las señaléticas fueron colocados según el reglamento de tránsito	X		
Control crítico CC7: Monitoreo GPS (Rastreo satelital)			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
Ubicación en tiempo real de la camioneta	A través del sistema satelital	NA		
Cumplimiento del estándar de velocidad establecidos en el proyecto	Reporte mensual extraído del sistema monitoreo	NA		
Reconocimiento del conductor para un efectivo control del uso de la flota de vehículos. Adicionalmente, esta herramienta permite calificar el tipo de manejo del conductor.	Cada conductor debe contar su llave personal para el uso de las camionetas.	NA		
Control crítico CC8: Muros de seguridad			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
La construcción del muro de seguridad debe ser 3/4 de la llanta del vehículo mas grande.	Verificar la construcción del muro 3/4 partes de la llanta del vehículo mas grande.	X		
Control crítico CC9: Uso de cinturón de seguridad			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
El uso del cinturón de seguridad	Verificar el uso del cinturón de seguridad	X		
Estado del cinturón de seguridad	Verificar el buen estado del cinturón de seguridad	X		
Control crítico CC10: Vehículo con air-bag			SI	NO
¿Qué se mide?	¿Cómo se mide?	Bueno	Mala	
El buen estado de air-bag	Verificar que air-bag son revisados cuando se realiza el mantenimiento del vehículo.	NA		
	Usando el check list se debe verificar el estado del air-bag	NA		
Plan de acción				
Observación:		Plan de acción:		
Fecha:		Responsable:		

ANEXO 4

EVALUACION DE CONTROL CRÍTICO

Formato de Evaluación de Control Crítico			
Control Crítico	Mantimiento constante de la acceso		
Dueño del Control	Jefe de Proyecto	Código del CC	2A
Tipo de Control	Seguridad y Salud	Fecha de Evaluación	Dic-19
Evaluación del Diseño del Estándar de Desempeño			
	SI	NO	
1. ¿Las condiciones y/o supuestos más relevantes de diseño del control han cambiado?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.1 Si la respuesta anterior es Si: ¿Se ha actualizado el diseño e implementación del control en función a los cambios?.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿El objetivo del Control es específico y entendido por todos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. ¿Los rangos meta definidos son medibles y se cuenta con metas de desempeño para el control claramente definidas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. ¿Está el proceso de control claramente descrito y precedimentado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. ¿Está definida la frecuencia de aplicación o ejecución del control?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. ¿Está identificado el responsable de la implementación del control?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Evaluación de la Implementación del Control			
1. % de cumplimiento del programa de inspecciones.	100%		
2. Promedio de los resultados (% de respuestas positivas) de todas las verificaciones de campo realizadas en el periodo de evaluación.	100%		
Evaluación Integral del Control Crítico			
EVALUACIÓN DEL CONTROL CRÍTICO:		ADECUADO	
Comentarios			
			
----- Dueño del Riesgo Crítico		----- Dueño del control crítico	
		----- Monitor Riesgo Crítico	

ANEXO N°5

EVALUACION DE RIESGOS CRITICOS EN BASE A CONTROLES CRITICOS

Formato de Evaluación Integral de Riesgos			
Riesgo	Transporte de personas con camioneta desde Huallanca hasta el Proyecto Hilarion y viceversa		
Dueño del Riesgo	Jefe de Proyecto		
Código del Riesgo	RC1		
Tipo de Riesgos	Seguridad y Salud		
Fecha de Evaluación	Dic-19		
Evaluación de los Controles Críticos			
Evaluación Control Crítico CC1	ADECUADO	Evaluación Control Crítico CC7	ADECUADO
Evaluación Control Crítico CC2	ADECUADO	Evaluación Control Crítico CC8	ADECUADO
Evaluación Control Crítico CC3	ADECUADO	Evaluación Control Crítico CC9	ADECUADO
Evaluación Control Crítico CC4	ADECUADO	Evaluación Control Crítico CC10	ADECUADO
Evaluación Control Crítico CC5	ADECUADO		
Evaluación Control Crítico CC6	ADECUADO		
Evaluación de Complementaria del Riesgo			
	SI	NO	
1. ¿Han cambiado los principales supuestos y condiciones bajo los cuales se evaluó el riesgo?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.1 Si la respuesta anterior es Si: ¿Se cuenta con controles que permitan mantener el riesgo en un nivel tolerable frente a los cambios experimentados?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿Se ha registrado algún incidente severo o de alto potencial relativo al riesgo que evidencia que los controles existentes podrían resultar insuficiente?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. ¿Existen observaciones de auditorías o tareas pendientes cuyo incumplimiento afectaría el nivel de control sobre el riesgo?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Evaluación Integral del Riesgo			
EVALUACIÓN DEL RIESGO:		BIEN CONTROLADO	
Comentarios			
----- Dueño del Riesgo Crítico		----- Dueño de control crítico	

ANEXO N°06: PROGRAMA DE RIESGOS CRÍTICOS DEL PROYECTO EXPLORACION MINERA HILARION

El Proyecto Hilarion, enfoca todos sus esfuerzos a la protección de la salud e integridad física de sus trabajadores, previniendo la ocurrencia de accidentes, propiciando y capacitando a sus trabajadores en la identificación de peligros potenciales, evaluación de riesgos críticos que puedan causar fatalidades y la implementación de controles críticos para cada riesgo crítico, así mismo el seguimiento del programa está bajo responsabilidad de los líderes del proyecto, quienes son los que realizan el seguimiento del cumplimiento de los controles críticos.

- 1. OBJETIVO:** *Determinar el cumplimiento de los controles críticos, mediante las guías de verificación de controles de riesgos críticos para prevenir accidentes con severidad de 1 a más fatalidades.*
- 2. ALCANCE** *Este Programa es aplicable para todos los colaboradores del Proyecto Hilarion*
- 3. DEFINICIONES** *Riesgo Crítico: Son aquellos riesgos ocupacionales que de materializarse en accidentes puede tener consecuencias muy graves como una fatalidad o múltiples fatalidades. Control Crítico: Medida de protección implementada para prevenir las causas o amenazas que puedan liberar el evento de riesgo crítico. Guía de verificación de controles de riesgos críticos: Es un listado de verificación de controles críticos por cada riesgo crítico establecido.*
- 4. RIESGOS CRÍTICOS DEL PROYECTO EXPLORACION MINERA HIALRION**

4.1 *Para la identificación de los riesgos críticos se realizan a través del IPERC Línea Base, estadísticas de accidentes e incidentes de la unidad, estadísticas a nivel corporativo. Los principales riesgos determinados son los siguientes:*

RC1: VOLCADURA DE EQUIPOS O VEHÍCULOS EN TRANSITO

Actividad critica: Transporte de personas con camioneta desde Huallanca hasta el Proyecto Hilarion y viceversa. Eventos No Deseado: Perdida de control de la camioneta.

Eventos No Deseado: Perdida de control de la camioneta.



**Foto 3: Constatación policial de ancho de vía 3 mts.
Existencia de muros de seguridad anteriores y
posteriores, en la zona del despiste.**

RC2: TALUD INESTABLE

Actividad crítica: Apertura de acceso; excavación, compactación, perfilado (movimiento de tierra).

Eventos No Deseado: Aplastamiento de la excavadora por talud inestable

***RC3: Protección de maquinas***

Actividad crítica: Corte de testigos (muestras de perforación) con el petrotomo

Eventos No Deseado: Exposición del trabajador al desprendimiento de elementos móviles de la maquina



Actividad crítica: Perforación diamantina, operación de la máquina de perforación.

Eventos No Deseado: Exposición del trabajador a partes móviles de la máquina.



RC4: Herramientas manuales

Actividad crítica: Uso amoladora en diversas actividades

Eventos No Deseado: Pérdida de control en el uso de la amoladora.



Actividad crítica: Uso de llaves stilson, francesa

Eventos No Deseado: Lesión en diferentes partes del cuerpo en el uso de la llave francesa

**RC5: Caída de personas**

Actividad crítica: Mapeo y muestreo geológico

Eventos No Deseado: Caída de personas desde altura y de mismo nivel



Actividad crítica: Tratamiento de fluido de perforación (lodo)

Eventos No Deseado: Caída de personas desde altura y de mismo nivel



4.2 Una vez identificado los riesgos críticos, se procede a según los pasos mencionados.

Paso 1: PLANEAR EL PROCESO

Paso 2: IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS NO DESEADOS

Paso 3: IDENTIFICACION DE LAS CAUSAS

Paso 4: IDENTIFICACION DE LOS CONTROLES PREVENTIVOS, MITIGADORES y CONSECUENCIAS

Paso 5: SELECCIÓN DE LOS CONTROLES

Paso 6: DEFINIR EL REDIMIENTO O DESEMPEÑO DE LOS CONTROLES CRITICOS

- a) Determinación la efectividad de los controles
- b) Selección de controles críticos
- c) Evaluación de severidad y probabilidad
- d) Llenado de la matriz de Bowtie

Paso 7: ASIGNAR RESPONSABILIDADES

Paso 6.1: PLAN DE ACCION

Paso 8: IMPLEMENTACION

Paso 9: REVISION

Paso 10: ACCION

5. CONTROL DE RIESGOS CRÍTICOS DEL PROYECTO HILARION

La unidad maneja una lista de controles críticos por cada riesgo crítico establecido, así mismo mediante una guía de verificación de control de riesgos críticos, los Monitores de riesgos críticos verifican el cumplimiento de los controles críticos en los frentes de trabajo. A continuación, se muestran los riesgos críticos con sus respectivas listas de controles críticos.

RIESGO CRÍTICO 1 – VOLCADURA DE EQUIPOS O VEHÍCULOS EN TRANSITO

Evento No Deseado: Perdida de control de la camioneta.

CAUSAS:

1. Fatiga y somnolencia del conductor.
2. Via en mal estado
3. Fallas mecánicas/electrónicas - Mantenimiento deficiente

4. *Exceso de velocidad en la conducción*
5. *Conductores inexpertos/no entrenados*
6. *Operador en estado étlico*
7. *Condiciones climáticas: Tormentas eléctricas, nieve, neblina*
8. *Maniobra inadecuada o distracción del conductor*

CONTROLES CRÍTICOS:

1. *Entrenamiento y Autorización para Manejo en el Proyecto*
2. *Mantenimiento preventivo del vehículo*
3. *Uso de cinturón de seguridad*
4. *Frenos ABC*
5. *Vehículo con air-bag*
6. *Monitoreo GPS (Rastreo satelital)*
7. *Jaula antivuleco*
8. *Mantimiento constante de la vía*
9. *Curso de alta ruta*
10. *Muros de seguridad*

RIESGO CRÍTICO 2 – TALUD INESTABLE

Eventos No Deseado: Aplastamiento por talud inestable de la excavadora

CAUSAS:

1. *Discontinuidades presentes en taludes y/o bancos superiores*
2. *Condiciones climatológicas extremas*
3. *Presencia de agua*

CONTROLES CRITICOS:

1. *Construcción de Drenes Sub-horizontales*
2. *Construcción de gaviones*
3. *Construcción de bancos*
4. *Inspección visual diaria del talud*

RIESGO CRÍTICO 3 – PROTECCION DE MAQUINAS

No Deseado: Exposición del trabajador al desprendimiento de elementos móviles de la maquina

CAUSAS:

1. *Mala instalación del disco diamantado*
2. *No utilizar guardas en el equipo*
3. *Retirar o no reponer la guarda de seguridad*
4. *Falla mecánica del equipo*
5. *Dar mantenimiento a equipo en operación*
6. *Falta de experiencia para hacer el trabajo (operación incorrecta)*
7. *Falla o falta de sistema bloqueo*
8. *Falta de inspección y mantenimiento a protecciones*

CONTROLES CRITICOS:

1. *Personal autorizado y capacitado para la actividad*
2. *Guarda de seguridad del equipo*
3. *Cumplimiento del programa del mantenimiento preventivo de la maquina*
4. *Sistema de bloqueo de energía*
5. *Sistema de bloqueo de energía*

6. *Uso de EPP adecuado*

RIESGO CRÍTICO 4 – HERRAMIENTAS MANUALES

Eventos No Deseado: Pérdida de control en el uso de la amoladora.

CAUSAS:

1. *Inadecuada utilización de la herramienta.*
2. *Uso de herramienta defectuosa, inadecuada, de mala calidad o mal diseñados*
3. *Herramientas mal conservadas*
4. *Posición inadecuada/postura al usar la herramienta manual*
5. *Instalación del disco incorrecto*
6. *Uso de la herramienta en presencia de sustancias combustibles*
7. *Instalaciones eléctricas en mal estado*

CONTROLES CRITICOS:

1. *Entrenamiento y Autorización para uso de la herramienta manual*
2. *Implementación de un programa para gestión de las herramientas (adquisición, utilización, mantenimiento y control, almacenamiento, eliminación)*
3. *Realizar mantenimiento preventivo de la herramienta*
4. *Mantenimiento de instalaciones eléctricas*
5. *Sistema de bloqueo de energía*

RIESGO CRÍTICO 5 – CAIDA DE PERSONAS DE DESNIVEL Y MISMO NIVEL

Eventos No Deseado: Caída de personas desde altura y de mismo nivel

CAUSAS:

1. *Ausencia de equipos de comunicación: Radio, teléfono satelital, spot, GPS, etc.*
2. *Terreno escarpado y geografía complicada*
3. *Condiciones climáticas adversas: Descarga eléctrica, lluvia, nieve, frio*
4. *Fatiga debida a carga o duración del trabajo*
5. *Exposición a temperaturas extremas: Bajas y alta*
6. *Evaluación inadecuada de exposición a pérdidas*
7. *Caída de rocas*
8. *Desorientación/perdida*

CONTROLES CRITICOS:

1. *Equipos de comunicación: Spot, teléfono satelital, brújula, plano, GPS*
2. *Desplazarse mínimo entre dos personas*
3. *Contar con equipos de escalamiento*
4. *Sistema de detección de tormentas (monitoreo)*
5. *Parar la tarea y refugiarse*
6. *Contar con guía para el desplazamiento*
7. *Activación del Plan de Respuesta a Emergencia; rescate*

ANEXO 7: PROCEDIMIENTO DE RIESGOS CRITICOS

Código:	HL-SSO-P-04	Rev. 4.1
Fecha de Emisión:	05/03/2012	
Actualización:	01/07/2019	
Aprobado:	JCT	

VEHICULOS LIVIANOS Y EQUIPOS MOVILES

1. OBJETIVO

Definir directrices y requisitos para la conducción de vehículos y operación de equipos móviles, además de disciplinar y orientar el tránsito de los peatones.

La gestión de vehículos y equipo móvil es esencial para el control de los principales riesgos, tales como la colisión contra vehículos / equipos / instalaciones, caída de materiales, caída de cargas, golpes y vuelco / abolladuras.

2. ALCANCE

Este procedimiento **se aplica para el control de riesgos críticos**, para todos los trabajadores directos y/o contratados (incluyendo empresas especializadas) que brinden servicios en el proyecto Hilarion Padrino y estén ligadas a las labores de ingeniería, instalaciones y montajes de los proyectos en general; así como a todos los vehículos de traslados de personal, tanto propios como alquilados y los equipos móviles.

3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

- 3.1 Reglamento Nacional de Vehículos. D.S. N° 058-2003-MTC.
- 3.2 Reglamento Nacional de Tránsito D.S. 007-2016-MTC
- 3.2 Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. N° 024-2016-EM.
- 3.4 Requisitos 4.4.6 Control Operacional OHSAS 18001:2007

4. DEFINICIONES

4.1 Vehículos livianos

Vehículos que pueden ser autorizados para uso en carreteras y se utilizan para el transporte de personas o de cargas livianas para uso interno y externo, cuya capacidad no exceda a ocho lugares, excluido el conductor.

4.2 Vehículos pesados / equipos móviles

Es un equipo de libre desplazamiento, alimentado por combustible diésel o electricidad, utilizado para arrastrar, transportar, excavar, mover, maniobrar o elevar materiales, equipos, productos o personas, cuyo peso bruto exceda a 3.500 Kg. Ej. Camión, montacargas, cargador, tractor, grúa, equipos todoterreno (off-road), etc.

4.3 Equipos motorizados

Todos y cualquier vehículo, máquina o equipo con fuerza motriz propia.

4.4 Vehículos de transporte colectivo

Vehículo compuesto con más de ocho lugares, además del conductor, destinado al transporte colectivo de personas.

4.5 Vehículos de transporte colectivo

Vehículo utilizado para prestar servicio de auxilio en forma inmediata.

5. Responsabilidades

Gerente de la Unidad

Código	HL-SSO-P-03	Rev. 4.1
Fecha de Emisión	20/05/2013	
Actualización	01/07/19	
Aprobado	J.C. T	

Protección de Máquinas

1. OBJETIVO

Definir las actividades para el gerenciamento, fabricación e instalación de protección de los equipos que posean puntos expuestos, rodantes y de contacto, que presenten un riesgo a la integridad física de las personas.

“La gestión de protección de máquinas es fundamental para controlar los principales riesgos, como: contacto con partes móviles, cortantes y de agarre; contacto con energías peligrosas, (Ej.: térmica, química, dinámica, mecánica, neumática, hidráulica, etc.) y proyección de materiales”.

2. ALCANCE

Se aplica a todas las partes móviles de equipos que estén expuestos en el proyecto Hilarion Padrino, que correspondan a equipos fijos o portátiles, propios o terceros.

“En caso de conflicto entre este documento y las legislaciones locales, se seguirá la norma más exigente en seguridad”

3. DEFINICIONES

3.1 Protección de máquinas

Son dispositivos de seguridad usados en puntos de transmisión, movimiento o rotación de las máquinas como un todo o en cualquier otro equipo, con el objetivo de proteger a las personas contra el contacto accidental con partes en movimiento durante su funcionamiento.

Nota 1: La protección de la máquina no debe ser considerada como un accesorio del equipo, sino como un dispositivo de seguridad.

Nota 2: Todas las protecciones deberán ser fijadas, de preferencia con pernos.

3.2 Dispositivos de Seguridad

“Se consideran dispositivos de seguridad los componentes que, por sí solos o interconectados o asociados a protecciones, reduzcan los riesgos de accidentes y de otros daños a la salud y se clasifican en: a) comandos eléctricos o interfaces de seguridad; b) dispositivos de bloqueo; c) sensores de seguridad; d) válvulas y bloques de seguridad o sistemas neumáticos e hidráulicos de la misma eficacia; e) dispositivos mecánicos; f) dispositivos de validación”

3.3 Puntos expuestos y rodantes y de contacto

Son piezas en rotación que no deben entrar en contacto con otros objetos.

Nota 3: Se considera un equipo enclaustrado, cuando este no permite el acceso de hombre en puntos expuestos rodantes de atrapamiento, en estos casos deben ser instalados sensores u otros dispositivos que impidan el acceso indebido a la máquina, cuando está en funcionamiento.

- “DS-024-2016 - EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional”

4. RESPONSABILIDADES

“Las responsabilidades están en cada directriz del procedimiento y desarrollo”

5. PROCEDIMIENTOS Y DESARROLLO

El proceso de gestión de protección de máquinas sigue el ciclo PDCA (del inglés: Plan, Do, Check, Act, traducidos en los puntos 5.1 Planear, 5.2 Ejecutar, 5.3 Verificar y 5.4 Actuar).

Código:	HL-SSO-P-01	Rev. 4.1
Fecha de Emisión:	05/03/2012	
Actualización:	01/07/2019	
Aprobado:	JCT	

Herramientas Manuales

1. OBJETIVO

Establecer la metodología de la adquisición, uso, conservación, almacenamiento, préstamo, devolución e inspección de las herramientas utilizadas en las actividades desarrolladas en las operaciones del proyecto Hilarion Padrino

2. APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a todos los trabajadores directos y/o contratados (incluyendo empresas especializadas) que brinden servicios y/o estén ligadas a las labores de ingeniería, instalaciones y montajes del proyecto Hilarion Padrino

Este Procedimiento Gerencial se caracteriza como PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE RIESGOS CRÍTICOS

3. REFERENCIAS

- 3.1. PG-VM-HSMQ-031 Procedimiento Gerencial Herramientas Manuales.
- 3.2. DS N° 024-2016 y su modificatoria DS N° 023-2017-MEM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería"
- 3.3. Ley de Seguridad y Salud Ocupacional 29783
- 3.4. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en el trabajo DS N° 005- 2012

4. DEFINICIONES

4.1 Herramientas.

Las herramientas manuales son utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual que requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana o con apoyo de energía eléctrica, hidráulica y/o neumática, para realizar golpes, cortes, torceduras, percusión entre otros.

Los equipos de trabajo portátiles también son considerados herramientas manuales

Existe multiplicidad de herramientas manuales, y podemos subdividirlas en:

- Herramientas de golpe ("combas", martillos, cinceles, etc.).
- Herramientas con bordes filosos (cuchillos, hachas, etc.).
- Herramientas de corte (tenazas, alicates, tijeras, etc.).
- Herramientas de torsión (destornilladores, llaves, etc.).

No son herramientas manuales los utensilios de limpieza como escobas, jaladores de agua, mangueras, baldes de plástico, carretillas y recogedor.

4.2 Bodega de Herramientas.

Código:	HL-SSO-P-02	Rev. 4.1
Fecha de Emisión:	05/03/2012	
Actualización:	01/07/2019	
Aprobado:	JCT	

Prevención de caídas

1. OBJETIVO

Definir procedimientos de prevención de caídas a diferente y al mismo nivel, a ser adoptados para la ejecución de trabajos en altura de 1.8 m o más y alturas menores cuando existan situaciones potencialmente peligrosas, así como el uso y conservaciones de escaleras fijas y/o portátiles, pasarelas, plataformas, rampas, andamios, arnés y elementos relacionados a la prevención de caídas, realizadas en el proyecto Hilarion Padrino

2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todos los trabajadores directos y/o contratados (incluyendo empresas contratistas que brinden servicios y/o estén ligadas a las labores de ingeniería, instalaciones y montajes de los Proyectos en general realizados en la Unidad Minera Cerro Lindo. Este procedimiento se caracteriza como PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE RIESGOS CRÍTICOS.

3. DIFINICIONES

3.1 Prevención de Caídas.

Cualquier actividad realizada arriba de 1.80 m del nivel inferior, donde haya riesgo de caída, ya sea en elevación (escaleras, andamios, plataformas, etc.) o en profundidad (pozos, excavaciones, conductos, etc.). Se pueden considerar alturas menores en situaciones con potencial de caída, destaque para actividades realizadas debajo de carrocería de camiones, ya sea en la supervisión de la disposición de la carga o en el entoldado, que obligatoriamente se deben ejecutar con sistema de prevención de caídas.

3.2 Caída con Diferencia de Nivel

Caída caracterizada por el movimiento entre niveles de altura diferentes.

3.3 Caída en un Mismo Nivel

Caída vinculada al contacto con interferencias en el mismo nivel, arriba o abajo de la superficie de apoyo.

Suelo inestable (fangoso, laderas con arena, etc.) y Obstáculos en el suelo (raíces de árboles, cables sujetos a objetos fijos, piedras, etc.).

3.4 Absorvedor de energía

Dispositivo que en el momento de retención de una caída, en función del anclaje, garantiza que la fuerza de frenado aplicada al trabajador no excede los 900 kgf ; debe resistir 5000 lb (2,270 Kg) y su máxima longitud de elongación

ANEXO N° 7

MANTENIMIENTO DE ACCESO – IMPLEMENTACION BARRERAS RÍGIDAS



GUIA DE VERIFICACION DE LAS CAMIONETAS



INSPECCION DE GUARDAS



HERRAMIENTAS MANUALES



ANEXO N° 8



Ley N°30035
Respositorio Nacional Digital



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA**

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA EN EL PORTAL DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL
DE LA UNI**

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y nombres: REYMUNDO SOTO, ENMA

D.N.I: 41777235

Teléfono casa: celular: 978968837

Correos electrónicos: enmareymundo26@yahoo.es

2. DATOS ACADÉMICOS

Grado académico: Bachiller

Mención: Ingeniería de Química

3. DATOS DE LA TESIS

Título:

DISMINUCION DE ACCIDENTES CON LA APLICACIÓN DE GESTION DE
RIESGOS CRITICOS EN EL PROYECTO EXPLORACION MINERA HILARION
DE LA CIA NEXA RESOURCES S.A.A. 2019

Año de publicación: 2021

A través del presente, autorizo a la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Ingeniería, la publicación electrónica a texto completo en el Repositorio Institucional, el citado título.

Firma:

Fecha de recepción: 12/11/2021

ANEXO N° 9

CURRICULUM VITAE**REYMUNDO SOTO, ENMA****PERFIL PROFESIONAL:**

Soy Ingeniero Químico, CIP N°143641, con Maestría en Seguridad y Salud Minera, cuento con conocimiento en Sistemas de Gestión Integrados ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 y conocimientos de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento D.S. N°005 TR 2012, D.S. N°024 2016 EM.

I. DATOS PERSONALES

Numero de Celular: 978968837

Correo electrónico: enmareymundo26@yahoo.es

Dirección: Jirón Pedro Zelaya N° 828 San Juan de Miraflores – Lima

D.N.I. N°: 41777235

II. FORMACIÓN ACADÉMICA**2.1 ESTUDIO SUPERIOR:**

Centro de estudio: Universidad Nacional del Centro del Perú-Huancayo

Grado: INGENIERO QUÍMICO

2.2 ESPECIALIZACION

MAESTRÍA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Grado: Maestría en Ciencias con Mención en Seguridad y Salud Minera.

III. EXPERIENCIA LABORAL: 08 AÑOS EN EL AREA SEGURIDAD SALUD EN EL TRABAJO

- **COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES S.A.A - PROYECTO HILARION, MAGISTRAL, GUADALUPE Y CAÑON FLORIDA.** Supervisión en las operaciones de perforación diamantina. Implementación y seguimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- **COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES S.A.A – PROYECTO MAGISTRAL, PROYECTO HILARION.** Supervisión en las operaciones de perforación diamantina. Implementación y seguimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional y las normativas legales.
- **MUST BE S.A.C.** Asesoramiento en la implementación de Sistema Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Ley N°29783, homologación de proveedores y Defensa Civil.
- **ALFRED H KNIGHT DEL PERU S.A.C.** Asistencia al Sistema Integrado de Gestión (SIG). Ejecución de auditorías internas y externas, homologación de proveedores.
- **UNACEM- UNION ANDINA DE CEMENTOS.** Supervisión de seguridad y Salud en el Trabajo en Parada de Plan.



CURRICULUM VITAE

REYMUNDO SOTO, ENMA

PROFESSIONAL PROFILE:

I am a Chemical Engineer, CIP N°143641, with a Master's Degree in Mining Safety and Health, I have knowledge in Integrated Management Systems ISO 9001: 2015, ISO 14001: 2015, ISO 45001: 2018 and knowledge of Law N° 29783, Health and Safety Law at Work and its Regulation DS N°005 TR 2012, D.S. N°024 2016 EM.

I. PERSONAL INFORMATION

Cellular Number: 978968837

Email: enmareymundo26@yahoo.es

Address: Jirón Pedro Zelaya N ° 828 San Juan de Miraflores - Lima

D.N.I. N °: 41777235

II. ACADEMIC TRAINING

2.1 SUPERIOR STUDIO:

Study Center: National University of the Center of Peru-Huancayo

Degree: CHEMICAL ENGINEER

2.2 SPECIALIZATION:

MASTER'S DEGREE AT THE NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING

Degree: Master of Science with a Mention in Mining Safety and Health.

III. WORK EXPERIENCE: 08 YEARS IN THE AREA SAFETY HEALTH AT WORK

- COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES S.A.A - PROYECTO HILARION, MAGISTRAL, GUADALUPE AND CAÑON FLORIDA. Supervision of diamond drilling operations. Implementation and monitoring of the Occupational Health and Safety Management System and legal regulations.
- COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES S.A.A - MAGISTRAL PROJECT, HILARION PROJECT. Supervision of diamond drilling operations. Implementation and monitoring of the Occupational Health and Safety Management System and legal regulations.
- MUST BE S.A.C. Advice on the implementation of the Occupational Health and Safety Management System based on Law No. 29783, supplier approval and Civil Defense.
- ALFRED H KNIGHT DEL PERU S.A.C. Assistance to the Integrated Management System (SIG). Carrying out internal and external audits, homologation of providers.
- UNACEM- UNION ANDINA DE CEMENTOS. Supervision of safety and health at work in Plan Stop.