

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO	2
1.1 Lugar de aplicación	3
1.1.1 Visión de Antofagasta Minerals	3
1.1.2 Propósito de Antofagasta Minerals.....	3
1.1.3 Valores de Los Pelambres	3
1.1.4 Producción de Los Pelambres	4
1.1.5 Estructura organizacional de la gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional de Los Pelambres	4
1.2 Contexto del proyecto.....	5
1.2.1 Verificaciones de seguridad en papel	6
1.2.2 Verificaciones de seguridad virtuales mediante formularios <i>online</i>	8
1.2.3 Problemática	9
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 Objetivo general	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 Resultados tangibles esperados	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....	12
2.1 Marco teórico.....	13

2.1.1 Metodologías de mejoramiento continuo	13
2.1.2 Herramientas para la definición, medición, análisis, propuestas de mejora y control de problemas.....	14
2.1.3 Manuales de instrucción	17
2.1.4 Normas de Seguridad y Salud Ocupacional	17
2.1.5 Herramientas de Seguridad y Salud Ocupacional	18
2.1.6 Métodos de comparación de alternativas.....	19
2.1.7 Sistemas de información.....	20
2.1.8 Metodologías de capacitación	21
2.1.9 Herramientas de evaluación de impactos de implementación.....	22
2.2 Metodología de solución	23
2.2.1 Método de comparación de metodologías.....	23
2.2.2 Selección de metodología.....	24
2.3 Cronograma	29
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	30
3.1 Diagnóstico de la situación actual respecto al nuevo sistema de reportabilidad digital de SSO	31
3.1.1 Active Risk Manager (ARM)	31
3.1.2 Sword Verify	33
3.1.3 Implementación de Sword Verify en Los Pelambres	35
3.2 Resultados del diagnóstico realizado.....	36

CAPÍTULO 4: MEDICIÓN DEL PROBLEMA.....	41
4.1 Medición del pilotaje de Sword Verify	42
4.1.1 Medición de uso de ARM.....	42
4.1.2 Medición de uso de Sword Verify.....	43
4.4 Medición de la implementación de Sword Verify en Los Pelambres	50
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DEL PROBLEMA	51
5.1 Análisis de los problemas identificados	52
5.2 Análisis de la implementación ineficiente de Sword Verify	52
5.3 Análisis de las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify	55
CAPÍTULO 6: PROPUESTAS DE MEJORA.....	58
6.1 Propuestas de mejora para los problemas identificados	59
6.2 Propuestas de mejora ante la ineficiente implementación de Sword Verify	59
6.2.1 Definición de las propuestas de mejora ante la ineficiente implementación de Sword Verify	59
6.2.2 Priorización de las propuestas de mejora ante la ineficiente implementación de Sword Verify	61
6.3 Propuestas de mejora ante las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify	65
6.3.1 Definición de las propuestas de mejora ante las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify	65
6.3.2 Priorización de las propuestas de mejora ante las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify	66
CAPÍTULO 7: CONTROL DEL PROBLEMA.....	70

7.1 Control del uso de Sword Verify	71
CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN DE IMPACTOS	75
8.1 Impacto ambiental de las propuestas de mejora	76
8.2 Impacto social de las propuestas de mejora.....	77
8.3 Impacto en la Seguridad y Salud Ocupacional de las propuestas de mejora.....	79
8.4 Impacto económico de las propuestas de mejora	82
CONCLUSIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Organigrama de la gerencia de SSO de Los Pelambres	5
Ilustración 2: Dificultades de las alternativas de verificación de seguridad en terreno	6
Ilustración 3: Ciclo de la metodología DMAIC	28
Ilustración 4: Árbol de problemas de la implementación ineficiente de Sword Verify	38
Ilustración 5: Árbol de problemas de las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify	38
Ilustración 6: Diagrama de Ishikawa sobre la ineficiente implementación de Sword Verify	39
Ilustración 7: Diagrama SIPOC del proceso de verificación de seguridad en Sword Verify	40
Ilustración 8: Matriz de impacto - esfuerzo de las propuestas de mejora ante la ineficiente implementación de Sword Verify.....	63

Ilustración 9: Matriz de impacto - esfuerzo de las propuestas de mejora ante las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify	68
Ilustración 10: Panel de control del uso de Sword Verify	73
Ilustración 11: Versión preliminar de la nueva modalidad de respuestas “No” en Sword Verify	80
Ilustración 12: Resumen económico de llevar a cabo el proyecto mediante tres alternativas	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Toneladas de producción de minera Los Pelambres en el año 2021	4
Tabla 2: Cantidad de recursos involucrados mensualmente en la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	8
Tabla 3: Valores cuantitativos para la comparación de criterios.....	24
Tabla 4: Comparación cuantitativa de los criterios definidos	25
Tabla 5: Promedio ponderado de cada criterio	26
Tabla 6: Evaluación de metodologías en los distintos criterios.....	27
Tabla 7: Cronograma de la ejecución del proyecto de título	29
Tabla 8: Empresas participantes del pilotaje de Sword Verify en Los Pelambres	36
Tabla 9: 5W1H de la ineficiente implementación de Sword Verify	37
Tabla 10: 5W1H de las imperfecciones en la funcionalidad de Sword Verify	37
Tabla 11: Principales causas de los problemas identificados respecto a la aplicación móvil	40

Tabla 12: Tiempo promedio invertido en realizar cada verificación de seguridad	49
Tabla 13: Tiempo promedio invertido en realizar cada verificación de seguridad según rango etario	49
Tabla 14: Análisis 5 Por qué de la implementación ineficiente de Sword Verify (parte uno)	53
Tabla 15: Análisis 5 Por qué de la implementación ineficiente de Sword Verify (parte dos)	54
Tabla 16: Análisis 5 Por qué de las imperfecciones en la funcionalidad de Sword Verify (parte uno).....	56
Tabla 17: Análisis 5 Por qué de las imperfecciones en la funcionalidad de Sword Verify (parte dos).....	57
Tabla 18: Evaluación de las propuestas de mejora ante la ineficiente implementación de Sword Verify	62
Tabla 19: Priorización y descripción de las propuestas de mejora ante la ineficiente implementación de Sword Verify.....	64
Tabla 20: Evaluación de las propuestas de mejora ante las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify	67
Tabla 21: Priorización y descripción de las propuestas de mejora ante las imperfecciones de funcionalidad de Sword Verify.....	69
Tabla 22: Verificaciones realizadas en Sword Verify en Los Pelambres por día y hora entre enero y junio del 2022	72
Tabla 23: Recursos ambientales implicados anualmente en la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	76

Tabla 24: Estimación de actividades rechazadas de realizar mensual y anualmente en Los Pelambres	81
--	----

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Estimación de la cantidad de verificaciones de seguridad mensuales realizadas en papel en Los Pelambres	7
Ecuación 2: Hojas de papel utilizadas mensualmente para las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	7
Ecuación 3: Dióxido de carbono emitido mensualmente en la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	7
Ecuación 4: Litros de agua gastados mensualmente en la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	7
Ecuación 5: Árboles talados mensualmente para la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	7
Ecuación 6: Usuarios distintos por cada trabajador.....	8
Ecuación 7: Tamaño de muestra para probabilidades y proporciones con N conocida	15
Ecuación 8: Tamaño de muestra para probabilidades y proporciones con N desconocida..	15
Ecuación 9: Tamaño de la muestra para promedios con N conocida.....	15
Ecuación 10: Tamaño de la muestra para promedios con N desconocida.....	16
Ecuación 11: Razón de consistencia.....	25
Ecuación 12: Índice de consistencia.....	25
Ecuación 13: Índice de consistencia aleatoria	26
Ecuación 14: Suma de los promedios ponderados de cada criterio.....	26

Ecuación 15: Cálculo del índice de consistencia.....	26
Ecuación 16: Cálculo del índice de consistencia aleatoria	26
Ecuación 17: Cálculo de la razón de consistencia	27
Ecuación 18: Tiempo requerido para habilitar todas las carpetas de Los Pelambres.....	42
Ecuación 19: Días de trabajo requeridos para habilitar todas las carpetas de Los Pelambres	42
Ecuación 20: Tiempo invertido en registrar nuevos usuarios.....	43
Ecuación 21: Cantidad de datos para que la muestra de las mediciones sea representativa	49
Ecuación 22: Promedio diario de personas capacitadas en el piloto de Sword Verify	50
Ecuación 23: Tiempo estimado para capacitar a todos los trabajadores de Los Pelambres.	50
Ecuación 24: Dióxido de carbono emitido anualmente por la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	76
Ecuación 25: Litros de agua gastados anualmente en la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	76
Ecuación 26: Árboles talados anualmente para la producción del papel de las verificaciones de seguridad de Los Pelambres	76
Ecuación 27: Cantidad de datos para que la muestra de la encuesta sea representativa	79
Ecuación 28: Estimación de la cantidad mensual de actividades rechazadas por las empresas participantes del piloto de Sword Verify en minera Los Pelambres	80
Ecuación 29: Estimación de la cantidad anual de actividades rechazadas por las empresas participantes del piloto de Sword Verify en minera Los Pelambres	80

Ecuación 30: Estimación de la cantidad total de respuestas "No" obtenidas mensualmente en las verificaciones realizadas en minera Los Pelambres.....	81
Ecuación 31: Estimación de las actividades rechazadas de realizar mensualmente en Los Pelambres	81
Ecuación 32: Estimación de las actividades rechazadas de realizar anualmente en Los Pelambres	81
Ecuación 33: Porcentaje de las verificaciones anuales que finalmente no son actividades realizadas	82
Ecuación 34: Hojas invertidas anualmente en las verificaciones de seguridad.....	82
Ecuación 35: Resmas de hojas invertidas anualmente en las verificaciones de seguridad ..	83
Ecuación 36: Ahorro económico anual en la producción de papel	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Capacitaciones presenciales de Sword Verify	44
Gráfico 2: Diagrama de Pareto para los motivos de no uso de Sword Verify.....	45
Gráfico 3: Capacitaciones presenciales y virtuales de Sword Verify.....	46
Gráfico 4: Trabajadores capacitados y usuarios de Sword Verify en Los Pelambres	47
Gráfico 5: Verificaciones semanales de las empresas participantes del pilotaje de Sword Verify en Los Pelambres	48
Gráfico 6: Resultados de la encuesta de satisfacción de Sword Verify.....	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Verificaciones <i>online</i> realizadas en parte del año 2021 y 2022 en Los Pelambres	93
Anexo 2: Parte de una verificación en papel realizada en Los Pelambres	93
Anexo 3: Cantidad de recursos involucrados en la producción 1.000 hojas de papel tamaño carta	94
Anexo 4: Códigos QR de las verificaciones de seguridad <i>online</i>	94
Anexo 5: Logo de Sword Verify	94
Anexo 6: Comparación de metodologías según su facilidad de aplicación	95
Anexo 7: Comparación de metodologías según su tiempo de aplicación	95
Anexo 8: Comparación de metodologías según su competencia	95
Anexo 9: Comparación de metodologías según su adaptación al cambio.....	95
Anexo 10: Carpetas con las gerencias y superintendencias de Los Pelambres	96
Anexo 11: Estrategias de control de cada carpeta	97
Anexo 12: Controles de cada estrategia de control	97
Anexo 13: Activación de cada rol por cada control crítico	98
Anexo 14: Falla al ingresar a la aplicación.....	98
Anexo 15: Interfaz de la aplicación móvil para la verificación “INTERACCIÓN CON ENERGÍA NEUMÁTICA” en la gerencia “Puerto”.....	99
Anexo 16: Interfaz de dos verificaciones enlazadas en la gerencia “Puerto” en la aplicación móvil.....	99

Anexo 17: Interfaz de la aplicación móvil para la verificación de “BUCEO PROFESIONAL” en la gerencia “Puerto”	100
Anexo 18: Búsqueda errónea de un usuario por su nombre	100
Anexo 19: Búsqueda exitosa de un usuario por su nombre.....	101
Anexo 20: Búsqueda errónea de un usuario por su RUT	101
Anexo 21: Búsqueda mediante filtros de un usuario por su RUT	101
Anexo 22: Búsqueda exitosa mediante filtros de un usuario por su RUT	102
Anexo 23: Cuentas creadas y no creadas de los distintos usuarios de ARM	102
Anexo 24: Ventana para crear un nuevo usuario en ARM.....	103
Anexo 25: Ventana para crear una nueva cuenta en ARM.....	103
Anexo 26: Ventana de ARM con las verificaciones realizadas en una estrategia de control	104
Anexo 27: Power Bi con los datos de Sword Verify por cada compañía de Antofagasta Minerals	104
Anexo 28: Correo para crear la clave necesaria para ingresar a la aplicación móvil	105
Anexo 29: Ventana para solicitar el reenvío del correo de creación de clave de la aplicación móvil.....	105
Anexo 30: Creación de clave de la aplicación móvil	105
Anexo 31: Interfaz de la aplicación móvil en blanco	106
Anexo 32: Interfaz de la aplicación móvil ante falta de conexión a internet	106
Anexo 33: Solicitud de la URL de ARM para ingresar a la aplicación móvil	107

Anexo 34: Interfaz para ingresar el usuario y clave en la aplicación móvil.....	107
Anexo 35: Interfaz para solicitar reenvío del correo para activar la clave de la aplicación móvil.....	108
Anexo 36: Interfaz para crear una nueva pregunta de seguridad en la aplicación móvil...	108
Anexo 37: Cambio de roles en Sword Verify	109
Anexo 38: Interfaz inicial para realizar una verificación en Sword Verify.....	109
Anexo 39: Búsqueda errónea de una estrategia de control en Sword Verify	110
Anexo 40: Búsqueda exitosa de una estrategia de control en Sword Verify.....	110
Anexo 41: Pregunta de una verificación en la aplicación móvil	111
Anexo 42: Validación de seguridad ante una respuesta “No” en la aplicación móvil	111
Anexo 43: Interfaz de revisión de una verificación realizada en la aplicación móvil.....	112
Anexo 44: Correo electrónico de respaldo de una verificación realizada en Sword Verify	112
Anexo 45: Lista de asistencia de capacitación de Sword Verify.....	113
Anexo 46: Material visual de la capacitación de Sword Verify.....	114
Anexo 47: Capacitaciones virtuales semanales de Sword Verify	114
Anexo 48: Porcentaje de trabajadores que utiliza Sword Verify en Los Pelambres	115
Anexo 49: Promedio de verificaciones en Sword Verify por cada trabajador	115
Anexo 50: Promedio de verificaciones considerando solo a los usuarios efectivos de Sword Verify.....	115
Anexo 51: Parte de las mediciones en terreno del uso de Sword Verify.....	115

Anexo 52: Verificaciones en Sword Verify en dos meses del 2022 en minera Los Pelambres 116

Anexo 53: Verificaciones virtuales totales y con respuesta “No” para parte del 2021 y 2022 en minera Los Pelambres..... 116

Anexo 54: Costos asociados a llevar a cabo el proyecto mediante la contratación de un memorista 116

Anexo 55: Costos asociados a llevar a cabo el proyecto mediante un ingeniero de la empresa 117

Anexo 56: Costos asociados a llevar a cabo el proyecto mediante una empresa asesora externa 117