

Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	iii
Índice de tablas	v
Índice de ilustraciones	vi
1 Introducción	1
1.1 Objetivo general.....	1
1.2 Objetivos específicos	1
1.3 Alcances.....	1
2 Metodología	2
3 Antecedentes	4
3.1 Contexto: La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) específicos	4
3.2 Un objeto complejo: el neumático	5
3.3 ¿Por qué los neumáticos en particular?.....	6
3.4 La situación en Chile	7
3.5 Métodos de valorización de los NFU	9
3.5.1 La utilización directa del neumático.....	9
3.5.2 El tratamiento mecánico, la trituración.....	10
3.5.3 Tratamiento térmico	13
4 Resultados	18
4.1 Análisis de los antecedentes	18
4.1.1 Utilización directa del NFU.....	18
4.1.2 Trituración mecánica	18
4.1.3 Tratamiento térmico	19
4.2 Elección de tecnología y zona geográfica.....	20
4.3 Trituración criogénica.....	21
4.3.1 Diagrama de flujo de procesos	21
4.3.2 Cálculos de dimensionamiento.....	22
4.3.3 Lay-out tentativo	31
4.4 Pirolisis	34
4.4.1 Consideraciones.....	34
4.4.2 Diagrama de flujode procesos	36

4.4.3	Lay-out tentativo	37
4.5	Análisis económico.....	39
4.5.1	Costos de inversión.....	39
4.5.2	Costos fijos	40
4.5.3	Costos variables.....	40
4.5.4	Estructura de costos consolidada.....	41
4.5.5	Estrategia de inversión.....	43
4.5.6	Flujo de caja	43
5	Discusión.....	44
5.1	Factibilidad económica de la implementación de una planta de pirolisis.....	44
5.1.1	Impacto de la elección de la materia prima	44
5.1.2	Implementación de una planta que produce los granulados de caucho	45
5.1.3	Influencia de la capacidad de la planta de pirolisis	45
5.2	El funcionamiento modular como solución	47
6	Conclusión.....	49
	Bibliografía.....	51
	Anexo A: Algunas empresas que utilizan la pirolisis o la gasificación en el mundo.....	52
	Anexo B: Extracto del catálogo de AirProducts.....	54
	Anexo C: Imágenes / Lay-out / Esquemas de plantas de pirolisis	55
	Anexo D: Tabla de reembolso de préstamo	57
	Anexo E: Flujo de caja completo	59

Índice de tablas

Tabla 3.1: Comparación de estructura de neumáticos entre un vehículo liviano y un camión	5
Tabla 3.2: Composición química de un neumático	6
Tabla 3.3: Resumen de las aplicaciones de productos derivados del caucho triturado de un NFU	13
Tabla 4.1: Valores relativos al caucho para determinar la potencia calorífica Q	23
Tabla 4.2: Valores relativos al nitrógeno líquido para determinar el flujo másico de nitrógeno líquido.....	24
Tabla 4.3: Características del túnel de refrigeración	29
Tabla 4.4: Factores para calcular las dimensiones del ciclón en función de D_c [12].....	30
Tabla 4.5: Dimensiones del ciclón	31
Tabla 4.6: Dimensiones de los equipos utilizadas en el Lay-out de trituración criogénica	31
Tabla 4.7: Espacio requerido para la oficina, el vestuario, el comedor y los baños.....	32
Tabla 4.8: Flujos másicos de los productos de la planta de pirolisis.....	35
Tabla 4.9: Dimensiones de los equipos utilizadas en el lay-out de la planta de pirolisis.....	37
Tabla 4.10: Costos de inversión	39
Tabla 4.11: Costos fijos	40
Tabla 4.12: Costos variables.....	41
Tabla 4.13: Estructura de costos consolidada.....	42
Tabla 4.14: Extracto del flujo de caja.....	43
Tabla 5.1: Análisis de sensibilidad respecto al precio de la materia prima.....	44
Tabla 5.2: Factores de escala entre los tres tamaños de planta.....	46
Tabla 5.3: Análisis de sensibilidad respecto a la capacidad de producción de la planta.....	46

Índice de ilustraciones

Figura 2.1: Esquema de bloques de la metodología	3
Figura 3.1: Composición y estructura de un neumático	5
Figura 3.2: Comercialización de neumáticos por zona [1].....	8
Figura 3.3: Ejemplos de utilización de neumáticos sin procesos previos	9
Figura 3.4: Ejemplo de proceso de trituración a temperatura ambiente.....	11
Figura 3.5: Opciones de valorización de un NFU	17
Figura 4.1: Diagrama de flujo de procesos de la trituración criogénica.....	21
Figura 4.2: Obtención de los puntos para realizar la interpolación	25
Figura 4.3: Interpolación de los puntos obtenidos para evidenciar la ecuación vinculando Y y X26	
Figura 4.4: Selección del valor de difusividad térmica del caucho	27
Figura 4.5: Representación de una extrusora que trabaja con una carga de 30%.....	27
Figura 4.6: Proceso de iteración para la determinación del valor de L	28
Figura 4.7: Lay-out de la planta de trituración criogénica	33
Figura 4.8: Diagrama de flujo de procesos de la planta de pirolisis.....	36
Figura 4.9: Lay-out de la planta de pirolisis.....	38
Figura 5.1: Ejemplo de planta modular de reciclaje de NFU	47