

| ÍNDICE GENERAL | Página |
|--|---------------|
| AGRADECIMIENTOS..... | I |
| DEDICATORIA..... | II |
| RESUMEN..... | III |
| ABSTRACT..... | V |
| INDICE..... | VI |
| | |
| Capítulo I Introducción | 1 |
| | |
| 1.1 Antecedentes y motivación | 2 |
| 1.2 Descripción del problema | 2 |
| 1.3 Solución propuesta | 2 |
| 1.4 Objetivos y alcances del proyecto | 3 |
| 1.5 Metodología y herramientas utilizadas | 3 |
| 1.6 Resultados esperados | 4 |
| 1.7 Organización del documento | 4 |
| | |
| Capítulo II Fundamentos teóricos | 5 |
| | |
| 2.1 Antecedentes de la empresa | 6 |
| 2.2 Carros de servicio | 8 |
| 2.3 Sistema de rodado | 8 |
| 2.4 Principios de los levantamientos de información técnica | 10 |
| 2.5 Mantenimiento | 13 |
| 2.6 Análisis de los modos de falla, efectos y criticidad (FMECA) | 14 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.6.1 | Objetivo del Análisis | 14 |
| 2.6.2 | Composición para un FMECA | 14 |
| 2.6.3 | Utilización del formulario de FMECA | 15 |
| 2.6.4 | Etapas de elaboración del FMECA | 16 |
| Capítulo III Desarrollo de la solución | | 27 |
| 3.1 | Aplicación del FMECA | 28 |
| 3.1.2 | Consideraciones de Análisis | 28 |
| Capítulo IV Exposición de resultados | | 33 |
| 4.1 | Resultados obtenidos | 34 |
| 4.1.1 | Valores obtenidos del índice del sistema de rodado | 34 |
| 4.2 | Discernimiento de valores obtenidos del índice de riesgo | 36 |
| 4.3 | Resultados obtenidos del gráfico | 38 |
| Capítulo V Discusión de resultados | | 39 |
| 5.1 | Análisis de resultados obtenidos | 40 |
| 5.1.2 | Descomposición de resultados | 40 |
| 5.1.3 | Elaboración de la cartilla de inspección | 41 |
| 5.1.4 | Cartilla de inspección | 42 |

| | |
|---|-----------|
| Capítulo VI Conclusiones y Bibliografía | 47 |
| 6.1 Conclusiones | 48 |
| 6.2 Bibliografía | 50 |
| Capítulo VII Anexos | 51 |
| 7.1 Glosario técnico | 52 |
| 7.2 Descripción detallada de los carros de servicio | 53 |
| 7.2.1 Carros Planos | 53 |
| 7.2.2 Carros Lastreros | 54 |
| 7.2.3 Carros Troleros | 55 |
| 7.2.4 Carro Plano Pluma | 55 |
| 7.2.5 Carro Algibe | 56 |
| 7.2.6 Carros de Desarrollo o Cobre-Chuqui | 56 |
| 7.2.7 Carro Telescópico | 57 |
| 7.2.8 Carro Plano Andamio | 57 |
| 7.3 Sistema de rodado | 58 |
| 7.3.1 Ruedas | 58 |
| 7.3.2 Cuñas de fricción | 59 |
| 7.3.3 Resortes de cuña de fricción | 59 |
| 7.3.4 Placas de desgaste de columnas | 60 |
| 7.3.5 Resortes laterales y resortes de carga | 60 |
| 7.3.6 Zapatas | 61 |
| 7.3.7 Chavetas (Agujas) para Zapata | 61 |

| | | |
|--------|---|----|
| 7.3.8 | Rodillos (Polines) y Rozaderas | 62 |
| 7.3.9 | Cajas de rodillos y rozaderas | 62 |
| 7.3.10 | Ejes | 63 |
| 7.3.11 | Adaptadores | 63 |
| 7.3.12 | Viga copa (Travesero) | 64 |
| 7.3.13 | Viga diamante (Retranca) | 64 |
| 7.3.14 | Yuguillos | 65 |
| 7.3.15 | Guías de desgaste para retrancas (Cajetillas) | 65 |
| 7.3.16 | Baleros (Muñón) | 66 |
| 7.3.17 | Ataguías | 66 |
| 7.3.18 | Rodamientos | 67 |
| 7.3.19 | Perno real | 67 |
| 7.3.20 | Placas de seguridad (Seguro araña) | 68 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| FIGURA 2.1.2: | Mapa de Colón Alto División El Teniente | 7 |
| FIGURA 2.1.3: | Interior Maestranza N°1 Unidad Tte. 8 | 7 |
| FIGURA 2.3.1: | Boggie de carro de servicio | 8 |
| FIGURA 2.3.2: | Truck Estabilizado 1 Barber S-2 | 9 |
| FIGURA 2.3.3: | Truck Estabilizado 2 Barber S-2 | 10 |
| FIGURA 2.6.3: | Formulario típico de FMECA | 15 |
| FIGURA 2.6.4: | Pasos para la aplicación de la técnica | 16 |
| FIGURA 2.6.4.7: | La figura muestra la relación entre las fallas, y los modos de fallas | 19 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 2.6.4.14: Maneras de reducir los riesgos | 24 |
| FIGURA 2.6.4.16: Relación, probabilidad de ocurrencia – severidad de la consecuencia | 26 |
| FIGURA 4.1.2: Gráfico de datos obtenidos del RPN del sistema de rodado | 36 |
| FIGURA 4.2.1: Discriminación de valor RPN, Fallas críticas del sistema de rodado | 37 |
| FIGURA 7.2.1.1: Carro Plano Unidad Tte8 | 53 |
| FIGURA 7.2.1.2: Botadero de Caletones División El Teniente | 53 |
| FIGURA 7.2.2.1: Carro Lastrero Moficado | 54 |
| FIGURA 7.2.2.2: Carro Lastrero Normal | 54 |
| FIGURA 7.2.2.3: Lugar de acopio de lastre de piedras Unidad Tte.8 | 54 |
| FIGURA 7.2.3: Carro Trolero Unidad Tte. 8 | 55 |
| FIGURA 7.2.4: Carro Plano Pluma Unidad Tte.8 | 55 |
| FIGURA 7.2.5: Carro Algibe Unidad Tte.8 | 56 |
| FIGURA 7.2.6.1: Carro de Desarrollo Unidad Tte8 | 56 |
| FIGURA 7.2.6.2: Lugar de descarga Unidad Tte8 | 56 |
| FIGURA 7.2.7.1: Carro Telescópico Unidad Tte8 | 57 |
| FIGURA 7.2.7.2: Buzón de carguío interior mina | 57 |
| FIGURA 7.2.8: Carro Plano Andamio Unidad Tte8 | 57 |
| FIGURA 7.3.1 Partes de una rueda de carro de servicio | 58 |
| FIGURA 7.3.2.1: Cuña de fricción 1 | 59 |
| FIGURA 7.3.2.2: Cuña de fricción 2 | 59 |
| FIGURA 7.3.3: Resorte de cuña de fricción | 59 |
| FIGURA 7.3.4: Placas de desgaste de columnas | 60 |
| FIGURA 7.3.5.1: Resortes laterales y de carga | 60 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 7.3.5.2: Resortes exteriores e interiores | 60 |
| FIGURA 7.3.6: Zapatas para frenado | 61 |
| FIGURA 7.3.7: Chaveta para Zapata | 61 |
| FIGURA 7.3.8.1: Rozadera para boggie | 62 |
| FIGURA 7.3.8.2: Rodillos para boggie | 62 |
| FIGURA 7.3.9: Caja de rozadera de boggie de carro de servicio unidad Tte. 8 | 62 |
| FIGURA 7.3.10: Eje de carro de servicio Unidad Tte. 8 | 63 |
| FIGURA 7.3.11: Adaptador de rodamiento | 63 |
| FIGURA 7.3.12: Viga copa de boggie de carro de servicio | 64 |
| FIGURA 7.3.13: Viga diamante de boggie de carro de servicio unidad Tte. 8 | 64 |
| FIGURA 7.3.14: Yuguillo de boggie de carro de servicio | 65 |
| FIGURA 7.3.15: Guías de desgaste para retrancas de carro de servicio Unidad Tte. 8 | 65 |
| FIGURA 7.3.16: Muñón de eje de carro de servicio Unidad Tte. 8 | 66 |
| FIGURA 7.3.17.1: Ataguía de carro de servicio1 | 66 |
| FIGURA 7.3.17.2: Ataguía de carro de servicio2 | 66 |
| FIGURA 7.3.18: Partes de un rodamiento TBU de carro de servicio | 67 |
| FIGURA 7.3.19.1: Perno real carro de servicio | 67 |
| FIGURA 7.3.19.2: Perno real de carro Cobre-Chuqui | 67 |
| FIGURA 7.3.20: Seguro araña de rodamiento | 68 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 2.6.4.10: Probabilidad de ocurrencia de falla | 22 |
| TABLA 2.6.4.11: Severidad de las fallas | 22 |
| TABLA 2.6.4.12: Probabilidad de detección de las fallas | 22 |
| TABLA 4.1.2: Enumeración de las distintas causas fallas sistema de rodado | 35 |
| TABLA 4.2: Índices de riesgo de la falla | 37 |