

ÍNDICE GENERAL	Página
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vii

Capítulo 1 Introducción

1.1	Antecedentes y motivación	2
1.1.1	Filtro 602	3
1.1.2	Tornillo 5	3
1.1.3	Secador	3
1.1.4	Tornillo 4	3
1.1.5	Maxi - Saco	3
1.2	Descripción del problema	3
1.2.1	Variación en la operación de los equipos	3
1.2.2	Construcción de los tornillos del secador	6
1.2.3	Sistema de Extracción de los Vapores (Vahos)	7
1.3	Solución propuesta	9
1.4	Objetivos y alcances del proyecto	9
1.4.1	Objetivo general	9
1.4.2	Objetivos específicos	9
1.5	Alcances del proyecto	10
1.6	Metodología y Herramientas utilizadas	10
1.7	Resultados obtenidos	10
1.8	Organización del documento	11

Capítulo 2 Fundamentos Teóricos

2.1	Antecedentes de la empresa	13
2.1.1	Corporación Nacional del Cobre	13
2.1.2	División EL TENIENTE	13
2.1.3	Planta de Molibdeno	14
2.2	Principios de Secado	16
2.2.1	Secado de Sólidos	16
2.2.2	Velocidades de secado	18
2.2.3	Mecanismos de secado	18
2.2.3.1	Difusión	18
2.2.3.2	Contracción y endurecimiento	18
2.2.3.3	Capilaridad	18
2.3	Distintos equipos de secado	19
2.3.1	Secadores de bandejas	19
2.3.2	Secado con congelación	20
2.3.3	Secadores rotatorios	20
2.3.4	Secadores de tornillo transportador	21
2.3.5	Secadores de lecho fluidizado	21
2.3.6	Secadores por aspersion	22
2.4	Equipos del proceso de secado en la División	24
2.4.1	Filtro Rotatorio EIMCO 602	24
2.4.1.1	Tambor Rotatorio	24
2.4.1.2	Tela	24
2.4.1.3	Sistema de Transmisión del Tambor	24
2.4.1.4	Cuba o Estanque	25
2.4.1.5	Rastras	25
2.4.1.6	Sistema de Transmisión de las rastras	25
2.4.1.7	Sistema de Polines y Tensionado de la Tela	25
2.4.1.8	Sistema de Vacío	25
2.4.1.9	Principios de Funcionamiento del Filtro EIMCO 602	26
2.4.2	Tornillo Transportador N°5	27
2.4.3	Secador Tipo Holo- Flite	28

2.4.3.1	Características generales del secador	29
2.4.3.2	Planos y fotos del Secador	30
2.4.3.3	Partes del Secador	33
2.4.4	Aceite MobilTherm 603	34
2.4.5	Tornillo Transportador N°4	35

Capitulo 3 alternativas de solución para mejorar el proceso de secado

3.1	Mejoramiento del secador actual	37
3.1.1	Comprobación de los requerimientos del Secador actual	37
3.1.1.1	Energía para calentar	37
3.1.1.2	Energía para evaporar	38
3.1.1.3	Energía requerida	40
3.1.1.4	Área requerida de transferencia de calor	41
3.2	Solución a realizar para el secador actual	43
3.3	Reemplazo de secador Holo – Flite a secador Multi – Discos	43
3.3.1	Energía para calentar	44
3.3.2	Energía para evaporar	45
3.3.3	Energía requerida	45
3.3.4	Área requerida	46
3.4	Descripción del secador Multi – Discos propuestos	48
3.4.1	Planos del Secador Multi – Discos	50
3.4.2	Partes del secador Multi – Discos	52

Capitulo 4 Evaluación de las alternativas propuestas

4.1	Introducción a las evaluaciones de las alternativas	54
4.2	Evaluación económica a la mejora del secador actual	54
4.2.1	Costos por mantenimiento	54
4.2.2	Costos por cambio de Tornillos	54
4.2.2.1	Cotización Metalmack	55
4.2.2.2	Cotización Conmetal	55
4.2.2.3	Segunda Cotización Metalmack	56

4.2.3	Costos debido al exceso de humedad en el concentrado	57
4.2.3.1	Producción de Molibdenita EL TENIENTE	58
4.2.4	Costos de producción de Molibdeno en el Teniente	60
4.2.5	Estimaciones que afectan al Molibdeno	61
4.2.5.1	Parámetros Económicos	61
4.2.5.2	Estimación de precio de venta del Molibdeno	62
4.2.5.3	Estimación de precios de insumos relevantes	62
4.2.5.4	Tasa de descuento y tasa de interés	63
4.3	Evaluación económica al secador Multi – Discos propuesto	63
4.3.1	Tornillos de alimentación del secador DR-01	64
4.3.2	Suministro Secador Multi – Discos	65
4.3.3	Manifold de alimentación y retorno	67
4.3.4	Sistema de extracción de gases (Wet Scrubber)	67
4.3.4.1	Montaje de sistema de extracción de gases	68
4.3.5	Montaje y puesta en marcha secador Multi – Discos	68

Capitulo 5 Análisis de las evaluaciones de las alternativas propuestas

5.1	Introducción al análisis de las evaluaciones de las alternativas	71
5.2	Definición de VAN, TIR y Análisis de Sensibilidad	71
5.2.1	VAN (valor actual neto)	71
5.2.1.1	Toma de decisión del VAN	72
5.2.2	TIR (tasa interna de retorno)	72
5.2.3	Análisis de sensibilidad	73
5.3	Análisis de la evaluación económica a la mejora del secador actual	74
5.3.1	Ingresos por venta de molibdeno	74
5.3.2	Flujos de caja para modificación del secador actual a 3CUS\$	74
5.3.3	Flujos de caja para modificación del secador actual a 10CUS\$	75
5.4	Análisis de la evaluación económica, cambio de secador	76
5.4.1	Flujos de caja para cambio de Secador actual a 3 cUS\$/lb	76
5.4.2	Flujos de caja para cambio de Secador actual a 10 cUS\$/lb	77
5.5	Análisis de la evaluación económica, sin inversión	77

5.5.1	Flujos de caja sin inversión alguna realizados a 3CUS\$	78
5.5.1	Flujos de caja sin inversión alguna realizados a 10CUS\$	78
5.6	Comparación de los flujos de cajas con y sin inversión	79
5.7	Análisis de sensibilidad para la mejora del secador actual	80
5.8	Análisis de sensibilidad para cambio de secador	81

Capítulo 6 Conclusiones

6.1	Conclusión del análisis técnico	84
6.2	Conclusión de las evaluaciones económicas	85
6.3	Conclusión del análisis de las evaluaciones económicas	86

Bibliografía		88
--------------	--	----

ANEXO A	Planos del secador Holo – Flite	90
ANEXO B	Planos, secador Multi – Discos	104
ANEXO C	Planillas de cálculo, secadores calefaccionados por aceite	113
ANEXO D	Tablas termodinámicas	116
ANEXO E	Tablas de flujos de caja del análisis de sensibilidad	118
ANEXO F	Cotizaciones	133

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación	3.1	Energía para calentar	37
Ecuación	3.2	Energía para evaporar	38
Ecuación	3.3	Interpolación común	39
Ecuación	3.4	Energía requerida	40
Ecuación	3.5	Área de transferencia de calor	41
Ecuación	3.6	Temperatura media logarítmica	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Esquema del proceso de secado de la planta	2
Figura 1.2	Sector del tornillo dañado	6
Figura 1.3	Discontinuidad existente en la rosca del tornillo secador	7
Figura 1.4	Ductos del sistema de extracción del secador	8
Figura 1.5	Limpieza de los ductos del sistema de extracción	8
Figura 2.1	Instalación de las plantas de productos comerciales	14
Figura 2.2	Esquema del proceso de la planta de Molibdeno	15
Figura 2.3	Secador de bandejas	19
Figura 2.4	Secador rotatorio	20
Figura 2.5	Secador de tornillo transportador	21
Figura 2.6	Secador de lecho fluidizado	21
Figura 2.7	Secador por aspersión	22
Figura 2.8	Filtro Eimco 602	23
Figura 2.9	Tornillo transportador N° 5	27
Figura 2.10	Secador Holo – Flite	28
Figura 2.11	Vista superior del Secador	30
Figura 2.12	Vista lateral del secador	30
Figura 2.13	Vista frontal del secador	31
Figura 2.14	Principio de funcionamiento de los tornillos del secador	31
Figura 2.15	Sistema de extracción de vahos del secador	32
Figura 2.16	Unidad calefactora del secador	32
Figura 2.17	Tornillo transportador N° 4	35
Figura 3.1	Vista isométrica del secador Multi – Discos propuesto	48
Figura 3.2	Secador Multi – Disco tipo, fabricado por Metalmcak	49
Figura 3.3	Vista frontal secador Multi – Discos	50
Figura 3.4	Vista lateral del secador Multi – Discos	50
Figura 3.5	Vista planta del secador Multi – Discos	51

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 4.1	Costos de producción, planta de molibdeno	61
Grafico 5.1	Análisis de sensibilidad para modificación del secador 3CUS\$	81
Grafico 5.2	Análisis de sensibilidad para modificación del secador 10CUS\$	81
Grafico 5.3	Análisis de sensibilidad para cambio de secador 3CUS\$	82
Grafico 5.4	Análisis de sensibilidad para cambio de secador 10CUS\$	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Requisitos Clientes	2
Tabla 1.2	Parámetros de operación de los equipos	4
Tabla 1.3	Humedad obtenida de los lotes de molibdeno	5
Tabla 2.1	Diferencia entre secador adiabático y no adiabático	17
Tabla 2.2	Partes del secador Holo – Flite y materiales de construcción	33
Tabla 2.3	Características generales del aceite Mobil therm 603	34
Tabla 3.1	Partes del secador Multi – Discos	52
Tabla 4.1	Producción y destino de molibdenita hacia a Molymet año 2008	59
Tabla 4.2	Producción y destino de molibdenita hacia a Molymet año 2009	60
Tabla 4.3	Parámetros económicos año 2009	61
Tabla 4.4	Proyección valor cambio de moneda	62
Tabla 4.5	Índice de precios actuales y futuros para el cobre y molibdeno	62
Tabla 4.6	Precio de insumos relevantes para la producción de molibdeno	62
Tabla 5.1	Ingresos por venta de molibdeno	74
Tabla 5.2	Flujos de caja, opción mejora al secador actual a 3CUS\$	75
Tabla 5.3	Flujos de caja, opción mejora al secador actual a 10CUS\$	75
Tabla 5.4	Flujos de caja, opción cambio de secador a 3 CUS\$	76
Tabla 5.5	Flujos de caja, opción cambio de secador a 10 CUS\$	77
Tabla 5.6	Flujos de caja, sin inversión alguna a 3 CUS\$	78
Tabla 5.7	Flujos de caja, sin inversión alguna a 10 CUS\$	78
Tabla 5.8	VAN obtenidos de los flujos de caja mostrados	79
Tabla 5.9	Diferencia entre VAN mostrados	79
Tabla 5.10	Análisis de sensibilidad, opción modificar el secador a 3 CUS\$	80
Tabla 5.11	Análisis de sensibilidad, opción modificar el secador a 10CUS\$	80
Tabla 5.12	VAN a 3 y a 10 CUS\$, sin inversión alguna	80
Tabla 5.13	Análisis de sensibilidad, opción cambio de secador a 3 CUS\$	82
Tabla 5.14	Análisis de sensibilidad, opción cambio de secador a 10CUS\$	82
Tabla E.1	Flujos de caja a 15 CUS\$, modificación al secador	119
Tabla E.2	Flujos de caja a 14 CUS\$, modificación al secador	119
Tabla E.3	Flujos de caja a 13 CUS\$, modificación al secador	120
Tabla E.4	Flujos de caja a 12 CUS\$, modificación al secador	120
Tabla E.5	Flujos de caja a 11 CUS\$, modificación al secador	121
Tabla E.6	Flujos de caja a 10 CUS\$, modificación al secador	121
Tabla E.7	Flujos de caja a 9 CUS\$, modificación al secador	122
Tabla E.8	Flujos de caja a 8 CUS\$, modificación al secador	122

Tabla E.9	Flujos de caja a 20 CUS\$, modificación al secador	123
Tabla E.10	Flujos de caja a 22 CUS\$, modificación al secador	123
Tabla E.11	Flujos de caja a 25 CUS\$, modificación al secador	124
Tabla E.12	Flujos de caja a 30 CUS\$, modificación al secador	124
Tabla E.13	Flujos de caja a 31 CUS\$, modificación al secador	125
Tabla E.14	Flujos de caja a 32 CUS\$, modificación al secador	125
Tabla E.15	Flujos de caja a 33 CUS\$, modificación al secador	126
Tabla E.16	Flujos de caja a 34 CUS\$, modificación al secador	126
Tabla E.17	Flujos de caja a 15 CUS\$, cambio de secador	127
Tabla E.18	Flujos de caja a 14 CUS\$, cambio de secador	127
Tabla E.19	Flujos de caja a 13 CUS\$, cambio de secador	128
Tabla E.20	Flujos de caja a 12 CUS\$, cambio de secador	128
Tabla E.21	Flujos de caja a 11 CUS\$, cambio de secador	129
Tabla E.22	Flujos de caja a 10 CUS\$, cambio de secador	129
Tabla E.23	Flujos de caja a 9 CUS\$, cambio de secador	130
Tabla E.24	Flujos de caja a 8 CUS\$, cambio de secador	130
Tabla E.25	Flujos de caja a 7 CUS\$, cambio de secador	131
Tabla E.26	Flujos de caja a 6 CUS\$, cambio de secador	131
Tabla E.27	Flujos de caja a 30 CUS\$, cambio de secador	132
Tabla E.27	Flujos de caja a 31 CUS\$, cambio de secador	132