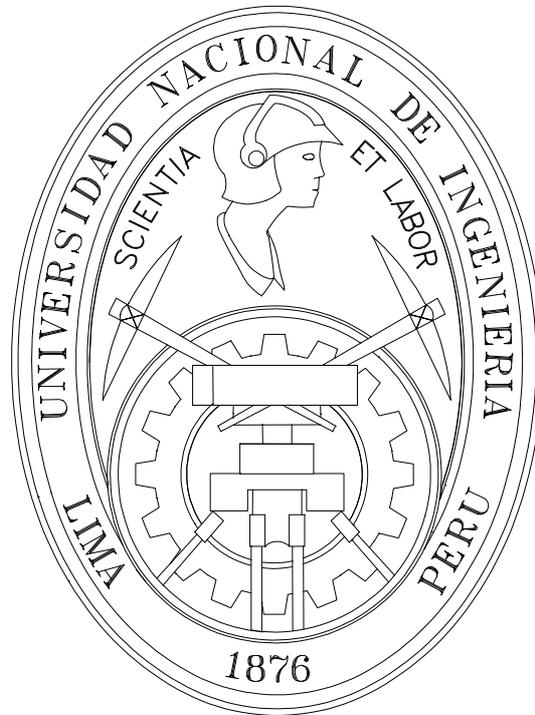


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y
METALURGICA**



**OPTIMIZACIÓN EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE LA COMPAÑÍA
MINERA VOLCAN S. A. A. DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN
ANIMÓN, MEDIANTE EL USO DE UNA CELDA DE FLOTACIÓN
FLASH.**

ELABORADO POR:

**BACHILLER ING METALÚRGICA
PEDRO A. CASTELLARES TORRES**

PARA OBTENER:

TITULO DE INGENIERO METALURGISTA

LIMA - 2009

DEDICATORIA

A mis padres, Pedro y Silvia,
que a ellos les debo cuanto soy
A mi Nueva Familia, mi Esposa
Liz y mi Hijo Piero cada una de las
letras de este trabajo son por Ustedes.

INDICE

-	RESUMEN DE LA TESIS.....	01
-	INTRODUCCION.....	03

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	06
1.2	FORMULACION DEL PROBLEMA.....	08
1.2.1	Problema Principal.....	08
1.2.2	Problemas Secundarios.....	08
1.3	OBJETIVOS DE LA TESIS.....	09
1.3.1	Objetivo General.....	09
1.3.2	Objetivos Específicos.....	09
1.4	HIPOTESIS.....	10
1.4.1	Hipótesis General.....	10
1.4.2	Hipótesis Secundarios.....	10
1.5	VARIABLES DE LA INVESTIGACION.....	11
1.5.1	Variable Independiente.....	11
1.5.2	Variable Dependiente.....	11

1.6	JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	11
1.6.1	Justificación.....	11
1.6.2	Importancia.....	12

CAPITULO II

MARCO TEORICO.

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	13
2.2	MARCO HISTORICO.....	14
2.2.1	Marco histórico sobre la Unidad de Producción Animon. (Planta Concentradora).....	14
	- Ubicación.....	14
	- Actividad Productiva.....	15
2.2.2	Marco histórico sobre Chancado y Molienda.....	16
2.2.3	Marco histórico sobre la Flotación.....	18
	- Circuito de Flotación Bulk Plomo – Cobre...	18
	- Circuito de Separación Plomo – Cobre.....	19
	- Circuito de Flotación de Zinc.....	19
2.2.4	Marco histórico sobre el Espesamiento y Filtrado y el Relave.....	20

2.3	MARCO TEORICO.....	22
2.3.1	Marco Teórico de la Flotación Flash.....	22
-	Flotación Flash.....	22
-	VARIABLES de la Flotación Flash.....	22
-	Finalidad de la Flotación Flash.....	23
-	Usos potenciales de una Flotación Flash...	23
-	Beneficios que brinda la Flotación Flash....	23
-	Parametros de Operación de la Flotación Flash.....	24
-	Consideraciones sobre el uso de una Celda de Flotación Flash.....	25
-	Usos principales de la Flotación Flash.....	26
-	Ventajas del uso de la Flotación Flash.....	26
-	Desventajas del uso de la Flotación Flash..	27
2.3.2	Marco Teórico sobre Ciencias Metalúrgicas relacionadas con la Flotación Flash.....	27
-	Mineralogía.....	27
-	Granulometría.....	28
-	Cinética de Flotación.....	28

CAPITULO III

MODELO PROPUESTO

3.1	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	31
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	32

3.3	TIPO DE INVESTIGACION.....	32
3.4	FINALIDAD DE LA INVESTIGACION.....	33
3.5	PROPOSITO DEL USO DE LA FLOTACION FLASH EN PROCESO METALURGICO POLIMETALICO ESTUDIO....	33
3.6	CAUSAS QUE ORIGINAN BAJAS EN LA RECUPERACION DEL PLOMO.....	33
3.7	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION.....	35
3.8	APROBACION Y AUTORIZACION DE LAS PRUEBAS.....	36

CAPITULO IV

VALIDACION DEL METODO

4.1	CARACTERIZACION DEL MATERIAL A ESTUDIAR.....	37
4.1.1	Mineralogía.....	38
4.1.2	Granulometría.....	38
4.1.3	Los ensayos Químicos.....	39
4.2	PRUEBAS DE LABORATORIO USANDO UNA CELDA DE FLOTACION CONVENCIONAL.....	39
4.2.1	Procedimiento de Muestreo con uso de una Celda de Flotación en Laboratorio Standard.....	39
4.2.2	Pruebas de Flotación en Laboratorio Standard...	40

4.3	PRUEBAS METALURGICAS CON MALLAS VALORADAS EN LA SECCION MOLIENDA.....	41
4.4	PRUEBAS EXPERIMENTALES PARA EL USO DE UNA CELDA DE FLOTACIÓN FLASH.....	46
4.5	PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION FLASH COLOCADA EN EL UNDER FLOW DEL HIDROCICLON.....	47
4.6	PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION FLASH COLOCADA EN EL FEED DEL HIDROCICLON (ALIMENTO AL HIDROCICLON).....	56
4.7	PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION FLASH COLOCADA EN LA DESCARGA DEL MOLINO DE BOLAS 7' X 8'.....	65
4.8	PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION FLASH COLOCADA EN LA DESCARGA DEL MOLINO DE BOLAS 8' X 10'.....	74
4.9	ELECCION DE DE LA CELDA DE FLOTACION FLASH Y SU UBICACIÓN EN LA PLANTA CONCENTRADORA.....	83
	4.9.1 Elección de la Celda.....	83
	4.9.2 Ubicación en la Planta Concentradora.....	85

4.10	BENEFICIOS METALURGICOS DE LA APLICACIÓN DE UNA CELDA DE FLOTACION FLASH.....	87
4.10.1	Mejoras.....	87
4.10.2	Ventajas.....	87

CAPITULO V

PRESUPUESTO

5.1	INVESTIGACION Y PLANEAMIENTO.....	89
5.1.1	Investigación.....	89
5.1.2	Planeamiento.....	90
5.2	EQUIPAMIENTO Y MANTENIMIENTO.....	92
5.2.1	Equipamiento del Proyecto.....	92
5.2.2	Detalle por Costo por Operación y Mantenimiento.....	92
5.3	COSTO DE EJECUCION.....	93
5.3.1	Cálculo del Cronograma de Pagos de la Cadena.....	93
5.4	COSTO DE INVERSION APROXIMADO.....	95
5.5	COSTO BENEFICIO.....	95
5.5.1	Alternativa 1: SIN CELDAS FLASH.....	95
5.5.2	Alternativa 2: CON CELDAS FLASH.....	97

CAPITULO VI

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

6.1	DE LA MUESTRA TOMADA DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION CINÉTICA EN EL UNDER FLOW DEL CICLON (Punto N° 1).....	99
6.2	DE LA MUESTRA TOMADA DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION CINÉTICA COLOCADA EN EL ALIMENTO DEL HIDROCICLON (Descarga de los tres molinos) (Punto N° 2).....	100
6.3	DE LA MUESTRA TOMADA DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION CINÉTICA COLOCADA EN LA DESCARGA DEL MOLINO DE BOLAS DE 7' X 8'. (Punto N° 3).....	100
6.4	DE LA MUESTRA TOMADA DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL DE LA FLOTACION CINÉTICA COLOCADA EN LA DESCARGA DEL MOLINO DE BOLAS DE 8' X 10'. (Punto N° 4).....	101
6.5	ELECCION DE LA CELDA Y SU UBICACION EN LA PLANTA CONCENTRADORA.....	101
6.6	EVALUACION DEL PRESUPUESTO PLANIFICADO.....	102
6.7	EVALUACION DE LA INVERSION APROXIMADA.....	102

6.8	EVALUACION DEL COSTO BENEFICIO.....	102
-----	-------------------------------------	-----

CAPITULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1	CONCLUSIONES.....	104
-----	-------------------	-----

7.2.	RECOMENDACIONES.....	106
------	----------------------	-----

-	BIBLIOGRAFIA.....	108
---	-------------------	-----

-	GLOSARIO.....	109
---	---------------	-----

LISTADO DE TABLAS

TABLA N° 01	: Gravedades específicas de sulfuros individuales.....	34
TABLA N° 02	: Malla Valorada en la Descarga del Molino de Barras 9' x 12 '.....	42
TABLA N° 03	: Malla Valorada en la Descarga de los Molinos de Bolas 8' x 10' y 7' x 8'.....	43
TABLA N° 04	: Malla Valorada en el Underflow del Hidrociclón.....	43
TABLA N° 05	: Malla Valorada en el Feed del Hidrociclón.....	44
TABLA N° 06	: Cabeza analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	47
TABLA N° 07	: Condiciones de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	47
TABLA N° 08	: Análisis Químico de los concentrados y relave Obtenidos de la prueba de flotación cinética de La muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	48
TABLA N° 09	: Recuperaciones individuales de la prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	49
TABLA N° 10	: Ensayes Químicos Acumulados de los concentrados de la prueba de flotación cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	49

TABLA N° 11	: Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la prueba de flotación cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	50
TABLA N° 12	: Recuperaciones Acumuladas Reales de la prueba De flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	50
TABLA N° 13	: Recuperaciones Acumuladas ajustadas al modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	51
TABLA N° 14	: Recuperaciones Acumuladas ajustadas al modelo Matemático Analógico, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	52
TABLA N° 15	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de flotación Cinética, de la muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	52
TABLA N° 16	: Composición química del mineral de cabeza de la Prueba de flotación cinética, de la muestra tomada Del Underflow del Hidrociclón, considerando la Fracción mayor a 600 micrones.....	55
TABLA N° 17	: Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación, Proyecto para una celda de flotación rápida, Ubicada en el Underflow del Hidrociclón.....	55

TABLA N° 18	: Cabeza analizada de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del feed del Hidrociclón.....	56
TABLA N° 19	: Condiciones de la prueba de flotación cinética De la muestra tomada del feed del Hidrociclón.....	56
TABLA N° 20	: Análisis químico de los Concentrados y Relaves Obtenidos de la prueba de flotación cinética de la Muestra tomada del feed del Hidrociclón.....	57
TABLA N° 21	: Recuperaciones individuales de la prueba de Flotación cinética, de la muestra tomada del Feed Del Hidrociclón.....	58
TABLA N° 22	: Ensayes químicos acumulados de los Concentrados De la prueba de flotación cinética, de la muestra Tomada del Feed del Hidrociclón.....	58
TABLA N° 23	: Ensayes químicos acumulados de los Relaves, de la prueba de flotación cinética, de la muestra tomada del Feed del Hidrociclón.....	59
TABLA N° 24	: Recuperaciones Acumuladas Reales de la prueba de flotación Cinética, de la muestra tomada del Feed del Hidrociclón.....	59
TABLA N° 25	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de flotación Cinética, de la muestra tomada del Feed del Hidrociclón.....	60

TABLA N° 26	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático Analógico, de la prueba de flotación Cinética, de la muestra tomada del Feed del Hidrociclón.....	61
TABLA N° 27	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del Hidrociclón.....	61
TABLA N° 28	: Composición química del mineral de cabeza de la Prueba de flotación cinética, de la muestra tomada Del Feed del Hidrociclón, considerando la tracción Mayor a 600 Micrones.....	64
TABLA N° 29	: Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación, Proyecto para una celda de flotación Rápida Ubicada en el Feed del Hidrociclón.....	64
TABLA N° 30	: Cabeza analizada de la prueba de flotación cinética De la muestra tomada de la descarga del molino de Bolas 7' x 8'.....	65
TABLA N° 31	: Condiciones de la prueba de flotación cinética de la Muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas De 7' x 8'.....	65
TABLA N° 32	: Análisis químico de los Concentrados y Relaves Obtenidos de la prueba de flotación cinética, de la Muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas de 7' x 8'.....	66

TABLA N° 33	: Recuperaciones Individuales de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la Descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....67
TABLA N° 34	: Ensayes químicos Acumulados de los concentrados De la prueba de Flotación Cinética, de la muestra Tomada de la descarga del Molino de Bolas 7'x 8'.....67
TABLA N° 35	: Ensayes químicos Acumulados de los Relaves de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra Tomada de la descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....68
TABLA N° 36	: Recuperaciones Acumuladas Reales de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....68
TABLA N° 37	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....69
TABLA N° 38	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático Analógico, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....70
TABLA N° 39	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....70

TABLA N° 40	: Composición Química del mineral de cabeza, de la Prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7' x 8' considerando la fracción mayor a 600 micrones.....73
TABLA N° 41	: Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación, Proyectoado para una Celda de Flotación Rápida, Ubicada en la descarga del Molino de Bolas 7' x 8'73
TABLA N° 42	: Cabeza analizada de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga Del Molino de Bolas 8' x 10'.....74
TABLA N° 43	: Condiciones de la prueba de Flotación Cinética, De la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....74
TABLA N° 44	: Análisis Químico de los Concentrados y Relave, Obtenidos de la prueba de Flotación Cinética, de La muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....75
TABLA N° 45	: Recuperaciones Individuales de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la Descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....76
TABLA N° 46	: Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados, de la prueba de Flotación Cinética De la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....76
TABLA N° 47	: Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....77

TABLA N° 48	: Recuperaciones Acumuladas Reales de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....77
TABLA N° 49	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....78
TABLA N° 50	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático Analógico, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....79
TABLA N° 51	: Recuperaciones Acumuladas ajustada al modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....79
TABLA N° 52	: Composición Química del mineral de cabeza, de la Prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10' considerando la fracción mayor a 600 micrones.....82
TABLA N° 53	: Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación, Proyecto para una Celda de Flotación Rápida, Ubicada en la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'82
TABLA N° 54	: Tipos de Celdas de Flotación Rápida y su Recuperación máxima de acuerdo a las pruebas De Flotación Cinética.....84

TABLA N° 55	: Planeamiento de Ejecución de obra “ Cimentación De Celda Flash Outkumpu”.....	91
TABLA N° 56	: Costos por Operación Anual.....	93
TABLA N° 57	: Costos por Mantenimiento Anual.....	93
TABLA N° 58	: Costo de Equipamiento a invertir.....	93
TABLA N° 59	: Datos de Costo de la Celda SK – 240.....	94
TABLA N° 60	: Datos para Cronograma de pagos.....	94
TABLA N° 61	: Cronograma de Pagos.....	94
TABLA N° 62	: Balance Metalúrgico Sin Celda Flash.....	95
TABLA N° 63	: Precio de los Metales (21 Dic 2005).....	95
TABLA N° 64	: Cuadro de Flujo de Caja y Flujo Operativo.....	96
TABLA N° 65	: Balance Metalúrgico con Celda Flash.....	97
TABLA N° 66	: Precio de los Metales (21 Dic 2005).....	97
TABLA N° 67	: Cuadro del Flujo de Caja y Flujo Operativo.....	97
TABLA N° 68	: Cuadro del Flujo Efectivo.....	98
TABLA N° 69	: Cuadro del VAN y el TIR.....	98

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA N° 01	: Plano de Ubicación y Accesibilidad a la Planta Concentradora Ánimos).....	15
FIGURA N° 02	: Puntos de Operación de una Celda de Flotación Rápida.....	24
FIGURA N° 03	: Flowsheet de Mallas Valoradas de la Sección Molienda.....	45
FIGURA N° 04	: Diagrama de Puntos de muestreo de la Sección Molienda.....	46
FIGURA N° 05	: Cinética Real Pb – Cu – Zn – Fe de la prueba de Flotación Cinética, de muestra tomada del Underflow del Hidrociclón.....	53
FIGURA N° 06	: Cinética del Plomo Real y ajustada a los modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret, De la prueba de Flotación Cinética, de la muestra Tomada del Underflow del Hidrociclón.....	54
FIGURA N° 07	: Cinética Real Pb – Cu – Zn – Fe de la prueba de Flotación Cinética, de muestra tomada del Feed del Hidrociclón.....	62
FIGURA N° 08	: Cinética del Plomo Real y ajustada a los modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret, de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada del Feed del Hidrociclón.....	63

FIGURA N° 09	: Cinética Real Pb – Cu – Zn – Fe de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la Descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....	71
FIGURA N° 10	: Cinética del Plomo Real y ajustada a los modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret, De la prueba de flotación Cinética, de la muestra Tomada de la descarga del Molino de Bolas 7' x 8'.....	72
FIGURA N° 11	: Cinética Real Pb – Cu – Zn – Fe de la prueba de Flotación Cinética, de la muestra tomada de la Descarga del Molino de Bolas 8' x 10 '.....	80
FIGURA N° 12	: Cinética de Plomo Real y ajustada a los modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret, De la prueba de Flotación Cinética, de la muestra Tomada de la descarga del Molino de Bolas 8' x 10'.....	81
FIGURA N° 13	: Factor metalúrgico de la pruebas de Flotación Cinética.....	84
FIGURA N° 14	: Ubicación de la Celda de Flotación Rápida en la Planta Concentradora.....	85
FIGURA N° 15	: Flowsheet de ubicación de la Celda de Flotación Rápida en el área de Molienda.....	86

NOMENCLATURAS

C	=	Concentración
C ₀	=	Concentración Inicial
C _t	=	Concentración después de un tiempo t
d	=	Diferencial
dC	=	Diferencial de la Concentración
dt	=	Diferencial de Tiempo
e	=	Numero Neperiano (2.7182)
exp	=	Exponencial
f	=	Función
f(C)	=	Función de Concentración C
K	=	Constante Cinética
KC	=	Constante Cinética multiplicada por la concentración
Kt	=	Constante Cinética multiplicada por el tiempo
R	=	Recuperación
t	=	Tiempo

RESUMEN DE LA TESIS

Los resultados generales obtenidos de las Pruebas Experimentales con el uso de “UNA CELDA DE FLOTACION FLASH” (CELDA FLASH SK – 240), en la Unidad de Producción Animon (Planta Concentradora), de la Compañía Minera VOLCAN S. A. A., trabajando con el “Alimento del Hidrociclón” (Feed del Hidrociclón), logró obtener leyes en el Concentrado de Plomo y Plata de 51.75 % y 579.9 g/t; y Recuperaciones de 64.94 % y 46.01% respectivamente.

La Ubicación de la Celda Flash SK-240, fue en la “DESCARGA DE LOS DOS MOLINOS DE BOLAS 7’x 8’ y 8’x 10’ “ y consistió en “Captar la descarga de dichos molinos con una Bomba HM-150 (y otra en stand By) y alimentar a la Celda SK-240”; Las espumas de esta Celda irán por gravedad directamente al Concentrado final; y, el Relave por gravedad se juntará con la descarga del Molino de Barras de 9’x12’; y, ésta Pulpa será bombeada a los Hidrociclones. “Los finos del OverFlow serán el Alimento al Circuito de Flotación Bulk y los Gruesos del UnderFlow, serán la carga de los molinos de Bolas 7’x 8’ y 8’x 10’.

El Uso de una Celda de Flotación Rápida (Celda Flash SK-240), en la Unidad de Producción Animon, permitió Optimizar el proceso metalúrgico polimetálico en favor de la Planta Concentradora de la Compañía Minera VOLCAN S.A.A, por que minimizó la Sobremolienda de los minerales valiosos; permitió obtener Concentrados de alta Ley, recuperados en una sola etapa; Hubo recuperación de una considerable cantidad de minerales valiosos; Los Concentrados de Gruesa Granulometría fueron fáciles de Filtrar; Disminuyó los desplazamientos del Plomo hacia el concentrado de Cobre; Mejoró la metalurgia del Plomo, captando o separando el Plomo, antes de sufrir una sobremolienda; Disminuyó la Humedad del Concentrado de Plomo, que originaba altas pérdidas por mermas; y, Disminuyó el Consumo de Bicromato de Sodio, para evitar la Contaminación del Medio Ambiente.

El Uso de la Celda de Flotación Flash SK-240, en la Compañía Minera VOLCAN, le resultará bastante rentable, y le permitirá una óptima producción y rápida recuperación de la Inversión.

SUMMARY OF THE THESIS

The overall results obtained from experimental tests with use " THE FLASH FLOTATION CELL (FLASH CELL SK-240) " in the production Unit Animóm (Concentrator Plant) of the Mining Company VOLCAN, Working with the "Feed of hydrocyclon" , laws obtained in the concentrations of lead and silver of 51.75% and 579.9 g/t and Recoveries of 64.94% and 46.01% respectively.

The location of Flash Cell SK-240, was on the "DOWNLOAD THE TWO BALL MILLS 7'x 8 'and 8'x 10'" and was "Capturing the discharge of these mills with a pump HM-150 (and one in stand by) and feed cell SK-240 "; foams of this cell will to gravity directly to final concentrate, and the Tail will to gravity and will meet with the download Mill Bars 9'x12 ' ; and it will be pumped into the hydrocyclon. "The fine of Overflow will be Food to Bulk Flotation Circuit and the thick of UnderFlow; will be loading the ball mill 7'x 8 'and 8'x 10.

Using a Flash Flotation Cell (Flash Cell SK-240) in the Production Unit Animon, helped to optimize the metallurgical process for polymetallic of the Concentrator Plant of the Mining Company VOLCAN, that minimized the several millings of minerals valuable; yielded high grade concentrates, recovered in a single step, was recovering a considerable amount of valuable minerals, concentrates thick size were easy to filter, reduce the movement of lead into the copper concentrate, better metallurgy Lead, capturing or separating lead, before suffering several millings, reduce the moisture levels of lead concentrate, which caused high losses for shrinkage, and decreased consumption of sodium dichromate, to avoid environmental pollution

Using Flash Flotation Cell of SK-240, the Mining Company VOLCAN, it will be quite profitable, and enable an optimal production and rapid return on investment.

INTRODUCCION

La Compañía Minera VOLCAN S. A. A., es una empresa que tiene una producción polimetálica (Pb, Cu, Zn y Ag), y cuenta con una planta Concentradora Animon (Unidad de Producción), donde el Proceso metalúrgico, es realizado mediante el empleo del Método de Flotación Convencional, el mismo que ha venido suscitando algunas desventajas en el procesamiento de los minerales explotados por la empresa minera.

El Presente Trabajo de Investigación, titulado como “OPTIMIZACION EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE LA COMPAÑÍA MINERA VOLCAN S.A.A. DE LA UNIDAD DE PRODUCCION ANIMON, MEDIANTE EL USO DE UNA CELDA DE FLOTACION FLASH” (Flotación Rápida), va a constituir una nueva Aplicación y Herramienta eficaz para el proceso de Mejoramiento y eficiencia de la Planta Concentradora polimetálica Animon, donde existe diferentes gravedades específicas por cada especie mineralógica y donde el Plomo generalmente sufre sobremolienda por su mayor tiempo de Residencia

recirculando en el Under Flow del Hidrociclón (U/F), los cuales convierten posteriormente en pérdidas metálicas de Valores.

Mediante la aplicación del Método de Flotación Rápida (Flotación Flash), en la Unidad de Producción Animon, será objetivo principal de la Compañía Minera VOLCAN, que se capte o se separe el Plomo, tan pronto el proceso lo permita y así obtener las Ventajas y beneficios que brinda la Celda de Flotación Rápida en la minería polimetálica.

El desarrollo de la Tesis consta de SIETE (07) Capítulos, descritas en forma clara, Sencilla y Precisa, conforme se detalla:

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, donde se ha considerado la Descripción del Problema, Formulación del Problema, los Objetivos de la Tesis, las Hipótesis, las Variables y la Justificación e importancia de la Tesis.

CAPITULO II: MARCO TEORICO, donde se ha considerado los Antecedentes de la investigación, Marco histórico de la Unidad de Producción, de la Flotación Convencional, y del Espesamiento y filtrado; y del Relave, seguido del Marco Teórico de la Flotación Flash y de las ciencias metalúrgicas relacionadas con la Flotación Flash.

CAPITULO III: MODELO PROPUESTO, en este capítulo se ha desarrollado la Metodología utilizada, el Diseño y Tipo de Investigación, la Finalidad de la Tesis, Propósitos del uso de la Flotación Flash, las causas que originan bajas en la recuperación del Plomo, Planteamientos de Alternativas de Solución y la Aprobación y Autorización de las pruebas experimentales con la Celda Flash.

CAPITULO IV: VALIDACION DEL METODO, se han considerado la caracterización del material a estudiar, Pruebas de Laboratorio usando una Celda de Flotación Convencional, , Las pruebas metalúrgicas con Mallas Valoradas en la Sección Molienda, y las Pruebas Experimentales de Flotación Cinética realizadas en el Under Flow del Hidrociclón, en el Feed del Hidrociclón, en la Descarga del Molino de Bolas 7' x 8' y en la Descarga del

Molino de Bolas 8' x 10', determinando el Beneficio metalúrgico y Elección de una Celda de Flotación Flash y su Ubicación en la planta Concentradora

CAPITULO V: PRESUPUESTO, aquí se ha determinado la Investigación y Planeamiento, el Equipamiento y Mantenimiento; Los costos de Ejecución; De inversión Aproximada, y el Costo Beneficio según la alternativa elegida.

CAPITULO VI: ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS, en este capítulo se han considerado las evaluaciones hechas de las muestra tomadas en las pruebas experimentales del uso de la Celda de Flotación Flash, en Under Flow del Hidrociclón, en el Feed del Hidrociclón, y en las Descargas de los Molinos de Bolas de 7' x 8' y de 8' x 10' respectivamente; así como la Elección de la Celda Flash y su ubicación en la Planta Concentradora y los análisis del Presupuesto, Del costo de Operaciones y Mantenimiento, Del costo de Inversión aproximada y de Ejecución y evaluación del Costo beneficio para la Compañía minera VOLCAN de instalarse una Celda de Flotación Flash.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, se han desarrollado principalmente los Resultados obtenidos al instalarse Una Celda de Flotación Flash en la Unidad de Producción Animon estableciéndose las Ventajas y beneficios que esta brinda a favor de la Compañía Minera VOLCAN.

Asimismo, como información complementaria al Estudio de Investigación, se acompaña un ANEXO y la BIBLIOGRAFIA utilizada en el trabajo.

Antes de finalizar debo expresar mi sincero y respetuoso reconocimiento a los Ingenieros que me brindaron su asesoramiento y consejos profesionales; ya que el presente trabajo de Investigación constituye un esfuerzo académico orientado a mejorar la Performance metalúrgica de una Planta Concentradora, de una manera Simple y Sencilla utilizando para ello herramientas y conocimientos obtenidos durante mi preparación Universitaria.

PACT.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La Compañía Minera VOLCAN S.A.A., es una Empresa Polimetálica, que tiene una Unidad de Producción ANIMON, donde se encontró que existía una notable segregación en la Molienda de los Sulfuros, originando que los diferentes minerales sean molidos en diferentes grados y de manera no controlada.

La Galena (Sulfuro de Plomo), ha sido ratificada como el sulfuro más friable en los componentes de ésta mina por ser enteramente polimetálica, ya que se ha detectado que comúnmente es el Sulfuro que pasa con mayor facilidad a formar parte de las Mallas finas.

Por lo indicado, un gran porcentaje de pérdidas de Plomo ocurre en las mallas finas, lo cual se explica mediante el fenómeno de la segregación en la Clasificación, es decir, la enorme diferencia que existe entre la Densidad Compósito del mineral, que en nuestro caso es de 3.43 y la Densidad de la Galena que es 7.58; lo que constituye la razón principal para que se originara sobremolienda del plomo, lo cual afectaba la flotabilidad desplazándose en promedio 13.0 % al concentrado de Cobre (Cu); 1.80% en promedio al concentrado de Zinc (Zn); y, hasta 0.30% en promedio al Relave Final.

Bajo las consideraciones anteriores se propuso realizar Análisis Granulométricos en el Área de Molienda – Clasificación, iniciando en el Feed del Hidrociclón (Producto de descarga de los Molinos Primario de Barras 9 x 12 y los Secundarios de Bolas 8 x 10 y 7 x 8); y se encontró que entre el 48 y 50 % del Plomo Fino (49.89%) se encontraba en la Malla –M 200 Passing; Los cuales se consideran como “Elementos metálicos liberados y listos para flotar” y ésta fue precisamente la causa para que éstos incrementaran su contenido metálico en el Under Flow del Hidrociclón U/F, retornando como carga circulante a los molinos secundarios de bolas 8 x 10 y 7 x 8.

Un análisis aparentemente insignificante y con el cual se trabaja en el mundo minero, ha originado consecuencias como las que se señalan a continuación:

- 1.1.1 Bajas recuperaciones por pérdida de Plomo (Pb) sobremolido.
- 1.1.2 Deterioro del grado del concentrado de Cobre (Cu), por alto desplazamiento de Plomo (Pb).
- 1.1.3 Penalidades aplicadas en la Comercialización del Concentrado de Cobre (Cu), por altos desplazamientos de Plomo (Pb).

1.1.4 Alta humedad del Concentrado de Plomo (Pb), que originaban altas pérdidas por mermas.

1.1.5 Incremento del consumo de Bicromato de Sodio, por la generación de mayores áreas superficiales, el cual es un contaminante del Medio Ambiente.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema Principal.

¿En que medida, el uso de una Celda de Flotación Flash, puede permitir la optimización de la Unidad de Producción Animón, en la planta de Beneficio de la Compañía Minera Volcán ?

1.2.2 Problemas Secundarios.

a. ¿De que manera, la instalación de la Celda de Flotación Flash, logrará optimizar la metalurgia del Plomo en la Unidad de Producción Animon, de la Compañía Minera Volcán?

b. ¿En que porcentaje, se puede aminorar los desplazamientos del Plomo hacia el Concentrado de cobre, mediante el uso de una celda de Flotación Flash, en la Unidad de producción Animon, de la Compañía Minera Volcán?

c. ¿Cuál es el porcentaje, de disminución de Humedad del Concentrado de Plomo, mediante el uso de una celda de Flotación Flash, en la Unidad de producción Animon, de la Compañía Minera Volcán?

- d. ¿En que medida, se puede reducir la contaminación del medio ambiente, mediante el uso de una celda de Flotación Flash, en la Unidad de producción Animon, de la Compañía Minera Volcán?

1.3. OBJETIVOS DE LA TESIS.

1.3.1 Objetivo General.

Optimizar y mejorar la Flotación Convencional de la Unidad de Producción Animon (Planta Concentradora), de la Compañía Minera Volcán, mediante el uso de una Celda de Flotación Flash.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- a. Disminuir las pérdidas de Plomo (Pb) por sobremolienda, mejorando la calidad del concentrado.
- b. Reducir los desplazamientos del Plomo (Pb) hacia el concentrado de Cobre (Cu).
- c. Disminuir la Humedad del Concentrado de Plomo (Pb), que originaban altas pérdidas por Mermas.
- d. Aminorar el Consumo de Bicromato de Sodio, por la generación de mayores áreas superficiales, el cual es un contaminante del Medio Ambiente.

1.4. HIPOTESIS DE LA TESIS

1.4.1 Hipótesis General.

Si la Unidad de Producción Animon, hace uso de una Celda de Flotación Flash en sus operaciones, entonces, logrará la optimización en la planta de Beneficio de la Compañía Minera Volcán.

1.4.2 Hipótesis Secundaria.

- a. Si la Unidad de Producción Animon, hace uso de una Celda de Flotación Flash en sus operaciones, entonces, logrará disminuir las pérdidas de Plomo por sobremolienda, mejorando la calidad del concentrado.
- b. Si la Unidad de Producción Animon, hace uso de una Celda de Flotación Flash en sus operaciones, entonces, alcanzará a reducir los desplazamientos del Plomo hacia el concentrado de Cobre.
- c. Si la Unidad de Producción Animon, hace uso de una Celda de Flotación Flash en sus operaciones, entonces, le permitirá disminuir la humedad del Concentrado de Plomo que originaban altas pérdidas por mermas.
- d. Si la Unidad de Producción Animon, hace uso de una Celda de Flotación Flash en sus operaciones, entonces, logrará aminorar el consumo de Bicromato de Sodio, por la generación de mayores áreas superficiales, protegiendo el Medio Ambiente.

1.5 VARIABLES DE LA INVESTIGACION

1.5.1 Variable Independiente.

X = “Uso de una Celda de Flotación Flash”

Indicadores:

X1 = Celda Flotación Flash

X2 = Unidad de Producción Animon

1.5.2 Variable Dependiente.

Y = “Optimización de la Unidad de Producción Animon”

Indicadores:

Y1 = Optimización

Y2 = Compañía Minera Volcán

1.6. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.

1.6.1 Justificación.

Los motivos y causas que dieron origen a realizar el presente Estudio de Investigación, es que la Compañía Minera Volcán, tiene una Unidad de Producción Animon, (Planta Concentradora), donde se efectúa un procesamiento de Minerales Polimetálicos de Plomo (Pb), Cobre (Cu), Zinc (Zn), y Plata (Ag) por Flotación, razón por el cual se consideró Estudiar e Investigar haciendo uso de una Flotación Rápida de valores de Plomo en el propio circuito de Molienda – Clasificación, de manera que los Circuitos de Flotación posteriores queden habilitados para generar un Bulk de Plomo – Cobre, con menor contenido de Plomo y enriquecido en Cobre, obviamente con un menor consumo de Bicromato de Sodio en la etapa de separación Plomo (Pb) –

Cobre (Cu), (Depresor de Galena), reactivo que es extremadamente dañino al Medio Ambiente, mejorando el FACTOR METALURGICO de la Operación Metalúrgica Total de la Planta Concentradora Animon.

1.6.2 Importancia.

El presente Trabajo , es importante por que los resultados de la investigación permitirán la aplicación de los mismos en la Unidad de Producción Animon (Planta Concentradora) de la Compañía Minera Volcán, para lograr atenuar el efecto de las cargas circulantes y presentar resultados económicos – metalúrgicos favorables, además de que éste estudio pueda servir de referencia para algunas plantas concentradoras que todavía tienen dudas sobre la FLOTACION RAPIDA DE GALENA, en el propio Circuito de Molienda – Clasificación.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.

Para la realización del presente Trabajo de Investigación, ha requerido que se efectúe una revisión de diferentes informaciones y experiencias realizadas sobre el tema, con la finalidad de obtener una información histórica o presente, que permita un replanteamiento del trabajo, en caso hubiera una similar o parecida, sobre los diferentes aspectos relacionados al uso de las Celdas de Flotación Flash, en la planta concentradora Animon (Unidad de Producción) del la Compañía Minera Volcán S. A. A.

No existiendo antecedentes más próximos de investigaciones de ésta índole en la planta concentradora Animon (Unidad de Producción) del la Compañía Minera Volcán S. A. A., se ha establecido que con respecto al tema materia de Investigación, no existen Estudios o trabajos que hayan sido tratados en el contexto de la realidad planteada, por lo cual se considera que el Presente Trabajo de Investigación, reúne las condiciones Temáticas y Metodológicas suficientes para ser considerado como una “Investigación Inédita” en la planta concentradora Animon (Unidad de Producción) del la Compañía Minera Volcán S. A. A.

2.2 MARCO HISTORICO

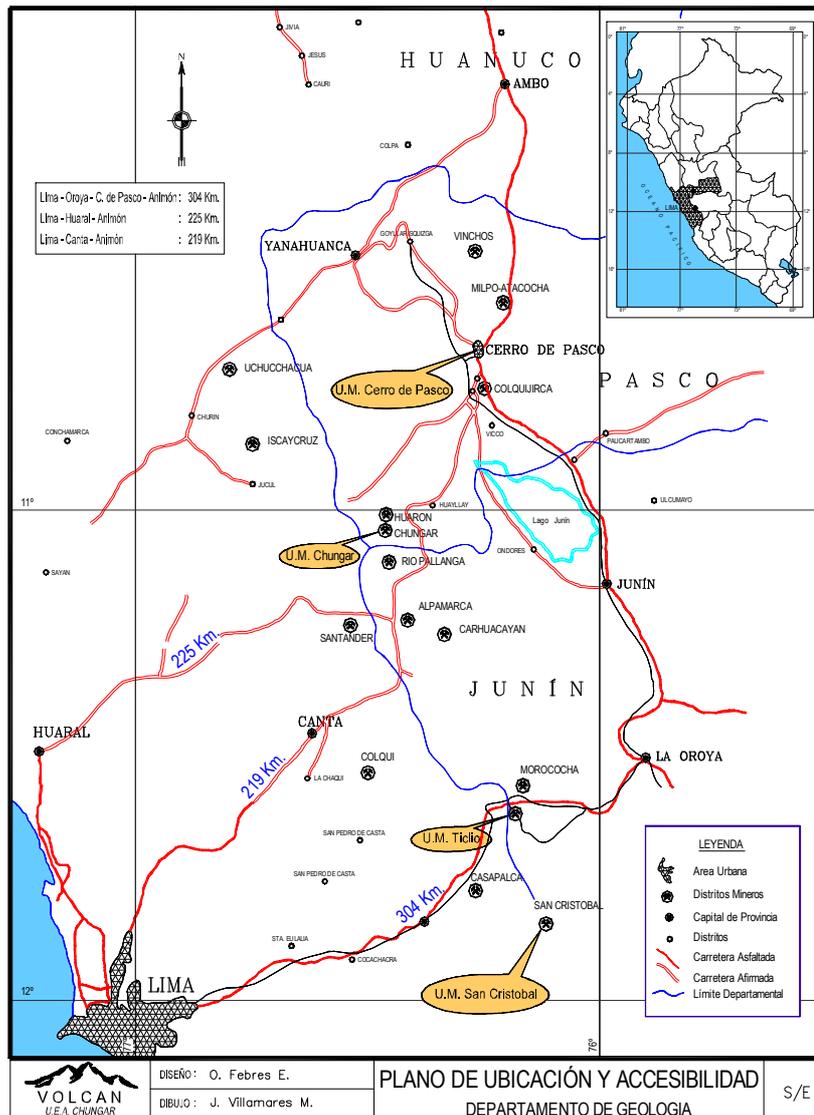
2.2.1 Marco Histórico Sobre la Unidad de Producción Animon.

Ubicación.

La Unidad de Producción Animon (Planta Concentradora), se encuentra ubicada en la Sierra Central del Perú, Flanco Este de la cordillera Occidental. Pertenece al distrito de Huayllay, provincia y Departamento de Pasco.

Las rutas de acceso con respecto a la ciudad de Lima, son:

- Lima-Oroya-Pasco-Animon 304 Km. 06 hrs
- Lima-Canta-Animon 219 Km. 04 hrs
- Lima-Huaral-Animon 225 Km. 04 hrs



(Fig. N ° 01: Plano de Ubicación y Accesibilidad a la Planta Concentradora Animon).

Actividad Productiva.

La Planta Concentradora de Animon, (UNIDAD ECONOMICA ADMINISTRATIVA CHUNGAR), procesa 2000 Toneladas Métricas por día, de mineral con Leyes de 3.2 % de Plomo; 7.5 % de Zinc; 0.30 % de Cobre y 3.10 oz./TM de Plata, con una humedad promedio de 8% a 11 % y una gravedad específica de 3.20 gr./lt.

La Unidad produce 240 TPD de concentrado de Zinc con un grado de 58 % y 91 % de Recuperación; 80 TPD de

Concentrado de Plomo con un grado de 65 % y 83 % de Recuperación; y, 12 TPD de concentrado de Cobre con un grado de 23 % y 38 % de Recuperación.

El Beneficio de los valores de Zinc, Plomo, y Cobre se realizan por Flotación previa conminución.

2.2.2 Marco histórico sobre Chancado y Molienda

Chancado:

El Circuito de Chancado es abierto y tiene una capacidad promedio de 150 TM/hr. se realiza en dos etapas: Chancado Primario y Chancado Secundario.

En el Chancado Primario, un Apron Feeder NICO de 42" x 18' alimenta a la faja transportadora Nro. 1, la misma que descarga sobre un Grizzly Vibratorio SYMONS de 3' x 5' ; el Oversize de éste alimenta a una Chancadora COMESA de 24" x 36". En esta etapa el mineral es reducido desde un tamaño promedio 100 % - 12" a 100 % - 4". Debajo del Apron Feeder se ubica una faja auxiliar que capta todos los derrames y los transporta hasta la faja Nro. 5.

En el Chancado Secundario, el Undersize del Grizzly y la descarga de la Chancadora Primaria COMESA 24" x 36" se juntan en la faja transportadora Nro. 2, la misma que alimenta este producto a un cedazo SVEDALA modelo Banana de 6' x 16' de Doble Deck, los gruesos +1 ½" de esta clasificación van a la Chancadora Secundaria Cónica Estándar SYMONS de 5 ½"; el producto final chancado 100 % - 1" es captado por la faja Nro. 4 y los finos del Cedazo - 1 ½" son captados por la faja Nro. 3; ambos productos se juntan en la faja Nro. 5 y son trasladados por ésta a un silo

de 1000 TM de capacidad que alimenta al Circuito de Molienda.

En esta área trabajan dos operarios (Chancadores), donde uno de ellos opera el Apron Feeder, el Grizzly; supervisa la faja Nro. 1 y auxiliar; hace el retiro de los desechos de maderas y fierros que vienen en el mineral asegurando una alimentación constante a las chancadoras; y el segundo opera la chancadora Symons, controlando que ésta no se sobrecargue (atore), debido a que el mineral generalmente es arcilloso (panizado) y húmedo; también controla y supervisa la correcta operación del Cedazo Vibratorio y de las fajas Nros. 2, 3, 4 y 5.

Molienda:

La Molienda en este Circuito se realiza a través de la Molienda Primaria y la Molienda Secundaria.

La Molienda Primaria, empieza con la descarga de la tolva de Finos de 1000 TM, a través de una Compuerta Manual hacia la faja Nro. 7, la misma que descarga a la faja Nro. 8 y de ésta a la faja Nro. 11, que es la que finalmente alimenta al Molino de Barras 9' x 12' COMESA, que opera en circuito abierto. El control del peso del mineral que ingresa al molino se realiza en la faja Nro. 8, pesando en una Balanza mecánica de mesa la carga recogida en un balde de un metro lineal de faja.

La Molienda Secundaria, consta de un molino de bolas 8' x 10' COMESA, que remuele el 60 % de la descarga del Hidrociclón y un molino 7' x 8' FIMA que remuele el 40 % restante en circuito cerrado. La Clasificación se realiza en dos Ciclonas KREBS de 20" de diámetro uno de ellos

en Stand by con su respectiva Bomba Fima. HM 150; El Overflow que ingresa a flotación es de 52 % - Malla 200, con una densidad promedio de 1450 gr/Lt y G. E. 3.20 gr/cm³.

En esta área, laboran dos operarios donde uno de ellos controla el Shute de descarga y asegura una alimentación constante al molino de barras; y el otro realiza el control de las Densidades, Limpieza de canaletas, apoyando cuando el Shute se campaneaa.

2.2.3 Marco Histórico sobre la Flotación.

En la Unidad de Producción Animon, existen Circuitos de Flotación Bulk Plomo – Cobre; Circuito de Separación de Plomo – Cobre y Circuito de Flotación de Zinc, que desarrollan la actividad operativa de la planta concentradora, conforme se indican:

Circuito de Flotación Bulk Plomo – Cobre:

En el circuito Rougher y Scavenger se cuenta con 01 celda RCS 30 (1060 ft³) y 06 celdas RCS (355 ft³) FIMA.

La Flotación en esta etapa es CONVENCIONAL, se flota el Plomo (Pb) y el Cobre (Cu) (Bulk) con Xantato Z – 11, como Colector y Espumante Dow Froth 200; se deprime el Zinc y la Pirita con Sulfato de Zinc y complejo de Cianuro / Sulfato de Zinc a un PH de 9.0 – 9.5 ; El Concentrado Rougher entra a limpiarse en un banco de 06 celdas DENVER Sub. – A Nro. 24 (50 ft³) y el concentrado Scavenger se junta con el relave del banco de limpieza Bulk y retornan al Rougher. El Relave general del circuito de Flotación Bulk es la cabeza de Flotación de Zinc.

Las espumas de la última limpieza del concentrado Bulk ricas en Plomo y Cobre entran a la separación Plomo (Pb) – Cobre (Cu).

Circuito de Separación Plomo – Cobre

Las espumas de la última limpieza de las celdas DENVER Sub A Nro. 24 (50 ft³) entran a un banco de 08 Celdas DENVER Sub A Nro. 24 para la separación del Plomo (Pb). – Cobre (Cu).

La separación se efectúa deprimiendo el Plomo y flotando el Cobre, el Plomo se deprime con una solución de Bicromato de Sodio, Carboximetil Celulosa de Sodio (CMC), Fosfato Mono Sódico y Carbón activado, las espumas ricas en Cobre entran a limpiarse a un banco de 02 Celdas DENVER Nro. 18 (18 ft³). El Concentrado de la segunda celda es el Concentrado final de Cobre (24 % Cu) y el relave final de todo éste circuito es el concentrado final de Plomo (64 % Pb).

Circuito de Flotación de Zinc.

Las colas de la Flotación Bulk, (FLOTACION CONVENCIONAL), son acondicionados a un pH de 11,5 – 12,0; con Sulfato de Cobre como activador y flotadas en el circuito Rougher usando Xantato Z – 6 , como colector y espumante Dow Froth 200, La Flotación Rougher Primaria se lleva a cabo en un banco de 2 Celdas RCS 30 ; La Flotación Rougher Secundaria en un banco de 3 Celdas RCS 10 y el Scavenger lo conforman 6 Celdas RCS 10.

La limpieza de las espumas del primer Rougher, se efectúa en una Celda RCS – 20 (705 ft³); Las espumas de ésta

Celda terminan por limpiarse en una Celda RCS 5 (175 ft³), cuyas espumas son el Concentrado final.

La limpieza de las espumas de la Segunda Rougher, se efectúa en un banco de 06 Celdas DENVER Sub A Nro. 24, de las que se obtiene un Concentrado final que se junta con las espumas de la Celda RCS 5, que por gravedad son transportadas hacia los espesadores.

El Relave de las limpiadoras RCS 5 y DENVER Sub A retornan a la cabeza. El Relave de la RCS 20 y el Relave del Primer Rougher es el alimento de la Flotación Rougher Secundaria.

2.2.4 Marco Histórico sobre el Espesamiento y Filtrado, y Relave.

Espesamiento y Filtrado:

La Etapa de Espesamiento para el concentrado de Plomo cuenta con 01 Espesador de 18' x 8'; y para el Filtrado un filtro de discos de 6' x 3' que descarga un producto con 9.0 % de agua promedio. El O/F tiene un pH de 7 – 7.5 y descarga a las cochas de recuperación.

Para el Espesamiento del Zinc, se cuenta con 02 espesadores, el primero de 30' x 10' y el segundo de 50' x 10'; y el Filtrado se realiza en 02 filtros de discos de 6' x 7' que descarga un producto con 10.5 % de agua promedio.

El O/F de ambos espesadores tienen un pH 12 – 12.5; el Over del Espesador Nro. 1 descarga en el Espesador Nro 2 y el Overflow de éste descarga en la cancha auxiliar, luego de este punto son bombeados a la cancha de relaves 3.

Relave.

El Relave generado en la Planta es bombeado a través de 02 Bombas HR – 150, instaladas en serie hacia un Nido de 4 Ciclones Krebs de 10 “ en la parte alta de la Planta, el U/F’ es almacenado en dos silos para ser utilizado en la mina, en el relleno Hidráulico de los tajos. El O/F’ se envía por gravedad a través de una tubería de Polietileno de 10” de diámetro de alta densidad hacia un cajón distribuidor en la parte alta, lado noroeste de la cancha de relave Nro. 3; éste cajón tiene un tubo de rebose de 10” y 5” descargas laterales con tubería de 4” de polietileno que permiten descargar controladamente el relave en el perímetro de los diques de la relavera.

El agua decantada es drenada por 2 Quenas de Concreto, que unidas en su base por una tubería de fierro de 8“ transporta el agua clara a una caja registro de concreto que alimenta a un tanque donde se encuentra una bomba Hidrostal de 100 HP, que recircula el agua hacia la Planta Concentradora a través de una tubería de 4” de polietileno; ésta agua es utilizada en el circuito de Molienda y Flotación.

Al costado del tanque de agua para la recirculación existen 3 pozas de contingencia que permiten Sedimentar los sólidos. El Nivel de los Sólidos en el perímetro de las Quenas se controla con costales de polietileno; conforme sube el nivel, se van cerrando las tapas de las Quenas y se Impermeabiliza con los costales. La estabilidad de los diques se tiene controlada con 9 piezómetros instalados: 03 en el Dique del Oeste; 03 en el Dique del Este y 03 en el Dique Central.

2.3 MARCO TEORICO

2.3.1 Marco Teórico de Flotación Flash.

Flotación Flash.

Es un método descrito como el Flash Flotación que significa Flotación Rápida, y que consiste en la flotación instantánea de partículas valiosas desde un circuito de Molienda – Clasificación.

El Concepto de Flotación Flash, se basa en una Celda de flotación especial instalada en el circuito de molienda, la que procesa el material grueso que tradicionalmente es retornado desde el underflow del Hidrociclón directamente al molino.

Las celdas de Flotación Flash, disminuyen la sobremolienda a través de una flotación muy selectiva. Esta Flotación selectiva debe ser evaluada en el Underflow del Hidrociclón y, en las descargas de los Molinos Primarios y Secundarios en el Circuito de Molienda – Clasificación; es decir, la idea es la de captar o separar en éste caso el Sulfuro de Plomo (Galena), tan pronto el proceso lo permita.

Variables de Flotación Flash

- a. Recuperación del proceso entre 40 % - 60 %
- b. Tamaño de 350 micrones.
- c. Celdas Dimensionales : Las celdas son dimensionadas en función de su tonelaje de alimentación y normalmente opera con el flujo de la carga circulante dentro del circuito de molienda.
- d. Capacidad : De 15 a 2400 TPH.
- e. Densidad recomendable es de 1800 gr/lit;

Finalidad de Flotación Flash.

Como método la Flotación Flash, en su aplicación constituye una herramienta, que sirve para el Proceso de Optimización de Plantas Concentradoras Polimetálicas, donde tienen diferentes gravedades específicas por cada especie mineralógica, y donde el Sulfuro de Plomo (Galena), generalmente sufre sobremolienda por su mayor tiempo de residencia recirculando en el Underflow del Hidrociclón, los cuales se convierten posteriormente en pérdidas metálicas de valores.

Usos Potenciales de una Celda de Flotación Flash.

El uso de una Celda de Flotación Flash, puede facilitar cuando:

1. Distintos tipos de minerales presentes en algunas actividades productivas, presentan diferencias entre su gravedad específica y los posibles tamaños de liberación.
2. En minería de Polimetálicos, donde se pueden extraer minerales como Plomo (Pb), donde la diferencia de densidad es notable, siendo posible realizar Flotación Flash de Plomo para evitar sobre moliendas.
3. En la Mineralización, donde se encuentran minerales como el Cobre (Cu) y Oro (Au). Donde el último por la diferencia de densidad y diferencia en tamaño de liberación pueda separarse mediante Flotación Flash.

Beneficios que brinda la Flotación Flash.

1. Brinda menor remolienda de valores.
2. Incremento de La Recuperación típica.
3. Mejor humedad de concentrados.

Parámetros de Operación:

El funcionamiento de la Celda de Flotación Flash, inicia cuando ésta es Alimentada con Pulpa, la cual es de una Granulometría gruesa (Tamaño de 350 micrones), de manera que las partículas más gruesas que no pueden flotar son descargadas, evitando su arenamiento.

El Nivel de Pulpa es medido y controlado de manera automática conjuntamente con una válvula de descarga que permite que en la celda exista una buena mezcla de la Pulpa.

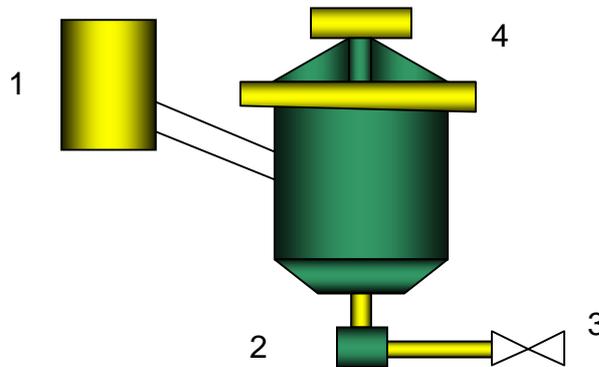


Fig N°02 : Puntos de Operación de una Celda de Flotación Rápida

Los Parámetros que más influyen en la Operación de una Celda de Flotación Rápida, son los siguientes:

1. El cajón de alimentación a la Celda de Flotación Rápida debe ser de un Volumen adecuado, de manera que éste permita disminuir las fluctuaciones de flujo debido a las variaciones de la carga circulante. La alimentación de la Pulpa del cajón hacia la Celda de Flotación Rápida se produce mediante una placa de alimentación ajustable de manera que el flujo alimentado a la Celda sea lo más constante posible.

2. En la descarga de la Celda, antes de la válvula de control automático debe colocarse también un cajón que permita disminuir las fluctuaciones de flujo producto de la corrección de pulpa a cargo del Sensor de nivel.
3. La válvula Pinch ubicada en la parte inferior del tanque, es empleada para el control de Nivel de la Pulpa. La Válvula opera por un actuador neumático. Cuando es fijado en el modo automático, el controlador realiza un control automático de la posición de la válvula de acuerdo al nivel de pulpa medido en el tanque.
4. Control de Nivel de Pulpa, la cual tiene relación directa con la operación de la válvula automática de la descarga de la Celda.

Para la alimentación de Pulpa hacia la Celda de Flotación Rápida, la densidad recomendable es de 1800 gr/lit; y, la dosificación de Reactivos debe ser en cantidades controladas.

Consideraciones sobre uso de la Flotación Flash:

El Método de Flotación Flash (Flotación Rápida), debido al corto tiempo de residencia requerida, presentan innovaciones importantes a tener en cuenta, como :

- a. Es posible flotar un concentrado de ley final a partir del Underflow del ciclón o de la descarga de los molinos Secundarios, obteniendo una buena recuperación.
- b. Flotar Minerales valiosos en el Circuito de Molienda, para evitar la sobremolienda y producir concentrados gruesos,

fáciles de filtrar, que es una manera eficaz de aumentar la rentabilidad de las concentradoras de hoy en día.

- c. El método Flotación Flash, disminuye las variaciones de las Leyes del mineral de alimentación y junto con una alta recuperación posibilita la disminución del volumen del circuito de flotación Convencional.
- d. La estructura de una maquina de flotación especial demostró ser eficiente en una Operación Continua, capaz de tratar material grueso en densidades de pulpas altas (como las descargas de los molinos Primarios o Secundarios), sin originar avenamiento.

Usos Principales de las Celdas de Flotación Flash.

El Método de las Celdas de Flotación Flash, principalmente son utilizados, para :

1. Minería de metales pesados en General.
2. Minería de Oro (Au).
3. Minería de Plomo (Pb)

Ventajas del uso de una Celda de Flotación Flash.

En la Minería de Polimetales, como el caso materia de estudio donde se extraen minerales como el Plomo (Pb), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Plata (Ag), y otros; el uso de una Celda de Flotación Flash (Rápida), frente a una Flotación Convencional, permite dar ventajas en el proceso, en los aspectos que se indican:

- Minimiza la Sobremolienda de los minerales valiosos.
- Concentrados finales de alta ley, son responsables sólo en una etapa.
- Volúmenes menores en las Celdas convencionales.

- Se reduce también la carga circulante en el circuito de molienda, posibilitándose así una tasa de procesamiento más alta y un control más constante.
- Mejora en el proceso de Filtración.
- Aumenta la recuperación Global, aprovechando las buenas características del mineral para la flotación.

Desventajas del Uso de una Celda de Flotación Flash.

1. Se requiere disminuir la densidad de Pulpa para la alimentación Flash.
2. El Tamaño de equipos.
3. Mayor Clasificación en las zonas superiores de las Celdas.
4. El Tiempo de Residencia.
5. Se debe encontrar un equilibrio entre la mejor recuperación de metales de valor y la disminución de Recuperación debido a baja densidad de Pulpa en Molienda.
6. El DUAL OUTLET, mantiene densidades de pulpa en la alimentación del molino a nivel aceptable para no perder eficiencia de Molienda y controla densidad óptima en la Flotación Flash.

2.3.2 Marco Teórico sobre Ciencias Metalúrgicas relacionadas con la Flotación Flash.

Mineralogía.

Es la rama de la Geología que estudia las propiedades físicas y químicas de los minerales que se encuentran en el planeta en sus diferentes estados de agregación.

La ciencia de la Mineralogía trata de los minerales de la corteza terrestre y de los encontrados fuera de la tierra, como las muestras lunares o los meteoritos; de la identificación de esos minerales y del estudio de sus propiedades, origen y clasificación.

La Mineralogía Descriptiva: Estudia las propiedades y Clasificación de los minerales individuales, su localización, sus formas de aparición y sus usos.

La Mineralogía Determinativa: Se dedica a la Identificación de los minerales en función de sus propiedades Químicas, Físicas y Cristalográficas.

Granulometría.

Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

Según la Real Academia Española:

1. Parte de la Petrografía que trata de la medida, del tamaño de las partículas, granos, y rocas de los suelos.
2. Tamaño de las piedras, granos, arena, etc. Que constituye un árido o polvo.

El Método de Determinación de la Granulometría más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de Mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente COLUMNA DE TAMICES. Pero para una medición más exacta se usa el granulómetro Laser, cuyo rayo difracta en las partículas para poder determinar su tamaño.

Cinética de Flotación

Generalmente se considera a la flotación como un proceso de primer orden, la constante cinética estimada de este principio no debe ser única ya que representará un promedio de una serie

de constantes que dependen de la concentración de la especie mineralógica y de su granulometría en que será flotada.

Por lo anterior, es fácil asegurar que la constante cinética de flotación disminuirá aguas abajo del circuito debido a la extracción progresiva del material valioso flotable.

El aspecto expuesto anteriormente es la restricción más importante para que la teoría cinética de flotación no tenga una aplicación rigurosa, sin embargo es posible aceptar que su aplicación proporcione información valiosa para estimar performances de circuitos tentativos de flotación.

Se tiene las siguientes condiciones:

$$\begin{array}{ll} C_0 & C_t \\ \text{tiempo} = 0 & \text{tiempo} = t \end{array}$$

Para una flotación batch se acepta que la velocidad de cambio para concentración que se describe en el siguiente modo:

$$-dC/dt = f(C) \quad (1)$$

Donde $f(C)$ es una función de la concentración C , si la reacción es de primer orden $f(C)$ puede ser remplazada por KC siendo K la constante cinética, luego remplazando en (1):

$$-dC/dt = KC \quad (2)$$

Integrando la ecuación (2) entre las concentraciones C_0 al inicio de la flotación y C_t después de un tiempo t se obtiene:

$$C_t = C_0(\exp(-Kt)) \quad (3)$$

La proporción que ha reaccionado, que corrientemente toma el nombre de recuperación (R) se da por la siguiente expresión:

$$R = 1 - Ct/Co = 1 - \exp(-Kt) \quad (4)$$

Se utilizaron las siguientes ecuaciones para el análisis de la cinética de flotación en la planta concentradora Animon (Unidad de Producción) de la Compañía Minera Volcán S. A. A.:

AGAR & BARRET

$$R = R_{\infty} (1 - e^{-k(t+\theta)})$$

METODO ANALOGICO

$$R = R_{\infty} (1 - e^{-kt})$$

KLIMPELL

$$R = R_{\infty} \left(1 - \frac{1}{kt}\right) (1 - e^{-kt})$$

Donde la recuperación de la especie valiosa en las espumas es:

$$R = \frac{C_0 - C}{C_0}$$

ya que $C_0 - C$ es la cantidad de material valioso que floto y C_0 es la cantidad de material valioso inicial (esto considerando que el volumen permanece constante).

El calculo de las constantes R_{∞} , k , t , θ se realizaron utilizando el **COMANDO SOLVER** de la hoja de cálculos **EXCEL**.

CAPITULO III

MODELO PROPUESTO

3.1. Metodología de la Investigación.

El presente trabajo de Investigación, por tener una naturaleza de carácter práctico, ha sido objeto de del empleo del Método de ANALISIS Y SINTESIS (INDUCTIVO – DEDUCTIVO), a fin de conocer sobre el uso de la Celda de Flotación Flash, en la Unidad de Producción Animon, de la Compañía Minera Volcán, habiéndose para el efecto realizado el estudio correspondiente de las variables Independiente y Dependiente.

La Investigación sobre el uso de la Flotación Flash, ha constituido un estudio y aplicación de Carácter EXPERIMENTAL, por que va a permitir investigar los posibles EFECTOS (Resultados) que se obtengan de las Pruebas Experimentales, con el uso de las Celdas de Flotación

Flash, en el proceso de los polimetales que se realiza en la unidad de Producción Animon (Planta Concentradora) de la Compañía Minera de Volcán.

3.2 Diseño de la Investigación.

El Diseño empleado en la presenta Investigación es el de carácter CAUSA – EFECTO; metodología que permite establecer la relación existente entre la aplicación de la variable independiente en el proceso y el resultado obtenido, considerado como variable Dependiente, teniendo en cuenta para ello el problema principal planteado, y que será desarrollado dentro del contexto de la investigación como EXPERIMENTAL – CONDICIONADA.

Para cumplir con la Metodología y diseño de la investigación, el Control de las pruebas experimentales se llevaron a cabo mediante una observación controlada de la variable independiente y de aquellas que intervinieron circunstancialmente y que han afectado o favorecido en los resultados de la variable dependiente.

3.3 Tipo de Investigación

Teniendo en cuenta los Objetivos de la Investigación y la naturaleza del Problema planteado, para el desarrollo del presente estudio se empleo el Tipo de Investigación “SUSTANTIVA”, por que permite responder a los problemas planteados, de acuerdo la caracterización sobre la Optimización en la planta de beneficio de la Compañía Minera Volcán S.A.A., de la Unidad de Producción Animon, mediante el Uso de una Celda de Flotación Flash, describiendo y explicando las CAUSAS Y EFECTOS, traducidos en RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA FLOTACION FLASH.

3.4 Finalidad de la Investigación

La presente investigación, tiene por finalidad evaluar y analizar las Pruebas Experimentales del Uso de las Celdas de Flotación Flash, en la Unidad de Producción Animon (Planta Concentradora) y demostrar las bondades y ventajas que ofrece la Flotación Flash (Flotación Rápida) para optimizar el Proceso Metalúrgico en la Compañía Minera Volcán, y permita recuperar el 50 % a 60 % del Plomo, evitando la Sobremolienda y la pérdida de recuperación.

3.5 Propósito del uso de la Flotación Flash en el proceso Metalúrgico Polimetálico.

El propósito del uso de la Flotación Flash, es recobrar los minerales valiosos ya liberados en la molienda. Los cuales por su relativa alta gravedad específica son retornados al circuito de molienda por medio de un HIDROCICLON, donde son nuevamente molidos y por tanto reducen su tamaño.

La utilización de las Celdas de Flotación Flash o SKIM AIR DE OUTOKUMPU, permite que los minerales procesados, sean retirados del circuito de Molienda, evitando la sobremolienda y la pérdida de recuperación.

3.6 Causas que originan Bajas en la Recuperación del Plomo

La distribución de cada Sulfuro Individual en las Arenas del Ciclón de Molienda, establece que los sulfuros más pesados son desplazados a las arenas retornando al molino y sufriendo una molienda innecesaria; por lo que el D50 para los minerales están indicados en una tabla de

gravedades específicas, conforme se aprecia en una tabla para tal propósito. (Tabla N° 01).

Mineral	G. e. (gr/cc)	D50 (micrones)
Compósito	3.43	120
Sílice	2.65	360
Escalerita	4.00	120
Tetraedrita	4.50	110
Pirita	5.00	86
Galena	7.58	54

Tabla N°01 : Gravedades específicas de sulfuros individuales

(Villegaz y Manzaneda, "Flotación rápida desde la Molienda" Noviembre 2003)

Considerando esta tabla de distribución tenemos lo siguiente:

1. Para aquellos componentes minerales o mixtos cuya gravedad específica Coincida o esté muy cerca de la del Compósito mineral, tanto el Ciclón así como la Molienda, operaran en forma adecuada y eficiente.
2. Para los componentes minerales o mixtos cuya gravedad específica sea Mayor que aquella del Compósito mineral, se dará un notable desplazamiento de finos de ese mineral hacia el Under Flow o arenas de Ciclón; ejemplo, Galena, oro, etc. Y consecuentemente serían sobre moliendas perdiéndose como lamas.

3. Para los componentes minerales o mixtos con gravedades específicas menores que la del compósito mineral; ocurrirá un notable desplazamiento de partículas gruesas no liberadas hacia el rebose y finalmente al relave final.

Como es de apreciarse, se observa una gran diferencia entre los valores de la mezcla, 120 Micrones y el de la Galena, 54 Micrones, que originan la sobremolienda de éste mineral y pérdidas del mismo en las fracciones más finas y para nuestro caso éstas pérdidas se daban por desplazamientos hacia el concentrado de Cobre , Zinc y Relave final.

3.7 Planteamiento de Alternativas de Solución.

Las alternativas que se tiene en Planta para flotar las partículas una vez liberadas, tenemos:

a. Las Zarandas Vibratorias y/o Zarandas de Alta Frecuencias.

Esta alternativa no es selectiva cuando se opera con Menas Polimetálicas, lo que implica de que la Galena va a estar acompañada por otros elementos y se requiere de mayores inversiones, si consideramos todas las instalaciones previas a realizarse en la Planta Concentradora Animon.

b. Las Celdas Unitarias o Flotación Flash.

Esta alternativa es la que opera con la granulometría gruesa, por que permite la flotación instantánea de partículas valiosas desde el circuito de la Molienda – Clasificación.

De estas dos alternativas, se optó por la segunda alternativa, por presentar mejores bondades para la empresa.

3.8 Aprobación y Autorización de las pruebas.

Con la finalidad de cumplir el Trabajo de Investigación, las pruebas de Flotación Flash y los resultados obtenidos fueron revisados, aprobados, autorizados y Supervisados por el Ingeniero FREDY LOZANO, Superintendente de la Planta Concentradora de la Unidad Chungar de VOLCAN.

CAPITULO IV

VALIDACION DEL METODO

4.1 Caracterización del Material a estudiar

En la Unidad de Producción Animon (Planta Concentradora), se han investigado las causas que originan bajas en la Recuperación del Plomo, para el efecto se han tomado muestras del área de MOLIENDA – CLASIFICACION, a fin de obtener a través de una Análisis de malla Valorado en todo el Circuito el lugar donde se encuentra el Plomo listo para flotar y evitar su sobremolienda y su desplazamiento a los concentrados de Cobre y Zinc; así como su pérdida en el Relave.

Para el trabajo de investigación se ha recurrido a otras ramas científicas que ayudaron alcanzar el objetivo, siendo éstas:

4.1.1 La Mineralogía.

Ciencia que ha permitido identificar a los Minerales, en razón de que la Compañía Minera VOLCAN es Polimetálica, a la vez de estudiar la composición química del Mineral.

La Mineralogía de las muestras en estudio del presente trabajo es:
El Tipo de rocas que se procesan está constituido por:

En Veta: Carbonatos (Rodocrosita, Calcita y Dolomita, Cuarzo, Sulfuros económicos (el mineral predominante de Zinc, es la Esfalerita Rubia y Rojiza, el de Plomo es la Galena Argentífera con Plata como inclusiones sólidas; el de Cobre es la Chalcopirita), y sulfuros no económicos (Pirita, Siderita).

En Caja: Marga Roja y Gris, como rocas sedimentarias.
La Marga Gris presenta alteración Argílica (Arcillas), que es la que mayormente llega con el mineral por dilución.

4.1.2 La Granulometría.

Esta disciplina ha permitido utilizar el Método de Determinación Granulométrica, que consiste en hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distinto ancho de entramado (modo de coladeras) que actúan como filtros de los granos y que se le conoce comúnmente como COLUMNAS DE TAMICES.

Del área de MOLIENDA – CLASIFICACION, se tomaron muestras a fin de obtener a través de un Análisis de malla Valorado en todo el Circuito el lugar donde se encuentra el Plomo listo para flotar. Este Análisis Valorado será explicado más adelante en el punto 4.3 del presente trabajo de investigación.

4.1.3 Ensayos Químicos

Este proceso se llevó a cabo mediante pruebas a nivel de Laboratorio Metalúrgico Químico, buscando determinar la complejidad del Mineral PLOMO frente a la Flotación Flash para así obtener el comportamiento Cinético de la Flotación Flash; y a la vez permita la evaluación y posibilidad de aplicación de una CELDA DE FLOTACION FLASH EN EL CIRCUITO DE MOLIENDA – CLASIFICACION.

4.2 Pruebas de Laboratorio usando una Celda de Flotación Convencional. (Standard)

4.2.1 Procedimiento de muestreo con una Celda de Flotación de laboratorio Standard.

1. Se tomó múltiples muestras de la futura alimentación a la Celda (usualmente en el Underflow del Ciclón), por un lapso de ½ hora, usando un cortador adecuado. Para el efecto se utilizó un balde de 20 litros y se llenó hasta 1/3 de su volumen aproximadamente. Paralelamente se tomó una muestra de aproximadamente 20 litros de agua usada en el Molino de Planta, para ser usado en el Tamizado en húmedo.
2. Posteriormente se hizo el lavado de la muestra, con una Malla de 600 Micrones (TYLER 28 MESH) o la más cercana a 600 Micrones, pues esto ayudó a prevenir daños sobre la Celda. Una vez que el lavado estuvo terminado, se filtro el agua que contenía Finos que no han sido Sedimentados, y los gruesos que decantaron se dejaron en el balde. Para el lavado no se usó otra agua que la del Molino.

Es IMPORTANTE, señalar que la fracción mayor a 600 Micrones, fue secada, pesada y enviada para análisis Químico.

3. Una vez que los Finos fueron filtrados, se colocaron sobre una bandeja. Y con respecto a los gruesos que se quedaron en el fondo del balde, se colocaron sobre un plástico. Se añadió los Finos filtrados y se mezcló suficiente y adecuadamente. Luego se realizó un cuarteo apropiado y se pesó cinco (5) muestras de 1980 g, para una Celda de Flotación de 2.5 lt. Se seleccionó al azar una de las cinco muestras, que fue utilizado como Muestra de Cabeza. Se añadió agua a todas las muestras para mantener los sólidos bajo el agua, tan pronto como sea posible. Esto ayudó a prevenir cualquier oxidación.
4. Debe indicarse que los pasos 1,2 y 3 antes señalados deben ser llevados de la manera más rápida posible, con la finalidad de evitar cualquier oxidación.

4.2.2 Pruebas de Flotación en laboratorio Standard.

a. Reactivos:

Los Reactivos usados fueron los mismos del área de Flotación de la Planta Concentradora Animon.

Se han agregado tales reactivos de manera separada y tan pronto como sea posible.

El tiempo de acondicionamiento no excedió de 10 segundos en total.

b. Procedimiento de la Prueba.

Se añadió la muestra a la Celda y luego agua hasta que el nivel este aproximadamente 30mm debajo del Labio, cuando el agitador esté en funcionamiento.

Se colectó concentrados a los 30, 60 90 y 120 segundos. La Celda trabajó a unos 1200 rpm, para que las partículas gruesas estén en suspensión. Se añadió agua para mantener el nivel de la pulpa al nivel requerido. Se removió el concentrado de la Celda mediante una paleta con movimientos repetitivos y constantes.

Se envió para análisis químico las muestras de Cabeza. Las varias muestras de concentrado (a diferentes tiempos) y los relaves, y se registró el peso de cada una.

Se ha asumido que la humedad de la muestra es de alrededor de 20 %. Esto dio un aproximado de 45 % de sólidos en la Celda del laboratorio y simuló lo que sucede en la Celda Skim Air.

4.3 Pruebas Metalúrgicas con Mallas Valoradas en la Sección Molienda.

De los análisis Granulométricos de las Mallas Valoradas evaluadas en la Sección Molienda – Clasificación, se observa que entre 48 % al 50 % de Plomo fino (49.89 %) se encuentra en la Malla – 200 M PASSING, los cuales, son elementos metálicos listos para ser flotados y estos incrementan el contenido metálico en el Underflow del Hidrociclón a un valor de 32.86 % - 200 M, retornando como Carga Circulante a los Molinos Secundarios originando una Sobremolienda.

El Plomo, es el elemento valioso que sufre la Sobremolienda, por tener un mayor tiempo de Residencia recirculando en el Underflow, para lo cual, éste debe ser recuperado y evitar pérdidas por desplazamientos.

De acuerdo al análisis de Mallas Valoradas del Circuito Molienda – Clasificación, la Celda Flash en primera instancia no debe ubicarse directamente en el Underflow, debido a que repercute negativamente en el tiempo de Molienda Secundaria, al operarse a una Densidad menor a 2300 gr. / lt.

En base a la Evaluación realizada, se acordó que la ubicación adecuada sería en la Descarga de los Molinos de Bolas 8' x 10' y 7' x 8' , pero eso sería definida más adelante teniendo en cuenta los resultados que se obtengan en las pruebas experimentales.

La malla valorada en la Descarga del Molino de Barras 9x12 es la siguiente:

		PLOMO (Descarga Molino de Barras 9x12)					
Malla	Abertura Micras	Peso gr.	LEY %Pb	Finos Pb	% Peso Finos Pb	Acum Ret Finos Pb	Passing Finos Pb
150 M	105						100.00
200 M	74	250.10	4.11	10.28	80.71	80.71	19.29
325 M	44	47.60	4.90	2.33	18.31	99.02	0.98
- 325 M		2.30	5.40	0.12	0.98	100.00	
TOTAL		300.00		12.74	100.00		

Tabla N°02 : Malla valorada en la Descarga del Molino de Barras 9x12

Se puede observar de la Tabla N°02 que el Plomo fino listos para ser flotados en la Descarga del Molino de Barras 9x12 es de 19.29% - malla 200.

La malla valorada en la Descarga de los Molinos de Bolas 8x10 y 7x8 es la siguiente:

PLOMO (Descarga de los Molinos de Bolas 8x10 y 7x8)							
Malla	Abertura Micras	Peso gr.	LEY %Pb	Finos Pb	% Peso Finos Pb	Acum Ret Finos Pb	Passing Finos Pb
150 M	105						100.00
200 M	74	240.20	8.80	22.01	72.63	72.63	27.37
325 M	44	56.60	16.90	8.04	26.55	99.17	0.83
- 325 M		3.20	10.90	0.25	0.83	100.00	
TOTAL		300.00		30.30	100.00		

Tabla N°03 : Malla valorada en la Descarga de los Molinos de Bolas 8x10 y 7x8

Se puede observar de la Tabla N°03 que el Plomo fino listos para ser flotados en la Descarga de los Molinos de Bolas 8x10 y 7x8 es de 27.37% - malla 200.

La malla valorada en el Underflow del Hidrociclón es la siguiente:

PLOMO (Underflow del Hidrociclón)							
Malla	Abertura Micras	Peso gr.	LEY %Pb	Finos Pb	% Peso Finos Pb	Acum Ret Finos Pb	Passing Finos Pb
150 M	105						100.00
200 M	74	237.70	10.40	26.01	67.14	67.14	32.86
325 M	44	21.00	26.20	12.47	32.19	99.33	0.67
- 325 M		41.30	11.30	0.26	0.67	100.00	
TOTAL		300.00		38.74	100.00		

Tabla N°04 : Malla valorada en el Underflow del Hidrociclón

Se puede observar de la Tabla N°04 que el Plomo fino listos para ser flotados en el Underflow del Hidrociclón es de 32.86% - malla 200.

La malla valorada en el Feed del Hidrociclón es la siguiente:

		PLOMO (Feed del Hidrociclón)					
Malla	Abertura Micras	Peso gr.	LEY %Pb	Finos Pb	% Peso Finos Pb	Acum Ret Finos Pb	Passing Finos Pb
150 M	105						100.00
200 M	74	236.40	1.70	4.25	50.11	50.11	49.89
325 M	44	50.60	8.30	3.95	46.56	96.67	3.33
- 325 M		13.00	12.30	0.28	3.33	100.00	
TOTAL		300.00		8.49	100.00		

Tabla N°05 : Malla valorada en el Feed del Hidrociclón

Se puede observar de la Tabla N°05 que el Plomo fino listo para ser flotados en el Feed del Hidrociclón es de 49.89% - malla 200. Estos incrementan el contenido metálico en el Underflow del Hidrociclón retornando como Carga Circulante a los Molinos Secundarios (Molino de Bolas 8x10 y 7x8) originando una Sobremolienda.

En resumen el Flowsheet de Mallas Valoradas del Área de Molienda – Clasificación de la Unidad de Producción Animon se presenta en la siguiente Figura N°03:

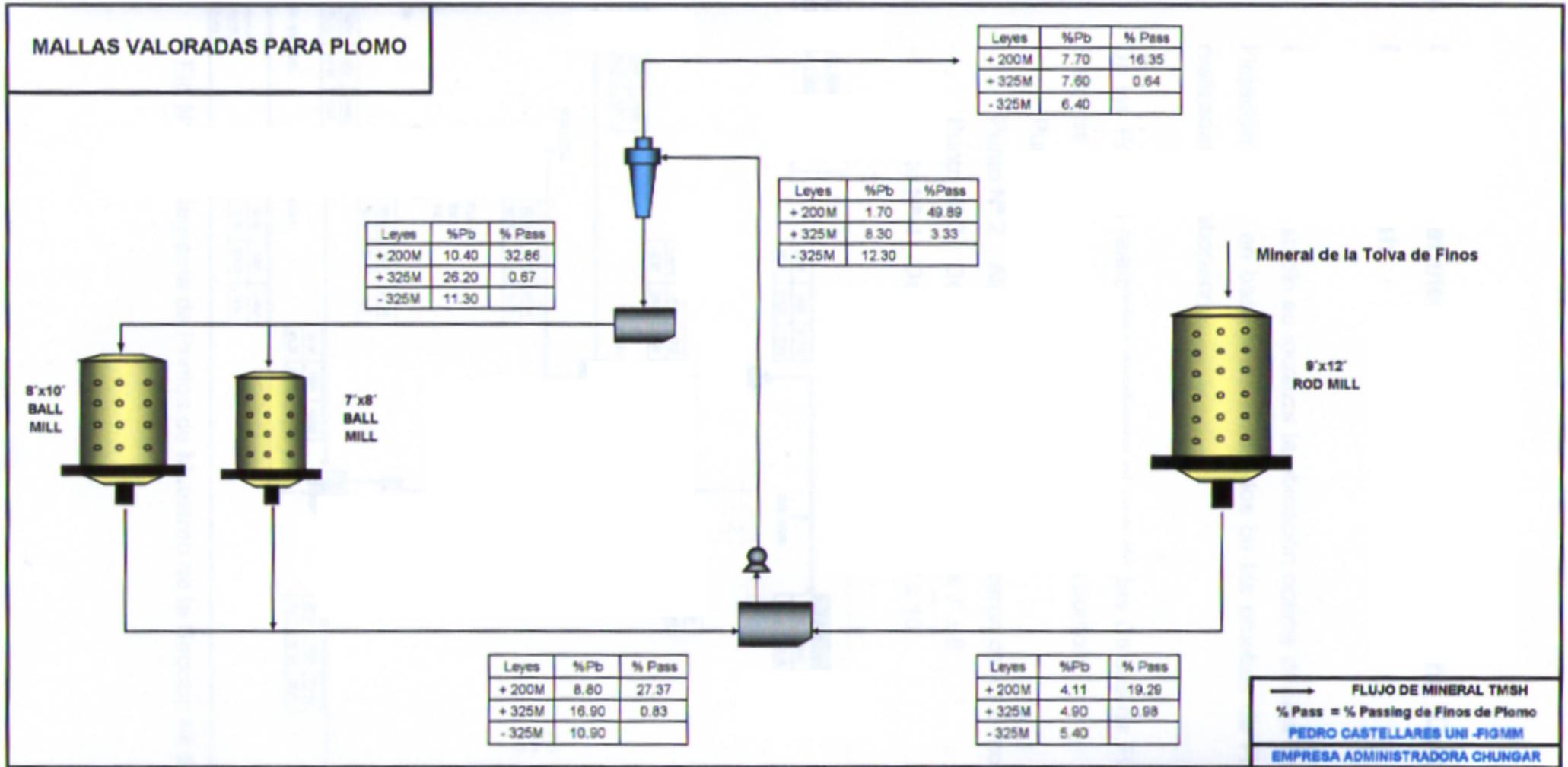


Fig N°03 : Flowsheet de Mallas Valoradas de la Sección Molienda

4.4 Pruebas Experimentales para el uso de Una Celda de Flotación Flash.

El objetivo del Estudio es localizar la ubicación óptima de una Celda de Flotación Flash, en base a los resultados de las pruebas de Flotación realizadas en Laboratorio.

De las Pruebas realizadas mediante el uso de las Celdas de Flotación Flash, se han tomado muestras de los siguientes puntos:

- Punto N° 1 Under Flow del Ciclón
- Punto N° 2 Alimento al Hidrociclón (Descarga de los 3 molinos)
- Punto N° 3 Descarga del Molino de bolas 7' x 8'
- Punto N° 4 Descarga del Molino bolas 8' x 10'

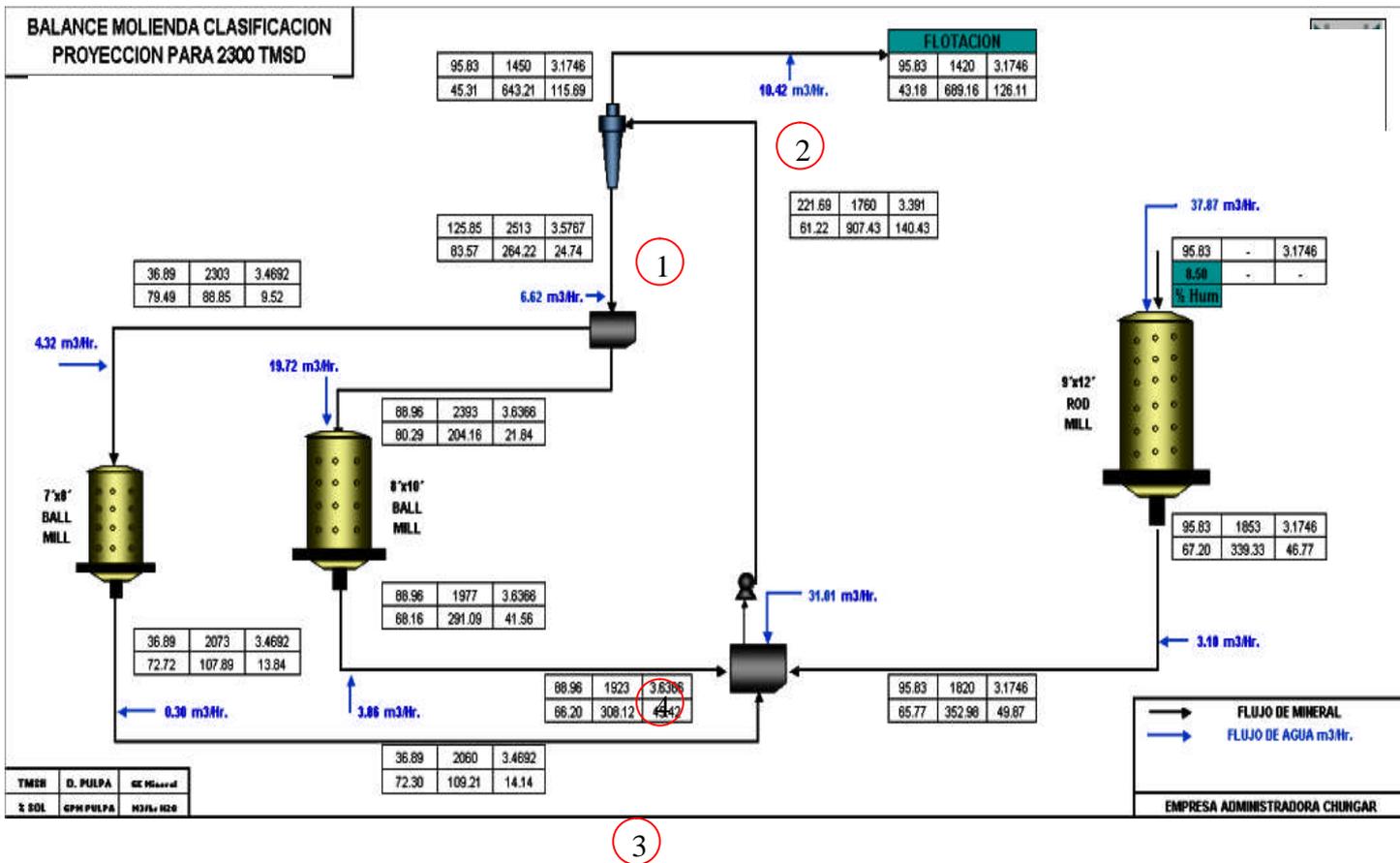


Fig N°04 : Diagrama de Puntos de Muestreo de la Sección Molienda.

4.5 Prueba Experimental de la Flotación Flash: Muestra tomada del Under Flow del Hidrociclón (Punto N° 1)

4.5.1 Cabeza analizada de Prueba de Flotación Cinética.

MUESTRA	CABEZA ANALIZADA				
ENSAYES	%Zn	%Pb	%Cu	%Fe	Ag (gr/Ton)
CABEZA GENERAL	12.88	16.65	0.46	19.06	425

TABLA N° 06: Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del hidrociclón.

La fracción mayor a 600 Micrones (malla +28) fue separada de la muestra de cabeza general, la fracción menor a 600 micrones (malla -28) es la Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del hidrociclón, esta fue secada, pesada y enviada para análisis Químico, según se muestra en la tabla N°06.

4.5.2 Condiciones de Prueba de Flotación Cinética.

CONDICIONES DE PRUEBA FLASH FLOTATION CELL	
PRUEBA	FFC-1
Peso Mineral (gr.)	1,980
% Humedad	20.0%
Celda (Litros)	2.00
PH natural (Con agua de Molino)	9.00
%Sólidos en Flotación	83.0%
Malla (100%)	- 28M
Flotacion Cinética	
Acondicionamiento (10 segundos)	
Cal (1gr) Ph	11.0
ZnSO4 (ml)	1.0
Complejo (ml)	1.0
Xantato Z6 / Z11 (ml)	2.0
MIBC	1 gota
RPM	1,200
CONCENTRADO I (a los 30 segundos)	
CONCENTRADO II (a los 60 segundos)	
CONCENTRADO III (a los 90 segundos)	
CONCENTRADO IV (a los 120 segundos)	

TABLA N° 07: Condiciones de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del hidrociclón

Los Reactivos usados fueron los mismos del área de Flotación, manteniendo las misma condición de porcentaje de sólidos del punto muestreado (Underflow del Hidrociclón 83.0%) como se muestra en la Tabla N°07.

4.5.3 Análisis Químico de los Concentrados y Relave Obtenidos de la prueba de Flotación Cinética.

DESCRIPCION FLASH FLOTATION	PESO (g)	LEYES				
		% Pb	% Zn	% Cu	g Ag / t	% Fe
Cabeza Calculada	1980.00	13.83	13.16	0.45	462	13.28
Concentrado I (30seg)	129.80	76.00	2.73	0.18	554	2.54
Concentrado II (60seg)	57.20	69.62	4.05	0.28	588	4.16
Concentrado III (90seg)	27.80	52.22	6.70	0.41	573	6.64
Concentrado IV (120seg)	15.60	32.49	8.24	0.49	442	8.64
Relave	1749.60	6.62	14.38	0.48	269	14.52

TABLA N° 08 : Análisis Químico de los concentrados y relave obtenidos de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del hidrociclón.

Se colectó concentrados a los 30, 60 90 y 120 segundos. Se removió el concentrado de la Celda mediante una paleta con movimientos repetitivos y constantes y se envió para análisis químico las varias muestras de concentrado (a diferentes tiempos) y los relaves, y se registró el peso de cada una, tal como se muestra en la tabla N°08.

4.5.4 Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética.

	RECUPERACIONES				
	Pb	Zn	Cu	Ag	Fe
Cabeza Calculada	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Concentrado I	36.02	1.36	2.60	12.00	1.25
Concentrado II	14.54	0.89	1.78	5.61	0.91
Concentrado III	5.30	0.71	1.27	2.66	0.70
Concentrado IV	1.85	0.49	0.85	1.15	0.51
Relave	42.29	96.54	93.50	78.57	96.63

TABLA N° 09: Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Underflow del hidrociclón.

Las Recuperaciones Individuales de Pb. y Ag. a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestra en la Tabla N°09 evidencia el Plomo listo para ser flotado en el Underflow del Hidrociclón.

4.5.5 Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	%	ENSAYES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	6.56	0.18	76.00	2.73	2.54
60	9.44	0.21	74.05	3.13	3.04
90	10.85	0.24	71.22	3.60	3.50
120	11.64	0.25	68.60	3.91	3.85
Cola	88.36	0.48	6.620	14.38	14.52

TABLA N° 10: Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada del underflow del hidrociclón.

Los ensayes Químicos Acumulados del Concentrado de Pb que se muestra en la Tabla N°10, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores económicamente rentables.

4.5.6 Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	% acum.	RELAVES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	93.44	0.473	9.471	13.89	13.98
60	90.56	0.479	7.552	14.21	14.35
90	89.15	0.480	6.849	14.33	14.47
120	88.36	0.480	6.620	14.38	14.52

TABLA N° 11: Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada del underflow del hidrociclón.

Los ensayos Químicos Acumulados de los Relaves de Pb que se muestra en la Tabla N°11, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores que vendrían a ser la nueva cabeza de Flotación del Circuito convencional de flotación.

4.5.7 Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	RECUPERACIONES ACUMULADAS REALES			
	Cu	Pb	Zn	Fe
30	2.60	36.02	1.36	1.25
60	4.38	50.56	2.25	2.16
90	5.65	55.86	2.96	2.86
120	6.50	57.71	3.46	3.37

TABLA N° 12: Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón.

Las Recuperaciones Acumuladas Reales del concentrado de Pb a los 30, 60, 90 y 120 segundos, están entre el 50% al 60%, siendo posible realizar Flotación Flash de Plomo para evitar sobre moliendas, tal como se muestra en la Tabla N°12.

4.5.8 Recuperaciones Acumuladas ajustadas a los Modelos Matemáticos Klimpell, Analógico, Agar y Barret de la Prueba de Flotación Cinética

- **Modelo Matemático Klimpell:**

KLIMPELL				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	3.14	38.31	1.73	1.89
60	4.57	50.26	2.31	2.50
90	5.31	55.19	2.56	2.74
120	5.73	57.75	2.69	2.87

TABLA N°13 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático de Klimpell, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°13, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón (Tabla N°12) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático de Klimpell:

$$R = 65.45 \cdot \left(1 - \frac{1}{0.07 \cdot t}\right) \cdot (1 - e^{-0.07 \cdot t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 65.45% y una constante cinética de 0.07 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático Analógico:**

ANALOGICO				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	3.52	36.49	1.62	1.89
60	4.94	50.24	2.36	2.45
90	5.51	55.42	2.69	2.62
120	5.74	57.37	2.84	2.68

TABLA N°14 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Analógico, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Analógico, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°14, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón (Tabla N°12) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Analógico:

$$R = 58.55 \cdot (1 - e^{-0.03 \cdot t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 58.55% y una constante cinética de 0.03 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático Agar y Barret:**

AGAR Y BARRET				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	2.62	37.11	1.45	1.62
60	4.58	48.53	2.30	2.55
90	5.32	55.28	2.68	3.43
120	5.60	59.27	2.85	4.26

TABLA N°15 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Agar y Barret, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°15, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón (Tabla N°12) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Agar y Barret :

$$R = 65.04 \cdot \left(1 - e^{-0.02 \cdot (t+18.24)}\right)$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 65.04% y una constante cinética de 0.02 seg.⁻¹ y una constante de tiempo de 18.24 seg.

De estos modelos matemáticos, la Ecuación que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico:

FORMULA:

$$R = 58.55 \cdot \left(1 - e^{-0.03 \cdot t}\right)$$

4.5.9 Cinética Real Plomo, Cobre, Zinc, Fierro de la Prueba de Flotación Cinética.

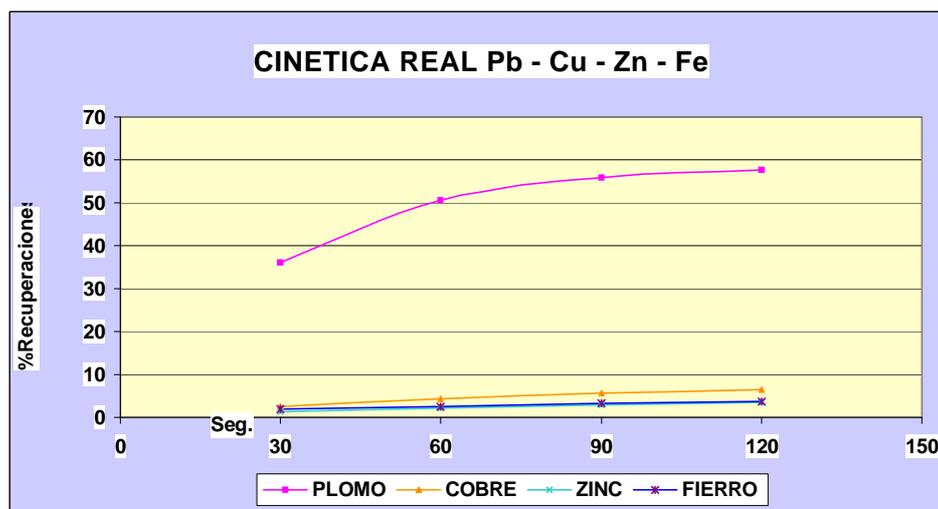


FIGURA N° 05: Cinética Real Pb-Cu-Zn-Fe de la Prueba de Flotación Cinética de muestra tomada del Underflow del hidrociclón.

Se observa en la Figura N°05 que el plomo es prácticamente más flotable que las demás especies de cobre, zinc e hierro en las condiciones de prueba.

4.5.10 Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación Cinética.

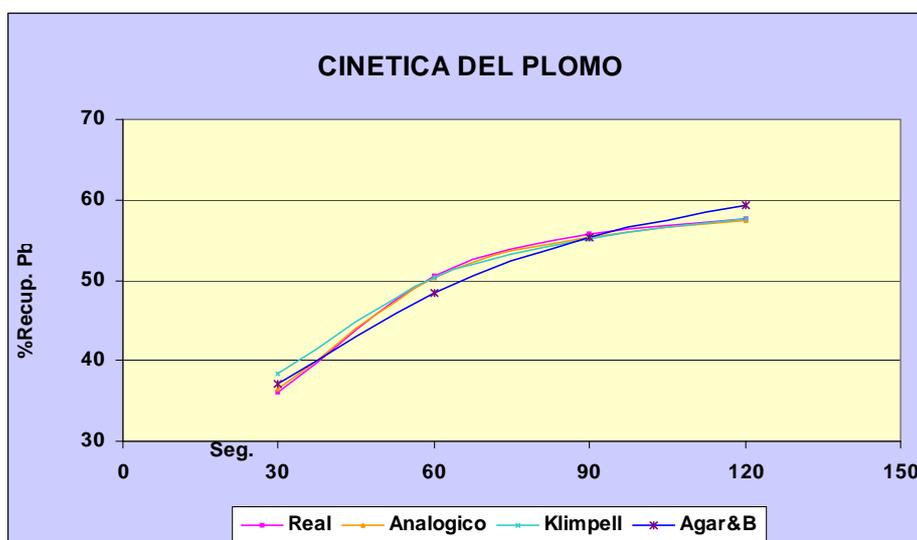


FIGURA N° 06: Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación cinética de muestra tomada del Underflow del hidrociclón

De estos modelos matemáticos mostrados en la Figura N°06, la que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico

4.5.11 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA EXPERIMENTAL:

Composición Química del Mineral de Cabeza de la Prueba de Flotación Cinética

Es IMPORTANTE, señalar que la fracción mayor a 600 Micrones, que fue separada, secada, pesada y enviada para análisis Químico, pertenece a la cabeza de la futura celda de flotación rápida, para lo cual la nueva cabeza será la que se muestra en la Tabla N°16.

	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
Malla -28	0.46	16.65	12.88	19.06	425.00
Malla +28	0.37	4.8	12.08	9.75	92
Total	0.398	8.475	12.32	12.64	195.28

Peso Malla -28 = 1980gr. Peso Malla +28 = 4403.7gr.

TABLA N°16 : Composición Química del Mineral de Cabeza de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del underflow del hidrociclón considerando la fracción mayor a 600 micrones

Las Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación proyectado para 125.85 TMSPH con el uso de la Celda de Flotación Flash.

Leyes del Concentrado				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.3	68.6	3.9	3.8	557.2

Recuperación				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag %
6.50	57.71	3.46	3.37	21.43

Leyes del Relave				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.48	6.62	14.38	14.52	269.00

Tabla N°17 : Leyes de Concentrado, relave y recuperación proyectado para un celda de flotación rápida ubicada en underflow del hidrociclón.

En la Tabla N°17 muestra que para un celda de flotación rápida ubicada en underflow del hidrociclón obtendríamos leyes en el concentrado de Pb y Ag de 68.6% y 557.2 g/t y recuperaciones promedio de 57.71% y 21.43% respectivamente.

4.6 Prueba Experimental de la Flotación Flash. Muestra tomada del Feed del Hidrociclón. (Punto N° 2)

4.6.1 Cabeza analizada de Prueba de Flotación Cinética.

MUESTRA	CABEZA ANALIZADA				
ENSAYES	%Zn	%Pb	%Cu	%Fe	Ag (gr/Ton)
CABEZA GENERAL	10.78	11.40	0.45	13.92	155

TABLA N° 18: Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón.

La fracción mayor a 600 Micrones (malla +28) fue separada de la muestra de cabeza general, la fracción menor a 600 micrones (malla -28) es la Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón, esta fue secada, pesada y enviada para análisis Químico, según se muestra en la tabla N°18.

4.6.2 Condiciones de Prueba de Flotación Cinética.

CONDICIONES DE PRUEBA FLASH FLOTATION CELL	
PRUEBA	FFC-1
Peso Mineral (gr.)	2000
% Humedad	20.0%
Celda (Litros)	2.00
PH natural (Con agua de Molino)	9.00
%Sólidos en Flotación	61.2%
Malla (100%)	- 35M
Flotacion Cinética	
Acondicionamiento (10 segundos)	
Cal (1gr) Ph	11.0
ZnSO4 (ml)	1.0
Complejo (ml)	1.0
Xantato Z6 / Z11 (ml)	3.0
MIBC	1 gota
RPM	1,200
CONCENTRADO I (a los 30 segundos)	
CONCENTRADO II (a los 60 segundos)	
CONCENTRADO III (a los 90 segundos)	
CONCENTRADO IV (a los 120 segundos)	

TABLA N° 19: Condiciones de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón

Los Reactivos usados fueron los mismos del área de Flotación, manteniendo las misma condición de porcentaje de sólidos del punto muestreado (Feed del Hidrociclón 61.2%) como se muestra en la Tabla N°19

4.6.3 Análisis Químico de los Concentrados y Relave Obtenidos de la prueba de Flotación Cinética.

DESCRIPCION FLASH FLOTATION	PESO (g)	LEYES				
		% Pb	% Zn	% Cu	g Ag / t	% Fe
Cabeza Calculada	2000.00	8.85	11.07	0.40	216	14.75
Concentrado I (30seg)	114.40	67.08	3.02	0.57	684	3.26
Concentrado II (60seg)	50.80	52.31	5.32	1.16	616	5.86
Concentrado III (90seg)	31.40	26.76	9.93	1.39	410	8.82
Concentrado IV (120seg)	25.50	12.64	9.02	1.44	250	9.88
Relave	1777.90	3.49	11.80	0.33	85	15.92

TABLA N° 20 : Análisis Químico de los concentrados y relave obtenidos de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Se colectó concentrados a los 30, 60 90 y 120 segundos. Se removió el concentrado de la Celda mediante una paleta con movimientos repetitivos y constantes y se envió para análisis químico las varias muestras de concentrado (a diferentes tiempos) y los relaves, y se registró el peso de cada una, tal como se muestra en la tabla N°20.

4.6.4 Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética.

	RECUPERACIONES				
	Pb	Zn	Cu	Ag	Fe
Cabeza Calculada	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Concentrado I	43.36	1.56	8.24	27.95	1.26
Concentrado II	15.01	1.22	7.45	11.18	1.01
Concentrado III	4.75	1.41	5.52	4.60	0.94
Concentrado IV	1.82	1.04	4.64	2.28	0.85
Relave	35.06	94.77	74.15	53.99	95.93

TABLA N° 21: Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Las Recuperaciones Individuales de Pb. y Ag. a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestra en la Tabla N°21 evidencia el Plomo listo para ser flotado en el Feed del Hidrociclón.

4.6.5 Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	%	ENSAYES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	5.72	0.57	67.08	3.02	3.26
60	8.26	0.75	62.54	3.73	4.06
90	9.83	0.85	56.82	4.72	4.82
120	11.11	0.92	51.75	5.21	5.40
Cola	88.90	0.33	3.490	11.8	15.92

TABLA N° 22: Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Los ensayes Químicos Acumulados del Concentrado de Pb que se muestra en la Tabla N°22, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores económicamente rentables.

4.6.6 Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	% acum.	RELAVES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	94.28	0.385	5.317	11.56	15.45
60	91.74	0.364	4.015	11.73	15.71
90	90.17	0.346	3.619	11.76	15.83
120	88.90	0.330	3.490	11.80	15.92

TABLA N° 23: Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Los ensayos Químicos Acumulados de los Relaves de Pb que se muestra en la Tabla N°23, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores que vendrían a ser la nueva cabeza de Flotación del Circuito convencional de flotación.

4.6.7 Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	RECUPERACIONES ACUMULADAS REALES			
	Cu	Pb	Zn	Fe
30	8.24	43.36	1.56	1.26
60	15.69	58.37	2.78	2.27
90	21.21	63.12	4.19	3.21
120	25.85	64.94	5.23	4.07

TABLA N° 24: Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Las Recuperaciones Acumuladas Reales del concentrado de Pb a los 30, 60, 90 y 120 segundos, están entre el 50% al 60%, siendo posible realizar Flotación Flash de Plomo para evitar sobre moliendas, tal como se muestra en la Tabla N°24.

4.6.8 Recuperaciones Acumuladas ajustadas a los Modelos Matemáticos Klimpell, Analógico, Agar y Barret de la Prueba de Flotación Cinética

- **Modelo Matemático Klimpell:**

KLIMPELL				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	9.76	43.91	2.09	2.33
60	16.25	57.41	3.19	3.27
90	20.67	62.96	3.81	3.54
120	23.77	65.82	4.19	3.71

TABLA N°25 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático de Klimpell, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°25, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón (Tabla N°24) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático de Klimpell:

$$R = 74.45 \cdot \left(1 - \frac{1}{0.07 \cdot t} \right) \cdot (1 - e^{-0.07 \cdot t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 74.45% y una constante cinética de 0.07 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático García Analógico:**

ANALOGICO				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	9.62	43.22	1.92	2.16
60	16.27	58.36	3.03	3.10
90	20.85	63.66	3.67	3.51
120	24.02	65.51	4.04	3.69

TABLA N°26 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Analógico, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Analógico, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°26, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón (Tabla N°24) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Analógico:

$$R = 66.51 \cdot (1 - e^{-0.03 \cdot t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 66.51% y una constante cinética de 0.03 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático Agar y Barret:**

AGAR Y BARRET				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	7.88	44.35	1.66	1.84
60	16.75	56.10	3.03	2.84
90	21.65	62.79	3.76	3.79
120	24.36	66.60	4.15	4.69

TABLA N°27 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Agar y Barret, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°27, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón (Tabla N°24) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Agar y Barret :

$$R = 71.63 \cdot (1 - e^{-0.02 \cdot (t+21.38)})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 71.63% y una constante cinética de 0.02 seg.⁻¹ y una constante de tiempo de 21.38 seg.

De estos modelos matemáticos, la Ecuación que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico:

FORMULA:

$$R = 66.51 \cdot (1 - e^{-0.03 \cdot t})$$

4.6.9 Cinética Real Plomo, Cobre, Zinc, Fierro de la Prueba de Flotación Cinética.

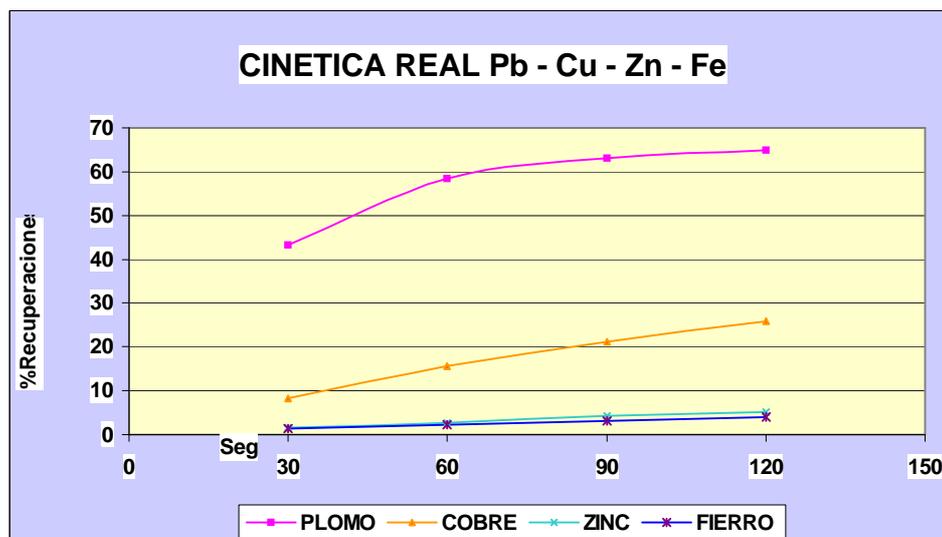


FIGURA N° 07: Cinética Real Pb-Cu-Zn-Fe de la Prueba de Flotación Cinética de muestra tomada del Feed del hidrociclón.

Se observa en la Figura N°07 que el plomo es prácticamente más flotable que las demás especies de cobre, zinc e hierro en las condiciones de prueba.

4.6.10 Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación Cinética.

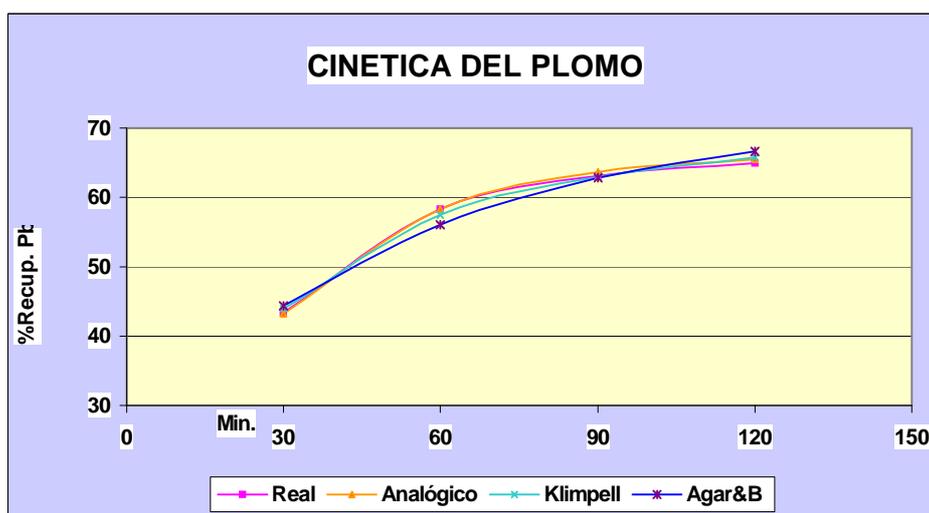


FIGURA N° 08: Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación cinética de muestra tomada del Feed del hidrociclón

De estos modelos matemáticos mostrados en la Figura N°08, la que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico

4.6.11 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA EXPERIMENTAL:

Composición Química del Mineral de Cabeza de la Prueba de Flotación Cinética

Es IMPORTANTE, señalar que la fracción mayor a 600 Micrones, que fue separada, secada, pesada y enviada para análisis Químico, pertenece a la cabeza de la futura celda de flotación rápida, para lo cual la nueva cabeza será la que se muestra en la Tabla N°28.

	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
Malla -28	0.45	11.40	10.78	13.92	155.00
Malla +28	0.29	2.39	7.27	6.64	78
Total	0.372	6.998	9.065	10.36	117.37

Peso Malla -28 = 2000gr. Peso Malla +28 = 1910.9gr.

TABLA N°28 : Composición Química del Mineral de Cabeza de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada del Feed del hidrociclón considerando la fracción mayor a 600 micrones

Las Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación proyectado para 221.7 TMSPH con el uso de la Celda de Flotación Flash.

Leyes del Concentrado				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.92	51.75	5.21	5.40	579.9

Recuperación				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag %
25.85	64.94	5.23	4.07	46.01

Leyes del Relave				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.330	3.490	11.80	15.92	85

Tabla N°29 : Leyes de Concentrado, relave y recuperación proyectado para un celda de flotación rápida ubicada en Feed del hidrociclón.

En la Tabla N°29 muestra que para un celda de flotación rápida ubicada en Feed del hidrociclón obtendríamos leyes en el concentrado de Pb y Ag de 51.75% y 579.9 g/t y recuperaciones promedio de 64.94% y 46.01% respectivamente.

4.7 Prueba Experimental de la Flotación Flash: Muestra tomada de la Descarga del Molino de Bolas 7' x 8' (Punto N° 3).

4.7.1 Cabeza analizada de Prueba de Flotación Cinética.

MUESTRA	CABEZA ANALIZADA				
ENSAYES	%Zn	%Pb	%Cu	%Fe	Ag (gr/Ton)
CABEZA GENERAL	13.10	11.20	0.48	14.06	162

TABLA N° 30: Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

La fracción mayor a 600 Micrones (malla +28) fue separada de la muestra de cabeza general, la fracción menor a 600 micrones (malla -28) es la Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8, esta fue secada, pesada y enviada para análisis Químico, según se muestra en la tabla N°30.

4.7.2 Condiciones de Prueba de Flotación Cinética.

CONDICIONES DE PRUEBA	
FLASH FLOTATION CELL	
PRUEBA	FFC-1
Peso Mineral (gr.)	2800
% Humedad	20.0%
Celda (Litros)	2.00
PH natural (Con agua de Molino)	9.00
%Sólidos en Flotación	72.3%
Malla (100%)	- 35M
Flotacion Cinética	
Acondicionamiento (10 segundos)	
Cal (1gr) Ph	11.0
ZnSO4 (ml)	1.0
Complejo (ml)	1.0
Xantato Z6 / Z11 (ml)	3.0
MIBC	1 gota
RPM	1,200
CONCENTRADO I (a los 30 segundos)	
CONCENTRADO II (a los 60 segundos)	
CONCENTRADO III (a los 90 segundos)	
CONCENTRADO IV (a los 120 segundos)	

TABLA N° 31: Condiciones de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8

Los Reactivos usados fueron los mismos del área de Flotación, manteniendo las misma condición de porcentaje de sólidos del punto muestreado (descarga del Molino de Bolas 7x8: 72.3%) como se muestra en la Tabla N°31

4.7.3 Análisis Químico de los Concentrados y Relave Obtenidos de la prueba de Flotación Cinética.

DESCRIPCION FLASH FLOTATION	PESO (g)	LEYES				
		% Pb	% Zn	% Cu	g Ag / t	% Fe
Cabeza Calculada	2800.00	11.74	14.50	0.49	359	14.85
Concentrado I (30seg)	129.30	58.39	8.78	0.33	454	5.50
Concentrado II (60seg)	67.40	52.12	10.68	0.35	465	6.00
Concentrado III (90seg)	53.90	32.22	12.64	0.41	379	7.46
Concentrado IV (120seg)	45.60	20.52	13.36	0.44	315	8.96
Relave	2503.80	7.64	14.96	0.51	136	15.84

TABLA N° 32 : Análisis Químico de los concentrados y relave obtenidos de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8

Se colectó concentrados a los 30, 60 90 y 120 segundos. Se removió el concentrado de la Celda mediante una paleta con movimientos repetitivos y constantes y se envió para análisis químico las varias muestras de concentrado (a diferentes tiempos) y los relaves, y se registró el peso de cada una, tal como se muestra en la tabla N°32.

4.7.4 Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética.

	RECUPERACIONES				
	Pb	Zn	Cu	Ag	Fe
Cabeza Calculada	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Concentrado I	22.97	2.80	3.08	12.61	1.71
Concentrado II	10.69	1.77	1.70	6.73	0.97
Concentrado III	5.28	1.68	1.60	4.39	0.97
Concentrado IV	2.85	1.50	1.45	3.09	0.98
Relave	58.21	92.25	92.17	73.17	95.37

TABLA N° 33: Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8

Las Recuperaciones Individuales de Pb. y Ag. a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestra en la Tabla N°33 evidencia el Plomo listo para ser flotado en la descarga del Molino de Bolas 7x8

4.7.5 Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	%	ENSAYES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	4.62	0.33	58.39	8.78	5.50
60	7.03	0.34	56.24	9.43	5.67
90	8.95	0.35	51.07	10.12	6.06
120	10.58	0.37	46.37	10.62	6.50
Cola	89.42	0.51	7.640	14.96	15.84

TABLA N° 34: Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8

Los ensayes Químicos Acumulados del Concentrado de Pb que se muestra en la Tabla N°34, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores económicamente rentables.

4.7.6 Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	%	RELAVES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	95.38	0.503	9.479	14.78	15.31
60	92.98	0.507	8.375	14.88	15.55
90	91.05	0.509	7.870	14.93	15.72
120	89.42	0.510	7.640	14.96	15.84

TABLA N° 35: Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

Los ensayos Químicos Acumulados de los Relaves de Pb que se muestra en la Tabla N°35, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores que vendrían a ser la nueva cabeza de Flotación del Circuito convencional de flotación.

4.7.7 Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	RECUPERACIONES ACUMULADAS REALES			
	Cu	Pb	Zn	Fe
30	3.08	22.97	2.80	1.71
60	4.78	33.66	4.57	2.68
90	6.38	38.95	6.25	3.65
120	7.83	41.79	7.75	4.63

TABLA N° 36: Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

Las Recuperaciones Acumuladas Reales del concentrado de Pb a los 30, 60, 90 y 120 segundos, están entre el 30% al 50%, siendo posible realizar Flotación Flash de Plomo para evitar sobre moliendas, tal como se muestra en la Tabla N°36.

4.7.8 Recuperaciones Acumuladas ajustadas a los Modelos Matemáticos Klimpell, Analógico, Agar y Barret de la Prueba de Flotación Cinética.

- Modelo Matemático Klimpell:

KLIMPELL				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	3.06	22.19	3.05	1.98
60	5.09	33.40	4.90	3.19
90	6.46	39.54	6.06	3.61
120	7.43	43.19	6.82	3.88

TABLA N°37 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático de Klimpell, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°37, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8. (Tabla N°36) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático de Klimpell:

$$R = 55.25 \cdot \left(1 - \frac{1}{0.04 \cdot t}\right) \cdot (1 - e^{-0.04t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 55.25% y una constante cinética de 0.04 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático Analógico:**

ANALOGICO				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	2.99	22.05	3.03	1.84
60	5.06	33.56	4.97	3.01
90	6.49	39.58	6.21	3.76
120	7.48	42.72	7.01	4.23

TABLA N°38 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Analógico, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Analógico, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°38, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8. (Tabla N°36) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Analógico:

$$R = 46.15 \cdot (1 - e^{-0.02 \cdot t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 46.15% y una constante cinética de 0.02 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático Agar y Barret:**

AGAR Y BARRET				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	2.71	23.18	2.50	1.75
60	5.44	32.81	5.00	2.81
90	6.96	39.02	6.54	3.82
120	7.81	43.03	7.48	4.77

TABLA N°39 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Agar y Barret, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°39, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8. (Tabla N°36) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Agar y Barret :

$$R = 50.31 \cdot \left(1 - e^{-0.01 \cdot (t+12.27)}\right)$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 50.31% y una constante cinética de 0.01 seg.⁻¹ y una constante de tiempo de 12.27 seg.

De estos modelos matemáticos, la Ecuación que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico:

FORMULA:

$$R = 46.15 \cdot \left(1 - e^{-0.02 \cdot t}\right)$$

4.7.9 Cinética Real Plomo, Cobre, Zinc, Fierro de la Prueba de Flotación Cinética.

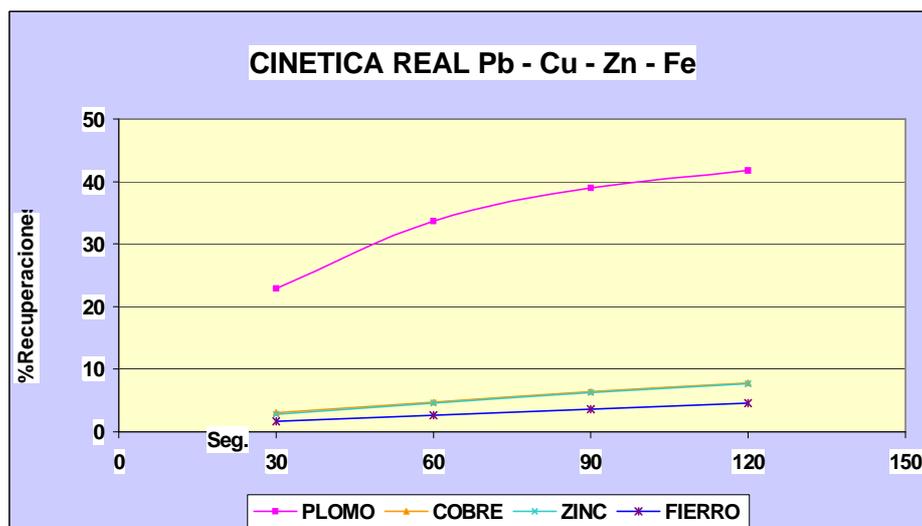


FIGURA N° 09: Cinética Real Pb-Cu-Zn-Fe de la Prueba de Flotación Cinética de muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

Se observa en la Figura N°09 que el plomo es prácticamente más flotable que las demás especies de cobre, zinc e hierro en las condiciones de prueba.

4.7.10 Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación Cinética.

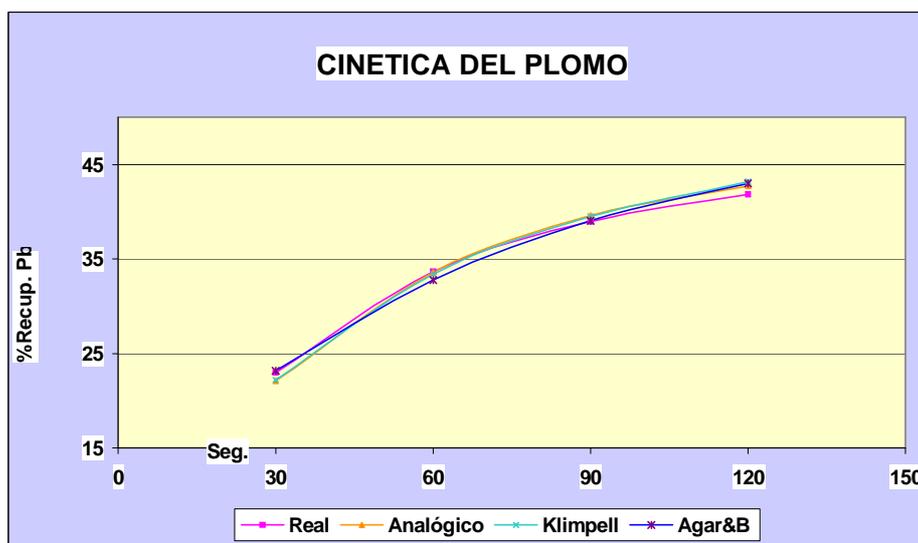


FIGURA N° 10: Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación cinética de muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8.

De estos modelos matemáticos mostrados en la Figura N°10, la que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico

4.7.11 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA EXPERIMENTAL:

Composición Química del Mineral de Cabeza de la Prueba de Flotación Cinética

Es IMPORTANTE, señalar que la fracción mayor a 600 Micrones, que fue separada, secada, pesada y enviada para análisis Químico, pertenece a la cabeza de la futura celda de flotación rápida, para lo cual la nueva cabeza será la que se muestra en la Tabla N°40.

	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
Malla -28	0.48	11.20	13.10	14.06	162.00
Malla +28	0.36	2.42	10.39	12.36	84
Total	0.433	7.776	12.043	13.39	131.57

Peso Malla -28 = 2800gr. Peso Malla +28 = 1790.3gr.

TABLA N°40 : Composición Química del Mineral de Cabeza de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 7x8. considerando la fracción mayor a 600 micrones

Las Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación proyectado para 36.90 TMSPH con el uso de la Celda de Flotación Flash.

Leyes del Concentrado				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.40	46.40	10.6	6.50	421.5

Recuperación				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag %
7.83	41.79	7.75	4.63	26.83

Leyes del Relave				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.51	7.64	14.96	15.84	136

Tabla N°41 : Leyes de Concentrado, relave y recuperación proyectado para un celda de flotación rápida ubicada en la descarga del Molino de Bolas 7x8.

En la Tabla N°41 muestra que para un celda de flotación rápida ubicada en la descarga del Molino de Bolas 7x8. obtendríamos leyes en el concentrado de Pb y Ag de 46.40% y 421.5 g/t y recuperaciones promedio de 41.79% y 26.83% respectivamente.

4.8 Prueba Experimental de la Flotación Flash : Muestra tomada de la Descarga del Molino de Bolas de 8' x 10' (Punto N° 4).

4.8.1 Cabeza analizada de Prueba de Flotación Cinética.

MUESTRA	CABEZA ANALIZADA				
ENSAYES	%Zn	%Pb	%Cu	%Fe	Ag (gr/Ton)
CABEZA GENERAL	14.60	11.14	0.49	14.36	166

TABLA N° 42: Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

La fracción mayor a 600 Micrones (malla +28) fue separada de la muestra de cabeza general, la fracción menor a 600 micrones (malla -28) es la Cabeza Analizada de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10, esta fue secada, pesada y enviada para análisis Químico, según se muestra en la tabla N°42.

4.8.2 Condiciones de Prueba de Flotación Cinética.

CONDICIONES DE PRUEBA	
FLASH FLOTATION CELL	
PRUEBA	FFC-1
Peso Mineral (gr.)	2400
% Humedad	20.0%
Celda (Litros)	2.00
PH natural (Con agua de Molino)	9.00
%Solidos en Flotación	66.2%
Malla (100%)	- 35M
Flotacion Cinética	
Acondicionameinto (10 segundos)	
Cal (1gr) Ph	11.0
ZnSO4 (ml)	1.0
Complejo (ml)	1.0
Xantato Z6 / Z11 (ml)	3.0
MIBC	1 gota
RPM	1,200
CONCENTRADO I (a los 30 segundos)	
CONCENTRADO II (a los 60 segundos)	
CONCENTRADO III (a los 90 segundos)	
CONCENTRADO IV (a los 120 segundos)	

TABLA N° 43: Condiciones de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10

Los Reactivos usados fueron los mismos del área de Flotación, manteniendo las misma condición de porcentaje de sólidos del punto muestreado (descarga del Molino de Bolas 8x10: 66.2%) como se muestra en la Tabla N°43

4.8.3 Análisis Químico de los Concentrados y Relave Obtenidos de la prueba de Flotación Cinética.

DESCRIPCION FLASH FLOTATION	PESO (g)	LEYES				
		% Pb	% Zn	% Cu	g Ag / t	% Fe
Cabeza Calculada	2400.00	12.01	14.17	0.45	449	13.69
Concentrado I (30seg)	84.20	60.36	6.48	0.26	724	3.58
Concentrado II (60seg)	60.00	53.50	8.52	0.31	592	4.58
Concentrado III (90seg)	57.80	34.41	10.72	0.36	428	7.00
Concentrado IV (120seg)	55.50	21.40	12.56	0.42	296	9.06
Relave	2142.50	8.10	14.76	0.47	207	14.64

TABLA N° 44 : Análisis Químico de los concentrados y relave obtenidos de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10

Se colectó concentrados a los 30, 60 90 y 120 segundos. Se removió el concentrado de la Celda mediante una paleta con movimientos repetitivos y constantes y se envió para análisis químico las varias muestras de concentrado (a diferentes tiempos) y los relaves, y se registró el peso de cada una, tal como se muestra en la tabla N°44.

4.8.4 Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética.

	RECUPERACIONES				
	Pb	Zn	Cu	Ag	Fe
Cabeza Calculada	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Concentrado I	17.63	1.60	2.01	10.49	0.92
Concentrado II	11.14	1.50	1.70	6.11	0.84
Concentrado III	6.90	1.82	1.91	4.26	1.23
Concentrado IV	4.12	2.05	2.14	2.83	1.53
Relave	60.21	93.02	92.25	76.31	95.48

TABLA N° 45: Recuperaciones Individuales de la Prueba de Flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10

Las Recuperaciones Individuales de Pb. y Ag. a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestra en la Tabla N°45 evidencia el Plomo listo para ser flotado en la descarga del Molino de Bolas 8x10

4.8.5 Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	%	ENSAYES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	3.51	0.26	60.36	6.48	3.58
60	6.01	0.28	57.51	7.33	4.00
90	8.42	0.30	50.90	8.30	4.86
120	10.73	0.33	44.54	9.22	5.76
Cola	89.27	0.47	8.100	14.76	14.64

TABLA N° 46: Ensayes Químicos Acumulados de los Concentrados de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x0

Los ensayes Químicos Acumulados del Concentrado de Pb que se muestra en la Tabla N°46, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores económicamente rentables.

4.8.6 Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	%	RELAVES ACUMULADOS			
		Cu	Pb	Zn	Fe
30	96.49	0.462	10.252	14.44	14.05
60	93.99	0.466	9.101	14.60	14.31
90	91.58	0.469	8.436	14.70	14.50
120	89.27	0.470	8.100	14.76	14.64

TABLA N° 47: Ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de la Prueba de Flotación Cinética de la Muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

Los ensayes Químicos Acumulados de los Relaves de Pb que se muestra en la Tabla N°47, a los 30, 60, 90 y 120 segundos son valores que vendrían a ser la nueva cabeza de Flotación del Circuito convencional de flotación.

4.8.7 Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación Cinética.

Tiempo Seg	RECUPERACIONES ACUMULADAS REALES			
	Cu	Pb	Zn	Fe
30	2.01	17.63	1.60	0.92
60	3.71	28.77	3.11	1.75
90	5.62	35.67	4.93	2.99
120	7.75	39.79	6.98	4.52

TABLA N° 48: Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

Las Recuperaciones Acumuladas Reales del concentrado de Pb a los 30, 60, 90 y 120 segundos, están entre el 20% al 40%, siendo posible realizar Flotación Flash de Plomo para evitar sobre moliendas, tal como se muestra en la Tabla N°48.

4.8.8 Recuperaciones Acumuladas ajustadas a los Modelos Matemáticos Klimpell, Analógico, Agar y Barret de la Prueba de Flotación Cinética

- **Modelo Matemático Klimpell:**

KLIMPELL				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	2.69	18.48	2.48	1.82
60	4.46	28.88	3.89	2.80
90	5.65	35.06	4.74	3.15
120	6.47	38.94	5.28	3.38

TABLA N°49 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático de Klimpell, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustada al Modelo Matemático de Klimpell, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°49, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10. (Tabla N°48) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático de Klimpell:

$$R = 52.66 \cdot \left(1 - \frac{1}{0.03 \cdot t}\right) \cdot (1 - e^{-0.03t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 52.66% y una constante cinética de 0.03 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático Analógico:**

ANALOGICO				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	2.61	18.35	2.38	1.51
60	4.41	29.05	3.86	2.44
90	5.66	35.29	4.78	3.02
120	6.51	38.93	5.35	3.38

TABLA N°50 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Analógico, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Analógico, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°50, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10. (Tabla N°48) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Analógico:

$$R = 44.01 \cdot (1 - e^{-0.02 \cdot t})$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 44.01% y una constante cinética de 0.02 seg.⁻¹

- **Modelo Matemático Agar y Barret:**

AGAR Y BARRET				
Seg	Cu	Pb	Zn	Fe
30	1.76	18.41	1.71	1.36
60	4.31	28.23	3.61	2.22
90	5.73	34.94	4.76	3.03
120	6.51	39.53	5.46	3.79

TABLA N°51 : Recuperaciones Acumuladas ajustada al Modelo Matemático Agar y Barret, de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

Las Recuperaciones Acumuladas de Plomo ajustadas al Modelo Matemático Agar y Barret, a los 30, 60, 90 y 120 segundos que se muestran en la Tabla N°51, es hallado a partir de las Recuperaciones Acumuladas Reales de la Prueba de Flotación cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10. (Tabla N°48) obteniendo así el siguiente Modelo Matemático Agar y Barret :

$$R = 49.47 \cdot \left(1 - e^{-0.01 \cdot (t+6.76)}\right)$$

donde la recuperación máxima del concentrado de plomo es de 49.47% y una constante cinética de 0.01 seg.⁻¹ y una constante de tiempo de 6.76 seg.

De estos modelos matemáticos, la Ecuación que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico:

FORMULA:

$$R = 44.01 \cdot \left(1 - e^{-0.02t}\right)$$

4.8.9 Cinética Real Plomo, Cobre, Zinc, Fierro de la Prueba de Flotación Cinética.

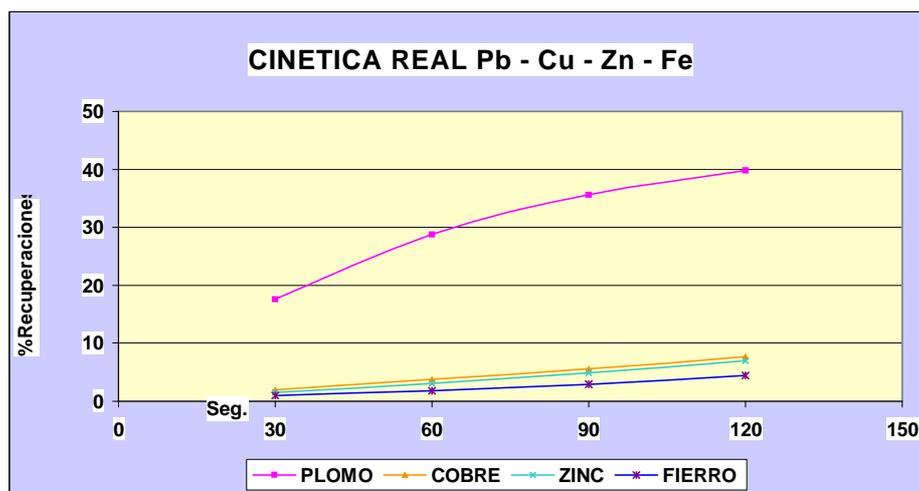


FIGURA N° 11: Cinética Real Pb-Cu-Zn-Fe de la Prueba de Flotación Cinética de muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

Se observa en la Figura N°11 que el plomo es prácticamente más flotable que las demás especies de cobre, zinc e hierro en las condiciones de prueba.

4.8.10 Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación Cinética.

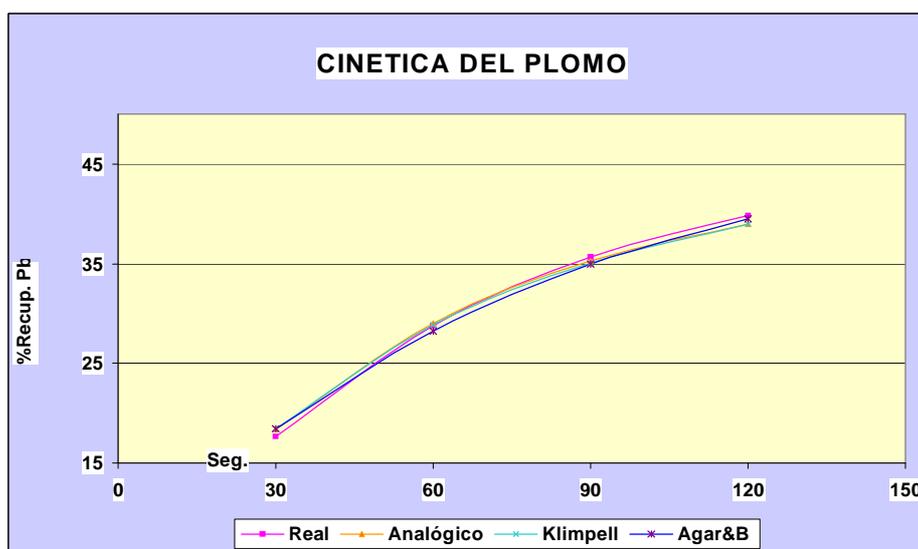


FIGURA N° 12: Cinética del Plomo Real y ajustada a los Modelos Matemáticos de Klimpell, Analógico y Agar Barret de la prueba de Flotación cinética de muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10.

De estos modelos matemáticos mostrados en la Figura N°11, la que mejor representa la Cinética del Plomo, es el modelo de matemático analógico

4.8.11 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA EXPERIMENTAL:

Composición Química del Mineral de Cabeza de la Prueba de Flotación Cinética

Es IMPORTANTE, señalar que la fracción mayor a 600 Micrones, que fue separada, secada, pesada y enviada para análisis Químico, pertenece a la cabeza de la futura celda de flotación rápida, para lo cual la nueva cabeza será la que se muestra en la Tabla N°52.

	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
Malla -28	0.49	11.14	14.60	14.36	166.00
Malla +28	0.38	2.59	11.4	14.48	87
Total	0.443	8.461	13.223	14.41	132.00

Peso Malla -28 = 2400gr. Peso Malla +28 = 1813.1gr.

TABLA N°52 : Composición Química del Mineral de Cabeza de la prueba de flotación Cinética de la muestra tomada de la descarga del Molino de Bolas 8x10. considerando la fracción mayor a 600 micrones

Las Leyes de Concentrado, Relave y Recuperación proyectado para 88.96 TMSPH con el uso de la Celda de Flotación Flash.

Leyes del Concentrado				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.3	44.50	9.2	5.8	534.6

Recuperación				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag %
7.75	39.79	6.98	4.52	23.69

Leyes del Relave				
Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Ag g/t
0.47	8.10	14.76	14.64	207

Tabla N°53 : Leyes de Concentrado, relave y recuperación proyectado para un celda de flotación rápida ubicada en la descarga del Molino de Bolas 8x10.

En la Tabla N°53 muestra que para un celda de flotación rápida ubicada en la descarga del Molino de Bolas 8x10. obtendríamos leyes en el concentrado de Pb y Ag de 44.50% y 534.6 g/t y recuperaciones promedio de 39.79% y 23.69% respectivamente.

4.9 Elección de la Celda de Flotación Flash y su ubicación en la Planta Concentradora Animon.

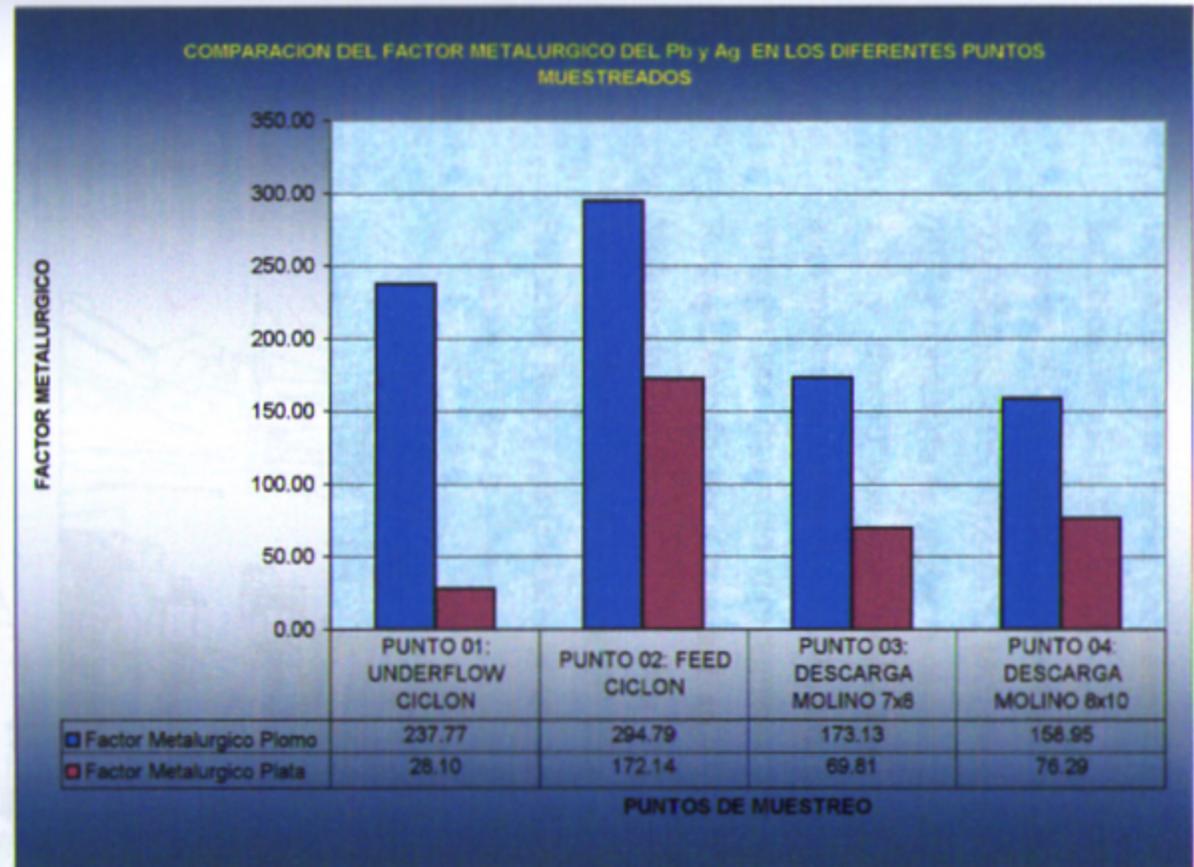
4.9.1 Elección de la Celda.

Mediante la Prueba a nivel de Laboratorio Metalúrgico – Químico y con las mismas condiciones de la Planta Concentradora, se determinó en cual punto de Muestreo de la Sección Molienda presenta un mejor resultado y comportamiento durante la Flotación, para tal fin se utilizará dos parámetros de Comparación: El FACTOR METALURGICO y LA CINETICA DE FLOTACION.

En base a los resultados de las pruebas de Flotación Cinéticas realizadas en diferentes puntos de la Sección Molienda de la Planta Concentradora Animon, obtenidas en las pruebas experimentales y que se muestran a modo de información podemos apreciar que del Cuadro y gráfico Comparativo del Factor Metalúrgico y la Cinética del Plomo (TABLA N° 54 y FIGURA N° 13), se determina que con la Instalación de una Celda Flash SK – 240, trabajando con el Feed del Hidrociclón, se obtienen LEYES EN EL CONCENTRADO de Plomo y Plata de 51.8 % y 579.9 g/t y RECUPERACIONES de 64.94 % y 46.01 % respectivamente.

PUNTO 01: UNDERFLOW CICLON		
Cinetica Pb : Recup. Max 66.85%		
Tonelaje 125.85 TMSH		
	Plomo (%)	Plata (gr./ton)
Cabeza	16.65	425.00
Concentrado	68.60	557.20
Relave	6.62	269.00
Recuperacion	57.71	21.43
Factor Metalurgico	237.77	28.10
Tipo de Celda : SK - 240		
PUNTO 02: FEED CICLON		
Cinetica Pb : Recup. Max 66.51%		
Tonelaje 221.70 TMSH		
	Plomo (%)	Plata (gr./ton)
Cabeza	11.40	155.00
Concentrado	51.75	579.90
Relave	3.49	85.00
Recuperacion	64.94	46.01
Factor Metalurgico	294.79	172.14
Tipo de Celda : SK - 240		
PUNTO 03: DESCARGA MOLINO 7x8		
Cinetica Pb : Recup. Max 46.15%		
Tonelaje 36.90 TMSH		
	Plomo (%)	Plata (gr./ton)
Cabeza	11.20	162.00
Concentrado	46.40	421.50
Relave	7.64	136.00
Recuperacion	41.79	26.83
Factor Metalurgico	173.13	69.81
Tipo de Celda : SK - 80		
PUNTO 04: DESCARGA MOLINO 8x10		
Cinetica Pb : Recup. Max 44.01%		
Tonelaje 88.96 TMSH		
	Plomo (%)	Plata (gr./ton)
Cabeza	11.14	166.00
Concentrado	44.50	534.60
Relave	8.10	207.00
Recuperacion	39.79	23.69
Factor Metalurgico	158.95	76.29
Tipo de Celda : SK - 80		

TABLA N°54 : Tipos de celdas de flotación rápida y su recuperación máxima de acuerdo las pruebas de flotación cinética



El Punto N°02: Alimento al ciclon es el que presenta una mayor cinetica de flotacion del Pb (Recuperacion Maxima de Plomo: 66.51%) asi como un mayor Factor Metalurgico (294.79) con un concentrado de Plomo 51.75% y con una recuperacion de 64.94%

FIGURA N°13 : Factor Metalúrgico de las Pruebas de flotación cinética

4.9.2 Ubicación en la Planta Concentradora.

La Ubicación de la Celda SK – 240, basados en la configuración y espacio de la Planta Concentradora Animon, sería en el la “DESCARGA DE LOS DOS MOLINOS DE BOLAS 7’ x 8’ y 8’ x 10’ ” y consistiría en captar la descarga de los Molinos de Bolas 7’ x 8’ y 8’ x 10’ con una Bomba HM – 150 (otra en Stand By) y alimentar a la Celda SK – 240, las Espumas de esta Celda se dirigirán por gravedad directamente al Concentrado Final y el Relave también por Gravedad se juntará con la Descarga del Molino de Barras 9’ x 12’ esta Pulpa será Bombeada a los Hidrociclones ; Los Finos del OF serán el alimento al Circuito de Flotación Bulk y los gruesos de UF serán la carga de los Molinos de Bolas 7’ x 8’ y 8’ x 10’.

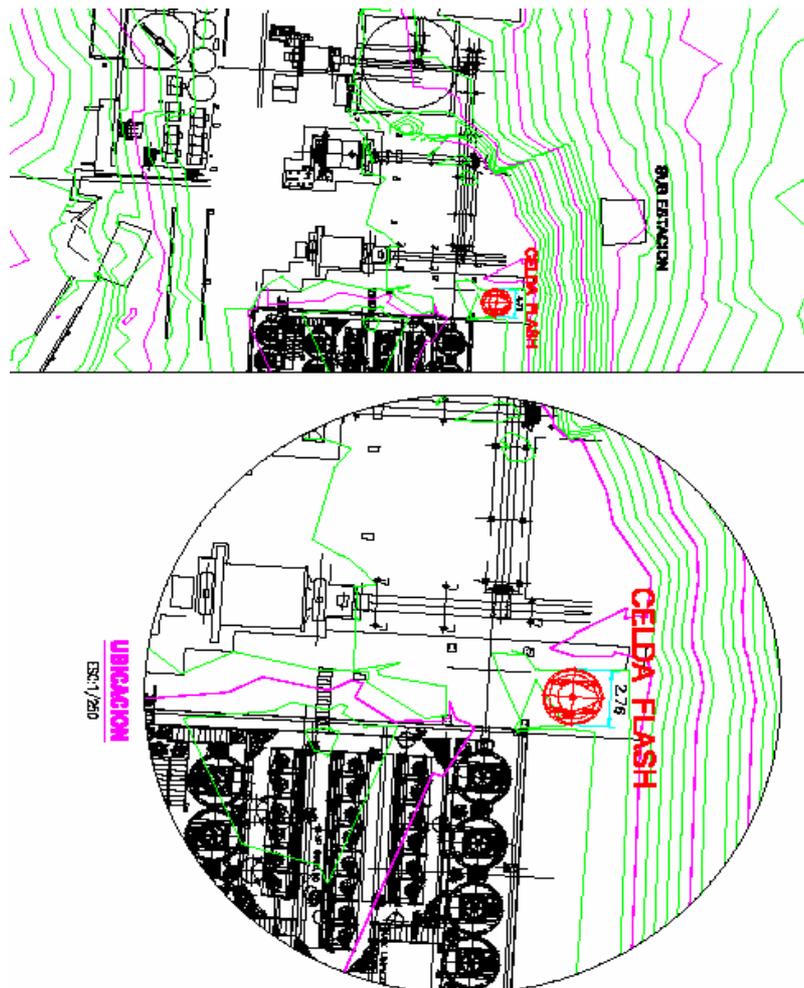


FIGURA N°14 : Ubicación de la Celda de Flotación Rápida en la Planta Concentradora.

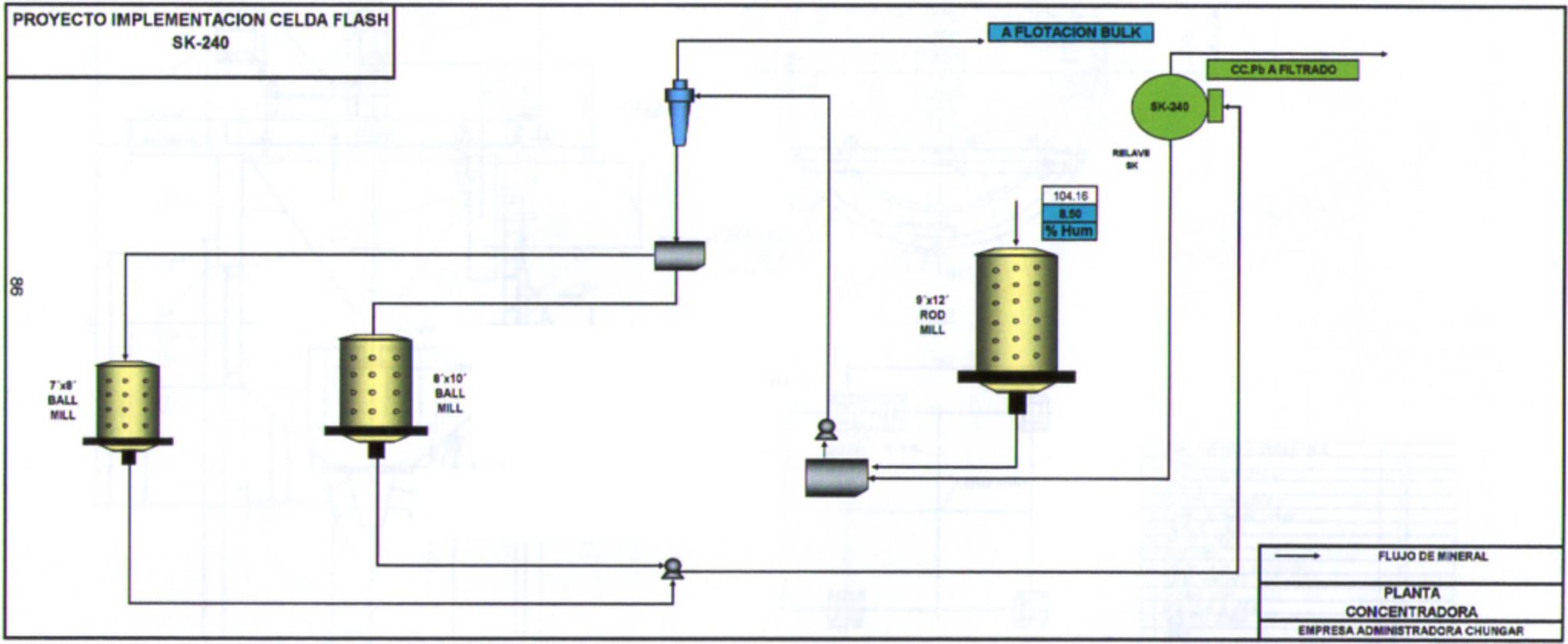


FIGURA N°15 : Flowsheet de ubicación de la celda de flotación rápida en el área de molienda.

4.10 Beneficio Metalúrgico con el uso de la Flotación Flash.

4.10.1 Mejoras:

- a. En la performance metalúrgica de la Planta, en lo que a Plomo se refiere y a sus desplazamientos, debido a que al flotar Galena Gruesa desde la Molienda, generará para el Circuito de Zinc un menor desplazamiento de Plomo, estabilizando los parámetros generales de la flotación en toda la Planta Concentradora Animón de tratamiento Polimetálico.
- b. Con la Celda Flash SK – 240, se realiza una flotación instantánea de los minerales de Plomo, liberados en la carga circulante en el Circuito de Molienda – Clasificación, originando que los Circuitos de Flotación posteriores queden habilitados para generar un BULK DE PLOMO – COBRE, con menor contenido de Plomo (Pb) y enriquecido en Cobre (Cu), obviamente originando un menor consumo de Bicromato de Sodio en la etapa de separación Plomo (Pb) – Cobre (Cu) (DEPRESOR DE GALENA) reactivo que es extremadamente dañino al Medio Ambiente.

4.10.2 Ventajas:

- a. El Proyecto de Instalación y uso de la Celda Flash SK – 240, es bastante rentable, ya que permite una rápida recuperación de la inversión realizada.

- b. Minimiza la Sobremolienda de los minerales valiosos, debido a que la Celda Flash SK – 240, trabaja a una Granulometría Gruesa.
- c. Se obtienen concentrados de alta Ley, que son recuperados en una sola etapa.
- d. La Celda SK – 240, recuperará una considerable cantidad de minerales valiosos, ocasionando una capacidad extra en el Circuito de Flotación y Aumentando el tiempo de Residencia del mineral.
- e. Los concentrados de Gruesa Granulometría obtenidos de la Celda SK – 240, son fáciles de filtrar.

CAPITULO V PRESUPUESTO.

5.1 Investigación y Planeamiento.

5.1.1 Investigación

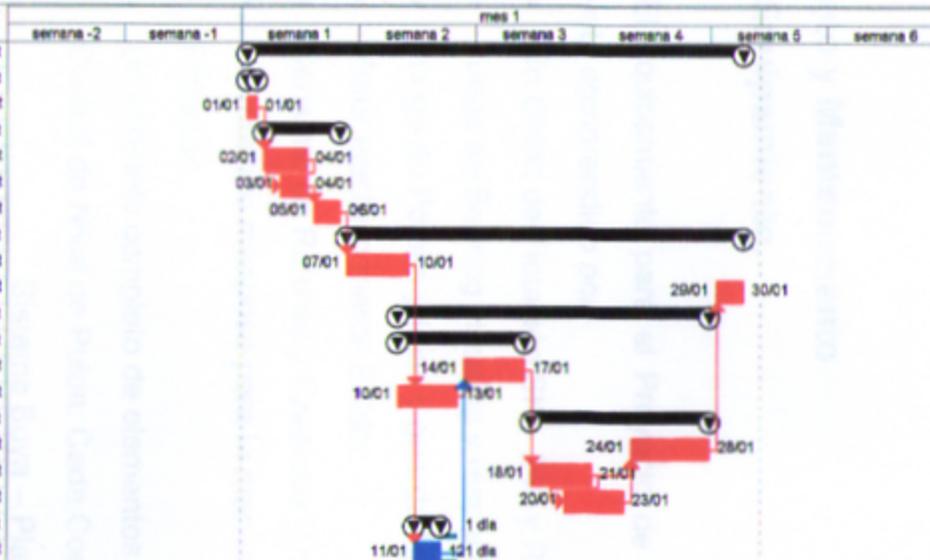
Las Investigaciones realizadas en el Laboratorio metalúrgico se hicieron usando una Celda de Flotación Convencional de Laboratorio, (CELDA DENVER), con la finalidad de tener gastos que sean considerados como propios de una Control Metalúrgico y no considerarlos como Presupuesto de la Investigación, ya que la finalidad es obtener la Cinética de la Flotación para evaluar la posibilidad de aplicar una Flotación Flash al material.

5.1.2 Planeamiento.

El Planeamiento de Instalación de una Celda de Flotación Flash SK – 240, ha sido considerado aproximadamente en un costo total de DIEZ MIL DOLARES (\$ 10,000.00) DOLARES AMERICANOS, y que es detallado en el cuadro siguiente:

TABLA N°55 : El Planeamiento de instalación de la celda flash SK-240.

Id	ITEM	DESCRIPCION	DURACION	COMIENZO	FIN	WANCE	Retraso por redst.	mes 1								
								semana -2	semana -1	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	
1	1	OBRAS CIVILES CIMENTACION DE CELDA FLASH	30 dias	dom 01/01/06	lun 30/01/06	0%	0 dias									
2	10100	TRABAJOS PRELIMINARES	1 dia	dom 01/01/06	dom 01/01/06	0%	0 dias									
3	10101	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO	1 dia	dom 01/01/06	dom 01/01/06	0%	0 dias									
4	20000	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5 dias	lun 02/01/06	vie 06/01/06	0%	0 dias									
5	20100	EXCAVACION PARA CIMENTACION	3 dias	lun 02/01/06	mié 04/01/06	0%	0 dias									
6	20200	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	2 dias	mar 03/01/06	mié 04/01/06	0%	0 dias									
7	20300	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	2 dias	jue 05/01/06	vie 06/01/06	0%	0 dias									
8	30000	CONCRETO SIMPLE	24 dias	sáb 07/01/06	lun 30/01/06	0%	0 dias									
9	30100	CONCRETO FC= 100 KG/CM2.	4 dias	sáb 07/01/06	mar 10/01/06	0%	0 dias									
10	30200	GRAUTING PARA BASE DE PEDESTALES	2 dias	dom 29/01/06	lun 30/01/06	0%	0 dias									
11	40000	CONCRETO ARMADO	19 dias	mar 10/01/06	sáb 28/01/06	0%	0 dias									
12	40100	ZAPATAS	8 dias	mar 10/01/06	mar 17/01/06	0%	0 dias									
13	40101	CONCRETO FC= 210 KG/CM2.	4 dias	sáb 14/01/06	mar 17/01/06	0%	0 dias									
14	40102	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRAD	4 dias	mar 10/01/06	vie 13/01/06	0%	0 dias									
15	40200	DADOS	11 dias	mié 18/01/06	sáb 28/01/06	0%	0 dias									
16	40201	CONCRETO FC= 210 KG/CM2.	5 dias	mar 24/01/06	sáb 28/01/06	0%	0 dias									
17	40202	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRAD	4 dias	mié 18/01/06	sáb 21/01/06	0%	0 dias									
18	40203	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	4 dias	vie 20/01/06	lun 23/01/06	0%	0 dias									
19	50000	PERNOS DE ANCLAJE	2 dias	mié 11/01/06	jue 12/01/06	0%	0 dias									
20	50100	PERNO DE ANCLAJE (MONTAJE)	2 dias	mié 11/01/06	jue 12/01/06	0%	0 dias									



Equipamiento y Mantenimiento

5.2.1 Equipamiento.

El equipamiento para el Proyecto de Celda de Flotación Flash, esta comprendido por:

- Un Celda de Flotación SK – 240 y Recubrimiento de Caucho.
- Juego de Bearing Housing y respectivos ejes.
- Juego de Poleas y fajas y guarda fajas fabricadas en FRP.
- Motor eléctrico marca Baldor.
- Conjunto de Rotores y Estatores “Outokumpu”.
- Válvula tipo mariposa para la manipulación de Aire de Flotación
- Un conjunto completo de elementos de instrumentación para el Control de Nivel de Pulpa. Cada Conjunto consiste en:
 - . Sistema Boya – Platillo
 - . Sensor Milltronics The Probe Two Wire
 - . Controlador Electrónico de Nivel con gabinete de protección.
 - . Válvula Pinch JINDEX con actuador neumático y ELECTROPOSICIONADOR.
 - . Pernos y empaquetaduras necesarias.
- Protección Epóxica.
- Ingeniería.
- Asesoría de Instalación y Arranque.
- Manuales.

5.2.2 Costo por Operación y Mantenimiento.

El Costo por Operaciones y Mantenimiento Anual ha sido calculado en CATORCE MIL CINCUENTIDOS DOLARES AMERICANOS (\$ 14,052.00), en la que se considera lo siguiente:

- Mantenimiento de Bomba.
- Consumo de energía de Bomba.
- Consumo de energía de la Celda Flash.
- Servicios adicionales no previstos.

<u>Detalle del costo de operación</u>	KW- h	\$/KW- h	hrs/mes	\$/mes	\$/año
Consumo de energía bombas HR-150	56	0.017	672	640	7,677
Consumo de energía celda SkimAir	10	0.017	672	114	1,371
				754	9,048

TABLA N°56 : Costos por Operación Anual

<u>Detalle del costo de mantenimiento.</u>	KW-h	\$/KW-h	hrs/mes	\$/mes	\$/año
Mantenimiento	-	-	-	417	5,004

TABLA N°57 : Costos por Mantenimiento Anual

5.3 Costo de Ejecución.

5.3.1 Cálculo del Cronograma de Pagos de la Cadena

Cuadros Demostrativos de cálculo del Cronograma de pagos de la cadena.

Equipamiento	Cant.	US\$/Und	Subtotal
- Celda SkimAir 240	01	75,000	75,000
- Infraestructura		10,000	10,000
			0
Monto a invertir			\$ 85,000

TABLA N°58 : Equipamiento a Invertir

Datos del Cálculo		
Tasa de descuento	15.00%	
Depreciación	5 Años	
Tasa impositiva	30%	
Equipo Nuevo		
Costo de adquisición	\$	85,000
Gastos anuales de operación	\$	14,052
Vida útil	Año	5
Valor residual	\$	10,200

TABLA N°59 : Datos de Costo de la Celda SK-240

Cálculo del cronograma de pagos de la deuda		
Monto de la deuda	\$	85,000
Número de años		5
Tasa del préstamo		15.00%
Cuota anual	\$	25,357

TABLA N°60 : Datos para cronograma de pagos

Años	Saldo	A	G. Financ	Cuota anual
1	85,000	12,607	12,750	25,357
2	72,393	14,498	10,859	25,357
3	57,895	16,673	8,684	25,357
4	41,223	19,173	6,183	25,357
5	22,049	22,049	3,307	25,357
TOTAL:		85,000	41,784	126,784

TABLA N°61 : Cronograma de pagos

5.4 Costo de Inversión Aproximado.

El Costo Aproximado que la Compañía Minera VOLCAN, podría invertir asciende a la suma de OCHENTICINCO MIL DOLARES AMERICANOS, (\$ 85,000.00), los que estarían comprendidos de acuerdo al cuadro demostrativo (TABLA N°58) en :

- Celda Skim Air 240.
- Infraestructura.

5.5 Costo Beneficio para la Compañía Minera VOLCAN.

5.5.1 Alternativa N° 1 :

PROCESO METALURGICO SIN CELDA FLASH.

PRODUCTOS	T.M.S	LEYES				CONTENIDO METALICO				RECUPERACIONES			
		%Pb	%Zn	%Cu	Ag (Oz/T)	Pb	Zn	Cu	Ag	%Pb	%Zn	%Cu	Ag
CABEZA	60,000	3.20	7.50	0.30	3.10	1,920	4,500	180	186,000	100.0	100.0	100.0	100.0
Conc.Cu	321	13.00	5.00	23.00	156.84	42	16	74	50,330	2.2	0.4	41.0	27.1
Conc.Pb	2,405	66.50	5.00	1.50	33.50	1,599	120	36	80,559	83.3	2.7	20.0	43.3
Conc.Zn	7,153	1.80	57.50	0.70	3.50	129	4,113	50	25,036	6.7	91.4	27.8	13.5
RELAVE	50,121	0.30	0.50	0.04	0.60	150	251	20	30,074	7.8	5.6	11.1	16.2

TABLA N°62 : Balance Metalúrgico sin Celda Flash

Precio del Zinc \$/tmf	1,170
Precio del Plomo \$/tmf	800
Precio del Cobre \$/tmf	2,000
Precio de la Plata \$/tmf	6.00

TABLA N°63 : Precio de los Metales (21 Dic 2005)

Flujo de caja ALT. SIN CELDA	AÑOS	0	1	2	3	4	5
Monto de Inversión	US\$	-					
Gasto Financiero	US\$						
Costos Operativos	US\$						
Ingresos por venta de concentr. US\$			50,907,807	50,907,807	50,907,807	50,907,807	50,907,807
Flujo Operativo	US\$	-	50,907,807	50,907,807	50,907,807	50,907,807	50,907,807

TABLA N°64 : Cuadro del Flujo de Caja y Flujo Operativo

VENTAJA:

- Se tiene un ingreso por Venta de Concentrado de \$ 4'242,317.00 Dolares Americanos al mes, lo que implica un ingreso anual de \$ 50'907,807.00 Dolares Americanos al Año.

DESVENTAJAS:

- Bajas Recuperaciones por pérdida de Plomo sobremolido.
- Deterioro del grado del Concentrado de Cobre por alto desplazamiento de Plomo.
- Penalidades aplicadas en la Comercialización del Concentrado de Cobre por altos desplazamientos de Plomo.
- Alta Humedad del Concentrado de Plomo, que originan altas pérdidas por Mermas.
- Incremento del consumo de Bicromato de Sodio, por la generación de mayores Áreas Superficiales, el mismo que es un Contaminante del Medio Ambiente.

5.5.2 Alternativa N° 2:

PROCESO METALURGICO CON CELDAS FLASH.

PRODUCTOS	T.M.S	LEYES				CONTENIDO METALICO				RECUPERACIONES			
		%Pb	%Zn	%Cu	Ag (Oz/T)	Pb	Zn	Cu	Ag	%Pb	%Zn	%Cu	Ag
CABEZA	60,000	3.20	7.50	0.30	3.10	1,920	4,500	180	186,000	100.0	100.0	100.0	100.0
Conc.Cu	353	8.00	4.50	28.00	168.00	28	16	99	59,281	1.5	0.4	54.9	31.9
Conc.Pb	2,483	68.50	4.50	0.65	30.00	1,701	112	16	74,494	88.6	2.5	9.0	40.1
Conc.Zn	7,151	1.20	58.00	0.70	3.50	86	4,147	50	25,027	4.5	92.2	27.8	13.5
RELAVE	50,013	0.21	0.45	0.03	0.54	105	225	15	27,198	5.5	5.0	8.3	14.6

TABLA N°65 : Balance Metalúrgico con Celda Flash

Precio del Zinc \$/tmf	1,170
Precio del Plomo \$/tmf	800
Precio del Cobre \$/tmf	2,000
Precio de la Plata \$/tmf	6.00

TABLA N°66 : Precio de los Metales (21 Dic 2005)

Flujo de caja ALT. CON CELDA	AÑOS	0	1	2	3	4	5
Monto de Inversión	US\$	(85,000)					
Gasto Financiero	US\$		(12,750)	(10,859)	(8,684)	(6,183)	(3,307)
Costos Operativos	US\$		(14,052)	(14,754)	(15,492)	(16,267)	(17,080)
Ingresos por venta de concentr. US\$			52,784,595	52,784,595	52,784,595	52,784,595	52,784,595
Ingreso por valor de rescate							10,200
Flujo Operativo	US\$	(85,000)	52,757,793	52,758,981	52,760,418	52,762,145	52,774,407

TABLA N°67 : Cuadro del Flujo de Caja y Flujo Operativo

VENTAJAS:

- Se obtiene un ingreso por venta de Concentrado de \$ 4'398,716.00 Dolares Americanos al més, generando un ingreso Anual de \$ 52'784,595.00 Dolares Americanos.
- La Recuperación de la Plata, se ve favorecida con un incremento de 70.4 % a 71.9 %, debido a la Disminución de Plomo, tanto en el Relave como en el Concentrado de Zinc.
- La Recuperación de Cobre se incrementará de 41 % a 54.9 % y esto será posible a que la Celda Flash debe Recuperar el 50 % al 60 % de Plomo.
- La Recuperación del Zinc, también se verá ligeramente favorecido de 91.4 % a 92.2 %.

DESVENTAJA:

- No se observa ninguna Desventaja económica, debido a que el Flujo Efectivo, el VAN y el TIR entre Usar y no usar la Celda , se da en siguiente Cuadro:

AÑOS	0	1	2	3	4	5
Flujo Efectivo	(85,000)	1,849,986	1,851,174	1,852,611	1,854,337	1,866,600

TABLA N°68 : Cuadro del Flujo Efectivo

VAN (15%)	US\$	5,330,271
TIR		2177%

TABLA N°69 : Cuadro del VAN y el TIR

CAPITULO VI

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS.

- 6.1 De la muestra tomada de la Prueba Experimental de la Flotación Cinética, colocada en el Under Flow del Ciclón,** se llegó a establecer resultados que podrían ser Ventajosos para la Unidad de producción Animon, y le permitiría: Operar con un Tonelaje menor a la capacidad de diseño de la Celdas convencionales, lo cual incrementaría el tiempo de Flotación del Plomo en esta etapa. El Concentrado de Plomo se enviaría directamente al Espesador con una Ley de 68.6 %. Y Descabezar la Ley de Cabeza de Plomo, reduciéndolo de 8.47 % a 6.62 % en la Descarga del Hidrociclón (U/F).

En Consecuencia la Instalación de una Celda Flash SK – 240, colocada en la DESCARGA DEL CICLON (U/F), permitirá obtener Leyes en el Concentrado de Plomo y Plata de 68.6 % y 557.2 g/t y Recuperaciones Promedio de 57.71 % y 21.43 % respectivamente.

6.2 De la muestra tomada de la prueba experimental de la Flotación Cinética , instalada en el Feed del Hidrociclón, se llegó a determinar resultados que podrían beneficiar a la Unidad de Producción Animón, en : Operar con un Tonelaje menor a la capacidad de Diseño de la Celdas convencionales, lo cual incrementaría el tiempo de Flotación del Plomo en ésta etapa. El Concentrado de Plomo, se enviaría directamente al Espesador con una Ley de 51.75 %. Y Descabezar la Ley de Cabeza de Plomo, reduciéndolo de 6.998 % a 3.49 % en el Feed del Hidrociclón.

Por lo tanto, se deduce que con una Celda Flash SK – 240, colocada en el Feed del Ciclón (F), se logrará obtener Leyes en el Concentrado de Plomo y Plata de 51.75 % y 579.9 g/t y Recuperaciones Promedio de 64.94 % y 46.01 % respectivamente.

6.3 De la muestra tomada de la prueba experimental de la Flotación Cinética, colocada en la Descarga del Molino de Bolas de 7' x 8', se llegó a establecer resultados que beneficiarían a la Unidad de Producción Animón, por que le permitiría: Operar con un Tonelaje menor a la Capacidad de Diseño de la Celdas convencionales, situación que incrementaría el tiempo de Flotación del Plomo en ésta etapa. El Concentrado de Plomo se enviaría directamente al Espesador con una Ley de 46.4 %. Y Descabezar la Ley de Cabeza de Plomo reduciéndolo de 7.776 % a 7.64 %, en la Descarga del Molino 7' x 8'.

De lo analizado se deduce que con la instalación de una Celda Flash SK – 80, en la Descarga de Molino de 7' x 8', se logrará obtener Leyes en el Concentrado de Plomo y Plata de 46.4 % y 421.5 g/t y Recuperaciones Promedio de 41.79 % y 26.83 % respectivamente.

6.4 De la muestra tomada de la prueba experimental de la Flotación Cinética, instalada en la Descarga de Molino de Bolas de 8' x 10', se llegó a determinar resultados que son beneficiosos a la Unidad de Producción Animón, en razón de que le permitiría: Operar con un Tonelaje menor a la capacidad de Diseño de la Celdas convencionales, lo cual incrementaría el tiempo de Flotación del Plomo en ésta etapa. El Concentrado de Plomo se enviaría directamente al Espesador con una Ley de 44.5 %. Y Descabezar la Ley de Cabeza de Plomo, reduciéndolo de 8.461 % a 8.1 % en la Descarga del Molino 8' x 10'.

Por lo expuesto se deduce, que con una Celda Flash SK – 80, colocada en la Descarga de Molino de 8' x 10', se logrará obtener Leyes en el Concentrado de Plomo y Plata de 44.5 % y 534.6 g/t y Recuperaciones Promedio de 39.79 % y 23.69 % respectivamente.

6.5 Elección y Ubicación de una Celda de Flotación Flash. La Compañía Minera Volcán, con la utilización en el Laboratorio metalúrgico de una CELDA DE FLOTACION CONVENCIONAL de Laboratorio, (CELDA DENVER), y luego de las pruebas experimentales llevadas a cabo se hizo la Elección de la “CELDA DE FLOTACION FLASH SK – 240 en razón de que ofrecían mejores ventajas y beneficios en los resultados y comportamiento durante la flotación, habiéndose utilizado como parámetros de comparación, el Factor Metalúrgico y la Cinética de Flotación, y respecto a su Ubicación en la Planta Concentradora, según su configuración y espacio, ésta sería en el “AREA DE MOLIENDA – CLASIFICACION” y consistiría en Captar la Descarga de los Molinos de Bolas de 7' x 8' y 8' x 10' con una BOMBA HM 150 (otra en Stand By) y alimentar a la Celda SK – 240, las espumas de esta celda irán por gravedad directamente al concentrado final, y el relave por gravedad se juntará con la descarga del molino de Barras de 9' x 12'; esta Pulpa será bombeada a los Hidrociclones, donde los finos del OF serán alimento del Circuito de Flotación BULK y los Gruesos del UF, serán carga de los molinos de Bolas 7' x 8' y 8' x 10'.

6.6 Evaluación del Presupuesto por Instalación, Operación y Mantenimiento. Inspeccionada los espacios y configuración de la Unidad de producción Animón, se hizo un Planeamiento y estudio del mercado, para establecer el “Proyecto de Presupuesto de Instalación, Operación y Mantenimiento” habiéndose señalado como costo Total de Instalación de la Celda Flash SK – 240, aproximadamente la suma de \$ 10,000.00 DOLARES AMERICANOS; Por otro lado, el Costo por Operación y Mantenimiento del equipo durante el año sería aproximadamente de \$ 14,052.00 DOLARES AMERICANOS, donde se considera el Mantenimiento de Bomba, Consumo de energía de la Bomba y consumo de energía de la Celda Flash.

6.7 Evaluación del Costo de Inversión. En el Estudio de Mercado sobre este tipo de equipamiento,(Celda Flash SK – 240), se estableció como Costo de Inversión proyectado un aproximado de la suma de \$ 85,000.00 DOLARES AMERICANOS, donde esta considerado la Celda Skim Air 240 (\$ 75,000) y la Infraestructura (\$ 10,000) Dolares Americanos, siendo esta inversión bastante rentable, ya que va a permitir una rápida recuperación de lo invertido, por las grandes ventajas y beneficios que ofrecerá en el Proceso metalúrgico de la Unidad de Producción Animon de la Compañía Minera Volcán.

6.8 Evaluación del Costo Beneficio. Si la Compañía Minera Volcán, realizara el Proceso Metalúrgico sin las Celdas Flash, tendría un ingreso por venta de Concentrado la suma de \$ 50'907,807 Dolares, al año, sin embargo usando las Celdas Flash, su ingreso por ventas de concentrado sería de \$ 52'784,595 Dolares al año, existiendo una diferencia marcada; por otro lado operar sin Celdas Flash, le generaría mas desventajas a la empresa, pues tendría bajas recuperaciones por pérdidas de Plomo sobremolido; alta humedad del concentrado de Plomo que origina altas perdidas por mermas; y, el incremento de consumo de Bicromato de Sodio, constituiría un Contaminante del Medio Ambiente, afectando de

sobremanera la ecología de la zona. Sin embargo, Operar con las Celdas Flash, le ofrecería ventajas como: la recuperación de la Plata, debido a la disminución de Plomo en el Relave y en el concentrado de Zinc; se incrementaría la Recuperación de Cobre por tarea de la Celda Flash, que debe recuperar el 50 o 60 % de Plomo. y la recuperación del Zinc se vería ligeramente favorecido; Por tanto no se observa ninguna desventaja económica, al usar la Celda Flash.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.

Las Pruebas experimentales realizadas en la Unidad de Producción Animón, para el uso de una Celda de Flotación Flash, en el proceso metalúrgico ha determinado que la elección sería por UNA CELDA FLASH SK – 240, por que ha demostrado:

- Minimizar la sobremolienda de los minerales valiosos debido, a que esta Celda trabaja con una granulometría gruesa.
- La obtención de Concentrados de Alta Ley, que son recuperados en una sola etapa.

- La Recuperación de una cantidad considerable de minerales valiosos, ocasionando una capacidad extra en el circuito de Flotación y aumentando el tiempo de Residencia del mineral. Y,
- Permitir que los Concentrados de gruesa granulometría, obtenidos por esta Celda sean fáciles de filtrar.

7.1.2 Los resultados de las Pruebas experimentales, han establecido Ventajas y Beneficios para la Instalación de una Celda de Flotación Flash (CELDA FLASH SK – 240), en la Unidad de Producción de la Compañía Minera Volcán, el mismo que lograría Optimizar la Metalurgia del Plomo, para:

- captar o separar el Plomo tan pronto el Proceso lo permita, y esto será posible a que la Celda Flash tenga que recuperar el 50 % a 60 % de Plomo antes de sufrir una sobremolienda;
- Disminuir los desplazamientos de Plomo hacia el Concentrado de Cobre, de 13.0 % a 8.0 % de Plomo.
- Disminuir la Humedad del Concentrado de Plomo, que originaba altas pérdidas por Mermas de 11 % a 8 % de Humedad.
- Disminuir el consumo de Bicromato de Sodio, por la generación de mayores áreas superficiales, y ser éste un Contaminante que afecta y daña el Medio Ambiente de 8 gr/TMS a 6 gr/TMS. (Ecología).

7.1.3 El Lugar de Instalación más favorable de una Celda de Flotación Flash (CELDA FLASH SK – 240), en la Unidad de Producción Animón de la Compañía Minera Volcán, sería en el “AREA DE MOLIENDA – CLASIFICACION DE LA PLANTA CONCENTRADORA” por que le permitiría Captar la descarga de los Molinos de Bolas 7’ x 8’ y 8’ x 10’, con una Bomba HM – 150 y alimentar a la Celda SK – 240, ya que las espumas de ésta celda irán por gravedad directamente al Concentrado Final y el Relave

también por gravedad se juntara con la descarga del Molino de Barras 9' x 12'; ésta Pulpa será Bombeada a los Hidrociclones; Los Finos del OF serán alimento del Circuito de Flotación Bulk y los Gruesos del UF serán la carga de los molinos de bolas de 7' x 8' y 8' x 10'.

7.1.4 El Costo de Inversión proyectado para la Instalación, Costo de Operaciones, Mantenimiento, adquisición del equipo (CELDA SKIM AIR SK -240) y la infraestructura, tiene la característica de ser una “Inversión Rentable y de fácil Recuperación” por parte de la Compañía Minera Volcán, en razón de que el Valor Actual Neto (VAN), equivaldría a \$ 5330.271 Dólares Americanos y la Tasa de Inversión de Retorno (TIR) equivaldría a 2177%; además va a permitir una Optimización en el Proceso Metalúrgico que se realiza, obteniendo mejoras en la performance de la Planta Concentradora, y principalmente haciendo un menor consumo del Bicromato de Sodio, en la etapa de Separación Plomo – Cobre (DEPRESOR DE GALENA), reactivo que es extremadamente dañino al Medio Ambiente y así proteger la Ecología.

7.2 Recomendaciones:

7.2.1 Que la Compañía Minera Volcán, Apruebe el Proyecto del Costo de Inversión, para la Adquisición del Equipo, Infraestructura, Costos de Operación y Mantenimiento, y la Instalación en la Planta Concentradora de la Unidad de Producción Animón, por ser una Inversión rentable, ventajosa y de fácil recuperación de acuerdo al Valor Actual Neto y a la Tasa de Inversión de Retorno.

- 7.2.2 El Equipamiento que sería seleccionado sería LA CELDA DE FLOTACION FLASH (CELDA FLASH SK – 240 ó SKIM AIR DE OUTOKUMPU), por ser una Nueva Aplicación y Herramienta eficaz, para el proceso de Optimización de la Planta Concentradora Polimetálica de Animón y ayudaría a proteger el Medio Ambiente.
- 7.2.3 La Ubicación de la Celda de Flotación Flash, por los resultados obtenidos en las pruebas experimentales sería en el “AREA DE LA MOLIENDA – CLASIFICACION (la descarga de los Molinos de Bolas 7’ x 8’ y 8’ x 10’) ” de la Planta Concentradora de la Unidad de Producción Animón, por ser el punto más adecuado y estratégico para mejorar y optimizar el proceso metalúrgico polimetálico
- 7.2.4 Las Celdas de Flotación Flash (CELDA FLASH SK – 240 o SKIM AIR DE OUTOKUMPU), durante el proceso de experimentación en la Unidad de Producción Animón, demostraran mejoras en la performance metalúrgica de la planta en lo que a Plomo se refiere y a sus desplazamientos, ofreciendo mayores ventajas y beneficios que constituyen la Optimización en la Planta Concentradora en favor de la Compañía Minera Volcán.
- 7.2.5 Realizar un seguimiento, análisis exhaustivo y control en el área de molienda para que las partículas ya liberadas ingresen a la celda de flotación flash y tenga la posibilidad de flotar antes de convertirse en lama que posteriormente se convierte en irrecuperable.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Christian Kujawa, "Gold Recovery Improvement with Outokumpu Flash Flotation" IV Symposium Internacional de Mineralurgia, Agosto 2002.
- 2.- Andre Laplante, "The Gravity Recoverable Gold Test and Flash Flotation" 34th Annual Meeting of the Canadian Mineral Processors, Enero 2002.
- 3.- Outokumpu, "Skim Air for Flash Flotation", Octubre 2004.
- 4.- Villegaz y Manzaneda, "Flotación rápida desde la Molienda" Noviembre 2003.

GLOSARIO

- **CABEZA MINERAL** : Muestra inicial que va a ingresar a un proceso metalúrgico.
- **CALCITA**: Mineral blanco de carbonato cálcico cristalizado, principal componente de la roca caliza.
- **CELDA DE FLOTACION FLASH** : Equipo donde se efectúa el proceso de concentración de minerales gruesos y listos para ser flotados, que consta de una tanque y un agitador especial.
- **CHALCOPIRITA**: Sulfuro natural de cobre y hierro, de brillo metálico y color amarillo o negro.
- **CONCENTRADO** : Es el producto enriquecido de las operaciones de concentración de minerales.
- **CUARZO** : Mineral compuesto de sílice, cristaliza en el sistema trigonal, incoloro en estado puro y puede adoptar diferentes tonalidades si lleva impurezas.
- **DEPRECIACION** : Deducción anual del valor de una propiedad, planta o equipo. Se utiliza para dar a entender que las inversiones de la planta ha disminuido en potencial de servicio.
- **DOLOMITA** : Mineral compuesto de carbonato de calcio y magnesio.
- **ESFALERITA** : Mineral compuesto por sulfuro de Zinc.
- **FACTOR METALURICO** : Es el valor que indica la mejor recuperación de un mineral con baja ley de cabeza.
- **FEED HIDROCICLON** : Es el flujo de pulpa el cual es alimentado a un hidrociclón de manera tangencial.
- **FLOWSHEET** : (Diagrama de flujo). Es una representación gráfica de la secuencia de operaciones realizadas durante el procesamiento de un mineral.
- **FRIABLE** : Material que se desmenuza fácilmente.

- **GALENA** : Mineral de sulfuro de Plomo, cristaliza en forma de cubos.
- **HIDROCICLON** : Equipo usado para la clasificación de partículas, bajo aceleración provocada por la presión hidrostática, a través de un conducto inyector tangencial. El material mas pesado o grueso se ubica en el flujo descendente mientras que el material fino se ubica en el flujo ascendente.
- **MALLAS VALORADAS** : Es el análisis Granulométrico valorado (Análisis de leyes por malla)
- **MARGA** : Tipo de roca sedimentaria compuesto principalmente de arcilla y caliza.
- **MERMA** : Es una perdida o reducción en termino físico. El inconveniente de una merma es que es inevitable.
- **MICRAS (micrones)** : Unidad de medida de longitud equivalente a una milésima de milímetro (0.001mm)
- **OVERFLOW HIDROCICLON (OF)** : Flujo ascendente en un hidrociclón de material fino.
- **OVERSIZE** : Son los tamaños de mineral de dimensiones superiores a la abertura de la malla de la Zaranda.
- **PIRITA** : Mineral de Sulfuro de Hierro, también llamada oro de los tontos por su parecido a ese metal.
- **RELAVE** : Material resultante del proceso de concentración de minerales, que contiene muy poco material valioso, que pueden ser tratadas o desechadas.
- **RODOCROSITA** : Mineral de carbonato de Manganeso II
- **SEGREGACION** : El termino segregar hace referencia a separar, en este caso, se separa el material grueso el fino.
- **SIDERITA** : Mineral de carbonato de hierro.
- **TAMIZADO** : Acción por la cual una muestra es pasada por superficies perforadas de diferentes tamaños, la cual permite efectuar la separación por tamaños de partículas sólidas.

- **TASA DE DESCUENTO** : Tasa de interés utilizada para descontar pagos futuros cuando se calcula el valor descontado presente.
- **TASA IMPOSITIVA** : Tasa que se aplica para el pago de impuestos.
- **TIR** : Tasa Interna de Retorno. Indicador de la rentabilidad de un activo financiero. Es aquella tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de ingresos futuros con el costo de inversión total. Corresponde al rendimiento que obtendría el inversionista de mantener el instrumento hasta su vencimiento, bajo el supuesto que reinvierte los flujos de ingreso a la misma tasa.
- **UNDERFLOW HIDROCICLON (UF)** : Flujo descendente en un hidrociclón de material grueso o pesado.
- **UNDERSIZE** : Son los tamaños de mineral de dimensiones inferiores a la abertura de la malla de la Zaranda.
- **VALOR D50** : Es el tamaño de partícula que tiene el 50% de probabilidad de ir por el Flujo descendente o por el flujo ascendente de un hidrociclón.
- **VALOR RESIDUAL** : Aquella parte del costo de un activo que se espera recuperar mediante venta o permuta del bien al fin de su vida útil.
- **VAN** : Valor Actual Neto, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.
- **ZARANDA DE ALTA FRECUENCIA** : Es una operación de clasificación que permite hacer una separación fina por tamaños de un mineral.