# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



# PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL QUÍMICO

# BALANCE DE MASA Y SIMULACIÓN DE PLANTA PILOTO DE FLOTACIÓN

Marcela Cerda Tapia

Profesores Guías:
Amelia Dondero Carrillo
José Torres Titus

# Agradecimientos

Antes que todo quiero agradecer enormemente a mis padres, quienes confiaron y me apoyaron en mi decisión de estudiar esta hermosa carrera. Ellos han sido un pilar enorme y sin ellos claramente nada de esto podría haber sido posible. Siempre los he admirado muchísimo por su forma de salir adelante, en cómo han enfrentado las situaciones complicadas y nunca voy a dejar de agradecerles el esfuerzo que han hecho por el bien estar mío y el de mi hermana.

Mi hermana es una persona que incondicionalmente ha estado a mi lado toda mi vida, desde pequeña siempre la imité y en cuanto a ser profesional ella siempre fue mi referente. A pesar de las peleas y lo gruñona que eres, te amo y te doy mil gracias por recibirme en tu hogar para desarrollar esta etapa de mi vida.

Mi sobrina Javiera que es como mi hermana chica, siempre ha estado conmigo en esta etapa. Que alegría es saber que te sientes orgullosa, tu rostro lo refleja y tus actos lo demuestran. Te amo y sabes que todo es por ti también.

Hay dos personas muy importantes en el desarrollo de esta memoria, Luis Valencia y Romina Pingel de SGS. Les agradezco enormemente la oportunidad que me dieron de ingresar al área y el trabajar en equipo, pero sobre todo agradezco el apoyo y la confianza que tuvieron en mí.

Por otro lado, debo agradecer a la profesora Amelia Dondero y José Torres, por aceptarme para realizar esta memoria bajo su dirección. Fueron un gran apoyo y lo que más destaco es que siempre estuvieron disponibles para prestarme ayuda ante cualquier dificultad en la memoria.

Se cierra un ciclo, una etapa grandiosa de mi vida la cual siempre recordaré y llevaré conmigo. Sin duda alguna más que un título me llevo una mochila cargada de grandes amigos y recuerdos. Dani, Claudia, Cristóbal, Mauro, Nico y Coke, que feliz me siento de que nuestros caminos se hayan topado y que lleguemos juntos al final, siempre recordaré las noches de estudio, los chistes, las risas, las fiestas, las peleas y reconciliaciones.

A todos ustedes un simple pero sincero

Gracias!

## Resumen

La flotación es uno de los procesos utilizados a nivel industrial para separar o concentrar minerales y otras especies químicas. Es por ello, que una importante empresa minera ubicada en Antofagasta solicita a SGS Chile realizar el estudio del comportamiento y simulación de una planta piloto de flotación utilizando mineral de baja ley obtenido desde su yacimiento. El objetivo del estudio es predecir el comportamiento de su mineral en una planta de tamaño industrial.

La tabla i entrega la identificación de las cuatro muestras de mineral utilizadas en la planta piloto.

Tabla i: Identificación de muestras de mineral

Grupo de Muestra
SPPP01
SPPP02
SPPP03
SPPP04

Se llevan a cabo 22 pilotajes a través de dos circuitos de planta piloto: 10 a través del circuito identificado como circuito 1 (C1) y 12 a través del circuito definido como Circuito 2 (C2). El primer circuito cuenta con una etapa rougher, dos etapas de limpieza y una etapa cleaner-scavenger. El segundo circuito cuenta con una etapa adicional cleaner-scavenger.

A partir de los resultados de los balances de masa de los survey desarrollados de la planta, se concluye que las recuperaciones de cobre son mayores para el circuito 2, pero la ley obtenida en el concentrado final es mayor para el circuito 1.

Se realiza la simulación a través del Simulador Integrado Geometalúrgico (IGS) utilizando como input los resultados del test de flotación de MinnovEx (MFT), el cual entregó los siguientes resultados promedios por muestra de mineral.

Tabla ii: Resumen de resultados de extracción de parámetros cinéticos test MFT

	CuSulph		Pirita		Moly NSG		ISG	
Muestra	R <sub>max</sub>	K <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )	$R_{\text{max}}$	K <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )	$R_{\text{max}}$	K <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )	$R_{max}$	K <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )
SPPP01	95.34%	2.027	67.28%	1.141	62.62%	0.840	4.29%	0.137
SPPP02	86.58%	0.880	79.84%	0.536	60.43%	0.326	4.83%	0.129
SPPP03	88.19%	0.792	92.25%	0.599	65.75%	0.293	5.84%	0.233
SPPP04	91.63%	0.547	83.11%	0.339	18.35%	0.299	6.72%	0.777

Antes de realizar la simulación de la planta piloto en el software IGS se debe realizar la sintonización o calibración del circuito utilizando los datos operacionales y los resultados del test de flotación MFT.

A partir de los resultados del balance de masa, se decide realizar la simulación sólo del circuito 1 ya que es el que presenta mejores resultados para el cliente.

La simulación entrega los siguientes resultados globales del circuito 1:

Tabla iii: Resumen resultados simulación del circuito 1

	Cobre		
Muestra	Ley (%)	Recuperación (%)	
SPPP01	26.14	73.16	
SPPP02	22.45	71.21	
SPPP03	22.49	69.19	
SPPP04	26.28	66.30	

Los tiempos de residencia promedio de las etapas del circuito fueron: rougher 47.54 min, cleaner 9 min, cleaner-scavenger 36.32 min y columna 19.11 min.

Las recuperaciones de cobre no son muy altas, por lo que a partir del estudio de la planta piloto se recomienda hacer un ajuste de las celdas y agregaría celdas para obtener mayores recuperaciones de cobre sin afectar en demasía la ley de concentrado final. Por otro lado, se deben estudiar otra dosificación de reactivos y/o agregar a otros puntos de la planta para maximizar la recuperación y ley de cobre.

El modelo IGS representa un buen pronóstico del resultado de las pruebas, ya que al compararlos con los resultados de los survey, se asemejan bastante a los entregados por el simulador.

# Tabla de contenido

1. In	troduccióntroducción	1
2. Fl	otación de Minerales	2
2.1.	Introducción	
2.2.	Etapas para la flotación de minerales	
2.3.	Circuitos de flotación	
3. Pl	anta Piloto de Flotación	11
3.1.	Descripción de la planta piloto	11
4. Su	ırvey de Planta Piloto	18
4.1.	Descripción de los survey	18
4.2.	Conciliación de Datos y Balance de Masa	19
5. Ci	inética de Flotación de los Minerales	29
5.1.	Test MFT (Minnovex Modified FlotationTest)	29
5.2.	Laboratorio MFT	37
5.3.	Mineralogía de la alimentación MFT	38
5.4.	Resultados de análisis químicos	42
6. Re	esultados test MFT	45
6.1.	Extracción de parámetros	45
6.2.	Resultados de la extracción de parámetros MFT	48
7. Si	mulación de la Planta Piloto	57
7.1.	Software IGS	57
7.2.	Sintonización	58
7.3.	Resultados de Simulación 1	61
8. Co	onclusiones	71
9 Re	eferencias	78

ANEXO A: Valores medidos y ajustes survey planta piloto de flotación	
ANEXO B: Mineralogías de Alimentación	
ANEXO C: Análisis químicos unsized para muestras de alimentación, concentrados y relave obtenidos del test MFT	
ANEXO D: Análisis tamaño por tamaño para muestras de alimentación, concentrado combinado y relave obtenidos del test MFT	
ANEXO E: Gráficos de $R_{max}$ por tamaño de partículas (-38 $\mu$ m, +38 $\mu$ m a -75 $\mu$ m, +75 $\mu$ m a - 150 $\mu$ m y +150 $\mu$ m)	
ANEXO F: Resultados Simulación Circuito 1	
ANEXO G: Hoja de seguridad de reactivos	

# Índice de Figuras

Figura 1: Tipos de liberación de partículas	4
Figura 2: Diagrama con las etapas de los circuitos de flotación	8
Figura 3: Ejemplo de un circuito de flotación con la identificación de las distintas etapas	.10
Figura 4: Ejemplo de un circuito de flotación con la identificación de las distintas etap	oas.
Circuito incluye columna de flotación	.10
Figura 5: Circuito 1 (C1) utilizado en la planta piloto	.13
Figura 6: Circuito 2 (C2) utilizado en la planta piloto	.13
Figura 7: Plataforma Bilmat con los valores medidos y valores ajustados para uno de	los
survey	.20
Figura 8: Plataforma Bilmat con los valores medidos y valores ajustados para uno de	los
survey	.20
Figura 9: Circuito creado en Bilmat para el ajuste de datos del circuito 1	.21
Figura 10: Circuito creado en Bilmat para el ajuste de datos del circuito 2	.21
Figura 11: Celda estándar MFT	.30
Figura 12: Posición de la paleta en relación con el nivel de la pulpa	.32
Figura 13: Celda con la pulpa en agitación lista para comenzar MFT	.32
Figura 14: Recolección de concentrado	.33
Figura 15: Muestras que se deben obtener en el test MFT, para análisis químico	.34
Figura 16: k-distribución en una muestra de mineral	.46
Figura 17: Circuito 1 realizado en IGS para la simulación	.60
Figura 18: Circuito 2 realizado en IGS para la simulación	.60
Figura 19: Ley y Recuperación Global para la muestra SPPP01-MC4	.61
Figura 20: Ley y Recuperación Global para las muestras SPPP02-MC1 y SPPP02-MC2	.62
Figura 21: Ley y Recuperación Global para las muestras SPPP03-MC1, SPPP03-MC2	2 y
SPPP03-MC3	.62
Figura 22: Lev y Recuperación Global para la muestras SPPP01-MC4	63

# Índice de Gráficos

Gráfico 1: Ley de Cobre en distintos flujos que forman parte del circuito 1 para todos	los
survey que se realizaron en el circuito en estudio.	23
Gráfico 2: Recuperación global v/s ley de cobre en el concentrado final en el circuito 1	24
Gráfico 3: Ley de Cobre en distintos flujos que forman parte del circuito 1 para todos	los
survey que se realizaron en el circuito en estudio.	26
Gráfico 4: Recuperación global v/s ley de cobre en el concentrado final en el circuito 2	27
Gráfico 5: Promedio de recuperación global de cobre para cada una de las muestras de mine	eral
	28
Gráfico 6: Promedio de ley de cobre en el concentrado final para cada muestra de mineral	28
Gráfico 7: Valor promedio de sulfuros, cuarzo y ganga para las cuatro muestras de mineral	40
Gráfico 8: Distribución de cobre entre los minerales que contienen cobre en todas las mues	tras
SPPP01, SPPP02, SPPP03 y SPPP04	41
Gráfico 9: Valores medios de $R_{max}$ para cuatro minerales en los cuatro grupos de muestras	s de
mineral	54
Gráfico 10: Valores medios de kavg para cuatro minerales en los cuatro grupos de muestras	s de
mineral	54
Gráfico 11: Ley de metales y minerales del concentrado Rougher	63
Gráfico 12: Recuperación de metales y minerales de la etapa Rougher	64
Gráfico 13: Ley de metales y minerales del concentrado de la 1°Limpieza	65
Gráfico 14: Recuperación de metales y minerales de la etapa de 1°Limpieza	65
Gráfico 15: Ley de metales y minerales del concentrado Cleaner-Scavenger	66
Gráfico 16: Recuperación de metales y minerales de la etapa Cleaner-Scavenger	66
Gráfico 17: Recuperación de metales y minerales de la columna de flotación	67
Gráfico 18: Recuperación de metales y minerales de la etapa global de limpieza	67
Gráfico 19: Ley de metales y minerales del Concentrado Final	68
Gráfico 20: Recuperación de metales y minerales Global	69
Gráfico 21: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC1_C1	81
Gráfico 22: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC2_C1	83
Gráfico 23: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC3_C1	85

Gráfico 24: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC4_C1	87
Gráfico 25: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC1_C1	89
Gráfico 26: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC2_C1	91
Gráfico 27: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC1_C1	93
Gráfico 28: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC2_C1	95
Gráfico 29: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC3_C1	97
Gráfico 30: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP04-MC1_C1	99
Gráfico 31: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC5_C2	101
Gráfico 32: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC6_C2	103
Gráfico 33: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC7_C2	105
Gráfico 34: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC3_C2	107
Gráfico 35: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC4_C2	109
Gráfico 36: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC5_C2	111
Gráfico 37: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC6_C2	113
Gráfico 38: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC7_C2	115
Gráfico 39: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC8_C2	117
Gráfico 40: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC4_C2	119
Gráfico 41: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC5_C2	121
Gráfico 42: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC6_C2	123
Gráfico 43: R <sub>max</sub> por tamaño CuSulph-SPPP01	140
Gráfico 44: R <sub>max</sub> por tamaño CuSulph-SPPP02	140
Gráfico 45: R <sub>max</sub> por tamaño CuSulph-SPPP03	140
Gráfico 46: R <sub>max</sub> por tamaño CuSulph-SPPP04	140
Gráfico 47: R <sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP01	141
Gráfico 48: R <sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP02	141
Gráfico 49: R <sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP03	141
Gráfico 50: R <sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP04	141
Gráfico 51: R <sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP01	142
Gráfico 52: R <sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP02	142
Gráfico 53: R <sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP03	142
Gráfico 54: R <sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP04	142

Gráfico 55: R <sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP01
Gráfico 56: R <sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP02
Gráfico 57: R <sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP03
Gráfico 58: R <sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP04
Índice de Tablas
Tabla 1: Identificación de las muestras y tipo de mineral utilizado en la planta piloto11
Tabla 2: Identificación de los flujos que forman el circuito 1 y 2
Tabla 3: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 1: Opción A15
Tabla 4: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 1: Opción B15
Tabla 5: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 1: Opción C15
Tabla 6: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción A15
Tabla 7: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción B16
Tabla 8: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción C16
Tabla 9: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción D16
Tabla 10: Características de la columna de flotación utilizada en los circuitos de la planta
piloto
Tabla 11: Identificación de las corridas ejecutadas en la planta piloto con el tipo de muestra de
mineral, número de muestreo y circuito asociado
Tabla 12: Resumen de los survey ejecutados en la planta piloto con el circuito 122
Tabla 13: Resumen de los survey ejecutados en la planta piloto con el circuito 225
Tabla 14: Valor promedio de los Sulfuros, Cuarzo y Ganga sin cuarzo para los cuatro grupos
de mineral
Tabla 15: Valores medios de análisis unsized MFT
Tabla 16: Valores medios de análisis tamaño por tamaño para MFT44
Tabla 17: Cinéticas de flotación de los sulfuros de cobre (CuSulph)48
Tabla 18: Cinéticas de flotación de la pirita
Tabla 19: Cinéticas de flotación de la molibdenita (Moly)
Tabla 20: Cinéticas de flotación de la ganga no sulfurada (NSG)50

Tabla 21: Valores de m, P80 y % de sólidos de la alimentación MFT51
Tabla 22: Valores medios de análisis químicos tamaño por tamo para las cuatro muestras de
mineral52
Tabla 23: $R_{max}$ por tamaño de partícula para los sulfuros de cobre y la pirita en los 4 grupos de
muestras de mineral55
Tabla 24: $R_{max}$ por tamaño de partícula para la molidenita y ganga no sulfurada en los 4 grupos
de muestras de mineral56
Tabla 25: Tiempo de residencia de las etapas70
Tabla 26: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-
MC1_C180
Tabla 27: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-
MC1_C180
Tabla 28: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC1_C181
Tabla 29: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-
MC2_C182
Tabla 30: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-
MC2_C182
Tabla 31: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC2_C183
Tabla 32: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-
MC3_C184
Tabla 33: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-
MC3_C184
Tabla 34: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC3_C185
Tabla 35: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-
MC4_C186
Tabla 36: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-
MC4_C186
Tabla 37: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC4_C187
Tabla 38: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC1 C188

Tabla 39: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-
MC1_C188
Tabla 40: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC1_C189
Tabla 41: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC2_C190
Tabla 42: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-
MC2_C190
Tabla 43: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC2_C191
Tabla 44: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-
MC1_C192
Tabla 45: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-
MC1_C192
Tabla 46: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC1_C193
Tabla 47: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-
MC2_C194
Tabla 48: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-
MC2_C194
Tabla 49: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC2_C195
Tabla 50: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-
MC3_C196
Tabla 51: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-
MC3_C196
Tabla 52: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC3_C197
Tabla 53: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP04-
MC1_C198
Tabla 54: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP04-
MC1_C198
Tabla 55: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP04-MC1_C199
Tabla 56: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-
MC5_C2100

Tabla 57: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPPP01-
MC5_C2100
Tabla 58: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC5_C2101
Tabla 59: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-
MC6_C2102
Tabla 60: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-
MC6_C2102
Tabla 61: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC6_C2103
Tabla 62: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-
MC7_C2104
Tabla 63: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-
MC7_C2104
Tabla 64: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC7_C2105
Tabla 65: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC3_C2106
Tabla 66: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-
MC3_C2106
Tabla 67: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC3_C2107
Tabla 68: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC4_C2108
Tabla 69: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-
MC4_C2108
Tabla 70: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC4_C2109
Tabla 71: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC5_C2110
Tabla 72: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-
MC5_C2110
Tabla 73: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC5_C2111
Tabla 74: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC6 C2112

Tabla 75: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-
MC6_C2112
Tabla 76: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC6_C2113
Tabla 77: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC7_C2114
Tabla 78: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPPP02-
MC7_C2114
Tabla 79: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC7_C2115
Tabla 80: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-
MC8_C2116
Tabla 81: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-
MC8_C2116
Tabla 82: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC8_C2117
Tabla 83: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-
MC4_C2118
Tabla 84: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-
MC4_C2118
Tabla 85: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC4_C2119
Tabla 86: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-
MC5_C2120
Tabla 87: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-
MC5_C2120
Tabla 88: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC5_C2121
Tabla 89: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-
MC6_C2122
Tabla 90: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPPP03-
MC6_C2122
Tabla 91: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC6_C2123
Tabla 92: Mineralogía de las muestras SPPP01125
Tabla 93: Mineralogías de las muestras SPPP02126
Tabla 94: Mineralogías de las muestras SPPP03127

Tabla 95: Mineralogías de la muestra SPPP04-MC1128
Tabla 96: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP01130
Tabla 97: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP02131
Tabla 98: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP03132
Tabla 99: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP04133
Tabla 100: Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP01135
Tabla 101: Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP02136
Tabla 102: Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP03137
Tabla 103: : Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP04138
Tabla 104: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Rougher145
Tabla 105: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el
concentrado Rougher145
Tabla 106: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Cleaner146
Tabla 107: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el
concentrado Cleaner
Tabla 108: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Cleaner-Scavenger147
Tabla 109: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el
concentrado Cleaner-Scavenger
Tabla 110: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa 2°Limpieza (Columna) .148
Tabla 111: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el
concentrado de la Columna (Concentrado Final)
Tabla 112: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa global de limpieza149
Tabla 113: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Global149
Tabla 114: % de sólidos, gravedad específica y flujos másicos de las corrientes de los survey a
través del circuito 1
Tabla 115: % de sólidos, gravedad específica y flujos másicos de las corrientes de los survey a
través del circuito 1 (continuación)
Tabla 116: % de sólidos, gravedad específica y flujos másicos de las corrientes de los survey
survey a través del circuito 1 (continuación)

# 1. Introducción

La flotación es uno de los procesos utilizados a nivel industrial para la separación y concentración de minerales. Este proceso consiste principalmente en una separación físico química de sólidos en un medio acuoso.

Debido a la necesidad de realizar este proceso para concentrar el mineral, una empresa minera ubicada en la ciudad de Antofagasta solicita a SGS Chile realizar el estudio del comportamiento de cuatro muestras de mineral extraídos desde su yacimiento.

Las cuatro muestras se concentrarán en una planta piloto de flotación ubicada en la comuna de Quilicura, a través de dos circuitos de planta identificados como circuito 1 y 2. El objetivo principal del estudio es predecir el comportamiento de las cuatro muestras en una planta de tamaño industrial.

El estudio contempla los siguientes objetivos

- Validación de los datos medidos de 22 survey de planta piloto y obtener valores ajustados que permitan la convergencia del sistema.
- Balances de masa a los 22 survey con los datos ajustados y obtener el valor de las variables no medidas en la planta: flujo de pulpa, agua, leyes de metales y recuperaciones por etapa.
- Realización de pruebas de flotación MFT para obtener parámetros cinéticos de flotación de minerales.
- Realizar la simulación del circuito de flotación que tenga mejores resultados

# 2. Flotación de Minerales

#### 2.1. Introducción

La flotación es uno de los procesos utilizados a nivel industrial para separar o concentrar minerales y otras especies químicas. Consiste principalmente en una separación físico química de sólidos en un medio acuoso, la cual se basa en la habilidad de algunos sólidos para concentrarse en la interfase líquido/gaseoso.

La técnica de concentración de minerales aprovecha las propiedades fisicoquímicas superficiales de los sólidos para efectuar la selección de las partículas de interés. Está basado en las propiedades hidrofóbicas e hidrofílicas de los sólidos a separar, es decir, trata fundamentalmente del comportamiento de los sólidos frente al agua. Los metales nativos, súlfuros de metales o especies tales como grafito, carbón bituminoso, talco y otros, son poco mojables por el agua y se llaman minerales hidrofóbicos. Por otro lado, los minerales que son óxidos, sulfatos, silicatos, carbonatos y otros son hidrofílicos, o sea mojables por el agua.

Este tipo de proceso depende de la unión de la partícula a una burbuja de aire en una celda de flotación para la recolección de sólidos en la superficie, por medio de burbujas de aire, las cuales permiten la recolección del concentrado. La fracción que no se adhiere a las burbujas forma parte de la cola o relave de flotación.

El objetivo de la flotación es la separación sólido-sólido, y para ello es necesario de tres fases: la sólida compuesta por la mezcla de componentes a separar; la fase líquida o dispersante; y una gaseosa formada por las burbujas de aire.

## 2.2. Etapas para la flotación de minerales

Para llevar a cabo la concentración de minerales a través de la flotación se debe seguir una serie de pasos, las cuales permiten conseguir la separación de la mena de mineral y consecuentemente el concentrado con el componente útil.

- a) Reducir el tamaño de la mena de mineral
- b) Dilución de sólidos
- c) Acondicionamiento
- d) Flotación
- e) Recolección de concentrado

A continuación una breve descripción de los pasos para la flotación de minerales.

a) Reducir el tamaño de la mena de mineral

Para una mayor recuperación metalúrgica, es indispensable la reducción de tamaño de la mena, permitiendo así, que el mineral de interés se encuentre lo más liberado posible. Esta liberación se realiza mediante la molienda del mineral.

Se debe tener en cuenta que el tamaño de las partículas sólidas debe ser lo suficientemente pequeño, para permitir que las burbujas de aire las transporten hacia la superficie y sean colectadas en la espuma, por otro lado debe ser lo suficientemente grande como para permitir las adherencia de la partícula a la burbuja.

Es por esta razón que el tamaño de la partícula es una de las variables en que se debe poner mayor énfasis, ya que con ello depende la buena recuperación metalúrgica, la selectividad del concentrado final y el costo operacional del proceso de concentración.

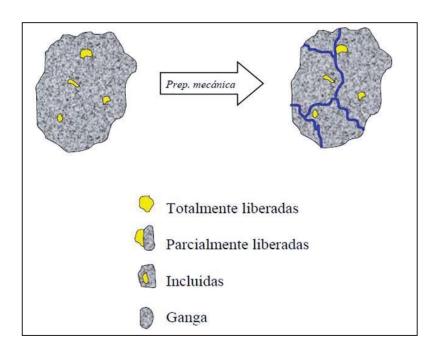


Figura 1: Tipos de liberación de partículas

#### b) Dilución de sólidos

Los sólidos para su separación deben estar suspendidos en una solución líquida que permita la levitación a través de la ella de los sólidos para separar el mineral de interés de la ganga. Por otro lado al estar los sólidos en una solución líquida permite proporcionar un medio adecuado para el acondicionamiento de sus superficies a través de los reactivos que intensifiquen la adherencia de los sólidos con la burbuja.

#### c) Acondicionamiento

La pulpa debe estar acondicionada con el fin de proporcionarle a los sólidos las condiciones adecuadas para su separación.

El acondicionamiento a la pulpa se obtiene mediante

- La agitación continua
- El uso de reactivos químicos

La pulpa debe estar en constante agitación para permitir la suspensión de los sólidos en la pulpa y permitir un mejor arrastre de las partículas adheridas a la burbuja hacia la superficie.

Cabe destacar que la agitación puede ser proporcionada a través de mecanismos neumáticos o mecánicos.

Por otro lado, para el acondicionamiento de la pulpa, se realiza la adición de reactivos químicos. Esta adición de reactivos permite intensificar o modificar las propiedades de las superficies de las partículas por separar.

Cuando las propiedades de la partícula de interés no se diferencian con la del resto de las partículas suspendidas, se adiciona una mezcla de reactivos que acondicionan la superficie de las partículas volviéndolas repelentes al agua y por lo tanto flotables.

En general, cualquier sistema requiere de un acondicionamiento previo para permitir el recubrimiento de la partícula con una sustancia hidrofóbica (repelente al agua) y el fácil desplazamiento por el medio acuoso sin ser disueltas. Además de volver a la partícula hidrofóbica, también se pueden intensificar la adherencia a las burbujas de aire con la adición de reactivos que le den propiedades aerofílicas.

Los reactivos utilizados se clasifican en: colectores, espumantes y modificadores. La eficiencia del proceso depende de la selección de reactivos que se van a utilizar.

#### Colectores

Estas sustancias son utilizadas para intensificar las diferencias de las propiedades superficiales de las partículas valiosas. Estas sustancias se adsorben sobre la superficie del mineral para conferirles características de repelencia al agua.

La adsorción de las moléculas de colector en la superficie de las partículas depende de la composición del sólido, su estructura iónica, tratamiento previo de molienda y el acondicionamiento.

#### Espumantes

Los reactivos espumantes son agentes químicos que permiten la formación de una capa estable de espuma sobre la superficie de la pulpa con las burbujas de aire que emergen del fondo del sistema.

Estos reactivos tensoactivos (heteropolar) que se adsorben selectivamente en la interfase sólodo-líquido son capaces de estabilizar la espuma, disminuir la tensión superficial del agua, mejorar la cinética de interacción burbuja-partícula y disminuir la coalescencia

#### Modificadores

Estos agentes modifican el ambiente donde están suspendidos los sólidos y permiten un mejor desempeño de los agentes colectores, es decir, crean condiciones favorables en la superficies de los minerales para el funcionamiento selectivo de los colectores.

La aplicación de estos agenten dependen de las características propias de la mezcla de sólidos y de las condiciones iniciales de la pulpa.

En el proceso de flotación, los diferentes modificadores son utilizados para:

- Regular pH: Se utilizan para modificar el pH dentro de un rango en donde los sólidos puedan flotar y así adsorber los iones de los colectores. El pH necesario es característico de cada unión sólido-colector. Por medio de mecanismo iónico influyen en el potencial electro cinético y la película hidratada de los minerales.
- Activantes: Son adsorbidos por las partículas valiosas en la pulpa activando su
  flotabilidad, mediante la adición de iones a la superficie de estos, otorgándoles puntos
  iónicamente cargados que permiten una atracción más efectiva de los colectores. Estos
  agentes favorecen la formación de superficies hidrofóbicas.
- Depresores: Actúan sobre la superficie de las partículas no valiosas, haciéndolas no flotables, es decir, inhiben la adhesión a las burbujas de aire favoreciendo la hidratación de sus superficies. La utilización de los depresores permiten que estas partículas no se encuentren en el concentrado.
- Dispersantes: Son sustancias que se agregan cuando existe una gran cantidad de sólidos no valiosos en la pulpa, las cuales se encuentran finamente divididos a tal punto, que pueden estorbar la acción de otros reactivos. Estos agentes se encargan de neutralizar los sólidos iónicamente eliminándolos del sistema.

#### d) Flotación

El proceso se basa en la concentración de los sólidos en la superficie de la pulpa por medio de sus propiedades fisicoquímica y del tratamiento previo en el sistema. Las burbujas de aire que atraviesan la celda de flotación deben ser suministradas en forma de pequeñas burbujas.

#### e) Recolección de concentrado

Los sólidos adheridos a las burbujas forman una espuma sobre la superficie de la pulpa y posteriormente esta espuma es retirada mediante mecanismos mecánicos y vertidos en un recipiente formando el concentrado de flotación. Luego de recogido el concentrado, estos reciben un tratamiento de limpieza y otros procesos para la recuperación del material valioso.

Las partículas no flotables contenidas en la celda son extraídas por el fondo y forman parte de la cola o relave de flotación. Este relave puede contener aún partículas valiosas por lo que generalmente constituyen el flujo de alimentación a otras celdas de flotación secundaria o de repaso.

#### 2.3. Circuitos de flotación

Los sistemas de flotación requieren estar constituidos por un circuito, el cual tiene como principal objetivo obtener una alta recuperación de las especies útiles con la mayor selectividad posible.

Para conseguir este propósito los circuitos deben contar con varias etapas:

- a) Etapa primaria o rougher
- b) Etapa de limpieza o cleaner
- c) Flotación de repaso, barrido o scavenger

Estas etapas de flotación deben estar ordenadas en bancos de celdas y en columnas de flotación. Como por ejemplo existen un banco de celdas rougher, celdas columnares de limpieza, etc.

Las celdas mecánicas son utilizadas generalmente en etapas rougher, scavenger y cleanerscavenger; mientras que las columnas son utilizadas en etapas de cleaner.

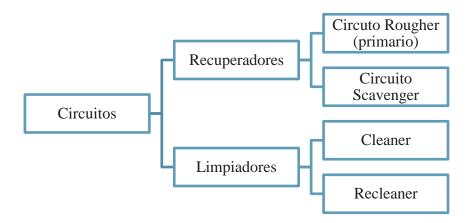


Figura 2: Diagrama con las etapas de los circuitos de flotación

#### a) Etapa primaria o Rougher

Esta etapa se alimenta por rebalse de los hidrociclones de clasificación de molienda. Su función es maximizar la recuperación, generando un relave libre de especies de interés. Esta etapa es donde se producen las mayores recuperaciones de mineral valioso y se elimina gran parte de la ganga. Las leyes de concentrado son bajas, por lo cual se requiere de etapas

posteriores que maximice la selectividad de la separación. Por otra parte, es común que el concentrado de la etapa rougher se someta a una remolienda antes de ingresar a la etapa cleaner.

Al circuito rougher llega la alimentación del proceso de flotación y en algunas oportunidades, concentrados de la etapa scavenger o colas de la etapa cleaner. Las colas de la etapa rougher pueden ser colas finales del proceso, o bien ser una corriente de alimentación a un circuito scavenger.

#### b) Etapa de limpieza o cleaner

La etapa de limpieza o cleaner tiene como objetivo maximizar la ley de concentrado rougher.

Dado que la etapa cleaner es selectiva, normalmente el concentrado rougher es sometido a una etapa de remolienda antes de ingresar a la etapa cleaner, para alcanzar la mayor liberación posible de las especies útiles antes de alimentar al circuito.

#### c) Etapa de repaso, barrido o scanver

Esta etapa tiene como objetivo incrementar la recuperación de las especies valiosas, es decir, obtener la recuperación máxima.

La etapa de repaso suele utilizar como alimentación las colas de la etapa rougher. Como producto se obtiene colas finales de proceso o incluso estas pueden enviarse a un retratamiento para evitar pérdidas de mineral valioso. Por otro lado, se obtiene un concentrado de baja ley que puede ser enviado a otra etapa del circuito, previa etapa de remolienda para aumentar la ley.

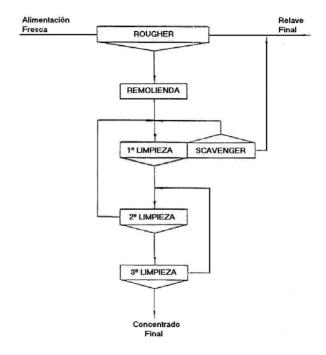


Figura 3: Ejemplo de un circuito de flotación con la identificación de las distintas etapas

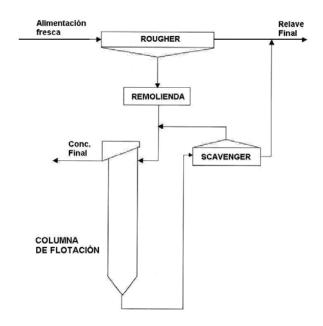


Figura 4: Ejemplo de un circuito de flotación con la identificación de las distintas etapas. Circuito incluye columna de flotación

### 3. Planta Piloto de Flotación

#### 3.1.Descripción de la planta piloto

Una importante empresa minera ubicada en Antofagasta obtiene desde su yacimiento mineral de baja ley de cobre. La empresa no dispone una instalación de concentración de cobre y es por ello que se contacta con SGS Chile para realizar un completo estudio de concentración de este mineral.

Entre los meses de mayo y junio del 2012 se solicita realizar el estudio del comportamiento y simulación de la planta piloto de flotación la cual se encuentra ubicada en la comuna de Quilicura en la ciudad de Santiago. El objetivo de la empresa es obtener con este estudio, la factibilidad y conveniencia de construir una planta concentradora de mineral. El estudio se realiza en una planta piloto para obtener resultados que permitan predecir el comportamiento de su mineral en una planta de tamaño industrial.

Se utilizaron 4 grupos de muestras de mineral en la planta piloto, estos grupos se nombran en este informe como SPPP01 a la SPPP04. La tabla 1 entrega la identificación de los cuatro grupos de muestras

Tabla 1: Identificación de las muestras y tipo de mineral utilizado en la planta piloto

Grupo de Muestra
SPPP01
SPPP02
SPPP03
SPPP04

Este estudio se lleva a cabo con dos configuraciones diferentes de circuito de planta piloto: Circuito 1 (C1) y Circuito 2 (C2). El primer circuito cuenta con una etapa rougher, dos etapas de limpieza y una de cleaner-scavenger. El segundo circuito en cambio cuenta con una etapa rougher, dos etapas de limpieza y dos etapas de cleaner-scavenger.

Las figuras 5 y 6 muestran el flowsheet de los circuitos 1 y 2 respectivamente. La tabla 2 entrega los flujos que forman el circuito 1 y 2.

Tabla 2: Identificación de los flujos que forman el circuito 1 y 2

CIRCUITO 1		CIRCUITO 2		
Número	Flujo	Número	Flujo	
0	Rebalse Clasificador	0	Rebalse Clasificador	
1	Alimentación Rougher	1	Alimentación Rougher	
2	Concentrado Rougher	2	Concentrado Rougher	
3	Cola Rougher	3	Cola Rougher	
4	Over Ciclón	4	Over Ciclón	
5	Alimentación 1° Limpieza	5	Alimentación 1° Limpieza	
6	Concentrado 1° Limpieza	6	Concentrado 1° Limpieza	
7	Cola 1° Limpieza	7	Cola 1° Limpieza	
8	Concentrado Final	8	Concentrado 2° Limpieza	
9	Cola Columna	9	Cola Columna	
10	Concentrado1°Cleaner-Scavenger	10	Concentrado 2°Cleaner-Scavenger	
11	Cola 1°Cleaner-Scavenger	11	Cola 2°Cleaner-Scavenger	
12	Relave Final	12	Concentrado Final	
		13	Concentrado 1°Cleaner-Scavenger	
		14	Cola 1°Cleaner-Scavenger	
		15	Relave Final	

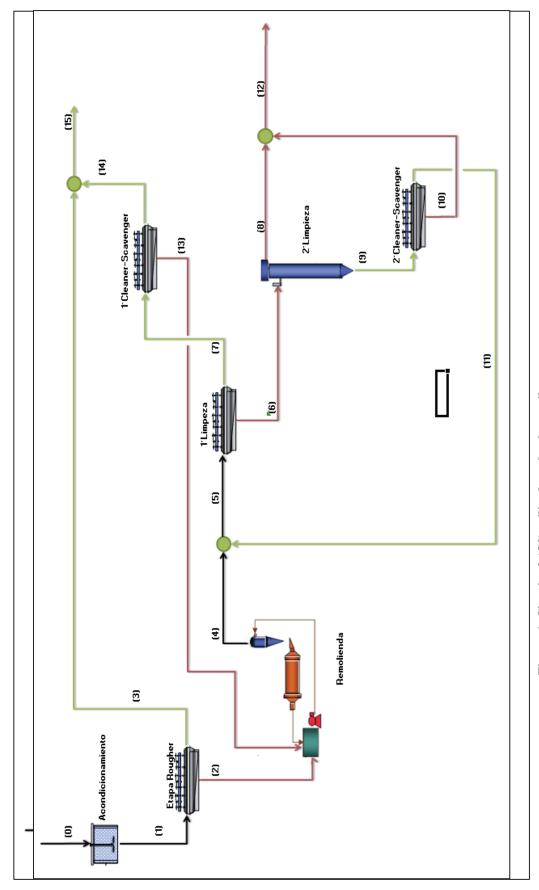


Figura 6: Circuito 2 (C2) utilizado en la planta piloto

Se utilizaron diferentes reactivos para acondicionar la planta piloto, los cuales se adicionaron en distintos puntos del circuito. Los reactivos utilizados son los siguientes:

- Rebalse

o D-101: 33 g/ton

o SEC-301: 7 g/ton

- Colector en avance etapa Rougher

o SEC-301: 7 g/ton

Acondicionamiento

o Diesel: 10 g/ton

o X-133 + Aceite de Pino: 25 g/ton

o NaSH: 50 g/ton

- Remolienda

o D-101: 5 g/ton

o Diesel: 5 g/ton

El D-101 (ditiocarbamato modificado) es un colector selectivo de cobre y baja alcalinidad. El SEC-301 (di-isobutil-ditiofosfato de sodio modificado) al igual que el D-101 es un reactivo colector . El reactivo X-133 es el espumante utilizado en las celdas para formar la suficiente cantidad de espuma y estabilidad de estas para la flotación. Corresponde a una mezcla de alcoholes, aldehídos pesados, ésteres y glicoles. En el anexo F se encuentra la hoja de seguridad de cada uno de los reactivos utilizados en la planta piloto.

La muestra de mineral que se utilizó en la planta piloto tiene un P80 de 150 μm, 30% de sólido en la etapa rougher y un pH de 10 para la etapa rougher.

Para la implementación del circuito 1 se utilizaron 3 diferentes opciones que se diferencian por el número de celdas utilizadas en alguna de las etapas del circuito y el volumen de estas. Los equipos, el número de celdas y volumen están identificados en las tablas 3, 4 y 5 para el circuito 1 (C1) y en las tablas 6, 7, 8 y 9 para el circuito 2.

Tabla 3: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 1: Opción A

Circuito 1: Opción A			
Etana	N° Celdas	Volumen	
Etapa	in Celuas	Celda (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Rougher	10	0.08	0.8
1°Limpieza	2	0.08	0.16
1°Cleaner-Scavenger	8	0.04	0.32
2°Limpieza	Columna		

Tabla 4: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 1: Opción B

Circuito 1: Opción B			
Etopo	N° Celdas	Volumen	
Etapa N° Celd	IN Celuas	Celda (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Rougher	8	0.08	0.8
1°Limpieza	2	0.08	0.16
1°Cleaner-Scavenger	10	0.04	0.4
2°Limpieza	Columna		

Tabla 5: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 1: Opción C

Circuito 1: Opción C			
Etapa N° Celdas		Volumen	
Etapa	IN Celuas	Celda (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Rougher	8	0.08	0.64
1°Limpieza	2	0.08	0.16
1°Cleaner-Scavenger	8	0.04	0.32
2° Limpieza	Columna		

Tabla 6: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción A

Circuito 2: Opción A			
Etopo	N° Celdas	Volumen	
Etapa N° Ce	N Celuas	Celda (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Rougher	10	0.08	0.8
1°Limpieza	2	0.08	0.16
1°Cleaner-Scavenger	8	0.04	0.32
2°Cleaner-Scavenger	2	0.012	0.024

Tabla 7: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción B

Circuito 2: Opción B			
Etopo	N° Celdas	Volun	nen
Біара	Etapa N° Celdas	Celda (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Rougher	8	0.08	0.64
1°Limpieza	2	0.08	0.16
1°Cleaner-Scavenger	8	0.04	0.32
2°Cleaner-Scavenger	2	0.012	0.024
2°Limpieza	Columna		

Tabla 8: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción C

Circuito 2: Opción C			
Etapa	N° Celdas	Volun	nen
	N° Celdas	Celda (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Rougher	8	0.08	0.64
1°Limpieza	2	0.08	0.16
1°Cleaner-Scavenger	6	0.04	0.24
2° Cleaner-Scavenger	1	0.012	0.012
2°Limpieza	Columna		

Tabla 9: Número y volumen de celdas por etapa para el circuito 2: Opción D

Circuito 2: Opción D			
Etopo	Etapa N° Celdas		nen
Etapa	N Celuas	Celda (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Rougher	7	0.08	0.56
1°Limpieza	2	0.08	0.16
1°Scavenger-Cleaner	6	0.04	0.24
2°Scavenger-Cleaner	1	0.012	0.012
2°Limpieza	Columna		

Se utiliza una columna de flotación para concentrar el mineral en la última etapa de ambos circuitos. Las especificaciones de la columna se encuentran en la tabla 10, la cual es válida para todas las alternativas de circuito.

Tabla 10: Características de la columna de flotación utilizada en los circuitos de la planta piloto

Características Columna de Flotación							
Diámetro (m)	0.1						
Altura (m)	5						
D50 (μm)	23-27						
Flujo de agua (m <sup>3</sup> /h)	0.3-0.5						
Flujo de aire (l/min)	5-8						

Para iniciar la simulación se necesitan dos conjuntos de datos: (a) los parámetros cinéticos de los minerales obtenidos a partir del test de flotación MFT y (b) la data de los survey de la planta piloto en un formato adecuado para cargar en el simulador IGS.

# 4. Survey de Planta Piloto

## 4.1. Descripción de los survey

Se desarrollaron 22 corridas de la planta piloto utilizando los cuatro tipos de minerales, en los cuales se realizaron análisis químicos por elemento para los diferentes flujos del circuito (dos métodos: ICP que entrega el resultado para 35 a 39 elementos; y por absorción química a 4 elementos Cu, Fe, Mo y S). Por otro lado, también se realizó las mediciones de porcentaje de sólido y flujo de sólido para todas las corrientes de los circuitos.

Se compararon los resultados de los análisis químicos a través de los métodos para garantizar la coherencia de los datos notificados en ambas configuraciones de la planta piloto.

La tabla 11 indica la identificación que se utilizará en el informe para los distintos minerales, número de muestreo y el tipo de circuito utilizado para ese mineral.

Tabla 11: Identificación de las corridas ejecutadas en la planta piloto con el tipo de muestra de mineral, número de muestreo y circuito asociado

ID. Muestra	Muestreo	Circuito	Opción
SPPP01	MC1	1	A
	MC2	1	В
	MC3	1	В
	MC4	1	C
	MC5	2	D
	MC6	2	D
	MC7	2	C
	MC1	1	C
	MC2	1	C
	MC3	2	C
SPPP02	MC4	2	D
SFFF02	MC5	2	D
	MC6	2	В
	MC7	2	C
	MC8	2	C
SPPP03	MC1	1	C
	MC2	1	С
	MC3	1	C
SITTUS	MC4	2	С
	MC5	2	С
	MC6	2	A
SPPP04	MC1	1	С

#### 4.2. Conciliación de Datos y Balance de Masa

El balance de masa de la planta piloto fue llevado a cabo mediante la plataforma Bilmat 9.4. Este software permite la conciliación de los datos de producción, ajustando las mediciones a través de un modelo estadístico y estima el valor de las variables que no se miden en la planta. Bilmat posee un completo conjunto de herramientas estadísticas que facilita el análisis de las mediciones, detecta errores y evalúa la calidad del balance.

Para el desarrollo de los balances fue preciso realizar muestreos de diferentes puntos de la planta piloto, captura de la data operacional y análisis químicos. El muestreo en la etapa de remolienda es muy importante ya que define los parámetros que afectarán los resultados en la etapa de limpieza del circuito.

En la planta piloto se llevaron a cabo 22 corridas de la planta utilizando los 4 grupos de muestras de mineral: 10 con la configuración del circuito 1 (C1) y 12 con la configuración Del circuito 2 (C2).

Los puntos muestreados en los survey para el balance de la planta, para ambos circuitos, son todos los flujos que forman parte de los circuitos, los cuales se identificaron en la tabla 2 anteriormente. Para cada punto de muestreo se midieron el flujo de sólidos y % de sólido, además se tomó una muestra para laboratorio para determinar la ley de cobre, molibdeno, fierro y azufre.

Las figuras 9 y 10 muestran los flowsheet desarrollado en el software Bilmat para para los balances de masa del circuito 1 y 2 respectivamente.

Una vez ingresados los datos medidos en la planta piloto (flujo de sólido, % de sólido y análisis químicos) a la plataforma Bilmat (figura 7 y 8), se ingresa el valor de desviación estándar a cada una de las mediciones realizadas en la planta. Esta desviación estándar es un porcentaje que queda a criterio, que representa la credibilidad de la medición, a menor porcentaje de desviación estándar, mayor es la credibilidad de la medición medida.

El software se hace correr para ajustar los valores medidos y calcular los valores que no se midieron en la planta piloto. Este procedimiento se debe repetir en el Bilmat tantas veces sea necesario, para cada survey, hasta obtener un ajuste que sea coherente y sin inconsistencias. Los resultados obtenidos en Bilmat se muestran el anexo A para cada uno de los survey desarrollados en la planta piloto.

Flujo	Flujo Relativo de Sólidos				Flujo de Pulpa			Flujo de Sólidos						Flujo de Agua				
	Yalor Inicial	Tolerancia	Yalor Calculado	Desviació n Estandar Calculada	¥alor Medido	Desviació n Estándar Medida	¥alor Ajustado	Residual	Valor Medido	Desviació n Estándar Medida	¥alor Ajustado	Desviació n Estandar Ajustada	Residual	Valor Z Residual (outlier)	Valor Medido	Desviació n Estándar Medida	Valor Ajustado	Residual
Alimentación Rougher	1.000			0.00%			1064.187		320.000		320.000	0.00%	0.000				744.187	
Concentrado Rougher	0.181		0.178	0.55%			332.077		56.797		56.928	0.55%	-0.131				275.149	
Cola Rougher	0.819			0.12%			732.110		263,204		263.072	0.12%	0.131				469.038	
Over Cyclone	0.309	2.00%	0.275	0.39%			700.588		87.880	1.00%	88.045	0.39%	-0.165	0.205			612.542	
Alimentación l'Impieza	0.315		0.283	0.38%			751.232		90.430		90.582	0.38%	-0.152				660.650	
Concentrado l'Impieza	0.023	2.00%		0.44%			97.901		9.352		9.350	0.44%	0.002				88.551	
Cola l'Impieza	0.292	2.00%	0.254	0.43%			653.331		81.078		81.232	0.43%	-0.154				572.099	
Concentrado 2 limpieza	0.012		0.016	0.75%			35.624		4.977		4.998	0.75%	-0.021				30.626	
Cola 2'limpieza (Columna)	0.011		0.014	0.57%			62.277		4.375		4.353	0.57%	0.023				57.925	
Concentrado 2'scavenger	0.004	2.00%		0.92%			11.633		1.825		1.815	0.92%	0.010				9.817	
Cola 2'scavenger	0.006	2.00%		0.86%			50.645		2.550		2.537	0.86%	0.013				48.108	
Concentrado Final	0.016	2.00%		0.56%			47.256		6.802	1.00%	6.813	0.56%	-0.011	0.194			40.443	
Concentrado l'scavenger	0.127	2.00%	0.097	0.89%			368.510		31.084	1.00%	31.117	0.89%	-0.034	0.243			337.393	
Cola fiscavenger	0.165	2.00%	0.157	0.62%			284.821		49.995		50.115	0.62%	-0.120				234.706	
Relave Final	0.984	2.00%	0.979	0.01%			1016.931		313.198	1.00%	313.187	0.01%	0.011	0.003			703.744	
Flujo	M	GF de Pul;	1a															
	De la Unidad	Hacia la Unidad	Agua Pura															
Alimentación Rougher	0	Rougher	FALSO															
Concentrado Rougher	Rougher	Cuclone	FALSO															
Cola Rougher	Rougher	Mezcla1	FALSO															
Over Cyclone	Cuclone	Mezola2	FALSO															
Alimentación flimpieza	Mezcla2	11impieza	FALSO															
Concentrado l'Impieza	1'limpieza	2'limpieza	FALSO															
Cola filmpieza	1'limpieza	1'scavenger	FALSO															
Concentrado 2 limpieza	2'limpieza	Mezola3	FALSO															
Cola 2 limpieza (Columna)	2'limpieza	2'scavenger	FALSO															
Concentrado 2'scavenger	2'scavenger	Mezola3	FALSO															
Cola 2'scavenger	2'scavenger	Mezola2	FALSO	i														
Concentrado Final	Mezola3	0	FALSO															
Concentrado l'scavenger	1'scavenger	Cuclone	FALSO															
Cola fiscavenger	1'scavenger	Mezcla1	FALSO	1														
Relave Final	Mezcia1	0	FALSO															
	1			_														

Figura 7: Plataforma Bilmat con los valores medidos y valores ajustados para uno de los survey.

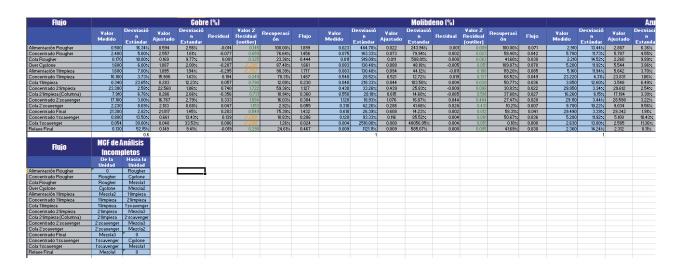


Figura 8: Plataforma Bilmat con los valores medidos y valores ajustados para uno de los survey

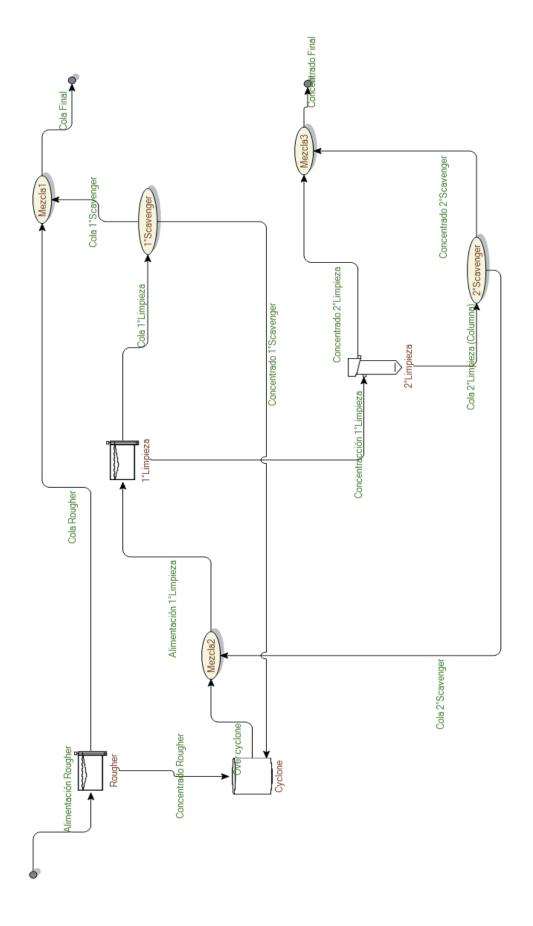


Figura 9: Circuito creado en Bilmat para el ajuste de datos del circuito 1 Figura 10: Circuito creado en Bilmat para el ajuste de datos del circuito 2

Las tabla 12 entrega un resumen del balance desarrollado a través de Bilmat de las leyes de cobre en la alimentación, concentrado rougher, relave rougher, concentrado y relave final en el circuito 1 (C1). Por otro lado entrega las recuperaciones de cobre en las etapa rougher, limpieza y global de cada uno de los survey ensayados en el mismo circuito. La etapa global de limpieza involucra las celdas de 1° limpieza, scavenger-clenaer y la columna de flotación.

Tabla 12: Resumen de los survey ejecutados en la planta piloto con el circuito 1

					CIRCU	JITO 1			
			I	∟ey de Cobr	e		Recup	peración de	Cobre
	Survey	Feed	Conc. Rougher	Cola Rougher	Conc. Final	Relave Final	Rec. Rougher	Rec. Limpieza	Rec. Global
	MC1(A)	0.653%	2.677%	0.035%	36.975%	0.089%	95.91%	90.29%	86.59%
SPPP01	MC2(B)	0.616%	2.998%	0.038%	34.064%	0.046%	95.08%	97.45%	92.65%
	MC3(B)	0.626%	2.876%	0.035%	34.086%	0.045%	95.57%	97.29%	92.97%
	MC4(C)	0.606%	3.097%	0.038%	26.330%	0.044%	94.87%	97.91%	92.89%
SPPP02	MC1(C)	0.567%	2.197%	0.161%	24.663%	0.160%	77.25%	93.57%	72.28%
SPP	MC2(C)	0.589%	1.903%	0.173%	22.551%	0.232%	77.65%	78.99%	61.33%
	MC1(C)	0.607%	2.191%	0.197%	24.282%	0.171%	74.24%	97.37%	72.28%
SPPP3	MC2(C)	0.587%	1.747%	0.159%	26.996%	0.133%	80.24%	96.74%	77.63%
	MC3(C)	0.587%	1.492%	0.200%	24.815%	0.181%	76.12%	91.54%	69.68%
SPPP04	MC1(C)	1.366%	2.927%	0.286%	26.246%	0.360%	87.63%	85.24%	74.69%

La muestra de mineral SPPP01 es el que presenta mayores recuperaciones de cobre con valores de 86.59%, 92.65%, 92.97% y 92.89% para las corridas MC1, MC2, MC3 y MC4 respectivamente.

En promedio la recuperación de cobre para las muestras de mineral SPPP02, SPPP03 y SPPP04 es de 66.81%, 73.19% y 74.69% respectivamente para el circuito 1 opción C.

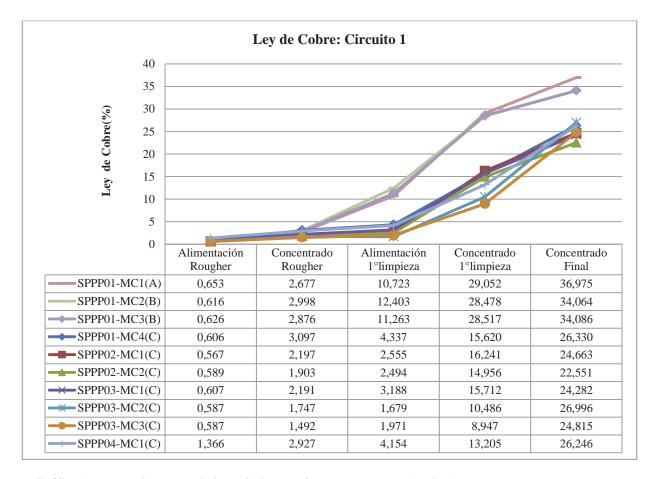


Gráfico 1: Ley de Cobre en distintos flujos que forman parte del circuito 1 para todos los survey que se realizaron en el circuito en estudio.

La ley de la muestra de alimentación varía entre muestras del mismo grupo de mineral, por lo que se recomienda tener mayor cuidado en la toma de muestra y realizar una mejor homogenización de la muestra tomada. Además se recomienda que los análisis químicos se efectúen con mayor cuidado para tener un valor más real y certero.

La muestra SPPP01-MC1(A), SPPP02-MC1(C) y SPPP03-MC2(C), son las que presentan mayor ley de cobre en el concentrado final, con valores de 36.975%, 24.663% y 26.996% respectivamente.

El gráfico 2 muestra la recuperación global de cobre versus la ley de cobre en el concentrado final para cada uno de los survey desarrollados en la planta piloto a través del circuito 1.



Gráfico 2: Recuperación global v/s ley de cobre en el concentrado final en el circuito 1

La tabla 13 entrega un resumen del balance desarrollado a través de Bilmat de las leyes de cobre en la alimentación, concentrado rougher, relave rougher, además del concentrado y relave final en el circuito 2. Por otro lado entrega las recuperaciones de cobre en las etapa rougher, limpieza y global de cada uno de los survey ejecutados en el mismo circuito. La etapa de limpieza global involucra las celdas de 1ºlimpieza, primer y segundo cleaner scavenger y además la columna de flotación.

La ley de alimentación de las muestras que recorrieron el circuito 2, al igual que las leyes de alimentación del circuito 1, varían entre muestras del mismo grupo de mineral, por lo que se recomienda tener mayor cuidado en la toma de muestra y mejor homogenización de la muestra tomada. Además se recomienda tener un mayor cuidado en la realización de los análisis químicos.

Las muestras de mineral SPPP01-MC6 (D), SPPP02-MC5(D) y SPPP03-MC5(C) son las muestras que presentan mayor recuperación global de cobre con valores de 93.59%, 77.53% y 80.89% respectivamente.

Tabla 13: Resumen de los survey ejecutados en la planta piloto con el circuito 2

					CIRCU	JITO 2			
			I	∟ey de Cobr	e		Recup	eración de (	Cobre
	Survey	Feed	Conc. Rougher	Cola Rougher	Conc. Final	Relave Final	Rec. Rougher	Rec. Limpieza	Rec. Global
T	MC5(D)	0.620%	2.415%	0.044%	22.186%	0.057%	94.63%	96.26%	91.09%
SPPP01	MC6(D)	0.567%	4.66%	0.031%	20.382%	0.039%	95.12%	98.2%	93.36%
<b>∞</b>	MC7(D)	0.605%	2.736%	0.043%	17.202%	0.040%	94.31%	99.24%	93.59%
	MC3(C)	0.567%	2.908%	0.134%	21.672%	0.143%	80.11%	93.90%	75.23%
	MC4(D)	0.551%	2.250%	0.153%	21.137%	0.146%	77.48%	95.61%	74.08%
SPPP02	MC5(D)	0.561%	1.806%	0.136%	20.641%	0.129%	81.86%	94.71%	77.53%
SPP	MC6(B)	0.601%	1.667%	0.169%	16.591%	0.148%	80.01%	95.03%	76.03%
	MC7(C)	0.570%	1.335%	0.170%	20.656%	0.181%	80.44%	85.68%	68.92%
	MC8(C)	0.548%	3.479%	0.170%	26.226%	0.170%	72.43%	95.89%	69.45%
3	MC4(C)	0.551%	2.266%	0.108%	25.188%	0.108%	84.49%	95.58%	80.75%
SPPP03	MC5(C)	0.612%	2.173%	0.127%	20.195%	0.120%	84.22%	96.05%	80.89%
_ X	MC6(A)	0.594%	2.557%	0.169%	21.017%	0.149%	76.64%	98.36%	75.39%

Las muestras de mineral SPPP01 son las que presentan mayor recuperación de cobre en la etapa rougher con valores de 96.63%, 95.12% y 94.31% para los pilotajes MC5, MC6 y MC7 respectivamente.

El gráfico 3 entrega los valores de ley de cobre para la alimentación rougher, concentrado rougher, alimentación 1°limpieza, concentrado 1°limpieza, concentrado 2°limpieza y el concentrado final para cada una de las corridas desarrolladas en el circuito 2 con los 3 grupos de mineral.

Las muestras SPPP02-MC8 y SPPP03-MC4 son las que tienen mayor ley de cobre en el concentrado final con valores de 26.226% y 25.188% respectivamente. Ambas corridas en el circuito 2 con la configuración C.

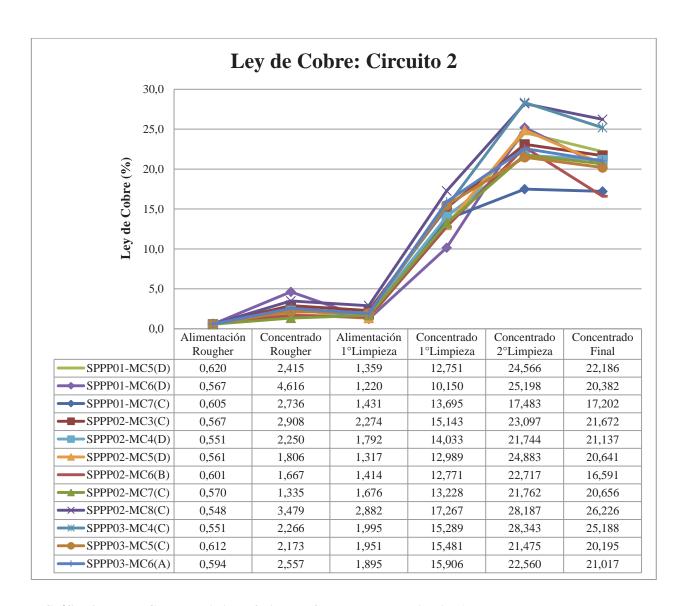


Gráfico 3: Ley de Cobre en distintos flujos que forman parte del circuito 1 para todos los survey que se realizaron en el circuito en estudio.

El gráfico 4 entrega las recuperaciones globales de cobre v/s la ley de cobre en el concentrado final de las muestras que se hicieron correr en el circuito 2.

El promedio de recuperación global de cobre para cada una de las muestras de mineral en cada uno de los circuitos se muestra en el gráfico 5. El gráfico 6 entrega el valor promedio de ley de cobre en el concentrado final para las muestras de mineral en cada uno de los circuitos utilizados en la planta piloto.

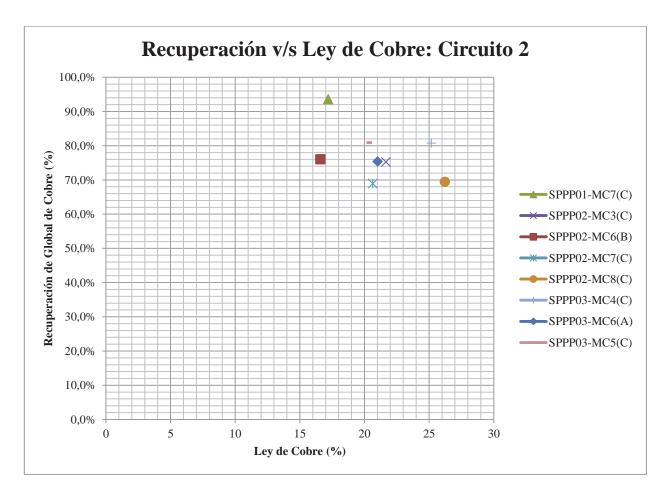


Gráfico 4: Recuperación global v/s ley de cobre en el concentrado final en el circuito 2

Como se puede observar en la gráfica 5 y 6, las recuperaciones de cobre en el sistema global son mayores para el circuito 2 que el circuito 1. Por otro lado, si vemos la ley de cobre obtenida en el concentrado final, esta presenta mayores valores para el circuito 1, presentándose en mayor medida para la muestra SPPP01, esto se debe al mayor contenido de cobre de este grupo de muestra en comparación a las otras.

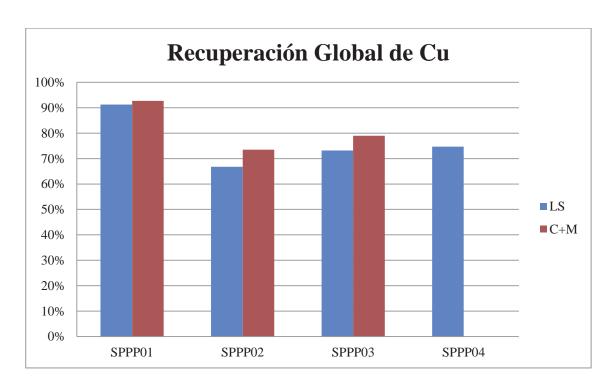


Gráfico 5: Promedio de recuperación global de cobre para cada una de las muestras de mineral

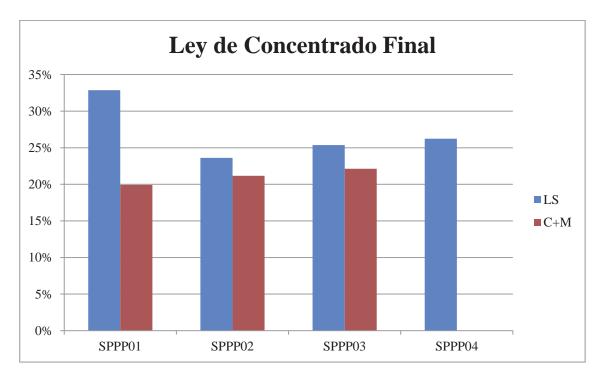


Gráfico 6: Promedio de ley de cobre en el concentrado final para cada muestra de mineral

# 5. Cinética de Flotación de los Minerales

#### **5.1.Test MFT (Minnovex Modified FlotationTest)**

En la actualidad existen diferentes test de flotación los cuales utilizan celdas batch para replicar el desempeño industrial, pero lamentablemente la experiencia ha mostrado que los resultados obtenidos por este enfoque rara vez han sido confiables. Esto es debido a la dificultad que tiene el replicar en una celda batch, el efecto de variables como el rendimiento de la planta y la configuración del circuito. Por otro lado las características de la espuma pueden diferir considerablemente entre el laboratorio y las celdas de la planta industrial.

Debido a estas dificultades, la empresa SGS Minerals ha implementado el uso del test de flotación de Minnovex (MFT), el cual ha sido diseñado para determinar directamente la cinética de separación en la pulpa minimizando el impacto de la capa de espuma en la celda batch. El test tiene como base la cinética de la pulpa, la cual es la principal fuente de selectividad en la separación de las partículas del mineral por flotación.

El test MFT se utiliza para determinar los parámetros cinéticos para un conjunto dado de condiciones. Después de un procedimiento y análisis riguroso se obtienen los siguientes parámetros cinéticos.

- R<sub>max</sub>: La recuperación máxima alcanzable por adosamiento a la burbuja ("flotación verdadera").
- k<sub>avg</sub>: El promedio ponderado de la constante cinética de flotación que excluye las partículas no flotables.
- α : Parámetro que describe la distribución de la constantes de velocidad

El test MFT incluye los parámetros cinéticos de los principales minerales en el yacimiento, así como análisis de balance de masa para metales y minerales, la recuperación de cada mineral por flotación verdadera, las curvas de ley-recuperación y los efectos del tamaño de la partícula sobre la cinética de flotación rougher y la recuperación máxima a lograr.

El test MFT puede llevarse a cabo en cualquier tipo de celda batch disponible en laboratorio pero se recomienda utilizar la celda MFT estándar, ya que en ella se puede obtener resultados reproducibles independientes del operador. La celda estándar (figura 11) es de plástico transparente y equipado con un crowder para permitir un mejor control del nivel de la pulpa como también para evitar la formación de una zona muerta detrás del impulsor durante el test. Generalmente las celdas son de una capacidad de 4,9 litros.



Figura 11: Celda estándar MFT

Existen dos modos de realización del test MFT estos son el modo C y el modo R. El modo C es el análisis más completo donde se entrega información necesaria para los puntos de referencias de la planta y para la calibración. El test de modo R es un test con propósitos de rutina, ya sea para modelamientos geometalúrgicos o como herramienta para el diagnóstico rápido del rendimiento de la planta.

El test de Modo C se lleva a cabo durante las campañas de referencias de la planta. Para los estudios geometalúrgicos, se recomienda llevar a cabo al menos cuatro MFT en modo C para cada unidad geológica (o tipo de mineral) existente en el depósito (con un mínimo de 10 modo C), para permitir la calibración de un conjunto de modelos de interpolación que describan el

efecto del tamaño de la partícula en la cinética de flotación en la pulpa. Una vez que se recoge la suficiente información, el test puede ser cambiado al modo R para reducir los costos experimentales.

En los laboratorios de SGS solo se ha desarrollado el test MFT en modo C.

#### • Detalles del test

Para la realización del test se necesita suministrar una línea de aire comprimido a la celda, la cual debe tener una válvula de aire después del rotámetro que permita razones de aire entre 6 y 8 litros/min. El flujo de aire debe ser ajustado antes del test y debe estar fijo durante toda la prueba. La celda debe contar con un impeller que sea capaz de operar a velocidades de hasta 1800 rpm. Generalmente se recomienda trabajar a unos 1500 rpm dependiendo del porcentaje de sólidos contenidos en la celda.

Para la realización del test es indispensable añadir constantemente agua de proceso para mantener el nivel de la pulpa constante durante toda la prueba. Por otro lado, se debe trabajar con un exceso de espumante para asegurar que el tamaño de las burbujas sea el óptimo, es decir, que estas sean lo suficientemente pequeñas y con una estructura estable

Se utiliza una paleta en forma de T para asegurar un paleteo uniforme y recoger con ella el concentrado. Como se muestra en la figura 12, la dimensión de la paleta permite que se encuentre a unos 10 mm sobre el nivel de la pulpa. La razón de remoción de concentrado es de 1 paleteo cada 2 segundos.

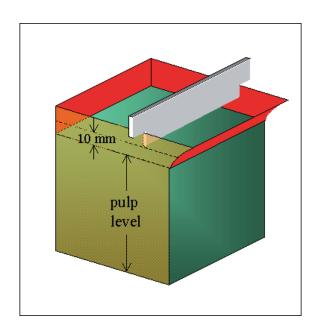


Figura 12: Posición de la paleta en relación con el nivel de la pulpa



Figura 13: Celda con la pulpa en agitación lista para comenzar MFT



Figura 14: Recolección de concentrado

La figura 15 indica los análisis químicos requeridos en una prueba MFT. Se debe tomar una muestra de alimentación (aproximadamente unos 600 ml de pulpa), la cual se debe dividir en dos sub-muestras: una muestra de cabeza para análisis químico y otra para análisis químico por tamaño. La recolección de concentrado se realiza en 4 intervalos de tiempo, lo cual se traduce en 4 muestras de concentrado. Una parte de cada uno de los concentrados es para análisis químico (identificado como con1, con2, con3 y con4). Cada una de las partes remanentes de los 4 concentrados se mezclan para formar el concentrado combinado. Este concentrado combinado se divide en dos sub-muestras: una para análisis químico de cabeza y la otra sub-muestra para análisis químico por tamaño. Finalmente la pulpa relave se divide en tres sub-muestras: dos para análisis químico de cabeza y otra para análisis químico por tamaño.

Además de las muestras necesarias para análisis químico es necesario tomar una sub-muestra de alimentación para análisis QEMSCAN.

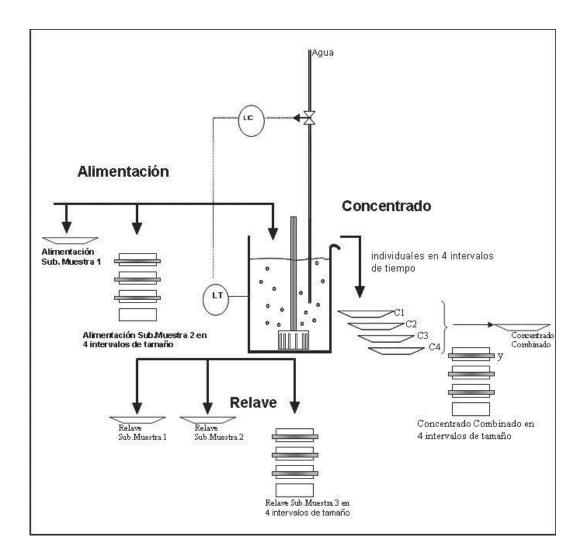


Figura 15: Muestras que se deben obtener en el test MFT, para análisis químico.

En el laboratorio los tiempos de recolección del concentrado para el proyecto son los siguientes:

- A los 0.5 minutos para el primer concentrado
- A los 2 minutos para el segundo concentrado
- A los 10 minutos para el tercer concentrado
- A los 18 minutos para el cuarto concentrado

Para los análisis de tamaño la muestra de alimentación, concentrado combinado y relave fueron divididas en cuatro intervalos de tamaño

- Malla Tyler 100 (150 micrones)
- Malla Tyler 200# (75 micrones)
- Malla Tyler 400# (38 micrones)
- Malla Tyler -400# (-38 micrones)

#### A continuación detalla el procedimiento estándar del MFT de modo C:

- Recolectar la muestra de pulpa de la planta y adicionar directamente en la celda MFT, asegurando de que la celda se llene hasta la marca del nivel de la pulpa. Si es posible recoger las muestras después de estar acondicionada la planta.
- Ajuste la presión de salida del regulador a 14.7 psig y establecer la velocidad del aire al flujo recomendado por el ingeniero. Esto es generalmente 6-8 L/min. Cierre la válvula de aire principal (válvula on/off). En el caso de una celda Denver la válvula se encuentra en la celda.
- Ajustar la velocidad del impeller a la recomendada por el ingeniero. Generalmente entre 1500-1800 rpm.
- Obtener el peso de la pulpa antes de recolectar la muestra de alimentación.
- Colocar la celda debajo del rotor y el impeller inferior en su posición. Esto hará que aumente el nivel de la pulpa, a una posición por encima de la marca (equivalente al volumen del impeller).
- Colocar el impeller en ON y ajustar los rpm, si es necesario mantener el aire en OFF.
- Succionar el volumen extra de la pulpa para los análisis requeridos (análisis de cabeza de la alimentación, análisis de tamaño y QEMSCAN). Asegúrese de que exista suficiente masa para los análisis de cabeza y la muestra por tamaño para satisfacer los requerimientos de los ensayos.
- Agregar reactivo, si es necesario, y permitir un tiempo suficiente para el acondicionamiento. El MFT siempre debe ser ejecutado con una dosis de espumante en exceso (alrededor tres veces la dosis nominal en la planta si se usa agua potable), y el colector debe ser un 10% mayor que la dosis nominal de la planta.
- Abrir la válvula de aire principal y esperar unos segundos hasta que se forme una espuma estable. Si en los intentos hay posibilidad de desbordamiento, cortar el aire

- durante unos segundos y volver a establecer el valor del aire tan pronto como sea posible (si se desborda la pulpa se recomienda que la prueba se repita).
- Comience el paleteo de la espuma manteniendo un ritmo constante de paleteo: un paleteo cada dos segundos. Asegúrese de que la paleta utilizada sea rozando a unos 10 mm por encima del nivel de la pulpa. Empezar a marcar el tiempo en la primera pasada de la paleta sobre el borde de concentrado.
- Mantener el nivel de pulpa en todo momento con la adición de agua de proceso o un equivalente. No es necesario registrar la cantidad de agua añadida durante el MFT (esto se calcula después por balance de masa).
- Recoger cuatro concentrados según la configuración de tiempo determinada por el test preliminar o por el ingeniero.
- Al final del test retire la celda del rotor y pese para obtener el peso de la pulpa relave.
   Utilizar todo el relave para los análisis requeridos
- PARA EL RELAVE: Obtener el peso seco del relave total. Dividir en tres submuestras de cola: dos para los ensayos duplicados de cola y una cola para el ensayo por tamaño (los mismos 4 intervalos de tamaño como para la alimentación).
- PARA LA ALIMENTACIÓN Obtenga el peso húmedo y seco de las sub-muestras de alimentación y someta una de ellas a análisis químico de cabeza. La segunda submuestra de alimentación se envía a análisis de tamaño. Proceder con el tamizado en las mallas recomendadas y calcular los pesos reales de las fracciones y enviar a análisis.
- PARA LOS CONCENTRADOS: Obtener los pesos húmedo y seco de cada una de las muestras de concentrado. Dividir la masa de cada concentrado por la mitad para generar una muestra de concentrado combinado. (Siga la proporción de la misma para las cuatro muestras de concentrado). Enviar una muestra del concentrado combinado para el análisis de cabeza y otra para el análisis por tamaño. El tamaño de las mallas debe ser el mismo que el de la alimentación y el de la cola.

5.2. Laboratorio MFT

Los test MFT se desarrollaron con pulpa obtenida de la muestra de alimentación de cada uno

de los pilotajes ejecutados en la planta piloto.

Se realizaron 22 MFT para obtener los parámetros cinéticos de las muestras de mineral. Estos

parámetros son utilizados como input para la simulación de la planta piloto en el software IGS.

Los MFT se ejecutaron bajo la dosificación de reactivos en la etapa rougher de la planta. Cabe

señalar que la pulpa extraída de la planta tenía reactivos provenientes de la etapa de

acondicionamiento y los reactivos agregados en el desarrollo del test son los agregados

exclusivamente en el rougher. El test se desarrolló bajo las siguientes especificaciones

30% de sólidos

pH:10

Reactivos

Acondicionamiento

Diesel: 10 g/ton

X-133 + Aceite de Pino: 25 g/ton

NaSH: 50 g/ton

SEC-301: 7 g/ton (colector en avance)

37

### 5.3. Mineralogía de la alimentación MFT

La proporción en masa de los minerales se obtuvo a través del QEMSCAN. El QEMSCAN es el acrónimo inglés de Evaluación Cuantitativo de Materiales mediante Microscopio Electrónico de Barrido, este sistema difiere de los sistemas de análisis de imágenes ya que está configurado para medir la variabilidad mineralógica basándose en la química a escala micrométrica. El QEMSCAN es la herramienta de procesos mineralógicos más poderosa empleada actualmente en la industria minera.

La tabla 14 entrega los valores promedios del porcentaje en masa de los minerales en los cuatro grupos de muestras de mineral (sólo promedios que resultaron mayor a un 0.001%). Los minerales se agruparon en sulfuros, sulfuros de cobre (CuSulph), ganga no sulfurada (NSG) y ganga sin cuarzo.

Una lista completa de la mineralogía de cada una de las muestras que se realizó MFT se presenta en el Apéndice B.

El gráfico 7 entrega los valores medios para los 4 grupos de mineral de sulfuros, cuarzo y la ganga sin contenido de cuarzo. Se observa en el gráfico que la cantidad de sulfuros en la muestra SPPP04 es la más alta seguido por el mineral SPPP02, SPPP03 y SPPP01. Por otra parte, la cantidad de ganga sin contenido de cuarzo en las muestras SPPP02 y SPPP03 son mayores en comparación a los otros tipos de mineral.

Tabla 14: Valor promedio de los Sulfuros, Cuarzo y Ganga sin cuarzo para los cuatro grupos de mineral

				PROMED	OIO % MASA	
		MINERALES	SPPP01	SPPP02	SPPP03	SPPP04
		Calcosina/Digenita	0.10	0.14	0.12	1.37
hd		Covelita	0.22	0.14	0.14	0.12
CuSulph	so	Calcopirita	0.91	0.94	1.21	0.24
ರ	Sulfuros	Bornita	0.01	0.02	0.01	0.18
	Su	Enargita/Tennantita	0.02	0.06	0.01	0.0004
		Pirita	2.51	5.44	4.39	5.62
		Molibdenita	0.02	0.05	0.04	0.004
		Cuarzo	47.64	33.63	35.48	47.20
		Cu-bearing Clays	0.01	0.02	0.02	0.10
		Óxidos de Fe	0.25	0.14	0.12	0.18
		Rutilo	0.32	0.76	0.69	0.79
		K-Feldespato	2.58	10.63	5.02	0.35
(F)		Albita	1.53	1.26	1.51	0.95
Ganga No Sulfurada (NSG)		Plagioclasa	0.77	0.87	1.00	1.28
ıda (	LZ0	Moscovita/Sericita	21.21	30.74	31.59	26.89
lfura	Ganga sin Cuarzo	Caolinita/Arcillas	17.16	11.00	15.47	10.52
Su]	sin	Biotita	1.10	2.74	2.12	1.56
a Nc	nga	Clorita	0.21	0.88	0.42	0.91
ang	Ga	Piroxeno	0.11	0.12	0.00	0.00
G		Calcocite/CO3	0.15	0.06	0.09	0.17
		Yeso-Anhidrita	0.32	0.10	0.16	0.14
		Alunita	2.59	0.01	0.07	1.13
		Svanbergite	0.002	0.001	0.008	0.008
		Apatite	0.004	0.01	0.04	0.04
		Otros	0.08	0.16	0.14	0.13
		Sulfuros	3.89	6.80	5.92	7.54
		Cuarzo	47.64	33.63	35.48	47.20
		Ganga sin cuarzo	48.39	59.49	58.49	45.16

Los minerales con un alto contenido de ganga sin cuarzo se relacionan generalmente con una menor flotabilidad. Además, las cantidades de arcillas Caolinita son relativamente altas para todos los grupos de la muestra las cuales pueden afectar la recuperación de cobre.

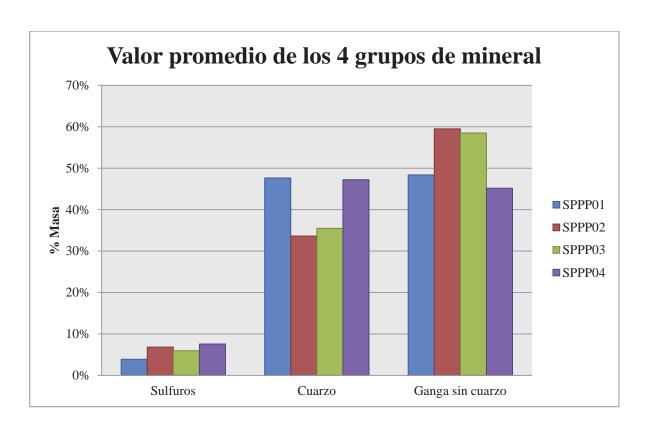


Gráfico 7: Valor promedio de sulfuros, cuarzo y ganga para las cuatro muestras de mineral

La distribución de cobre entre los minerales que contienen cobre en las muestras se ilustra en el gráfico 8. El mineral con el mayor contenido de calcopirita, en promedio, es el mineral SPPP03 y el mineral con mayor contenido de calcosina es el mineral SPPP04. Este último es significativamente diferente a los otros tipos de mineral y su alto contenido de calcosina implica que se puede lograr una ley de cobre más alta en el concentrado rougher, dado el mismo tamaño de partícula y liberación que los otros tipos de mineral.

Por otra parte, el gráfico 8 ilustra que el valor promedio de la enargita/tenantita en la muestra de mineral SPPP02 es la más alta, con un valor de 5.3% en comparación con un 1.6% de contenido del mismo mineral en la muestra SPPP01, 0.7% en la SPPP03 y 0% en la SPPP04.

El contenido de covelina en el tipo de mineral SPPP01 es la más alta con un valor de 17.8% en comparación con el 10.4% del mineral SPPP02, un 9.6% en la SPPP03 y 6.1% en la SPPP04.

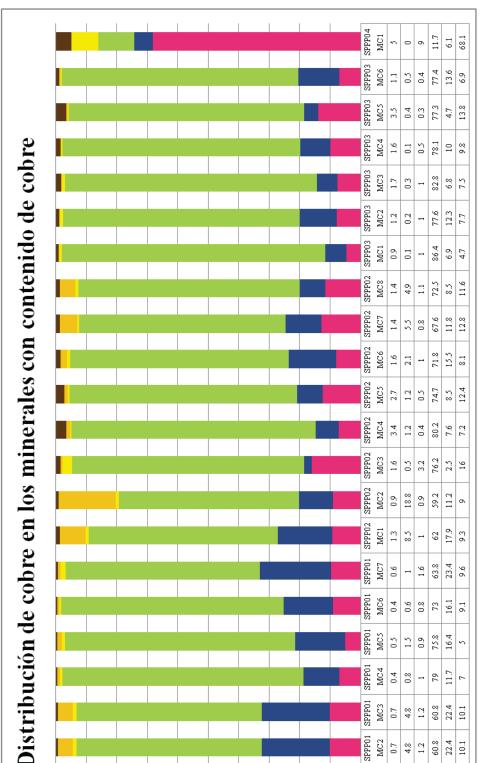


Gráfico 8: Distribución de cobre entre los minerales que contienen cobre en todas las muestras SPPP01, SPPP02, SPPP03 y SPPP04

### 5.4. Resultados de análisis químicos

En la ejecución del test MFT se recolectaron dos grupos de muestras: muestras de cabeza o sin corte de malla (unsized) y muestras de tamaño.

Las muestras unsized incluyen muestras de alimentación, concentrado 1 al 4, concentrado combinado y relave. A las muestras de alimentación, concentrado combinado y relave se les realizó análisis por tamaño. Los tamaños de corte para esas muestras fueron:

- +150 micrones
- -150 +75 micrones
- -75 +37 micrones
- -37 micrones

Las muestras son analizadas para obtener ley de Cu, Mo, Fe y S. Los resultados medios de los análisis unsized y por tamaño son reportados en las tablas 15 y 16.

Tabla 15: Valores medios de análisis unsized MFT

			PROM	IEDIO	
	•	SPPP01	SPPP02	SPPP03	SPPP04
	Masa (g)	175.521	164.921	180.712	168.3
ción	Cu %	0.521	0.518	0.535	1.255
enta	Mo %	0.007	0.018	0.021	0.002
Alimentación	Fe %	1.861	2.994	2.560	2.940
7	S%	2.441	3.078	2.717	4.270
	Masa (g)	84.543	88.519	109.597	135
Concentrado 1	Cu %	5.765	2.797	2.561	3.669
entra	Mo %	0.033	0.038	0.044	0.002
once	Fe %	12.524	11.356	9.390	6.010
0	S%	16.790	13.276	10.768	7.710
2	Masa (g)	88.100	99.331	125.363	182.000
Concentrado 2	Cu %	2.482	2.286	2.242	3.959
entra	Mo %	0.029	0.046	0.048	0.002
onc	Fe %	7.497	10.799	9.072	6.830
0	S%	9.569	11.773	10.672	8.830
3	Masa (g)	244.024	265.046	272.435	205.100
ope	Cu %	0.356	0.644	0.809	2.497
Concentrado 3	Mo %	0.008	0.030	0.036	0.003
once	Fe %	1.863	4.080	4.380	6.580
0	S%	2.829	4.840	4.945	8.020
1	Masa (g)	137.223	136.501	140.992	183.400
Concentrado 4	Cu %	0.080	0.179	0.200	0.492
entra	Mo %	0.002	0.008	0.014	0.002
onc	Fe %	0.850	0.986	1.167	2.130
	S%	1.371	1.295	1.113	2.810
	Masa (g)	984.417	833.700	898.878	825.600
e	Cu %	0.028	0.117	0.113	0.176
Relave	Mo %	0.003	0.010	0.012	0.002
*	Fe %	0.520	0.906	0.555	1.290
	S%	0.877	0.821	0.427	2.040
opu	Mass (g)	310.391	323.988	362.433	394.000
bina	Cu %	1.512	1.178	1.167	2.508
Jom	Mo %	0.014	0.031	0.032	0.002
Conc. Combinado	Fe %	4.373	5.720	5.430	5.340
ပိ	S%	5.527	6.375	6.313	6.590

Tabla 16: Valores medios de análisis tamaño por tamaño para MFT

	size			PROM	MEDIO	
	μm		SPPP01	SPPP02	SPPP03	SPPP04
		Mass (g)	38.129	38.129	60.150	18.300
		Cu %	0.409	0.409	0.403	0.942
	150	Mo %	0.005	0.005	0.005	0.002
		Fe %	1.546	1.546	1.535	3.080
		S%	1.534	1.534	1.539	4.190
		Mass (g)	30.880	30.880	38.990	13.800
		Cu %	0.531	0.531	0.543	1.509
) Su	75	Mo %	0.006	0.006	0.006	0.002
Ċ.		Fe %	2.409	2.409	2.430	6.030
ta		S%	2.869	2.869	2.912	7.400
Alimentación		Mass (g)	19.403	19.403	22.980	9.000
Ĕ		Cu %	0.559	0.559	0.583	1.938
===	38	Mo %	0.007	0.007	0.007	0.002
V	30	Fe %	2.456	2.456	2.482	6.470
		S%	2.885	2.885	2.939	7.640
		Mass (g)	29.942	29.942	17.844	56.900
		Cu %	0.493	0.493	0.502	1.022
	-38	Mo %	0.008	0.008	0.008	0.002
	-30	Fe %	1.306	1.306	1.323	1.880
		S%	2.297	2.297	2.324	2.640
		Mass (g)	36.534	36.534	58.285	29.000
		Cu %	3.895	3.895	3.975	4.122
	150	Mo %	0.014	0.014	0.014	0.002
	130					
		Fe %	6.826	6.826 9.535	7.111	13.290
			9.535		10.711	17.530
<u>0</u>	75	Mass (g)	26.434	26.434	35.835	33.500
ad		Cu %	5.789	5.789	5.841	5.722
ii		Mo %	0.027	0.027	0.026	0.003
q		Fe %	20.394	20.394	20.337	18.510
Conc. Combinado		S%	23.487	23.487	22.624	22.600
Ŭ	38	Mass (g)	27.249	27.249	29.360	27.500
್ರ		Cu %	3.692	3.692	3.763	5.628
l le		Mo %	0.026	0.026	0.026	0.004
づ		Fe %	11.979	11.979	11.975	13.760
		S%	15.320	15.320	15.209	17.370
		Mass (g)	191.538	191.538	151.417	304.000
	20	Cu %	0.937	0.937	0.937	1.380
	-38	Mo %	0.013	0.013	0.013	0.002
		Fe %	2.544	2.544	2.530	2.190
		S%	3.361	3.361	3.362	3.300
		Mass (g)	112.071	112.071	123.400	149.800
	150	Cu %	0.032	0.032	0.036	0.197
	150	Mo % Fe %	0.005	0.005	0.005	0.002
			0.483	0.483	0.489	0.900
		S%	0.701	0.701	0.730	1.630
		Mass (g)	124.569	124.569	114.620	95.000
		Cu %	0.024	0.024	0.023	0.105
	75	Mo %	0.004	0.004	0.004	0.002
ve		Fe %	0.403	0.403	0.460	1.590
Relave		S%	0.689	0.689	0.747	2.530
% e		Mass (g)	78.589	78.589	72.055	54.800
أغا	20	Cu %	0.026	0.026	0.024	0.135
	38	Mo %	0.003	0.003	0.003	0.002
		Fe %	0.446	0.446	0.475	2.350
		S%	0.680	0.680	0.719	3.100
		Mass (g)	131.549	131.549	95.336	204.400
		Cu %	0.028	0.028	0.028	0.221
	-38	Mo %	0.002	0.002	0.002	0.002
		Fe %	0.383	0.383	0.412	1.180
		S%	0.853	0.853	0.865	1.520

# 6. Resultados test MFT

### 6.1. Extracción de parámetros

El MFT permite realizar el análisis de los parámetros cinéticos de las especies de interés en el mineral de estudio. El análisis se lleva a cabo para los minerales y no en los metales presentes en el mineral, como por ejemplo el cobre. La razón de esto es porque son los minerales los que se están flotando, no los metales.

En el proyecto los minerales principales son los sulfuros de cobre a granel (CuSulph), molibdenita (Moly), pirita y ganga no sulfurada (NSG). Esto dio lugar a un sistema de 4 componentes:

- ➤ CuSulph: Los sulfuros de cobre corresponden en mayor medida en calcopirita, bornita, calcocita, covelina, y enargita/tennatita. Las proporciones de estos minerales varía para cada muestra de mineral.
- ➤ Moly: En este grupo solo se presenta la molibdenita para las cuatro muestras de mineral en estudio.
- ➤ Pirita: La cantidad de pirita contenida en la mena se calcula utilizando el análisis de azufre después de la sustracción del azufre en los sulfuros de cobre, molibdenita y la ganga no sulfurada.
- NSG: Todos los demás minerales como arcillas, cuarzo y óxidos se agrupan en la ganga no sulfurada.

Los parámetros cinéticos de la pulpa que se utilizan en el simulador Integrated Geometallurgical Simulator (IGS) son  $R_{max}$ ,  $k_{avg}$  y alfa. Estos tres parámetros se ilustran a través de la distribución cinética (k-distribución) como se muestra en la figura 16.

La k-distribución se basa en clases de velocidad de flotación de partículas, similar a la manera en la que la distribución de Rosin-Rammler se basa en clases de tamaño de partícula. Sin embargo, cada clase en la k-distribución contiene partículas de diferente tamaño y liberación. Las partículas ultra finas y las mal liberadas típicamente pertenecen a la clase de flotación más lenta, mientras que las partículas que se encuentran totalmente liberadas pertenecen a las clases más rápidas de flotación.

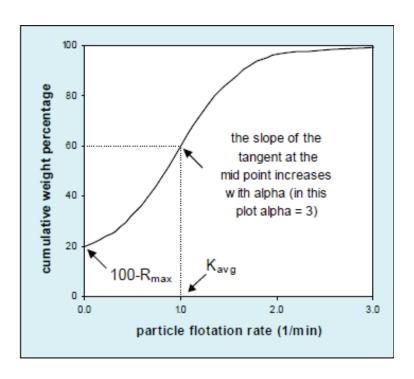


Figura 16: k-distribución en una muestra de mineral

Los 3 parámetros cinéticos de un mineral se definen como sigue:

- R<sub>max</sub>(%): La recuperación máxima alcanzable por atrapamiento (flotación verdadera).
- ➤ k<sub>avg</sub>(min<sup>-1</sup>): El kavg corresponde a la tasa de flotación en la mediana de la gama flotante. Los minerales que presentan altos valores de k<sub>avg</sub> (2-2.5) presentan una alta flotabilidad en comparación con los minerales de bajo k<sub>avg</sub> (menos de 0.2).
- Alfa: Es un parámetro que describe la forma de la distribución de constantes de velocidad. Los valores alfa por lo general varían entre 1 y 5 para los minerales hidrófobos y hasta 10 para la ganga no sulfurada.

Como se muestra en la figura 16, la kavg es la tasa de flotación en el punto medio de la gama flotante, mientras que el porcentaje de partículas no flotables (tasa de flotación cero) corresponde a  $(100 - R_{max})$ . Es necesario que exista una gran diferencia entre las k-distribuciones de la ganga y el mineral valioso para la separación, tanto en las celdas de planta como en las de laboratorio.

El objetivo de la extracción de parámetros MFT es para determinar la k-distribución de los minerales en el mineral. La extracción de parámetros cinéticas MFT implica el siguiente proceso:

- La conversión de los análisis de metales a especies minerales de acuerdo con la mineralogía conocida
- Balance de masas de las especies minerales en el tiempo y otra por tamaño
- La evaluación de los parámetros de arrastre con el fin de desacoplar la recuperación por flotación verdadera de la recuperación por arrastre
- La extracción de los parámetros cinéticos de pulpa  $(R_{max}, k_{avg} y alfa)$  para cada uno de los grupos de minerales por flotación verdadera y en función del tamaño.
- Mediante el análisis de las muestras sobre una base de tamaño por tamaño, se corrobora los valores tanto de  $R_{max}$  y  $k_{avg}$  en un rango de alimentación de molienda y las distribuciones de tamaños.

# 6.2. Resultados de la extracción de parámetros MFT

La extracción de parámetros de los MFT se llevó a cabo con la ayuda del extractor SGS. El extractor realiza un modelo ajustado del balance de masa tamaño por tamaño con los datos del test MFT usando los pesos medios, análisis químicos a las muestras y análisis químicos por tamaño. El extractor minimiza el error entre los datos medidos y el modelo de ajuste. Los parámetros cinéticos extraídos para sulfuros de cobre (CuSulph), pirita, molibdenita (Moly) y la ganga no sulfurada (NSG) se reportan en las tablas 17, 18, 19 y 20 respectivamente

Tabla 17: Cinéticas de flotación de los sulfuros de cobre (CuSulph)

			CuS	ulph	
Grupo de Mineral	ID Muestra	Grado (%)	R <sub>max</sub> (%)	k <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )	Alfa
	MC1	1.222	95.975	2.029	2.326
	MC2	1.057	96.115	2.169	2.831
	MC3	1.057	96.115	2.169	2.831
SPPP01	MC4	1.422	95.380	1.779	2.879
	MC5	1.196	96.064	2.245	3.418
	MC6	1.031	92.327	1.534	1.425
	MC7	1.227	95.391	2.268	2.486
	MC1	1.104	88.278	0.972	2.033
	MC2	1.186	88.046	0.696	4.232
	MC3	1.232	82.511	0.574	0.950
SPPP02	MC4	1.126	86.019	0.901	4.251
SPPP02	MC5	0.933	84.496	0.675	4.860
	MC6	1.225	86.892	0.847	2.343
	MC7	1.112	86.047	1.234	1.100
	MC8	1.272	90.335	1.142	2.020
	MC1	1.478	89.069	1.060	1.000
	MC2	1.183	87.826	0.820	2.226
SPPP03	MC3	1.512	89.236	0.838	2.435
SPPPUS	MC4	1.165	86.236	0.640	2.796
	MC5	1.206	89.432	0.500	0.500
	MC6	1.363	87.369	0.893	2.404
SPPP04	MC1	1.620	91.629	0.547	2.117

Tabla 18: Cinéticas de flotación de la pirita

			Pir	rita	
Grupo de Mineral	ID Muestra	Grado (%)	R <sub>max</sub> (%)	k <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )	Alfa
	MC1	4.226	59.661	0.535	2.490
	MC2	3.915	65.561	0.654	4.220
	MC3	3.915	65.561	0.654	4.220
SPPP01	MC4	4.073	72.350	1.387	1.186
	MC5	3.798	65.566	2.314	2.674
	MC6	3.874	72.472	1.095	4.040
	MC7	3.963	69.811	1.350	1.823
	MC1	6.037	93.986	0.967	3.791
	MC2	4.897	91.843	0.507	7.500
	MC3	4.849	21.408	0.213	5.000
SPPP02	MC4	4.847	83.830	0.455	7.064
511102	MC5	5.161	72.448	0.325	5.000
	MC6	5.398	92.449	0.784	4.858
	MC7	5.106	90.073	0.523	6.113
	MC8	5.130	92.656	0.517	3.830
	MC1	4.270	83.996	0.659	5.668
	MC2	4.530	92.807	0.770	4.383
SPPP03	MC3	4.686	93.311	0.779	5.211
311103	MC4	3.993	92.386	0.281	5.000
	MC5	3.840	97.573	0.239	5.000
	MC6	4.303	93.415	0.864	6.094
SPPP04	MC1	5.470	83.112	0.339	0.885

Tabla 19: Cinéticas de flotación de la molibdenita (Moly)

			Me	oly	
Grupo de Mineral	ID Muestra	Grado (%)	R <sub>max</sub> (%)	k <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )	Alfa
	MC1	0.014	61.375	0.781	2.442
	MC2	0.011	65.635	0.929	2.070
	MC3	0.011	65.635	0.929	2.070
SPPP01	MC4	0.010	62.500	0.913	1.589
	MC5	0.013	51.737	0.828	3.949
	MC6	0.010	69.637	0.792	4.843
	MC7	0.011	61.836	0.705	5.147
	MC1	0.028	59.209	0.474	2.537
	MC2	0.030	63.371	0.369	3.761
	MC3	0.029	54.813	0.216	5.000
SPPP02	MC4	0.029	54.394	0.252	5.370
511102	MC5	0.029	50.089	0.212	6.550
	MC6	0.028	59.953	0.354	3.768
	MC7	0.032	61.389	0.382	3.988
	MC8	0.030	80.247	0.351	5.224
	MC1	0.034	60.289	0.321	4.573
	MC2	0.033	69.779	0.294	4.292
SPPP03	MC3	0.039	72.272	0.388	2.678
311103	MC4	0.035	57.676	0.135	0.927
	MC5	0.036	64.304	0.067	0.500
	MC6	0.034	70.202	0.556	1.826
SPPP04	MC1	0.003	18.348	0.299	5.000

Tabla 20: Cinéticas de flotación de la ganga no sulfurada (NSG)

			NS	$\overline{SG}$	
Grupo de Mineral	ID Muestra	Grado (%)	R <sub>max</sub> (%)	k <sub>avg</sub> (min <sup>-1</sup> )	Alfa
	MC1	94.529	4.589	0.147	10
	MC2	95.006	4.489	0.139	10
	MC3	95.006	4.489	0.139	10
SPPP01	MC4	94.485	3.793	0.151	10
	MC5	94.981	5.282	0.068	10
	MC6	95.072	4.008	0.171	10
	MC7	94.789	3.398	0.143	10
	MC1	92.798	4.038	0.238	10
	MC2	93.852	5.268	0.134	10
	MC3	93.890	2.646	0.300	10
SPPP02	MC4	93.960	5.673	0.010	10
SPPP02	MC5	93.843	5.343	0.131	10
	MC6	93.316	4.030	0.106	10
	MC7	93.708	3.662	0.010	10
	MC8	93.523	7.996	0.105	10
	MC1	94.201	3.764	0.112	10
	MC2	94.230	7.864	0.125	10
SPPP03	MC3	93.746	10.952	0.138	10
SEFFUS	MC4	94.806	2.793	0.490	10
	MC5	94.918	2.276	0.159	10
	MC6	94.284	7.361	0.375	10
SPPP04	MC1	92.907	6.725	0.777	10

La tabla 21 entrega los valores de P80 de alimentación de las muestras (80% pasante de tamaño de partícula), m (distribución de Rosin-Rammler) y porcentaje de sólidos.

Las variaciones de los valores de P80 de alimentación, m, porcentaje de sólidos, recuperación máxima, constante de velocidad y alfa de todos los minerales (es decir CuSulph, Moly, Pirita y NSG) en los diferentes grupos de muestras se presentan en la tabla 22.

Tabla 21: Valores de m, P80 y % de sólidos de la alimentación MFT

			Alimentación	
Grupo de Mineral	ID Muestra	m	P80	% sólidos
	SPPP01-MC1	0.73	139	31.9
	SPPP01-MC2	0.74	132	32.2
	SPPP01-MC3	0.74	132	32.2
No-IND	SPPP01-MC4	0.85	98	28.9
	SPPP01-MC5	0.73	111	26.5
	SPPP01-MC6	0.97	78	28.0
	SPPP01-MC7	0.76	112	28.9
	SPPP02-MC1	1.59	113	29.7
	SPPP02-MC2	0.59	123	29.4
	SPPP02-MC3	0.59	137	30.8
INC OC	SPPP02-MC4	0.5	141	26.4
INS-QS	SPPP02-MC5	0.5	130	26.2
	SPPP02-MC6	0.54	144	31.5
	SPPP02-MC7	0.54	112	26.8
	SPPP02-MC8	0.65	133	29.3
	SPPP03-MC1	0.43	175	30.6
	SPPP03-MC2	0.47	198	33.0
INC OC	SPPP03-MC3	0.51	119	31.4
INS-QS	SPPP03-MC4	0.47	179	28.0
	SPPP03-MC5	0.48	174	25.9
	SPPP03-MC6	0.6	140	30.6
IND-KB	SPPP04-MC1	0.5	113	29.5

Tabla 22: Valores medios de análisis químicos tamaño por tramo para las cuatro muestras de mineral

			SPPP01			SPPP02			SPPP03		SPPP04		Global	
		Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	valor	Prom	Max	Min
	m	0.79	0.97	0.73	0.56	0.65	0.50	0.49	0.60	0.43	0.50	0.61	0.97	0.43
Feed	P80(μm)	115	139	78	129	144	112	164	198	119	113	133	198	78
	%sólido	29.8	32.2	26.5	28.8	31.5	26.2	29.9	33.0	25.9	29.5	29.4	33.0	25.9
	Assay %	1.2	1.4	1.0	1.1	0.9	1.3	1.3	1.2	1.5	1.6	1.3	1.6	1.0
CuSulph	Rmax %	95.3	96.1	92.3	86.6	90.3	82.5	88.2	89.4	86.2	91.6	90.4	96.1	82.5
CuS	kavg(min <sup>-1</sup> )	2.03	2.27	1.53	0.88	1.23	0.57	0.79	1.06	0.50	0.55	1.1	2.3	0.5
	alfa	2.6	3.4	1.4	2.7	4.9	0.9	1.9	2.8	0.5	2.1	2.3	4.9	0.5
	Assay %	4.0	4.2	3.8	5.2	4.8	6.0	4.3	3.8	4.7	5.5	4.7	5.5	3.8
Pirita	Rmax %	67.3	72.5	59.7	79.8	94.0	21.4	92.2	97.6	84.0	83.1	80.6	97.6	21.4
Pir	kavg(min <sup>-1</sup> )	1.14	2.31	0.54	0.54	0.97	0.21	0.60	0.86	0.24	0.34	0.7	2.3	0.2
	alfa	3.0	4.2	1.2	5.4	7.5	3.8	5.2	6.1	4.4	0.9	3.6	7.5	0.9
	Assay %	0.012	0.014	0.010	0.029	0.028	0.032	0.035	0.033	0.039	0.003	0.020	0.033	0.003
Moly	Rmax %	62.6	69.6	51.7	60.4	80.2	50.1	65.8	72.3	57.7	18.3	51.8	80.2	18.3
Ň	kavg(min <sup>-1</sup> )	0.84	0.93	0.70	0.33	0.47	0.21	0.29	0.56	0.07	0.3	0.4	0.9	0.1
	alfa	3.2	5.1	1.6	4.5	6.6	2.5	2.5	4.6	0.5	5	3.8	6.6	0.5
	Assay %	94.8	95.1	94.5	93.6	92.8	94.0	94.4	93.7	94.9	92.9	93.9	95.1	92.9
NSG	Rmax %	4.3	5.3	3.4	4.8	8.0	2.6	5.8	11.0	2.3	6.7	5.4	11.0	2.3
Ž	kavg(min <sup>-1</sup> )	0.14	0.17	0.07	0.13	0.30	0.01	0.23	0.49	0.11	0.78	0.3	0.8	0.0
	alfa	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

Los valores medios de los parámetros cinéticos de flotación para los cuatro minerales de estudio: CuSulph, Pirita, Moly y NSG se representan en el gráfico 9 y 10.

Los parámetros cinéticos de flotación de los sulfuros de cobre (CuSulph) son más altos en el grupo de muestra SPPP01 en comparación con los otros grupos de muestra, con valores medios de  $R_{max}$  y  $k_{avg}$  de 95.34% y 2.027 min<sup>-1</sup> respectivamente.

Por otra parte, la cinética de la pirita y la molibdenita también son más rápidas en el grupo de muestra SPPP01 con un valor medio de 1.141 y 0.84 min<sup>-1</sup> respectivamente.

Las cinéticas de flotación de los sulfuros de cobre son más bajas en los grupos de muestras SPPP02, SPPP03 y SPPP04, con valores de 0.88, 0.792 y 0.547 min<sup>-1</sup> para cada una de las muestras de mineral, siendo la SPPP04 la que presenta el más bajo valor.

Si las muestras presentan cinéticas más bajas implica que necesitan un mayor tiempo de residencia en las etapas rougher y limpiezas a menos que se mejore la cinética de la alimentación a esas etapas mediante la remolienda y/o la adición de reactivos más apropiados.

Los parámetros cinéticos de la pirita en las muestras son altas y cerca de los valores de  $R_{max}$  y  $k_{avg}$  de los sulfuros de cobre, excepto para la muestra SPPP01 la cual presenta diferencias más grandes con respecto a los valores de los parámetros de los sulfuros de cobre (CuSulph). La alta recuperación de pirita que presentan las muestras es debido al pH bajo en la realización de los MFT y a la alta cantidad de pirita presente en cada una de las muestras. La cantidad de pirita para cada grupo de muestra es de 2.61% (SPPP01), 5.44% (SPPP02), 4.39% (SPPP03) y 5.62% (SPPP04). La muestra que presenta mayor recuperación de pirita es la SPPP03 con un valor de 92.25%, seguido por la muestra SPPP04 con 83.11%, la SPPP02 con una recuperación de 79.84% y finalmente la que presenta menor recuperación es la SPPP01 con un valor de 67.28%.

Los valores de R<sub>max</sub> de Fe y S en la planta piloto que se vieron en el capítulo 2, para ambos circuitos, son mucho menores a los valores que entrega el test MFT para la Pirita (FeS<sub>2</sub>). Esta diferencia se debe a que en la planta piloto se presiona o se impide la flotación de este mineral mediante un mayor pH en el funcionamiento en comparación con los MFT.

Los parámetros cinéticos de la ganga (NSG) son mayores para la muestra SPPP04 en comparación a los otros grupos de muestras de mineral. Esta diferencia con respecto a los otros grupos se aprecia en mayor medida en el valor obtenido para la constante cinética presentando un valor de 0.777 min<sup>-1</sup> seguido por la muestra SPPP03 la cual tiene un valor de 0.233 min<sup>-1</sup>. El alto valor de la cinética en la SPPP04 implica la posibilidad de recuperar mayor cantidad de ganga en el concentrado.

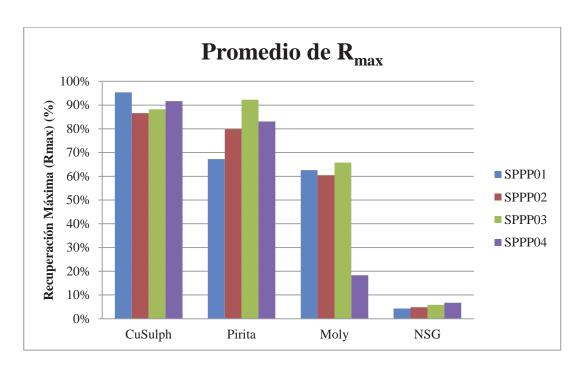


Gráfico 9: Valores medios de  $R_{\text{max}}$  para cuatro minerales en los cuatro grupos de muestras de mineral

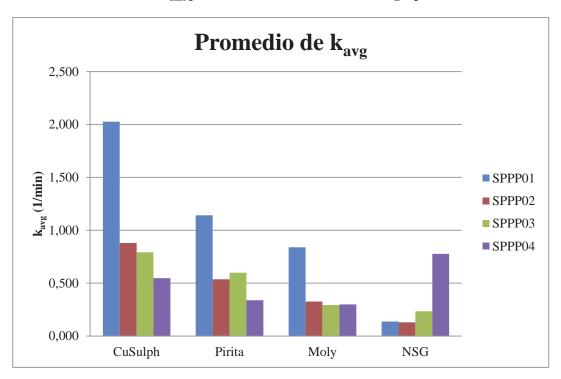


Gráfico 10: Valores medios de kavg para cuatro minerales en los cuatro grupos de muestras de mineral

Las recuperaciones máximas en los cuatro rangos de tamaño (de -38, 38 a -75, 75 a -150 y 150 micrones) se presentan en las tablas 23 y 24. Los gráficos asociados a estas recuperaciones se presentan en el anexo E.

			CuS	ulph			Pir	rita	
	Tamaño de partícula (µm)	-38	+38 a -75	+75 a -150	+150	-38	+38 a -75	+75 a -150	+150
	MC1	97.61%	98.25%	97.21%	86.78%	62.55%	67.05%	59.77%	42.01%
	MC2	97.45%	98.75%	97.72%	87.97%	69.98%	73.60%	37.35%	67.27%
	MC3	97.45%	98.75%	97.72%	87.97%	69.98%	73.60%	37.35%	67.27%
SPPP01	MC4	96.98%	97.77%	97.32%	86.97%	68.75%	82.81%	81.55%	55.78%
	MC5	97.45%	99.32%	97.51%	87.40%	63.59%	82.06%	74.05%	41.39%
	MC6	95.61%	98.96%	98.51%	76.32%	67.16%	83.97%	74.64%	74.27%
	MC7	97.91%	94.38%	95.59%	88.76%	69.41%	78.67%	78.66%	45.04%
	MC1	95.18%	95.77%	91.82%	63.35%	97.25%	97.82%	97.01%	82.10%
	MC2	95.58%	96.04%	91.94%	55.38%	95.27%	97.98%	96.31%	77.89%
	MC3	90.00%	97.00%	81.60%	38.20%	33.80%	18.70%	14.40%	8.80%
SPPP02	MC4	95.78%	96.03%	91.66%	59.23%	87.86%	88.65%	88.26%	67.54%
SPPP02	MC5	93.05%	95.36%	89.93%	61.17%	80.68%	79.50%	73.04%	57.11%
	MC6	96.28%	95.05%	90.93%	47.58%	96.63%	96.02%	95.83%	77.45%
	MC7	94.77%	96.51%	88.81%	50.01%	93.75%	96.48%	93.92%	74.21%
	MC8	96.02%	96.32%	91.70%	63.95%	93.77%	94.51%	96.67%	80.86%
	MC1	96.46%	95.96%	90.92%	63.40%	87.55%	89.09%	86.60%	74.00%
	MC2	95.22%	95.90%	92.45%	64.66%	94.64%	97.12%	96.22%	83.36%
SPPP03	MC3	97.03%	95.41%	91.19%	56.29%	96.62%	97.32%	97.05%	81.72%
511105	MC4	89.60%	95.50%	88.20%	68.10%	96.90%	96.20%	96.10%	79.00%
	MC5	98.20%	99.10%	92.40%	56.60%	100.00%	100.00%	100.00%	89.70%
	MC6	94.74%	95.82%	90.20%	55.22%	96.19%	98.19%	96.88%	78.02%
SPPP04	MC1	86.80%	100.00%	100.00%	90.20%	64.30%	86.60%	93.60%	95.00%

Tabla 24:  $R_{max}$  por tamaño de partícula para la molidenita y ganga no sulfurada en los 4 grupos de muestras de mineral

		Moly				NSG			
	Tamaño de partícula	-38	+38 a -75	+75 a -150	+150	-38	+38 a -75	+75 a -150	+150
SPPP01	MC1	77.48%	68.96%	38.46%	14.52%	0.00%	16.18%	5.70%	6.59%
	MC2	83.08%	69.03%	43.53%	22.00%	0.00%	14.54%	7.07%	5.75%
	MC3	83.08%	69.03%	43.53%	22.00%	0.00%	14.54%	7.07%	5.75%
	MC4	79.99%	67.18%	43.85%	24.35%	0.00%	8.86%	4.77%	8.99%
	MC5	73.76%	60.62%	29.06%	7.76%	0.00%	22.44%	5.88%	6.70%
	MC6	82.16%	77.99%	49.31%	45.59%	0.00%	14.90%	4.14%	25.53%
	MC7	76.96%	67.50%	44.75%	19.19%	0.00%	11.28%	4.18%	5.33%
SPPP02	MC1	89.20%	67.90%	37.60%	11.21%	0.00%	14.63%	9.88%	7.76%
	MC2	86.60%	78.96%	45.72%	9.30%	0.00%	25.36%	13.01%	6.22%
	MC3	71.40%	63.70%	33.50%	4.50%	0.00%	13.90%	5.80%	1.60%
	MC4	85.06%	50.43%	26.44%	8.97%	0.00%	19.31%	11.80%	5.35%
	MC5	79.15%	54.58%	19.57%	7.66%	0.00%	19.79%	9.53%	4.52%
	MC6	87.33%	54.85%	31.49%	9.80%	0.00%	12.79%	10.41%	5.16%
	MC7	90.91%	85.45%	56.21%	7.15%	0.00%	30.62%	9.58%	4.47%
	MC8	92.38%	91.41%	50.82%	43.12%	0.00%	26.69%	14.91%	14.20%
SPPP03	MC1	78.59%	62.76%	38.88%	17.79%	0.00%	21.23%	10.87%	5.71%
	MC2	89.68%	69.44%	41.88%	18.21%	0.00%	27.69%	15.48%	9.40%
	MC3	91.83%	81.39%	50.21%	13.43%	0.00%	30.18%	16.88%	8.95%
	MC4	85.80%	23.60%	18.50%	9.20%	0.00%	8.10%	8.90%	4.90%
	MC5	93.20%	35.60%	23.50%	8.60%	0.00%	7.70%	7.50%	3.10%
	MC6	92.89%	76.25%	45.51%	13.72%	0.00%	26.66%	14.40%	8.55%
SPPP04	MC1	7.00%	52.60%	39.70%	21.00%	0.00%	25.50%	19.40%	15.20%

# 7. Simulación de la Planta Piloto

#### 7.1. Software IGS

El software IGS (Integrated Geometallurgical Simulator) es desarrollado por MinnovEx Technologies, para el modelamiento, diseño y pronóstico de circuitos de conminución y/o flotación ya sea por separado o como procesos combinados. La necesidad de utilizar este software se debe principalmente a dos factores:

- La dificultad de escalar desde el laboratorio hacia la planta industrial
- La variabilidad de respuestas de las propiedades de flotación a lo largo de un yacimiento
- Capacidad de simular distintos diseños de circuitos de flotación, obteniendo así un pronóstico de estos y posteriormente realizar optimizaciones de plantas de proceso.

## 7.2. Sintonización

Antes de realizar la simulación de la planta piloto en el software IGS se debe realizar la sintonización o calibración del circuito utilizando los datos operacionales y los resultados del test de flotación MFT. Necesariamente para generar el modelo de flotación con el software IGS se debe realizar el test MFT, debido a que este es el input del modelo. Por otro lado, la muestra de mineral para el test es la misma que se utilizó en la planta piloto con el fin de aumentar el grado de confiabilidad en las predicciones de la recuperación y ley de las futuras muestras.

Los datos que requiere IGS son los siguientes:

- 1) Recuperación máxima de los minerales (R<sub>max</sub>)
- 2) Constante cinética media de los minerales (k<sub>avg</sub>)
- 3) Distribución de la curva de la constante cinética (α)
- 4) Toneladas por hora tratadas (TPH)
- 5) Porcentaje pasante de sólidos (P80)
- 6) Datos de equipos: Dimensiones, cantidad de equipos, volumen, diseño de circuito
- 7) Configuración y condiciones operacionales

Las condiciones operacionales se ingresan en el IGS como parámetros propios del proceso industrial, los cuales permiten modificar la prueba batch a la condición de flotación continua. Dentro de estos parámetros tenemos los siguientes:

- Recuperación de Agua: Es la recuperación de agua en el concentrado como porcentaje del agua de alimentación
- Grado de arrastre de las especies minerales: Es la razón promedio de la concentración de material arrastrado en el concentrado a los relaves
- Recuperación de espuma: Porcentaje de recuperación por flotación en la espuma que afecta la recuperación por flotación

Debido a que la ley de concentrado final son mayores utilizando el circuito 1, se dará prioridad a este circuito, por lo que se decide realizar la simulación de la planta sólo a este y dejando el estudio del circuito 2 para otra oportunidad. Por otra parte, debido a que los pilotajes

realizados en el circuito 1 opción C fueron 7 en comparación a la opción A y B que fueron 1 y 2 respectivamente, se realizó la simulación bajo esta opción de circuito.

Para la sintonización se utilizaron los siguientes datos para la calibración

- 320 ton/hr de mineral tratado
- P80 de alimentación de 150 μm
- 30% de sólidos en la alimentación
- P80 de remolienda (80% pasante #325)
- Rougher
  - 8 celdas de 80 m<sup>3</sup>
  - Valor de arrastre de 0.2
- Cleaner
  - 2 celdas de 80 m<sup>3</sup>
  - Valor de arrastre: 0.45
- Cleaner-Scavenger
  - 8 celdas de 40 m<sup>3</sup>
  - Valor de arrastre: 0.5
- Columna
  - 1 columna 3.16 m de diámetro y 5 m de alto
  - Eficiencia de lavado: 70%
  - Alimentación D50: 25 μm
  - Factor de eficiencia: 0.2

El flowsheet realizado en el software IGS es el ilustrado en la figura 17. La figura 18 diferencia las cuatro etapas definidas en el IGS para la entrega de resultados: etapa rougher, limpieza, cleaner-scavenger, columna, limpieza global y global del sistema.

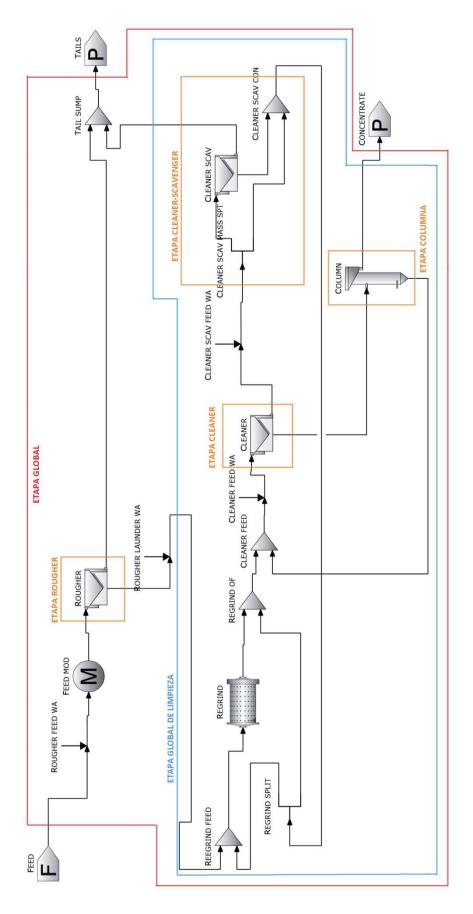


Figura 18: Circuito 2 realizado en IGS para la simulación

## 7.3. Resultados de Simulación Circuito 1

El simulador IGS entrega gráficas de la ley y recuperaciones de los metales (Cu, Mo, Fe y S) y minerales (CuSulph, Moly, Pirita y NSG). Las figuras 19, 20, 21 y 22 muestran una visualización de la forma como entrega el IGS las gráficas de recuperación y ley global para cada uno de los grupos de mineral simulados.



Figura 19: Ley y Recuperación Global para la muestra SPPP01-MC4



Figura 20: Ley y Recuperación Global para las muestras SPPP02-MC1 y SPPP02-MC2



Figura 21: Ley y Recuperación Global para las muestras SPPP03-MC1, SPPP03-MC2 y SPPP03-MC3



Figura 22: Ley y Recuperación Global para la muestras SPPP01-MC4

Para una mejor visualización de los resultados de la simulación, se agruparon los resultados de ley y recuperación para cada grupo de muestra y se promediaron en las etapas rougher, cleaner, cleaner-scavenger, limpieza global y global del sistema. Las gráficas desde la 11 hasta la número 20 entrega los resultados de estos.

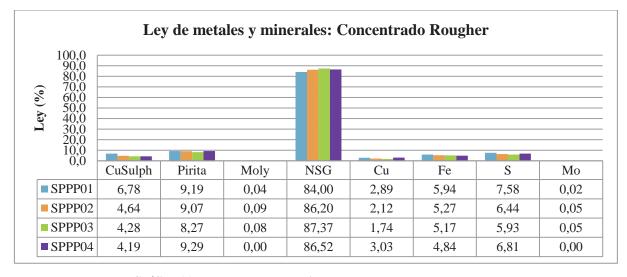


Gráfico 11: Ley de metales y minerales del concentrado Rougher

La muestra que presenta una mayor ley de concentrado en la etapa rougher es la muestra SPPP04 seguido por la muestra SPPP01, SPPP02 y SPPP03 con valore de 3.03%, 2.89%,

2.12% y 1.74% respectivamente. Pero la muestra que presenta mayor ley de sulfuros de cobre es la muestra SPPP01 con un valor de 6.78%, seguido por las muestras de mineral SPPP02 (4.64%), SPPP03 (4.28%) y SPPP04 (4.19%).

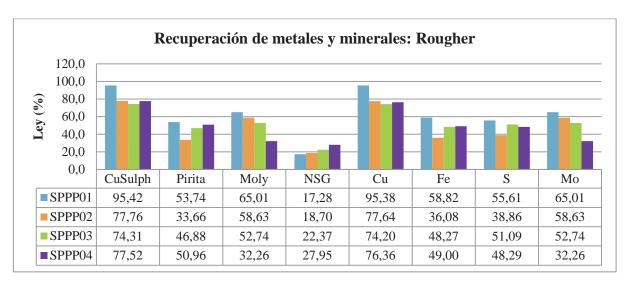


Gráfico 12: Recuperación de metales y minerales de la etapa Rougher

La muestra que posee mayor recuperación de cobre en la etapa rougher es la muestra SPPP01 con un valor promedio de recuperación de un 95.38%. Las muestras SPPP02, SPPP03 y SPPP04 presentan recuperaciones de 77.64%, 74.20% y 76.36% respectivamente.

La recuperación de pirita en las muestras presentan valores más bajos de los esperados por los resultados de la extracción de parámetros, esto se debe a que en la planta piloto se utilizaron a pH=10 y los MFT se realizaron a un pH levemente más bajo. La recuperación de pirita en la etapa rougher, para la muestra SPPP01 es la más alta con un valor de 53.74%, seguido por la muestra SPPP04 (50.96%), SPPP03 (46.88%) y SPPP02 (33.66%).

La recuperación promedio de súlfuros de cobre en la etapa rougher para la muestra SPPP01 es de 95.42%. Esta recuperación es la más alta seguido de un 77.76%, 77.52% y un 74.31% para las muestras SPPP02, SPPP04 y SPPP03 respectivamente.

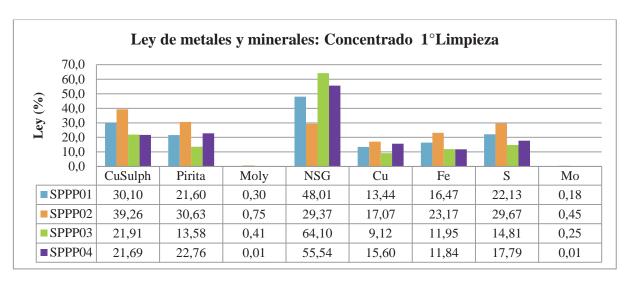


Gráfico 13: Ley de metales y minerales del concentrado de la 1°Limpieza

La ley de cobre en el concentrado en la celda de limpieza es más alta en la muestra SPPP02 (17.07%), seguido por la muestra SPPP04 (15.60%) y SPPP01 (13.44%). La muestra que posee el valor más bajo de ley de cobre en el concentrado cleaner es la muestra SPPP03 con un valor de 9.12%.

La ley de pirita en el concentrado de la celda cleaner es menor en la muestra SPPP03 con un valor de 13.58%, en comparación con las otras muestras de mineral que presentan valores de 21.60%, 30.63 y 22.76% para la SPPP01, SPPP02 y SPPP04 respectivamente.

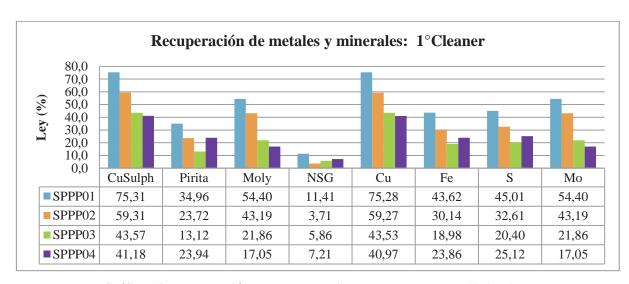


Gráfico 14: Recuperación de metales y minerales de la etapa de 1°Limpieza

La muestra SPPP01 es la que presenta mayor recuperación de cobre (75.28%) y pirita (34.96%) en la etapa cleaner. La muestra SPPP02 presenta una recuperación de cobre de

59.27%, SPPP03 43.53% y SPPP4 40.97%. Las recuperaciones de pirita para las muestras SPPP02, SPPP03 y SPPP04 fueron de 23.72%, 13.12% y 23.94% respectivamente.

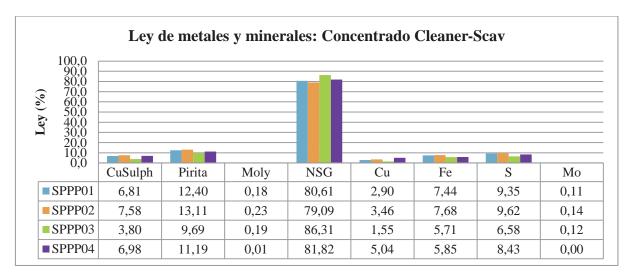


Gráfico 15: Ley de metales y minerales del concentrado Cleaner-Scavenger

La muestra de mineral SPPP04 es la que presenta mayor ley de cobre en el concentrado del cleaner-scavenger con un valor de 5.04% en comparación con las muestras SPPP01 (2.90%), SPPP02 (3.46%) y SPPP03 (1.55%).

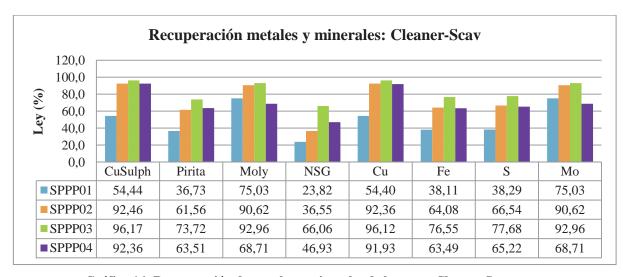


Gráfico 16: Recuperación de metales y minerales de la etapa Cleaner-Scavenger

La muestra que presenta una menor recuperación de cobre en la etapa cleaner-scavenger es la muestra de mineral SPPP01 (54.40%), la cual es mucho más baja en comparación con las otras muestras que presentan recuperaciones de 92.36% (SPPP01), 96.12% (SPPP01) y un 96.12% (SPPP03).

La recuperación de pirita en la etapa cleaner-scavenger es de 36.73%, 61.56%, 73.12% y 63.51% para las muestras SPPP01, SPPP02, SPPP03 y SPPP04 respectivamente.

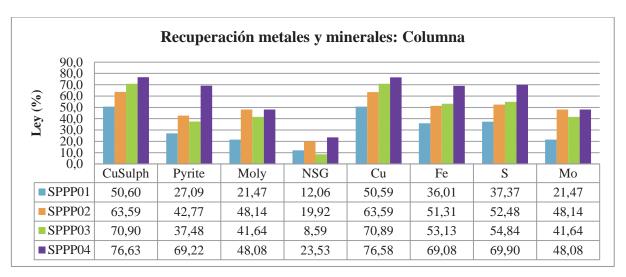


Gráfico 17: Recuperación de metales y minerales de la columna de flotación

La recuperación de cobre en la columna de flotación es mayor en la muestra SPPP04 con un valor de 69.08%. Las muestras SPPP01, SPPP02 y SPPP03 presentan una recuperación de cobre de 50.59%, 63.59% y un 70.89% respectivamente.

La recuperación de pirita en la columna fue de 27.09%, 42.77%, 37.48% y 69.22% para las muestras SPPP01, SPPP02, SPPP03 y SPPP04, presentando esta última la mayor recuperación de pirita.

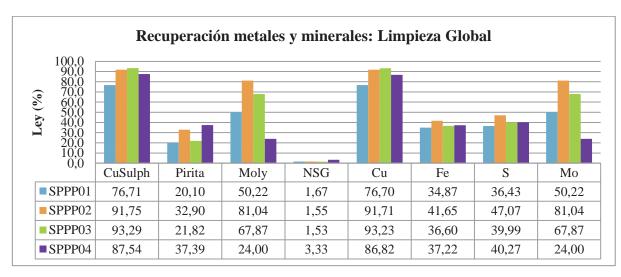


Gráfico 18: Recuperación de metales y minerales de la etapa global de limpieza

La recuperación de cobre en la etapa global de limpieza es mayor en la muestra de mineral SPPP03 (93.23%), seguido por la muestra SPPP02 (91.71%) y SPPP04 (86.82%). La muestra que presenta la menor recuperación de cobre en la etapa global de limpieza es la muestra SPPP01 con un valor de 76.70%.

Las muestra de mineral que presentan la menor recuperación de pirita son las muestras SPPP01 y SPPP03 con valores de 20.10% y 21.82% respectivamente. Las muestras SPPP02 y SPPP04 presentan una recuperación de 32.90% y 37.39% respectivamente en pirita.

La recuperación de súlfuros de cobre fueron relativamente parecidas para las muestras SPPP02 (91.75%), SPPP03 (93.29%) y SPPP04 (87.54%), siendo la que presenta menor recuperación de este mineral la SPPP01 (76.71%).

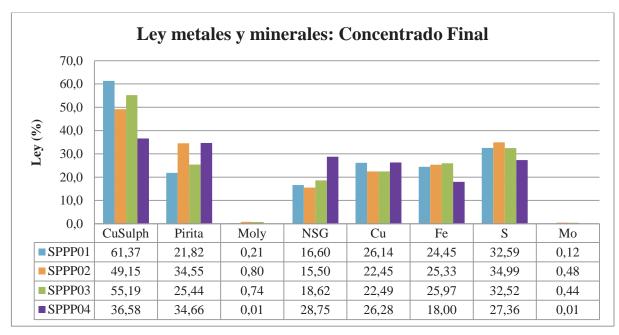


Gráfico 19: Ley de metales y minerales del Concentrado Final

La muestra SPPP04 y SPPP01 son las que presentan mayor ley de cobre en concentrado final con valores de 26.28% y 26.14% respectivamente .Las muestras SPPP02 y SPPP03 presentan una ley de cobre de 22.45% y 22.49%.

La ley de pirita para las muestras es de 21.82% (SPPP01), 34.55% (SPPP02), 25.44% (SPPP03) y 34.66% (SPPP04).

La ley de ganga no sulfurada en el concentrado final es mayor en la muestra SPPP04 (28.75%). Las demás muestras presentan una ley de ganga de 16.60% (SPPP01), 15.50% (SPPP02) y 18.62% (SPPP03).

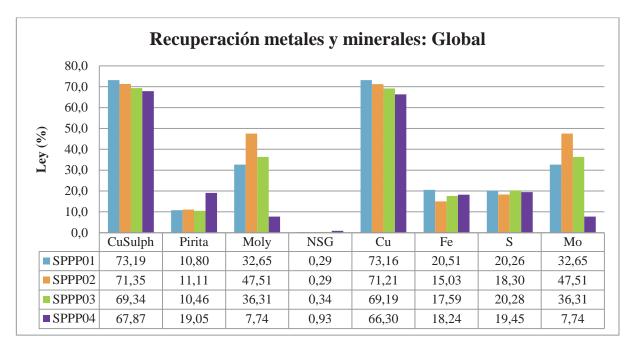


Gráfico 20: Recuperación de metales y minerales Global

La recuperación de cobre en el circuito global del circuito 1 son mayores para las muestras SPPP01 y SPPP02 con valores de 73.16% y 71.21% respectivamente. Las muestras SPPP03 y SPPP04 presentan una recuperación de 69.19% y 66.30%.

Se observa que las recuperaciones de cobre no son muy altas, por lo que a partir del estudio de la planta piloto se recomienda hacer un ajuste de las celdas y obtener un número de celdas óptimo para las etapas que permita obtener mayores recuperaciones de cobre sin afectar en demasía la ley de concentrado final.

La recuperación global de pirita fueron más bajas a los esperados por los resultados del MFT. Esto es debido a que en el circuito de limpieza se adicionan reactivos que permiten reprimir la obtención de este mineral en el concentrado. Los valores de recuperación de pirita fueron de 10.80% (SPPP01), 11.11% (SPPP02), 10.46% (SPPP03) y 19.05% (SPPPP04).

La tabla 25 entrega los tiempos de residencia promedios de las celdas rougher, cleaner y cleaner-scavenger. Por otro lado también entrega el tiempo de residencia para la columna de flotación.

Tabla 25: Tiempo de residencia de las etapas

Etapa	Tiempo Residencia
	[min]
Rougher	47.54
1°Cleaner	9.08
Cleaner-Scavenger	36.32
Columna	19.11

Los resultados completos de la simulación se entregan en el anexo D. El anexo entrega los valores de % sólidos, gravedad específica y flujo másico de sólidos, agua, metales y minerales de los flujos que componen el circuito para cada uno de los survey simulados en el circuito 1. Por otro lado se entrega la ley y recuperaciones de metales y minerales de las etapas rougher, 1°limpieza, 2°limpieza (columna), cleaner-scavenger, limpieza global y global del circuito.

Se puede observar que la simulación en el IGS representa un buen pronóstico de las muestras, al observar los resultados de los survey que se asemejan bastante a los entregados por el simulador.

# 8. Conclusiones

#### **BALANCE DE MASA**

A partir de los balances de masa realizados a los survey de la planta piloto para ambos circuitos se concluye lo siguiente:

#### CIRCUITO 1

La ley de alimentación de las muestras que recorrieron el circuito 1 varía entre muestras del mismo grupo de mineral, por lo que se recomienda tener mayor cuidado en la toma de muestra y mejor homogenización de la muestra tomada. Además se recomienda tener un mayor cuidado en la realización de los análisis químicos

La muestra de mineral SPPP01 es el que presenta mayores recuperaciones de cobre con valores de 86.59%, 92.65%, 92.97% y 92.89% para las corridas MC1, MC2, MC3 y MC4 respectivamente.

En promedio la recuperación de cobre para las muestras de mineral SPPP02, SPPP03 y SPPP04 es de 66.81%, 73.19% y 74.69% respectivamente para el circuito 1 opción C.

La muestra SPPP01-MC1(A), SPPP02-MC1(C) y SPPP03-MC2(C) son las que presentan mayor ley de cobre en el concentrado final con valores de 36.975%, 24.663% y 26.996% respectivamente.

#### CIRCUITO 2

La ley de alimentación de las muestras que recorrieron el circuito 2, al igual que las leyes de alimentación del circuito 1, varían entre muestras del mismo grupo de mineral, por lo que se recomienda tener mayor cuidado en la toma de muestra y mejor homogenización de la muestra tomada. Además se recomienda tener un mayor cuidado en la realización de los análisis químicos.

Las muestras de mineral SPPP01-MC6 (D), SPPP02-MC5(D) y SPPP03-MC5(C) son las muestras que presentan mayor recuperación global de cobre con valores de 93.59%, 77.53% y 80.89% respectivamente.

Las muestras de mineral SPPP01 son las que presentan mayor recuperación de cobre en la etapa rougher con valores de 96.63%, 95.12% y 94.31% para los pilotajes MC5, MC6 y MC7 respectivamente.

Las muestras SPPP02-MC8 y SPPP03-MC4 son las que tienen mayor ley de cobre en el concentrado final con valores de 26.226% y 25.188% respectivamente. Ambas corridas en el circuito 2 con la configuración C.

Las recuperaciones de cobre en el sistema global son mayores para el circuito 2 que el circuito 1. Por otro lado, si vemos la ley de cobre obtenida en el concentrado final, esta presenta mayores valores para el circuito 1, presentándose en mayor medida para la muestra SPPP01, esto se debe al mayor contenido de cobre de este grupo de muestra en comparación a las otras.

### MINERALOGÍA

La cantidad de sulfuros en la muestra SPPP04 (7.54%) es la más alta seguido por el mineral SPPP02 (6.80%), SPPP03 (5.92%) y SPPP01 (3.89%). Por otra parte, la cantidad de ganga sin contenido de cuarzo en las muestras SPPP02 (59.49%) y SPPP03 (58.49%) son mayores en comparación a los otros tipos de mineral.

Los minerales con un alto contenido de ganga sin cuarzo se relacionan generalmente con una menor flotabilidad. Además, las cantidades de arcillas Caolinita son relativamente altas para todos los grupos de muestra de mineral la cual pueden afectar a la recuperación de cobre.

En relación al cobre contenido en los minerales con contenido de cobre se puede concluir que hay un mayor contenido de calcopirita, en promedio, es el mineral SPPP03 (69.4%) y el mineral con mayor contenido de calcosina es el mineral SPPP04 (68.1%). Este último es significativamente diferente a los otros tipos de mineral y su alto contenido de calcosina implica que se puede lograr una ley de cobre más alta en el concentrado rougher, dado el mismo tamaño de partícula y liberación que los otros tipos de mineral.

El valor promedio de la enargita/tenantita en la muestra de mineral SPPP02 (5.34%) es la más alta en comparación con un 2.09% de contenido del mismo mineral en la muestra SPPP01, 0.27% en la SPPP03 y 0% en la SPPP04.

El contenido de covelina en el tipo de mineral SPPP01 es la más alta con un valor de 18.44% en comparación con un 10.43% del mineral SPPP02, un 9.05% en la SPPP03 y 6.1% en la SPPP04.

## PARÁMETROS CINÉTICOS DE FLOTACIÓN

Los parámetros cinéticos de flotación de los sulfuros de cobre (CuSulph) son más altos en el grupo de muestra SPPP01 en comparación con los otros grupos de muestra, con valores medios de R<sub>max</sub> y k<sub>avg</sub> de 95.34% y 2.027 min<sup>-1</sup> respectivamente. Las cinéticas de flotación de los sulfuros de cobre son más bajas en los grupos de muestras SPPP02, SPPP03 y SPPP04, con valores de 0.88, 0.792 y 0.547 min<sup>-1</sup> para cada una de las muestras de mineral, siendo la SPPP04 la que presenta el más bajo valor.

La cinética de la pirita y la molibdenita también son más rápidas en el grupo de muestra SPPP01 con un valor medio de 1.141 y 0.84 min<sup>-1</sup> respectivamente.

Las muestras que presentan cinéticas más bajas implica que necesitan un mayor tiempo de residencia en las etapas rougher y limpieza a menos que se mejore la cinética de la alimentación a esas etapas mediante la remolienda y/o la adición de reactivos más apropiados.

Los parámetros cinéticos de la pirita en las muestras son altas y cerca de los valores de  $R_{max}$  y  $k_{avg}$  de los sulfuros de cobre, excepto para la muestra SPPP01 la cual presenta diferencias más grandes con respecto a los valores de los parámetros de los sulfuros de cobre (CuSulph). La alta recuperación de pirita que presentan las muestras es debido al pH bajo en la realización de los MFT y a la alta cantidad de pirita presente en cada una de las muestras. La cantidad de pirita para cada grupo de muestra es de 2.61% (SPPP01), 5.44% (SPPP02), 4.39% (SPPP03) y 5.62% (SPPP04). La muestra que presenta mayor recuperación de pirita es la SPPP03 con un valor de 92.25%, seguido por la muestra SPPP04 con 83.11%, la SPPP02 con una recuperación de 79.84% y finalmente la que presenta menor recuperación es la SPPP01 con un valor de 67.28%.

Los valores de  $R_{max}$  de Fe y S en la planta piloto que se vieron en el capítulo 2, para ambos circuitos, son mucho menores a los valores que entrega el test MFT para la Pirita (FeS<sub>2</sub>). Esta

diferencia se debe a que en la planta piloto se presiona o se impide la flotación de este mineral mediante un mayor pH en el funcionamiento en comparación con los MFT.

Los parámetros cinéticos de la ganga (NSG) son mayores para la muestra SPPP04 en comparación a los otros grupos de muestras de mineral. Esta diferencia con respecto a los otros grupos se aprecia en mayor medida en el valor obtenido para la constante cinética presentando un valor de 0.777 min<sup>-1</sup> seguido por la muestra SPPP03 la cual tiene un valor de 0.233 min<sup>-1</sup>. El alto valor de la cinética en la SPPP04 implica la posibilidad de recuperar mayor cantidad de ganga en el concentrado.

## SIMULACIÓN

Debido a que la ley del concentrado final es mayor utilizando el circuito 1, se dará prioridad a este circuito, por lo que se decide realizar la simulación de la planta sólo a este y dejando el estudio del circuito 2 para otra oportunidad. Por otra parte, debido a que los pilotajes realizados en el circuito 1 opción C fueron 7 en comparación a la opción A y B que fueron 1 y 2 respectivamente, se realizó la simulación bajo esta opción de circuito.

La muestra que presenta una mayor ley de concentrado en la etapa rougher es la muestra SPPP04 seguido por la muestra SPPP01, SPPP02 y SPPP03 con valores de 3.03%, 2.89%, 2.12% y 1.74% respectivamente. Pero la muestra que presenta mayor ley de sulfuros de cobre es la muestra SPPP01 con un valor de 6.78%, seguido por las muestras de mineral SPPP02 (4.64%), SPPP03 (4.28%) y SPPP04 (4.19%).

La muestra que posee mayor recuperación de cobre en la etapa rougher es la muestra SPPP01 con un valor promedio de recuperación de un 95.38%. Las muestras SPPP02, SPPP03 y SPPP04 presentan recuperaciones de 77.64%, 74.20% y 76.36% respectivamente. La recuperación de pirita en las muestras presentan valores más bajos de los esperados por los resultados de la extracción de parámetros, esto se debe a que en la planta piloto se utilizaron a pH=10 y los MFT se realizaron a un pH levemente más bajo. La recuperación de pirita en la etapa rougher, para la muestra SPPP01 es la más alta con un valor de 53.74%, seguido por la muestra SPPP04 (50.96%), SPPP03 (46.88%) y SPPP02 (33.66%). La recuperación promedio de súlfuros de cobre en la etapa rougher para la muestra SPPP01 es de 95.42%. Esta

recuperación es la más alta seguido de un 77.76%, 77.52% y un 74.31% para las muestras SPPP02, SPPP04 y SPPP03 respectivamente.

La ley de cobre en el concentrado de la celda de limpieza es más alta en la muestra SPPP02 (17.07%), seguido por la muestra SPPP04 (15.60%) y SPPP01 (13.44%). La muestra que posee el valor más bajo de ley de cobre en el concentrado cleaner es la muestra SPPP03 con un valor de 9.12%. La ley de pirita en el concentrado de la celda cleaner es menor en la muestra SPPP03 con un valor de 13.58%, en comparación con las otras muestras de mineral que presentan valores de 21.60%, 30.63 y 22.76% para la SPPP01, SPPP02 y SPPP04 respectivamente.

La muestra SPPP01 es la que presenta mayor recuperación de cobre (75.28%) y pirita (34.96%) en la etapa cleaner. La muestra SPPP02 presenta una recuperación de cobre de 59.27%, SPPP03 43.53% y SPPP4 40.97%. Las recuperaciones de pirita para las muestras SPPP02, SPPP03 y SPPP04 fueron de 23.72%, 13.12% y 23.94% respectivamente.

La muestra de mineral SPPP04 es la que presenta mayor ley de cobre en el concentrado del cleaner-scavenger con un valor de 5.04% en comparación con las muestras SPPP01 (2.90%), SPPP02 (3.46%) y SPPP03 (1.55%). La muestra que presenta una menor recuperación de cobre en la etapa cleaner-scavenger es la muestra de mineral SPPP01 (54.40%), la cual es mucho más baja en comparación con las otras muestras que presentan recuperaciones de 92.36% (SPPP01), 96.12% (SPPP01) y un 96.12% (SPPP03). La recuperación de pirita en la etapa cleaner-scavenger es de 36.73%, 61.56%, 73.12% y 63.51% para las muestras SPPP01, SPPP02, SPPP03 y SPPP04 respectivamente.

La recuperación de cobre en la columna de flotación es mayor en la muestra SPPP04 con un valor de 69.08%. Las muestras SPPP01, SPPP02 y SPPP03 presentan una recuperación de cobre de 50.59%, 63.59% y un 70.89%. La recuperación de pirita en la columna fue de 27.09%, 42.77%, 37.48% y 69.22% para las muestras SPPP01, SPPP02, SPPP03 y SPPP04, presentando esta última la mayor recuperación de pirita.

La recuperación de cobre en la etapa global de limpieza es mayor en la muestra de mineral SPPP03 (93.23%), seguido por la muestra SPPP02 (91.71%) y SPPP04 (86.82%). La muestra que presenta la menor recuperación de cobre en la etapa global de limpieza es la muestra

SPPP01 con un valor de 76.70%. Las muestra de mineral que presentan la menor recuperación de pirita son las muestras SPPP01 y SPPP03 con valores de 20.10% y 21.82% respectivamente. Las muestras SPPP02 y SPPP04 presentan una recuperación de 32.90% y 37.39% respectivamente en pirita. La recuperación de súlfuros de cobre fueron relativamente parecidas para las muestras SPPP02 (91.75%), SPPP03 (93.29%) y SPPP04 (87.54%), siendo la que presenta menor recuperación de este mineral la SPPP01 (76.71%).

La muestra SPPP04 y SPPP01 son las que presentan mayor ley de cobre en concentrado final con valores de 26.28% y 26.14% respectivamente .Las muestras SPPP02 y SPPP03 presentan una ley de cobre de 22.45% y 22.49%. La ley de pirita para las muestras es de 21.82% (SPPP01), 34.55% (SPPP02), 25.44% (SPPP03) y 34.66% (SPPP04).

La ley de ganga no sulfurada en el concentrado final es mayor en la muestra SPPP04 (28.75%). Las demás muestras presentan una ley de ganga de 16.60% (SPPP01), 15.50% (SPPP02) y 18.62% (SPPP03).

La recuperación de cobre en el circuito global del circuito 1 son mayores para las muestras SPPP01 y SPPP02 con valores de 73.16% y 71.21% respectivamente. Las muestras SPPP03 y SPPP04 presentan una recuperación de 69.19% y 66.30%. La recuperación global de pirita fueron más bajas a los esperados por los resultados del MFT. Esto es debido a que en el circuito de limpieza se adicionan reactivos que permiten reprimir la obtención de este mineral en el concentrado. Los valores de recuperación de pirita fueron de 10.80% (SPPP01), 11.11% (SPPP02), 10.46% (SPPP03) y 19.05% (SPPP04).

Los tiempos de residencia las etapas del circuito fueron de: rougher 47.54 min, cleaner 9 min, cleaner-scavenger 36.32 min y columna 19.11 min.

Las recuperaciones de cobre no son muy altas, por lo que a partir del estudio de la planta piloto se recomienda hacer un ajuste de las celdas y obtener un número de celdas óptimo para las etapas que permita obtener mayores recuperaciones de cobre sin afectar en demasía la ley de concentrado final. Por otro lado, se recomienda utilizar otra dosificación de reactivos y/o agregar a otros puntos de la planta para maximizar la recuperación y ley de cobre.

Se puede observar que la simulación en el IGS representa un buen pronóstico de las muestras, al observar los resultados de los survey que se asemejan bastante a los entregados por el simulador.

# 9. Referencias

- [1] OSVALDO PAVEZ. *Apuntes Concentración de Minerales I*. Universidad de Atacama Facultad de Ingeniería Departamento de Metalurgia.
- [2] JUAN YIANATOS B. *Flotación de Minerales*. Universidad Técnica Federico Santa María Departamento de Productos Químicos Biotecnológicos y Ambientales. 2002.
- [3] G.S. DOBBY; O.N. SAVASSI. *An Advanced Modelling Technique for Scale-Up of Batch Flotation Results to Plant Metallurgical Performance*. Centenary of Flotation Symposium. Brisbane, QLD, 6 9 June 2005.
- [4] O.N. SAVASSI. A compartment model for the mass transfer inside a conventional f lotation cell. International Journal of Mineral Processing. 12 Mayo 2005.
- [5] D. BULLED; C. Mc INNES. Flotation Plant Design and Production Planning Through Geometallurgical Modelling. Centenary of Flotation Symposium. Brisbane, QLD, 6 9 June 2005.
- [6] O.N. SAVASSI. Estimating the recovery of size-liberation classes in industrial flotation cells: A simple technique for minimizing the propagation of the experimental error. International Journal of Mineral Processing. 2005.
- [7] GPNCALVES KLC; SAVASSI ON; NANKRAN MA; FONSECA R BERGERMAN M. *Optimization of the sossego flotation plant using the fleet simulation*. Ouro Preto-MG, Noviembre 2007.
- [8] SGS Canada Inc. *Modified Flotation Test MFT Standard Procedure: Mode C and Mode R*. Canadá, noviembre 2009.
- [] SGS Canada Inc. Integrated Geometallurgical Simulator: Used Manual. Canadá
- [10] Información proporcionada por SGS Minerals S.A. Chile.

# ANEXO A VALORES MEDIDOS Y AJUSTES SURVEY PLANTA PILOTO DE FLOTACIÓN

Tabla 26: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-MC1\_C1

SPPP01-MC1_C1	ı	ANÁLISIS	QUÍMICO	S	]	DATOS OP	ERACIÓN	Ī
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólido	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.650	0.008	2.990	2.010	320.00	32.16%		
Concentrado Rougher	2.670	0.021	7.970	5.450	74.22	16.42%		
Cola Rougher	0.040	0.003	1.410	0.900	245.78	40.92%		
Overflow	15.400	0.100	28.320	8.200	138.74	17.76%		
Alimentación 1°limpieza	8.980	0.094	17.350	11.500	142.13	19.14%		
Concentrado 1°limpieza	29.000	0.120	30.530	18.000	8.27	30.79%		
Cola 1°Limpieza	9.100	0.099	12.420	8.980	133.86	17.39%		
Concentrado Final	36.900	0.110	30.360	17.400	4.88	19.76%		
Cola 2°Limpieza (columna)	17.600	0.067	30.790	18.400	3.38	14.27%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	18.600	0.190	8.320	13.600	64.52	12.38%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.260	0.011	4.780	3.360	69.34	25.39%		
Relave Final	0.083	0.005	2.170	1.450	315.12	28.96%		

Tabla 27: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-MC1\_C1

SPPP01-MC1_C1	1	ANÁLISIS	QUÍMICO	S	DATOS OPERACIÓN				
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólido	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]	
Alimentación Rougher	0.653	0.007	3.035	1.803	320.00	32.16%	994.94	674.94	
Concentrado Rougher	2.677	0.020	9.038	4.719	74.85	19.41%	385.62	310.77	
Cola Rougher	0.035	0.003	1.202	0.913	245.14	40.23%	609.32	364.17	
Overflow	10.557	0.098	12.513	9.083	138.63	17.45%	794.25	655.62	
Alimentación 1°limpieza	10.723	0.097	12.947	9.306	141.99	17.56%	808.69	666.70	
Concentrado 1°limpieza	29.052	0.102	30.803	17.961	8.26	24.20%	34.13	25.87	
Cola 1°Limpieza	9.591	0.097	11.844	8.771	133.73	17.27%	774.56	640.83	
Concentrado Final	36.975	0.121	30.817	17.612	4.89	24.86%	19.68	14.79	
Cola 2°Limpieza (columna)	17.537	0.074	30.783	18.468	3.37	23.31%	14.44	11.08	
Concentrado Scavenger-Cleaner	19.808	0.190	16.593	14.206	63.77	15.61%	408.63	344.85	
Cola Scavenger-Cleaner	0.278	0.013	7.515	3.818	69.96	19.12%	365.94	295.98	
Relave Final	0.089	0.005	2.604	1.558	315.11	32.31%	975.26	660.15	

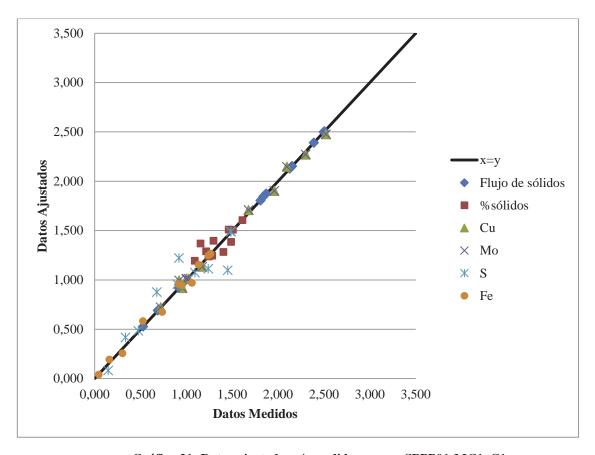


Gráfico 21: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC1\_C1

Tabla 28: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC1\_C1

SPPP01-MC1_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	95.91%	64.13%	69.66%	61.22%					
1°Limpieza	15.76%	6.06%	13.84%	11.23%					
2°Limpieza	75.40%	70.42%	59.27%	58.09%					
1°Scavenger-Cleaner	98.48%	93.26%	66.81%	77.23%					
Circuito general limpieza	90.29%	40.28%	22.29%	24.39%					
Global	86.59%	25.83%	15.52%	14.93%					

Tabla 29: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-MC2\_C1

SPPP01-MC2_C1	A	NÁLISIS (	QUÍMICO	S	DATOS OPERACIÓN			
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.620	0.007	2.600	1.800	320.00	32.07%		
Concentrado Rougher	2.990	0.026	7.620	4.590	63.00	16.50%		
Cola Rougher	0.039	0.003	1.590	1.040	257.00	41.95%		
Overflow	9.280	0.150	13.010	7.630	229.31	14.37%		
Alimentación 1°limpieza	17.400	0.130	19.110	12.400	248.94	18.54%		
Concentrado 1°limpieza	28.200	0.150	27.610	18.200	25.04	31.92%		
Cola 1°Limpieza	8.710	0.110	11.520	7.730	223.90	13.11%		
Concentrado Final	34.000	0.080	29.910	15.900	5.41	14.21%		
Cola 2°Limpieza (columna)	26.600	0.110	27.880	18.500	19.62	13.77%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	11.700	0.220	17.700	17.800	166.31	18.95%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.075	0.005	4.120	2.730	57.59	27.57%		
Relave Final	0.043	0.003	2.040	1.330	314.59	51.23%		

Tabla 30: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-MC2\_C1

SPPP01-MC2_C1	A	NÁLISIS (	QUÍMICO	S	DATOS OPERACIÓN			
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.616	0.005	2.558	1.634	320.00	32.07%	997.71	677.72
Concentrado Rougher	2.998	0.015	6.594	3.936	62.55	21.30%	293.68	231.13
Cola Rougher	0.038	0.003	1.577	1.075	257.45	36.57%	704.03	446.58
Overflow	11.115	0.142	14.388	10.577	231.72	18.02%	1286.21	1054.47
Alimentación 1°limpieza	12.403	0.141	15.468	11.231	252.15	18.36%	1373.62	1121.46
Concentrado 1°limpieza	28.478	0.121	28.185	18.119	25.80	22.20%	116.24	90.44
Cola 1°Limpieza	10.572	0.143	14.019	10.446	226.36	18.00%	1257.38	1031.02
Concentrado Final	34.064	0.086	29.960	16.065	5.37	18.61%	28.83	23.47
Cola 2°Limpieza (columna)	27.012	0.130	27.719	18.659	20.43	23.37%	87.41	66.98
Concentrado Scavenger-Cleaner	14.117	0.189	17.270	13.032	169.17	17.05%	992.53	823.35
Cola Scavenger-Cleaner	0.084	0.008	4.402	2.798	57.19	21.60%	264.85	207.67
Relave Final	0.046	0.004	2.091	1.388	314.64	32.47%	968.88	654.25

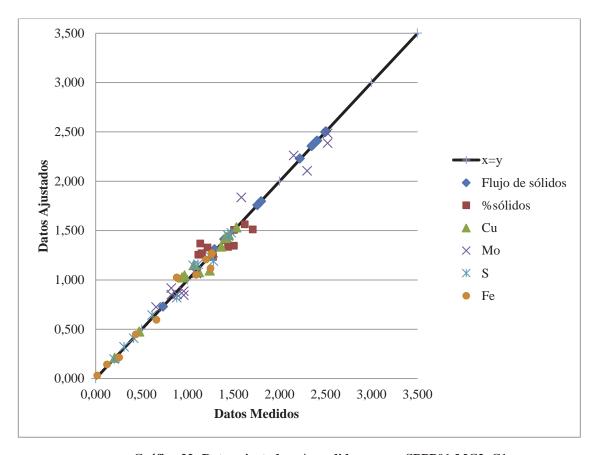


Gráfico 22: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC2\_C1

Tabla 31: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC2\_C1

SPPP01-MC2_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	95.08%	51.93%	50.39%	47.09%					
1°Limpieza	23.49%	8.81%	18.64%	16.50%					
2°Limpieza	24.88%	14.81%	22.11%	18.44%					
1°Scavenger-Cleaner	99.80%	98.61%	92.07%	93.23%					
Circuito general limpieza	97.45%	50.72%	38.97%	35.01%					
Global	92.65%	26.34%	19.64%	16.48%					

Tabla 32: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-MC3\_C1

SPPP01-MC3_C1	A	ANÁLISIS (	QUÍMICO	S	DATOS OPERACIÓN				
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]	
Alimentación Rougher	0.63	0.007	2.73	1.79	320.00	31.89%			
Concentrado Rougher	2.94	0.027	7.09	4.94	65.46	16.38%			
Cola Rougher	0.04	0.003	1.62	0.98	254.55	41.64%			
Overflow	9.5	0.15	13.12	8.63	218.86	14.49%			
Alimentación 1°limpieza	15.60	0.120	18.32	13.5	232.94	19.07%			
Concentrado 1°limpieza	28.40	0.140	27.87	19.2	19.61	31.46%			
Cola 1°Limpieza	8.65	0.100	11.87	7.71	213.33	13.51%			
Concentrado Final	34.00	0.079	29.74	17.3	5.53	14.83%			
Cola 2°Limpieza (columna)	26.20	0.110	27.59	18.9	14.08	29.32%			
Concentrado Scavenger-Cleaner	12.00	0.220	16.36	10.7	153.41	13.97%			
Cola Scavenger-Cleaner	0.07	0.005	4.13	2.81	59.93	13.67%			
Relave Final	0.04	0.003	1.96	1.34	314.47	31.42%			

Tabla 33: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-MC3\_C1

SPPP01-MC3_C1	A	NÁLISIS (	QUÍMICO	S	DATOS OPERACIÓN				
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]	
Alimentación Rougher	0.626	0.006	2.593	1.678	320.00	31.89%	1003.41	683.41	
Concentrado Rougher	2.876	0.014	6.475	4.295	66.58	21.17%	314.51	247.93	
Cola Rougher	0.035	0.003	1.573	0.990	253.42	36.79%	688.90	435.48	
Overflow	10.285	0.135	13.866	9.240	219.89	16.05%	1369.75	1149.87	
Alimentación 1°limpieza	11.263	0.135	14.699	9.855	234.12	16.41%	1426.62	1192.51	
Concentrado 1°limpieza	28.517	0.115	28.195	18.877	19.70	24.80%	79.42	59.72	
Cola 1°Limpieza	9.678	0.137	13.459	9.026	214.42	15.92%	1347.20	1132.78	
Concentrado Final	34.086	0.086	29.810	17.633	5.47	24.24%	22.55	17.08	
Cola 2°Limpieza (columna)	26.379	0.126	27.575	19.355	14.23	25.03%	56.87	42.64	
Concentrado Scavenger-Cleaner	13.503	0.188	17.075	11.388	153.31	14.53%	1055.24	901.93	
Cola Scavenger-Cleaner	0.085	0.008	4.388	3.102	61.11	20.93%	291.97	230.85	
Relave Final	0.045	0.004	2.120	1.400	314.54	32.07%	980.87	666.33	

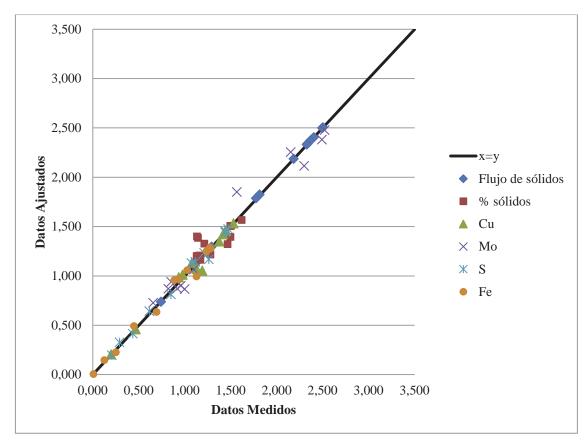


Gráfico 23: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC3\_C1

Tabla 34: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC3\_C1

SPPP01-MC3_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	95.57%	52.77%	51.96%	53.27%					
1°Limpieza	21.30%	7.19%	16.14%	16.12%					
2°Limpieza	33.16%	20.82%	29.33%	25.92%					
1°Scavenger-Cleaner	99.75%	98.39%	90.71%	90.20%					
Circuito general limpieza	97.29%	50.10%	37.79%	33.70%					
Global	92.97%	26.43%	19.64%	17.95%					

Tabla 35: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-MC4\_C1

SPPP01-MC4_C1	A	NÁLISIS (	QUÍMICO	S	DATOS OPERACIÓN			
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.620	0.007	2.780	2.060	320.00	29.56%		
Concentrado Rougher	3.180	0.026	8.970	6.570	59.44	13.32%		
Cola Rougher	0.036	0.004	1.630	1.020	260.56	37.84%		
Overflow	2.840	0.048	8.980	6.920	85.40	9.11%		
Alimentación 1°limpieza	3.390	0.063	10.030	7.730	103.89	8.78%		
Concentrado 1°limpieza	16.100	0.180	30.060	23.500	25.48	20.45%		
Cola 1°Limpieza	0.680	0.030	6.520	4.970	78.40	7.91%		
Concentrado Final	26.400	0.083	33.300	23.700	7.00	5.41%		
Cola 2°Limpieza (columna)	12.200	0.190	25.260	20.600	18.48	12.45%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	1.890	0.092	10.870	8.810	25.96	20.46%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.081	0.013	6.040	4.860	52.44	12.90%		
Relave Final	0.041	0.004	2.360	1.520	313.00	27.80%		

Tabla 36: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-MC4\_C1

SPPP01-MC4_C1	A	NÁLISIS (	QUÍMICO	S	DATOS OPERACIÓN				
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]	
Alimentación Rougher	0.606	0.007	2.929	2.031	320.00	29.56%	1082.55	762.55	
Concentrado Rougher	3.097	0.021	8.642	6.490	59.47	12.67%	469.47	410.01	
Cola Rougher	0.038	0.003	1.625	1.014	260.53	42.48%	613.08	352.55	
Overflow	2.727	0.042	9.078	6.909	84.98	13.49%	629.66	544.68	
Alimentación 1°limpieza	4.337	0.069	12.127	9.466	103.37	14.32%	721.13	617.76	
Concentrado 1°limpieza	15.620	0.168	28.237	22.012	25.25	17.69%	143.10	117.85	
Cola 1°Limpieza	0.643	0.038	6.920	5.411	78.12	13.47%	578.03	499.91	
Concentrado Final	26.330	0.087	33.664	23.977	6.86	13.72%	51.63	44.77	
Cola 2°Limpieza (columna)	11.665	0.198	26.215	21.279	18.39	19.80%	91.47	73.07	
Concentrado Scavenger-Cleaner	1.845	0.090	10.092	7.885	25.51	15.99%	160.19	134.67	
Cola Scavenger-Cleaner	0.073	0.013	5.382	4.211	52.61	12.54%	417.85	365.24	
Relave Final	0.044	0.005	2.256	1.551	313.14	30.32%	1030.93	717.78	

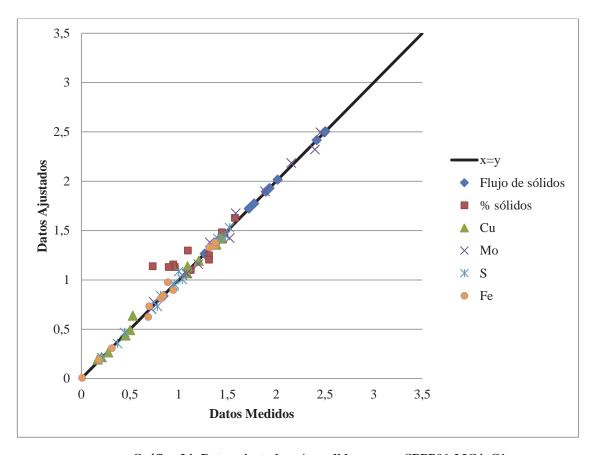


Gráfico 24: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC4\_C1

Tabla 37: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC4\_C1

SPPP01-MC4_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe						
Rougher	94.87%	60.15%	54.84%	59.37%						
1°Limpieza	88.83%	58.92%	56.88%	56.80%						
2°Limpieza	45.46%	14.03%	32.37%	29.58%						
1°Scavenger-Cleaner	92.29%	77.40%	47.63%	47.59%						
Circuito general limpieza	97.91%	47.09%	44.91%	42.59%						
Global	92.89%	28.33%	24.63%	25.29%						

Tabla 38: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC1\_C1

SPPP02-MC1_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS				DATOS OP	ERACIÓN		
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.570	0.017	3.560	2.940	320.00	30.44%		
Concentrado Rougher	2.210	0.046	6.130	5.040	64.00	18.13%		
Cola Rougher	0.160	0.010	2.750	2.530	256.00	38.16%		
Overflow	2.150	0.083	5.900	5.420	106.57	12.64%		
Alimentación 1°limpieza	2.450	0.095	6.810	5.530	112.43	13.58%		
Concentrado 1°limpieza	16.300	0.420	24.840	20.100	11.21	18.68%		
Cola 1°Limpieza	1.060	0.061	4.800	4.390	101.22	11.98%		
Concentrado Final	24.700	0.390	31.460	23.800	5.35	10.16%		
Cola 2°Limpieza (columna)	8.640	0.300	15.830	13.100	5.86	15.28%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	2.300	0.140	6.860	6.470	42.57	14.68%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.160	0.006	3.280	3.060	58.65	12.09%		
Relave Final	0.160	0.009	2.730	2.600	314.65	29.52%		

Tabla 39: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-MC1\_C1

SPPP02-MC1_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS					DATOS OF	PERACIÓN	ſ
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.567	0.016	3.351	2.970	320.00	30.44%	1051.21	731.21
Concentrado Rougher	2.197	0.042	5.754	4.840	63.84	14.47%	441.16	377.32
Cola Rougher	0.161	0.010	2.751	2.504	256.16	41.99%	610.05	353.89
Overflow	2.220	0.081	6.160	5.419	106.48	13.43%	792.93	686.45
Alimentación 1°limpieza	2.555	0.094	6.696	5.855	112.37	13.55%	829.02	716.65
Concentrado 1°limpieza	16.241	0.367	23.805	18.810	11.20	14.51%	77.24	66.03
Cola 1°Limpieza	1.040	0.064	4.801	4.420	101.16	13.46%	751.78	650.62
Concentrado Final	24.663	0.415	32.012	24.419	5.32	12.93%	41.14	35.82
Cola 2°Limpieza (columna)	8.626	0.323	16.384	13.738	5.88	16.30%	36.09	30.21
Concentrado Scavenger-Cleaner	2.255	0.140	6.768	6.285	42.64	12.12%	351.77	309.13
Cola Scavenger-Cleaner	0.154	0.009	3.367	3.060	58.52	14.63%	400.02	341.49
Relave Final	0.160	0.010	2.866	2.608	314.68	31.15%	1010.06	695.38

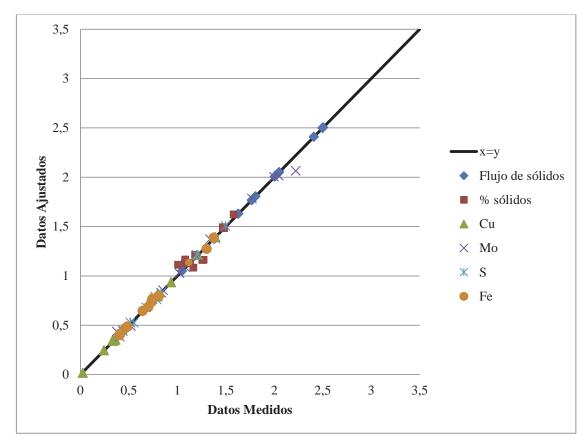


Gráfico 25: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC1\_C1

Tabla 40: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC1\_C1

SPPP02-MC1_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe						
Rougher	77.25%	51.65%	34.26%	32.51%						
1°Limpieza	63.38%	38.88%	35.45%	32.04%						
2°Limpieza	72.11%	53.70%	63.86%	61.65%						
1°Scavenger-Cleaner	91.42%	92.19%	59.42%	59.94%						
Circuito general limpieza	93.57%	81.39%	46.36%	42.04%						
Global	72.28%	42.03%	15.89%	13.67%						

Tabla 41: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC2\_C1

SPPP02-MC2_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS					DATOS OP	ERACIÓN	Ī
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.590	0.018	3.570	2.720	320.00	31.65%		
Concentrado Rougher	1.890	0.040	5.690	5.010	78.14	17.56%		
Cola Rougher	0.170	0.010	2.640	2.470	241.86	40.21%		
Overflow	2.210	0.078	5.900	5.300	152.28	13.82%		
Alimentación 1°limpieza	2.500	0.092	6.420	5.810	156.66	14.12%		
Concentrado 1°limpieza	15.000	0.390	23.850	18.300	9.52	18.04%		
Cola 1°Limpieza	1.720	0.077	5.870	5.390	147.14	13.10%		
Concentrado Final	22.600	0.370	29.390	22.400	5.15	11.64%		
Cola 2°Limpieza (columna)	6.060	0.220	11.110	9.290	4.37	15.55%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	2.990	0.150	8.380	7.390	74.14	15.22%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.430	0.012	3.770	3.240	72.99	10.95%		
Relave Final	0.250	0.010	2.750	2.480	314.85	30.10%		

Tabla 42: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-MC2\_C1

SPPP02-MC2_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS					DATOS OF	PERACIÓN	Ī
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.589	0.017	3.332	2.871	320.00	31.65%	1010.94	690.94
Concentrado Rougher	1.903	0.036	5.482	4.601	76.91	16.17%	475.68	398.77
Cola Rougher	0.173	0.011	2.652	2.323	243.09	45.41%	535.26	292.17
Overflow	2.391	0.089	6.565	5.803	151.66	14.87%	1019.90	868.25
Alimentación 1°limpieza	2.494	0.093	6.717	5.918	156.04	14.92%	1045.49	889.45
Concentrado 1°limpieza	14.956	0.328	21.921	17.009	9.51	15.36%	61.90	52.39
Cola 1°Limpieza	1.686	0.078	5.730	5.198	146.53	14.90%	983.59	837.06
Concentrado Final	22.551	0.402	30.414	23.104	5.13	14.12%	36.32	31.19
Cola 2°Limpieza (columna)	6.071	0.242	11.984	9.878	4.38	17.13%	25.58	21.20
Concentrado Scavenger-Cleaner	2.893	0.143	7.680	7.041	74.74	13.73%	544.22	469.48
Cola Scavenger-Cleaner	0.428	0.010	3.701	3.280	71.79	16.34%	439.37	367.58
Relave Final	0.232	0.010	2.891	2.541	314.87	32.31%	974.62	659.75

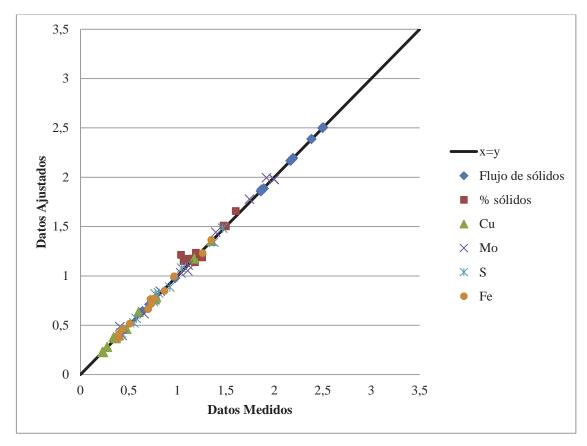


Gráfico 26: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC2\_C1

Tabla 43: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC2\_C1

SPPP02-MC2_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe						
Rougher	77.65%	52.06%	39.54%	38.52%						
1°Limpieza	36.54%	21.49%	19.89%	17.52%						
2°Limpieza	81.30%	66.05%	74.81%	73.24%						
1°Scavenger-Cleaner	87.55%	93.61%	68.36%	69.09%						
Circuito general limpieza	78.99%	73.89%	36.98%	33.47%						
Global	61.33%	38.47%	14.62%	12.89%						

Tabla 44: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-MC1\_C1

SPPP03-MC1_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS					DATOS OP	ERACIÓN	ſ
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.620	0.023	2.720	2.730	320.00	30.00%		
Concentrado Rougher	2.200	0.062	6.530	8.100	65.93	22.32%		
Cola Rougher	0.210	0.013	1.440	1.320	254.07	33.44%		
Overflow	2.380	0.180	6.230	7.700	129.21	16.18%		
Alimentación 1°limpieza	3.400	0.220	7.510	9.400	137.97	15.70%		
Concentrado 1°limpieza	15.700	0.580	17.100	22.170	14.56	16.71%		
Cola 1°Limpieza	1.730	0.190	6.520	7.630	123.41	15.46%		
Concentrado Final	24.300	0.500	21.800	30.460	5.80	12.94%		
Cola 2°Limpieza (columna)	10.000	0.590	13.800	17.690	8.76	17.78%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	3.310	0.370	8.250	9.030	63.29	17.73%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.067	0.004	4.470	4.720	60.13	12.00%		
Relave Final	0.150	0.010	1.840	1.900	314.20	29.50%		

Tabla 45: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-MC1\_C1

SPPP03-MC1_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS				DATOS OP	ERACIÓN		
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.607	0.021	2.541	2.392	320.00	30.00%	1066.67	746.67
Concentrado Rougher	2.191	0.050	7.289	6.084	65.79	17.95%	366.44	300.64
Cola Rougher	0.197	0.013	1.312	1.436	254.21	36.30%	700.23	446.02
Overflow	2.721	0.200	8.243	6.974	129.20	17.01%	759.67	630.47
Alimentación 1°limpieza	3.188	0.226	8.829	7.410	137.97	17.07%	808.21	670.24
Concentrado 1°limpieza	15.712	0.563	22.601	17.038	14.55	16.14%	90.13	75.58
Cola 1°Limpieza	1.711	0.186	7.206	6.276	123.42	17.19%	718.08	594.66
Concentrado Final	24.282	0.507	30.391	21.879	5.78	13.90%	41.59	35.81
Cola 2°Limpieza (columna)	10.063	0.600	17.466	13.846	8.77	18.06%	48.54	39.78
Concentrado Scavenger-Cleaner	3.271	0.356	9.233	7.897	63.41	16.12%	393.23	329.82
Cola Scavenger-Cleaner	0.063	0.006	5.064	4.563	60.01	18.47%	324.85	264.84
Relave Final	0.171	0.012	2.028	2.034	314.22	30.65%	1025.08	710.86

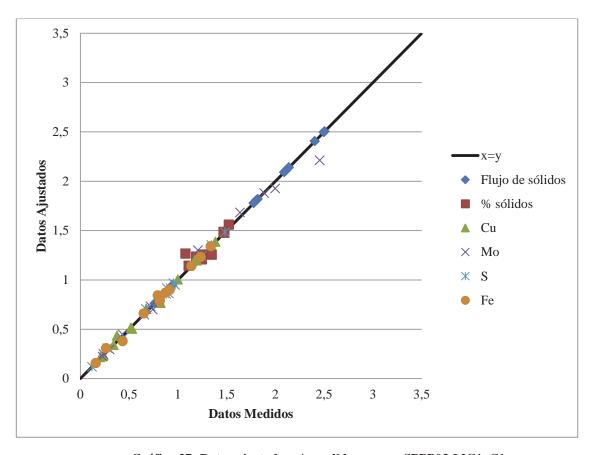


Gráfico 27: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC1\_C1

Tabla 46: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC1\_C1

SPPP03-MC1_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe						
Rougher	74.24%	49.55%	58.98%	52.30%						
1°Limpieza	51.97%	26.30%	26.99%	24.24%						
2°Limpieza	61.40%	35.76%	53.42%	51.02%						
1°Scavenger-Cleaner	98.20%	98.39%	65.83%	64.64%						
Circuito general limpieza	97.37%	88.79%	36.63%	31.59%						
Global	72.28%	44.00%	21.61%	16.52%						

Tabla 47: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-MC2\_C1

SPPP03-MC2_C1	A	NÁLISIS (	QUÍMICO	S		DATOS OP	ERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.59	0.023	2.42	2.79	320.00	30.00%		
Concentrado Rougher	1.74	0.049	5.21	5.95	87.09	22.32%		
Cola Rougher	0.16	0.010	1.62	1.65	232.91	33.44%		
Overflow	1.49	0.096	4.86	5.49	186.64	16.18%		
Alimentación 1°limpieza	1.73	0.120	4.97	5.88	199.89	15.70%		
Concentrado 1°limpieza	10.50	0.540	12.90	16.22	18.68	16.71%		
Cola 1°Limpieza	0.77	0.078	4.28	4.56	181.22	15.46%		
Concentrado Final	27.00	0.520	24.50	31.23	5.42	12.94%		
Cola 2°Limpieza (columna)	3.75	0.310	7.07	8.47	13.25	17.78%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	1.35	0.150	5.22	5.90	99.55	17.73%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.06	0.005	3.96	3.92	81.67	12.00%		
Relave Final	0.13	0.009	2.16	2.21	314.58	29.50%		

Tabla 48: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-MC2\_C1

SPPP03-MC2_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS				DATOS OPERACIÓN			
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.587	0.020	2.530	2.734	320.00	30.000%	1066.67	746.67
Concentrado Rougher	1.747	0.043	5.114	5.660	86.21	18.487%	466.36	380.14
Cola Rougher	0.159	0.011	1.577	1.655	233.79	38.944%	600.31	366.52
Overflow	1.530	0.098	5.008	5.622	186.37	17.046%	1093.35	906.98
Alimentación 1°limpieza	1.679	0.116	5.161	5.843	199.63	17.104%	1167.17	967.54
Concentrado 1°limpieza	10.486	0.423	12.326	15.472	18.65	16.356%	114.03	95.38
Cola 1°Limpieza	0.771	0.085	4.422	4.851	180.98	17.184%	1053.14	872.16
Concentrado Final	26.996	0.554	24.639	31.484	5.40	13.420%	40.22	34.82
Cola 2°Limpieza (columna)	3.763	0.370	7.312	8.951	13.25	17.956%	73.81	60.56
Concentrado Scavenger-Cleaner	1.344	0.146	4.917	5.590	100.16	15.974%	627.00	526.84
Cola Scavenger-Cleaner	0.061	0.009	3.810	3.935	80.82	18.965%	426.14	345.32
Relave Final	0.133	0.011	2.151	2.240	314.60	30.650%	1026.45	711.85

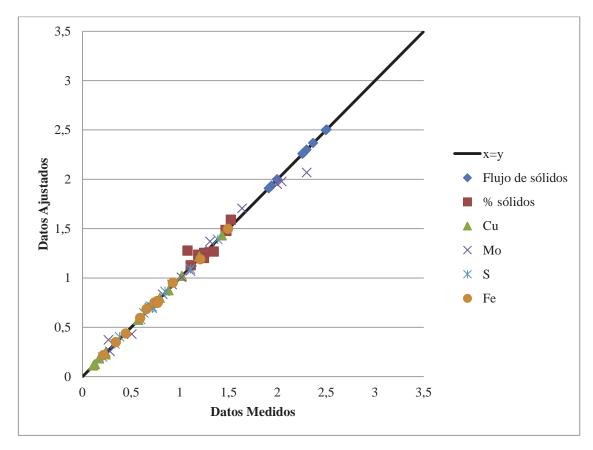


Gráfico 28: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC2\_C1

Tabla 49: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC2\_C1

SPPP03-MC2_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	80.24%	58.39%	54.45%	55.78%					
1°Limpieza	58.36%	33.99%	22.31%	24.74%					
2°Limpieza	74.50%	37.86%	57.84%	58.89%					
1°Scavenger-Cleaner	96.49%	95.50%	61.53%	63.78%					
Circuito general limpieza	96.74%	81.23%	30.16%	34.83%					
Global	77.63%	47.44%	16.43%	19.43%					

Tabla 50: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-MC3\_C1

SPPP03-MC3_C1	A	ANÁLISIS QUÍMICOS				DATOS OP	PERACIÓN	Ī
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.59	0.025	2.75	3.17	320.00	30.924%		
Concentrado Rougher	1.55	0.049	3.71	4.38	92.44	22.804%		
Cola Rougher	0.20	0.013	2.13	2.46	227.56	40.533%		
Overflow	1.68	0.080	4.06	4.77	205.99	19.037%		
Alimentación 1°limpieza	2.10	0.089	4.28	5.17	226.02	16.980%		
Concentrado 1°limpieza	8.76	0.250	9.97	13.30	25.38	16.337%		
Cola 1°Limpieza	1.15	0.073	3.68	4.36	200.63	18.427%		
Concentrado Final	24.80	0.410	19.60	28.09	5.36	17.143%		
Cola 2°Limpieza (columna)	4.47	0.190	6.54	8.47	20.03	20.975%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	1.94	0.120	4.63	5.46	113.55	9.170%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.12	0.013	2.54	2.71	87.09	12.838%		
Relave Final	0.18	0.013	2.09	2.42	314.64	32.144%		

Tabla 51: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-MC3\_C1

SPPP03-MC3_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS				DATOS OF	PERACIÓN	I	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.587	0.022	2.545	2.982	320.00	30.92%	1034.78	714.78
Concentrado Rougher	1.492	0.041	3.555	4.207	95.86	18.41%	515.89	419.75
Cola Rougher	0.200	0.014	2.112	2.456	224.14	43.61%	518.89	295.03
Overflow	1.746	0.082	4.099	4.873	206.11	16.56%	1258.81	1052.77
Alimentación 1°limpieza	1.971	0.092	4.334	5.218	224.76	16.71%	1366.86	1140.73
Concentrado 1°limpieza	8.947	0.242	9.492	12.872	23.93	18.29%	139.10	113.64
Cola 1°Limpieza	1.139	0.073	3.679	4.247	200.83	16.54%	1227.76	1027.09
Concentrado Final	24.815	0.413	19.756	28.221	5.28	17.28%	31.06	25.68
Cola 2°Limpieza (columna)	4.458	0.196	6.745	8.763	18.65	18.60%	108.05	87.96
Concentrado Scavenger-Cleaner	1.966	0.118	4.575	5.455	110.24	15.23%	742.93	633.03
Cola Scavenger-Cleaner	0.134	0.019	2.595	2.784	90.59	18.48%	484.83	394.07
Relave Final	0.181	0.015	2.251	2.550	314.72	31.34%	1003.72	689.10

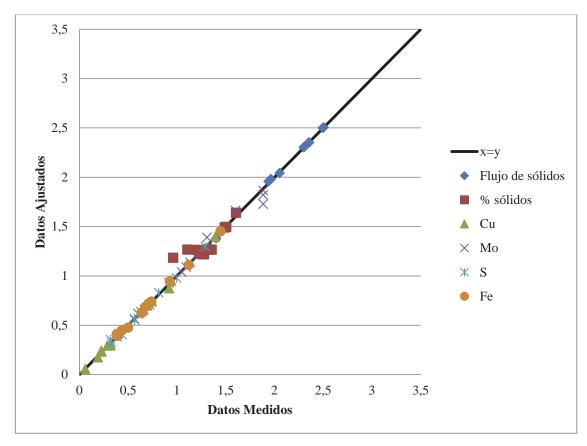


Gráfico 29: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC3\_C1

Tabla 52: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC3\_C1

SPPP03-MC3_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	76.12%	56.24%	41.96%	42.39%					
1°Limpieza	48.34%	29.61%	24.66%	27.78%					
2°Limpieza	61.17%	36.10%	43.95%	46.30%					
1°Scavenger-Cleaner	94.71%	88.33%	68.10%	70.35%					
Circuito general limpieza	91.54%	56.55%	31.08%	37.52%					
Global	69.68%	31.80%	13.04%	15.90%					

Tabla 53: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP04-MC1\_C1

SPPP04-MC1_C1	A	ANÁLISIS QUÍMICOS				DATOS OP	ERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	1.370	0.004	3.700	4.660	320.00	29.97%		
Concentrado Rougher	2.900	0.004	5.820	7.950	131.69	21.14%		
Cola Rougher	0.300	0.004	1.740	2.460	188.31	33.88%		
Overflow	3.840	0.005	7.220	9.860	269.20	17.41%		
Alimentación 1°limpieza	4.550	0.006	7.950	11.440	295.47	16.08%		
Concentrado 1°limpieza	13.100	0.015	17.500	24.240	38.66	26.07%		
Cola 1°Limpieza	2.670	0.004	5.140	7.690	256.81	15.34%		
Concentrado Final	26.200	0.025	22.400	34.210	12.39	14.17%		
Cola 2°Limpieza (columna)	6.920	0.012	9.120	8.880	26.27	3.44%		
Concentrado Scavenger-Cleaner	4.570	0.008	9.030	11.710	137.51	15.19%		
Cola Scavenger-Cleaner	0.480	0.004	3.580	4.440	119.30	15.26%		
Relave Final	0.340	0.004	2.250	3.150	307.61	26.08%		

Tabla 54: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP04-MC1\_C1

SPPP04-MC1_C1	ANÁLISIS QUÍMICOS				DATOS OF	PERACIÓN	Ī	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	%sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	1.366	0.004	3.266	4.530	320.00	29.97%	1067.68	747.68
Concentrado Rougher	2.927	0.005	5.472	7.551	130.88	21.49%	609.09	478.21
Cola Rougher	0.286	0.004	1.740	2.440	189.12	41.24%	458.59	269.47
Overflow	3.875	0.006	6.912	9.766	268.76	17.05%	1576.24	1307.48
Alimentación 1°limpieza	4.154	0.006	7.268	9.966	294.95	17.03%	1731.61	1436.66
Concentrado 1°limpieza	13.205	0.016	14.950	19.683	38.63	17.92%	215.62	176.99
Cola 1°Limpieza	2.789	0.005	6.110	8.502	256.32	16.91%	1515.99	1259.68
Concentrado Final	26.246	0.025	23.426	35.807	12.44	20.65%	60.25	47.81
Cola 2°Limpieza (columna)	7.010	0.011	10.924	12.023	26.19	16.86%	155.37	129.18
Concentrado Scavenger-Cleaner	4.775	0.007	8.278	11.869	137.88	14.26%	967.15	829.27
Cola Scavenger-Cleaner	0.478	0.003	3.586	4.582	118.44	21.58%	548.84	430.40
Relave Final	0.360	0.004	2.450	3.265	307.56	30.53%	1007.43	699.87

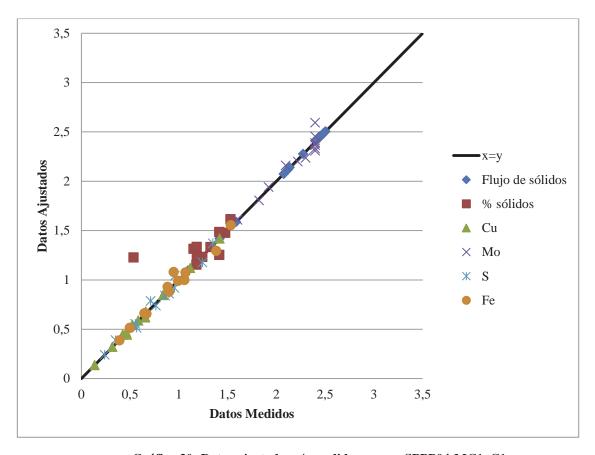


Gráfico 30: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP04-MC1\_C1

Tabla 55: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP04-MC1\_C1

SPPP04-MC1_C1	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	87.63%	43.98%	68.52%	68.17%					
1°Limpieza	41.64%	32.55%	26.94%	25.87%					
2°Limpieza	64.01%	50.46%	50.46%	58.59%					
1°Scavenger-Cleaner	92.09%	75.92%	72.88%	75.09%					
Circuito general limpieza	85.24%	50.28%	40.70%	45.08%					
Global	74.69%	22.11%	27.89%	30.73%					

Tabla 56: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-MC5\_C2

SPPP01-MC5_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.635	0.006	2.780	2.060	320.00	29.19%		
Concentrado Rougher	2.430	0.025	8.900	7.580	79.09	15.17%		
Cola Rougher	0.047	0.002	0.970	0.440	240.91	39.66%		
Overflow	1.430	0.016	4.760	3.790	193.31	9.00%		
Alimentación 1°Limpieza	1.670	0.024	5.620	4.490	202.23	7.64%		
Concentrado 1°Limpieza	12.920	0.127	22.780	15.700	17.01	7.32%		
Cola 1°Limpieza	0.270	0.008	3.250	2.550	185.22	8.08%		
Concentrado 2°Limpieza	23.400	0.167	36.710	27.170	6.11	23.44%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	7.040	0.110	14.990	11.420	10.90	6.56%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	13.770	0.297	29.630	23.930	1.98	5.00%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	3.500	0.097	11.830	9.170	8.92	3.23%		
Concentrado Final	23.300	0.171	34.940	26.940	8.09	18.99%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.380	0.011	3.940	3.390	114.22	7.38%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.083	0.003	2.870	2.240	71.00	10.13%		
Relave Final	0.047	0.002	1.200	0.600	311.91	27.46%		

Tabla 57: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPPP01-MC5\_C2

SPPP01-MC5_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS	S		DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.620	0.007	2.279	1.494	320.00	29.19%	1096.19	776.19
Concentrado Rougher	2.415	0.024	6.461	4.949	77.78	14.87%	523.16	445.37
Cola Rougher	0.044	0.001	0.935	0.384	242.22	42.26%	573.03	330.82
Overflow	1.233	0.017	4.868	3.885	193.03	8.68%	2224.70	2031.66
Alimentación 1°Limpieza	1.359	0.020	5.172	4.090	201.91	8.39%	2406.13	2204.22
Concentrado 1°Limpieza	12.751	0.133	22.932	17.156	17.03	7.51%	226.57	209.54
Cola 1°Limpieza	0.310	0.009	3.536	2.887	184.88	8.48%	2179.57	1994.68
Concentrado 2°Limpieza	24.566	0.153	36.825	27.364	6.18	26.41%	23.39	17.22
Cola 2°Limpieza (Columna)	6.021	0.122	15.021	11.343	10.85	5.34%	203.17	192.33
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	14.726	0.289	29.661	24.006	1.97	9.07%	21.74	19.77
Cola 2°Scavenger-Cleaner	4.089	0.085	11.770	8.532	8.88	4.89%	181.44	172.56
Concentrado Final	22.186	0.186	35.092	26.552	8.15	18.05%	45.13	36.98
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.436	0.012	3.794	3.167	115.25	6.77%	1701.54	1586.29
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.101	0.005	3.111	2.422	69.63	14.57%	478.03	408.39
Relave Final	0.057	0.002	1.421	0.839	311.85	29.67%	1051.06	739.21

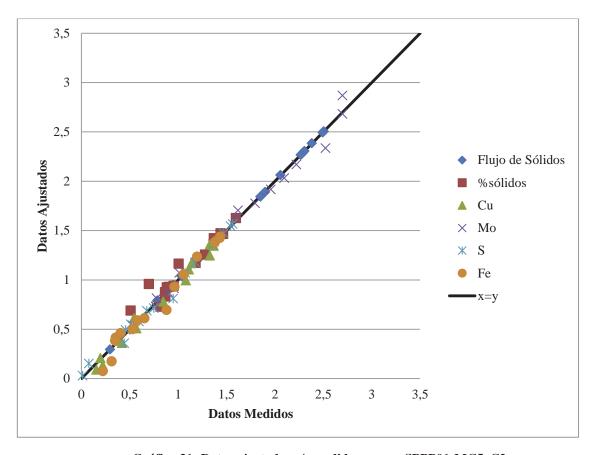


Gráfico 31: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC5\_C2

Tabla 58: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC5\_C2

SPPP01-MC5_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	94.63%	84.88%	68.93%	80.53%					
1°Limpieza	79.12%	56.90%	37.39%	35.37%					
2°Limpieza	69.91%	41.77%	58.26%	57.87%					
1°Scavenger-Cleaner	87.72%	81.22%	66.86%	68.40%					
2°Scavenger-Cleaner	44.43%	43.08%	35.88%	38.45%					
Circuito limpieza general	96.3%	82.5%	56.9%	56.2%					
Circuito 2°limpieza	83.28%	66.86%	73.24%	74.07%					
Global	91.09%	69.98%	39.21%	45.25%					

Tabla 59: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-MC6\_C2

SPPP01-MC6_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.550	0.006	2.480	1.680	320.00	28.311%		
Concentrado Rougher	4.432	0.041	18.570	4.740	37.42	13.094%		
Cola Rougher	0.036	0.002	0.980	0.430	282.58	33.008%		
Overflow	1.981	0.027	8.460	6.790	295.84	5.889%		
Alimentación 1°Limpieza	2.152	0.044	9.690	7.760	307.81	5.514%		
Concentrado 1°Limpieza	9.916	0.160	21.400	17.520	20.22	6.282%		
Cola 1°Limpieza	0.423	0.018	7.620	7.300	287.59	5.320%		
Concentrado 2°Limpieza	25.390	0.162	34.420	22.740	4.70	20.333%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	5.229	0.141	17.880	12.590	15.52	5.488%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	14.350	0.398	28.030	7.400	3.55	10.235%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	3.115	0.125	14.870	5.860	11.97	3.965%		
Concentrado Final	19.780	0.302	32.550	25.160	8.25	22.706%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.459	0.019	10.370	7.400	258.43	5.331%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.104	0.004	7.690	5.860	29.16	8.875%		
Relave Final	0.041	0.003	1.550	1.060	311.75	26.862%		

Tabla 60: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-MC6\_C2

SPPP01-MC6_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.567	0.008	2.498	1.353	320.00	28.31%	1130.30	810.30
Concentrado Rougher	4.616	0.055	14.660	7.100	37.40	11.38%	328.61	291.21
Cola Rougher	0.031	0.002	0.889	0.593	282.60	35.25%	801.70	519.09
Overflow	1.147	0.028	9.288	7.350	295.43	5.66%	5218.69	4923.26
Alimentación 1°Limpieza	1.220	0.031	9.497	7.395	307.40	5.59%	5497.04	5189.64
Concentrado 1°Limpieza	10.150	0.169	21.844	12.918	20.28	6.27%	323.27	302.99
Cola 1°Limpieza	0.590	0.021	8.625	7.005	287.12	5.55%	5173.77	4886.65
Concentrado 2°Limpieza	25.198	0.172	35.000	26.325	4.74	24.03%	19.71	14.97
Cola 2°Limpieza (Columna)	5.565	0.168	17.834	8.833	15.54	5.12%	303.56	288.02
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	14.006	0.400	28.479	9.921	3.58	14.19%	25.21	21.63
Cola 2°Scavenger-Cleaner	3.041	0.099	14.651	8.507	11.96	4.30%	278.35	266.38
Concentrado Final	20.382	0.270	32.194	19.266	8.31	18.51%	44.92	36.61
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.644	0.025	8.509	7.386	258.04	5.28%	4890.08	4632.04
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.109	-0.006	9.648	3.623	29.08	10.25%	283.69	254.60
Relave Final	0.039	0.001	1.706	0.875	311.69	28.72%	1085.38	773.70

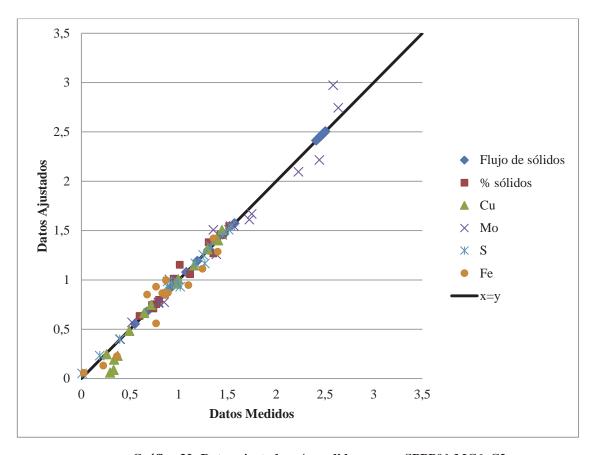


Gráfico 32: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC6\_C2

Tabla 61: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC6\_C2

SPPP01-MC6_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe						
Rougher	95.12%	80.19%	68.57%	61.31%						
1°Limpieza	54.87%	35.74%	15.17%	11.52%						
2°Limpieza	57.98%	23.71%	37.43%	47.60%						
1°Scavenger-Cleaner	98.12%	102.88%	88.67%	94.76%						
2°Scavenger-Cleaner	57.94%	54.62%	36.76%	25.85%						
Circuito limpieza general	98.2%	108.6%	48.8%	60.3%						
Circuito 2°limpieza	82.33%	65.38%	60.43%	61.15%						
Global	93.36%	87.08%	33.48%	36.99%						

Tabla 62: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP01-MC7\_C2

SPPP01-MC7_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.610	0.007	2.760	2.010	320.00	30.18%		
Concentrado Rougher	2.760	0.024	7.880	5.750	66.59	15.85%		
Cola Rougher	0.045	0.004	1.770	1.170	253.41	44.62%		
Overflow	1.300	0.015	4.500	3.450	139.96	11.42%		
Alimentación 1°Limpieza	1.230	0.015	4.520	3.510	142.77	11.10%		
Concentrado 1°Limpieza	13.900	0.120	26.680	20.100	13.32	13.36%		
Cola 1°Limpieza	0.200	0.008	4.390	3.440	129.44	12.38%		
Concentrado 2°Limpieza	17.500	0.120	31.920	24.500	9.98	12.58%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	3.140	0.087	11.590	8.900	3.34	4.00%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	11.200	0.250	31.970	26.400	0.53	6.22%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	0.410	0.015	4.360	3.290	2.81	5.38%		
Concentrado Final	17.500	0.130	34.880	27.400	10.52	13.03%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.320	0.013	3.950	3.330	73.37	8.54%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.043	0.004	2.000	1.240	56.08	15.12%		
Relave Final	0.036	0.004	1.670	0.930	309.48	31.01%		

Tabla 63: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP01-MC7\_C2

SPPP01-MC7_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.605	0.008	2.783	1.894	320.00	30.18%	1060.45	740.45
Concentrado Rougher	2.736	0.023	6.943	5.090	66.69	15.07%	442.44	375.75
Cola Rougher	0.043	0.003	1.687	1.052	253.31	40.99%	618.00	364.69
Overflow	1.450	0.017	5.341	4.135	139.93	11.45%	1221.76	1081.83
Alimentación 1°Limpieza	1.431	0.017	5.331	4.122	142.72	11.21%	1272.87	1130.15
Concentrado 1°Limpieza	13.695	0.111	27.142	20.909	13.32	10.54%	126.41	113.09
Cola 1°Limpieza	0.169	0.008	3.086	2.394	129.40	11.29%	1146.46	1017.06
Concentrado 2°Limpieza	17.483	0.125	33.092	25.467	9.99	14.99%	66.66	56.67
Cola 2°Limpieza (Columna)	2.329	0.067	9.289	7.235	3.33	5.57%	59.75	56.42
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	11.959	0.255	32.402	26.724	0.53	6.18%	8.64	8.11
Cola 2°Scavenger-Cleaner	0.488	0.031	4.872	3.510	2.80	5.47%	51.11	48.31
Concentrado Final	17.202	0.132	33.057	25.531	10.53	13.98%	75.30	64.77
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.279	0.011	3.881	3.264	73.23	9.40%	779.32	706.08
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.025	0.003	2.049	1.260	56.17	15.30%	367.14	310.98
Relave Final	0.040	0.003	1.753	1.090	309.47	31.41%	985.15	675.67

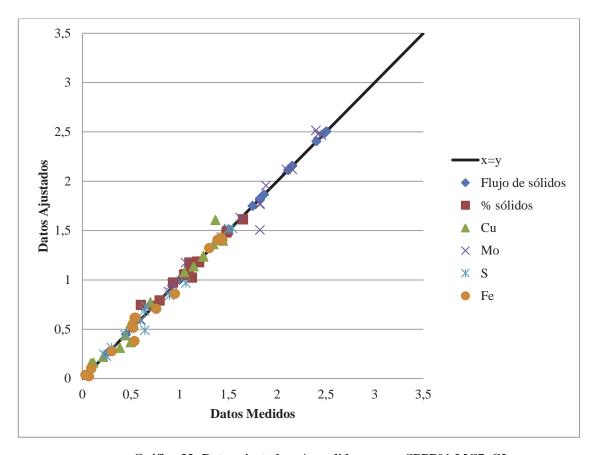


Gráfico 33: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP01-MC7\_C2

Tabla 64: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP01-MC7\_C2

SPPP01-MC7_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe						
Rougher	94.31%	64.29%	52.00%	56.02%						
1°Limpieza	89.31%	59.97%	47.52%	47.34%						
2°Limpieza	95.75%	84.85%	91.44%	91.35%						
1°Scavenger-Cleaner	93.64%	82.55%	71.18%	77.16%						
2°Scavenger-Cleaner	82.40%	60.94%	55.97%	59.27%						
Circuito limpieza general	99.2%	89.0%	75.1%	79.2%						
Circuito 2°limpieza	99.25%	94.08%	96.23%	96.48%						
Global	93.59%	57.21%	39.08%	44.34%						

Tabla 65: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC3\_C2

SPPP02-MC3_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.552	0.017	3.450	3.210	320.00	28.76%		
Concentrado Rougher	2.763	0.075	3.550	4.490	49.75	14.23%		
Cola Rougher	0.145	0.007	3.100	2.650	270.25	35.21%		
Overflow	2.422	0.116	5.260	4.480	73.66	11.79%		
Alimentación 1°Limpieza	2.428	0.115	6.310	4.580	76.58	10.05%		
Concentrado 1°Limpieza	14.948	0.444	9.040	13.450	9.13	7.27%		
Cola 1°Limpieza	0.520	0.072	9.800	3.000	67.45	9.06%		
Concentrado 2°Limpieza	23.386	0.552	29.800	19.340	5.56	21.48%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	1.806	0.078	3.270	3.950	3.57	1.40%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	12.555	0.443	17.210	12.480	0.66	3.11%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.063	0.059	3.260	3.700	2.91	2.36%		
Concentrado Final	21.451	0.634	27.150	18.350	6.22	10.27%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.097	0.167	4.170	3.710	23.92	5.85%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.203	0.028	2.440	2.190	43.53	10.14%		
Relave Final	0.138	0.009	2.940	2.800	313.78	27.21%		

Tabla 66: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-MC3\_C2

SPPP02-MC3_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.567	0.019	3.412	3.050	320.00	28.76%	1112.70	792.70
Concentrado Rougher	2.908	0.090	5.161	4.413	49.97	13.00%	384.47	334.50
Cola Rougher	0.134	0.006	3.088	2.798	270.03	37.08%	728.23	458.20
Overflow	2.333	0.115	5.116	4.245	73.67	10.02%	735.35	661.68
Alimentación 1°Limpieza	2.274	0.112	4.994	4.203	76.52	9.02%	848.31	771.79
Concentrado 1°Limpieza	15.143	0.416	17.658	13.689	9.15	5.66%	161.58	152.42
Cola 1°Limpieza	0.526	0.071	3.274	2.914	67.37	9.81%	686.73	619.36
Concentrado 2°Limpieza	23.097	0.606	25.907	19.262	5.64	21.32%	26.45	20.81
Cola 2°Limpieza (Columna)	2.382	0.112	4.425	4.749	3.51	2.60%	135.13	131.61
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	9.473	0.437	15.568	11.860	0.66	2.97%	22.16	21.51
Cola 2°Scavenger-Cleaner	0.747	0.037	1.855	3.108	2.86	2.53%	112.96	110.11
Concentrado Final	21.672	0.588	24.826	18.488	6.30	12.95%	48.61	42.32
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.122	0.169	5.019	3.891	23.69	6.75%	350.87	327.18
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.203	0.018	2.327	2.384	43.68	13.00%	335.86	292.19
Relave Final	0.143	0.008	2.982	2.741	313.70	29.48%	1064.09	750.39

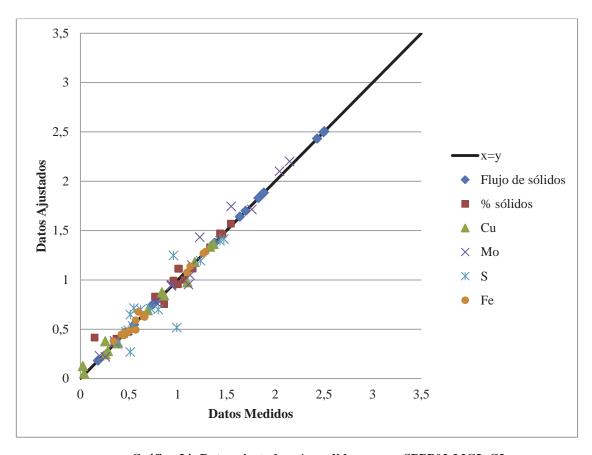


Gráfico 34: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC3\_C2

Tabla 67: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC3\_C2

SPPP02-MC3_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe						
Rougher	80.11%	72.50%	23.62%	22.59%						
1°Limpieza	79.64%	44.32%	42.29%	38.96%						
2°Limpieza	93.96%	89.66%	90.38%	86.68%						
1°Scavenger-Cleaner	74.99%	83.52%	53.92%	46.96%						
2°Scavenger-Cleaner	74.53%	73.16%	65.94%	46.81%						
Circuito limpieza general	93.9%	82.4%	60.6%	52.8%						
Circuito 2°limpieza	98.46%	97.23%	96.72%	92.92%						
Global	75.23%	59.77%	14.32%	11.93%						

Tabla 68: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC4\_C2

SPPP02-MC4_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.544	0.020	3.130	2.850	320.00	27.04%		
Concentrado Rougher	2.223	0.044	7.200	6.450	60.69	16.80%		
Cola Rougher	0.151	0.013	2.250	2.120	259.31	33.45%		
Overflow	1.531	0.063	5.020	4.840	112.90	11.18%		
Alimentación 1°Limpieza	1.538	0.068	5.430	5.380	117.57	9.94%		
Concentrado 1°Limpieza	13.860	0.348	25.310	21.060	10.81	13.01%		
Cola 1°Limpieza	0.605	0.050	4.240	4.140	106.76	10.34%		
Concentrado 2°Limpieza	22.551	0.371	35.870	26.870	4.78	20.66%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	6.964	0.248	16.710	16.530	6.03	2.01%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	19.533	0.404	29.900	23.740	1.36	6.00%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	5.026	0.246	16.190	16.000	4.66	1.51%		
Concentrado Final	20.565	0.378	31.110	23.550	6.15	15.16%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.094	0.092	5.490	5.280	52.21	8.11%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.137	0.009	3.060	2.750	54.55	12.13%		
Relave Final	0.152	0.012	2.460	2.360	313.85	24.79%		

Tabla 69: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-MC4\_C2

SPPP02-MC4_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.551	0.019	3.039	2.767	320.00	27.04%	1183.46	863.46
Concentrado Rougher	2.250	0.045	6.172	5.240	60.72	14.66%	414.07	353.35
Cola Rougher	0.153	0.013	2.305	2.188	259.28	33.70%	769.39	510.11
Overflow	1.679	0.066	5.644	5.176	112.93	10.68%	1057.32	944.40
Alimentación 1°Limpieza	1.792	0.072	6.012	5.581	117.56	10.05%	1169.93	1052.38
Concentrado 1°Limpieza	14.033	0.320	25.354	21.018	10.81	7.06%	153.01	142.20
Cola 1°Limpieza	0.552	0.047	4.053	4.018	106.75	10.50%	1016.92	910.17
Concentrado 2°Limpieza	21.744	0.379	34.272	25.732	4.82	20.77%	23.18	18.37
Cola 2°Limpieza (Columna)	7.838	0.273	18.188	17.231	5.99	4.62%	129.83	123.84
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	18.991	0.399	29.112	23.259	1.36	7.91%	17.22	15.86
Cola 2°Scavenger-Cleaner	4.556	0.236	14.974	15.457	4.63	4.11%	112.61	107.98
Concentrado Final	21.137	0.383	33.133	25.187	6.18	15.29%	40.40	34.22
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.014	0.090	5.031	5.103	52.21	8.12%	643.25	591.04
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.110	0.007	3.117	2.980	54.54	14.60%	373.67	319.13
Relave Final	0.146	0.012	2.447	2.326	313.82	27.45%	1143.06	829.24

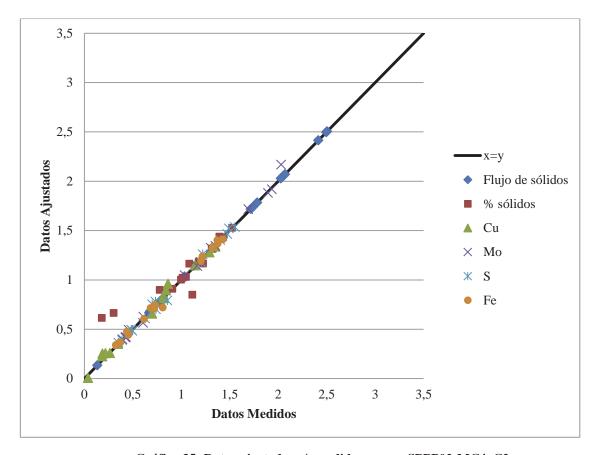


Gráfico 35: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC4\_C2

Tabla 70: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC4\_C2

SPPP02-MC4_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	77.48%	44.52%	38.53%	35.93%					
1°Limpieza	72.01%	40.63%	38.78%	34.63%					
2°Limpieza	69.03%	52.69%	60.22%	54.54%					
1°Scavenger-Cleaner	89.83%	92.66%	60.71%	62.11%					
2°Scavenger-Cleaner	55.09%	33.21%	36.39%	30.69%					
Circuito limpieza general	95.6%	86.4%	54.6%	48.9%					
Circuito 2°limpieza	86.09%	68.40%	74.70%	68.50%					
Global	74.08%	38.49%	21.05%	17.57%					

Tabla 71: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC5\_C2

SPPP02-MC5_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.553	0.019	3.290	2.690	320.00	26.32%		
Concentrado Rougher	1.764	0.042	4.760	4.000	81.53	15.68%		
Cola Rougher	0.139	0.012	2.930	2.410	238.47	35.19%		
Overflow	1.056	0.058	3.780	3.300	152.78	11.16%		
Alimentación 1°Limpieza	1.215	0.069	4.040	3.570	158.18	10.04%		
Concentrado 1°Limpieza	12.765	0.385	19.880	15.050	12.09	8.11%		
Cola 1°Limpieza	0.394	0.046	3.410	3.180	146.09	10.76%		
Concentrado 2°Limpieza	25.354	0.455	33.680	23.080	4.04	23.11%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	6.456	0.302	12.410	9.830	8.05	4.02%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	16.696	0.512	25.270	18.990	2.65	9.34%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	3.406	0.263	9.690	8.850	5.40	3.00%		
Concentrado Final	20.330	0.479	30.450	21.540	6.69	11.93%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.665	0.083	4.240	4.040	71.25	8.77%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.136	0.011	2.420	2.200	74.84	12.53%		
Relave Final	0.131	0.011	3.050	2.450	313.31	24.45%		

Tabla 72: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-MC5\_C2

SPPP02-MC5_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.561	0.020	3.418	2.764	320.00	26.32%	1215.83	895.83
Concentrado Rougher	1.806	0.046	4.661	3.770	81.37	14.39%	576.91	496.36
Cola Rougher	0.136	0.012	2.999	2.426	238.63	36.69%	638.92	399.47
Overflow	1.249	0.063	4.318	3.756	152.75	10.99%	1398.86	1246.54
Alimentación 1°Limpieza	1.317	0.069	4.451	3.886	158.06	10.32%	1520.66	1363.10
Concentrado 1°Limpieza	12.989	0.376	20.537	15.316	12.06	6.37%	173.41	161.39
Cola 1°Limpieza	0.353	0.044	3.123	2.942	146.00	10.88%	1347.25	1201.71
Concentrado 2°Limpieza	24.883	0.459	33.643	23.120	4.08	22.84%	17.65	13.65
Cola 2°Limpieza (Columna)	6.914	0.334	13.993	11.420	7.98	4.66%	155.76	147.74
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	14.161	0.500	24.696	18.467	2.67	8.99%	33.96	31.18
Cola 2°Scavenger-Cleaner	3.273	0.246	8.315	7.681	5.31	3.75%	121.80	116.57
Concentrado Final	20.641	0.476	29.977	21.213	6.75	14.19%	51.61	44.83
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.613	0.082	3.933	3.740	71.38	8.66%	821.95	750.17
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.104	0.006	2.334	2.166	74.62	14.41%	525.30	451.53
Relave Final	0.129	0.010	2.843	2.365	313.25	26.81%	1164.22	851.00

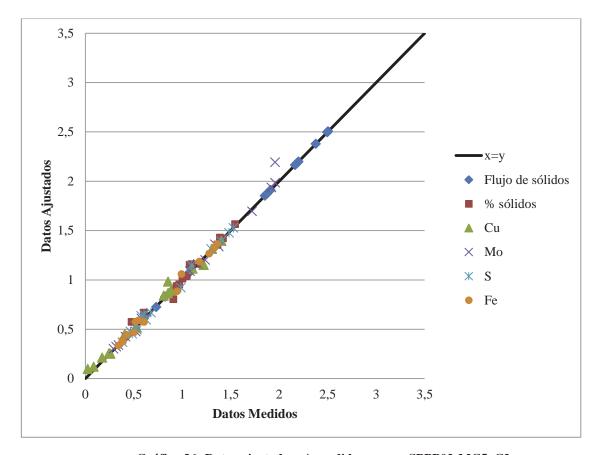


Gráfico 36: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC5\_C2

Tabla 73: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC5\_C2

SPPP02-MC5_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	81.86%	57.18%	34.33%	34.33%					
1°Limpieza	75.23%	41.58%	35.20%	30.06%					
2°Limpieza	64.77%	40.69%	54.55%	50.27%					
1°Scavenger-Cleaner	84.93%	92.53%	62.12%	62.68%					
2°Scavenger-Cleaner	68.49%	51.85%	61.17%	56.05%					
Circuito limpieza general	94.7%	87.2%	54.1%	47.4%					
Circuito 2°limpieza	88.90%	71.44%	82.36%	78.15%					
Global	77.53%	49.86%	18.59%	16.26%					

Tabla 74: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC6\_C2

SPPP02-MC6_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.570	0.018	3.530	2.860	320.00	33.17%		
Concentrado Rougher	1.520	0.035	4.490	3.690	93.13	19.46%		
Cola Rougher	0.180	0.010	2.910	2.540	226.87	40.82%		
Overflow	1.450	0.049	4.450	3.680	132.60	13.69%		
Alimentación 1°Limpieza	1.440	0.052	4.580	3.760	135.62	13.11%		
Concentrado 1°Limpieza	11.900	0.290	18.750	14.600	11.83	14.71%		
Cola 1°Limpieza	0.330	0.025	2.980	2.640	123.79	13.97%		
Concentrado 2°Limpieza	23.600	0.280	28.950	20.400	3.84	10.09%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	6.270	0.310	13.660	11.500	7.99	8.16%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	15.000	0.610	25.110	20.300	4.97	15.12%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.690	0.100	6.510	5.770	3.02	7.04%		
Concentrado Final	15.400	0.390	22.800	17.700	8.81	10.17%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.800	0.069	4.300	3.850	39.47	9.30%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.110	0.004	2.060	1.950	84.32	16.76%		
Relave Final	0.150	0.008	2.430	2.150	311.19	30.93%		

Tabla 75: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-MC6\_C2

SPPP02-MC6_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.601	0.019	3.264	2.772	320.00	33.17%	964.58	644.58
Concentrado Rougher	1.667	0.040	4.323	3.595	92.32	19.13%	482.60	390.28
Cola Rougher	0.169	0.010	2.834	2.438	227.68	47.24%	481.98	254.30
Overflow	1.410	0.049	4.354	3.682	132.10	14.18%	931.40	799.31
Alimentación 1°Limpieza	1.414	0.050	4.387	3.720	135.11	13.91%	971.24	836.14
Concentrado 1°Limpieza	12.771	0.326	19.871	15.408	11.83	10.96%	107.92	96.09
Cola 1°Limpieza	0.325	0.023	2.901	2.598	123.28	14.28%	863.33	740.05
Concentrado 2°Limpieza	22.717	0.261	27.840	19.669	3.85	11.04%	34.85	31.00
Cola 2°Limpieza (Columna)	7.977	0.358	16.031	13.355	7.98	10.92%	73.07	65.08
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	11.849	0.526	22.199	18.201	4.97	14.96%	33.23	28.26
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.586	0.081	5.852	5.357	3.01	7.56%	39.84	36.83
Concentrado Final	16.591	0.410	24.660	18.841	8.82	12.95%	68.07	59.26
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.814	0.070	4.424	3.885	39.78	8.86%	448.80	409.03
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.092	0.001	2.176	1.985	83.50	20.14%	414.53	331.02
Relave Final	0.148	0.008	2.658	2.317	311.18	34.71%	896.51	585.33

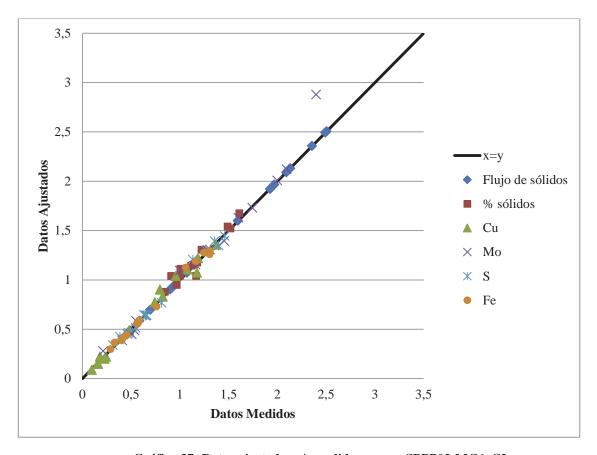


Gráfico 37: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC6\_C2

Tabla 76: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC6\_C2

SPPP02-MC6_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	80.01%	62.41%	38.21%	37.41%					
1°Limpieza	79.05%	57.12%	39.65%	36.26%					
2°Limpieza	57.85%	25.99%	45.56%	41.52%					
1°Scavenger-Cleaner	80.89%	96.18%	49.19%	48.24%					
2°Scavenger-Cleaner	92.50%	91.49%	86.23%	84.86%					
Circuito limpieza general	95.0%	97.0%	54.5%	50.0%					
Circuito 2°limpieza	96.84%	93.71%	92.50%	91.15%					
Global	76.03%	60.55%	20.81%	18.73%					

Tabla 77: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC7\_C2

SPPP02-MC7_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.562	0.017	3.310	3.050	300.00	28.71%		
Concentrado Rougher	1.287	0.034	7.310	6.540	104.41	17.95%		
Cola Rougher	0.175	0.008	1.600	1.550	195.59	38.78%		
Overflow	1.612	0.051	5.950	5.410	156.37	13.51%		
Alimentación 1°Limpieza	1.620	0.050	5.820	5.370	161.31	13.71%		
Concentrado 1°Limpieza	13.110	0.337	4.940	4.650	10.54	15.45%		
Cola 1°Limpieza	0.873	0.030	27.180	22.460	150.78	12.99%		
Concentrado 2°Limpieza	21.740	0.358	36.840	28.440	3.76	16.09%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	8.330	0.236	17.330	13.780	6.78	5.90%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	18.320	0.494	34.400	26.540	1.84	21.70%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	4.378	0.205	12.240	10.560	4.94	4.05%		
Concentrado Final	20.830	0.435	32.860	26.500	5.59	17.84%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	2.111	0.078	8.040	7.100	51.96	11.93%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.222	0.009	4.500	4.170	98.81	15.86%		
Relave Final	0.177	0.008	1.970	1.690	294.41	27.43%		

Tabla 78: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPPP02-MC7\_C2

SPPP02-MC7_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.570	0.016	3.225	2.827	300.00	28.71%	1044.79	744.79
Concentrado Rougher	1.335	0.032	7.042	6.031	102.99	17.28%	595.84	492.85
Cola Rougher	0.170	0.008	1.230	1.152	197.01	43.88%	448.95	251.94
Overflow	1.594	0.047	8.358	7.060	155.65	14.54%	1070.48	914.84
Alimentación 1°Limpieza	1.676	0.052	8.170	6.914	160.43	14.09%	1138.44	978.01
Concentrado 1°Limpieza	13.228	0.312	16.576	13.154	10.49	10.74%	97.70	87.21
Cola 1°Limpieza	0.868	0.033	7.582	6.477	149.94	14.41%	1040.74	890.80
Concentrado 2°Limpieza	21.762	0.379	27.281	21.297	3.86	18.06%	21.35	17.49
Cola 2°Limpieza (Columna)	8.267	0.273	10.353	8.420	6.63	8.69%	76.35	69.72
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	18.351	0.492	31.761	24.609	1.85	22.02%	8.40	6.55
Cola 2°Scavenger-Cleaner	4.370	0.188	2.079	2.163	4.78	7.04%	67.96	63.17
Concentrado Final	20.656	0.415	28.733	22.371	5.70	19.18%	29.74	24.04
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	2.098	0.077	10.931	9.072	52.66	11.09%	474.65	421.99
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.202	0.010	5.770	5.073	97.28	17.19%	566.09	468.81
Relave Final	0.181	0.009	2.731	2.448	294.30	28.99%	1015.05	720.75

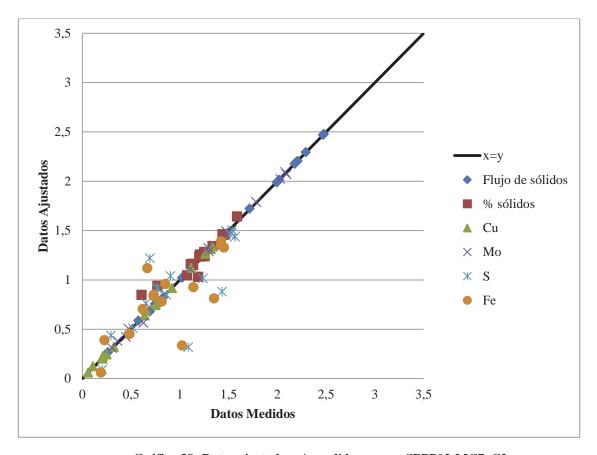


Gráfico 38: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC7\_C2

Tabla 79: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC7\_C2

SPPP02-MC7_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	80.44%	67.44%	74.96%	73.24%					
1°Limpieza	51.59%	39.53%	13.26%	12.44%					
2°Limpieza	60.48%	44.67%	60.50%	59.52%					
1°Scavenger-Cleaner	84.87%	81.52%	50.63%	49.19%					
2°Scavenger-Cleaner	61.87%	50.21%	85.51%	81.48%					
Circuito limpieza general	85.7%	71.9%	22.6%	20.5%					
Circuito 2°limpieza	84.93%	72.45%	94.28%	92.50%					
Global	68.92%	48.52%	16.94%	15.05%					

Tabla 80: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP02-MC8\_C2

SPPP02-MC8_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.548	0.018	3.180	3.030	304.00	29.38%		
Concentrado Rougher	3.565	0.087	13.580	11.630	34.32	17.67%		
Cola Rougher	0.164	0.010	2.270	2.320	269.68	32.85%		
Overflow	2.487	0.074	9.130	7.830	44.36	14.58%		
Alimentación 1°Limpieza	1.885	0.065	8.730	7.440	46.92	12.22%		
Concentrado 1°Limpieza	17.010	0.350	23.740	18.980	6.90	13.71%		
Cola 1°Limpieza	0.495	0.033	10.960	9.100	40.01	12.59%		
Concentrado 2°Limpieza	29.180	0.323	32.520	24.260	3.51	19.39%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	4.388	0.193	11.490	9.960	3.39	6.51%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	18.280	0.746	27.830	22.850	0.84	11.32%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.503	0.106	7.140	6.880	2.55	4.38%		
Concentrado Final	26.100	0.412	31.250	24.910	4.35	22.79%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.301	0.084	7.730	7.090	10.04	10.40%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.225	0.015	5.880	5.340	29.97	13.98%		
Relave Final	0.177	0.011	2.770	2.560	299.65	27.83%		

Tabla 81: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP02-MC8\_C2

SPPP02-MC8_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.548	0.017	3.205	2.996	304.00	29.38%	1034.65	730.65
Concentrado Rougher	3.479	0.071	10.653	8.803	34.67	15.84%	218.86	184.20
Cola Rougher	0.170	0.010	2.247	2.249	269.33	33.02%	815.78	546.45
Overflow	2.967	0.073	10.051	8.438	44.83	14.06%	318.93	274.11
Alimentación 1°Limpieza	2.882	0.074	9.892	8.347	47.31	13.05%	362.40	315.09
Concentrado 1°Limpieza	17.267	0.298	22.868	18.183	6.89	10.52%	65.49	58.60
Cola 1°Limpieza	0.430	0.036	7.680	6.671	40.42	13.61%	296.91	256.49
Concentrado 2°Limpieza	28.187	0.348	32.677	25.035	3.61	23.21%	15.56	11.95
Cola 2°Limpieza (Columna)	5.236	0.243	12.060	10.634	3.28	6.57%	49.92	46.64
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	17.349	0.730	27.726	22.857	0.80	12.35%	6.46	5.66
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.338	0.086	7.019	6.700	2.48	5.71%	43.46	40.98
Concentrado Final	26.226	0.417	31.781	24.641	4.41	20.02%	22.02	17.61
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.221	0.081	7.998	7.195	10.16	10.15%	100.07	89.91
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.164	0.021	7.574	6.495	30.26	15.37%	196.84	166.58
Relave Final	0.170	0.011	2.785	2.677	299.59	29.59%	1012.63	713.03

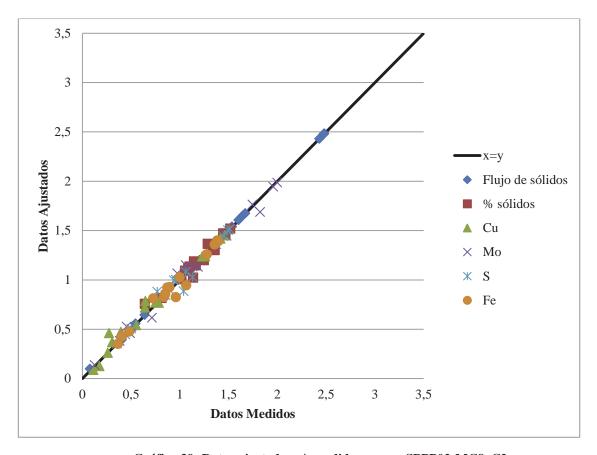


Gráfico 39: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP02-MC8\_C2

Tabla 82: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP02-MC8\_C2

SPPP02-MC8_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	72.43%	46.89%	37.90%	33.51%					
1°Limpieza	87.27%	58.62%	33.67%	31.73%					
2°Limpieza	85.57%	61.22%	74.91%	72.18%					
1°Scavenger-Cleaner	71.46%	57.14%	26.18%	27.11%					
2°Scavenger-Cleaner	80.67%	73.21%	55.97%	52.33%					
Circuito limpieza general	95.9%	74.8%	37.9%	35.6%					
Circuito 2°limpieza	97.21%	89.61%	88.95%	86.74%					
Global	69.45%	35.06%	14.38%	11.93%					

Tabla 83: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-MC4\_C2

SPPP03-MC4_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.557	0.024	3.000	2.480	320.00	25.15%		
Concentrado Rougher	2.333	0.061	5.340	3.950	65.83	14.81%		
Cola Rougher	0.097	0.012	1.990	1.620	254.17	28.12%		
Overflow	1.932	0.092	5.310	4.120	85.21	11.51%		
Alimentación 1°Limpieza	2.065	0.094	5.570	4.410	89.22	10.12%		
Concentrado 1°Limpieza	15.140	0.334	19.450	15.840	9.65	10.87%		
Cola 1°Limpieza	0.380	0.059	3.700	3.080	79.57	10.34%		
Concentrado 2°Limpieza	28.550	0.277	32.600	25.050	4.20	21.43%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	4.785	0.249	9.590	7.870	5.44	2.29%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	16.220	0.591	21.950	17.540	1.44	4.84%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.302	0.174	5.190	4.740	4.01	2.64%		
Concentrado Final	24.970	0.370	29.710	21.340	5.64	12.17%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.234	0.160	4.790	3.790	19.38	7.28%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.105	0.017	3.880	3.290	60.19	12.20%		
Relave Final	0.119	0.014	2.540	2.260	314.36	23.55%		

Tabla 84: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-MC4\_C2

SPPP03-MC4_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.551	0.022	2.880	2.369	320.00	25.15%	1272.24	952.24
Concentrado Rougher	2.266	0.058	5.792	4.558	65.81	13.62%	483.29	417.48
Cola Rougher	0.108	0.012	2.126	1.802	254.19	32.22%	788.96	534.77
Overflow	2.029	0.082	5.545	4.372	85.21	11.24%	757.89	672.68
Alimentación 1°Limpieza	1.995	0.086	5.528	4.390	89.20	10.59%	842.56	753.36
Concentrado 1°Limpieza	15.289	0.287	19.584	15.165	9.65	7.44%	129.72	120.07
Cola 1°Limpieza	0.382	0.062	3.823	3.083	79.55	11.16%	712.84	633.29
Concentrado 2°Limpieza	28.343	0.297	32.421	24.289	4.23	23.72%	17.82	13.59
Cola 2°Limpieza (Columna)	5.122	0.280	9.586	8.060	5.43	4.85%	111.91	106.48
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	15.884	0.588	21.890	17.218	1.43	5.26%	27.23	25.80
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.261	0.169	5.172	4.774	3.99	4.72%	84.67	80.68
Concentrado Final	25.188	0.371	29.755	22.498	5.66	12.56%	45.05	39.39
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.228	0.164	4.707	3.742	19.40	7.06%	274.60	255.20
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.110	0.029	3.538	2.870	60.15	13.73%	438.24	378.09
Relave Final	0.108	0.016	2.396	2.007	314.34	25.61%	1227.19	912.85

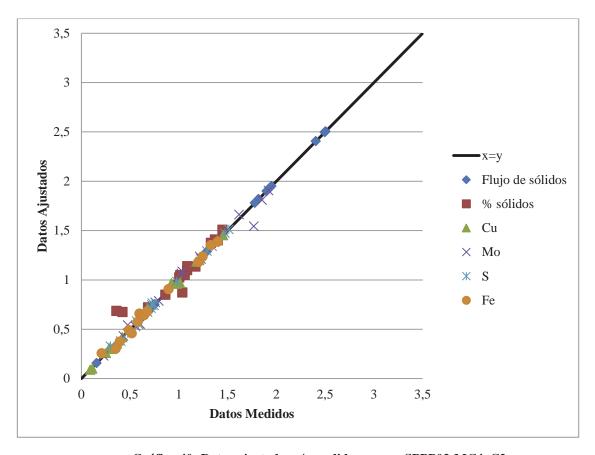


Gráfico 40: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC4\_C2

Tabla 85: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC4\_C2

SPPP03-MC4_C2		RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe							
Rougher	84.49%	54.67%	41.36%	39.57%							
1°Limpieza	82.91%	36.16%	38.33%	37.38%							
2°Limpieza	81.16%	45.23%	72.48%	70.12%							
1°Scavenger-Cleaner	78.32%	64.87%	30.02%	29.60%							
2°Scavenger-Cleaner	81.88%	55.49%	60.30%	56.41%							
Circuito limpieza general	95.6%	54.9%	44.2%	42.4%							
Circuito 2°limpieza	96.59%	75.62%	89.07%	86.97%							
Global	80.75%	30.03%	18.27%	16.79%							

Tabla 86: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-MC5\_C2

SPPP03-MC5_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.599	0.023	2.950	2.520	320.00	25.18%		
Concentrado Rougher	2.102	0.056	6.230	4.450	75.86	15.97%		
Cola Rougher	0.132	0.014	2.430	2.000	244.14	30.27%		
Overflow	1.982	0.093	5.660	4.220	103.25	11.76%		
Alimentación 1°Limpieza	2.082	0.092	5.660	4.250	105.92	12.30%		
Concentrado 1°Limpieza	15.190	0.419	22.490	16.260	10.46	12.31%		
Cola 1°Limpieza	0.458	0.071	3.070	2.750	95.46	9.62%		
Concentrado 2°Limpieza	21.900	0.353	33.480	23.380	6.12	25.65%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	5.740	0.412	10.710	9.540	4.34	2.77%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	16.556	0.699	24.490	17.860	1.67	7.62%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.622	0.285	5.220	4.830	2.67	3.06%		
Concentrado Final	19.842	0.481	28.770	19.530	7.79	15.75%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.360	0.221	4.420	4.240	27.39	6.75%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.095	0.016	3.440	2.890	68.07	11.69%		
Relave Final	0.119	0.014	2.670	2.240	312.21	23.60%		

Tabla 87: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPP03-MC5\_C2

SPPP03-MC5_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.612	0.024	3.219	2.603	320.00	25.18%	1270.80	950.80
Concentrado Rougher	2.173	0.055	5.981	4.485	75.87	14.73%	515.17	439.30
Cola Rougher	0.127	0.014	2.361	2.019	244.13	32.31%	755.63	511.51
Overflow	1.962	0.098	5.522	4.364	103.24	11.36%	908.77	805.53
Alimentación 1°Limpieza	1.951	0.102	5.504	4.374	105.89	10.80%	980.87	874.98
Concentrado 1°Limpieza	15.481	0.404	23.680	16.840	10.49	9.00%	116.47	105.98
Cola 1°Limpieza	0.464	0.069	3.506	3.004	95.40	11.04%	864.40	769.00
Concentrado 2°Limpieza	21.475	0.381	31.814	21.865	6.17	27.40%	22.54	16.36
Cola 2°Limpieza (Columna)	6.900	0.438	12.033	9.645	4.31	4.59%	93.93	89.62
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	15.455	0.697	23.529	17.410	1.67	7.63%	21.83	20.17
Cola 2°Scavenger-Cleaner	1.512	0.275	4.793	4.754	2.65	3.67%	72.10	69.45
Concentrado Final	20.195	0.448	30.053	20.918	7.84	17.67%	44.37	36.53
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	1.379	0.217	4.249	4.028	27.37	6.95%	393.60	366.23
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.096	0.010	3.207	2.592	68.03	14.45%	470.80	402.77
Relave Final	0.120	0.013	2.545	2.143	312.16	25.45%	1226.44	914.28

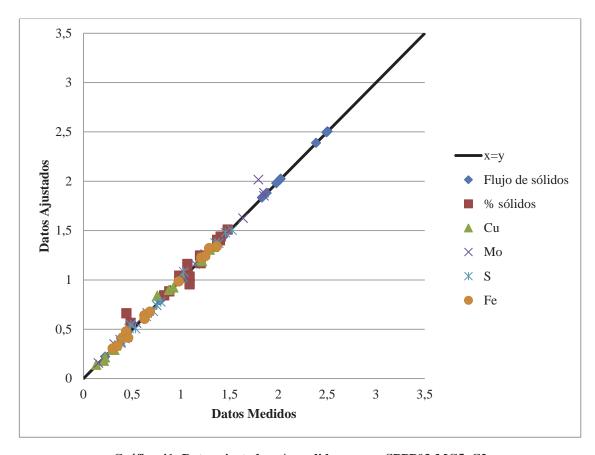


Gráfico 41: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC5\_C2

Tabla 88: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC5\_C2

SPPP03-MC5_C2		RECUPERACIÓN POR ETAPA									
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe							
Rougher	84.22%	54.79%	44.05%	40.85%							
1°Limpieza	78.58%	39.15%	42.61%	38.13%							
2°Limpieza	81.67%	55.49%	79.10%	76.45%							
1°Scavenger-Cleaner	85.28%	90.04%	34.77%	38.47%							
2°Scavenger-Cleaner	86.56%	61.50%	75.56%	69.76%							
Circuito limpieza general	96.0%	84.3%	51.9%	48.2%							
Circuito 2°limpieza	97.54%	82.87%	94.89%	92.88%							
Global	80.89%	46.17%	22.87%	19.69%							

Tabla 89: Análisis químicos y datos de operación medidos en la planta piloto SPPP03-MC6\_C2

SPPP03-MC6_C2		ANÁLISIS	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.580	0.023	2.910	2.500	320.00	30.07%		
Concentrado Rougher	2.480	0.075	5.780	4.840	56.80	18.39%		
Cola Rougher	0.170	0.011	2.210	1.970	263.20	36.85%		
Overflow	1.680	0.083	5.200	4.420	87.88	12.31%		
Alimentación 1°Limpieza	1.600	0.083	5.160	4.460	90.43	12.63%		
Concentrado 1°Limpieza	16.100	0.540	23.220	18.300	9.35	11.29%		
Cola 1°Limpieza	0.340	0.048	3.850	3.360	81.08	11.92%		
Concentrado 2°Limpieza	23.300	0.430	29.950	22.500	4.98	16.83%		
Cola 2°Limpieza (Columna)	7.910	0.550	16.260	13.400	4.38	6.41%		
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	17.100	1.120	29.110	22.600	1.83	17.71%		
Cola 2°Scavenger-Cleaner	2.230	0.310	9.780	8.490	2.55	4.73%		
Concentrado Final	21.300	0.610	29.490	21.700	6.80	11.22%		
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.800	0.120	5.200	4.740	31.08	8.52%		
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.054	0.004	2.630	2.350	49.99	15.56%		
Relave Final	0.130	0.009	2.360	1.900	313.20	28.69%		

Tabla 90: Análisis químicos y datos de operación ajustados en la planta piloto SPPPP03-MC6\_C2

SPPP03-MC6_C2		ANÁLISIS (	QUÍMICOS			DATOS OF	PERACIÓN	
ID. Flujo	Cu%	Mo%	S%	Fe%	Sólidos [kg/h]	% sólidos	Pulpa [kg/h]	Agua [kg/h]
Alimentación Rougher	0.594	0.022	2.887	2.423	320.00	30.07%	1064.19	744.19
Concentrado Rougher	2.557	0.073	5.787	4.693	56.93	17.14%	332.08	275.15
Cola Rougher	0.169	0.011	2.260	1.932	263.07	35.93%	732.11	469.04
Overflow	1.887	0.088	5.544	4.670	88.05	12.57%	700.59	612.54
Alimentación 1°Limpieza	1.895	0.094	5.642	4.767	90.58	12.06%	751.23	660.65
Concentrado 1°Limpieza	15.906	0.521	23.831	18.335	9.35	9.55%	97.90	88.55
Cola 1°Limpieza	0.283	0.044	3.548	3.205	81.23	12.43%	653.33	572.10
Concentrado 2°Limpieza	22.560	0.439	29.612	22.106	5.00	14.03%	35.62	30.63
Cola 2°Limpieza (Columna)	8.266	0.615	17.194	14.005	4.35	6.99%	62.28	57.92
Concentrado 2°Scavenger-Cleaner	16.767	1.076	28.598	22.205	1.82	15.61%	11.63	9.82
Cola 2°Scavenger-Cleaner	2.183	0.286	9.034	8.138	2.54	5.01%	50.64	48.11
Concentrado Final	21.017	0.608	29.342	22.133	6.81	14.42%	47.26	40.44
Concentrado 1°Scavenger-Cleaner	0.661	0.116	5.100	4.627	31.12	8.44%	368.51	337.39
Cola 1°Scavenger-Cleaner	0.048	0.000	2.585	2.322	50.11	17.60%	284.82	234.71
Relave Final	0.149	0.009	2.312	1.995	313.19	30.80%	1016.93	703.74

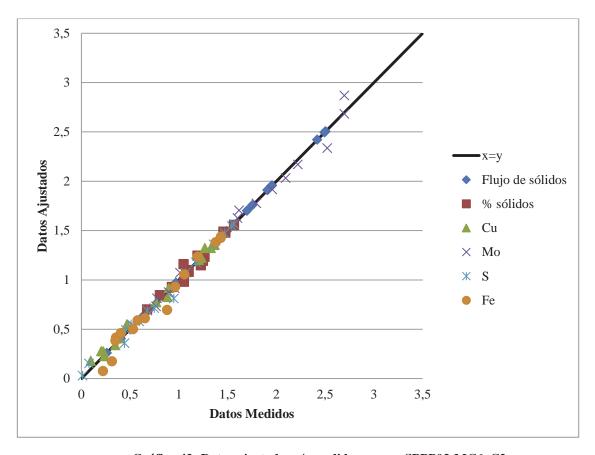


Gráfico 42: Datos ajustados v/s medidos survey SPPP03-MC6\_C2

Tabla 91: Recuperación de Cu. Mo. S y Fe por etapa del survey SPPP03-MC6\_C2

SPPP03-MC6_C2	RECUPERACIÓN POR ETAPA								
Etapa	%Cu	%Mo	%S	%Fe					
Rougher	76.64%	58.40%	35.66%	34.45%					
1°Limpieza	86.63%	57.44%	43.60%	39.70%					
2°Limpieza	75.81%	45.00%	66.41%	64.44%					
1°Scavenger-Cleaner	89.62%	99.81%	55.06%	55.31%					
2°Scavenger-Cleaner	84.60%	72.91%	69.37%	66.13%					
Circuito limpieza general	98.4%	99.8%	60.7%	56.4%					
Circuito 2°limpieza	96.28%	85.10%	89.71%	87.96%					
Global	75.39%	58.31%	21.64%	19.45%					

## ANEXO B MINERALOGÍAS DE ALIMENTACIÓN

Tabla 92: Mineralogía de las muestras SPPP01

Minerales         MC1         MC2-3)         MC4         MC5         MC6         MC7           Calcosina-Digenite         0.125         0.106         0.109         0.059         0.109         0.114           Cavelita         0.247         0.236         0.183         0.193         0.192         0.277           Calcopriria         1.081         0.641         1.236         0.893         0.871         0.732           Bornita         0.007         0.012         0.016         0.011         0.010         0.018           Baragiar/Tennantite         0.017         0.061         0.013         0.017         0.007         0.011           Bornita         0.090         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Alacamita         0.090         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Chrysocolla/Dioptus         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Cu-bearing Clays         0.006         0.007         0.007         0.006         0.005         0.008           Otros Ókidos de Cu         0.002         0.000         0.000         0.000         0.000 </th <th></th> <th></th> <th></th> <th>% N</th> <th>IASA</th> <th></th> <th></th>				% N	IASA		
Calcosina-Digenite         0.125         0.106         0.109         0.059         0.109         0.114           Covelita         0.247         0.236         0.183         0.193         0.192         0.277           Calcopirita         1.081         0.641         1.236         0.893         0.871         0.752           Bornita         0.007         0.012         0.016         0.011         0.010         0.018           Enargita/Tenantite         0.017         0.051         0.013         0.017         0.007         0.011           Bornita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Atheamita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Chrysocolla/Dioptase         0.000         0.000         0.000         0.000				SPI	PP01		
Covelitia   0.247   0.236   0.183   0.193   0.192   0.277	Minerales	MC1	MC(2-3)	MC4	MC5	MC6	MC7
Calcopirita   1.081	Calcosina-Digenite	0.125	0.106	0.109	0.059	0.109	0.114
Bornita	Covelita	0.247	0.236	0.183	0.193	0.192	0.277
Bornita	Calcopirita	1.081	0.641	1.236	0.893	0.871	0.752
Bomiss   0.000   0.0	Bornita	0.007	0.012	0.016	0.011	0.010	0.018
Anacamita 0.000 0.	Enargita/Tennantite	0.017	0.051	0.013	0.017	0.007	0.011
Corundum	Bornita	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Curystonia Displayse         0.006         0.007         0.007         0.006         0.005         0.008           Otros Óxidos de Cu         0.002         0.004         0.002         0.000         0.000         0.000           Pirita         3.031         3.337         2.857         2.186         1.994         2.235           Galena         0.000         0.001         0.001         0.000         0.000         0.002           Sphalerite         0.003         0.000         0.002         0.000         0.000         0.001           Molibdenita         0.017         0.014         0.016         0.019         0.011         0.014           Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686	Atacamita	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros Óxidos de Cu         0.002         0.004         0.002         0.000         0.000         0.002           Pirita         3.031         3.337         2.857         2.186         1.994         2.235           Galena         0.000         0.001         0.001         0.000         0.000         0.002           Sphalerite         0.003         0.000         0.002         0.000         0.000         0.001           Molibdenita         0.017         0.014         0.016         0.019         0.011         0.014           Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521	Chrysocolla/Dioptase	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros Óxidos de Cu         0.002         0.004         0.002         0.000         0.000         0.000           Pritta         3.031         3.337         2.857         2.186         1.994         2.235           Galena         0.000         0.001         0.001         0.000         0.000         0.002           Sphalerite         0.003         0.000         0.002         0.000         0.000         0.001           Molibdenita         0.017         0.014         0.016         0.019         0.011         0.014           Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521	Cu-bearing Clays	0.006	0.007	0.007	0.006	0.005	0.008
Pirita         3.031         3.337         2.857         2.186         1.994         2.235           Galena         0.000         0.001         0.001         0.000         0.000         0.025           Sphalerite         0.003         0.000         0.002         0.000         0.000         0.001           Molibdenita         0.017         0.014         0.016         0.019         0.011         0.014           Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           M	,	0.002	0.004	0.002	0.000	0.000	0.002
Sphalerite         0.003         0.000         0.002         0.000         0.001           Molibdenita         0.017         0.014         0.016         0.019         0.011         0.014           Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379		3.031	3.337	2.857	2.186	1.994	2.235
Molibdenita         0.017         0.014         0.016         0.019         0.011         0.014           Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538	Galena	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.025
Molibdenita         0.017         0.014         0.016         0.019         0.011         0.014           Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Calinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538	Sphalerite	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001
Fe Oxides         0.131         0.303         0.199         0.216         0.227         0.405           Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corndum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145	·	0.017	0.014	0.016	0.019	0.011	0.014
Rutile         0.354         0.345         0.310         0.350         0.264         0.310           Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.207         0.061         0.025     <	Fe Oxides	0.131	0.303	0.199	0.216	0.227	0.405
Corundum         0.000         0.005         0.001         0.002         0.000         0.028           Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Calinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009		0.354	0.345	0.310	0.350	0.264	0.310
Cuarzo         50.579         47.698         49.312         44.795         44.430         49.005           K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010		0.000	0.005	0.001	0.002	0.000	0.028
K-Feldespato         2.408         2.642         3.118         2.251         2.374         2.686           Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010 <td></td> <td>50.579</td> <td>47.698</td> <td>49.312</td> <td>44.795</td> <td>44.430</td> <td>49.005</td>		50.579	47.698	49.312	44.795	44.430	49.005
Albita         0.990         1.612         1.348         1.851         1.885         1.521           Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133 <td></td> <td>2.408</td> <td>2.642</td> <td>3.118</td> <td>2.251</td> <td>2.374</td> <td>2.686</td>		2.408	2.642	3.118	2.251	2.374	2.686
Plagioclasa         0.752         1.224         0.583         0.557         0.781         0.714           Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258		0.990	1.612	1.348	1.851	1.885	1.521
Muscovita/Sericita         20.524         20.025         22.490         21.300         21.625         21.289           Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973		0.752	1.224	0.583	0.557	0.781	0.714
Caolinita/Arcilla         15.632         17.223         13.504         20.806         20.433         15.379           Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.002         0.002 <td></td> <td>20.524</td> <td>20.025</td> <td>22.490</td> <td>21.300</td> <td>21.625</td> <td>21.289</td>		20.524	20.025	22.490	21.300	21.625	21.289
Biotita         0.956         0.884         1.025         0.979         1.223         1.538           Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.002         0.002         0.002           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0		15.632	17.223	13.504	20.806	20.433	15.379
Chlorite         0.071         0.093         0.107         0.419         0.440         0.145           Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.002           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002		0.956	0.884	1.025	0.979	1.223	1.538
Epidota         0.006         0.003         0.005         0.007         0.013         0.013           Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Svanbergite         0.003         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002		0.071	0.093	0.107	0.419	0.440	0.145
Amphibole         0.066         0.038         0.016         0.027         0.061         0.025           Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.001           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002		0.006	0.003	0.005	0.007	0.013	0.013
Piroxeno         0.010         0.045         0.005         0.224         0.342         0.009           Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Svanbergite         0.003         0.003         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002	_	0.066	0.038	0.016	0.027	0.061	0.025
Granate         0.042         0.053         0.007         0.007         0.021         0.010           Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Svanbergite         0.003         0.003         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002	•	0.010	0.045	0.005	0.224	0.342	0.009
Calcita/C03         0.138         0.176         0.208         0.145         0.104         0.133           Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Svanbergite         0.003         0.003         0.001         0.002         0.002         0.002           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002		0.042	0.053	0.007	0.007	0.021	0.010
Yeso-Anhidrita         0.337         0.376         0.223         0.307         0.390         0.258           Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Svanbergite         0.003         0.003         0.001         0.002         0.002         0.006         0.002           Apatito         0.074         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000		0.138	0.176	0.208	0.145	0.104	0.133
Alunita         2.383         2.746         3.011         2.280         2.127         2.973           Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Svanbergite         0.003         0.003         0.001         0.002         0.002         0.002           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002		0.337	0.376	0.223	0.307	0.390	0.258
Jarosita         0.000         0.000         0.000         0.000         0.000           Svanbergite         0.003         0.003         0.001         0.002         0.002         0.001           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002		2.383	2.746	3.011	2.280	2.127	2.973
Svanbergite         0.003         0.003         0.001         0.002         0.002         0.001           Apatito         0.008         0.004         0.002         0.003         0.006         0.002		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apatito 0.008 0.004 0.002 0.003 0.006 0.002		0.003	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001
0.074 0.000 0.000 0.000 0.052 0.100		0.008	0.004	0.002	0.003	0.006	0.002

Tabla 93: Mineralogías de las muestras SPPP02

				% M	[ASA			
				SPF	PP02			
Minerales	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8
Calcosina-Digenite	0.125	0.133	0.217	0.087	0.106	0.144	0.170	0.157
Covelita	0.242	0.167	0.033	0.091	0.073	0.275	0.157	0.116
Calcopirita	0.838	0.878	1.033	0.968	0.641	1.275	0.902	0.984
Bornita	0.014	0.013	0.043	0.005	0.004	0.017	0.011	0.015
Enargita/Tennantite	0.115	0.278	0.007	0.014	0.010	0.038	0.074	0.067
Bornita	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Atacamita	0.000	0.001	0.001	0.009	0.001	0.004	0.002	0.005
Chrysocolla/Dioptase	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu-bearing Clays	0.017	0.013	0.022	0.041	0.023	0.028	0.019	0.019
Otros Óxidos de Cu	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Pirita	6.617	5.402	3.872	5.230	4.430	7.715	5.259	4.965
Galena	0.016	0.015	0.000	0.022	0.001	0.016	0.001	0.002
Sphalerite	0.045	0.005	0.005	0.010	0.007	0.014	0.004	0.004
Molibdenita	0.032	0.041	0.023	0.092	0.070	0.039	0.053	0.025
Fe Oxides	0.105	0.059	0.112	0.348	0.203	0.060	0.125	0.073
Rutile	0.796	0.934	0.673	0.856	0.659	0.998	0.602	0.554
Corundum	0.002	0.026	0.005	0.000	0.003	0.018	0.001	0.000
Cuarzo	33.292	34.674	30.280	39.111	32.844	39.823	30.109	28.888
K-Feldespato	14.666	11.181	2.997	8.747	13.132	9.586	11.773	12.956
Albita	0.412	0.467	4.322	1.015	0.949	0.451	1.158	1.274
Plagioclasa	0.942	1.187	0.785	1.047	0.658	1.127	0.626	0.624
Muscovita/Sericita	27.590	30.098	40.590	29.359	33.271	21.088	32.041	31.880
Caolinita/Arcilla	10.612	11.327	9.629	7.674	7.424	14.000	13.203	14.129
Biotita	2.357	2.060	4.343	3.656	3.840	2.017	2.332	1.307
Chlorite	0.824	0.732	0.348	1.161	1.186	0.882	1.067	0.839
Epidota	0.001	0.007	0.000	0.008	0.003	0.001	0.027	0.005
Amphibole	0.032	0.039	0.002	0.052	0.031	0.020	0.045	0.031
Piroxeno	0.003	0.002	0.000	0.008	0.139	0.005	0.010	0.767
Granate	0.009	0.015	0.001	0.016	0.008	0.006	0.004	0.018
Calcita/C03	0.051	0.047	0.067	0.098	0.076	0.055	0.053	0.053
Yeso-Anhidrita	0.102	0.063	0.304	0.094	0.065	0.090	0.069	0.053
Alunita	0.005	0.006	0.002	0.013	0.006	0.006	0.007	0.002
Jarosita	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Svanbergite	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.006	0.000	0.000
Apatito	0.010	0.016	0.003	0.016	0.004	0.015	0.011	0.009
Otros	0.128	0.112	0.279	0.151	0.131	0.182	0.082	0.177

Tabla 94: Mineralogías de las muestras SPPP03

			% M	[ASA		
			SPF	PP03		
Minerales	MC1	MC2	МС3	MC4	MC5	MC6
Calcosina-Digenite	0.082	0.100	0.140	0.124	0.157	0.113
Covelita	0.119	0.159	0.126	0.127	0.053	0.224
Calcopirita	1.504	1.006	1.544	0.992	0.879	1.272
Bornita	0.017	0.013	0.019	0.006	0.003	0.007
Enargita/Tennantite	0.001	0.002	0.005	0.001	0.005	0.008
Bornita	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Atacamita	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000
Chrysocolla/Dioptase	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu-bearing Clays	0.016	0.015	0.032	0.021	0.040	0.018
Otros Óxidos de Cu	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
Pirita	3.610	4.631	5.162	4.049	3.085	4.431
Galena	0.050	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000
Sphalerite	0.015	0.016	0.022	0.006	0.511	0.017
Molibdenita	0.037	0.040	0.043	0.062	0.019	0.052
Fe Oxides	0.079	0.216	0.144	0.062	0.141	0.062
Rutile	0.678	0.729	0.622	0.628	0.669	0.779
Corundum	0.007	0.001	0.002	0.000	0.011	0.007
Cuarzo	37.071	36.968	33.803	34.510	32.803	36.165
K-Feldespato	6.347	6.365	6.143	4.876	1.801	5.931
Albita	0.656	0.847	0.738	0.901	4.858	0.627
Plagioclasa	1.015	1.463	1.363	0.813	0.646	1.149
Muscovita/Sericita	29.220	28.596	31.900	32.315	36.763	30.455
Caolinita/Arcilla	16.855	15.809	16.438	17.347	12.629	15.877
Biotita	1.631	1.787	1.049	2.156	3.781	2.004
Chlorite	0.510	0.474	0.321	0.644	0.268	0.438
Epidota	0.003	0.008	0.020	0.002	0.004	0.002
Amphibole	0.013	0.015	0.011	0.015	0.006	0.003
Piroxeno	0.003	0.001	0.004	0.015	0.005	0.001
Granate	0.006	0.013	0.012	0.005	0.007	0.008
Calcita/C03	0.104	0.074	0.066	0.059	0.150	0.066
Yeso-Anhidrita	0.088	0.160	0.075	0.064	0.417	0.079
Alunita	0.067	0.089	0.067	0.074	0.060	0.068
Jarosita	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Svanbergite	0.011	0.003	0.008	0.011	0.003	0.005
Apatito	0.052	0.069	0.036	0.055	0.028	0.038
Otros	0.130	0.329	0.084	0.052	0.199	0.091

Tabla 95: Mineralogías de la muestra SPPP04-MC1

	% Masa de minerales
	SPPP04
Minerales	MC1
Calcosina-Digenite	1.375
Covelita	0.124
Calcopirita	0.236
Bornita	0.182
Enargita/Tennantite	0.000
Bornita	0.006
Atacamita	0.037
Chrysocolla/Dioptase	0.000
Cu-bearing Clays	0.101
Otros Óxidos de Cu	0.002
Pirita	5.621
Galena	0.000
Sphalerite	0.004
Molibdenita	0.004
Fe Oxides	0.177
Rutile	0.791
Corundum	0.013
Cuarzo	47.199
K-Feldespato	0.355
Albita	0.949
Plagioclasa	1.281
Muscovita/Sericita	26.893
Caolinita/Arcilla	10.524
Biotita	1.559
Chlorite	0.914
Epidota	0.007
Amphibole	0.017
Piroxeno	0.004
Granate	0.007
Calcita/C03	0.165
Yeso-Anhidrita	0.144
Alunita	1.133
Jarosita	0.001
Svanbergite	0.008
Apatito	0.035
Otros	0.130
0.103	

## ANEXO C ANÁLISIS QUÍMICOS UNSIZED PARA MUESTRAS DE ALIMENTACIÓN, CONCENTRADOS Y RELAVE OBTENIDOS DEL TEST MFT

Tabla 96: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP01

					SPPP01			
		MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7
	Masa (g)	190.8	195.9	195.9	160.7	153.94	169.21	162.2
ción	Cu %	0.538	0.496	0.496	0.601	0.486	0.454	0.573
Alimentación	Mo %	0.008	0.006	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007
Vlim	Fe %	1.990	1.870	1.870	1.910	2.210	1.450	1.730
H	S%	2.690	2.420	2.420	2.680	2.210	2.230	2.440
1	Masa (g)	83.0	89.1	89.1	74.5	93.81	90.79	71.5
Concentrado 1	Cu %	6.170	5.456	5.456	6.982	5.533	3.393	7.363
entra	Mo %	0.037	0.034	0.034	0.031	0.036	0.028	0.034
onc	Fe %	9.710	9.350	9.350	17.4	14.18	10.810	16.870
$\circ$	S%	12.960	13.370	13.370	23.350	19.020	14.770	20.69
2	Masa (g)	88.4	107.3	107.3	77.900	61.890	83.61	90.300
ado :	Cu %	2.982	2.158	2.158	3.631	1.865	2.056	2.525
Concentrado 2	Mo %	0.035	0.026	0.026	0.029	0.033	0.028	0.026
once	Fe %	7.540	6.580	6.580	9.580	6.290	8.040	7.870
$\circ$	S%	9.730	8.430	8.430	13.250	7.400	9.480	10.260
3	Masa (g)	290.2	270.2	270.2	209.1	220.34	233.93	214.2
ado	Cu %	0.311	0.280	0.280	0.413	0.200	0.586	0.419
entra	Mo %	0.010	0.007	0.007	0.008	0.007	0.008	0.010
Concentrado 3	Fe %	2.650	2.340	2.340	1.940	1.240	0.660	1.870
$\circ$	S%	3.600	3.220	3.220	2.550	1.810	2.810	2.590
4	Masa (g)	143.1	135.7	135.7	149.6	111.99	118.97	165.5
Concentrado 4	Cu %	0.067	0.067	0.067	0.101	0.065	0.096	0.097
entr	Mo %	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
onc	Fe %	1.270	0.920	0.920	0.790	0.650	0.680	0.720
0	S%	1.920	1.460	1.460	1.210	1.130	1.240	1.180
	Masa (g)	1071.1	1059.2	1059.2	1032.3	870.22	848.6	950.3
ıe ,	Cu %	0.030	0.025	0.025	0.040	0.024	0.022	0.028
Relave	Mo %	0.004	0.003	0.003	0.002	0.005	0.002	0.003
R	Fe %	0.730	0.630	0.630	0.510	0.523	0.300	0.320
	S%	1.150	0.970	0.970	0.780	0.800	0.760	0.710
do	Mass (g)	338.7	342.1	342.1	281.94	272.4	294.0	301.5
oina	Cu %	1.485	1.441	1.441	1.818	1.553	1.395	1.448
om	Mo %	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014	0.013	0.013
Con.Combinado	Fe %	4.070	3.920	3.920	5.530	4.660	4.090	4.420
Ŭ	S%	5.460	5.180	5.180	6.490	5.610	5.280	5.490

Tabla 97: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP02

					SPP	P02			
		MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8
	Masa (g)	172.30	168.00	173.27	153.53	142.07	195.20	155.50	159.50
ciór	Cu %	0.584	0.564	0.500	0.459	0.390	0.561	0.544	0.539
enta	Mo %	0.018	0.017	0.016	0.019	0.018	0.018	0.017	0.018
Alimentación	Fe %	3.030	2.890	2.920	3.180	2.810	2.940	3.320	2.860
A	S%	3.430	3.160	3.180	2.880	2.950	3.250	2.770	3.000
1	Masa (g)	111.20	104.10	50.69	55.46	67.77	106.30	112.04	100.59
Concentrado 1	Cu %	2.325	2.116	3.456	3.607	2.605	2.365	2.626	3.277
entra	Mo %	0.037	0.038	0.039	0.035	0.031	0.037	0.042	0.045
once	Fe %	15.570	14.690	4.680	12.620	8.550	14.880	9.530	10.330
O	S%	18.410	13.700	5.690	16.450	10.320	16.840	11.370	13.430
2	Masa (g)	108.70	117.50	80.93	79.20	87.41	106.10	103.43	111.38
opt (	Cu %	2.191	2.360	2.674	2.603	1.465	2.753	1.982	2.262
Concentrado 2	Mo %	0.050	0.049	0.039	0.045	0.038	0.045	0.051	0.050
once	Fe %	15.120	14.320	3.980	11.140	7.860	14.790	9.980	9.200
	S%	17.460	9.500	4.720	11.690	9.380	16.950	11.850	12.630
3	Masa (g)	261.10	261.00	244.47	241.14	232.99	289.30	278.42	311.95
Concentrado 3	Cu %	0.578	0.769	0.823	0.523	0.614	0.751	0.499	0.595
entra	Mo %	0.021	0.032	0.033	0.028	0.031	0.026	0.031	0.036
onc	Fe %	2.450	3.470	3.010	4.810	5.690	3.720	4.570	4.920
0	S%	3.980	3.830	3.160	5.940	6.530	4.480	5.270	5.530
4	Masa (g)	197.100	187.700	48.570	105.020	124.310	187.700	116.390	125.220
Concentrado 4	Cu %	0.185	0.199	0.213	0.109	0.121	0.211	0.169	0.226
entr	Mo %	0.008	0.008	0.011	0.008	0.009	0.010	0.005	0.007
Jonc	Fe %	0.700	0.750	1.760	0.950	1.010	0.820	1.020	0.880
	S%	0.580	3.830	1.600	0.660	0.970	0.770	1.240	0.710
	Masa (g)	857.20	868.40	929.59	774.92	735.31	937.20	758.15	808.83
e /e	Cu %	0.101	0.117	0.148	0.110	0.102	0.128	0.120	0.113
Relave	Mo %	0.009	0.009	0.010	0.012	0.011	0.011	0.010	0.006
N N	Fe %	0.370	0.410	2.640	0.990	1.120	0.580	0.630	0.510
	S%	0.290	0.350	2.900	0.660	1.130	0.450	0.420	0.370
op	Mass (g)	382.7	375.3	235.4	224.3	284.9	387.3	340.0	362.0
oina	Cu %	1.092	1.098	1.400	1.193	1.266	1.084	1.042	1.249
Joml	Mo %	0.031	0.029	0.034	0.031	0.026	0.027	0.032	0.034
Con.Combinado	Fe %	6.420	6.040	3.220	6.780	5.420	6.360	5.540	5.980
Ŭ	S%	7.590	7.170	3.600	6.630	6.020	7.290	6.200	6.500

Tabla 98: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP03

				SPF	PP03		
		MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
_	Masa (g)	190.50	196.10	176.70	176.51	168.06	176.40
Alimentación	Cu %	0.555	0.530	0.590	0.474	0.478	0.580
enta	Mo %	0.022	0.020	0.021	0.022	0.021	0.021
lim	Fe %	2.500	2.580	2.790	2.430	2.490	2.570
₹	S%	2.670	2.690	2.960	2.680	2.590	2.710
	Masa (g)	124.20	127.70	163.80	53.98	41.90	146.00
opı	Cu %	3.598	1.840	1.920	3.337	2.852	1.820
Concentrado 1	Mo %	0.047	0.038	0.058	0.040	0.043	0.040
once	Fe %	12.820	11.040	8.110	6.710	8.310	9.350
Ö	S%	14.120	10.920	9.130	8.590	10.920	10.930
- 2	Masa (g)	81.40	142.10	177.80	105.51	100.27	145.10
Concentrado 2	Cu %	2.527	1.910	2.050	2.357	2.268	2.340
entre	Mo %	0.045	0.047	0.059	0.039	0.038	0.062
once	Fe %	8.590	10.550	10.580	6.400	7.330	10.980
Ö	S%	9.810	12.570	11.970	8.190	8.910	12.580
~	Masa (g)	288.60	308.30	249.70	308.26	237.75	242.00
opı	Cu %	0.828	0.700	1.000	0.714	0.752	0.860
Concentrado 3	Mo %	0.041	0.033	0.042	0.032	0.033	0.034
once	Fe %	4.510	3.250	3.570	6.030	6.260	2.660
O	S%	4.410	3.770	4.040	7.390	7.220	2.840
4	Masa (g)	161.00	199.90	194.60	55.61	47.84	187.00
, opr	Cu %	0.238	0.220	0.170	0.148	0.252	0.170
Concentrado 4	Mo %	0.013	0.012	0.009	0.018	0.026	0.008
onc	Fe %	1.780	0.810	0.620	1.200	2.050	0.540
O	S%	1.650	0.760	0.480	1.160	2.140	0.490
	Masa (g)	996.60	916.50	834.20	912.75	856.22	877.00
e	Cu %	0.115	0.130	0.110	0.089	0.115	0.120
Relave	Mo %	0.011	0.011	0.010	0.014	0.015	0.009
R	Fe %	0.690	0.550	0.440	0.480	0.630	0.540
	S%	0.620	0.410	0.330	0.400	0.470	0.330
Jo	Mass (g)	362.3	436.0	444.0	292.1	237.2	403.0
vinac	Cu %	1.195	1.020	1.150	1.168	1.280	1.190
omb	Mo %	0.032	0.028	0.034	0.033	0.033	0.034
Con.Combinado	Fe %	5.200	5.100	4.960	5.780	6.560	4.980
၁	S%	6.290	5.810	5.930	6.500	7.400	5.950

Tabla 99: Valores de análisis químicos unsized para MFT de la muestra SPPP04

Masa (g) 168.3  Cu % 1.255  Mo % 0.002  Fe % 2.940	;
l 'ä	j
Cu % 1.255  Mo % 0.002  Fe % 2.940	
Mo % 0.002 Fe % 2.940	,
Fe % 2.940	,
5	)
S% 4.270	)
Masa (g) 135.0	)
Cu % 3.669  Mo % 0.002  Fe % 6.010	)
Mo % 0.002	2
Fe % 6.010	)
S% 7.710	)
Masa (g) 182.0	)
Masa (g) 182.0  Cu % 3.959  Mo % 0.002  Fe % 6.830	)
Mo % 0.002	2
Fe % 6.830	)
S% 8.830	)
Masa (g) 205.1	
Open         Cu %         2.497	'
Cu % 2.497  Mo % 0.003  Fe % 6.580  S% 8.020	3
Fe % 6.580	)
	)
Masa (g) 183.4  Cu % 0.492  Mo % 0.002  Fe % 2.130	ļ
은 Cu % 0.492	2
Mo % 0.002	2
Fe % 2.130	)
S% 2.810	)
Masa (g) 825.6	(
Cu % 0.176	Ó
Mo % 0.002	2
Fe % 1.290	)
S% 2.040	)
O Mass (g) 394.0	)
Cu % 2.508	3
мо % 0.002	2
Cu % 2.508  Mass (g) 394.0  Cu % 2.508  Mo % 0.002  Fe % 5.340	)
S% 6.590	)

# ANEXO D ANÁLISIS QUÍMICOS TAMAÑO POR TAMAÑO PARA MUESTRAS DE ALIMENTACIÓN, CONCENTRADO COMBINADO Y RELAVE OBTENIDOS DEL TEST MFT

Tabla 100: Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP01

	size					SPPP01			
	μm		MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7
	,,,,,,	Mass (g)	21.4	20.9	20.9	10.9	11.8	2.6	11.9
		Cu %	0.36	0.383	0.383	0.365	0.325	0.565	0.356
	150	Mo %	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.005	0.005
	100	Fe %	1.25	1.29	1.29	2.09	1.01	2.09	1.57
		S%	1.65	1.64	1.64	1.31	1.22	2.05	1.32
		Mass (g)	19.2	19.9	19.9	15.2	16.4	26.7	17.1
		Cu %	0.602	0.557	0.557	0.688	0.485	0.488	0.586
Ó <u>r</u>	75	Mo %	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
့် ခွ		Fe %	2.69	2.39	2.39	2.69	2.23	2.39	2.54
i ii		S%	3.3	3.04	3.04	3.12	2.54	3.12	2.82
Alimentación		Mass (g)	15.8	16.6	16.6	12.9	14.4	15.5	14
<u>.</u> <u>.</u>	20	Cu %	0.73	0.647	0.647	0.773	0.542	0.373	0.693
$\blacksquare$	38	Mo %	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.007
		Fe %	2.71	2.46	2.46	2.82	2.43	1.82	3.04
		S%	3.44	3.11	3.11	3.19	2.64	2.89	2.96
		Mass (g)	55.5	56.1	56.1	40.51	43.42	47.6	47.2
	20	Cu % Mo %	0.546 0.007	0.481 0.007	0.481 0.007	0.668 0.008	0.504 0.007	0.368	0.583 0.008
	-38	Fe %	1.64	1.5	1.5	0.008	1.69	0.008 0.98	1.2
		S%	2.51	2.29	2.29	2.74	2.21	2.14	2.46
		Mass (g)	14.8	13.4	13.4	6.3	7.1	7.8	7.7
		Cu %	4.187	4.309	4.309	4.701	3.73	3.033	4.681
	150	Mo %	0.01	0.012	0.012	0.011	0.019	0.012	0.014
	130	Fe %	8.63	8.31	8.31	8.91	5.91	5.35	8.36
		S%	10.65	22.42	22.42	10.86	7.11	7.45	10.52
		Mass (g)	16.9	16.4	16.4	16.9	13.4	14.5	13.8
ਰੁੱ		Cu %	5.955	6.08	6.08	6.296	5.475	5.212	6.523
na	75	Mo %	0.022	0.024	0.024	0.02	0.032	0.025	0.026
<u>iā</u>		Fe %	18.18	19.16	19.16	23.72	18.57	20.44	22.34
Conc. Combinado		S%	22.66	10.56	10.56	29.46	21.95	23.95	27.15
ŭ		Mass (g)	26.8	27.9	27.9	18.7	26.3	25.7	21.3
್ರ	20	Cu %	3.752	3.776	3.776	5.182	3.178	3.52	4.162
o u	38	Mo % Fe %	0.024 9.54	0.024 10.41	0.024 10.41	0.03 17.46	0.026 10.82	0.026 12.17	0.027 12.96
Ŭ		S%	12.09	12.55	12.55	21.44	14.43	14.78	17.08
		Mass (g)	280.2	284.4	284.4	240.04	230.4	246	258.7
		Cu %	0.935	0.898	0.898	1.03	0.996	0.889	0.924
	-38	Mo %	0.012	0.012	0.012	0.012	0.015	0.012	0.012
		Fe %	2.35	2.38	2.38	2.75	2.54	2.65	2.48
		S%	3.35	3.28	3.28	3.56	3.27	3.31	3.5
		Mass (g)	150	145.1	145.1	105.1	93.5	93.9	103.5
		Cu %	0.055	0.05	0.05	0.065	0.056	0.024	0.0059
	150	Mo %	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006
		Fe %	0.55	0.52	0.52	0.49	0.5	0.47	0.46
		S%	0.96	0.89	0.89	0.74	0.64	0.68	0.7
		Mass (g)	128	131.9	131.9	135.1	136.8	143	133.7
	75	Cu % Mo %	0.021 0.004	0.018 0.004	0.018 0.004	0.028 0.004	0.028 0.004	0.011 0.004	0.033 0.004
	13	Fe %	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Relave		S%	1.35	1.07	1.07	0.43	0.4	0.62	0.29
<u>6</u>		Mass (g)	92.4	97.3	97.3	102.4	82.1	76.4	103.4
~		Cu %	0.022	0.014	0.014	0.026	0.02	0.008	0.052
	38	Mo %	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003
		Fe %	0.85	0.6	0.6	0.44	0.57	0.24	0.44
		S%	1.19	0.93	0.93	0.62	0.55	0.56	0.81
		Mass (g)	135.4	129.1	129.1	160.61	188.7	190.7	160.1
	-	Cu %	0.025	0.027	0.027	0.03	0.028	0.033	0.024
	-38	Mo %	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
		Fe %	0.59	0.61	0.61	0.43	0.57	0.17	0.32
		S%	1.02	0.94	0.94	0.81	0.79	0.78	0.95

Tabla 101: Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP02

	size	_ ****			P	SPP				
	μm		MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8
		Mass (g)	15.7	17.3	18.8	16.7	15.2	25.1	25.1	20.5
		Cu %	0.468	0.451	0.439	0.455	0.41	0.455	0.455	0.413
	150	Mo %	0.014	0.014	0.012	0.019	0.013	0.012	0.012	0.012
		Fe %	2.57	2.36	2.2	3.07	3.16	2.53	2.53	1.76
		S%	2.74	2.58	2.26	2.51	2.86	2.47	2.47	1.94
		Mass (g)	14	14.1	15.5	6.2	5.2	18	18	16.9
		Cu %	0.685	0.667	0.658	0.572	0.457	0.677	0.677	0.638
ón	75	Mo %	0.022	0.02	0.02	0.02	0.02	0.019	0.019	0.02
ici		Fe %	5.03	4.69	5.22	6.22	5.71	5.07	5.07	4.96
nta		S%	5.41	5.21	5.91	4.74	5.04	5.47	5.47	5.75
Alimentación		Mass (g)	10	10.7	11.5	7.5	8	5.2	5.2	11.6
i.		Cu %	0.849	0.736	0.783	0.604	0.479	0.812	0.812	0.768
A]	38	Mo %	0.03	0.028	0.031	0.026	0.021	0.025	0.025	0.03
		Fe %	5.54	4.8	5.54	6.06	5.33	5.57	5.57	4.91
		S%	5.78	5.23	6.03	4.67	5.02	5.5	5.5	5.98
		Mass (g)	54.8	55.1	53.1	43	38.8	74.9	74.9	55
		Cu %	0.579	0.502	0.439	0.409	0.361	0.592	0.592	0.542
	-38	Mo %	0.018	0.016	0.014	0.015	0.014	0.018	0.018	0.018
		Fe %	2.26	1.92	1.67	2.2	2.09	2.48	2.48	1.97
		S%	2.41	2.16	2.26	2.68	2.02	2.6	2.6	2.22
		Mass (g)	16.6	15.1	2.9	11.4	10.5 3.634	18.1	8.1	31.1 1.503
	150	Cu % Mo %	2.053	1.909	6.566	3.143		2.193	2.472	
	150	Fe %	0.012 17.31	0.012 17.5	0.024 10.36	0.013 21.36	0.014 18.72	0.013 18.61	0.024 15.14	0.03 10.05
		S%	21.2	23.13	10.36	20.92	23.16	22.63	19.35	11.73
		Mass (g)	24.4	27.3	9.1	9.1	8.7	30.5	19.33	32.9
og		Cu %	2.738	2.572	7.095	3.15	3.601	2.654	2.614	1.687
18(	75	Mo %	0.037	0.042	0.074	0.027	0.025	0.028	0.063	0.02
ir	,5	Fe %	22.25	20.85	12.52	24.59	22.2	20.78	19.72	21.06
Conc. Combinado		S%	27.95	26.52	14.25	24.96	27.13	27.06	27.45	21.74
Į,		Mass (g)	19.5	28.1	17.5	21.9	22.7	30.8	27.5	33.8
		Cu %	2.572	2.275	4.108	2.589	2.573	2.656	2.187	1.781
nc	38	Mo %	0.076	0.079	0.105	0.058	0.063	0.066	0.087	0.07
0,		Fe %	16.99	15.28	8.02	16.17	14.19	16.74	15.9	11.16
		S%	21.19	19.25	9.19	17.16	17.68	17.63	18.25	15.74
		Mass (g)	322.2	304.8	205.9	181.9	243	307.9	284.5	264.2
		Cu %	0.87	0.799	1.05	0.75	0.774	0.718	0.872	1.256
	-38	Mo %	0.027	0.025	0.03	0.026	0.024	0.022	0.025	0.03
		Fe %	3.42	2.96	2.78	3.44	3.11	2.83	3.47	3.13
		S%	3.67	3.21	3.12	3.62	3.51	3.02	3.38	3.11
		Mass (g)	128.5	152.2	147.6	161.8	173.2	165.8	136.7	135.1
	150	Cu %	0.242	0.268	0.255	0.225	0.217	0.267	0.233	0.209
	150	Mo %	0.013	0.014	0.012	0.012	0.013	0.012	0.018	0.011
		Fe %	0.71	0.72 0.71	1.69	1.09	1.39	0.85	0.97	0.86
		Mass (g)	107.4	100.3	110.4	49.3	53.2	103.4	122.8	108.4
		Cu %	0.081	0.086	0.174	0.08	0.079	0.093	0.093	0.067
	75	Mo %	0.016	0.015	0.015	0.02	0.02	0.017	0.01	0.008
a)	,5	Fe %	0.31	0.41	4.69	1.27	1.94	0.45	0.89	0.21
AV		S%	0.26	0.29	4.99	0.77	1.88	0.38	0.47	0.29
Relave		Mass (g)	71.1	52.3	69.5	71.6	78.1	66.8	49.8	74
~		Cu %	0.05	0.055	0.082	0.049	0.048	0.056	0.058	0.05
	38	Mo %	0.012	0.01	0.015	0.025	0.017	0.014	0.007	0.004
		Fe %	0.29	0.29	5.48	1.97	1.57	0.39	0.96	0.66
		S%	0.19	0.2	5.18	0.75	1.52	0.23	0.39	0.52
		Mass (g)	198.8	202.7	172.5	215.2	200.5	165.4	239	182.5
		Cu %	0.052	0.05	0.087	0.044	0.052	0.055	0.081	0.076
	-38	Mo %	0.002	0.003	0.006	0.003	0.004	0.003	0.002	0.002
		Fe %	0.23	0.23	1.68	0.45	0.62	0.29	0.46	0.43
		S%	0.1	0.12	1.7	0.32	0.5	0.12	0.2	0.15

Tabla 102: Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP03

	size	14014 1		mano por tan		para muestras PP03	511105	
	μm		MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
	p. m.	Mass (g)	32.1	38	18.1	22.5	22.9	22
	-	Cu %	0.52	0.51	0.502	0.467	0.446	0.477
	150	Mo %	0.018	0.018	0.015	0.016	0.016	0.016
	130	Fe %	2.42	2.4	2.3	2.2	2.33	1.93
	-	S%	2.78	2.84	2.58	2.21	2.46	2.07
		Mass (g)	8.1	8.7	13.3	7.8	7.3	15.3
	-	Cu %	0.76	0.67	0.674	0.606	0.581	0.626
ų	75	Mo %	0.026	0.023	0.021	0.02	0.022	0.021
Alimentación	''	Fe %	4.17	4.49	4.3	4.31	4.49	4.03
ta		S%	4.55	5.17	4.87	4.36	4.55	4.36
ua		Mass (g)	11.1	11.8	4.1	12.1	11	11.1
Ĕ	-	Cu %	0.86	0.79	0.685	0.703	0.655	0.758
	38	Mo %	0.034	0.031	0.021	0.03	0.028	0.03
$\triangleleft$	-	Fe %	4.5	4.43	3.31	4.56	4.36	4.53
		S%	5	5.31	3.19	4.81	4.73	4.92
		Mass (g)	63.9	65.5	62.5	56	54.7	57.6
		Cu %	0.52	0.48	0.594	0.466	0.442	0.655
	-38	Mo %	0.023	0.021	0.023	0.022	0.021	0.022
	50	Fe %	1.86	1.88	2.3	2	1.86	1.9
		S%	1.88	1.95	2.57	2.03	1.87	1.99
		Mass (g)	23.7	37.8	20.8	15.7	11.1	21.6
	-	Cu %	3.36	2.29	1.945	2.45	3.167	2.112
	150	Mo %	0.028	0.018	0.018	0.014	0.013	0.017
	100	Fe %	19.27	13.2	13.51	18.68	23.2	12.33
		S%	22.14	18.79	16.54	22.22	26.47	14.87
		Mass (g)	11.8	15.6	31.9	11.2	8.7	28.2
윧		Cu %	3.58	2.39	1.955	3.031	3.308	2.385
ğ	75	Mo %	0.056	0.04	0.04	0.018	0.02	0.039
	''	Fe %	20.65	17.75	16.8	22.01	23.74	17.77
Conc. Combinado		S%	24.04	20.74	20.1	25.7	28.29	20.39
ē		Mass (g)	19.1	29.5	27.6	13.4	14.5	31.5
<u> </u>		Cu %	3.06	2.03	1.9	2.633	3.04	2.217
ne	38	Mo %	0.07	0.06	0.066	0.032	0.037	0.068
Ę		Fe %	14.71	12.73	12.78	15.32	18.02	13.33
		S%	17.24	15.12	15.15	19.85	21.19	14.99
		Mass (g)	307.7	353.1	363.7	251.8	202.9	321.7
		Cu %	1	0.67	0.833	1.054	1.106	0.845
	-38	Mo %	0.034	0.028	0.033	0.035	0.031	0.03
		Fe %	3.29	2.44	3	3.97	3.56	2.84
		S%	3.82	3.06	3.29	4.36	4.36	3.01
		Mass (g)	204.9	238.1	157.1	170.4	164.4	173.8
		Cu %	0.23	0.21	0.264	0.137	0.214	0.254
	150	Mo %	0.018	0.017	0.015	0.016	0.015	0.013
		Fe %	0.91	0.68	0.68	0.77	0.89	0.66
		S%	0.9	0.65	0.66	0.66	0.83	0.62
		Mass (g)	45.9	50.3	97.9	49.7	47.87	105
		Cu %	0.085	0.068	0.078	0.101	0.102	0.081
	75	Mo %	0.021	0.019	0.013	0.021	0.019	0.013
, e		Fe %	0.87	0.45	0.47	0.67	0.82	0.5
a		S%	0.79	0.29	0.25	0.36	0.42	0.23
Relave		Mass (g)	38.8	54.3	36.7	70.1	68.1	62.2
		Cu %	0.058	0.054	0.056	0.05	0.064	0.055
	38	Mo %	0.018	0.016	0.007	0.026	0.024	0.011
		Fe %	0.75	0.39	0.63	0.58	0.75	0.06
		S%	0.76	0.26	0.19	0.31	0.33	0.17
		Mass (g)	213.8	158.1	210.3	212.6	223.73	167
		Cu %	0.045	0.049	0.041	0.078	0.056	0.048
	-38	Mo %	0.006	0.003	0.003	0.008	0.01	0.002
		Fe %	0.46	0.28	0.31	0.09	0.38	0.47
		S%	0.28	0.14	0.12	0.22	0.25	0.11

Tabla 103: : Análisis tamaño por tamaño de MFT para muestras SPPP04

Mass (g)   18   Cu %   0.9	.3
Cu %   0.9     Mo %   0.0     Fe %   3.0     S%   4.1     Mass (g)   13     Cu %   1.5     Mo %   0.0     Fe %   6.0     S%   7.     Mass (g)   2     Cu %   1.9     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Ass (g)   56     Cu %   1.0     Fe %   6.4     S%   7.6     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Fe %   1.8     S%   2.6     Mass (g)   2     Cu %   4.1     Cu %   4.1	42 02 08 19 .8 09 02 03 4 0 38 002 47 54 .9 222 002 88
No %   0.0	02 08 19 .8 09 02 03 4 0 38 002 17 54 .9 22 02 03 88
Fe %   3.0   S%   4.1   Mass (g)   13   Cu %   1.5   Mo %   0.0   Fe %   6.0   S%   7.   Mass (g)   56   Cu %   1.9   Mass (g)   56   Cu %   1.0   Mass (g)   56   Cu %   1.0   Mo %   0.0   Fe %   6.4   S%   7.6   Mass (g)   56   Cu %   1.0   Mo %   0.0   Fe %   1.8   S%   2.6   Mass (g)   2   Cu %   4.1   Mass (g)   Cu %   M	08 19 .8 09 02 03 4 0 38 02 47 7 64 .9 22 02 03 88
S%   4.1     Mass (g)   13     Cu %   1.5     Cu %   0.0     Fe %   6.0     S%   7.     Mass (g)   9     Cu %   1.9     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Ass (g)   56     Cu %   1.0     Fe %   6.4     S%   7.6     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Fe %   1.8     S%   2.6     Mass (g)   2     Cu %   4.1     Mass (g)   2     Cu %   4.1     Cu %   4.1	19 .8 09 02 03 4 0 38 02 17 64 .9 222 002 38
Mass (g)   13   Cu %   1.5     Cu %   1.5     Mo %   0.0     Fe %   6.0     S%   7.     Mass (g)   9     Cu %   1.9     Mo %   0.0     Fe %   6.4     S%   7.6     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Mo %   0.0     Fe %   1.5     S%   2.6     Mass (g)   2     Mass (g)   2     Cu %   4.1     Cu %   4.1     Cu %   4.1	.8 09 02 03 4 0 38 02 47 54 .9 222 02
Cu %   1.5   Mo %   0.0     Fe %   6.0     S%   7.     Mass (g)   9     Cu %   1.9     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Fe %   6.4     S%   7.6     Mass (g)   56     Cu %   1.0     Fe %   1.8     S%   2.6     Mass (g)   2     Cu %   4.1	09 02 03 4 0 38 02 47 54 .9 22 02
To   Mo %   0.0   Fe %   6.0   S%   7.0   Mass (g)   S%   7.0   Mass (g)   5.0   Mo %   0.0   Fe %   1.0   Mo %   0.0   Fe %   1.5   S%   2.0   Mass (g)   2.	02 03 4 0 38 02 47 54 .9 22 02
Fe % 6.4 S% 7.6 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	03 44 0 338 002 47 54 .9 22 002
Fe % 6.4 S% 7.6 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	4 0 38 02 47 54 .9 22 02 38
Fe % 6.4 S% 7.6 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	38 02 47 54 .9 22 02
Fe % 6.4 S% 7.6 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	38 02 47 54 .9 22 02
Fe % 6.4 S% 7.6 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	02 47 54 .9 22 02
Fe % 6.4 S% 7.6 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	17 54 .9 22 02 38
Fe % 6.4 S% 7.6 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	54 .9 .22 .02 .88
-38 Mass (g) 56 Cu % 1.0 -38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	02 02 38
Cu % 1.0  Mo % 0.0  Fe % 1.8  S% 2.6  Mass (g) 2  Cu % 4.1	22 02 38
-38 Mo % 0.0 Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	02 38
Fe % 1.8 S% 2.6 Mass (g) 2 Cu % 4.1	38
S% 2.0 Mass (g) 2 Cu % 4.1	38
Mass (g) 2: Cu % 4.1	
Cu % 4.1	
Cu % 4.1	
	22
150 Mo % 0.0	02
Fe % 13.	29
S% 17.	53
Mass (g) 33	.5
75 Mo % 0.0 Fe % 18. S% 22 Mass (g) 33 Cu % 5.7 Mo % 0.0 Fe % 18. S% 22 Cu % 5.6 Mo % 0.0 Fe % 13.	22
75 Mo % 0.0	03
Fe % 18.	51
S% 22	.6
Mass (g) 27	.5
Cu % 5.6	28
38 Mo % 0.0	
Fe % 13.	
S% 17.	
Mass (g) 30	
Cu % 1.3	38
-38 Mo % 0.0	02
Fe % 2.1	19
S% 3.	
Mass (g) 149	9.8
Cu % 0.1	
150 Mo % 0.0	02
Fe % 0.	
S% 1.6	
Mass (g) 9.	5
Cu % 0.1	
75 Mo % 0.0	
Fe % 1.5	
Fe % 1.3 S% 2.3 Mass (g) 54 Cu % 0.1	
Mass (g) 54	
38 Mo % 0.0	
Fe % 2.3	
S% 3.	
Mass (g) 204	
Cu % 0.2	
-38 Mo % 0.0	
Fe % 1.1	
S% 1.5	

## ANEXO E GRÁFICOS DE $R_{max}$ POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS (-38 µm, +38 µm a -75 µm, +75 µm a - 150 µm y +150 µm)

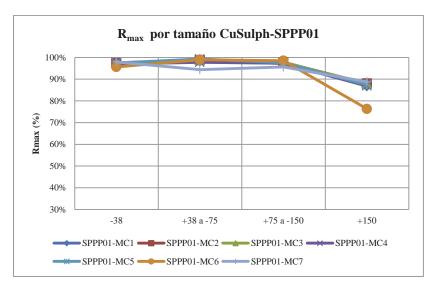


Gráfico 43:  $R_{max}$  por tamaño CuSulph-SPPP01

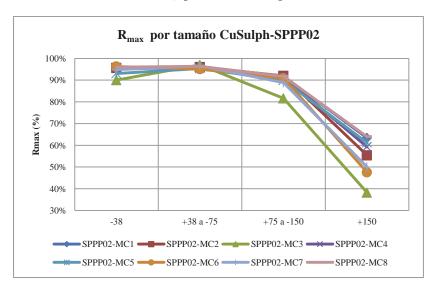


Gráfico 44: R<sub>max</sub> por tamaño CuSulph-SPPP02

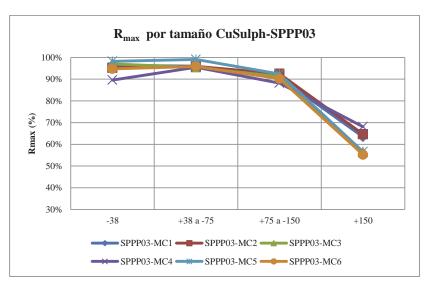


Gráfico 45: R<sub>max</sub> por tamaño CuSulph-SPPP03

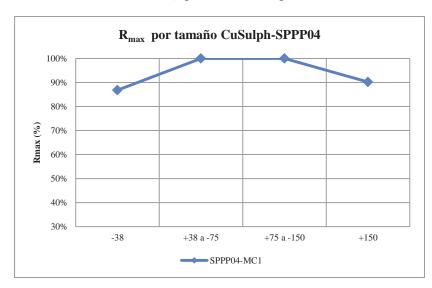


Gráfico 46: R<sub>max</sub> por tamaño CuSulph-SPPP04

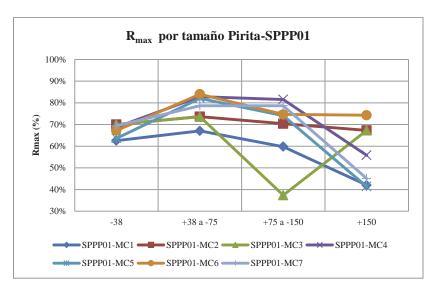


Gráfico 47: R<sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP01

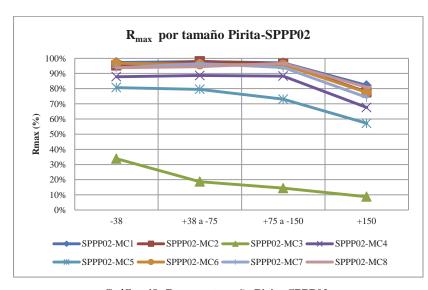


Gráfico 48: R<sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP02

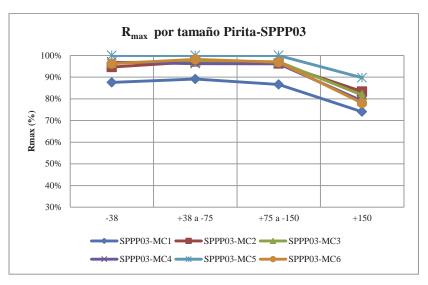


Gráfico 49: R<sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP03

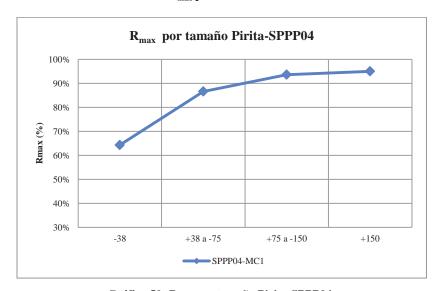


Gráfico 50: R<sub>max</sub> por tamaño Pirita-SPPP04

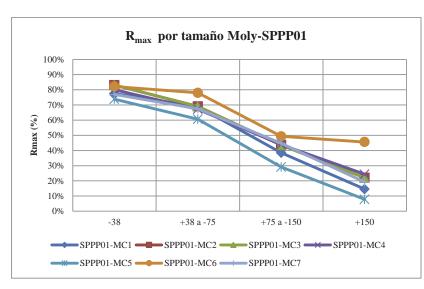


Gráfico 51: R<sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP01

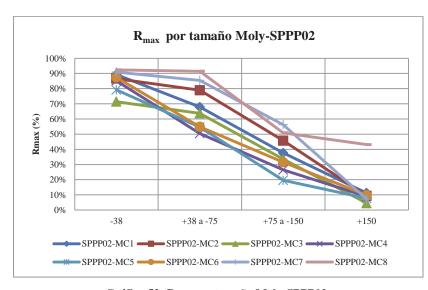


Gráfico 52: R<sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP02

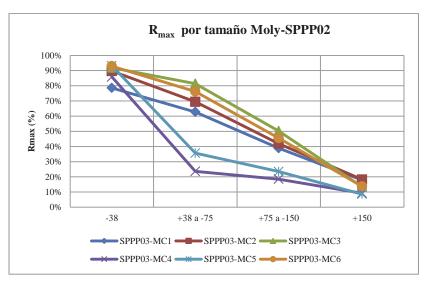


Gráfico 53: R<sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP03

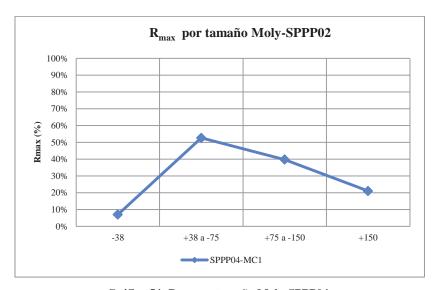


Gráfico 54: R<sub>max</sub> por tamaño Moly-SPPP04

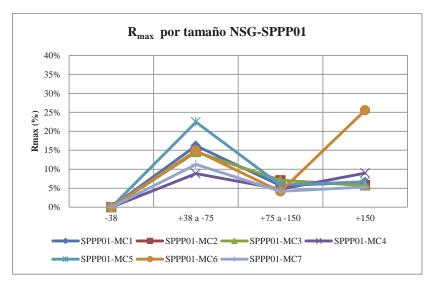


Gráfico 55: R<sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP01

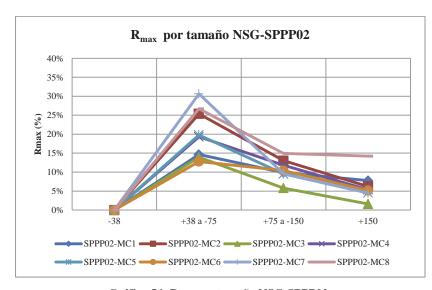


Gráfico 56: R<sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP02

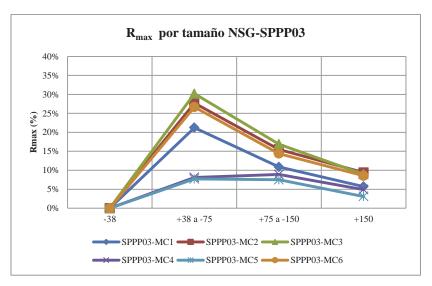


Gráfico 57: R<sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP03

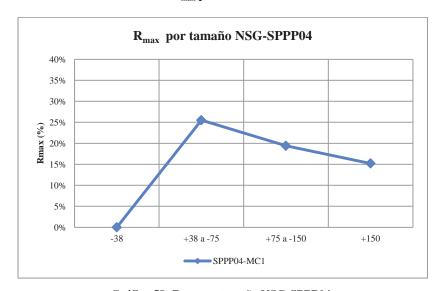


Gráfico 58: R<sub>max</sub> por tamaño NSG-SPPP04

### ANEXO F RESULTADOS SIMULACIÓN PLANTA PILOTO CIRCUITO 1

Tabla 104: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Rougher

		ROUGHER														
	CuS	ulph	Pi	rita	M	oly	N	SG	(	Cu	I	?e	,	S	N	Ло
	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup
SPPP01-MC4	6.78	95.42	9.19	53.74	0.04	65.01	84.00	17.28	2.89	95.38	5.94	58.82	7.58	55.61	0.02	65.01
SPPP02-MC1	4.58	79.04	8.42	30.94	0.08	58.94	86.91	18.82	2.12	78.95	4.98	33.81	6.08	36.41	0.05	58.94
SPPP02-MC2	4.70	76.47	9.72	36.39	0.09	58.33	85.49	18.59	2.13	76.33	5.56	38.35	6.79	41.31	0.05	58.33
SPPP03-MC1	4.67	75.59	10.43	60.47	0.07	46.49	84.83	21.50	1.83	75.46	6.31	59.33	7.23	62.60	0.04	46.49
SPPP03-MC2	3.67	71.77	8.41	47.10	0.07	50.00	87.86	22.31	1.56	71.67	5.06	47.18	5.80	50.33	0.04	50.00
SPPP03-MC3	4.52	75.56	5.96	33.08	0.09	61.72	89.43	23.30	1.84	75.46	4.15	38.29	4.77	40.33	0.06	61.72
SPPP04-MC1	4.19	77.52	9.29	50.96	0.00	32.26	86.52	27.95	3.03	76.36	4.84	49.00	6.81	48.29	0.00	32.26

Tabla 105: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el concentrado Rougher

		ROUG	GHER	
	Tiempo de residencia	Recuperación Masa	Recuperación de Agua	% de sólidos en el concentrado
SPPP01-MC4	45.86	19.59	47.83	14.80
SPPP02-MC1	50.01	20.20	42.94	18.13
SPPP02-MC2	50.03	20.29	42.94	18.19
SPPP03-MC1	54.74	23.92	45.61	21.50
SPPP03-MC2	54.74	23.98	45.61	21.54
SPPP03-MC3	54.76	24.52	45.61	21.92
SPPP04-MC1	22.63	30.01	57.21	16.35

Tabla 106: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Cleaner

		CLEANER														
	CuS	ulph	Piı	rita	M	oly	N	SG	(	Cu	I	Te .	,	S	N	Ло
	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup
SPPP01-MC4	36.23	74.30	21.08	35.50	0.29	54.21	42.40	10.30	15.44	74.30	18.29	46.42	23.83	47.47	0.17	54.21
SPPP02-MC1	34.81	59.08	26.36	27.59	0.65	46.57	38.18	4.86	16.06	59.07	19.04	33.17	25.85	36.21	0.39	46.57
SPPP02-MC2	38.30	54.71	34.71	28.99	0.76	44.08	26.23	3.62	17.32	54.70	23.21	33.16	31.46	35.82	0.46	44.08
SPPP03-MC1	22.03	43.81	22.14	14.66	0.42	20.05	55.41	5.73	8.65	43.79	16.32	18.96	19.53	19.71	0.25	20.05
SPPP03-MC2	19.77	40.46	17.76	15.44	0.41	21.57	62.06	5.74	8.39	40.44	13.20	19.27	16.31	20.61	0.25	21.57
SPPP03-MC3	23.98	42.96	9.78	12.93	0.55	27.52	65.69	6.07	9.74	42.94	10.88	20.86	13.53	22.41	0.33	27.52
SPPP04-MC1	21.69	41.18	22.76	23.94	0.01	17.05	55.54	7.21	15.60	40.97	11.84	23.86	17.79	25.12	0.01	17.05

Tabla 107: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el concentrado Cleaner

		CLEA	ANER	
	Tiempo de residencia	Recuperación Masa	Recuperación de Agua	% de sólidos en el concentrado
SPPP01-MC4	11.63	19.21	15.16	12.63
SPPP02-MC1	11.64	10.62	4.50	24.98
SPPP02-MC2	11.65	10.91	4.50	25.69
SPPP03-MC1	7.56	8.54	10.59	13.78
SPPP03-MC2	7.56	8.03	10.59	13.02
SPPP03-MC3	7.55	8.22	10.59	13.41
SPPP04-MC1	5.94	10.89	10.60	11.13

Tabla 108: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Cleaner-Scavenger

		CLEANER - SCAVENGER														
	CuS	ulph	Pi	rita	M	oly	N	SG	(	Cu	I	?e	,	S	N	Ло
	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup
SPPP01-MC4	6.81	56.45	12.40	33.67	0.18	75.11	80.61	22.68	2.90	56.45	7.44	36.63	9.35	36.84	0.11	75.11
SPPP02-MC1	6.40	91.98	10.94	54.82	0.19	88.02	82.47	38.23	2.95	91.95	6.49	58.66	8.07	61.42	0.11	88.02
SPPP02-MC2	8.76	93.22	15.27	60.60	0.26	91.53	75.70	36.56	3.96	93.18	8.86	63.92	11.16	66.80	0.16	91.53
SPPP03-MC1	3.71	95.90	13.59	76.97	0.22	94.14	82.49	66.07	1.46	95.87	7.51	78.67	8.65	79.35	0.13	94.14
SPPP03-MC2	3.60	96.14	9.28	74.05	0.18	93.28	86.94	66.24	1.53	96.11	5.45	76.41	6.29	77.60	0.11	93.28
SPPP03-MC3	4.09	96.84	6.21	71.02	0.18	94.77	89.51	66.27	1.66	96.81	4.16	75.87	4.80	77.18	0.11	94.77
SPPP04-MC1	6.98	92.36	11.19	63.51	0.01	68.71	81.82	46.93	5.04	91.93	5.85	63.49	8.43	65.22	0.00	68.71

Tabla 109: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el concentrado Cleaner-Scavenger

	CLEANER - SCAVENGER										
	Tiempo de residencia	Recuperación Masa	Recuperación de Agua	% de sólidos en el concentrado							
SPPP01-MC4	32.93	24.72	20.08	11.79							
SPPP02-MC1	37.26	41.18	35.26	13.36							
SPPP02-MC2	37.28	41.33	35.26	13.49							
SPPP03-MC1	42.43	68.21	65.62	15.68							
SPPP03-MC2	42.39	67.70	65.62	15.61							
SPPP03-MC3	42.34	67.46	65.62	15.67							
SPPP04-MC1	19.63	50.11	53.87	10.07							

Tabla 110: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa 2°Limpieza (Columna)

		COLUMNA														
	CuS	ulph	Pi	rita	M	oly	N.	SG	(	Cu	I	Te	5	S	N	Ло
	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup
SPPP01-MC4	6.81	56.45	12.40	33.67	0.18	75.11	80.61	22.68	2.90	56.45	7.44	36.63	9.35	36.84	0.11	75.11
SPPP02-MC1	6.40	91.98	10.94	54.82	0.19	88.02	82.47	38.23	2.95	91.95	6.49	58.66	8.07	61.42	0.11	88.02
SPPP02-MC2	8.76	93.22	15.27	60.60	0.26	91.53	75.70	36.56	3.96	93.18	8.86	63.92	11.16	66.80	0.16	91.53
SPPP03-MC1	3.71	95.90	13.59	76.97	0.22	94.14	82.49	66.07	1.46	95.87	7.51	78.67	8.65	79.35	0.13	94.14
SPPP03-MC2	3.60	96.14	9.28	74.05	0.18	93.28	86.94	66.24	1.53	96.11	5.45	76.41	6.29	77.60	0.11	93.28
SPPP03-MC3	4.09	96.84	6.21	71.02	0.18	94.77	89.51	66.27	1.66	96.81	4.16	75.87	4.80	77.18	0.11	94.77
SPPP04-MC1	6.98	92.36	11.19	63.51	0.01	68.71	81.82	46.93	5.04	91.93	5.85	63.49	8.43	65.22	0.00	68.71

Tabla 111: Tiempo de residencia, recuperación de masa, agua y porcentaje de sólidos en el concentrado de la Columna (Concentrado Final)

	COLUMNA										
	Tiempo de residencia	Recuperación Masa	Recuperación de Agua	% de sólidos en el concentrado							
SPPP01-MC4	13.62	29.29	32.00	11.69							
SPPP02-MC1	35.31	47.00	65.00	19.40							
SPPP02-MC2	34.03	45.40	65.00	19.45							
SPPP03-MC1	13.37	29.63	21.04	18.38							
SPPP03-MC2	13.43	25.87	17.20	18.38							
SPPP03-MC3	13.48	28.07	19.31	18.38							
SPPP04-MC1	10.55	45.45	34.97	14.00							

Tabla 112: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa global de limpieza

		LIMPIEZA GLOBAL														
	CuS	ulph	Pi	rita	M	oly	N	SG	(	Cu	F	Te .	5	S	N	Ло
	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup
SPPP01-MC4	61.37	76.71	21.82	20.10	0.21	50.22	16.60	1.67	26.14	76.70	24.45	34.87	32.59	36.43	0.12	50.22
SPPP02-MC1	48.78	92.22	30.65	31.55	0.78	80.21	19.79	1.97	22.50	92.19	23.69	41.25	32.80	46.74	0.47	80.21
SPPP02-MC2	49.52	91.28	38.45	34.26	0.82	81.86	11.21	1.14	22.39	91.23	26.97	42.04	37.17	47.41	0.49	81.86
SPPP03-MC1	54.36	93.30	30.06	23.08	0.52	61.28	15.05	1.42	21.35	93.23	28.53	36.24	34.79	38.56	0.31	61.28
SPPP03-MC2	51.81	92.26	31.23	24.26	0.67	63.20	16.30	1.21	21.98	92.21	27.03	34.89	34.33	38.68	0.40	63.20
SPPP03-MC3	59.41	94.32	15.04	18.11	1.03	79.13	24.53	1.97	24.12	94.26	22.35	38.65	28.42	42.74	0.62	79.13
SPPP04-MC1	36.58	87.54	34.66	37.39	0.01	24.00	28.75	3.33	26.28	86.82	18.00	37.22	27.36	40.27	0.01	24.00

Tabla 113: Ley y Recuperación de metales y minerales en la etapa Global

		GLOBAL														
	CuS	ulph	Pi	rita	M	oly	N	SG	C	Cu	F	`e	5	S	N	Ло
	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup	Ley	Recup
SPPP01-MC4	61.37	73.19	21.82	10.80	0.21	32.65	16.60	0.29	26.14	73.16	24.45	20.51	32.59	20.26	0.12	32.65
SPPP02-MC1	48.78	72.89	30.65	9.76	0.78	47.28	19.79	0.37	22.50	72.78	23.69	13.94	32.80	17.02	0.47	47.28
SPPP02-MC2	49.52	69.80	38.45	12.47	0.82	47.75	11.21	0.21	22.39	69.63	26.97	16.13	37.17	19.58	0.49	47.75
SPPP03-MC1	54.36	70.52	30.06	13.96	0.52	28.49	15.05	0.31	21.35	70.36	28.53	21.50	34.79	24.14	0.31	28.49
SPPP03-MC2	51.81	66.22	31.23	11.42	0.67	31.60	16.30	0.27	21.98	66.08	27.03	16.46	34.33	19.47	0.40	31.60
SPPP03-MC3	59.41	71.27	15.04	5.99	1.03	48.84	24.53	0.46	24.12	71.13	22.35	14.80	28.42	17.23	0.62	48.84
SPPP04-MC1	36.58	67.87	34.66	19.05	0.01	7.74	28.75	0.93	26.28	66.30	18.00	18.24	27.36	19.45	0.01	7.74

Tabla 114: % de sólidos, gravedad específica y flujos másicos de las corrientes de los survey a través del circuito 1

							Flu	ijo Másic	o [Kg/hr]				
	Flujo	% sólidos	GE	Sólidos	Agua	CuSulph	Pirita	Moly	NSG	Cu	Fe	S	Mo
SPPP01-MC4	Alimentación Rougher	29.77	2.75	320.00	754.85	4.45	10.72	0.03	304.79	1.90	6.33	8.54	0.02
SPPP02-MC1	Alimentación Rougher	32.00	2.79	320.00	680.01	3.75	17.60	0.09	298.56	1.73	9.52	10.80	0.06
SPPP02-MC2	Alimentación Rougher	32.00	2.80	320.00	680.01	3.99	17.34	0.10	298.57	1.81	9.40	10.67	0.06
SPPP03-MC1	Alimentación Rougher	34.31	2.77	320.00	612.78	4.73	13.20	0.11	301.96	1.86	8.13	8.84	0.07
SPPP03-MC2	Alimentación Rougher	34.31	2.77	320.00	612.78	3.92	13.70	0.11	302.27	1.67	8.23	8.84	0.06
SPPP03-MC3	Alimentación Rougher	34.31	2.78	320.00	612.78	4.69	14.13	0.12	301.06	1.91	8.50	9.28	0.07
SPPP04-MC1	Alimentación Rougher	27.15	2.81	320.00	858.75	5.18	17.50	0.01	297.30	3.81	9.50	13.53	0.01
SPPP01-MC4	Concentrado Rougher	14.80	2.89	62.70	361.05	4.25	5.76	0.02	52.67	1.81	3.72	4.75	0.01
SPPP02-MC1	Concentrado Rougher	18.13	2.87	64.65	292.00	2.96	5.44	0.05	56.19	1.37	3.22	3.93	0.03
SPPP02-MC2	Concentrado Rougher	18.19	2.90	64.92	292.00	3.05	6.31	0.06	55.50	1.38	3.61	4.41	0.03
SPPP03-MC1	Concentrado Rougher	21.50	2.89	76.54	279.48	3.57	7.98	0.05	64.93	1.40	4.83	5.53	0.03
SPPP03-MC2	Concentrado Rougher	21.54	2.86	76.74	279.48	2.81	6.45	0.05	67.42	1.20	3.88	4.45	0.03
SPPP03-MC3	Concentrado Rougher	21.92	2.83	78.45	279.48	3.54	4.67	0.07	70.16	1.44	3.25	3.74	0.04
SPPP04-MC1	Concentrado Rougher	16.35	2.90	96.04	491.28	4.02	8.92	0.00	83.10	2.91	4.65	6.54	0.00
SPPP01-MC4	Relave Rougher	39.52	2.71	257.30	393.80	0.20	4.96	0.01	252.12	0.09	2.61	3.79	0.01
SPPP02-MC1	Relave Rougher	39.69	2.77	255.35	388.00	0.79	12.15	0.04	242.37	0.36	6.30	6.87	0.02
SPPP02-MC2	Relave Rougher	39.67	2.77	255.08	388.00	0.94	11.03	0.04	243.08	0.43	5.80	6.26	0.02
SPPP03-MC1	Relave Rougher	42.21	2.74	243.46	333.30	1.15	5.22	0.06	237.03	0.46	3.31	3.31	0.04
SPPP03-MC2	Relave Rougher	42.19	2.75	243.26	333.30	1.11	7.25	0.05	234.85	0.47	4.35	4.39	0.03
SPPP03-MC3	Relave Rougher	42.02	2.76	241.55	333.30	1.15	9.45	0.05	230.91	0.47	5.24	5.54	0.03
SPPP04-MC1	Relave Rougher	37.87	2.77	223.96	367.48	1.17	8.58	0.01	214.20	0.90	4.84	7.00	0.00
SPPP01-MC4	Alimentación Cleaner	10.24	2.95	94.37	827.42	8.84	10.76	0.10	74.67	3.77	7.14	9.10	0.06
SPPP02-MC1	Alimentación Cleaner	12.37	2.92	112.31	795.82	7.02	11.39	0.17	93.73	3.24	6.84	8.51	0.10
SPPP02-MC2	Alimentación Cleaner	12.48	2.98	113.45	795.82	8.67	14.83	0.21	89.74	3.92	8.67	10.88	0.13
SPPP03-MC1	Alimentación Cleaner	16.54	2.93	242.20	1221.76	10.40	31.25	0.43	200.11	4.09	17.80	20.50	0.26
SPPP03-MC2	Alimentación Cleaner	16.50	2.87	241.45	1221.76	9.47	22.28	0.37	209.33	4.02	13.27	15.34	0.22
SPPP03-MC3	Alimentación Cleaner	16.64	2.84	243.84	1221.76	11.19	15.17	0.40	217.08	4.55	10.45	12.10	0.24
SPPP04-MC1	Alimentación Cleaner	10.87	2.94	194.41	1594.07	11.15	20.12	0.01	163.13	8.06	10.51	14.99	0.01

Tabla 115: % de sólidos, gravedad específica y flujos másicos de las corrientes de los survey a través del circuito 1 (continuación)

							Flu	jo Másico	o [Kg/hr]				
	Flujo	% sólidos	GE	Sólidos	Agua	CuSulph	Pirita	Moly	NSG	Cu	Fe	S	Mo
SPPP01-MC4	Concentrado Cleaner	12.63	3.54	18.13	125.41	6.57	3.82	0.05	7.69	2.80	3.32	4.32	0.03
SPPP02-MC1	Concentrado Cleaner	24.98	3.68	11.92	35.81	4.15	3.14	0.08	4.55	1.91	2.27	3.08	0.05
SPPP02-MC2	Concentrado Cleaner	25.69	3.96	12.38	35.81	4.74	4.30	0.09	3.25	2.14	2.87	3.90	0.06
SPPP03-MC1	Concentrado Cleaner	13.78	3.32	20.69	129.40	4.56	4.58	0.09	11.46	1.79	3.38	4.04	0.05
SPPP03-MC2	Concentrado Cleaner	13.02	3.22	19.38	129.40	3.83	3.44	0.08	12.03	1.63	2.56	3.16	0.05
SPPP03-MC3	Concentrado Cleaner	13.41	3.14	20.05	129.40	4.81	1.96	0.11	13.17	1.95	2.18	2.71	0.07
SPPP04-MC1	Concentrado Cleaner	11.13	3.49	21.17	168.97	4.59	4.82	0.00	11.76	3.30	2.51	3.77	0.00
SPPP01-MC4	Relave Cleaner	9.80	2.84	76.24	702.01	2.27	6.94	0.04	66.98	0.97	3.83	4.78	0.03
SPPP02-MC1	Relave Cleaner	11.67	2.85	100.39	760.00	2.87	8.25	0.09	89.17	1.33	4.57	5.43	0.05
SPPP02-MC2	Relave Cleaner	11.74	2.90	101.07	760.00	3.93	10.53	0.12	86.49	1.78	5.79	6.98	0.07
SPPP03-MC1	Relave Cleaner	16.86	2.89	221.51	1092.36	5.85	26.67	0.35	188.65	2.30	14.43	16.46	0.21
SPPP03-MC2	Relave Cleaner	16.89	2.85	222.07	1092.36	5.64	18.84	0.29	197.31	2.39	10.72	12.18	0.17
SPPP03-MC3	Relave Cleaner	17.00	2.82	223.80	1092.36	6.38	13.21	0.29	203.92	2.59	8.27	9.39	0.17
SPPP04-MC1	Relave Cleaner	10.84	2.89	173.24	1425.10	6.56	15.30	0.01	151.37	4.76	8.00	11.22	0.01
SPPP01-MC4	Concentrado Cleaner-Scav	11.79	2.94	18.84	140.96	1.28	2.34	0.03	15.19	0.55	1.40	1.76	0.02
SPPP02-MC1	Concentrado Cleaner-Scav	13.36	2.93	41.34	268.00	2.64	4.52	0.08	34.09	1.22	2.68	3.33	0.05
SPPP02-MC2	Concentrado Cleaner-Scav	13.49	3.03	41.77	268.00	3.66	6.38	0.11	31.62	1.66	3.70	4.66	0.07
SPPP03-MC1	Concentrado Cleaner-Scav	15.68	2.93	151.10	812.75	5.61	20.53	0.33	124.64	2.20	11.35	13.06	0.20
SPPP03-MC2	Concentrado Cleaner-Scav	15.61	2.87	150.34	812.75	5.42	13.95	0.27	130.70	2.30	8.19	9.45	0.16
SPPP03-MC3	Concentrado Cleaner-Scav	15.67	2.83	150.97	812.75	6.18	9.38	0.28	135.14	2.51	6.28	7.25	0.17
SPPP04-MC1	Concentrado Cleaner-Scav	10.07	2.98	86.82	775.11	6.06	9.72	0.01	71.04	4.37	5.08	7.32	0.00
SPPP01-MC4	Relave Cleaner-Scav	9.28	2.81	57.39	561.05	0.99	4.60	0.01	51.79	0.42	2.43	3.02	0.01
SPPP02-MC1	Relave Cleaner-Scav	10.72	2.79	59.05	492.01	0.23	3.73	0.01	55.08	0.11	1.89	2.09	0.01
SPPP02-MC2	Relave Cleaner-Scav	10.76	2.81	59.29	492.01	0.27	4.15	0.01	54.87	0.12	2.09	2.32	0.01
SPPP03-MC1	Relave Cleaner-Scav	14.19	2.82	70.41	425.74	0.24	6.14	0.02	64.01	0.09	3.08	3.40	0.01
SPPP03-MC2	Relave Cleaner-Scav	14.42	2.80	71.73	425.74	0.22	4.89	0.02	66.61	0.09	2.53	2.73	0.01
SPPP03-MC3	Relave Cleaner-Scav	14.61	2.78	72.82	425.74	0.20	3.83	0.02	68.78	0.08	2.00	2.14	0.01
SPPP04-MC1	Relave Cleaner-Scav	11.52	2.80	86.42	663.74	0.50	5.58	0.00	80.34	0.38	2.92	3.90	0.00

Tabla 116: % de sólidos, gravedad específica y flujos másicos de las corrientes de los survey survey a través del circuito 1 (continuación)

				Flujo Másico [Kg/hr]										
	Flujo	% sólidos	GE	Sólidos	Agua	CuSulph	Pirita	Moly	NSG	Cu	Fe	S	Mo	
SPPP01-MC4	Concentrado Final	11.69	4.09	5.31	40.13	3.26	1.16	0.01	0.88	1.39	1.30	1.73	0.01	
SPPP02-MC1	Concentrado Final	19.40	4.11	5.60	23.28	2.73	1.72	0.04	1.11	1.26	1.33	1.84	0.03	
SPPP02-MC2	Concentrado Final	19.45	4.36	5.62	23.28	2.78	2.16	0.05	0.63	1.26	1.52	2.09	0.03	
SPPP03-MC1	Concentrado Final	18.38	4.12	6.13	27.22	3.33	1.84	0.03	0.92	1.31	1.75	2.13	0.02	
SPPP03-MC2	Concentrado Final	18.38	4.13	5.01	22.26	2.60	1.57	0.03	0.82	1.10	1.35	1.72	0.02	
SPPP03-MC3	Concentrado Final	18.38	3.86	5.63	24.99	3.34	0.85	0.06	1.38	1.36	1.26	1.60	0.03	
SPPP04-MC1	Concentrado Final	14.00	4.22	9.62	59.10	3.52	3.33	0.00	2.77	2.53	1.73	2.63	0.00	
SPPP01-MC4	Relave Columna	9.27	3.36	12.82	125.41	3.31	2.66	0.04	6.81	1.41	2.02	2.59	0.02	
SPPP02-MC1	Relave Columna	15.00	3.37	6.32	35.81	1.42	1.42	0.03	3.44	0.65	0.94	1.24	0.02	
SPPP02-MC2	Relave Columna	15.88	3.69	6.76	35.81	1.96	2.14	0.05	2.62	0.89	1.36	1.81	0.03	
SPPP03-MC1	Relave Columna	10.11	3.07	14.56	129.40	1.23	2.74	0.05	10.54	0.48	1.63	1.91	0.03	
SPPP03-MC2	Relave Columna	9.99	2.99	14.36	129.40	1.23	1.88	0.05	11.21	0.52	1.20	1.44	0.03	
SPPP03-MC3	Relave Columna	10.03	2.93	14.42	129.40	1.46	1.12	0.05	11.79	0.59	0.92	1.11	0.03	
SPPP04-MC1	Relave Columna	6.40	3.04	11.55	168.97	1.07	1.48	0.00	8.99	0.77	0.78	1.13	0.00	
SPPP01-MC4	Relave Final	24.79	2.73	314.69	954.86	1.19	9.57	0.02	303.91	0.51	5.03	6.81	0.01	
SPPP02-MC1	Relave Final	26.32	2.77	314.40	880.01	1.02	15.88	0.05	297.45	0.47	8.19	8.96	0.03	
SPPP02-MC2	Relave Final	26.32	2.78	314.38	880.01	1.20	15.18	0.05	297.94	0.55	7.89	8.58	0.03	
SPPP03-MC1	Relave Final	29.25	2.75	313.87	759.04	1.39	11.36	0.08	301.03	0.55	6.38	6.70	0.05	
SPPP03-MC2	Relave Final	29.33	2.76	314.99	759.04	1.32	12.14	0.07	301.45	0.57	6.87	7.12	0.04	
SPPP03-MC3	Relave Final	29.29	2.77	314.37	759.04	1.35	13.28	0.06	299.68	0.55	7.24	7.68	0.04	
SPPP04-MC1	Relave Final	23.14	2.78	310.38	1031.22	1.67	14.17	0.01	294.54	1.29	7.76	10.90	0.01	

### ANEXO G HOJAS DE SEGURIDAD DE REACTIVOS



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS) MATERIAL SAFETY DATA SHEETS (MSDS)

Fecha de Emisión: Abril 2008

MATHIESEN S.A.C. Av. Lo Echevers 500, Quilicura Teléfonos : 739 0725, 739 0659

Teléfono de Emergencia 635 3800

Sc1.	Identificación	del	producto	(Product	Identification)
------	----------------	-----	----------	----------	-----------------

Nombre del producto MATCOL SEC-301

Sinónimos Di-Isobutil-ditiofosfato de Sodio modificado

**Envases Comerciales** 

 Material
 Capacidad

 Tambor
 230,0 kg

 IBC
 1.000,0 kg

 Granel
 25-27 ton

Sc2. Composición e Ingredientes (Information on Ingredients)

Nombre Químico (IUPAC) Diisobutilditiofosfato sódico modificado

Número CAS 053378-51-1

Número NU 1719

Componentes que contribuyen al riesgo

CAS % Wt Ingrediente

053378-51-1 45-55 Diisobutilditiofosfato de Potasio

1310-73-2 0,5 - 1 Soda Caustica NaOH

Sc3. Identificación de los Riesgos (Hazards Identification)

Clasificación NCh2190 Clase 8 Corrosivo

Equipo de Protección Personal

 Gafas y Máscara
 Si

 Guantes
 Si

 Traje Completo
 Si

 SCBA
 No

Potenciales Efectos a la Salud

Sobreexposición aguda (por una vez) Provoca quemaduras. En contacto con ácidos libera gases tóxicos

como el ácido sulfhidrico. Riesgo de lesiones oculares

Inhalación Serias irritaciones de la menbrana mucosa como resultado de las

emanaciones de sulfuro de hidrógeno.

Ingestión Puede causar quemaduras severas y perforaciones completas de

tejidos de las membranas mucosas de la boca, garganta, esófago y estómago. Puede liberar H2S con el ácido estomocal causando

un envenenamiento fatal. Hidrógeno.

Contacto con la Piel irritación, enrojecimiento o quemaduras, pudiendo ser severas.

Puede ocurrir absorción por la piel.

Contacto con los Ojos Irritación, enrojecimiento o quemadura.

Exposición Crónica No existen efectos crónicos conocidos

Agravamiento Condiciones

Preexistentes

Potenciales Efectos al Medio Ambiente

Personas con problemas respiratorios o con alteraciones de SNC

En derrames o cursos de agua es altamente tóxico para peces y

vida acuática en general.

Riesgos de Naturaleza Física o Química Reacciona con sustancias ácidas, liberando Sulfuro de Hidrógeno

(H2S). Puede reaccionar con agentes oxidantes; exposición al

aire lo oxidará a fosfato y sulfato de sodio.

### Sc4. Medidas de Primeros Auxilios (First Aid Measures)

Inhalación Movilice al afectado al aire fresco. No existe información sobre

lesiones por inhalación.

Ingestión Si es ingerido, NO INDUCIR VOMITOS. Si ocurre, mantenga la

cabeza por debajo de las caderas para prevenir su aspiración por

el pulmón. Proporcione grandes cantidades de agua.

Contacto con la Piel Inmediatamente enjuague la zona afectada con agua por al

menos 15 minutos, mientras remueve la ropa y zapatos contaminados. Prestar atención a plieges de uña y agretamiento

en la piel.

Contacto con los Ojos Inmediatamente enjuague los ojos con abundante agua por al

menos 15 minutos, levante párpados superior e inferior

ocasionalmente. Solicite atención médica.

### Sc5. Medidas de Combate de Incendio (Fire Fighting Measures)

### Datos

### Medios de Control de Incendio

Polvo Químico Seco (PQS) Si Espuma (AFFF) Si Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) Si Neblina de Agua (Water Spray) Si

Intervención

Procedimientos La neblina de agua sólo puede ser utilizada para enfriar envases

que pueden estar expuestos al fuego, y proteger al personal que trate de detener el derrame. En el evento de un incendio, use traje protector completo y equipo de respiración autónoma aprobado NIOSH con máscara con presión positiva. Nunca

neutralice el reactivo co ácido.

Productos peligros de la combustion Puede generar Sulfuro de Hidrógeno (H2S) que es un gas

inflamable y tóxico (asfixiante químico)

Precauciones para el Medio Ambiente De acuerdo a lo indicado en Sección 12

Métodos de Limpieza De acuerdo a lo indicado en Sección 6.

Disposición de Desechos De acuerdo a lo indicado en Sección 13.

### Sc6. Medidas por Descargas/Derrames Accidentales (Accidental Release Measures)

### Intervención

Procedimientos Ventilar área de derrame o fuga. Remover toda fuente de ignición.

Use equipo de protección personal apropiado como se específica en la Sección 8. Aislar el área de peligro. Contener y recuperar el líquido cuando es posible, en containers apropiados o absorberlos con material inerte (p.e. vermiculita, arena seca, tierra), y colóquelos en envases adecuados de desechos químicos. NO DESCARGUE AL ALCANTARILLADO. Si hay un derrame que no se ha encendido, use neblina de agua para dispersar los vapores, para proteger el personal de control de fugas, y para derivar el

derrame lejos de zonas críticas expuestas.

Precauciones para Medio Ambiente Confinar los derrames. De acuerdo a lo indicado en Sección 12

Métodos de Limpieza Los desechos pueden ser enterrados en sitios autorizados o

puden ser retirados por contratista autorizado. Siga las

instrucciones de los organismos normadores.

Disposición de Desechos De acuerdo a lo indicado en Sección 13.

Disponer de lugares autorizados para ello.

### Sc7. Manipulación y Almacenamiento (Handling and Storage)

Manipulación Usar guante químicos apegados, delantal, lentes de seguridad,

botas. Como la generación de gas H2S es un riesgo crítico es recomendable la instalación de un monitor del gas y un sistema de alarma en áreas donde existe el riesgo de altos niveles.

Almacenamiento mantener el producto almacenado en áreas ventiladas y alejadas

de cualquier fuente de calor o ignición. Mantener el producto alejado de ácidos, pues en contacto con ácidos puede generar ácido sulfhidrico. No guardar esta solución en envases de zinc,

aluminio, cobre o aleaciones de los antes nombrados.

### Sc8. Control de Exposición/Protección Personal (Exposure Controls/Personal Protection)

Límites permisibles ponderados

Ditiofosfato Disobutil Sodico No establecido (OSHA)
Na OH 2 mg/m3 (OSHA)

K OH 2 mg/m3 (OSHA), TLV como valor techo

**Procedimientos de Monitoreo** Monitorear electrónicamente la concentración de H2S.

Sistemas de Ventilación Recomendados Se recomienda usar en sistema cerrado. En caso contrario provea

buena ventilación para controlar la exposición.

Respiradores Personales (Aprobados NIOSH)

Cuando se requiera, usar máscara apropiada o respirador para

uso de H2S (<1%) o aparato respiratorio autonomo cuando los niveles sean mayores o cuando estos sean desconocidos.

Protección de las Manos, Piel y Cuerpo Use ropa de protección apropiada, incluyendo botas, guantes,

pechera de laboratorio, coveralls, o los apropiados (y aprobados)

para prevenir el contacto con la piel.

Protección de los Ojos Use gafas de seguridad resistente a químicos y/o máscara de

cara completa cuando exista el riesgo de derrames o salpicaduras

de líquidos.

Otras medidas de control Lavar ropa contaminada antes de reusar. Lavarse antes de comer

Sc9. Propiedades Físicas y Químicas (Physical and Chemical Properties)

Estado Físico Líquido

Apariencia y ColorLíquido ambar castañoSolubilidadCompleta en aguaDensidad a 25℃1,105 gr/cm3

pH > 12,5

Temperatura Autoignición Dato no disponible

 Punto de Inflamación (Flash Point)
 > 93℃

 Punto de Ebullición (Boiling Point)
 103℃

 Punto de Fusión (Melting Point)
 < - 21℃</td>

Presión de Vapor (mm Hg) Similar al agua

Sc10. Estabilidad y Reactividad (Stability and Reactivity)

Estabilidad Estable

 Productos Peligrosos de
 Descomposición termica generara dióxido y monóxido de

 Descomposición
 carbono, sulfuro de hidrogeno, oxido de azufre (incluye di y tri

oxido de azufre, oxidos de fosforo).

Materiales a Evitar Zinc, Cobre, Aluminio, Agente Oxidantes Fuertes y acidos

minerales

Condiciones a Evitar Medios ácidos, agentes oxidantes, fuentes de calor o ignición.

Sc11. Información Toxicológica (Toxicological Information)

Toxicidad Aguda No hay informacion disponible

Efectos Locales/Sistémicos Irritación aguda dermal corrosivo, irritación aguda visión causa

daño serio.

Toxicidad Crónica (Largo Plazo) Indicados efectos a la salud de las personas en Sección 3.

Sensibilización alergénica No sensibilizante (dermal / inhalación)

Sc12. Información Ecológica (Ecological Information)

Resultados de pruebas Trucha arco iris, CL50 de 96 hrs > 15 mg/l

Pulga de agua, CE50 de 48 hrs: 132 mg/l

Sc13. Consideraciones de Disposición (Disposal Considerations)

Disposición de Residuos Incinerar bajo condiciones controladas de acuerdo a regulaciones

locales y nacional

Disposición de Contenido Según disposiciones establecidas en "Reglamento para

Disposición de Residuos Industriales Peligrosos " (Ministerio de Salud/CONAMA). Acuerdo de Producción Limpia (Ministerio de Economía, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente) y

Resolución 5081 del Ministerio de Salud.

Sc14. Información de Transporte (Transport Information)

Nombre del empaque líquido alcali caustico, N.E.O.M

Transporte Terrestre

Clasificación NCh2190 Clase 8 Número NU 1719 Grupo de Empaque II

Transporte Fluvial/Lacustre

Clasificación NCh2190 Clase 8

Transporte Marítimo (I.M.O.)

Clasificación IMDG Clase 8 Número NU 1719 Grupo de Empaque II

Transporte Aéreo (IATA)

Clasificación IATA Clase 8 Grupo de Empaque II

### Sc15. Información Regulatoria (Regulatory Information)

Tipo de Producto Corrosivo

Reglamentos Nacional de Clasificación NCh 382 - NCh 2190

Marca en Etiqueta Clase 8

Advertencias en Etiqueta Envase

Corrosivo

Precauciones en Etiqueta Envase

Mantenga alejado de fuentes de calor, chispas o llamas.

Mantenga el envase cerrado.

Use solo con ventilación adecuada.

Lavar profundamente después de su manejo.

Evitar respirar vapores o neblinas.

Evitar contacto con los ojos, piel y vestimenta.

### Primeros Auxilios en Etiqueta Envase

Si es ingerido, puede ocurrir espontáneamente que el afectado vomite, pero NO LOS INDUZCA. Proporcione abundante agua, pero nunca de algo en la boca a una persona inconsciente. En caso de contacto, inmediatamente enjuague los ojos o piel con abundante agua por al menos 15 minutos, mientras se remueve la ropa y calzado contaminados. Si es inhalado, movilice a una zona con aire fresco. Si no respira, proporcione respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, proporcione oxígeno. En

todos los casos, solicite atención médica.

MATHIESEN S.A.C. MATCOL D-101 1993



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS) MATERIAL SAFETY DATA SHEETS (MSDS)

Fecha de Emisión: Noviembre 2005

Av. Lo Echevers 500, Quilicura Teléfonos: 739 0725, 739 0659

Teléfono de Emergencia

635 3800





### Sc1. Identificación del producto (Product Identification)

Nombre del producto MATCOL D-101

Sinónimos Colector selectivo de Cobre y baja alcalinidad

**Envases Comerciales** 

Material Capacidad

200 Kg Netos **Tambores** IBC ó Tote 900 Kg Netos Granel 24 a 28 Ton

### Sc2. Composición e Ingredientes (Information on Ingredients)

Nombre Químico (IUPAC) Ditiocarbamato modificado

Número CAS No disponible Número UN 1993 Fórmula química No disponible

### Sc3. Identificación de los Riesgos (Hazards Identification)

### Marca en etiqueta (Clasificación según NFPA 704 y J.T. Baker SAF-T-Data)

Salud Nh Inflamabilidad moderado Nf 2 Reactividad 0 Nr nulo

Contacto Nc (0): Nulo, (4) Severo

Clasificación NCh 382

### Clase 3 (LÍQUIDO INFLAMABLE)

### Equipo de Protección Personal

Gafas y Máscara Si Guantes Si Traje Completo Si SCBA No

### Potenciales Efectos a la Salud

Puede inducir a fatiga, dolor de cabeza y decaimiento general. Inhalación

Ingestión Puede producir alteraciones gastrointestinales (naúsea y vómitos)

Contacto con la Piel Causa irritación a la piel. Contacto con los Ojos Causa irritación de los ojos.

Exposición Crónica No indicada No indicada Agravamiento Condiciones Preexistentes

Potenciales Efectos al Medio Ambiente Indicado en Sección 12

Riesgos de Naturaleza Física o Química Cuando son calentados, envases cerrados pueden romperse.

PELIGROSO SI ES INGERIDO O INHALADO. Resumen de Emergencia

Sc4. Medidas de Primeros Auxilios (First Aid Measures)

> Inhalación Movilice al afectado al aire fresco. Si no respira, proporcione respiración artificial.

Si la respiración es dificultosa, proporcione oxígeno. Solicite atención médica

urgente

Si es ingerido, NO INDUCIR VOMITOS. Si ocurre, mantenga la cabeza por Ingestión

debajo de las caderas para prevenir su aspiración por el pulmón. Proporcione grandes cantidades de agua. Nunca de a beber a una persona inconsciente.

Solicite atención médica urgente.

Contacto con la Piel Inmediatamente enjuague la zona afectada con agua y jabón por al menos 15

minutos, mientras remueve la ropa y zapatos contaminados. Solicite atención

médica. Lave y limpie ropas y zapatos antes de usarse.

Inmediatamente enjuague los ojos con abundante agua por al menos 15 Contacto con los Ojos

minutos, levante párpados superior e inferior ocasionalmente. Solicite atención

médica

Notas Especiales de Uso Médico No indicadas notas especiales

### Sc5. Medidas de Combate de Incendio (Fire Fighting Measures)

### Datos

Temperatura Autoignición No disponible

Límites de Inflamabilidad

No indicado LIE Límite Inferior de Explosividad LSE Límite Superior de Explosividad No indicado Punto de Inflamación 45 °C +/- 2 °C

Medios de Control de Incendio

Polvo Químico Seco (PQS) Si Espuma (AFFF) Si Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) Si Neblina de Agua (Water Spray) Si

Intervención

Procedimientos

La neblina de agua sólo puede ser utilizada para enfriar envases que pueden estar expuestos al fuego, y proteger al personal que trate de detener el derrame. En el evento de un incendio, use traje protector completo y equipo de respiración autónoma aprobado NIOSH (SCBA, self-contained breathing apparatus) con

máscara con presión positiva.

Precauciones para el Medio Ambiente De acuerdo a lo indicado en Sección 12 Métodos de Limpieza De acuerdo a lo indicado en Sección 6. Disposición de Desechos De acuerdo a lo indicado en Sección 13.

. Guía ΗΔ7ΜΔΤ No indicado

### Medidas por Descargas/Derrames Accidentales (Accidental Release Measures)

### Intervención

Procedimientos

Ventilar área de derrame o fuga. Remover toda fuente de ignición. Use equipo de protección personal apropiado como se específica en la Sección 8. Aislar el área de peligro. Mantener personal innecesario y sin protección alejado de la zona de peligro. Contener y recuperar el líquido cuando es posible. Usar herramientas y equipo que no produzcan chispas. Colecte líquidos en containers apropiados o absorberlos con material inerte (p.e. vermiculita, arena seca, tierra), y colóquelos en envases adecuados de desechos químicos. No use sustancias combustibles tales como aserrín. NO DESCARGUE AL ALCANTARILLADO. Si hay un derrame que no se ha encendido, use neblina de

agua para dispersar los vapores, para proteger el personal de control de fugas, y para derivar el derrame lejos de zonas críticas expuestas.

Precauciones para el Medio Ambiente

De acuerdo a lo indicado en Sección 12 De acuerdo a lo indicado en Sección 6. Métodos de Limpieza Disposición de Desechos De acuerdo a lo indicado en Sección 13.

Guía HAZMAT No indicado Sc7. Manipulación y Almacenamiento (Handling and Storage)

Manipulación Los envases deben ser adecuadamente aterrizados en las transferencias, para evitar descargas estáticas. El área de manejo debe señalizarse NO FUMAR.

Usar equipos y herramientas que no generen chispas, incluyendo ventilación explosion-proof. Envases de esta sustancia, pueden ser peligrosos cuando se encuentran vacíos, por la posible presencia de residuos en su interior (vapores, líquidos); observar todas las advertencias y precauciones indicadas para la sustancia. USO DE PROTECCION PERSONAL DE ACUERDO A SECCION 8.

Proteger contra daños físicos. Almacene en una ubicación fría, seca y muy bien ventilada, lejos de posibles fuentes de ignición o donde puedan ocurrir incendios Es preferible almacenamiento exterior o separado del resto de las instalaciones. Separar de incompatibles. El área de almacenamiento debe señalizarse NO

FUMAR.

Envases metálicos

Envases Recomendados

H máx Apilamiento Pallets Temperatura sugerida de

3 tambores 15 °C

Amacenamiento

Separación de Incompatibles No almacenar con líquidos inflamables o similares.

Sc8. Control de Exposición/Protección Personal (Exposure Controls/Personal Protection)

ndaciones para uso de producto en etapas productivas

Límites por Exposición en el Aire

Almacenamiento

I PP LPA

No hay información disponible en DS745. No hay información disponible en DS745. Procedimientos de Monitoreo No hay información disponible.

Sistemas de Ventilación Recomendados

Se recomienda un sistema local y/o general de evacuación para mantener los límites de exposición a empleados, por debajo de los Límites de Exposición en el Aire. La ventilación local se prefiere por que controla las emisiones de los contaminantes en su fuente, previniendo dispersiones de esta dentro del lugar

Respiradores Personales (Aprobados NIOSH)

Si se exceden los límites de exposición, utilice aparato de media-cara con filtro de vapores orgánicos, hasta 10 veces el límite de exposición o la indicación del fabricante del filtro, el valor menor. En el caso de apartar de cara-completa, se pueden utilizar cuando las concentraciones alcancen hasta 50 veces los límites establecidos, o lo recomendado por el fabricante. Para emergencias o cuando no se conozca la concentración use un respirador de cara-completa con presión positiva, y suministrador de aire complementario. ADVERTENCIA:

Respiradores purificadores de aire no protegen a los trabajadores de atmósferas

deficientes en oxígeno.

Protección de las Manos, Piel y Cuerpo

Use ropa de protección apropiada, incluyendo botas, guantes, pechera de laboratorio, coveralls, o los apropiados (y aprobados) para prevenir el contacto con la piel. La goma natural o PVC son materiales NO RECOMENDADOS para

el equipo de protección personal.

Protección de los Ojos

Use gafas de seguridad resistente a químicos y/o máscara de cara completa cuando exista el riesgo de derrames o salpicaduras de líquidos. Mantenga un

lavajos y/o ducha completa cercano al área de procesos.

Otras medidas de control

Recomendado el uso de estándares OSHA para vigilancia médica, mantención de registros y reporte de requerimientos para la sustancia involucrada.

Otras consideraciones especiales

No indicadas

### c9. Propiedades Físicas y Químicas (Physical and Chemical Properties)

 Estado Físico
 Líquido

 Apariencia y Color
 Café oleoso

 Olor
 Característico

 Solubilidad
 No informado

 Peso Molecular
 No indicado

Gravedad Específica 0,97 +/- 0,03 a @ 20 °C

PH
% volátil por volumen @ 21°C
Temperatura Autoignición
Punto de Inflamación (Flash Point)
Límite Inferior de Explosividad (UEL)
Límite Superior de Explosividad (LEL)
Velocidad de Propagación Llama
Coeficiente partición octanol/agua
Punto de congelamiento (Freeze Point)
Punto de Fusión (Melting Point)
Densidad de Vapor (Aire=1)

No informado No informado No informado -22 °C No informado No informado No informado

No disponible

No informado

No informado

45 °C +/- 2 °C

### Sc10. Estabilidad y Reactividad (Stability and Reactivity)

Presión de Vapor (mm Hg)

Tasa de Evaporación (BuAc=1)

Estabilidad Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento.

0,2

Productos Peligrosos de Descomposición No adicionales a dióxido y monóxido de carbono.

Polimerización Peligrosa No posible

 Incompatibilidades
 Este producto es incompatible con oxidantes fuertes.

 Condiciones a Evitar
 Calor, llamas abiertas, fuentes de ignición e incompatibles.

### Sc11. Información Toxicológica (Toxicological Information)

Toxicidad Aguda

Descarga al aire

 $\begin{array}{cccccc} \text{Oral} & \text{Rata} & \text{LD}_{50} & \text{No informado} \\ \text{Inhalación} & \text{LC}_{50} & \text{No informado} \\ \text{Contacto} & \text{Conejo} & \text{LD}_{50} & \text{No informado} \end{array}$ 

Efectos Locales/Sistémicos Indicados efectos a la salud de las personas en Sección 3.

Toxicidad Crónica (Largo Plazo) Indicados efectos a la salud de las personas en Sección 3.

Sensibilización alergénica No sensibilizante

### Sc12. Información Ecológica (Ecological Information)

Efectos sobre Medios

Descarga al suelo Cuando es descargado al suelo, esta sustancia puede alcanzar lechos de agua

subterráneos, así mismo puede evaporarse y biodegradarse a una extensión

moderada.

Descarga al agua Cuando es descargado al agua, es esperado que esta sustancia se biodegrade y

evapore a una extensión moderada. Cuando es decargado al aire, esta sustancia puede degradarse moderadamente

Toxicidad Medioambiental Esta sustancia no se espera sea tóxica a la vida acuática. El valor LC50 a 96

horas para los peces es superior a 100 mg/l.

Inestabilidad Producto estable.

Persistencia-Degradabilidad Degradación rápida en aire, agua y suelo.

Bio-Acumulación No significativa

### Sc13. Consideraciones de Disposición (Disposal Considerations)

Disposición de Envases Vacíos

Se debe procurar que los envases (con o sin producto) mantengan una separación de al menos 2,4 m entre clases incompatibles. Si las condiciones del envase lo permiten y en caso de no observarse la etiqueta identificatoria del producto, evaluar la rotulación de este con las etiquetas de Clase de material. Los sitios donde se almacenen productos en calidad de residuos, es decir, bajo la forma de envases vacíos o en mal estado, deberán contar con las siguientes características:

Base continua impermeable resistente estructural y químicamente a los productos

Debe permitir la contención y posterior recuperación de cualquier escurrimiento o derrame

Evitar la volatilización arrastre o emanación de contaminantes a la atmósfera y que se controlará la generación de lixiviados.

Deberá tener acceso restringido y debidamente señalizado según Norma Chilena

NCh 2.190 Of.93.

Disposición de Contenido

Según disposiciones establecidas en "Reglamento para Disposición de Residuos Industriales Peligrosos " (Ministerio de Salud/CONAMA). Acuerdo de Producción Limpia (Ministerio de Economía, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente) y Resolución 5081 del Ministerio de Salud.

### Sc14. Información de Transporte (Transport Information)

Producto Ditiocarbamato modificado

Transporte Terrestre

Clasificación NCh 382 Clase 3 Número UN 1993 Grupo de Empaque

Transporte Marítimo (I.M.O.)

Clasificación IMDG Clase 3 Página IMDG No disponible Número NU 1993 Grupo de Empaque

Transporte Aéreo (IATA)

Clasificación IATA Clase 3 Grupo de Empaque

### Sc15. Información Regulatoria (Regulatory Information)

Tipo de Producto Sustancia Peligrosa

Reglamentos Nacional de Clasificación NCh 382 Clase 3 Marca en Etiqueta

Advertencias en Etiqueta Envase

PELIGROSO SI ES INGERIDO O INHALADO.

Precauciones en Etiqueta Envase

Mantenga alejado de fuentes de calor, chispas o llamas.

Mantenga el envase cerrado. Use solo con ventilación adecuada.

Lavar profundamente después de su manejo.

Evitar respirar vapores o neblinas.

Evitar contacto con los ojos, piel y vestimenta.

### Primeros Auxilios en Etiqueta Envase

Si es ingerido, puede ocurrir espontáneamente que el afectado vomite, pero NO LOS INDUZCA. Proporcione abundante agua, pero nunca de algo en la boca a una persona inconsciente. En caso de contacto, inmediatamente enjuague los ojos o piel con abundante agua por al menos 15 minutos, mientras se remueve la ropa y calzado contaminados. Si es inhalado, movilice a una zona con aire fresco. Si no respira, proporcione respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, proporcione oxígeno. En todos los casos, solicite atención médica.



MSDS: 0010071

Fecha de impresión: 15-mar-2011

Fecha de revision: 24-ene-2011

### FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

### 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Nombre del producto:

OrePrep® X-133 Frother

Descripcion del Producto:

Mezcla de alcoholes, aldehídos pesados, ésteres y glicoles

Uso Indicado/Recomendado

El hacer espuma

Cytec Industries Inc., Five Garret Mountain Plaza, Woodland Park, New Jersey 07424, USA. Para información de productos llamar al 1-800/652-6013. Fuera de USA y Canada llamar al +1-973/357-3193 o a su punto local de contacto de Cytec. E-mail: custinfo@cytec.com

### Información Local De Contacto:

Cytec de Mexico SA de CV Km., 40 Carretera Guadalajara-La Barca, Atequiza, Jalisco, Mexico C.P. 45860

Teléfono: +52-376-737-4100

Cytec Do Brasil LTDA, Av. Dr. Cardoso de Melo, 1450 4o. Andar Edifício Olimpic Tower - VL. Olímpia 04548-005 - São

Paulo - SP, Brasil

Teléfono: 55-11-3048-8000

Cytec Chile Limitada - Avda Andrés Bello 2687 P-23, Santiago, Chile

Teléfono: 56-2-560 7900 Telefax 56-2-560 7902

PLANTA. Iquique 5830 Barrio Industrial Antofagasta, Chile

Teléfono: 55-231844

Cytec de Argentina S.A., Av. Belgramo 748 Piso 8 C1092AAU Capital Federal, Buenos Aires, Argentina

teléfono: 54-11-4331-8123/8126/55 Fax: 54-11-4345-7947

Cyquim de Colombia S.A., Carrerra 13 No. 29-21 Of. 221 Parque Central Bavaria, Colombia

Teléfono: 571-3793580

### TELEFONO DE EMERGENCIA (24 Hrs) - En emergencias que involucren derrame, fuga, fuego, exposición o un accidente, llame al:

### Asia Pacífico:

Australia - +61-3-9663-2130 ó 1800-033-111

China (Rep. Pop.) - +86 10 5100 3039 (Carechem24 China)

Nueva Guinea - +61-3-9663-2130

Nueva Zelanda - +61-3-9663-2130 ó 0800-734-607

Todos los demás - +65 3158 1074 (Carechem24 Singapur)

Canadá: +1-905-356-8310 (planta Cytec de Welland, Canadá)

### Europa/África/Oriente Medio (Carechem24 UK):

Europa, Oriente Medio, África, Israel - +44 (0) 1235 239 670

Oriente Medio, África (países de habla árabe) - +44 (0) 1235 239 671

### América Latina:

Brasil - 0800 0111 767 (SOS Cotec)

Chile - +56-2-247-3600 (CITUC QUIMICO)

Todos los demás - +52-376-73 74122 (planta Cytec de Atequiza, México)

EE UU: +1-703-527-3887 ó 1-800-424-9300 (CHEMTREC #CCN6083)

® Indica Marca Registrada en E.U.A. Fuera de E.U.A., la marca puede estar registrada, pendiente o ser una Marca Registrada. La marca es o se puede utilizar bajo licencia.

# 2. COMPOSICION/INFORMACION SOBRE LOS COMPONENTES

## **INGREDIENTES PELIGROSOS**

COMPONENTE / No. CAS Mezcla del complejo oxigenato/hidrocarburo	% 60 - 95	Símbolos Xn; N	Riesgo frases R:36/38-20-50/53
Mexcla de alcohol alifático	60 - 95	Xi, N	R:36/38-51/53
alcoholes, éteres y aldehinos mezclados	60 - 95	N	R:50/53
Hidrocarburo	3 - 7	, Xi, N	R:36/37/38-51/53
2-metil-1-pentanol 105-30-6	0 - 4.75	Xn	R:22-41
Butanol 71-36-3	0 - 4.75	Xn	R:10-22-37/38-41-67

# 3. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

# **RIESGOS HUMANOS Y AMBIENTALES**

Nocivo por inhalación.

Irrita los ojos y la piel.

Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

## 4. PRIMEROS AUXILIOS

# Contacto con los ojos;

Enjuagar inmediatamente con abundancia de agua por lo menos durante 15 minutos. Consultar a un médico si los síntomas perduran.

## Contacto con la piel:

Eliminar la ropa y zapatos contaminados sin demora. Lavarse inmediatamente con abundante agua. No volver a usar la ropa contaminada sin limpiar. Conseguir atención médica si el dolor o la irritación persiste después de lavar o si aparecen signos y síntomas de sobre- exposición. Enjuague con agua tibia en forma contínua por al menos 20 min o hasta que todo el material hay sido removido. Lave con abundante agua y jabón. Retirar sin retraso la ropa y el calzado contaminado. Si los síntomas persisten obtenga ayuda médica. No reutilize la ropa contaminada sin haberla descontaminado y lavado. Destruya el calzado contaminado si no se puede descontaminar completamente. No lo reutilize.

# Ingestión:

Llamar a un médico inmediamtamente si se traga. Sólo inducir vómitos bajo dirección médica. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente.

### Inhalación

Retirar la víctima al aire libre. Si la respiración es difícil, dar oxígeno. Consultar a un médico si los síntomas perduran.

## 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

### Medios de extinción adecuados:

Para extinguir incendios, usar rocío de agua, espuma para alcohol, dióxido de carbono o polvo químico. Es posible que el agua en chorro sea ineficaz.

### **EQUIPAMIENTO PROTECTOR**

Los bomberos y otras personas que pudieran estar expuestas deben usar aparatos respiratorios autónomos. Usar vestimenta protectora contra incendios completa. Ver la Sección 8 (Controles de exposición/Protección personal).

### PELIGROS ESPECIALES

Refrigerar los recipientes que estuvieran expuestos al fuego, rociando agua sobre los mismos.

## 6. MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

### Precauciones individuales:

Donde el nivel de exposición es conocido, use el respirador apropiado al nivel de exposición Donde el nivel de exposición es desconocido, use equipo de aire autónomo Adicionalmente a la ropa/equipo protector definido en la Sección 8, (Protección Personal/Control de Exposición), use botas impermeables.

### Métodos de limpieza:

Retirar las fuentes de ignición. Cubrir los derrames con material absorbente inerte; recoja y limpie área, deposite el material contaminado en un contenedor para desechos. Enjuagar con agua el área del derrame.

### PRECAUCIONES AMBIENTALES:

Utilícse un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

### 7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

### Manipulación

Medidas preventivas: Evitar contacto con ojos, piel y ropa. Alejar de cualquier fuente de calor y llamas Lavar a fondo después de manejar este producto.

# Declaración de Manipulación especial:

ninguno

### Almacenamiento

Las áreas que contengan éste material deberán contar con prácticas contra incendio seguras y equipamiento electrico de acuerdo con las regulaciones aplicables. Los estándares esta basados principalmente en el Punto de Flasheo de los materiales, sin embargo podrán tomarse en cuenta otras propiedades tales como su miscibilidad en agua o toxicidad. Todas las regulaciones locales o nacionales deberán ser aplicadas. En los Estados Unidos de América el estándar 30 de la Asociación Nacional para la Protección contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés), es conocido como Código de Líquidos Combustibles e Inflamables el cual es ampliamente usado. El NFPA 30 establece condiciones de almacenamiento para las siguientes clases de almacenamiento: Clase I Líquidos Inflamables, Punto de Flasheo < 37.8 C Clase II Líquidos Combustibles, Punto de Flasheo entre 37.9 C y 60 C Clase IIIa Líquidos Combustibles, Punto de Flasheo entre 61 C y 93 C Clase IIIb Líquidos Combustibles, Punto de Flasheo > 93 C

Temperatura de almacenamiento: Temperatura ambiente

Razon: Seguridad.

# 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

**PARAMETROS DE CONTROL - Límites** 

**Butanol 71-36-3** 

OEL Mexicano: 50 ppm (Peak)

150 mg/m<sup>3</sup> (Peak)

(skin)

OEL Brasileño: 40 ppm (Ceiling)

115 mg/m<sup>3</sup> (Ceiling)

(skin)

OEL Chileno: 50 ppm (Ceiling)

152 mg/m<sup>3</sup> (Ceiling)

(skin)

ACGIH (TLV) 20 ppm. (TWA) OSHA (PEL): 100 ppm (TWA)

300 mg/m<sup>3</sup> (TWA)

Disposiciones de ingeniería:

Cuando este material no se usa en un sistema cerrado, se deberá proveer buen aislamiento y ventilación local al exterior para controlar la exposición.

Protección respiratoria:

Usar un respirador aprobado recomendado por un higienista industrial después de una evaluación de la operación. Donde no pueda ocurrir una exposición por inhalación, no se requiere protección respiratoria. Un respirador con careta completa también provee protección ocular y facial.

Protección de los ojos:

Usar protección ocular/facial, gafas para productos químicos y máscara. Se deberáproveer equipo para lavaje ocular y una ducha de seguridad en las zonas de posible exposición.

Proteccion de la piel:

Evitar contacto con la piel. Usar guantes impermeables y ropa protectora adecuada.

Consejos adicionales:

No se deberá llevar, almacenar o ingerir alimentos, bebidas y productos de tabaco donde este material estém em. Antes de comer, beber o fumar, lavarse la cara y las manos minuciosamente con jabón y aqua.

# 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Color: paja a café

Aspecto: líquido

Olor: alcoholes mezclados y ésteres de glicol

Temperatura de ebullición/rango No disponible

Temperatura de fusión: <0 °C

Presión de vapor: No disponible

Gravedad Específicas: 0.89 - 0.95@ 25 °C

Densidad de vapor:

% VOLATIL (Por peso):

PH:

No disponible

No disponible

No aplicable

No aplicable

No aplicable

Saturación en Aire (% en Vol.):
Indice de evaporación:
SOLUBILIDAD EN EL AGUA:
No disponible
Parcial

Contenido de Orgánicos Volátiles No disponible

(1999/13/EC):

Punto de inflamación: >60 °C (valor de solvente)

LIMITES DE INFLAMABILIDAD (% No disponible

Por Vol):

Temperatura de autoignición: No disponible Temperatura de descomposición: no disponsible Coeficiente de reparto (n- No disponible

octanol/agua):

# 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

# 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad:

Estable

Condiciones a evitar:

No conocidos

Polimerización:

No ocurrirá

Condiciones a evitar:

No conocidos

Materias a evitar:

Oxidantes potentes, calor, chispas y llama.

Alcalis

Productos de descomposición

peligrosos:

dióxido de carbono Monóxido de carbono óxidos de nitrógeno

óxidos de azufre (incluye di y tri óxidos de azufre)

Hidrocarburos

vapores y humos acres

# 11. INFORMACION TOXICOLOGICA

# Efectos potenciales sobre la

salud

Nocivo por inhalación. Irrita los ojos y la piel.

# DATOS SOBRE LA TOXICIDAD DEL PRODUCTO

Toxicidad aguda

 Oral
 rata
 DL50 Aguda
 >2500 mg/kg

 dermal
 conejo
 DL50 Aguda
 >2000 mg/kg

 Inhalación
 rata
 CL50 Aguda 4 hr
 >3.0 mg/l

**EFECTOS LOCALES EN PIEL Y OJOS** 

Irritación Aguda dermal picante
Irritación Aguda ojo picante

SENSITIZACION ALERGICA

Sensibilización dermal No hay datos Sensibilización Inhalación No hay datos

**GENOTOXICIDAD** 

Ensayos para Mutaciones Genéticas

Prueba Salmonella Ensayo No hay datos

Otra información

La información sobre la toxicidad del producto mencionada arriba es estimada.

DATOS SOBRE LA TOXICIDAD DE LOS INGREDIENTES PELIGROSOS

Las propiedades toxicológicas de la mezcla de hidrocarburos / oxigenados complejos no han sido plenamente investigadas. Los valores DL50 oral agudo (en ratas) y dérmico (en conejos) se estima que son ambos >2.000 mg/kg. El valor CL50 por inhalación aguda durante 4 horas (en ratas) se estima que es >3,2 mg/l. El contacto directo puede provocar irritación ocular y cutánea moderada. La sobreexposición a vapores puede provocar irritación ocular y del tracto respiratorio, así como efectos en el sistema nervioso central.

El contacto directo con una mezcla de alcohol alifático puede provocar irritación ocular y cutánea moderada a grave. La sobreexposición a sus vapores puede provocar irritación de nariz, garganta y tracto respiratorio superior, así como efectos en el sistema nervioso central.

Las propiedades toxicológicas de alcoholes mezclados, éteres y aldehídos presentan unos valores estimados de toxicidad aguda LD50 >5.000 mg/kg por vía oral (rata) y >1.980 mg/kg por vía dérmica (conejo). El contacto con la piel puede causar irritación leve, mientras que el contacto con los ojos puede causar irritación leve a moderada.

El hidrocarburo tiene un valor DL50 oral agudo (en ratas) de 3.000 mg/kg. El contacto directo con este producto puede provocar irritación ocular y cutánea moderada. El hidrocarburo puede provocar depresión del sistema nervioso central e irritación ocular y del tracto respiratorio. Este producto es peligroso por aspiración.

El 2-Metil-1-pentanol tiene unos valores DL50 oral agudo (en ratas) y dérmico agudo (en conejos) de 1.410 mg/kg y 3.560 mg/kg, respectivamente. El 2-Metil-1-pentanol es un irritante grave de los ojos y leve de la piel.

El butanol tiene unos valores de concentración aguda LD50 de 0,790 g/kg por vía oral (rata) y 3,4 g/kg por vía dérmica (conejo). El valor LC50 tras 4 horas de exposición por inhalación (rata) es de 8.000 ppm (24,24 mg/l). La sobreexposición aguda a los vapores del butanol puede provocar dolor de cabeza, mareos, vértigos, visión borrosa y sensación de ardor en los ojos. La sobreexposición a los vapores del butanol puede producir dolor de cabeza y depresión del sistema nervioso central. La ingestión aguda de butanol ha causado pérdidas de consciencia y coma. El contacto directo con el butanol puede producir irritación ocular grave e irritación moderada de la piel. El butanol ha provocado efectos en el desarrollo embrionario/feto en condiciones de toxicidad material.

# 12. INFORMACIONES ECOLOGICAS

Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

La informacion ecológica de este material tiene como base una evaluación de sus componentes.

# 13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION

The Company estáa favor del reciclo, recuperación y reuso de materiales siempre que sea posible. Si es necesario disponer algún material, The Company recomienda que los materiales orgánicos, especialmente cuando estos esten clasificados como resíduos peligrosos sean destruídos por tratamiento térmico óincineración en plantas autorizadas. Deben obsevarse todas las reglamentaciones locales y nacionales.



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

OXIQUIM S.A., pide al cliente o a quien reciba la presente Hoja de Seguridad, leerla cuidadosamente para que conozca y comprenda los peligros asociados con el producto. Es conveniente que el lector consulte obras de referencia o a expertos en el tema a fin de entender y utilizar correctamente la información contenida en la presente Hoja de Seguridad.

Para asegurar la manipulación correcta de la sustancia, usted debe:

- 1.- Comunicar a sus empleados, agentes y contratistas o cualquier otra persona que pudiese utilizar este material, la información contenida en esta hoja así como cualquier otra información relativa a los riesgos y medidas de seguridad.
- Suministrar una copia a cada uno de sus clientes para este producto, y
- 3.- Proveer esta misma información a cada uno de sus clientes para este producto, además de pedir a sus clientes que notifiquen a sus empleados, clientes y otros usuarios del producto con esta información.

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Fecha de revisión: Enero 2007

# Sección 1 : Identificación de la sustancia química y del proveedor

Nombre de la sustancia química : HIDROSULFURO DE SODIO, solución

Código interno de la sustancia química :

Proveedor : OXIQUIM S.A.

Dirección : Limache 3117, Viña del Mar, Chile.

Fono: 32-2468300 Fax: 32-2468348

Teléfonos de emergencia en Chile : Quilicura: 02-4788111

Coronel: 041-2866523

Celular emergencia 1: 97995292 Celular emergencia 2: 97995285

CITUC (Emergencias Químicas): 2-2473600

e-mail jyanez@oxiquim.cl

# Sección 2: Información sobre la sustancia o mezcla

Nombre químico (IUPAC) : Hidrosulfuro de sodio.

Fórmula química : NaSH

Sinónimos : Sulfhidrato de Sodio, Sulfuro de hidrógeno y sodio.

No. CAS : 16721-80-5

No. NU : 2922



# Sección 3: Identificación de los riesgos

Marca en etiqueta : CORROSIVO

# Clasificación de riesgos del producto químico:

Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 0

a) <u>Riesgos para la salud de las personas</u>: <u>Tóxico</u>: El mayor peligro del producto está constituído por la exposición a los gases de ácido sulfhídrico que se desprenden en forma constante de él. Por esa razón la hoja de datos del ácido sulfhídrico se entrega junto con la presente hoja de datos.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez): La inhalación de los vapores causará dolor de cabeza, náuseas y vómitos. La exposición continua puede llevar a pérdida de la conciencia, parálisis respiratoria y muerte. El olor a huevos podridos no es confiable como advertencia debido a que el primer ataque del gas es a los nervios olfativos. Dejar de oler pierde todo significado.

Inhalación : La inhalación de los vapores causará dolor de cabeza, náuseas y vómitos. La exposición continua puede llevar a pérdida de la conciencia, parálisis respiratoria y muerte.

Contacto con la piel : El contacto con el líquido causará irritación y corrosión de los tejidos. La exposición continua puede causar dermatitis.

Contacto con los ojos : El contacto con el líquido causará fuerte irritación ocular, con posibles heridas en la córnea que empañarán la visión.

Ingestión : Causa quemaduras graves y corrosión de todo el tracto gastrointestinal, dolor en la garganta y abdomen, náuseas y vómitos, seguidos de diarrea. En los casos más graves puede esperarse pérdida de conciencia, colapso y parálisis respiratoria.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): No existen datos al respecto, ya que el efecto tóxico obliga a las personas a evitar el contacto prolongado.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto: Las personas con afecciones respiratorias crónicas no deben exponerse a los vapores del producto.

- b) <u>Riesgos para el medio ambiente:</u> Es peligroso para la vida acuática si entra en ellas en altas concentraciones. Peligroso si entra en las tomas de agua.
- c) <u>Riesgos especiales del producto:</u> El producto no debe entrar en contacto con ácidos debido a que se produce la liberación inmediata de gas ácido sulfhídrico, de efectos letales rápidos.



## Sección 4: Medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:

Inhalación : Saque a la víctima al aire libre. Si la respiración ha cesado,

dé respiración artificial. DE INMEDIATO CONSIGA ATENCIÓN MÉDICA.

Contacto con la piel : De inmediato lave la zona afectada con grandes cantidades de aqua corriente. Si persiste la irritación, consiga atención médica.

Contacto con los ojos : De inmediato lave con grandes cantidades de agua corriente a lo menos por 15 minutos. TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE, OBTENGA ATENCIÓN MÉDICA. Mientras llegan las instrucciones médicas puede mantenerse al paciente en un cuarto oscuro y con compresas de hielo aplicadas a los ojos y a la frente.

Ingestión : TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE OBTENGA ATENCIÓN MÉDICA. Si el paciente está consciente NO INDUZCA LOS VÓMITOS hasta que salgan claros.

Notas para el médico tratante: Trate al paciente de acuerdo con la sintomatología clínica. Si ha habido exposición a ácido sulfhídrico, vea la Hoja de Datos adjunta.

# Sección 5: Medidas para lucha contra el fuego

Agentes de extinción : No es inflamable. Sin embargo, sometido a calor desprende gases de ácido sulfhídrico los que sí son inflamables, además de tóxicos.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: Debe refrigerarse los contenedores expuestos al fuego. Debe evitarse el contacto del producto con sustancias ácidas para evitar la formación de ácido sulfhídrico.

Equipos de protección personal para el combate del fuego: Es obligatorio el uso de equipos autónomos de protección respiratoria para atacar un fuego en las cercanías del producto.

## Sección 6 : Medidas para controlar derrames o fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame del material: Evacúe de inmediato el área y ventile al máximo. Haga un dique alrededor del área para contener el derrame. Recupere, dentro de lo posible, el material derramado. Los restos deben ser mezclados con material absorbente, tal como arena o vermiculita, y colocados en tambores tapados.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Al área debe entrar sólo personal equipado con equipo de respiración autónoma, y con protección adecuada para ojos y piel.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: Haga un dique alrededor del derrame para contenerlo. Evite la entrada del producto en alcantarillas.

Métodos de limpieza : Los últimos restos del producto pueden ser lavados con agua por cuanto el producto es soluble en agua.

Método de eliminación de desechos: Los tambores con restos de producto deben llevarse a un vertedero autorizado.



# Sección 7: Manipulación y almacenamiento

Recomendaciones técnicas: Almacene en envases cerrados, bien marcados,

Precauciones a tomar : Almacene lejos de agentes oxidantes fuertes.

Recomendaciones sobre manipulación segura, específicas: No permita el contacto con ácidos o calor excesivo. No coma, beba ni fume en el área de trabajo.

Condiciones de almacenamiento: Almacene en área con buena ventilación, va sea natural o forzada.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: No almacene en envases de zinc, aluminio o cobre.

# Sección 8 : Control de exposición/protección ambiental

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: Los lugares de trabajo con sulfhidrato de sodio deben estar provistos de muy buena ventilación, ya sea natural o forzada.

Parámetros para control : Límites permisibles: Se aplican los mismos límites del ácido sulfhídrico (ver hoja adjunta).

Límites permisibles ponderado (LPP), absoluto (LPA) y temporal (LPT):

Protección respiratoria : Como precaución mínima use máscara de protección con filtros verdes (para amoníaco) o amarillos (para vapores orgánicos y gases ácidos).

Guantes de protección : Use quantes de protección de neopreno, en lo posible, de puño largo.

Protección de la vista : Use lentes de protección química.

Otros equipos de protección: Cuando se vea necesario para prevenir el contacto accidental, use botas de neopreno y delantal del mismo material o similar.

Ventilación : Debe existir en los lugares de trabajo con sulfhidrato de sodio, ya sea natural o forzada.

## Sección 9 : Propiedades físicas y químicas

Estado físico : Liquido.

: Color desde ámbar a rojo oscuro. Olor a huevos podridos. Apariencia y olor

Concentración : Desde 20 hasta 42%. pH concentración y temperatura: Fuertemente alcalino. Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: Punto de inflamación : No corresponde. No es inflamable.

Limites de inflamabilidad:

Temperatura de autoignición: No corresponde. Peligros de fuego o explosión: No corresponde. Presión de vapor a 20°C : Dato no disponible : No corresponde. Densidad de vapor

Densidad a 20°C : 1.286.

Solubilidad en agua y otros solventes: Soluble en agua en toda proporción.



# Sección 10 : Estabilidad y reactividad

Estabilidad : Estable.

Condiciones que se deben evitar: Evite el calor excesivo.

Incompatibilidad (materiales que se deben evitar): Evite el contacto con ácidos para que no se generen gases de ácido sulfhídrico.

Productos peligrosos de la descomposición: Al ser sobrecalentado descompone, produciendo humos tóxicos de SO2 y Na2O.

Productos peligrosos de la combustión: El calor hará desprender ácido sulfhídrico del cual hay que resquardarse.

Polimerización peligrosa: No se producirá.

# Sección 11 : Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo : Ingestión: Grado 2: LD 50= 0,5 a 5 g/kg.

Toxicidad a largo plazo: No existen datos al respecto.

Efectos locales o sistémicos : Irritación causada por corrosividad.

Sensibilización alérgica : No se produce.

# Sección 12 : Información ecológica

Inestabilidad : No existen datos al respecto.
Persistencia/Degradabilidad : No existen datos al respecto.

Bio-acumulación : No se produce.

Efectos sobre el medio ambiente: Peligroso para la vida acuática.

# Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuos, desechos: Mientras en el país no existan otras soluciones viables, debe recurrirse a llevar los residuos a un vertedero autorizado.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para la eliminación de envases / embalajes contaminados: Los envases/embalajes contaminados pueden quemarse en instalaciones ad-hoc.



# Sección 14 : Información sobre transporte

Terrestre por carretera o ferrocarril: Clase 8, NU 2922
Vía marítima : Clase 8, NU 2922
Vía aérea : Clase 8, NU 2922
Vía fluvial / lacustre : Clase 8, NU 2922
Distintivos aplicables NCh 2190 : Clase 8, NU 2922
N Ch 2190, marcas : CORROSIVO.

No. NU : 2922

# Sección 15 : Normas vigentes

Normas internacionales aplicables: IMO / NU: 2922./ Clases 8

Normas nacionales aplicables: N Ch 382; N Ch 2190; D.S. 298, D.S.148

Marca en etiqueta : CORROSIVO.

Sección 16 : Otras informaciones

No hay.

Los datos consignados en esta Hoja de Datos fueron obtenidos de fuentes confiables. Sin embargo, se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados de OXIQUIM S.A. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.

Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control de OXIQUIM S.A., la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.

JYG/



# SUBDIRECCIÓN DE AUDITORÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL GERENCIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

# HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS

# SECCIÓN I. DATOS GENERALES

HDSS: PR-301/04

**PEMEX DIESEL** 

No. ONU 1: 1202 No. CAS 2: 68334-30-5

FECHA ELAB: 30/10/98 REV: 3

FECHA REV: 17/05/04



	GRADO DE RIESGO NFPA 3					
	4	SEVERO				
	3	SERIO				
	2	MODERADO				
	1	LIGERO				
S	0	MÍNIMO				

# ANTES DE MANEJAR, TRANSPORTAR O ALMACENAR ESTE PRODUCTO, DEBE LEERSE Y COMPRENDERSE LO DISPUESTO EN EL PRESENTE DOCUMENTO.

FABRICANTE:	ASISTENCIA TÉCNICA:
PEMEX REFINACIÓN.	Gerencia de Control de Producción.
Subdirección de Producción.	Teléfonos: (01-55) 1944 - 8164 (horario oficina de lunes a viernes)
Av. Marina Nacional No. 329, Colonia Huasteca.	CONSULTA HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD:
Delegación Cuauhtémoc, México, D. F., C. P. 11311	Gerencia de Seguridad Industrial.
Teléfonos: (01-55) 1944 - 9365	Teléfonos: (01-55) 1944 - 8628 y (01-55) 1944 - 8041
(horario oficina de lunes a viernes)	(horario oficina de lunes a viernes)
EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A SETIQ 4: (las 24 Hrs.)	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A CENACOMº: (las 24 Hrs.)
En el interior de la República: 01-800-00-214-00.	En el interior de la República: 01-800-00-413-00.
En el Distrito Federal: 5559 - 1588.	En el Distrito Federal: 5550 - 1496, (4885, 1552, 1485).
Para llamadas originadas en cualquier otra parte, llame a:	Para llamadas originadas en cualquier otra parte, llame a:
(011-52) 5559 - 1588.	(011-52) 5550 - <u>1496</u> , ( <u>4885</u> , <u>1552</u> , <u>1485</u> ).

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO						
Familia química:	ND	Estado físico:	Líquido.			
Nombre químico:	ND	Clase de riesgo de transporte SCT <sup>6</sup> :	Clase 3 líquidos inflamables.			
Nombre común:	Diesel automotriz.	No. de Guía de Respuesta GRE 7	128			
Sinónimos:	Aceite combustible, Diesel.					

Descripción general del producto: Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, y aromáticos, derivados del procesamiento del petróleo crudo. Se emplea como combustible automotriz.

# SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

	%			CT9 IPV	IPVS <sup>10</sup>	p11	GRADO DE RIESGO NFPA <sup>3</sup>				
COMPONENTE	vol./peso	NÚMERO ONU¹	NÚMERO CAS <sup>2</sup>	(mg/ m <sup>3</sup> )	(mg(m³)	(mg/m <sup>3</sup> )	(ppm)	<b>S</b> <sup>12</sup>	I <sup>13</sup>	R <sup>14</sup>	E <sup>15</sup>
Diesel	100 vol.	1202	68334-30-5	ND	ND	ND	ND	0	2	0	NA
Aromáticos	30 vol. Max.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NA

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS					
Peso Molecular	ND	Color (ASTM D-1500-98)	2.5 Máx.		
Temperatura de ebullición (°C)	ND	Olor	Característico a petróleo.		
Temperatura de fusión (°C)	ND	Velocidad de evaporación	ND		
Temperatura de inflamación (°C)	45 Min.	Solubilidad en agua	Insoluble		
Temperatura de auto ignición (°C)	ND	% de volatilidad	NA		
Presión de vapor (kPa)	ND	Límites de explosividad inferior - superior	ND		
Densidad (kg/m³)	ND	Viscosidad Cinemática a 40ºC (D445 - 01) (m²/s)	1.9 x 10-8 / 4.1 x 10-8		
pH	NA	Temperatura de escurrimiento (°C) (D97-02)	0 / -5 Max.		

### SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

### Medio de extinción:

Fuegos pequeños: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, polvo químico seco, Bióxido de Carbono o espuma química.

Fuegos grandes: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, o espuma química. No usar chorro de agua directa,

### Equipo de protección personal para el combate de incendios:

El personal que combate incendios de esta substancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y el traje para bombero profesional completo, el uso de este último proporciona solamente protección limitada.

### Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios:

Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga.

Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún des pués de que el fuego haya sido extinguido.

Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo; de no ser posible, en función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción.

Utilizar agua como medio de lavado para retirar los derrames de las fuentes de ignición. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.

En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.

Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias y evitar situarse en las zonas bajas.

Tratar de cubrir el producto derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.

Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse. Manténgase siempre alejado de los extremos de los tanques.

### Condiciones que conducen a otros riesgos especiales:

Sus vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Pueden viajar a una fuente de ignición y regresar con flama.

Esta substancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento.

Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.

## Productos de la combustión nocivos para la salud:

La combustión de esta substancia genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos.

### SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad (condiciones a evitar):	Incompatibilidad (substancias a evitar):				
Esta substancia es estable a temperatura ambiente.	Evitar el contacto con oxidantes fuertes, como Cloro líquido y Oxígeno.				
Descomposición en componentes o productos peligrosos:					
Esta substancia no se descompone a temperatura ambiente.					
Polimerización espontánea / condiciones a evitar:					
Esta substancia no presenta polimerización.					

### SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD

### EFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA:

### Ingestión:

Produce inflamación y ardor, irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago.

En caso de presentarse vómito severo puede haber aspiración hacia los bronquios y pulmones, lo que puede causar inflamación y riesgo de infección.

#### Inhalación:

La exposición a concentraciones elevadas de vapores causan irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.

### Piel (contacto):

El contacto frecuente puede causar ardor con enrojecimiento e inflamación.

### Contacto con los ojos:

El contacto de esta substancia con los ojos causa irritación, asi como inflamación de los párpados.

## EFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA:

En la piel el contacto prolongado puede causar inflamación, resequedad, comezón, formación de grietas y riesgo de infección secundaria.

### CONSIDERACIONES ESPECIALES:

Substancia carcinogénica:

NO ND

Substancia mutagénica: Substancia teratogénica: ND

ND

\* Especifique:

Otras \* :

# NOTAS:

La NOM-010-STPS-1999, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo conde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral", no incluye al Diesel.

La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) clasifica al Diesel como una substancia "cancerígena en animales" (clasificación A3), puntualizando que: "El agente es cancerígeno en animales de experimentación a dosis relativamente alta, por vías de administración en órganos, tejidos o por mecanismos que no son considerados relevantes para el trabajador expuesto. Los estudios epidemiológicos disponibles no confirman un aumento en el riesgo de cáncer en humanos expuestos. La evidencia sugiere que no es probable que el agente cause cáncer en humanos excepto bajo vías o niveles de exposición poco comunes e improbables. Para los A3 se debe controlar cuidadosamente la exposición de los trabajadores por todas las vías de ingreso para mantener esta exposición lo más abajo posible de dicho límite".

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:

 $CL_{50}^{16} = ND$ 

DL<sub>50</sub>17 = ND

Otra información:

ND

### PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS:

El personal médico que atienda las emergencias debe tener en cuenta las características de las substancias involucradas y tomar sus precauciones para protegerse a sí mismo.

#### Inhalación:

En situaciones de emergencia, utilice equipo de protección respiratoria de aire autónomo de presión positiva para retirar inmediatamente a la víctima afectada por la exposición.

Si la víctima respira con dificultad, administrar Oxígeno.

Si la víctima no respira, aplicar respiración artificial.

¡CUIDADO! el método de respiración artificial de boca a boca puede ser peligroso para la persona que lo aplica, ya que ésta puede inhalar materiales tóxicos.

Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.

Las personas expuestas a atmósferas con altas concentraciones de vapores o atomizaciones de diesel, deben trasladarse a una área libre de contaminantes donde respire aire fresco.

Solicitar atención médica.

### Ingestión:

Mantener a la víctima abrigada y en reposo.

Mantener a la víctima acostada de lado, de esta manera disminuirá la posibilidad de aspiración de diesel a los bronquios y pulmones en caso de vómito .

No provocar vómito por ser peligrosa la aspiración del líquido a los pulmones.

Si espontáneamente se presenta el vómito, observar si existe dificultad para respirar.

Solicitar atención médica inmediatamente.

### Contacto con la piel:

Retirar inmediatamente y confinar la ropa y el calzado contaminados.

Lavar ropa y calzado contaminados antes de utilizarlos nuevamente.

Lavar la parte afectada con abundante agua, hasta que se eliminen los residuos del producto.

Mantener a la víctima en reposo y abrigada para proporcionar una temperatura corporal normal.

En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal o si la irritación persiste después del lavado, obtener atención médica inmediata.

Las quemaduras requieren atención médica especializada en forma inmediata.

### Contacto con los ojos:

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua abundante por lo menos durante 15 minutos, o hasta que la irritación disminuya.

Sostener los párpados de manera que se garantice una adecuada limpieza con agua abundante en el globo ocular.

Si la irritación persiste obtenga atención médica inmediatamente.

### OTROS RIESGOS O EFECTOS A LA SALUD:

Las emanaciones de Diesel son irritantes leves para los ojos, nariz y garganta.

La exposición crónica puede resultar en dermatitis crónica.

### DATOS PARA EL MÉDICO:

El personal médico debe tener conocimiento de la identidad y características de esta substancia.

Si la cantidad de diesel ingerida es considerable, el Médico debe practicar un lavado del estómago

En tanto se aplica el lavado estomacal, debe colocarse a la víctima acostado de lado para que en caso de presentarse vómito, disminuya la posibilidad de aspiración de diesel hacia los bronquios y pulmones.

Cuando la aspiración de vapores de diesel causa paro respiratorio, procédase de inmediato a proporcionar respiración artificial hasta que la respiración se restablezca.

### ANTÍDOTO (DOSIS, EN CASO DE EXISTIR):

No se tiene información.

### SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Procedimiento, precauciones y métodos de mitigación en caso de fuga o derrame:

Llamar primeramente al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

Eliminar todo tipo de fuentes de ignición cercana a la emergencia.

No tocar ni caminar sobre el producto derramado

Detener la salida de producto (fuga) en caso de poder hacerlo sin riesgo.

De ser posible, los recipientes que lleguen a derramarse (fugar) deben ser trasladados a un área bien ventilada y alejada del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto debe trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad.

Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso al área de la emergencia.

Permanecer fuera de las zonas bajas donde pueda acumularse el producto y ubicarse en un sitio donde el viento sople a favor.

Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.

En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente especializado

En caso de ocurrir una fuga o derrame, aislar inmediatamente un área de por lo menos 50 metros a la redonda.

Cuando se trate de un derrame mayor, tratar de confinarlo, recoger el producto para su disposición posterior. En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, deben ser a prueba de explosión.

Ventile los espacios cerrados antes de entrar.

Todo el equipo que se use para el manejo del producto, debe estar conectado eléctricamente a tierra.

Los materiales contaminados por fugas o derrames, deben considerarse como residuos peligrosos, si por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o al ambiente.

### Recomendaciones para evacuación:

Cuando se trate de un derrame grande, considere una evacuación inicial a favor del viento de por lo menos 300 metros.

En caso de que un tanque, carro tanque o auto tanque esté involucrado en un incendio, considere un aislamiento y evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

# SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

La selección del equipo de protección personal a utilizar dependerá de las condiciones que presente la emergencia.

Donde es probable el contacto con los ojos repetido o prolongado, utilice gafas de seguridad con protección lateral

Si es probable el contacto con brazos, antebrazos y manos, es necesario utilizar mangas largas y guantes resistentes a productos químicos.

Donde la concentración en el aire puede exceder los Límites Máximos Permisibles indicados en la sección III, y donde la ingeniería, las prácticas de trabajo u otros medios para reducir la exposición no son adecuados, puede ser necesario el empleo de equipos de protección respiratoria de aire autónomo de presión positiva aprobados para prevenir la sobre exposición por inhalación.

No utilizar lentes de contacto cuando se trabaje con esta substancia.

En las instalaciones donde se maneja esta substancia, deben colocarse estaciones de regadera-lavaojos en sitios estratégicos, las cuales deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas.

## Ventilación.-

Debe trabajarse en áreas bien ventiladas

Debe proveerse ventilación mecánica a prueba de explosión cuando se trate de espacios confinados.

### SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

Número ONU : 1202

Clase de riesgo de transporte : Clase 3, líquidos inflamables

Guía de Respuesta en caso de Emergencia: Guía número 128

Colocar el cartel que identifica el contenido y riesgo del producto transportado, cumpliendo con el color, dimensiones, colocación, etc., dispuestos en la NOM-004-SCT/2000 y empleando cualquiera de los dos modelos que se muestran en el recuadro de la derecha.





1202

- 1.-Las unidades de arrastre de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de substancias peligrosas, deben cumplir lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 2.-Las unidades de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de substancias peligrosas, deben usar carteles de identificación; y deben portar el número con el que las Naciones Unidas clasifica al producto que se transporta. Estas indicaciones deben apegarse a los modelos que se indican en la NOM-004-SCT-2000.

Los carteles deben estar elaborados de acuerdo a las siguientes características:

- > Deben tener forma de rombo con fondo en color rojo con dimensiones mínimas de 250mm x 250mm, por lado, debiendo llevar una línea de color blanco trazada a 12.5mm del borde exterior y paralela a éste.
- > En el vertice superior se colocará, en color blanco el símbolo internacional de la substancia o material que se transporte, de acuerdo a la clasificación de riesgo, en el vértice inferior el número corres pondiente a su clase o división de riesgo en color blanco; en su parte media, en un rectángulo con fondo en color blanco se colocará el número de identificación de la substancia o material peligroso, asignado por la Organización de las Naciones Unidas, en color negro.
- Cuando no se ponga el número de identificación en el rectángulo central del cartel y en su lugar se indique con palabras el riesgo, deberá colocarse una placa rectangular de color naranja de 120mm de altura y 300mm de ancho como mínimo, con un borde negro de 10mm inmediatamente al lado del cartel con el número de la Organización de las Naciones Unidas en color negro.
- 3.-Antes de iniciar las operaciones de llenado, debe verificarse que el contenedor esté vacío, limpio, seco y en condiciones apropiadas para la recepción del producto.
- 4.-Todos los envases y embalajes; así como las unidades destinadas al transporte terrestre de productos peligrosos, deben inspeccionarse periódicamente para garantizar sus condiciones óptimas. Para fines de esta inspección, deben emplearse como referencia las Normas Oficiales Mexicanas aplicables de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, entre las que se puede citar la NOM-006-SCT2-2000.
- 5.-Esta Hoja de Datos de Seguridad de Substancias, debe portarse siempre en la unidad de arrastre.

# SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Cuando se trate de un derrame mayor, tratar de confinarlo, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior.

El producto residual y material contaminado, debe considerarse residuo peligroso si su temperatura de inflamación es menor que 60° C y por tanto requerirá su disposición en una instalación aprobada para residuo peligroso.

El suelo afectado por fugas o derrames, así como los materiales contaminados por los trabajos de limpieza, requerirán tratamiento y/o disposición de acuerdo a lo establecido en la Norma de Restauración de Suelos y en el Reglamento de Residuos Peligrosos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

## SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de esta substancia.

El personal no debe emplear lentes de contacto cuando se manipula este producto

Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta substancia; almacenar en contenedores resistentes, cerrados, fíos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles.

No almacenar en contenedores sin etiquetas; los recipientes que contengan esta substancia, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.

El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores resistentes y apropiados.

La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este produc to antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente

Trabajar a favor del viento durante la limpieza de derrames.

Los equipos empleados para el manejo de esta substancia, deben estar debidamente aterrizados.

No utilizar presión para vaciar los contenedores.

Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

## SECCIÓN XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL

### FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo".

NOM-010-STPS-1999, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral".

NOM-004-SCT-2000 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos"

NOM-006-SCT2-2000 "Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos"

"Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos"

Especificación No. 301/2004 "Pemex Diesel", publicado por la Gerencia de Coordinación Comercial, dependiente de la Subdirección de Producción de PEMEX

### ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

- <sup>1</sup> ONU: Número asignado por la Organización de las N aciones Unidas.
- <sup>2</sup> CAS: Número asignado por la Chemical Abstracts Service.
- 3 NFPA: National Fire Protection Association.
- 4 SETIQ: Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.
- <sup>5</sup> CENACOM: Centro Nacional de Comunicación.(Protección Civil)
- 6 SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 7 GRE: Guía de Respuesta a Emergencia.
- <sup>8</sup> LMPE-PPT: Límite Máximo Permisible de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo
- 9 LMPE-CT: Límite Máximo Permisible de Exposición de Corto Tiempo (STEL, en ingles).
- <sup>10</sup> IPVS: Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud. (IDLH, siglas en ingles).

- 11 P: Límite Máximo Permisible de Exposición Pico.
- 12 S: Grado de riesgo a la Salud.
- 13 I: Grado de riesgo de Inflamabilidad.
- 14 R: Grado de riesgo de Reactividad.
- 15 E: Grado de riesgo Especial.
- 16 CL<sub>so</sub>: Concentración Letal Media.
- <sup>17</sup> DL<sub>so</sub>: Dosis Letal Media.
- NA: No Aplica.

ND: No Disponible.

	NIVEL DE RIESGO							
	(8	S) RIESGO A LA SALUD (Fondo color azul)				RIESGO DE REACTIVIDAD (Fondo color amarillo)	(E) RIESGO ESPECIAL (Fondo color blanco)	
	4	Fatal.	4	Extremadamente inflamable.	4	Puede detonar.	OXY	Oxidante.
ı	3	Extremadamente Riesgoso.	3	Inflamable.	3	Puede detonar pero requiere fuente de inicio.	ACID	Ácido.
ı	2	Ligeramente Riesgoso.	2	Combustible.	2	Cambio químico violento.	ALC	Alcalino.
ŀ	-	-					CORR	Corrosivo.
	1	Riesgoso.	1	Combustible si se calienta.	1	Inestable si se calienta.	₩-	No use agua.
	0	Material Normal.	0	No se quema.	0	Estable.	4,4	Material Radiactivo.

	CONTROL DE REVISIONES							
REVISIÓN	EVISIÓN FECHA MOTIVO							
2	30/10/98	Elaboración revisión 2.						
3	17/05/04	Actualización Hoja Técnica de Especificaciones y modificación de la NOM-018-STPS-2000.						

## Declaración:

Es responsabilidad del comprador juzgar si la información aquí contenida es adecuada para sus propósitos. PEMEX Refinación no asume ninguna responsabilidad por cualquier daño resultante del uso incorrecto del producto o de cualquier peligro inherente a la naturaleza del mismo.