

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| Resumen Ejecutivo | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimientos | iii |
| Tabla de contenidos | iv |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de ilustraciones | vii |
| CAPÍTULO 1 Introducción | 8 |
| 1.1. Motivación del trabajo | 9 |
| 1.2. Objetivos | 10 |
| 1.3. Objetivo General | 10 |
| 1.4. Objetivo Específico | 10 |
| 1.5. Alcances | 10 |
| CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES | 11 |
| 2.1. Residuos sólidos peligrosos y no peligrosos..... | 12 |
| 2.2. Residuos sólidos no peligrosos | 13 |
| 2.3. Residuos sólidos peligrosos | 14 |
| 2.4. Tratamiento | 14 |
| 2.5. Neumáticos mineros | 14 |
| 2.6. Horno | 15 |
| 2.7. Combustión/incineración | 15 |
| 2.8. Pirolicación | 17 |
| 2.9. Gasificación | 19 |
| 2.10. Lixiviación de sulfuros..... | 20 |
| 2.11. Cierre de faenas e instalaciones mineras..... | 23 |
| 2.12. Marco legal vigente | 24 |
| CAPÍTULO 3 Metodología | 25 |
| 3.1. Definición de los objetivos estratégicos en el negocio minero..... | 25 |
| 3.2. Análisis de la situación actual y establecer caso base..... | 26 |
| 3.3. Determinación de las variables críticas del proyecto..... | 27 |
| 3.4. Obtención de datos de entrada y requerimientos del proceso..... | 27 |
| 3.5. Evaluación tecnológica entre sistemas..... | 28 |
| 3.6. Evaluación de sistemas, beneficios y costos..... | 28 |
| 3.7. Conclusiones y recomendaciones. | 28 |
| CAPÍTULO 4 Resultados y discusiones | 29 |
| 4.1. Caso base | 29 |

| | | |
|--------------------------------------|--|----|
| 4.2. | Vertedero y costos de construcción. | 33 |
| 4.3. | Costo por metro cúbico de residuo. | 34 |
| 4.4. | Costo estimado para cierre por hectárea intervenida. | 34 |
| 4.5. | Operación de relleno sanitario. | 35 |
| 4.6. | Ley de responsabilidad Extendida de Productores (REP) | 35 |
| 4.7. | Ventajas y desventajas de las distintas tecnologías de tratamiento de residuos. | 36 |
| 4.8. | Comparación entre tecnologías y aprovechamiento energético de residuos sólidos s mediante el uso de tratamientos térmicos de avanzada | 39 |
| CAPÍTULO 5 Conclusiones | | 45 |
| CAPÍTULO 6 Bibliografía | | 48 |
| CAPÍTULO 7 Anexos | | 49 |
| 7.1. | Anexo A: Contexto Empresa..... | 49 |
| 7.2. | Anexo B Canchas NMFU - MEL BHP Billiton | 53 |
| 7.3. | Anexo C | 55 |
| 7.4. | Anexo D Estimación costos cierre vertederos | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Características típicas neumático minero | 15 |
| Tabla 2 Costos partida vertedero/relleno sanitario | 34 |
| Tabla 3 Ventajas y desventajas del proceso de incineración | 36 |
| Tabla 4 Ventajas y desventajas pirólisis..... | 38 |
| Tabla 5 Ranking empresas líderes en tecnología minera 2015 | 52 |
| Tabla 6 Tamaño canchas NMFU | 54 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Estructura interior neumático | 14 |
| Ilustración 2 Salidas comunes de pirólisis..... | 17 |
| Ilustración 3 Proceso pirólisis general..... | 18 |
| Ilustración 4 Sistema de calentamiento de lixivante con doble caldera | 21 |
| Ilustración 5 Metodología de desarrollo | 25 |
| Ilustración 6 Comparación caso base vs implementación | 26 |
| Ilustración 7 Gráfico tipo radial | 28 |
| Ilustración 8 Diagrama de Ishikawa | 29 |
| Ilustración 9 Membrana impermeable, vertedero..... | 31 |
| Ilustración 10 Imagen satelital de MEL canchas de neumáticos (Fuente: Google Earth Pro) | 32 |
| Ilustración 11 Distancia a vertederos (Fuente: propia)..... | 33 |
| Ilustración 12 Hornos incineradores (Fuente: Hornos Industriales Ltda.) | 37 |
| Ilustración 13 Gráfico radial cualitativo Incineración..... | 41 |
| Ilustración 14 Gráfico cualitativo radial Pirólisis..... | 42 |
| Ilustración 15 Gráfico cualitativo radial comparación entre tecnologías | 43 |
| Ilustración 16 Gráfico cualitativo radial Gasificación..... | 43 |
| Ilustración 17 Enfoque principal Hexagon..... | 49 |
| Ilustración 18 Sectores negocios - Hexagon (Fuente: presentación corporativa) | 50 |
| Ilustración 19 Ventas y márgenes anuales de Hexagon (Fuente: Presentación corporativa) | 51 |
| Ilustración 20 Ingreso por área de negocios (Fuente: Presentación corporativa)..... | 51 |
| Ilustración 21 Zoom a cancha 1 (Fuente: Google Earth Pro)..... | 53 |
| Ilustración 22 Canchas neumáticos MEL (Fuente: Google Earth Pro) | 53 |
| Ilustración 23 Canchas NMFU numeradas (Fuente: Google Earth Pro)..... | 54 |
| Ilustración 24 gráfico de desglose de costos cierre (Fuente: Plan de manejo integral de residuos UTFSM) | 57 |