

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Incremento de la vida útil de soleras mediante la unión
con elementos de aleación de tungsteno en la flota de
tractores de ruedas 834H y 834K, en el Centro Minero
Toquepala**

Ronald Enrique Zeballos Caytano

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2022

ÍNDICE

Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen ejecutivo	x
Introducción	xi
CAPÍTULO I.....	12
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	12
1.1. Datos generales de la institución.....	12
1.2. Actividades principales de la empresa.	13
1.3. Reseña histórica de la empresa.....	14
1.4. Organigrama del área de mantenimiento de la mina Toquepala	15
1.5. Visión y misión	16
1.6. Bases legales o documentos administrativos	16
1.6.1. Bases legales	16
1.6.2. Documentos administrativos.....	18
1.6.2.1. Política general de desarrollo sustentable	18
1.6.2.2. Política de seguridad y salud en el trabajo.....	19
1.6.2.3. Política ambiental.....	20
1.6.2.4. Política de desarrollo comunitario	21
1.6.2.5. Código de conducta y ética corporativa	22
1.6.2.6. Reglamento interno de seguridad y salud ocupacional	23
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales	23
1.7.1. Descripción del proceso de obtención de mineral	23
1.7.2. Descripción del proceso de minado	25
1.7.2.1. Perforación.....	25
1.7.2.2. Voladura.....	26
1.7.2.3. Carguío y acarreo.....	27
1.7.2.4. Labores de equipos auxiliares	28
1.7.3. Descripción del área de mantenimiento de la mina Toquepala.....	29
1.7.4. Descripción del proceso de ejecución de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos de la mina Toquepala	31
1.7.4.1. Diagrama del proceso de mantenimiento correctivo.....	31

1.7.4.2. Diagrama del proceso de mantenimiento preventivo.....	32
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa	33
1.8.1. Supervisor de equipo auxiliar	33
1.8.2. Jefe de turno de mantenimiento de mina	34
CAPÍTULO II	36
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	36
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional.....	36
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional	37
2.3. Objetivos de la actividad profesional	39
2.3.1. Objetivo general.....	39
2.3.2. Objetivos específicos	39
2.4. Justificación de la actividad profesional	39
2.5. Resultados esperados	40
CAPÍTULO III.....	41
MARCO TEÓRICO.....	41
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas	41
3.1.1. Tractores de ruedas	41
3.1.2. Comparación: tractor de orugas y tractor de ruedas	42
3.1.3. Utilizar un tractor de ruedas en vías de transporte.....	43
3.1.4. Utilidad del tractor de ruedas.....	44
3.1.5. Tamaño de la hoja.....	44
3.1.6. Herramientas de desgaste.....	46
3.1.6.1. Cuchillas y cantoneras	46
3.1.6.2. Soleras.....	48
3.1.7. Propiedades de las barras de carburo de tungsteno.....	48
3.1.7.1. Carburo de tungsteno	48
3.1.7.2. Barras de carburo de tungsteno KenCast	50
3.1.7.3. Propiedades y características de las barras de carburo de tungsteno KenCast	51
3.1.8. Alcances técnicos del tractor de ruedas 834h – k	52
3.1.8.1. Motor.....	52
3.1.8.2. Transmisión.....	54
3.1.8.3. Convertidor de par	55
3.1.8.4. Mandos finales	56
3.1.9. Disponibilidad.....	56
3.1.9.1. Fórmula de disponibilidad	56
3.1.9.2. Factores	57

CAPÍTULO IV	58
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	58
4.1. Descripción de actividades profesionales	58
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales.....	58
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales.....	58
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	59
4.2.1. Metodología.....	59
4.2.2. Técnicas	59
4.2.3. Instrumentos.....	60
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	60
4.3. Ejecución de las actividades profesionales.	60
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas.....	61
CAPÍTULO V	69
RESULTADOS	69
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	69
5.2. Logros alcanzados.....	71
5.3. Dificultades encontradas	73
5.4. Aporte del bachiller en la empresa.....	73
Conclusiones.....	74
Recomendaciones.....	75
Lista de referencias.....	76
Anexos.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diagrama de proceso de los mantenimientos correctivos describiendo los responsables en cada punto y la actividad que cada uno que estos cumplen.....	31
Tabla 2. Diagrama de proceso de los mantenimientos preventivos describiendo los responsables en cada punto y la actividad que cada uno de estos cumplen.....	32
Tabla 3. Listado de equipos de las flotas 834H y 834K en el centro minero de Toquepala	36
Tabla 4. Cuadro de resumen de número de paradas y duración total de estas por sistema, flotas de tractores 834H y 834K.....	37
Tabla 5. Datos de cambios de soleras durante el periodo de prueba en el equipo 834H-1, en donde no se aplicó la mejora con barras de aleación de tungsteno	70
Tabla 6. Datos de cambios de soleras durante el periodo de prueba en el equipo 834H-6, en donde no se aplicó la mejora con barras de aleación de tungsteno	70
Tabla 7. Datos del juego de soleras instalado en el equipo 834K-3 en donde se instaló se realizó la mejora con barras de aleación de tungsteno	71
Tabla 8. Cuadro comparativo de tiempos, detenciones y costos entre los equipos que intervinieron en las pruebas.....	71
Tabla 9. Cuadro de resumen de número de paradas y duración total de estas por sistema, de flota de tractores 834H y 834K	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional del grupo	13
Figura 2. Organigrama del área de mantenimiento de la mina Toquepala.	15
Figura 3. Visión, misión y valores de la empresa Southern Perú	16
Figura 4. Política general de desarrollo sostenible	19
Figura 5. Política de seguridad y salud en el trabajo	20
Figura 6. Política ambiental de Southern Perú.....	21
Figura 7. Política de desarrollo comunitario.....	22
Figura 8. Procesos de derivación de mineral en Toquepala.....	23
Figura 9. Proceso de concentrado de mineral	24
Figura 10. Proceso de lixiviación en Toquepala.....	25
Figura 11. Proceso de minado en Toquepala	25
Figura 12. Dos perforadoras de producción en proceso de minado.....	26
Figura 13. Voladura, la detonación se controla electrónicamente	27
Figura 14. Carguío, pala P&H 4100XPC y volquete Caterpillar 797F.....	28
Figura 15. Tractor de ruedas 834H, realizando labores de limpieza de vías en mina.....	29
Figura 16. Taller de mantenimiento Toquepala, se ubica a aproximadamente a 1 kilómetro del tajo	30
Figura 17. Ubicación de las soleras ofrecidas por Caterpillar para el 834H en el manual de herramientas de corte	38
Figura 18. Barras con aleación de tungsteno son utilizadas en equipos cuyos cucharones están expuestos a desgaste agresivo.....	39
Figura 19. Tractor de ruedas quitando una berma, para ampliar la vía de acarreo	42
Figura 20. Hoja recta Caterpillar.....	45
Figura 21. Hoja universal Caterpillar.....	45
Figura 22. Hoja semiuniversal Caterpillar	45
Figura 23. Hoja para carbón Caterpillar.....	46
Figura 24. Cuchillas desmontadas de una hoja topadora	46
Figura 25. Progresión de dureza mientras se incrementa la temperatura de trabajo de las herramientas de corte	47
Figura 26. Ubicación de las soleras en los lampones de tractores de rueda 834H y 834K.....	48
Figura 27. Aplicaciones de distintos materiales duros, se resalta el carburo de tungsteno.....	49
Figura 28. Micrografía de un carburo de tungsteno.....	50
Figura 29. Aplicación de las barras de aleación con carburo de tungsteno en cucharones de excavadoras.....	51

Figura 30. Soldadura de las barras con aleación de tungsteno.....	52
Figura 31. Motor C-18 Caterpillar	53
Figura 32. Servotransmisión Caterpillar	54
Figura 33. Convertidor de par Caterpillar.....	55
Figura 34. Tren de potencia del tractor de ruedas 834H.....	56
Figura 35. Fórmula de disponibilidad SMRP	56
Figura 36. La solera 185-6509, es la única que vende Caterpillar para los tractores de ruedas 834H y 834K.....	61
Figura 37. Barra de tungsteno con la que se cuenta en la mina Toquepala	61
Figura 38. Tractor de ruedas ubicado en bahía de taller de equipo auxiliar de Toquepala.....	62
Figura 39. Instalación de soleras con refuerzo de barras de tungsteno.....	64
Figura 40. Monitoreo del desgaste en campo	64
Figura 41. Monitoreo del desgaste en campo	65
Figura 42. Desgaste de barras de tungsteno instaladas	65
Figura 43. Inspección de desgaste en campo	66
Figura 44. Las barras de tungsteno desgastadas deben ser cambiadas	66
Figura 45. Soldar las barras de manera uniforme	67
Figura 46. Cambio de barras de tungsteno desgastadas.....	67
Figura 47. Cambio de barras de tungsteno desgastadas.....	68

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo detalla la experiencia profesional en el área de mantenimiento de mina transcurrida en el centro minero de Toquepala, empresa Southern Perú. Se enfatiza el incremento en la vida útil de soleras que son una parte de los elementos de desgaste de los tractores de ruedas Caterpillar, que permitió mejoras considerables en la gestión de esta flota.

La importancia de los tractores de rueda en mantener el flujo continuo de producción en un centro minero a tajo abierto es bastante relevante, ya que sin estos la suma de las demoras por mantenimiento de vías, trabajos auxiliares y mantenimiento de pisos de palas la producción se vería mermada significativamente. Uno de los componentes con mayor rotación de cambio en la flota de tractores de ruedas son los elementos de desgaste, lo que origina mayor número de paradas, es por lo que buscar una mejora en la duración en la vida útil de estos es de importancia para el gestor de mantenimiento a cargo de esta flota.

El objetivo de este trabajo se enfoca en buscar la mejor alternativa para incrementar la vida útil de las soleras, que son parte de los elementos de desgaste.

El diseño que se seleccionó para llevar a cabo el estudio fue experimental, puesto que brinda seguridad de que el resultado observado se debe a la variable independiente o experimental empleada. Precisamente trata del diseño de prueba.

Se logró incremento en la vida útil de las soleras, reducción en la incidencia de las paradas para el cambio de estas e incremento en la disponibilidad.

Palabras claves: soleras, aleación de tungsteno, flota de tractores