

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA DE
SULFATO DE COBRE DE 80 TONELADAS DE
CAPACIDAD POR DIA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECANICO

NICOLAS FRANCISCO MERCADO HUACHOPUMA

PROMOCION 1997-I

LIMA-PERU

2008

Por el profundo amor de mi padre Emiliano y de mi madre Marcelina quienes me dieron la vida, y a mis hermanos: Jesús, Flora, Oscar, Edith, Jissell, y Ana

A mi amada esposa Josefa, por el amor de mis hijos Lina Katherine y Nicolás Alonso, y demás familiares, amigos y profesores; quienes siempre me brindaron su apoyo y aliento en la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

	<u>Página</u>
PROLOGO	1
INTRODUCCION.....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.2 OBJETIVO	4
1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	5
DESCRIPCION DEL PROCESO.....	6
2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	6
2.2 RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y MUESTREO DE MINERAL	7
2.3 ÁREA DE CHANCADO.....	7
2.4 ÁREA DE AGLOMERACIÓN Y CURADO.....	8
2.5 ÁREA DE LIXIVIACIÓN EN PILAS	8
2.6 ÁREA DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES	9
2.7 ÁREA DE CRISTALIZACIÓN Y ENVASADO	9
CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	11
3.1 LA PRODUCCIÓN.....	11
3.2 EL MINERAL.....	11
3.3 LA LIXIVIACIÓN	12
3.4 LA EXTRACCIÓN POR SOLVENTES.....	12
3.5 ARRASTRES DE FASES, SEPARACIONES Y EVAPORACIÓN	13
3.6 LA CRISTALIZACIÓN.....	13
BALANCE DE MASA.....	14
4.1 BALANCES DE LIXIVIACIÓN.....	14
4.2 BALANCE DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES	15
4.3 BALANCE DE CRISTALIZACIÓN	17
PARAMETROS PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS	18
5.1 PAD DE LIXIVIACIÓN	18
5.1.1 Pad de Lixiviación Dinámico de Óxidos	18
5.1.2 Pad de Lixiviación de Sulfuros	19
5.1.3 Colección, Conducción y Distribución de la Solución.....	20
5.1.3.1 Pad Dinámico de óxidos.....	20
5.1.3.2 Pad de Sulfuros.....	21

5.2	POZAS PLS E ILS (DE ÓXIDOS Y SULFUROS).....	22
5.3	POZAS DE REFINO	23
5.4	BOTADERO DE RIPIOS.....	23
5.5	EQUIPOS PRINCIPALES DEL ÁREA DE CHANCADO Y AGLOMERADO	25
5.5.1	Rompedor de Bancos.....	26
5.5.2	Alimentador Vibratorio Primario.....	27
5.5.3	Chancadora Primaria	29
5.5.4	Chancadora Secundaria.....	31
5.5.5	Zaranda Vibratoria.....	33
5.5.6	Alimentador Vibratorio secundario	43
5.5.7	Tambor Aglomerador	44
5.5.8	Fajas transportadoras	46
5.5.9	Tanque para acido sulfúrico al 98%	47
5.5.10	Tanque para agua fresca	47
5.6	EQUIPOS DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES SX	48
5.6.1	Mezclador Bomba Para Etapa de Extracción.....	48
	5.6.1.1 Agitador Bomba	49
5.6.2	Mezclador Auxiliar Para Etapa Extracción	50
	5.6.2.1 Agitador Auxiliar	50
5.6.3	Decantador Etapa de Extracción.....	51
5.6.4	Equipos auxiliares del área de SX.....	51
	5.6.4.1 Post decantador de Refino	51
	5.6.4.2 Tanque para Orgánico Cargado.....	52
	5.6.4.3 Tanque para Orgánico Descargado	52
	5.6.4.4 Tanque para Electrolito saturado.....	53
	5.6.4.5 Tanque para acido sulfúrico al 98%	54
5.7	EQUIPOS DEL ÁREA DE CRISTALIZACIÓN	54
5.7.1	Mezclador Cr1,Cr2 Y Cr3	54
	5.7.1.1 Agitadores	55
5.7.2	Decantador Cr1, Cr2 Y Cr3	55
5.7.3	Post decantador de Orgánico Descargado	56
5.7.4	Lavador De Cristales	57
5.7.5	Hidrociclón.....	57
5.7.6	Blender	58
5.7.7	Centrifuga.....	58
5.7.8	Transportador Tornillo Sinfin – Nº 01	58
5.7.9	Transportador Tornillo Sinfin Nº 02	59
5.7.10	Silo Acopio Producto	59
5.7.11	Balanza Pesaje Maxisacos	60
5.8	SISTEMA DE BOMBEO DE SOLUCIONES.....	60
	5.8.1.1 Bomba de PLS de Sulfuros	62

COSTOS.....	68
6.1 ESTIMADOS DE COSTOS DE CAPITAL.....	68
6.1.1 Bases de la Estimación	68
6.1.1.1 Costos Directos	69
6.1.1.2 Costos Indirectos	70
6.1.1.3 Contingencia.....	70
6.1.1.4 Impuestos y Aranceles.....	71
6.1.2 Exclusiones del Costo de Capital	74
6.1.3 Cronograma de Desembolsos – Construcción del Proyecto ...	74
6.2 ESTIMADOS DE COSTOS DE OPERACIÓN	75
6.2.1 Minado Subterráneo	76
6.2.2 Minado Superficial	78
6.2.3 Explotación de Relaves	79
6.2.4 Planta de Procesos	80
6.2.5 Costos Administrativos	81
6.2.6 Costo Suministro de Energía Eléctrica	81
6.2.7 Costos de Transporte	82
6.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	83
6.3.1 Bases para la Evaluación	84
6.3.2 Resumen del Flujo de Caja	85
CONCLUSIONES.....	87
BIBLIOGRAFIA	89
PLANOS	90
APENDICES	91

PROLOGO

En el presente informe de suficiencia se ilustra la forma de implementar una planta para la producción de sulfato de cobre.

En el capítulo 1, se describe los antecedentes, objetivos, alcances y limitaciones del informe de ingeniería, en este capítulo también se menciona el interés de la empresa Milpo por implementación de la planta; describe además la localización, las vías de acceso, una breve descripción del proyecto, así como las fases previstas en el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 2, se describe los diferentes procesos que se sigue para la obtención del producto, dentro de los cuales se encuentran, recepción y almacenamiento, chancado, aglomeración y curado, lixiviación en pilas, extracción por solventes y cristalización y envasado.

En capítulo 3 se presentan las consideraciones que se deben tomar en cuenta para la implementación de la planta, estos parámetros se han obtenido del análisis de las muestras efectuados en los laboratorios de las empresas especializadas así como y pruebas en terreno realizados por la propia empresa Milpo.

En el capítulo 4 se presentan los resultados de cálculos realizados por el área de ingeniería de procesos, en los cuales se determinan las cantidades de los diferentes materiales necesarios y los tiempos de residencia de cada sub-proceso, para la producción de las 80 toneladas de sulfato de cobre.

En el capítulo 5 Se realiza el dimensionado y selección de los principales equipos, teniendo en cuenta las consideraciones indicadas en el capítulo 3, y los datos y requerimientos de los procesos indicados en el capítulo 4. Cabe resaltar que en esta etapa intervinieron los profesionales de Milpo y consultores especializados externos.

En el capítulo 6 se presenta; los costos de capital en el que se indica la inversión para el equipamiento y construcción hasta la puesta en marcha de la planta, los costos de operación en los que se incurrirá durante el funcionamiento de la planta para obtención del producto, y la evaluación económica donde se muestra la rentabilidad del proyecto.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Minera Pampa de Cobre S.A., una subsidiaria 100% propiedad de **MILPO**. Dedicada a las actividades mineras es dueña de las propiedades que cubren la antigua mina Chapi y sus alrededores.

El área del proyecto Chapi se localiza en las partes altas de la Quebrada Campanayoc, Distrito de La Capilla, Provincia de Sánchez Cerro, Departamento de Moquegua, República del Perú y presenta altitudes de entre 2,300 y 2,750 m.s.n.m.

El acceso hasta el proyecto, a partir del límite urbano de la ciudad de Arequipa, se realiza siguiendo la ruta que va al Santuario de Chapi, el tramo inicial, después del límite urbano, es asfaltado y tiene una extensión de 30 kilómetros, 15km en carretera afirmada, hasta llegar al desvío hacia el santuario, desde este punto se recorre 12 kilómetros por una trocha carrozable.

Chapi se convirtió en la tercera Unidad del **GRUPO MILPO**, luego de haber iniciado sus operaciones en enero de 2006. Produce sulfato de cobre en su propia Planta de Cristalización, la misma que tiene una capacidad instalada de 80 toneladas de sulfato al día. Como parte de su proceso productivo, se incluye la explotación de sulfuros, en

mina subterránea, y de óxidos en tajo abierto. Ambos minerales son chancados, aglomerados y transportados para ser dispuestos en pilas de lixiviación. Luego, el mineral lixiviado es alimentado a la Planta de Extracción por Solventes, Cristalización y electro-obtención.

A inicios de Enero del 2004, GESTION MINERA S.A. (GEMIN) recibió el encargo de efectuar el estudio de factibilidad del Proyecto Chapi. El objetivo de este estudio fue el de evaluar técnica y económicamente la factibilidad de implementar una mediana operación de minería subterránea y pequeña operación de minado superficial, así como la evaluación de la infraestructura necesaria para la puesta en operación de la mina.

El proyecto se inicio en el 2004, y se planifico realizarlo en dos etapas; en la fase I del proyecto se trazó como objetivo la implementación de la planta de cristalización, para posteriormente en la fase II después de dos años de operación se implemente la planta de electro-obtención (EW electrowining).

1.1 ANTECEDENTES

El presente informe está basado en el estudio de factibilidad del proyecto Chapi.

1.2 OBJETIVO

Elaborar una metodología para la implementación de una planta de producción de sulfato de cobre. Este informe puede ser utilizado como material de consulta en el caso de que se requiera implementar una planta similar ya que los ratios mostrados han sido obtenidos en laboratorios y en los trabajos de campo.

1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente informe de ingeniería abarca el dimensionamiento tales como cálculos de potencias requeridas de los equipos e infraestructura desde el punto de vista de la ingeniería mecánica. No contempla los requerimientos de infraestructura eléctrica, instrumentación y control ni los requerimientos del estudio de impacto ambiental exigidos para este tipo de proyectos.

Debemos aclarar que los datos y ratios presentados si bien son experimentales, deben ser contrastados con las características del mineral de la zona en donde se desee implementar una planta similar.

Los costos mostrados son validos para la fecha de realización del estudio de factibilidad del proyecto (años 2004 y 2005).

CAPITULO 2

DESCRIPCION DEL PROCESO

2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

El diagrama adjunto muestra las etapas de los procesos del Proyecto desde el chancado, aglomerado, lixiviación mediante riego, colección de soluciones en las pozas, concentración en la planta de extracción por solventes para minerales sulfurados y para minerales oxidados, precipitación de cristales de sulfato en la planta de cristalización, secado, emvasado y despacho.

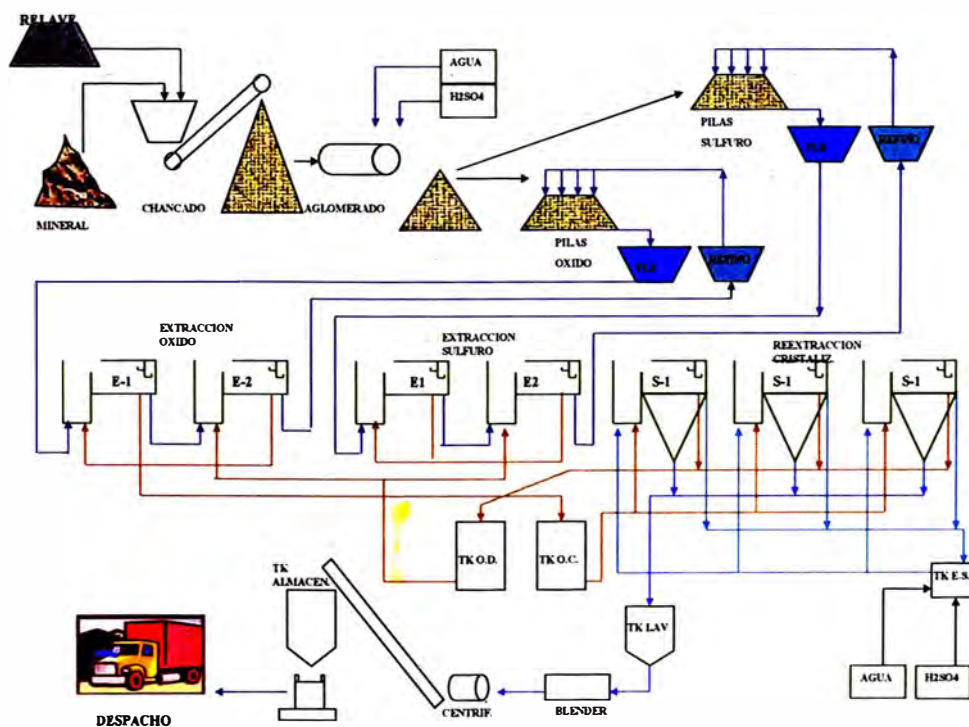


Figura 2.1 Diagrama de Flujo del Proceso

2.2 RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y MUESTREO DE MINERAL

El mineral llega a la cancha del área de chancado y se almacena separadamente los óxidos y los sulfuros. Desde estas canchas y de acuerdo a campañas establecidas, entra a chancado y son muestreados en una torre de muestreo ubicada a la salida de la chancadora secundaria. La operación de muestreo se efectúa en forma mecánica y es chancado hasta pulverizarlo. La muestra final obtenida se divide en 3 paquetes, uno de los cuales es analizado en laboratorio químico los otros dos son almacenados y guardados. A la salida de la chancadora secundaria se encuentra ubicada una balanza electrónica para cuantificar el tonelaje de mineral chancado.

2.3 ÁREA DE CHANCADO

Los minerales debidamente identificados se someten a chancado separadamente, de acuerdo a las campañas (óxidos y sulfuros) y mezcla con relaves. Esta área cuenta con un chancado primario y un secundario. A la salida de la chancadora primaria se instala un electroimán para capturar los elementos metálicos (elementos no triturables) que producirían daño a los equipos.

En la faja transportadora que recibe la descarga de la chancadora secundaria se ubica una balanza electrónica para determinar el tonelaje chancado. El mineral que entrega el chancado secundario pasa a través de la torre de muestreo, en donde se efectúa el muestreo mecánico y continuo del mineral en proceso.

El chancado secundario opera en circuito cerrado con su correspondiente zaranda vibratoria para asegurar la granulometría apropiada del mineral que se someterá a

lixiviación. El mineral chancado 100% < 5/8" pasa a la ruma de finos desde donde se alimenta a la etapa de aglomeración.

2.4 ÁREA DE AGLOMERACIÓN Y CURADO

El mineral chancado 100% < 5/8" es alimentado a un tambor rotatorio al que en forma simultánea se dosifica agua y ácido sulfúrico. Este proceso dentro del tambor produce una humectación completa del mineral y que produce el primer ataque por el ácido, además de compactar los finos con el mineral. La descarga del tambor aglomerador se recibe en camiones tolva, los que llevan el mineral aglomerado al sector de canchas de lixiviación para conformar las pilas.

2.5 ÁREA DE LIXIVIACIÓN EN PILAS

El área de pilas construida sobre material compactado e impermeabilizado con carpeta de HDPE de 1.5 mm de espesor cuenta con la inclinación suficiente para que las soluciones escurran por gravedad y sus sistemas de canaletas de drenaje y pozas de recepción de soluciones. La pila se construye sobre la carpeta de HDPE por medio de un alimentador tipo stacker móvil.

Para el caso de minerales sulfurados la altura de las pilas es de 4 metros para en su base se ubican debidamente espaciados sistemas que ayudan al escurrimiento de las soluciones de lixiviación llamados drenaflex (tuberías corrugadas y perforadas).

Formada la pila entra en riego por medio de sistemas de goteros que cubre toda su superficie e irrigan solución acidificada para que drenen a través de la pila y disuelvan el cobre. El sistema utilizado es de pilas permanentes

Para el caso de los óxidos, se construirán cancha de menor tamaño y se cargarán pilas de 2 metros de alto del tipo dinámicas, es decir, una vez terminado su ciclo de lixiviación, serán descargados los ripios dejando la cancha lista para la carga de otra nueva pila. Terminado el ciclo de lixiviación, se efectúa un lavado con agua para arrastrar cualquier cobre remanente disuelto y se somete a secado solar para que en el área sobre ella pueda volver a cargarse una nueva pila.

La operación de lixiviación de óxidos se ejecutará con solución acidulada en cambio en las pilas de sulfuros se incluirá además el trabajo con bacterias, por lo que se debe mantener los circuitos separados.

2.6 ÁREA DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES

Las soluciones ricas obtenidas tanto en Pilas se alimentan a la etapa de extracción, formada por dos equipos mezcladores decantadores en donde se pone en contacto en contra corriente con el extractante diluido en un diluyente. Gracias a la capacidad del extractante, éste se carga de cobre y entrega iones hidrógeno a la solución acuosa, usando las diferencias de densidad son separados el acuoso del orgánico cargado. Por una parte, sale el acuoso sin cobre que se envía nuevamente a Pilas. Por otra parte, el orgánico cargado es enviado a un tanque pulmón.

2.7 ÁREA DE CRISTALIZACIÓN Y ENVASADO

El orgánico es enviado desde los tanques pulmones hacia un mezclador, donde es contactado con el electrolito que es una solución acuosa libre de impurezas y gran acidez, esta condición permite que el extractante descargue su cobre concentrando, la

mezcla pasa al cristalizador donde ocurre la separación de fases, el extractante (orgánico) está en la zona superior, el electrolito en la zona intermedia y los cristales (sulfato de cobre) precipitados en la zona inferior, las fases bien diferenciadas que ocurre dentro del cristalizador permite la separación de los fluidos, el orgánico descargado es devuelto a la etapa de extracción y repite su ciclo, el electrolito es devuelto al tanque pulmón en donde se añade ácido sulfúrico para incrementar su acidez, el orgánico descargado es enviado nuevamente a la etapa de extracción, desde los cristalizadores se alimenta el sulfato de cobre en forma de pulpa semisólida a un ciclón donde por fuerza centrífuga permite de la concentración de sólidos, la pulpa más fluida es devuelta al cristalizador y la pulpa mas con mayor concentración de sólidos pasa a una zaranda de alta frecuencia, los líquidos son devueltos al cristalizador y los sólidos obtenidos con una humedad de aprox. 12% pasa al horno para secado, los cristales con una humedad del 5% los cuales son envasados en sacos maxibags de una tonelada.

CAPITULO 3

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

3.1 LA PRODUCCIÓN

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
PRODUCCIÓN DE Cu FINO	TMF/año	7,200	8,640
	TMF/mes	600	720
	TMF/día	22.22	26.67
DIAS DE PRODUCCIÓN AÑO	días/año	365	365
FACTOR DE SOBREDIMENSIONAMIENTO	n	1.00	1.20
DISPONIBILIDAD DE PLANTA	%	90%	90%
PRODUCCIÓN DE SULFATO DE COBRE	TMF Cu/año	7,200	8,640
	TMF Cu/día	22.22	26.67
	TMS Sal/año	28,800	33,936
	TMS Sal/día	88.9	106.7

3.2 EL MINERAL

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
RESERVAS PROBADAS	TON	5,000,000	5,000,000
LEY DE COBRE (total) DEL MINERAL	%	1.50%	1.50%
LEY DE COBRE (sol) DEL MINERAL	%	0.20%	0.20%
FINOS DE COBRE TOTALES	TMF/mineral	75,000	75,000
RECUPERACIÓN MINERAL	%	70%	70%
FINOS DE COBRE RECUPERABLES	TMF/mineral	52,500	52,500
CONSUMO DE ACIDO	Kg H+/Kg Cu	3.5	3.5
BENEFICIO DE MINERAL MENSUAL	TMS/mes	63,492	76,190
DENSIDAD APARENTE	TM/m3	1.6	1.6

3.3 LA LIXIVIACIÓN

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
DURACIÓN DEL CICLO PARA MINERALES SULFURADOS	días	360	360
DURACIÓN DEL CICLO PARA MINERALES OXIDADOS	días	35	35
TASA DE RIEGO	l/h*m2	6	6
DENSIDAD APARENTE	TM/m3	1.45	1.45
ALTURA PILA	m	6.0	6.0
TASA DE EVAPORACIÓN	l/m2*día	8	8
AGUA EN AGLOMERADO	M3/TM	0.25	0.25
ACIDO EN CURADO	Kg H+/TM	15	15
ACIDO EN RIEGO	Kg H+/TM	20	22
ACIDO EN RIEGO	Kg H+/Kg Cu	2.5	2.5
HUMEDAD INPREGNAIÓN MINERAL	%	12	12
HUMEDAD NATURAL DEL MINERAL	%	4	4
CONSUMO DE ACIDO DEL MINERAL	Kg H+/TM	37	37
HUMEDAD NATURAL DEL RIPIO	%	7%	7%

3.4 LA EXTRACCIÓN POR SOLVENTES

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
CONCENTRACIÓN Cu EN PLS	g/l	3	3
CONCENTRACION DE H2SO4 EN PLS	g/l	2	2
EFICIENCIA EN EXTRACCIÓN	%	90%	90%
CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA DEL REACTIVO	g Cu/l*1% v/v	0.54	0.54
CONCENTRACIÓN DE COBRE EN EL REFINO	g/l	0.30	0.3
CONCENTRACIÓN COBRE ELECTROLITO SATURADO CR	g/l	51.2	55
CONCENTRACIÓN COBRE ELECTROLITO DESCARGADO CR	g/l	53.3	55
RELACION O/A (ORGANICO/ACUOSO) GLOBAL			
CONTINUIDAD E-1		Acuosa	Acuosa
RAZON O/A EN E-1		0.9	0.9
CONTINUIDAD E-2		Orgánica	Orgánica
RAZON O/A EN E-2		1.1	1.1
CONTINUIDAD EN MCR1 A 3		Orgánica	Orgánica
RAZON O/A EN MCR 1 A 3		2	2
RECIRCULACIÓN ACUOSO EN E-1	%	20%	20%
RECIRCULACIÓN ACUOSO EN E-2	%	0%	0%
RECIRCULACIÓN ORGANICO EN E-2	%	20%	20%
RECIRCULACIÓN ACUOSO EN MIXER CRIST 1 A 3	%	0%	0%
RECIRCULACIÓN ORGANICO EN MIXER CR 1A 3	%	30%	30%

3.5 ARRASTRES DE FASES, SEPARACIONES Y EVAPORACIÓN

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
ORGANICO EN ACUOSO (de E1 a E2)	ppm	300	300
ACUOSO EN ORGANICO (de E1 a Tk)	ppm	800	800
ORGANICO EN ACUOSO (de E2 a PD. Refino)	ppm	100	100
ACUOSO EN ORGANICO (de E2 a E1)	ppm	700	700
EFICIENCIA DE SEPARACIÓN DE ARRASTRES EN TK ORG.	%	80	80
RETENCION DE ARRASTRES ORGANICO EN POST DECANT.	%	75%	75%
EVAPORAION DE SOLVENTES EN MEZLADORES	l/m2*día	1.5	1.5
EVAPORAION DE SOLVENTES EN DECANT. Y TK ORGANICO	l/m2*día	0.8	0.8
CONSUMO DE EXTRACTANTE	k/t Cu	2.5	2.5
CONSUMO DE DILUYENTE	k/t Cu	20.0	20.0

3.6 LA CRISTALIZACIÓN

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
CONCENTRACIÓN COBRE ELECTROLITO SATURADO CR	g/l	51.2	51.2
CONCENTRACION ACIDO EN ELECTROLITO SATURADO	g/l	180	180
CONTINUIDAD EN MCR1 A 3		Orgánica	Orgánica
RAZON O/A EN MIXER CR 1 A 3		2	2
DENSIDAD CRISTALES CuSO4*5H2O	Kg/L	2.29	2.29
CONCENTRACIÓN DE COBRE EN CRISTALES	%	25.20%	25.20%

CAPITULO 4

BALANCE DE MASA

4.1 BALANCES DE LIXIVIACIÓN

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
COBRE RECUPERADO POR TON DE MINERAL	Kg Cu/ton	10.5	10.5
MINERAL REQUERIDO PARA PRODUCCIÓN	TM/día	2,116	2,540
COBRE CONTENIDO EN MINERAL ALIMENTADO	TMF Cu/día	22.2	26.7
ACIDO SULFURICO A AGLOMERACIÓN	T Acido/día	31.7	38.1
RIPIO ABANDONADO	TM/día	2,094	2,513
LEY DE COBRE EN RIPIOS	%	0.45	0.45
COBRE CONTENIDO EN RIPIOS	TMF Cu/día	9.42	11.31
AGUA INDUSTRIAL A AGLOMERACIÓN	m3/día	529	635
MINERAL LIXIVIANDOSE EN PILAS	TM	761,905	914,286
AREA DE APILAMIENTO	m2	87,575	105,090
AREA TALUD	m2	14,888	21,018
AREA CANALETAS	m2	4,379	49,918
AREA TOTAL CUBIERTA	m2	106,842	176,026
AGUA PERDIDA EN IMPREGNACIÓN DE RIPIOS	m3/día	148	178
CAUDAL TOTAL SOLN RIEGO PILAS	m3/día	14,755	18,160
TASA RIEGO	l/m2*hr	6	6
PLS REQUERIDO	m3/día	8,230	9,877
	l/min	5,716	6,859
AREA DE LIX EN RIEGO	%	100%	100%
AREA DE LIX EN DRENAJE, DESRIPIO Y/O CARGA	%	0%	0%
AREA DE LIX EN RIEGO	m2	102,463	126,108
AREA DE LIX EN RIEGO CON REFINO	m2	51,232	63,054
AREA DE LIX EN RIEGO CON SOLN INTERMEDIA 1	m2	51,232	63,054
CAUDAL DE REFINO A RIEGO REQUERIDO	m3/día	7,377	9,080

CAUDAL DE REFINO DISPONIBLE	m3/día	8,066	9,679
REPOSICIÓN DE AGUA A REFINO	m3/día	689	599
CAUDAL DE SOLN INTERMEDIA 1 REQUERIDA	m3/día	7,377	9,080
EVAPORACIÓN EN AREA DE RIEGO GLOBAL	m3/día	855	1,408
EVAPORACIÓN POR ASPERSIÓN RIEGO	m3/día	820	2,018
REPOSICIÓN TOTAL DE AGUA	m3/día	986	2,827
TIEMPO RESIDENCIA POZA REFINO	Hrs	15	15
VOLUMEN POZA REFINO	m3	4,611	5,675
TIEMPO RESIDENCIA POZA SOLN INTERMEDIA 1	Hrs	15	15
VOLUMEN POZA SOLN INTERMEDIA 1	m3	4,611	5,675
TIEMPO RESIDENCIA POZA DEANTACIÓN PLS	Hrs	60	60
NUMERO DE POZAS DE DECANTACIÓN PLS	n		
VOLUMEN POZAS DECANTACIÓN PLS (C/U)	m3	20,576	24,691

4.2 BALANCE DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
CAUDAL PLS	m3/día	8,230	9,877
	m3/h	343	412
	l/min	5,716	6,859
FINOS DE COBRE CONTENIDO EN PLS	t/día	24.69	29.63
COBRE EXTRAIDO DESDE PLS EN SX	t/día	22.22	26.67
CARGA EFECTIVA DE EXTRACTANTE	g/l	2.7	2.7
RECIRCULACIÓN ACUOSO EN E-1 PARA CONT ACUOSA	%	10%	10%
CAUDAL RECIRCULACIÓN ACUOSO EN E1	m3/día	823	988
ACUOSO TOTAL A E-2	m3/día	8,230	9,877
RECIRCULACION ACUOSO EN E-2	%	0%	0%
FINOS DE COBRE CONTENIDO EN REFINO	t/día	2.47	2.96
CAUDAL TOTAL DE REFINO A POZA REFINO	m3/día	8,066	9,679
CONCENTRACIÓN DE COBRE EN REFINO	g/l	0.30	0.30
CAUDAL DE ORGANICO	m3/día	8,230	9,877
	m3/h	343	412
	l/min	5,716	6,859
COBRE TRANSFERIDO AL ORGANICO	t/día	22.22	26.67
RECIRCULACIÓN DE ORGÁNICO EN E-1	%		

CAUDAL RECIRCULACION ORGANICO EN E-1	m3/día	-	-
RECIRCULACIÓN DE ORGÁNICO EN E-2	%	0.10	0.10
CAUDAL RECIRCULACION ORGANICO EN E-2	m3/día	823	988
ARRASTRE DE ORGANICO EN REFINO	m3/día	0.81	0.97
CAUDAL DE ELECTROLITO SATURADO A CR	m3/día	4,115	4,938
RECIRCULACION ACUOSO EN CR	%	0%	0%
CAUDAL RECIRCULACION ELECTROLITO SATURADO	m3/día	-	-
ARRASTRE DE ORGANICO EN ELECTROLITO SATURADO	m3/día	0.41	0.49
TRANSFERENCIA NETA DE COBRE POR EL ORGANICO	g/l	2.70	2.70
CONCENTRACIÓN DE REACTIVO EN ORGANICO	% v/v	8.44	8.44
FINOS DE COBRE TOTAL EN ELECTROLITO SATURADO	t/día	210.70	271.60
TOTAL DE ARRASTRES DE ORGANICO (refino y elect. Sat.)	m3/día	1.22	1.46
RETENCION DE ORGANICO EN POST-DECANTADORES	m3/día	0.91	1.10
SOLVENTE EN ARRASTRE FUERA DE LA PLANTA	m3/día	0.28	0.33
AREA EXPUESTA EN MEZCLADORES EXTRACCION	m2	22	24
AREA EXPUESTA EN DECANTADORES REEXTRACCIÓN	m2	686	823
AREA EXPUESTA EN MEZCLADORES REEXTRACCION	m2	30	32
AREA EXPUESTA EN DECANTADORES EXTRACCIÓN	m2	772	926
EVAPORACIÓN DE SOLVENTES DESDE EQUIPOS	m3/día	1.24	1.48
PERDIDAS TOTALES DE SOLVENTES	m3/día	1.52	1.82
INGRESO ÁCIDO A PLANTA DESDE PLS	t/día	16.5	19.8
ACIDO GENERADO EN SX	t/día	34.2	41.3
ACIDO COMERCIAL REQUERIDO A POZA REFINO	t/día	4.9	5.6
CONCENTRACION DE ACIDO EN REFINO	g/l	6.19	6.19
TOTAL DE ACIDO EN REFINO A RIEGO	t/día	55.56	66.67
REPOSICIÓN DE AGUA INDUSTRIAL A POZA DE REFINO	m3/día	166	809
CAUDAL TOTAL DE REFINO A RIEGO	m3/día	7,377	9,080
CONCENTRACION FINAL DE ACIDO EN REFINO A RIEGO	g/l	7.5	7.3
CONCENTRACION FINAL DE COBRE EN REFINO A RIEGO	g/l	0.33	0.3
CONSUMO EXTRACTANTE	k/t Cu	2.5	2.5
	k/mes	1,667	2,000
CONSUMO DILUYENTE	k/t Cu	20	20
	k/mes	13,333	16,000

4.3 BALANCE DE CRISTALIZACIÓN

	UNIDAD	NOMINAL	DISEÑO
CAUDAL ORGANICO CARGADO	m3/día	8,230	9,877
	m3/h	343	412
	l/min	5,716	6,859
CAUDAL ELECTROLITO SATURADO	m3/h	171	206
	l/min	2,858	3,429
COBRE EXTRAIDO DESDE OC EN SXCR	t/día	22.22	26.67
CARGA EFECTIVA DE EXTRACTANTE AGUA REQUERIDA PARA EL PROCESO DE CRISTALIZACIÓN	g/l	2.70	2.70
	t/día	31.50	37.80
ACIDO REQUERIDO PARA EL PROCESO DE CRISTALIZACIÓN	m3/h	1.31	1.57
	t/día	34.30	41.15
	t/t Cu	1.54	1.54
	m3/h	0.78	0.93
	l/min	12.94	15.53
PRODUCCIÓN DE PULPA DE CRISTALES AL 30 %v/v	t/día	296.30	355.56
	m3/h	7.72	9.26
ORGANICO RETENIDO EN PULPA ANTES LAVADO	%	0.50%	0.50%
	m3/día	0.93	1.11
ORGANICO RETENIDO EN PULPA DESPUES LAVADO	PPM	2.00	2.00
	gr/día	177.78	213.33
PRODUCCIÓN PULPA LAVADA A CENTRIFUGA	t/día	290.37	348.44
	m3/h	9.76	11.71
PULPA NO DECANTADA Y EN EMULSION	t/día	5.93	7.11
	m3/h	0.20	0.24
PRODUCCIÓN SULFATO CENTRIFUGADO CON 4% H2O	t/día	89.8	105.6
	m3/h	8.12	9.79
SOLUCIÓN SATURADA DESDE CENTRIFUGA	t/día	10.77	12.67
	m3/h	0.45	0.53
AGUA TOTAL REQUERIDA EN CRISTALIZACION	m3/h	0.86	1.05
	m3/día	20.72	25.12
	m3/t Cu	0.93	0.94

CAPITULO 5

PARAMETROS PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

5.1 PAD DE LIXIVIACIÓN

5.1.1 Pad de Lixiviación Dinámico de Óxidos

El pad de lixiviación dinámico de óxidos ha sido diseñado en base a la tecnología convencional de lixiviación en pilas. Los criterios de diseño generales para el pad de lixiviación indican un área activa (área de lixiviación) con una capacidad de 43,750 TM para un ciclo de lixiviación de 35 días. Se ha considerado la construcción de bermas de separación de 500 mm que permitan crear zonas (módulos) para un manejo racional de las soluciones lixivadas. De acuerdo a los criterios de diseño recibidos de Pampa de Cobre, se necesitan 7 módulos con una capacidad por módulo de 6,250 TM; sin embargo, se ha considerado la construcción un módulo adicional (08 en total) como una contingencia al diseño. El sistema de revestimiento consiste en la instalación de una geomembrana simple texturada con una base de relaves de baja permeabilidad. Se han realizado los ensayos de laboratorio respectivos a los relaves existentes de baja permeabilidad, cuyos resultados son anexados a este informe y garantizan el uso de estos materiales como suelo de baja

permeabilidad. Para el revestimiento se utilizará geomembrana de HDPE simple texturada de 2.0 mm de espesor y 300 mm de sobre-revestimiento.

5.1.2 Pad de Lixiviación de Sulfuros

El pad de lixiviación de sulfuros será construido en una plataforma pad relativamente plana, adaptable al sistema de transporte y apilamiento de la faja transportadora, ubicado en la base de unas colinas de caída suave. El criterio general de diseño del pad de lixiviación de sulfuros, es el de proporcionar una capacidad final para lixiviar las reservas existentes, estimadas en 8.9 millones de toneladas; sin embargo, en el diseño se ha considerado una capacidad total final del pad de aproximadamente 12 millones de toneladas, con un ciclo de lixiviación de 280 días, con una capacidad de la Fase 1 de aproximadamente 1.5 millones de toneladas. La fase inicial de la construcción del pad es la mayor, proporcionando un área de apilamiento para la faja transportadora de aproximadamente 52,500 metros cuadrados, con una pendiente de norte a sur de 5%. El área total revestida para la Fase 1 es de aproximadamente 91,150 metros cuadrados.

El diseño del pad de sulfuros, al igual que en el caso del pad dinámico de óxidos, está basado en la tecnología convencional de lixiviación en pilas. Como se mencionó en el párrafo anterior las dimensiones de la plataforma inicial (Fase 1) están basadas en los criterios de diseño recibidos de Pampa de Cobre, los cuales corresponden a un ciclo de lixiviación de 280 días y una tasa de producción de 1,500 tmpd para los tres primeros años de operación, cambiando en los años posteriores a 2,000 tmpd; con una altura de la primera capa de 4

metros la cual variará para las capas siguientes a 6 metros. El sistema de revestimiento será similar al considerado para el pad dinámico de óxidos consistente en la instalación de una geomembrana simple texturada de HDPE de 2.0 mm de espesor con una base de relaves de baja permeabilidad y 300 mm de sobre-revestimiento. La operación de las capas subsiguientes a la primera será efectuada a través del sistema de capas intermedias, la cual consiste en la colocación de un sistema de revestimiento y colección de la solución en cada capa activa de lixiviación.

5.1.3 Colección, Conducción y Distribución de la Solución

5.1.3.1 Pad Dinámico de óxidos

El sistema de colección de solución del pad dinámico de óxidos, consiste en la construcción de 04 canaletas en la parte central del pad; las canaletas laterales serán divididas para la colección y toma de muestras de la solución de cada módulo. Las canaletas centrales servirán para la conducción de la solución PLS o ILS hacia el canal de conducción de tuberías de solución ubicado en la parte sur del pad. En cada módulo se ha considerado la colocación de tuberías perforadas corrugadas de HDPE de pared doble de 100 mm de diámetro para la colección de solución; estas tuberías descargarán la solución directamente a las canaletas antes descritas, para su posterior traslado hacia las pozas PLS/ILS.

La solución PLS e ILS colectada en las canaletas, será conducida hacia las pozas mediante 02 tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 300 mm de diámetro, las cuales estarán instaladas en canales de conducción de solución ubicados en el lado sur del pad de óxidos y de sulfuros. En el Plano AG-000-01 se muestra la ubicación del pad de óxidos.

5.1.3.2 Pad de Sulfuros

El Sistema de Colección de Solución del pad de sulfuros consistirá en la instalación de tuberías laterales perforadas de HDPE de pared doble de 100 mm de diámetro y tuberías de colección principal perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm de diámetro. Las tuberías principales descargarán la solución en 02 pozas (PLS e ILS) ubicadas en la parte central sur del pad, y desde estas pozas la solución será dirigida a la poza de solución rica (PLS) o solución intermedia (ILS). Desde las pozas la solución será transportada a la poza respectiva (pozas de procesos PLS o ILS de sulfuros) mediante tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 300 mm de diámetro. Adicionalmente a este sistema, en el perímetro sur del pad se construirá un sistema de canaletas (03 canaletas, similares a las construidas en el pad dinámico de óxidos) para recolectar la solución y poder derivarla hacia el pozo PLS o ILS dentro del pad; para luego transportar la solución mediante las tuberías anteriormente mencionadas a las pozas de procesos (PLS o ILS de sulfuros). En el plano AG-000-01. se muestra la ubicación del pad de sulfuros

5.2 POZAS PLS E ILS (DE ÓXIDOS Y SULFUROS)

A partir de los criterios de diseño, se establece que será necesaria la construcción de 04 pozas para el almacenamiento y procesamiento de la solución proveniente de los pads de óxidos y sulfuros (02 pozas para el almacenamiento de la solución rica -PLS- de óxidos y sulfuros; y 02 pozas para el almacenamiento de la solución intermedia - ILS- de óxidos y sulfuros).

La poza PLS de óxidos tendrá una capacidad de 10,000 m³ y coleccionará la solución cargada proveniente del pad de óxidos a través de la tubería de conducción de solución PLS de óxidos, mientras que la poza ILS de óxidos tendrá una capacidad de 7,000 m³ y almacenará la solución intermedia proveniente del pad o la solución barren proveniente de la planta. La poza PLS de sulfuros tendrá una capacidad de 15,000 m³ y coleccionará la solución cargada proveniente del pad de sulfuros, mientras que la poza ILS de sulfuros tendrá una capacidad de 12,000 m³ y almacenará la solución intermedia procedente del pad o la solución barren proveniente de la planta. Estas pozas estarán ubicadas hacia aguas abajo del pad de sulfuros y tendrá una capacidad suficiente para cubrir las necesidades operativas de producción de soluciones, los volúmenes de contingencia y los volúmenes de esorrentía durante la operación del pad. Las pozas tendrán un sistema de doble revestimiento de geomembrana sobre una capa de relaves de baja permeabilidad de 300 mm de espesor, cada poza contará con sistema de detección de fugas. Adicional al sistema de detección de fugas para cada poza, al sur de las mismas se construirá una poza para el monitoreo de los flujos de sub-drenaje (pad de óxidos, pad de sulfuros y pozas PLS e ILS), el cual servirá como un sistema secundario de detección de fugas para las áreas antes mencionadas. En el

plano AG-000-01 se muestra la configuración de las pozas PLS e ILS y poza para monitoreo de flujos de sub-drenaje.

5.3 POZAS DE REFINO

Las pozas de refino estarán ubicadas al suroeste de las plantas y tendrán una capacidad de 7,000 m³ cada una. El sistema de revestimiento de las pozas de refino será similar al utilizado para las pozas PLS e ILS de óxidos y sulfuros, consistente en un sistema de revestimiento doble (geomembrana secundaria lisa de HDPE de 1.5 mm de espesor, geonet y geomembrana primaria lisa de HDPE de 1.5 mm de espesor). Cada poza de refino tendrá un sistema de detección de fugas y también se ha considerado la construcción de una poza para el monitoreo de flujos de sub-drenaje, ubicada al sur de las pozas de refino, la cual también servirá como un sistema secundario de detección de fugas. En el plano AG-000-01 se muestra la ubicación de la poza de refino.

5.4 BOTADERO DE RIPIOS

Este botadero estará ubicado al suroeste del pad de óxidos a una distancia aproximada de 600 metros, habiéndose incluido en el diseño un camino de acceso desde el pad de óxidos hasta el botadero, el cual es mostrado en el AG-000-01. Asimismo, se ha considerado la construcción de un acceso perimetral de 8 metros de ancho, el mismo que servirá para el tránsito de los camiones que transportarán el material lixiviado

desde el pad de óxidos, descarga del material en el botadero y para el anclaje perimetral del sistema de revestimiento.

Debido a que los ripios pueden contener una concentración significativa de ácidos, dependiendo del ciclo de enjuague con agua fresca durante las operaciones de lixiviación, se ha considerado necesario colocar un sistema de revestimiento, el cual consiste en la instalación de una geomembrana simple texturada de HDPE de 1.5 mm de espesor con una base de relaves de baja permeabilidad de 300 mm. El área total a cubrir es de aproximadamente 63,500 m². La capacidad final de almacenamiento del botadero es de aproximadamente 1.7 millones de toneladas, considerando taludes generales de 2:1 (H:V).

El sistema de sub-drenaje consiste en la instalación de tuberías secundarias y principales perforadas de HDPE de pared doble de 100 mm y 150 mm de diámetro respectivamente, las cuales descargarán su flujo en una poza de monitoreo ubicada al sur del botadero. Para el control del agua superficial dentro del área del botadero se ha considerado la instalación de 03 tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 300mm de diámetro en la parte baja del botadero, las cuales cruzarán un dique formado por la construcción del acceso perimetral y serán conducidas a través de un canal revestido con geomembrana hasta la poza para monitoreo de flujos.

5.5 EQUIPOS PRINCIPALES DEL ÁREA DE CHANCADO Y AGLOMERADO

La granulometría del mineral que alimenta a la etapa de chancado se muestra en el cuadro 5.6-1, la planta es diseñada para una capacidad nominal de 2500 TPD y 16 horas de trabajo por día. De acuerdo a las consideraciones de diseño (Capítulo 3) el factor de diseño es de 1.2 con lo que la capacidad de diseño debe ser de 3000 TPD y (187.5 TPH).

Cuadro 5.1 Granulometría del mineral

Malla	pasante	Retenido	TPH
mm	%	%	187.5
1000	99.5%	0.5%	0.9
500	99.0%	1.0%	1.9
300	95.0%	5.0%	9.4
250	76.6%	23.4%	43.9
125	38.1%	61.9%	116.1
62.5	30.3%	69.7%	130.7
38	24.0%	76.0%	142.5
19	21.2%	78.8%	147.8
16	18.8%	81.2%	152.3
12.7	17.4%	82.6%	154.9
9.5	9.2%	90.8%	170.3
6.35	5.4%	94.6%	177.4
4.75	4.8%	95.2%	178.5
2.38	3.9%	96.1%	180.2
1	3.2%	96.8%	181.5
0.6	2.3%	97.7%	183.2
0.3	1.7%	98.3%	184.3
0.25	1.5%	98.5%	184.7
0.15	1.1%	98.9%	185.4
0.074	0.6%	99.4%	186.4

5.5.1 Rompedor de Bancos

Martillo Hidráulico Marca Ramer, modelo E64, Brazo modelo XM 600, este equipo ha sido seleccionado por el proveedor de acuerdo a los datos de dureza, la granulometría y las toneladas de mineral procesadas por hora, considerando que todo el mineral será pasado por una parrilla de 4000mm x 4000mm con una cocada de 310mm x 310 mm, solo el sobre tamaño de rocas que equivale al 1% (Cuadro 5.1), es roto en la parrilla por el rompedor de bancos.

Características del Martillo

Peso de Trabajo	1040 Kg.
Energía de Impacto	2300 Joules
Velocidad de Impacto	400- 700 gpm

Características del Brazo

Peso sin Martillo	6650 Kg.
Máximo alcance	8.7 m
Alcance Horizontal	6.5 m
Alcance Vertical	5.8 m

Este equipo fue seleccionado por el proveedor, para lo cual se le entrego las necesidades y características del material a triturar

5.5.2 Alimentador Vibratorio Primario

La capacidad del Alimentador vibratorio esta dado por:

$$Q = 3600 \times \phi_1 \times \phi_2 \times V \times L \times H$$

Donde:

Q: capacidad en m³/h

Φ_1 : Factor de Granulometría

$\Phi_1 = 1$; para arena

$\Phi_1 = 0.8$ a 0.9 ; para piedras trituradas hasta 6"

$\Phi_1 = 0.6$; para piedras mayores que 6"

Φ_2 : Factor que depende de la humedad del material

$\Phi_2 = 1$; para material seco

$\Phi_2 = 0.8$; para material mojado

$\Phi_2 = 0.6$; para material arcilloso

V: Velocidad del material en la placa vibratoria conforme al grafico 5.1 y que está en función del rpm y la amplitud de vibración, para el caso de alimentadores vibratorios metso la amplitud varia de 3 a 7mm

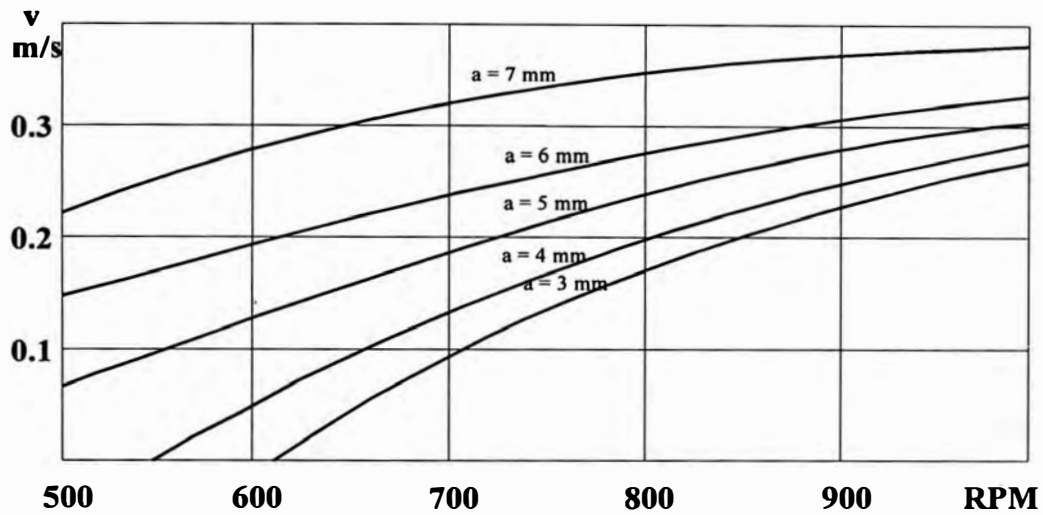
L: Ancho de la mesa en expresada en metros

H: Altura del colchón de material formado sobre la mesa y depende de la granulometría.

$H \leq 0.5 \times L$ para piedras grandes

$H \leq 0.3 \times L$ para piedras trituradas hasta 6"

$H \leq 0.2 \times L$ para piedras pequeñas



**Gráfico 5.1 VELOCIDAD PARA ALIMENTADORES VIBRATORIOS
PARA AMPLITUDES DESDE 3 A 7**

Calculo del ancho del alimentador

$$L = \sqrt{\frac{Q}{3600 \times \phi_1 \times \phi_2 \times V \times k}}$$

Siendo $K=H/L$

Para $K= 0.4$; $V= 0.25$ para 800 RPM y una amplitud de 5mm

$$L = \sqrt{\frac{187.5}{3600 \times 0.6 \times 0.8 \times 0.25 \times 0.4}} = 1.1m$$

De donde

$$H = 0.4 \times 1.1 = 0.44m$$

De las tablas de Capacidades Seleccionamos MV 20140

Volumen desplazado	25 m ³ /h
Capacidad	120 - 350 m ³ /h
	192 - 560 tph
Dimensiones de La mesa Vibrante	1.2 x 4 m ²
Longitud de la malla	1.2 / 1.8 m
Abertura de la malla	50 a 100 mm
Tamaño máximo de material a transportar	762 mm
Volumen de la tolva	7 / 14 m ³ /h
Motores (cant x hp)	2 x 16 hp
Vibradores (cant x tamaño)	2 x V-40

5.5.3 Chancadora Primaria

La chancadora es alimentada con un tamaño máximo de 300mm x 300mm, la apertura de la descarga de la chancadora (Setting) es regulada a 70mm. Para esta apertura en la chancadora, el tamaño máximo de roca que descarga es de 100mm y el P80 es de 70mm (grafico 5.2). De acuerdo al análisis anterior el mineral debe pasar por una malla de apertura máxima de 100mm, del cuadro 5.1 interpolando, las toneladas por hora que pasa por la chancadora es de 122, del cuadro de 5.2 se observa que el modelo C100 tiene una capacidad de procesamiento para el setting de 70mm de 150TPH

Cuadro 5.2
Capacidades para Trituradoras de Mandíbula Metso

C.S.S.		C63	C90	C100	C105	C110	C125	C140	C145	C160	C200	C3055
mm	in.	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph	MtpH Stph
40		40	65									
	1-5/8"	45	70									
50		55	80									
	2"	60	90									
60		65	95									
	2-3/8"	70	105									
70		80	115	150	155	190						240
	2-3/4"	90	125	165	170	210						265
80		95	130	170	175	210						270
	3-1/8"	105	145	190	195	235						295
90		110	150	190	200	235						295
	3-1/2"	120	165	210	220	260						325
100		120	165	215	220	255	290					325
	4"	135	180	235	245	285	320					355
125			210	265	280	310	350	385	400			390
	5"		230	290	305	345	385	425	440			430
150			250	315	335	370	410	455	470	520		460
	6"		275	350	370	405	455	500	520	575		510
175			290	370	390	425	470	520	540	595	760	530
	7"		320	405	430	470	520	575	595	655	840	585
200				420	445	480	530	590	610	675	855	600
	8"			465	490	530	585	650	670	740	940	660
225							590	655	680	750	945	
	9"						650	725	750	825	1045	
250							650	725	750	825	1040	
	10"						720	800	825	910	1145	
275									820	900	1130	
	11"								900	995	1250	
300										980	1225	
	12"									1080	1350	

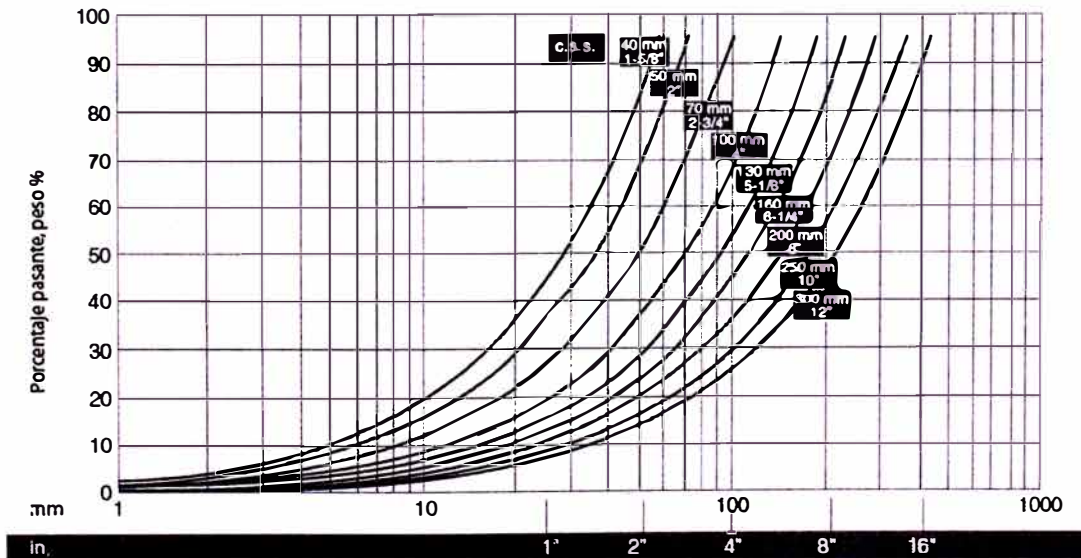


Gráfico 5.2 Distribución Indicativa del Producto
Para Trituradoras de Mandíbula Metso

5.5.4 Chancadora Secundaria

El mineral Proveniente del chancado primario es enviado a una zaranda de doble meza en circuito cerrado, El mineral de sobre tamaño retenido en la zaranda es enviado a la chancadora secundaria, del cuadro 5.1 se observa que solo el 17.4 % pasa la malla 12.7mm, que es igual 32.62TPH, de forma similar del mineral triturado en la chancadora primaria el 15% pasa la malla 12.7mm (ver gráfico 5.2) que es igual a 18.30 TPH por lo tanto los finos por producir en la chancadora secundaria seria:

$$Q_{finos} = 187.5 - (187.5 \times 17.4\% + 122 \times 15\%)$$

$$Q_{finos} = 136.575 \text{ tph}$$

Del cuadro 5.3 para chancadoras HP con un reglaje de 16mm (setting) y un tamaño de partícula pasante de 13 mm se observa que el 66% pasa la malla 13mm.

Carga con la que debe ser alimentada la chancadora secundaria para producir los 136.575 tph es:

$$Q_{chsec} = \frac{136.575}{0.66}$$

$$Q_{chsec} = 206.932 \text{ tph}$$

Del cuadro 5.4 de seleccionamos la chancadora HP 300 Que tiene la capacidad de procesar de 180 a 220 tph

Cuadro 5.3
Curvas de producción % pasante por la malla, según el reglaje

mm	6	8	10	13	16	19	22	25	28	32	38	45	51
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
63	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	95	90
51	100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	92	82	68
38	100	100	100	100	100	100	100	98	95	90	76	62	50
32	100	100	100	100	100	100	95	90	79	69	52	42	36
25	100	100	100	100	98	94	85	74	60	49	40	33	28
22	100	100	100	100	95	88	76	63	51	42	34	28	25
19	100	100	100	98	92	82	68	57	46	37	30	26	22
16	100	100	99	92	80	69	55	46	36	29	24	20	18
13	100	99	92	78	66	55	43	36	28	22	18	16	14
10	100	93	81	66	55	45	34	30	23	18	15	13	11
8	94	82	69	55	45	37	28	24	19	15	13	11	10
6	82	67	55	43	36	29	22	19	16	12	9	8	7
4	65	49	40	32	26	21	16	14	11	9	7	6	5
2	40	28	23	17	13	11	8	7	6	4	3.5	3	2.5

Cuadro 5.4
Capacidades para Chancadoras HP Marca Metso

REGLAJEL ADO CERRADO													
Tamaño	T/h	6 mm	8 mm	10 mm	13 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	32 mm	38 mm	45 mm	51 mm
HP100		45-55	50-60	55-70	60-80	70-90	75-95	80-100	85-110	100-140			
HP200				90-120	120-150	140-180	150-190	160-200	170-220	190-235	210-250		
HP300				115-140	150-185	180-220	200-240	220-260	230-280	250-320	300-380	350-440	
HP400				140-175	185-230	225-280	255-320	275-345	295-370	325-430	360-490	410-560	465-630
HP500				175-220	230-290	280-350	320-400	345-430	365-455	405-535	445-605	510-700	580-790
HP800				260-325	325-425	385-500	435-545	470-600	495-730	545-800	600-950	690-1050	785-1200

5.5.5 Zaranda Vibratoria

La cantidad de carga en tph que pasa por la zaranda es la suma de los minerales finos que debe producir la zaranda (187.5tph), más la carga que pasa por la chancadora secundaria (206.932tph)

$$Q_z = Q_{finos} + Q_{sec}$$

$$Q_z = 187.5 + 206.932$$

$$Q_z = 394.432 \text{ tph}$$

El tamaño de la zaranda se selecciona en función al área de la malla y el ancho se calcula de acuerdo al espesor de mineral formado sobre la malla (colchón de carga). Ver grafico 5.3

$$A_z = \frac{T \times P}{C \times M \times K \times \Theta n}$$

$$L = \frac{100 \times T}{6 \times S \times D} - 0.15$$

$$D = \frac{100 \times T}{6 \times S \times (L - 0.15)}$$

Donde:

A_z : Área necesaria de la superficie de la zaranda en m²

T: Alimentación al piso de la zaranda en m³/h (Si la alimentación esta dada en toneladas dividir entre la densidad aparente del mineral)

C: Capacidad básica deseada expresada en $m^3/(h \cdot m^2)$, se obtiene del grafico 5.4 y grafico 5.5.

M: Factor que depende del porcentaje de sólidos retenido en la malla, se obtiene del grafico 5.6.

K: Factor relativo al porcentaje de material de alimentación que es inferior al tamaño deseado, se obtiene del grafico 5.7.

Θ_n : Factor de corrección este factor depende las condiciones de aplicación

$$\Theta_n = \Theta_1 \times \Theta_2 \times \Theta_3 \times \Theta_4 \times \Theta_5 \times \Theta_6$$

P: El factor que depende de la certeza de conocimiento de la granulometría del material, este valor varia de 1 a 1.4, se toma el valor de 1 cuando se tiene la certeza de la granulometría del material

S: Velocidad de transporte de material (m/min.), ver cuadro 5.5

L: Ancho nominal de la zaranda (m), este cálculo debe ser efectuado para cada piso

D: espesor (colchón) de carga formada sobre el piso de la zaranda (mm), se obtiene del grafico 5.3

Factor de Corrección por condiciones de aplicación Θ_n

Θ_1 : Este valor depende del la posición del piso

Para un piso $\Theta_1 = 1$

Para dos pisos $\Theta_1 = 0.9$

Para tres pisos $\Theta_1 = 0.8$

Q2: Depende de la forma de la partícula;

Partícula en forma cúbica $\Theta_2 = 1$

Partícula en forma laminar $\Theta_2 = 0.9$

Θ_3 : Factor de corrección debido a la humedad del material

Malla (mm)	1 - 6	6 - 12	12 - 25	26 - 40	41 - 50	51 - 75	+ 75
Θ_3	1.4	1.3	1.25	1.2	1.1	1.15	1

Θ_4 : Depende del porcentaje de humedad

Menos del 3% $Q_4 = 1$

Entre 3 – 5% $Q_4 = 0.85$

Entre 6 – 8 % $Q_4 = 0.7$

Θ_5 : Depende del porcentaje de área disponible en la malla

% Disponible	10	15	25	30	40	50	60	70
Θ_5	0.78	0.83	0.9	0.93	0.97	1	1.03	1.05

En la práctica se recomienda usar los valores siguientes

Malla de Alambre:

Abertura cuadrada $\Theta_5 = 1$; abertura rectangular $\Theta_5 = 1.05$

Malla de placas:

Abertura cuadrada $\Theta_5 = 0.75$; abertura rectangular $\Theta_5 = 0.8$

Malla de poliuretano/caucho:

Abertura cuadrada $\Theta 5 = 0.8$; abertura rectangular $\Theta 5 = 0.9$

Malla de Caucho flexible:

Abertura cuadrada $\Theta 5 = 0.9$; abertura rectangular $\Theta 5 = 1$

$\Theta 6$: Depende del tipo de equipo

Para zarandas convencionales:

Movimiento circular $\Theta 6 = 1$; movimiento lineal $\Theta 6 = 1.1$

Para zarandas del tipo banana CBS

%Mat. Pasante	70	60	50	40	30
Factor $\Theta 6$	1.4	1.3	1.2	1.1	1

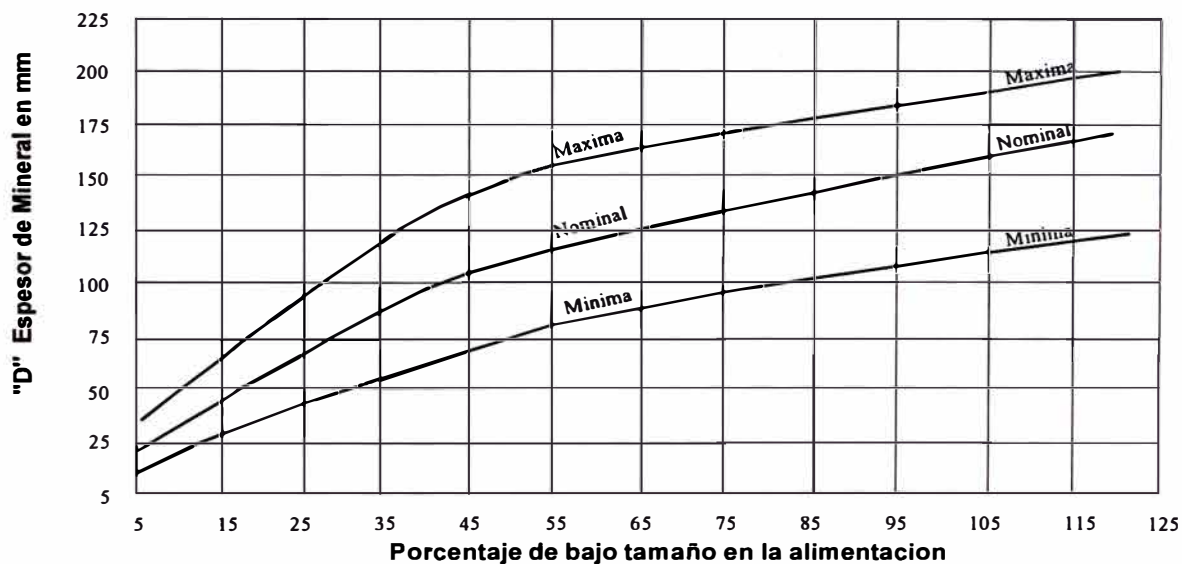


Gráfico 5.3 Espesor de mineral recomendado en el piso de la zaranda

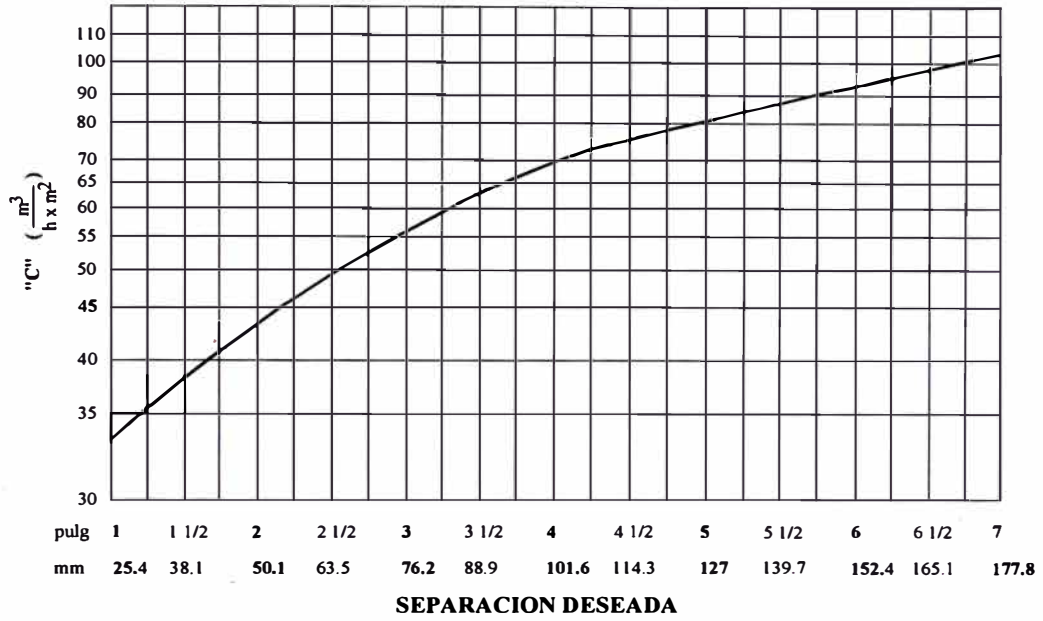


Grafico 5.4 Valores de "C" para separaciones mayores que 25 mm (1")

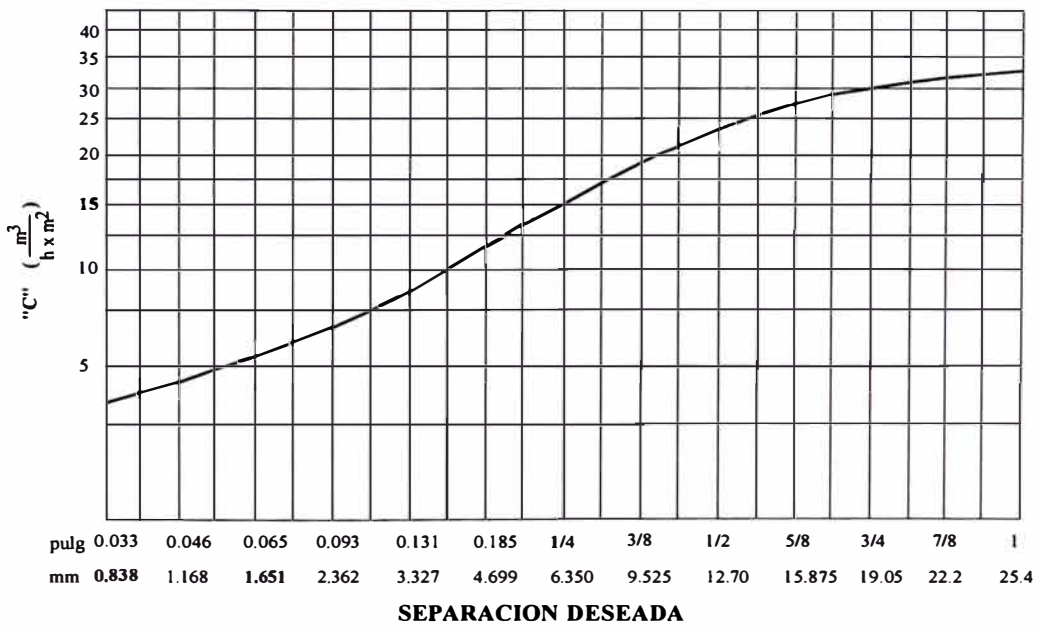


Grafico 5.5 Valores de "C" para separaciones menores que 25 mm (1")

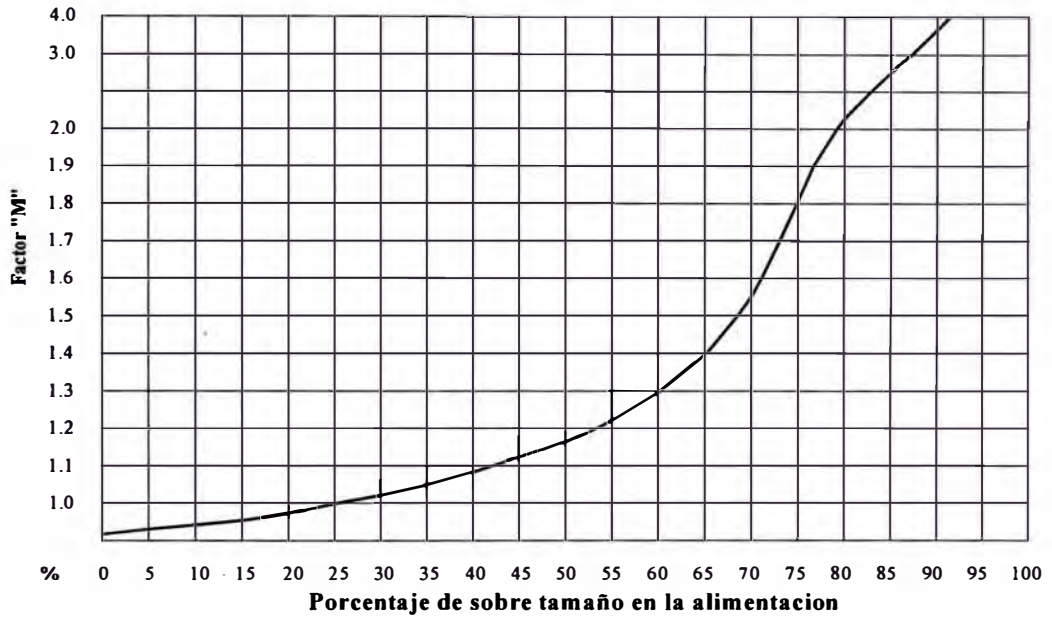


Grafico 5.6 Factor de corrección de "M"

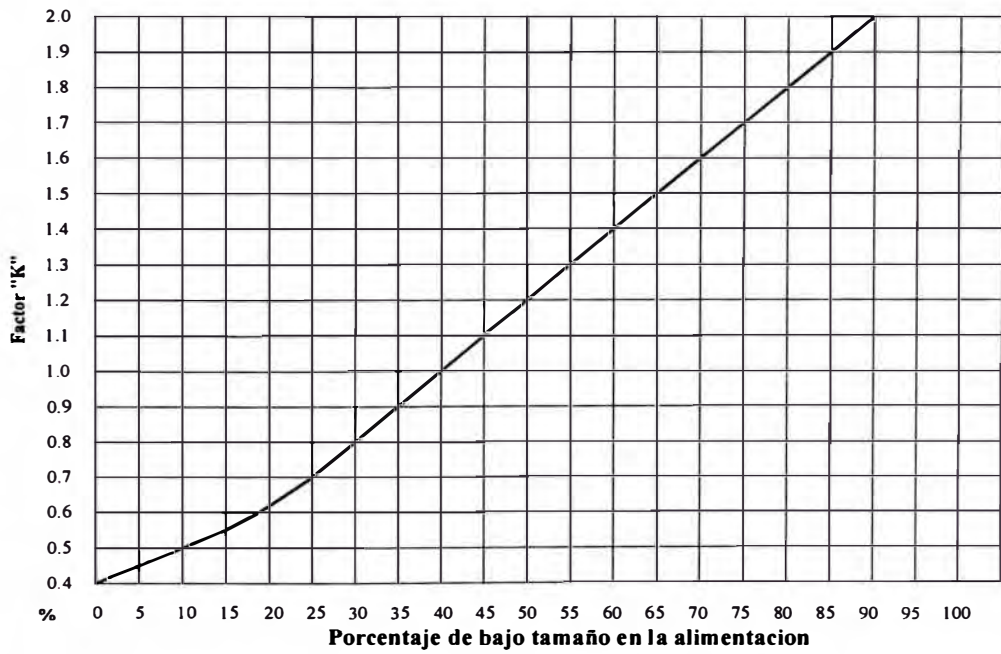


Grafico 5.7 Factor de corrección de "K"

Cuadro 5.5 "S" Velocidades de transporte recomendadas

TIPO DE ZARANDA	VELOCIDAD M/MIN
Horizontal de movimiento lineal	12 - 15
Inclinada a 20ª de movimiento circular (clasificación gruesa)	30 - 35
Inclinada a 20ª de movimiento circular (clasificación final)	25 - 30
Tipo banana CBS de inclinación variable con movimiento circular	Inicio 45 - descarga 25
Tipo banana de alta inclinación con movimiento circular	Inicio 60 - descarga 20 - 30
De alta frecuencia en movimiento lineal	9 - 10

Calculo del área de zarandeo requerido.

Para el cálculo consideraremos una zaranda de doble piso. El primer piso con malla de 1-1/2" y el segundo piso con malla de 1/2"

Determinación de los parámetros para el primer piso con malla 1-1/2:

$$T = \frac{Qz}{\gamma} = \frac{394.432}{1.6} = 246.52$$

P: Consideramos P = 1.25

C: del grafico 5.4, para malla 1-1/2" C=38

M: primero calcularemos el %retenido en la malla 1-1/2"

De la granulometría de alimentación a la chancadora primaria

$$Q_{<4"} = 187.5 - 122 = 65.5 \text{ TPH}$$

$$Q_{<1-1/2"} = 187.5 - 142.5 = 45 \text{ TPH}$$

$$Q_{(1-1/2" \text{ a } 4")} = 65.5 - 45 = 20.5 \text{ TPH}$$

Del Producto de la Chancadora primaria del grafico 5.2, el 60% es retenido en la malla 1-1/2" luego:

$$Q_{>1-1/2"} = 60\% \times 122 = 73.2 \text{ tph}$$

Luego la carga retenida en la zaranda por la malla 1-1/2"

$$Q_{>1-1/2"} = 20.5 + 73.2 = 93.7 \text{ tph}$$

El %retenido > a 1-1/2"

$$\%retenido = \frac{93.7}{394.432} \times 100\% = 23.76\%$$

De la figura 5.6 $M = 0.95$

K: Se debe determinar el % pasante la malla 1-1/2"

$$\% \text{ pasante} = 100\% - 23.76\% = 76.24\%$$

Del grafico 5.7; $K = 1.7$

Calculo del Θ_n :

Θ_1 : Primer piso	$\Theta_1 = 1$
Θ_2 : Forma laminar	$\Theta_2 = 0.9$
Θ_3 : Para malla 1-1/2	$\Theta_3 = 1.2$
Θ_4 : Humedad entre 3% a 5%	$\Theta_4 = 1$
Θ_5 : Material de la malla poliuretano/caucho cuadrado	$\Theta_5 = 0.8$
Θ_6 : Zaranda convencional movimiento circular	$\Theta_6 = 1$

$$\Theta_n = \Theta_1 \times \Theta_2 \times \Theta_3 \times \Theta_4 \times \Theta_5 \times \Theta_6 = 1 \times 0.9 \times 1.2 \times 1 \times 0.8 \times 1 = 0.86$$

S: del cuadro 5.6-5 seleccionamos 35m/min

D: para malla 1-1/2 de la figura 5.3 D= 100 mm

Luego:

$$Az = \frac{T \times P}{C \times M \times K \times \Theta_n} = \frac{246.52 \times 1.25}{38 \times 0.95 \times 1.7 \times 0.86} = 5.838 m^2$$

$$\text{Área corregida } Azc = 1.2 \times 5.838 = 7.005 m^2$$

$$L = \frac{100 \times T}{6 \times S \times D} \cdot 0.15 = \frac{100 \times 246.52}{6 \times 35 \times 100} \cdot 0.15 = 1.02 m$$

Determinación de los parámetros para el segundo piso con malla 1/2":

La carga de alimentación al segundo piso es:

$$Qz_2 = Qz \times \% \text{ Passing la malla (1-1/2")}]$$

$$Qz_2 = 394.432 \times 76.24\% = 300.715$$

$$T = \frac{Qz}{\gamma} = \frac{300.715}{1.6} = 187.947$$

P: Consideramos P = 1.25

C: del grafico 5.5, para malla 1/2" C=23

M: primero calcularemos el %retenido en la malla 1/2"

$$\% \text{retenido en la malla 1/2"} = \frac{300.715 - 187.5}{300.715} \times 100\% = 37.65\%$$

Del grafico 5.6; M = 1.08

K: primero calcularemos el %pasante la malla 1/2"

$$\%pasante \text{ la malla } 1/2'' = \frac{187.5}{300.715} \times 100\% = 62.35\%$$

Del grafico 5.7; K = 1.45

Calculo del Qn:

Θ1: Segundo Piso	Θ1 = 0.9
Θ2: Forma laminar	Θ2 = 0.9
Θ3: Para malla 1/2	Θ3 = 1.25
Θ4: Humedad entre 3% a 5%	Θ4 = 1
Θ5: Material de la malla poliuretano/caucho cuadrado	Θ5 = 0.8
Θ6: Zaranda convencional movimiento circular	Θ6 = 1

$$\Theta_n = \Theta_1 \times \Theta_2 \times \Theta_3 \times \Theta_4 \times \Theta_5 \times \Theta_6 = 0.9 \times 0.9 \times 1.25 \times 1 \times 0.8 \times 1 = 0.81$$

S: del cuadro 5.5 seleccionamos 35m/min

D: para malla 1/2 del grafico 5.3 D= 40 mm

Luego:

$$Az = \frac{T \times P}{C \times M \times K \times \Theta_n} = \frac{187.947 \times 1.25}{23 \times 1.08 \times 1.45 \times 0.81} = 8.053 m^2$$

Área corregida $Az_c = 1.2 \times 8.053 = 9.66 m^2$

$$L = \frac{100 \times T}{6 \times S \times D} - 0.15 = \frac{100 \times 187.947}{6 \times 35 \times 40} - 0.15 = 2.08 m$$

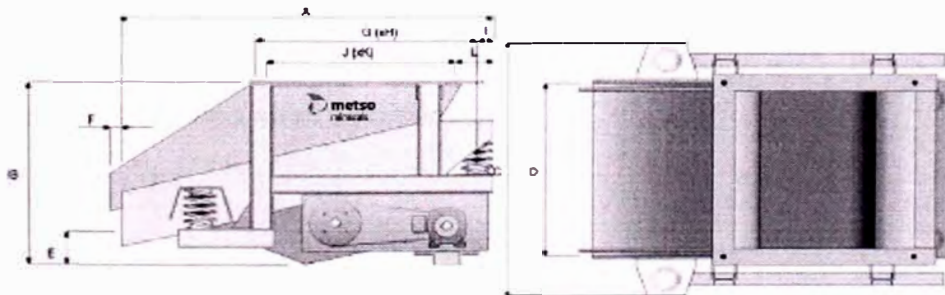
De las tablas para modelos de zarandas Metso Seleccionamos:

Zaranda	Área	Ancho	Largo
7' x 20'	11.9m ²	2.15 m	6.1m

5.5.6 Alimentador Vibratorio secundario

Este equipo se ubica entre en una tolva intermedia y tiene la función de alimentar con carga uniforme a la chancadora secundaria; se debe seleccionar el equipo para transferir las 206.932 tph; por otro lado el tamaño de roca esperado máximo es de 4" que este equipo debe ser capaz de trasladar, de el cuadro de capacidades de los equipos metso seleccionamos CV - 1510

Cuadro 5.6 Alimentadores de Calha Tipo CV



Modelos	Peso (kg)	Vol. Exp. (m ³)	Motor		Rotação rpm	Correias		Capacidade		Tam. máx. da pedra	Boca de saída da pinta (mm)
			hp	Pólos		Tipo	Qty.	t/h	m ³ /h		
CV-1308	750	2.00	5	IV	1100	B	1	110-240	70-150	8"	800 x 700
CV-1510	950	2.70	5	IV	1100	B	1	160-320	100-200	12"	900 x 800

Modelos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
CV-1308	1825	970	1280	800	220	50	920	820	110	900	700	170
CV-1510	1900	995	1480	1000	170	54	800	1020	208	900	800	158

5.5.7 Tambor Aglomerador

La selección de este equipo estará basada en los siguientes supuestos

Capacidad	240 tph
Horas por día aglomeración	16 h/d
Tiempo de residencia	60 min.
Porcentaje llenado tambor	10 %
Razón largo/diámetro tambor	3.5
Velocidad máxima de rotación	30% de la velocidad crítica
Densidad Aglomerado salida tambor	1.45 t/m ³

Carga contenida en el aglomerador

$$CCT = TPH \frac{Tr}{3600}$$

$$CCT = 240 \times \frac{60}{3600} = 4 \quad T$$

Volumen Contenido en el aglomerador

$$VCT = \frac{CCT}{\gamma_{aparente}}$$

$$VCT = \frac{4}{1.45} = 2.76 \quad m^3$$

Volumen del aglomerador

$$V = \frac{VCT}{\% \text{ de Llenado}}$$

$$V = \frac{2.76}{10\%} = 27.6 \quad m^3$$

Determinación del diámetro y longitud del aglomerador

$$\frac{L}{D} = 2.9 \quad \text{Dato}$$

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times L}{4} = \frac{\pi \times D^3}{4} \times \frac{L}{D}$$

Despejando:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V}{\pi \times \frac{L}{D}}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 27.6}{\pi \times 2.9}} = 2.297 \quad m$$

Luego:

$$L = D \times \frac{L}{D} = 2.297 \times 2.9 = 6.66 \quad m$$

Velocidad Crítica

$$N_c = \frac{42.5}{D^{0.5}} \quad RPM$$

$$N_c = \frac{42.5}{2.297^{0.5}} = 27.91 \quad RPM$$

Velocidad del Tambor aglomerador

$$N = 30\% \times N_c$$

$$N = 30\% \times 27.91 = 8.373 \quad RPM$$

Tiempo de Residencia

$$tr = \frac{0.977 \times (\alpha \times L)^{0.5}}{N \times D \times S} \times 60 \quad seg$$

$$tr = \frac{0.977 \times \left(\frac{37 \times \pi}{180} \times 6.66 \right)^{0.5}}{8.373 \times 2.297 \times \tan(6^\circ)} \times 60 = 60 \quad seg$$

5.5.8 Fajas transportadoras

Cuadro 5.7 Condiciones de Operación y Diseño para fajas transportadoras

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	F-001	F-002	F-003	F-004	F-005
1	Servicio		Alimentación Zaranda	Colectora Circuito Cerrado	Colectora Productos	Alimentación Aglomerador	Alimentación Camiones
2	Capacidad	t/h (seca)	395	250	190	190	190
3	Operación		20 h/d - 350 d	20 h/d - 350 d	20 h/d - 350 d	20 h/d - 350 d	20 h/d - 350 d
4	Material transportado		Mineral de Cu	Mineral de Cu	Mineral de Cu	Mineral de Cu	Mineral de Cu
5	Densidad	t/m ³	1.5	1.65	1.65	1.65	1.7
6	Ángulo de reposo	°	38	38	38	38	38
7	Ángulo de sobrecarga	°	25	25	25	25	25
8	Porcentaje de humedad	% (en peso)	3	3	3	3	3
9	Tamaño del material		100% < 4"	100% < 1-1/2"	100% < 5/8" 90% < 1/2"	100% < 5/8" 90% < 1/2"	100% < 5/8" 90% < 1/2"
10	Medio ambiente		Sucio	Sucio	Sucio	Sucio	Sucio
11	Mantenimiento		Malo	Malo	Malo	Malo	Malo
12	Temperatura Min. / Máx.	°C	0/35	0/35	0/35	0/35	0/35
13	Ancho de Faja	mm	36"	30"	30"	30"	30"
14	Máx. Velocidad Faja	m/s	2	2	2	2	2
15	Porcentaje de carga	%	70	70	80	80	80
16	Clase CEMA de polines		≥ C6	≥ C6	≥ C6	≥ C6	≥ C6
17	Longitud horiz. Faja (entre centros poleas)	M	23.5	16	38.5	36	17.5
18	Angulo de Inclinación	°	18°	18°	18°	0° y 6°	11°
19	Equipos especiales:						
	<i>Electroimán</i>		1	-	-	-	-
	<i>Detector de metales</i>		1	-	-	-	-
	<i>Balanza Electrónica</i>		-	-	1	1	-

5.5.9 Tanque para acido sulfúrico al 98%

Tanques cilíndricos de fondo plano construido en acero carbono permite el almacenamiento de acido para 10 días de operación.

Consumo de acido	t/d	38.1
Tiempo residencia	días	14
Volumen útil	m3	144.6
Diámetro	m	6
Alto	m	6
Volumen Total		169
Volumen Libre		24.4
Cantidad requerida	und	02

5.5.10 Tanque para agua fresca

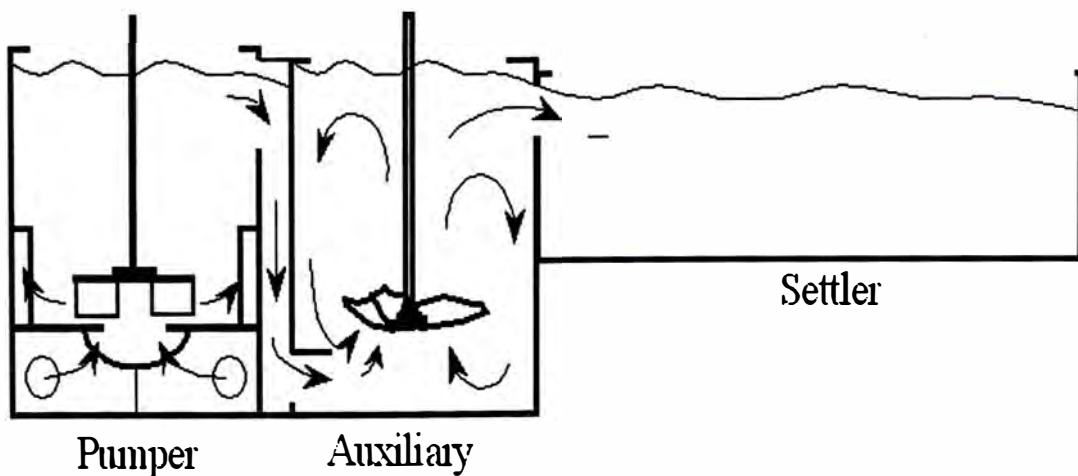
Tanques cilíndricos de fondo plano construido en acero carbono.

Consumo de agua	m3/día	635
Tiempo residencia	días	0.5
Volumen útil	m3	160
Diámetro	m	6
Alto	m	6
Cantidad requerida	und	02

5.6 EQUIPOS DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES SX

Los equipos más empleados en la industria son del tipo mezclador-decantador, la planta de extracción por solventes está compuesto por dos trenes uno para la concentración de solución proveniente de la lixiviación de minerales sulfurados y otro para minerales oxidado. Cada tren está compuesto por dos etapas, cada etapa consta de un tanque agitador tipo bomba, un tanque agitador auxiliar y un decantador. En el tanque agitador bomba ingresa el PLS y el extractarte (orgánico) este equipo efectúa la pre-mezcla e impulsa la solución hacia el tanque auxiliar donde se completa el mezclado, la solución mezclada (PLS mas orgánico) pasa al decantador donde ocurre la separación por fases. El grafico muestra el conjunto mezclador-decantador.

Gráfico 5.8 Mezclador Decantador



5.6.1 Mezclador Bomba Para Etapa de Extracción

Mezclador cilíndrico con doble fondo y baffles interiores posee canaleta de traspaso al mixer secundario construido en FRP (Fibra de vidrio reforzado). Soportes de agitadores sobre el mezclador en acero al carbono protegido en resina poliéster.

Tiempo residencia de mezcla	min	1.5
Relación fases orgánico/Acuoso	o/a	1
Vol. Total de mezclado	m ³	8.57
Volumen diseño	m ³	9.14
Diámetro	m	2.3
Alto	m	2.2
Altura rebose	m	0.3
Altura doble fondo	m	0.7
Altura total	m	2.5
Espesor pared	mm	9
Equipos Requeridos	und	2

5.6.1.1 Agitador Bomba

Eje y agitador en acero inoxidable 316L. Suspendido en estructura de altura regulable. Motoreductor con motor antiexplosión. Operación con variador de frecuencia.

<i>Velocidad motor</i>	<i>rpm</i>	<i>1750</i>
<i>Relación de reducción</i>	<i>n</i>	<i>11</i>
<i>Potencia del motor</i>	<i>HP</i>	<i>15</i>
<i>Diámetro del eje</i>	<i>mm</i>	<i>63</i>
<i>Diámetro del impeler</i>	<i>mm</i>	<i>1320</i>
<i>Numero de aspas</i>	<i>und</i>	<i>6</i>
<i>Material eje y impeler</i>	<i>AC inox 316 L</i>	

5.6.2 Mezclador Auxiliar Para Etapa Extracción

Mezclador cilíndrico con fondo plano construido en FRP con canal de recepción y baffles interiores posee canaleta de traspaso al decantador soportes de agitadores sobre el mezclador en acero al carbono protegido en resina poliéster.

Tiempo residencia de mezcla	min	1.5
Relación fases orgánico/Acuoso	o/a	1
Vol. total mezclado	m ³	8.57
Volumen diseño	m ³	9.14
Diámetro	m	2.3
Alto	m	2.2
Altura rebose	m	0.3
Alto total	m	2.5
Espesor pared	mm	9
Equipos Requeridos	und	2

5.6.2.1 Agitador Auxiliar

Eje en acero inoxidable 316L agitador en FRP Suspendido en estructura de altura regulable Motoreductor con motor antiexplosión operación con variador de frecuencia

Velocidad motor	rpm	1750
Relación de reducción	n	11
Potencia del motor	HP	5
Diámetro del eje	mm	50
Diámetro del impeler	mm	812
Numero de Aspas	und	3
<i>Material eje y impeler</i>		<i>AC inox 316 L</i>

5.6.3 Decantador Etapa de Extracción

Decantador rectangular que permita la separación de acuoso y de orgánico después del mezclado, construido en FRP con canaleta de alimentación, codo distribuidor, picket fence, vertederos de orgánico y acuoso, pasillos y pasamanos.

Flujo específico	m ³ /h/m ²	3.6
Velocidad orgánico	cm/seg	3.5
Tiempo de residencia	min	18.9
Área Total	m ²	95
Área Diseño	m ²	98
Relación L/A	n	2
Ancho interior	m	7
Largo interior	m	14
Alto	m	1.1
Alt. Capa org.	mm	20
Espesor pared	mm	10

5.6.4 Equipos auxiliares del área de SX

5.6.4.1 Post decantador de Refino

Post-decantador rectangular que permita la recuperación de orgánico arrastrado en el refino, construido en FRP.

Flujo específico	m ³ /h/m ²	7.00
Tiempo de residencia	min	13.12
Área Total	m ²	24.50

Área Diseño	m2	75.00
Relación L/A	n	3.0
Ancho interior	m	5.00
Largo interior	m	15.00
Alto	m	1.00
Espesor de la capa orgánico	mm	2.00
Espesor pared	mm	9.00
Cantidad requerida	und	02

5.6.4.2 Tanque para Orgánico Cargado

Tanque de almacenamiento de la mezcla de orgánico rico proveniente de sx, tanque es de cuerpo cilíndrico con fondo recto y techo y construido en FRP.

Tiempo de residencia	min	5
Diámetro	m	3.5
Alto del lado recto	m	3.5
Volumen	m3	33
Cantidad requerida	und	01

5.6.4.3 Tanque para Orgánico Descargado

Tanque de proceso destinado a orgánico descargado proveniente de la etapa de cristalización el orgánico es descargado por rebalse, para decantar el sulfato de cobre en suspensión, para luego ser enviado a la

etapa de extracción por solventes. Es de fondo cónico y construido en FRP

Tiempo de residencia	min	4.0
Diámetro	m	3.00
Alto del lado recto	m	1.50
Alto del lado cónico	m	2.00
Volumen	m ³	13.68
Cantidad requerida	und	02

5.6.4.4 Tanque para Electrolito saturado

Tanque de proceso destinado a la preparación del electrolito saturado y a la captación del electrolito de retorno proveniente de la etapa de cristalización. Es de fondo cónico y construido en HDPE o FRP el electrolito es descargado por rebalse, para decantar sulfato de cobre en suspensión. En este estanque se adiciona ácido sulfúrico al 98% de concentración para luego ser enviada a la etapa de cristalización.

Tiempo de residencia	min	8.0
Diámetro del tanque	m	3.00
Alto del lado recto	m	2.00
Alto cono	m	2.00
Volumen	m ³	17.22
cantidad	n	2.00
Cantidad requerida	und	01

5.6.4.5 Tanque para ácido sulfúrico al 98%

Tanques cilíndricos de fondo plano construido en acero carbono permite el almacenamiento de ácido para 10 días de operación.

Consumo de ácido	t/d	41
Tiempo residencia	días	5
Volumen útil	m ³	
Diámetro	m	6
Alto	m	6
Volumen Libre		
Volumen total		
Cantidad requerida	und	02

5.7 EQUIPOS DEL ÁREA DE CRISTALIZACIÓN

5.7.1 Mezclador Cr1, Cr2 Y Cr3

Mezclador cilíndrico con fondo plano, construido en HDPE o FRP y con baffles interiores para mejorar mezcla. Posee canaleta de rebalse hacia decantador soportes de agitadores sobre el mezclador en acero al carbono protegido en resina poliéster.

Tiempo residencia de la mezcla	min	3.00
Relación de fases	o/a	2.00
Vol. Total de mezclado	m ³	8.57
Volumen de diseño	m ³	6.58
Diámetro	m	2.10

Alto	m	1.90
Altura rebose	m	0.20
Alto total	m	2.10
Espesor pared	mm	12.00

5.7.1.1 Agitadores

Eje en acero inoxidable 316L agitador en FRP Suspendido en estructura de altura regulable Motoreductor con motor antiexplosión operación con variador de frecuencia.

Diámetro del rodete	mm	700
Velocidad Angular rodete	rpm	220
Velocidad del motor	rpm	1,500
Relación reductor	n	7.5
Potencia del motor	HP	10
Diámetro del eje	mm	119
Largo Eje	mm	1,800

5.7.2 Decantador Cr1, Cr2 Y Cr3

Decantador cónico que permita extracción de tres fases, orgánica superior, acuosa intermedia y cristales inferior, construida en HDPE de 20 mm o FRP, soportado en una armadura de acero estructural

Flujo específico	m ³ /h/m ²	3.00
Área Total	m ²	57.16
Área Diseño	m ²	44.00
Relación L/A	n	2.75

Ancho interior	m	4.00
Largo interior	m	11.00
Alto	m	1.00
Espesor de la capa de orgánico	m	0.20
Alto cono	m	3.00
Ancho de la canaleta de salida de orgánico	m	0.30
Ancho de la canaleta de salida de Acuoso.	m	0.40
Largo total del decantador	m	11.70
Espesor pared	mm	20.00

5.7.3 Post decantador de Orgánico Descargado

Post-decantador cónico que permita recuperación de sólidos de sulfato de cobre, construido en HDPE de 20 mm o FRP, soportado en una armadura de acero estructural.

Flujo específico	m ³ /h/m ²	7.00
Tiempo de residencia	min	11.23
Área Total	m ²	48.99
Área Diseño	m ²	38.50
Relación L/A	n	3.0
Ancho interior	m	3.50
Largo interior	m	10.50
Alto	m	1.00
Espesor de la capa de orgánico	m	0.20
Alto del cono	m	2.00
Ancho de la canaleta de salida de orgánico	m	0.50
Diámetro de la tubería de salida de acuoso	mm	100
Largo total del post decantador.	m	11.00
Espesor pared	mm	20.00

5.7.4 Lavador De Cristales

Estanque cilíndrico para eliminar los arrastres de orgánico de los cristales, el tanque está construido en material FRP con sistema de agitación por aire

Volumen operación	m3	12.00
Altura cilindro	m	2.00
Altura cono	m	2.00
Diámetro	m	3.00
Volumen diseño	m3	16.73
Tiempo de lavado	min	30

Los requerimientos de aire son cubiertos por un compresor del tipo tornillo exento de aceite con las siguientes características:

Caudal	cfm	200
Presión	psi	100
Potencia	HP	40

5.7.5 Hidrociclón

Para una operación continua de descarga de la pulpa de sulfato desde el fondo del decantador cristalizador, se utilizara un ciclón, para espesar pulpa y eliminar el orgánico residual. El material del hidrociclón es acero inoxidable 316 L

Flujo Pulpa al 30 %	m3/h	4.63
Caída de presión	psi	10
Diámetro	Pulg.	4
Tamaño de partículas de cristales	micrones	25 a 70

5.7.6 Blender

Acondiciona la pulpa, consiste en un recipiente en forma de "U" con un tornillo sinfín y alabes, el objetivo es mantener la pulpa de cristales homogénea.

Construida en acero inoxidable 316 L

Flujo Pulpa al 30 %	m ³ /h	9.26
Tiempo de residencia	min	30.00
Ancho	m	1.50
Largo	m	3.00
Alto	m	1.80
Motor	HP	40.00
Velocidad de agitación	RPM	24.00

5.7.7 Centrifuga

Centrifuga Peeler continua de canasto horizontal descarga horizontal en línea mediante tornillo. Construida en acero inoxidable 316 L

Flujo	m ³ /h	9.26
Diámetro	in	40
área filtración	m ²	20
Velocidad	rpm	1500
Potencia	HP	50
Cantidad requerida	und	02

5.7.8 Transportador Tornillo Sinfín – N° 01

Tornillo sin-fin de alimentación regulada mediante motoreductor con variador de frecuencia. Construida en acero inoxidable 316 L recibe el sulfato "seco" proveniente de las centrifugas de canasto

Flujo transporte	t/h	8.98
Largo	m	3
Diámetro	pulg.	14
Diámetro del eje	pulg.	4
Centro de suspensión	n	2
Potencia	HP	15
Velocidad	rpm	45
Cantidad requerida	und	02

5.7.9 Transportador Tornillo Sinfín N° 02

Tomillo sin-fin de alimentación regulada mediante motoreductor con variador de frecuencia. Construida en acero inoxidable 316 L. transporta el producto hacia el silo de acopio.

Flujo transporte	t/h	8.98
Largo	m	15
Diámetro	pulg.	14
Diámetro del eje	pulg.	4
Potencia	HP	25
Velocidad	rpm	45
Cantidad requerida	und	01

5.7.10 Silo Acopio Producto

El producto "seco" proveniente de las centrifugas se almacena en un silo para posteriormente envasarlo. El silo es cilíndrico con fondo cónico posee una válvula rotativa, el tanque y es construido de FRP.

Flujo	t/h	8.98
Tiempo residencia	h	8.00
Capacidad Total	m3	71.83

Diámetro	m	3.50
Alto del lado recto	m	3.50
Alto cono	m	3.00
Capacidad Diseño	m ³	43.29
Potencia válvula	HP	2.00

5.7.11 Balanza Pesaje Maxisacos

Balanza de plataforma para pesar maxisacos

cantidad	und	1
Ancho plataforma	m	1.2
Largo plataforma	m	1.2
Capacidad	Kg	1500
Potencia	HP	0.5

5.8 SISTEMA DE BOMBEO DE SOLUCIONES

En procesos de lixiviación de minerales de cobre en pilas las soluciones de lixiviación son continuamente re-circuladas entre la etapa de extracción por solvente y la etapa de ataque del mineral. Los fluidos con los que se trabaja son agrestes y altamente corrosivos por lo los materiales de los sistemas de tuberías, válvulas, accesorios y equipos deben ser cuidadosamente seleccionado. Los materiales recomendados para este tipo de proceso son: fibra de vidrio reforzado, polietileno de alta densidad (HDPE), teflón, caucho sintético, acero inoxidable 316 L o superior, alloy 20, titanio etc, los materiales deben presentar resistencia a pH muy por debajo de 1, además de ser resistente fluidos orgánicos y disolventes.

Las perdidas en los sistemas de tuberías han sido calculadas utilizando las ecuaciones de Darcy-Weisbach y de Colebrook-White.

La selección de las bombas se efectúan de acuerdo a los datos de flujo, altura dinámica total (altura estática mas altura de perdidas producidas en el sistema); efectuados para el punto de operación (nominal) y para un punto de diseño que considera un 20% por encima del punto nominal.

Se han identificado los siguientes sistemas de tuberías

- Sistema de Bombeo de PLS de Sulfuros
- Sistema de Bombeo de Refino de Sulfuros
- Sistema de Bombeo de ILS de Sulfuros
- Sistema de Bombeo de PLS de Óxidos
- Sistema de Bombeo de Refino de Óxidos
- Sistema de Bombeo de ILS de Óxidos
- Sistema de Bombeo de Orgánico
- Sistema de Bombeo de Electrolito Saturado
- Sistema de Bombeo de Pulpa de Cristalizadores a Hidrociclón
- Sistema de Bombeo Pulpa de Retorno a Cristalizadores
- Sistema de Dosificación de acido al aglomerador
- Sistema de dosificación de agua al aglomerador
- Sistema de dosificación de acido a Sx y Cr

A continuación a manera de ejemplo efectuaremos el cálculo del sistema de bombeo de PLS de sulfuros y presentaremos su datasheet (hoja de datos), esta hoja presenta las características del sistema, las características del fluido, y los requerimientos de operación.

5.8.1.1 Bomba de PLS de Sulfuros

DATOS

Tubería HDPE Dr = 9

Diametro Nominal del Tubo	$D_n := 10 \text{ Pulg}$	$\text{Accs} := \begin{pmatrix} 0.63 \\ 0.9 \\ 1.14 \\ 0.84 \\ 0.56 \\ 1 \end{pmatrix}$	Valvula	$\text{Cant} := \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 2 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$
Diametro Interior del Tubo	$D_i := 0.209 \text{ m}$		Codo	
Altura Estatica	$H_z := 10 \text{ m}$		Shcek	
Presion de Llegada en H	$H_r := 2 \text{ m}$		Te	
Longitud del Tubo	$L_w := 600 \text{ m}$		Reduccion	
Rugosidad Absoluta	$K_s := 3.0 \cdot 10^{-5}$		Salida	
Coef. De Perdidas Menores	$\Sigma K_m = 11.42$		$\Sigma K_m := \text{Accs} \cdot \text{Cant}$	
Densidad del Fluido	$\rho := 1120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$			
Viscosidad del Fluido	$\mu := 3.0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{S}$			
Caudal de Nominal	$Q_n := 140 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$			
Altitud de trabajo	$H_{msnm} := 2600$			

CALCULOS PREVIOS

Viscosidad Cinematica	$\nu := \frac{\mu}{\rho}$	$\nu = 2.679 \times 10^{-6}$
Caudal de Diseño	$Q_d := 1.25 \frac{Q_n}{3600}$	
Velocida Media	$V_m := \frac{4Q_d}{\pi \cdot D_i^2}$	$V_m = 1.417$
Número de Reynolds	$Re := \frac{V_m \cdot D_i}{\nu}$	$Re = 1.106 \times 10^5$

CALCULO DE LAS PERDIDAS

PERDIDAS EN LA TUBERIA

$$\frac{1}{\sqrt{f_m}} + 2 \cdot \log\left(\frac{K_s}{3.7 \cdot D_i} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f_m}}\right) = 0 \text{ solve, } f_m \rightarrow 0.018402333807127712971$$

$$f_m := 0.018402333807127712971$$

$$H_{fm} := f_m \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{V_m^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_{fm} = 5.402$$

$$\text{Velocida Media} \quad V_n := \frac{4 \frac{Q_n}{3600}}{\pi \cdot D_i^2} \quad V_n = 1.134 \text{ m/s}$$

$$\text{Número de Reynolds} \quad Re := \frac{V_n \cdot D_i}{\nu} \quad Re = 8.845 \times 10^4$$

$$\frac{1}{\sqrt{f_n}} + 2 \cdot \log\left(\frac{K_s}{3.7 \cdot D_i} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f_n}}\right) = 0 \text{ solve, } f_n \rightarrow 0.019152858001511662001$$

$$f_n := 0.019152858001511662001$$

$$H_{fn} := f_n \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{V_n^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_{fn} = 3.598$$

PERDIDAS MENORES

$$H_m := \sum K_m \cdot \frac{V_m^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_m = 1.168$$

$$H_n := \sum K_m \cdot \frac{V_n^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_n = 0.747$$

ALTURA DINAMICA TOTAL

$$H_{bm} := H_z + H_r + H_m + H_{fm} \quad H_{bm} = 18.569 \quad \text{mcl}$$

$$H_{bn} := H_z + H_r + H_m + H_{fn} \quad H_{bn} = 16.766 \quad \text{mcl}$$

CALCULO DEL NPSH DISPONIBLE**DATOS**

Tuberia HDPE Dr = 13.5

Diametro Nominal del Tubo $D_n := 10$ PulgDiametro Interior del Tubo $D_i := 0.230$ mAltura Estatica $H_z := 2$ mLongitud del Tubo $L_w := 3$ mRugosidad Absoluta $K_s := 3.0 \cdot 10^{-5}$ Coef. De Perdidas Menores $\Sigma K_m = 3.6$ Densidad del Fluido $\rho := 1120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Gravedad especifica del fluido $G_e := 1.12$ Viscosidad del Fluido $\mu := 3.0 \cdot 10^{-3}$ Pa·SCaudal de Nominal $Q_n := 140 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ Altitud de trabajo $H_{msnm} := 2600$ Presion Atmosferica a 2600msnm $P_{atm} := 7.5$ Presion de vapor del agua $P_v := 0.0004241$

$Accs :=$	0.63	Valvula	$Cant :=$	0
	0.9	Codo		1
	1.14	Shcek		1
	0.84	Te		0
	0.56	Reduccion		1
	1	Salida		1

 $\Sigma K_m := Accs \cdot Cant$ **CALCULOS PREVIOS**Viscosidad Cinematica $\nu := \frac{\mu}{\rho}$ $\nu = 2.679 \times 10^{-6}$ Caudal de Diseño $Q_d := 1.25 \frac{Q_n}{3600}$ Velocida Media $V_m := \frac{4Q_d}{\pi \cdot D_i^2}$ $V_m = 1.17$ m/sNúmero de Reynolds $Re := \frac{V_m \cdot D_i}{\nu}$ $Re = 1.005 \times 10^5$

CALCULO DE LAS PERDIDAS**PERDIDAS EN LA TUBERIA**

$$\frac{1}{\sqrt{f_m}} + 2 \cdot \log\left(\frac{K_s}{3.7 \cdot D_i} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f_m}}\right) = 0 \text{ solve, } f_m \rightarrow 0.018651014527047057479$$

$$f_m := 0.018651014527047057479$$

$$H_{fm} := f_m \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{V_m^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_{fm} = 0.017$$

$$\text{Velocidad Media} \quad V_n := \frac{4 \frac{Q_n}{3600}}{\pi \cdot D_i^2} \quad V_n = 0.936 \text{ m/s}$$

$$\text{Número de Reynolds} \quad Re := \frac{V_n \cdot D_i}{\nu} \quad Re = 8.037 \times 10^4$$

$$\frac{1}{\sqrt{f_n}} + 2 \cdot \log\left(\frac{K_s}{3.7 \cdot D_i} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f_n}}\right) = 0 \text{ solve, } f_n \rightarrow 0.019437993456826027411$$

$$f_n := 0.019437993456826027411$$

$$H_{fn} := f_n \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{V_n^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_{fn} = 0.011$$

PERDIDAS MENORES

$$H_m := \sum K_m \cdot \frac{V_m^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_m = 0.251$$

$$H_n := \sum K_n \cdot \frac{V_n^2}{2 \cdot 9.8182} \quad H_n = 0.161$$

NPSH DISPONIBLE

$$NPSH_d := \frac{P_{atm} - P_v}{\rho \cdot g} - H_z - H_m - H_{fm} \quad NPSH_d = 4.428 \text{ m}$$

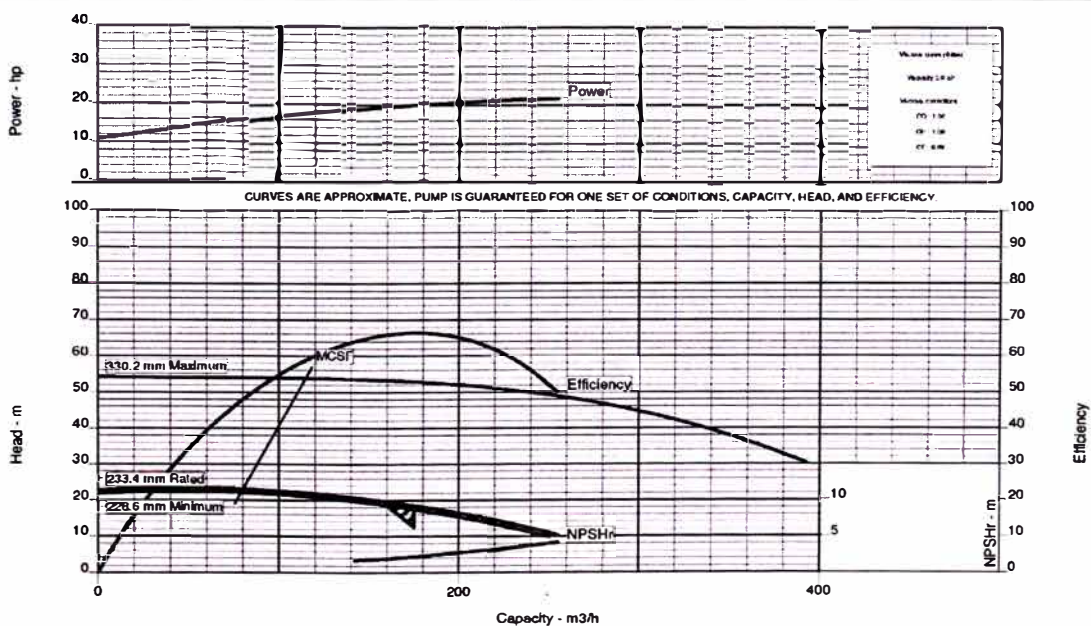
$$NPSH_n := \frac{P_{atm} - P_v}{\rho \cdot g} - H_z - H_n - H_{fn} \quad NPSH_n = 4.524 \text{ m}$$

HOJA DE DATOS
Condiciones de Operación y Diseño

Proyecto	Pampa de Cobre				
Cliente	Minera Pampa de Cobre S.A.				
N° de Equipo	01- 500-4151-001	Cantidad	2		
Servicio	Bomba de PLS Sulfuros a Planta SX				
CONDICIONES DE OPERACION					
Líquido bombeado	Solución lixiviada de cobre		pH	1	
Temperatura de Bombeo	5° C a 30° C		Altitud	2700 m.s.n.m.	
Flujo a la temperatura de Bombeo	Normal	140	Máximo	175	m ³ /h
Altura Dinámica total	Normal	16.35	Máximo	18.57	m
NPSH disponible	Nominal	4.428	Máximo	4.524	m
Gravedad Especifica	1.12 g/cm ³		Viscosidad	3.0	Cp
Velocidad	Mínima 0.936 m/s Máxima 1.17 m/s				
Tiempo de operación	24 h/día - 365 días / años		Disponibilidad	95 %	
EQUIPO (*)					
Tipo	Horizontal Centrifuga		N° de etapas	1	
Fabricante					
Modelo					
Tamaño					
Material	Carcasa	Alloy 20		Impulsor	Alloy 20
Sello					
RANGO DE OPERACION (*)					
Velocidad		Eficiencia		B.H.P.	
CONTROL (*)					
Tipo					
Potencia		Velocidad		S.F.	1.15
Voltaje	460	Fases	3	Frecuencia	60 Hz
NOTES :					
El motor debe estar preparado para un arranque con variador de velocidad					
(*) Para ser llenado o confirmado por el vendedor					

SELECCIÓN DE LA BOMBA

Operating Conditions		Materials / Specification	
Capacity	: 175.0 m ³ /h	Material column code	: D20
Water capacity (CQ=1.00)	: 175.0 m ³ /h	Containment shell mat'l	: C276
Normal capacity	: -	Pump specification	: ANSI B73.1 M
Total Developed Head	: 18.57 m	Other Requirements	
Water head (CH=1.00)	: 18.57 m	Hydraulic selection	: No specification
NPSH available (NPSHa)	: Ample	Construction	: No specification
NPSHa less NPSH margin	: -	Test tolerance	: Hydraulic Institute Level A
Maximum suction pressure	: 0.0 kg/cm ² g	Driver Sizing	: Max Power(MCSF to EOC)with SF
Liquid		Seal configuration	: Single Seal
Liquid type	: Other		
Temperature / SG	: 15 °C / 1.120		
Solids diameter	: -		
Viscosity / Vapor pressure	: 3.0 cP / -		
Performance			
Hydraulic power	: 13.28 hp	Impeller diameter	
Pump speed	: 1780 rpm	Rated	: 233.4 mm
Efficiency (CE=0.99)	: 66.4 %	Maximum	: 330.2 mm
		Minimum	: 228.6 mm
NPSH required (NPSHr)	: 2.2 m	Suction specific speed	: 10000 US units
Rated power	: 20.0 hp	Minimum continuous flow	: 80.7 m ³ /h
Maximum power	: 21.7 hp	Maximum head @ rated dia	: 22.8 m
Driver power	: 25.0 hp / 18.6 kW	Flow at BEP	: 176.2 m ³ /h
Casing working pressure	: 2.6 kg/cm ² g	Flow as % of BEP	: 99.3 %
(based on shut off @ cut dia)		Efficiency at normal flow	: -
Maximum allowable	: 16.2 kg/cm ² g	Impeller dia ratio (rated/max)	: 70.7 %
Hydrostatic test pressure	: 24.6 kg/cm ² g	Head rise to shut off	: 22.8 %
Est. rated seal chamb. press.	: -	Total head ratio (rated/max)	: 35.1 %



CAPITULO 6

COSTOS

6.1 ESTIMADOS DE COSTOS DE CAPITAL

El costo de capital estimado para el diseño, construcción, instalaciones y puesta en marcha del proyecto descrito en este informe es de US\$ 15M. Este costo incluye los costos directos de ejecución del proyecto más los costos indirectos del propietario asociado al diseño, gerencia de construcción y puesta en operación. El resumen estimado del costo de capital se detalla en el Cuadro N° 6.1; todos los costos están expresados en dólares americanos, no se ha considerado el impacto de la inflación, ni tampoco el interés o financiamiento durante la construcción.

6.1.1 Bases de la Estimación

El costo de capital estimado está basado en los siguientes datos del proyecto:

- Criterio de diseño
- Diagrama de flujos
- Planos de arreglo general
- Diagrama unifilar eléctrico
- Lista de equipos
- Cotizaciones de proveedores
- Datos del clima regional y datos hidrológicos

- Evaluaciones geotécnicas
- Base de datos propios
- Cotizaciones preliminares de contratistas
- Estudios preliminares ejecutados por otras empresas

Se aclara que el estimado del costo de capital tiene una aproximación del +/- 20% del costo total real.

6.1.1.1 Costos Directos

Los costos directos están referidos a los gastos a incurrirse directamente en el desarrollo físico del proyecto, incluyendo equipamiento, materiales, mano de obra para la construcción y supervisión, materiales consumibles, costos de transporte, montaje e instalaciones de la infraestructura.

El costo de la mano de obra está basado en la reglamentación peruana sobre leyes sociales y beneficios establecidos para los trabajadores en obras civiles y trabajos mineros. Todos los costos de la mano de obra están basados en los siguientes criterios:

- Costo base de una jornada de trabajo
- Pago de un porcentaje adicional por hora de sobre tiempo
- Leyes sociales
- Trabajo semanal de 48 horas
- Herramientas menores y consumibles
- Gastos indirectos del contratista en la obra y en la casa matriz
- Utilidad del contratista.

6.1.1.2 Costos Indirectos

Comprende todos los gastos previstos para la gerencia de construcción (EPCM), administración y soporte en el desarrollo del proyecto, incluyendo la ingeniería, gestión de compras, provisión y operación de los servicios temporales y facilidades, gastos pre operativos, materiales consumibles y la puesta en marcha.

Los costos indirectos del están comprendidos por los siguientes costos:

- Gerencia de construcción del proyecto
- Gestión de compras
- Costos indirectos del propietario
- Construcciones temporales y servicios auxiliares
- Costos de transporte del personal y alimentación
- Costos para la puesta en marcha
- Fletes y transportes de materiales y equipos

6.1.1.3 Contingencia

El monto añadido como contingencia en el estimado del costo de capital para cubrir los aspectos no deseados, por falta de precisión en los diseños, variación en los estimados para la adquisiciones de equipos, variación en las tarifas de la mano de obra, materiales y otros gastos es del US\$ 1.5M (aproximadamente el 10%) sobre el costo total de capital.

6.1.1.4 Impuestos y Aranceles

Los impuestos generales a las ventas (IGV) están excluidos en el costo de capital, los costos por aranceles fueron estimados de acuerdo a las disposiciones legales vigentes para la importación de bienes y servicios.

Cuadro N° 6.1
Estimados de Costos de Capital

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO (US\$)	CANTIDAD	COSTO
1	PREPARACIÓN DE MINA Y EQUIPAMIENTO	global			981,453
	Equipamiento Fijo y Móvil	global			333,228
	Preparación y Desarrollo	global			367,990
	Equipos y Servicios Auxiliares	global			233,500
	Instalación y equipos menores	global			46,736
	Preparación Mina Superficial (Open Pit)	global			0
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE PADS				1,005,560
	Corte en Pad de Óxidos	m3	2.70	85,400.00	230,580
	Relleno en Pad Pila de Óxidos	m3	2.50	114,000.00	285,000
	Corte en Pad de Sulfuros	m3	2.70	97,000.00	261,900
	Relleno en Pad de Sulfuros	m3	2.50	70,500.00	176,250
	Eliminación de excedente de corte Pad de sulfuros	m3	0.82	26,500.00	21,730
	Corte y Transporte de Relaves de Cerro Alto d = 0,5 Km.	m3	1.75	17,200.00	30,100
3	SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE PADS				1,259,200
	Pad de Óxidos	m2	13.16	20,000.00	263,200
	Pad de Sulfuros	m2	12.45	80,000.00	996,000
4	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE POZAS				299,421
	Corte de Poza de Óxidos de PLS	m3	2.58	8,500.00	21,930
	Relleno de Poza de Óxidos de PLS	m3	2.50	4,500.00	11,250
	Eliminación de excedente de corte	m3	0.82	4,000.00	3,280
	Corte de Pozas de Sulfuros de PLS y ILS	m3	2.57	43,000.00	110,510
	Relleno de Pozas de Sulfuros de PLS y ILS	m3	2.50	4,200.00	10,500
	Eliminación de excedente de corte	m3	0.82	38,800.00	31,816
	Corte de Poza de Refino de Óxidos	m3	1.35	500.00	675
	Relleno de Poza de Refino de Oxides	m3	2.50	19,000.00	47,500
	Corte de Poza de Refino de Sulfuros	m3	1.09	3,000.00	3,270
	Relleno de Poza de Refine de Sulfuros	m3	2.50	3,700.00	9,250
	Corte de Poza de Grande Eventos	m3	1.29	1,000.00	1,290
	Relleno de Poza de Grande Eventos	m3	2.50	13,100.00	32,750
	Corte y Transporte de Relaves de Hotel d = 0,5 Km.	m3	1.75	5,800.00	10,150

	Corte y Transporte de Relaves del Hospital d = 0,5 Km.	m3	1.75	3,000.00	5,250
5	SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE POZAS				465,200
	Poza de PLS de Óxidos	m2	17.00	5,000.00	85,000
	Poza de PLS de Sulfuros	m2	17.00	7,300.00	124,100
	Poza de ILS de Sulfuros	m2	17.00	6,400.00	108,800
	Poza de Refino de Óxidos	m2	17.00	3,200.00	54,400
	Poza de Refino de Sulfuros	m2	17.00	3,200.00	54,400
	Poza de Grande Eventos	m2	7.00	5,500.00	38,500
6	CAMINO DE ACCESO				512,704
	Camino Principal	m	108,916.00	1.00	108,916
	Caminos zona industrial mina	m	403,788.00	1.00	403,788
7	BOTADERO DE RIPIOS				595,005
	Corte y Transporte de Relaves d = 0,5 Km.	m3	1.75	221,100.00	386,925
	Sistema de Revestimiento	m2	6.80	30,600.00	208,080
8	BOTADERO DE DESMONTE DE MINA				35,000
	Sistema de Drenaje	global	35,000.00	1.00	35,000
9	SISTEMA DE BOMBEO				1,196,426
	Tubería de Solución Poza Refino a Pad de Óxidos	m	57.50	850.00	48,875
	Tubería de Solución Poza Refino a Pad de Sulfuros	m	80.50	1,600.00	128,800
	Tubería de Solución Poza ILS a Pad de Sulfuros	m	57.50	1,250.00	71,875
	Tubería de Solución Pad de Óxidos a Poza PLS de Óxidos	m	63.50	278.00	17,653
	Tubería de Solución Pad de Sulfuros a Poza PLS de Sulfuros	m	63.50	54.00	3,429
	Tubería de Solución Pad de Sulfuros a Poza ILS de Sulfuros	m	63.50	154.00	9,779
	Tubería de Solución Poza PLS de Óxidos a Planta SX	m	57.50	600.00	34,500
	Tubería de Solución Poza PLS de Sulfuros a Planta SX	m	57.50	60.00	3,450
	Tubería de Agua de Lluvia a Poza Grandes Eventos	m	110.00	380.00	41,800
	Canal de contención Pads	m	40.10	1,850.00	74,193
	Canal botadero de Ripios	m	41.71	680.00	28,362
	Canal botadero desmonte de mina	m	34.71	1,100.00	38,184
	Estación de Bombeo en la Poza de PLS de Sulfuros	global	110,910.00	1.00	110,910
	Estación de Bombeo en la Poza de ILS de Sulfuros	global	90,811.00	1.00	90,811
	Estación de Bombeo en la Poza de PLS de Óxidos	global	90,811.00	1.00	90,811
	Estación de Bombas en la Poza de Refino de Sulfuros	global	110,910.00	1.00	110,910
	Estación de Bombas en la Poza de Refino de Óxidos	global	90,811.00	1.00	90,811
	Estación de Bombas reforzadora de Pad de Sulfuros	global	40,000.00	1.00	40,000
	Estación de Bombas en la Poza de Grandes Eventos (solo panel de control eléctrico)	global	81,273.00	1.00	81,273
	Misceláneos Sistema de Tuberías (válvulas, elevadores, etc.)	global	80,000.00	1.00	80,000
10	PLANTA CHANCADORA Y AGLOMERADOR				1,693,834
	Corte de Plataforma	m3	3.19	83,800.00	267,322
	Relleno de Plataforma	m3	2.50	5,700.00	14,250
	Equipamiento Planta Chancadora y Aglomerador	global	1,320,376.00	1.00	1,320,376
	Obras Civiles	global	91,886.00	1.00	91,886
11	SISTEMA DE TRANSPORTE Y APILADO				515,000

	Sistema de Faja Transportadora Usada	m	700.00	600.00	420,000
	Apilador Radial	global	95,000.00	1.00	95,000
12	PLANTAS DE SX y CRISTALIZACIÓN				2,044,971
	Corte de Plataforma de Planta	m3	2.52	34,000.00	85,680
	Relleno de Plataforma de Planta	m3	2.50	8,000.00	20,000
	Eliminación de excedente de corte	m3	0.82	26,000.00	21,320
	Equipamiento Planta SX y Cristalización	global	1,739,950.00	1.00	1,739,950
	Obras Civiles Planta SX y Cristalización	global	178,021.00	1.00	178,021.00
13	SUMINISTRO DE AGUA FRESCA				513,229
	Suministro de agua principal		1,142,513.00	0.33	380,838
	Linea de agua zona industrial mina		132,391.00	1.00	132,391
14	AGUAS RESIDUALES				54,749
	Aguas Residuales	global	54,749.00	1.00	54,749
15	ELECTRICIDAD				1,205,365
	30 Km. de nueva Línea de Transmisión (60% asumido por el cliente) Subestación Principal Subestación y Transformador en la Planta de Agitación Subestación y Transformador en la Planta de Chancado Línea de Transmisión Interna Materiales Eléctricos Instrumentación	global			1,205,365
	SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS				12,377,117
16	COSTOS INDIRECTOS				1,333,000
	Estudio de Factibilidad - Permisos	global	282,000.00	1.00	282,000
	Estudio Geotécnico	global	60,000.00	1.00	60,000
	Diseño de Detalle Pads y Pozas	global	75,000.00	1.00	75,000
	Ingeniería, Procura (aprox. 10% de la parte Mecánica/Eléctrica)	10%	520,000.00	1.00	520,000
	Costo del Propietario	global	120,000.00	1.00	120,000
	Flete y Aduanas	global	76,000.00	1.00	76,000
	Repuestos	global	200,000.00	1.00	200,000
	SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS	US\$			1,333,000
	Costos Directos más Indirectos	US\$			13,710,117
	Contingencia (10 %)				1,371,012
	COSTO DE CAPITAL (CAPEX)	US\$			15,081,129

6.1.2 Exclusiones del Costo de Capital

Los siguientes ítems no están incluidos o cubiertos por los estimados del costo de capital:

- Cambios en los diseños y especificaciones técnicas
- Modificaciones en las condiciones del terreno
- Conflictos laborales
- Requerimientos adicionales de permisos y licencias
- Gastos de exploración
- Costos de capital de trabajo
- Costos por acelerar el cronograma de construcción

6.1.3 Cronograma de Desembolsos – Construcción del Proyecto

Para la construcción del proyecto se ha elaborado un cronograma de desembolsos mostrado en el cuadro N° 6.2, el cual permite la administración adecuada del capital a invertirse y garantiza la culminación de la etapa de construcción dentro del programa de inversión establecido.

Cuadro N° 6.2
Cronograma de Desembolsos de Construcción del Proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO MENSUAL									TOTAL
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	
1	PREPARACIÓN DE MINA Y EQUIPAMIENTO	224,989	316,987	150,373	164,393	115,366	9,347	-	-	-	981,455
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE PADS	-	-	30,100	276,056	436,172	263,232	-	-	-	1,005,560
3	SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE PADS	-	-	-	-	-	453,880	506,520	298,800	-	1,259,200
4	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE POZAS	-	-	30,683	78,053	95,950	60,695	387	26,974	6,679	299,421
5	SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE POZAS	-	-	-	-	-	189,380	237,320	-	38,500	465,200
6	CAMINO DE ACCESO	-	32,675	83,945	153,811	121,136	100,947	20,189	-	-	512,703
7	BOTADERO DE RIPIOS	-	-	38,693	87,058	87,058	87,058	87,058	83,232	124,848	595,005
8	BOTADERO DE DESMONTE DE MINA	-	-	-	-	-	-	-	-	35,000	35,000
9	SISTEMA DE BOMBEO	-	-	22,258	29,677	169,000	22,910	102,715	382,401	467,465	1,196,426
10	PLANTA CHANCADORA Y AGLOMERADOR	-	-	-	112,629	168,943	36,754	319,207	528,150	528,150	1,693,833
11	SISTEMA DE TRANSPORTE Y APILADO	-	-	-	103,000	-	412,000	-	-	-	515,000
12	PLANTAS DE SX Y CRISTALIZACIÓN	-	-	695,980	-	42,272	134,135	422,100	347,990	402,494	2,044,971
13	SUMINISTRO DE AGUA FRESCA	152,335	76,168	115,885	115,885	52,956	-	-	-	-	513,229
14	AGUAS RESIDUALES	-	-	-	-	-	-	-	32,849	21,900	54,749
15	ELECTRICIDAD	241,073	361,610	241,073	301,341	60,268	-	-	-	-	1,205,365
	SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS	618,397	787,440	1,408,990	1,421,903	1,349,121	1,770,338	1,695,496	1,700,396	1,625,036	12,377,117
16	COSTOS INDIRECTOS	254,713	270,893	177,393	84,333	76,733	72,933	125,333	125,333	145,333	1,332,997
17	Contingencia	152,335	152,335	152,335	152,335	152,335	152,335	152,335	152,335	152,335	1,371,015
	COSTO DE CAPITAL CAPEX	1,025,445	1,210,668	1,738,718	1,658,571	1,578,189	1,995,606	1,973,164	1,978,064	1,922,704	15,081,129

6.2 ESTIMADOS DE COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación para el proyecto en su etapa de funcionamiento fueron estimados basados en la combinación de los costos históricos de similares operaciones y las estimaciones calculadas para este tipo de operaciones. El costo de operación fue estimado para las dos etapas del proyecto. La primera etapa considera la operación de los dos primeros años y comprende la producción de cristales de sulfato de cobre y la segunda etapa que se inicia en tercer año de operación considera producción de cátodos de cobre, para lo cual se instalará una planta de electro obtención (EW) en el sitio. En el Cuadro N° 6.3 se muestra el detalle de los costos de operación por cada etapa y tipo de material a explotarse.

**Cuadro N° 6.3
Costos de Operación**

COSTOS DE PRODUCCION	UNID	SULFUROS		OXIDOS		RELAVES	
		I ETAPA	II ETAPA	I ETAPA	II ETAPA	I ETAPA	II ETAPA
Mina	US \$/lbs	0.26	0.25	0.16	0.00	0.07	0.08
Tratamiento Seco	US \$/lbs	0.07	0.08	0.11	0.00	0.10	0.11
Lixiviación	US \$/lbs	0.03	0.03	0.03	0.00	0.02	0.02
Extracción por solventes	US \$/lbs	0.07	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07
Producción sulfato de cobre	US \$/lbs	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Administración y otros	US \$/lbs	0.03	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03
Flete	US \$/lbs	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00
Electrodeposición	US \$/lbs	0.07	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07
Conversión a Acuoso	US \$/lbs	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
TOTAL	US \$/lbs	0.66	0.54	0.60	0.00	0.49	0.39

6.2.1 Minado Subterráneo

El costo de operación de la mina subterránea fue estimado basado en el plan de minado. Se ha considerado una producción nominal de 1,400 tpd para la primera etapa y 1,800 tpd para la segunda etapa. En Cuadro N° 6.4 se muestra el detalle de los costos operativos de las actividades directas, mano de obra y servicios auxiliares.

**Cuadro N° 6.4
Costos de Operación Minado Subterráneo**

Item	Actividad	Costo (US\$/tms)	
		I Etapa	II Etapa
1	Carguío (6 yd3) LHD @ 100m	0.58	0.58
2	Transporte @ 2.5 Km.	1.03	1.03
3	Perforación	0.99	0.99
4	Voladura	0.76	0.76
5	Sostenimiento	0.53	0.53
6	Preparación	0.34	0.34
7	Taladros para Rec. Geológico	0.5	0.3

	Sub - Total Costo Directo	4.73	4.54
1	Supervisión	0.7	0.55
2	Mantenimiento	0.17	0.13
3	Mano de Obra Directa	0.93	0.72
	Sub - Total Mano de Obra	1.8	1.4
1	Equipos de Apoyo	0.58	0.45
2	Ventilación	0.05	0.05
3	Energía Eléctrica	0.43	0.43
4	Agua	0.05	0.05
5	Drenaje	0.05	0.05
6	Sub - Total Servicios Auxiliares	1.17	1.04
	TOTAL	7.7	6.98

El costo de operación considera los siguientes componentes:

- Supervisión y dirección técnica.
- Mano de obra para operaciones y mantenimiento de equipos.
- Costos directos de minado incluyen: perforación, voladura, carguío, transporte etc.
- Labores de sostenimiento incluyendo pernos de anclaje y malla metálica.
- Servicios auxiliares incluyendo ventilación, suministro de energía eléctrica y agua, aire comprimido, mantenimiento de vías, etc.

Las bases para la estimación de los costos de operación se describen a continuación:

- Los costos están estimado en un nivel de precisión de +/- 20%.
- Los costos son expresados en dólares americanos y no considera el efecto de ajustes por inflación.
- El costo de la mano de obra esta basado tomando como referencia los salarios básicos que se utilizan en diferentes operaciones, á este salario

básico se le ha añadido los beneficios sociales de acuerdo a la legislación peruana vigente.

- El costo para el suministro de energía eléctrica está basado en la información proporcionada por Electrosur S.A.
- Los costos de mantenimiento y operación de los equipos están basados en experiencias de operaciones similares.
- Se incluye el costo de perforaciones con taladros cortos para la delimitación de los mantos mineralizados.
- Inversiones en desarrollo de la mina durante la etapa de operación no están incluidas en el costo de operación.
- No se está incluyendo contingencias en el costo de operación.

6.2.2 Minado Superficial

Los costos de operación para el minado superficial (Open Pit) fueron estimados, basados en el plan de minado. Para la explotación de las reservas probadas probables, mediante el minado superficial se propone la contratación de equipos de movimiento de tierras a terceros, mientras que la dirección técnica y ejecución de los trabajos estarán bajo el control de la propia empresa.

La propuesta de alquiler de equipos para el minado superficial se debe a dos principales aspectos:

- Vida útil de los tajos abiertos (Open Pit) dos años como máximo.
- Disponibilidad de equipos en el mercado peruano a costos competitivos.

Los costos estimados para el minado superficial es de 1.341 US\$ / tms para el mineral y de 1.051 US\$ / tms para el desmonte. Estos costos incluyen las

actividades desbroce, perforación, voladura, remoción, carguío, transporte, mantenimiento de botadero y vías. El resumen de estos costos se observa en el Cuadro N° 6.5. La relación de desbroce calculado es de 1.69 tms – desmonte sobre 1.0 tms – de mineral (S/R: 1.69/1). Con esta relación de desbroce el costo de operación para el minado superficial es de 3.117 US\$ / tms.

**Cuadro N° 6.5
Costos de Operación Minado Superficial**

Ítem	Descripción	Total US\$/tms
I	Mineral	
1	Perforación y Voladura	0.502
2	Remoción (Tractoreo)	0.098
3	Carguío	0.195
4	Transporte (d = 1.2 Km.)	0.432
5	Mantenimiento de Botadero	0.06
6	Mantenimiento de Vías	0.054
Total		1.341
II	Desmonte	
1	Perforación y Voladura	0.421
2	Remoción (Tractoreo)	0.096
3	Carguío	0.2
4	Transporte (d = 0.75 Km.)	0.278
5	Mantenimiento de Botadero	0.03
6	Mantenimiento de Vías/Desmonte	0.027
Total		1.051

6.2.3 Explotación de Relaves

El tratamiento de los relaves antiguos, producto de la anterior operación de mina, permitirá mejorar la rentabilidad del proyecto. Para su explotación se desarrollarán únicamente las actividades de remoción, carguío y transporte hacia la planta de chancado – aglomeración para su mezclado con los óxidos y sulfuros y posterior proceso de lixiviación.

El costo previsto para la explotación de los relaves es de 1.41 US\$ / tms. El resumen de este costo se observa en el Cuadro 6.6.

Cuadro N° 6.6
Costos de Operación Explotación de Relaves

Actividad	US\$/tms
Remoción & Carguío	0.34
Transporte @ 2.5 Km.	1.07
TOTAL	1.41

6.2.4 Planta de Procesos

Los costos de la planta de procesos tienen como base la producción de óxidos, sulfuros y relaves en las siguientes escalas:

- Sulfuros provenientes de la mina subterránea de 1400 tpd durante la I Etapa y 1,800 tpd en la II Etapa, el cual se inicia en el tercer año de operación.
- Producción de óxidos mediante el minado superficial (Open Pit), las reservas solo permitirán abastecer de este mineral a la planta durante la I Etapa, el minado superficial aportará a la planta con 800 tpd.
- Explotación de los relaves, en combinación con los sulfuros en una proporción de 1:7. y en combinación con los óxidos en una relación de 1:3. Los relaves serán tratados en combinación con los sulfuros a lo largo de la vida de la mina.

Para determinar los costos de operación de la planta de procesos, se ha utilizado la información de costos de operación similares. En el Cuadro N° 6.7 se observa el detalle de los costos de operación para la planta de procesos.

Cuadro N° 6.7
Costos de Operación Planta de Procesos

Tratamiento Seco	Unid.	Relaves	Óxidos	Sulfuros
Superint. Planta	US\$/TM	0.083	0.083	0.083
Metalurgia Laboratorio.	US\$/TM	0.191	0.191	0.191
Chancado	US\$/TM	0.34	0.34	0.34
Aglomerado	US\$/TM		0.72	0.72
Transporte	US\$/TM	0.352	0.352	0.352
Construcción Pilas	US\$/TM		0.264	0.264
Apilamiento	US\$/TM	0.217	0.217	0.217
Total	US\$/TM	1.184	2.168	2.168
Tratamiento Soluciones	Unid.	Relaves	Óxidos	Sulfuros
Lixiviación	US\$/lb.	0.02	0.028	0.028
Extracción por Solventes	US\$/Lb.	0.07	0.07	0.07
Producción de Sulfato Cobre	US\$/Lb.	0.005	0.005	0.005
Producción de Cátodos de Cobre	US\$/Lb.	0.07	0.07	0.07
Total	US\$/Lb.	0.165	0.173	0.173

6.2.5 Costos Administrativos

La estimación de los costos administrativos fue estimada basada en la experiencia de las operaciones del Grupo Milpo, el estimado del costo operativo es de US\$.045 M por año.

6.2.6 Costo Suministro de Energía Eléctrica

El proyecto Chapi en su primera fase tendrá un producto final de cristales de sulfato de cobre, el cual requiere una demanda promedio del orden de **2,225 Kw.**

y una máxima demanda de **2,780 kw**. El costo de energía es del orden de **US\$ 0.0547/Kwh.**, con un factor de potencia del orden de 85% y un factor de carga de 0.80.

En la segunda fase en donde se efectuará el proceso de electro - obtención tendrá como producto final cobre electrolítico refinado. La demanda promedio se incrementa a 3920 Kw. y la máxima demanda es del orden de 4,898 Kw., con un costo de energía del orden de US\$ 0.0541/ Kwh., factor de potencia de 85% y un factor de carga combinado del orden de 0.83.

6.2.7 Costos de Transporte

El transporte de los cristales de sulfato de cobre embalados en bolsas Big Bag de 1,000 TM será a través de camiones de 30 toneladas de capacidad, la distancia de transporte es aproximadamente 2,400 km. Con estas consideraciones se ha solicitado cotizaciones a proveedores de este servicio, habiéndose obtenido una propuesta de CONSORCIO MINERO PACIFIC S.A.C., empresa peruana dedicada a diversos servicios en el sector: Minería, Construcción y Transporte en General, la propuesta de esta empresa es de US\$ 52.00 por TM, lo cual equivale a US\$ 0.10 por libra de cobre fino.

A partir del tercer año de operación se pondrá en operación una planta de electro obtención (EW), con lo cual se procederá al refinado del cobre y el producto final a obtenerse será los cátodos de cobre, listos para su comercialización. En esta fase no se ha considerado costo alguno para el transporte.

6.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

La evaluación económica del proyecto está basada en el plan de minado, en los costos de capital, costos de operación, recuperación del mineral lixiviable considerados en el presente informe y la cotización internacional del precio del cobre. La evaluación económica demuestra una tasa interna de retorno (TIR) del 15%, con un valor actual neto (VAN) de US\$ 3.0 M, con tasa de descuento del 12%. Las principales variables sensibles del proyecto son el precio del cobre y la performance de recuperación en las pilas de lixiviación.

La presente evaluación económica incluye el efecto del pago por el 1% de regalías mineras, recientemente aprobado por el gobierno, estas regalías ascienden a US\$ 0.144M por año.

Varios aspectos de especial importancia se han identificado en la evaluación económica, estos aspectos se mencionan a continuación:

- Sostenibilidad del precio internacional del cobre.
- Mejoras en la recuperación del mineral lixiviable.
- Reducción del costo de capital, mediante la tercerización de las actividades del chancado y el suministro de energía eléctrica.
- Incremento de las reservas, para la estimación de las reservas no se ha incluido los recursos potenciales, esto podría incrementar la vida del proyecto.
- El incremento de la producción basado en las reservas potenciales podría significar mejoras sustanciales en la rentabilidad del proyecto.

6.3.1 Bases para la Evaluación

La evaluación financiera fue estimada tomando en consideración:

- Producción de 80 TM de cristales sulfatos de cobre en la I Etapa, esta producción en su totalidad sería transportada hacia la Mina Iván para su refinado.
- Producción de 20 TM de cátodos de cobre, esta etapa se inicia en el tercer año de operación y los cátodos de cobre refinados se obtendrían en la planta de electro obtención (EW) instalado en el sitio.

En el Cuadro N° 6.8 se muestra los principales supuestos utilizados en la evaluación económica del proyecto.

Cuadro N° 6.8

Valores Asumidos para la Evaluación Económica

Parámetros	Unidad	I Etapa	II Etapa
Precio de los Metales			
Cobre	US\$ /lbs	0.91	0.91
Recuperación			
Sulfuros	%	0.75	0.75
Óxidos	%	0.8	0.8
Relaves	%	0.9	0.9
Costos			
Flete a Iván	US\$ /lbs	0.1	
Electrodeposición	US\$ /lbs	0.07	0.07
Conversión a Acuoso	US\$ /lbs	0.02	

6.3.2 Resumen del Flujo de Caja

El cuadro N° 6.9 muestra un resumen del flujo de caja. En el cuadro se puede observar la inversión inicial prevista para año "0" es de US\$ 15 M y en el año "2" es de US\$ 7.0 M, la principal inversión en el segundo año está destinada a la instalación de la planta de electro obtención (EW). Con la puesta en operación de la planta de electro obtención (EW) el costo de operación se reduce en 0.12 US\$ / las aproximadamente.

**CUADRO 6.9
FLUJO DE CAJA PROYECTADO**

Flujo de Caja	US\$000	US\$/ton	US\$/lb															Total
		2,000	0.91	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	
Sulfuros																		
Ingresos por Ventas	US\$000	-	11,547	9,394	13,713	13,668	13,726	13,669	13,711	13,736	13,730	13,669	13,763	13,793	13,793	7,933	-	179,844
Costos Operativos	US\$000	-	(8,162)	(6,968)	(7,965)	(7,956)	(7,967)	(7,957)	(7,965)	(7,969)	(7,968)	(7,956)	(7,596)	(7,382)	(7,382)	(3,986)	-	(105,179)
Utilidad Operativa	US\$000	-	3,385	2,426	5,748	5,712	5,758	5,712	5,747	5,767	5,762	5,712	6,168	6,411	6,411	3,947	-	74,666
Oxidos																		
Ingresos por Ventas	US\$000	-	1,704	3,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,604
Costos Operativos	US\$000	-	(1,103)	(2,523)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(3,626)
Utilidad Operativa	US\$000	-	602	1,377	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,978
Relaves																		
Ingresos por Ventas	US\$000	-	1,149	1,121	691	691	691	691	691	691	691	691	637	606	606	286	-	9,931
Costos Operativos	US\$000	-	(569)	(624)	(293)	(293)	(293)	(293)	(293)	(293)	(293)	(293)	(271)	(257)	(257)	(128)	-	(4,452)
Utilidad Operativa	US\$000	-	580	497	397	397	398	397	397	398	398	397	367	349	349	158	-	5,478
Ingresos por Ventas	US\$000	-	14,400	14,414	14,403	14,359	14,417	14,360	14,402	14,427	14,421	14,359	14,401	14,399	14,399	8,219	-	195,379
Costos Operativos	US\$000	-	(9,833)	(10,115)	(8,258)	(8,250)	(8,261)	(8,250)	(8,258)	(8,263)	(8,261)	(8,250)	(7,866)	(7,639)	(7,639)	(4,114)	-	(113,257)
Regalias (1%)	US\$000	-	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(144)	(82)	-	(1,954)
Flujo de Caja Libre	US\$000	-	4,423	4,155	6,001	5,965	6,012	5,966	6,000	6,020	6,015	5,966	6,390	6,616	6,616	4,023	-	80,168
Inversiones	US\$000	(15,081)	(604)	(7,092)	(1,583)	(2,246)	(1,891)	(1,974)	(1,704)	(1,737)	(225)	(94)	-	-	-	-	-	(34,232)
Impuestos y participaciones	US\$000	-	-	(1,016)	(640)	(1,227)	(1,100)	(1,004)	(848)	(708)	(509)	(467)	(416)	(2,275)	(2,355)	(2,355)	(1,432)	(16,353)
Flujo de Caja Neto	US\$000	(15,081)	3,819	(3,953)	3,778	2,492	3,020	2,988	3,448	3,575	5,281	5,405	5,974	4,341	4,261	1,668	(1,432)	29,583
		VAN @ 12%	3,213															
		VAN @ 10%	5,794															
		VAN @ 8%	8,893															
		TIR	15%															
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	
Costo de Producción Promedio - US\$ / lb			0.62	0.64	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.50	0.48	0.48	0.45	

CONCLUSIONES

La ejecución de este interesante proyecto, ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

- a.- La evaluación económica del proyecto indica que éste es totalmente viable, dado el resultado del flujo de caja mostrado, el cual indica un valor presente neto (VAN promedio de US\$ 5794000) y una tasa interna de retorno de 15%. Estas cifras presentadas fueron obtenidas considerando un escenario muy moderado, es decir con unos precios del cobre de solo 0.91 centavos/libra, lo cual contrasta notablemente con los precios actuales de este metal, que está durante los últimos tres años superando sobradamente los US\$3 la libra.
- b.- Las condiciones generales de operación de una planta SX dependen fundamentalmente del tipo de soluciones de lixiviación a tratarse y de los resultados que deseen obtener. Las condiciones de operación pueden variar sustancialmente de una planta a otra, muchos de los resultados mostrados no son extrapolables a otros minerales, siendo necesario efectuar pruebas a escalas de laboratorio, de planta pilotos y/o experimentales para definir la aplicabilidad del proceso y para definir los parámetros de diseño.
- c.- La ejecución del proyecto "Chapi" demandó un periodo de 6 meses de ingeniería y 11 meses de construcción, se identificaron las actividades críticas que pueden afectar la culminación de la construcción del proyecto en el plazo previsto; estas son: el tendido de las líneas de energía eléctrica, el suministro del equipamiento mecánico y eléctrico para la planta de procesos, la instalación de la línea de agua principal y la aprobación del estudio de impacto ambiental (EIA).

El desarrollo del proyecto fue del tipo fast track si bien es cierto se incurre en re-procesos, nos permitió cumplir con los plazos exigidos.

- d.- Durante la ejecución del proyecto fue necesario efectuar cambios de ingeniería al proceso, tal como el reemplazo de secadores centrifugos de canastos por zarandas de alta frecuencia y horno rotatorio.

El sistema de bombeo arranco dos meses antes para iniciar el riego de los pads de óxidos (pilas formadas por ripios encontrados de la anterior operación minera). Se puso en marcha la planta y transcurrieron tres meses para la puesta a punto, a partir del cual se inicio la producción de las 80 toneladas de sulfato de cobre. Posteriormente después de 8 meses aproximadamente de operación, se tuvo que modificar el circuito de secado; ahora el circuito estaría compuesto por una zaranda de alta frecuencia y un secadora centrifuga, el horno fue retirado, mejorando notablemente el producto, posteriormente después de aproximadamente un año de operación la planta alcanzo a procesar picos de 100 toneladas de producto por día. Durante su segundo año de operación, "Chapi" logró un incremento de 35% en la producción de cobre fino.

- e.- Con la finalidad de aprovechar el expertise del personal del Grupo Milpo en la operación de planta de procesos mediante lixiviación; se emplearon técnicos especialistas en esta materia proveniente de las operaciones de Minera Rayrock (Milpo / Antofagasta Chile). Personal del grupo de ingeniería y operación se capacitaron en Rayrock. El proyecto en su integridad fue construido por personal peruano tanto en la dirección técnica como en mano de obra especializada.

BIBLIOGRAFIA

Basic Mineral Processing

Autor: Metso Minerals

Editorial Infometso; edición 2002

País: Brasil

Manual de Britagen

Autor: Metso Minerals

Editorial: Anepac; 6ta edición año 2005

País: Brasil

Seminario "Estado del arte de lixiviación en Pilas, Extracción por Solventes".

Autores: Olga Alfaro Toledo, Freddy Olivares Sandoval, Oswaldo Herreros Romero, Roberto Quiroz López

Editorial: Universidad de Antofagasta; año 2000

País Chile

Teoría y Práctica de Extracción Por Solventes.

Autor: Andrés Reghezza

Editorial: Universidad de Antofagasta; año 2002

País Chile

Hidráulica de tuberías:

Autor Juan G. Saldarriaga V

Editorial: MC Graw Hill; año 2004

País: Colombia

Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias

Autor: C. J. Geankopolis

Editorial: Cecsa, tercera edición, año 1998

País México

Manual "Cameron Hydraulic Data"

Autor: C.C. Heald

Editorial Flowserve, Novena Edición, año 2002

País: Estados Unidos

Manual Pump Engineering Manual

Autor: R.E Syska y J.R. Birk

Editorial: Flowserve corporation, año 1980

País Estados Unidos

Catalogo Link-Belt Screw conveyors

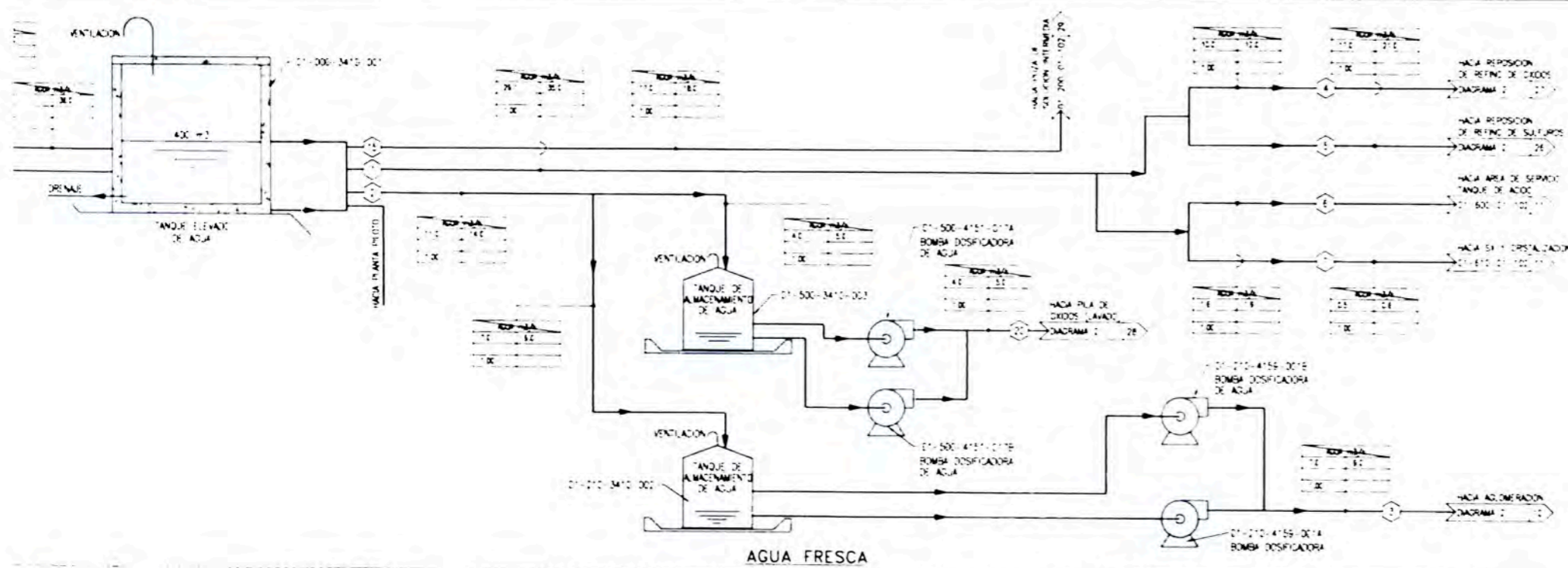
Autor: FMC Corporation

Editorial: FMC Corporation, Año 1991

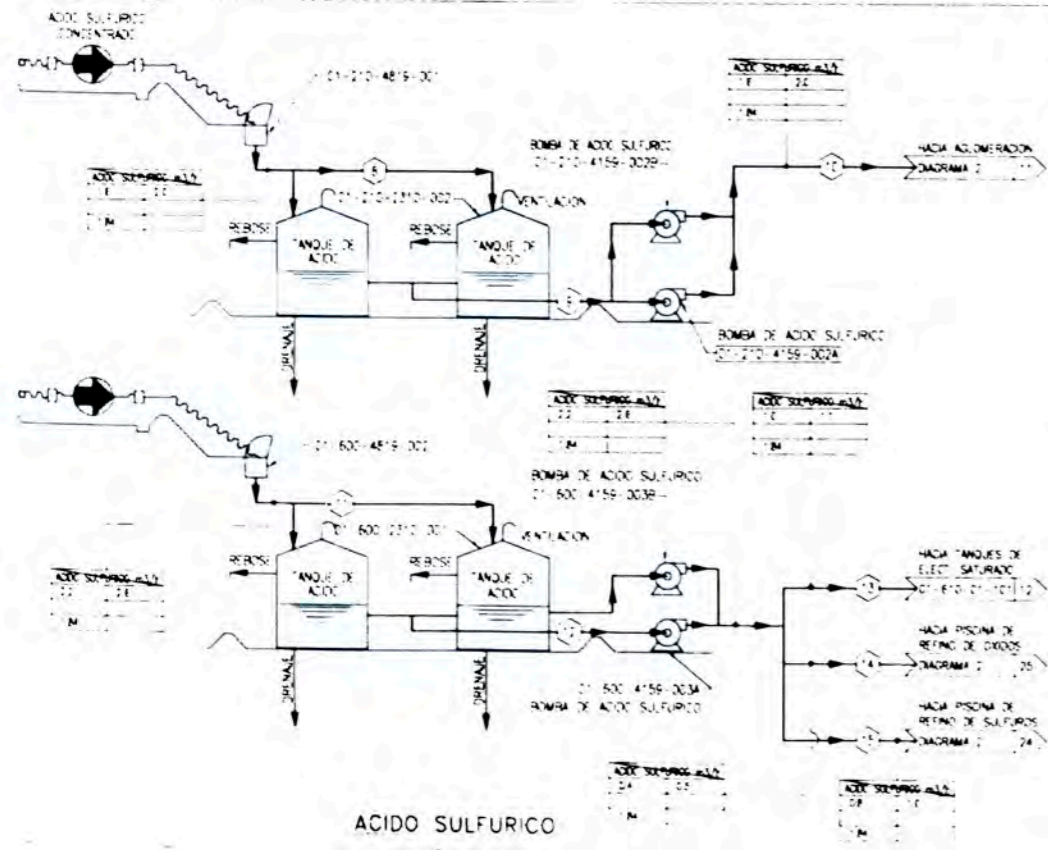
País: Estados Unidos

PLANOS

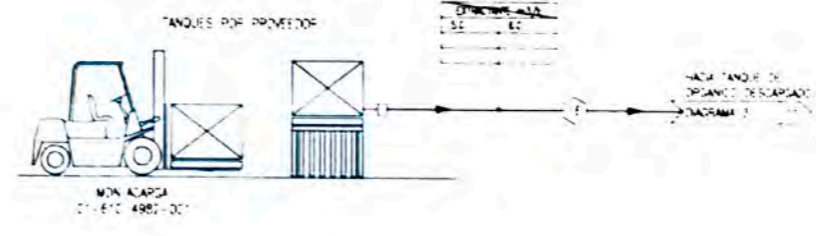
ITEM	TITULO	ÁREA	PLANO N°
1	Diagrama de flujo de procesos	Área general	Diagrama N° 01
2	Diagrama de flujo de procesos	Área de chancado y aglomeración, y pozas de lixiviación	Diagrama N° 02
3	Diagrama de flujo de procesos	Área de extracción Sx	Diagrama N° 03
4	Diagrama de flujo de procesos	Área de cristalización	Diagrama N° 04
5	Ubicación de instalaciones	Área general	AG-000-01
6	Arreglo general planta de Procesos	Área general	AG-000-02
7	Arreglo general planta de Chancado	Área chancado	AG-000-03
8	Arreglo general planta Sx, Cristalización	Área general	AG-000-04



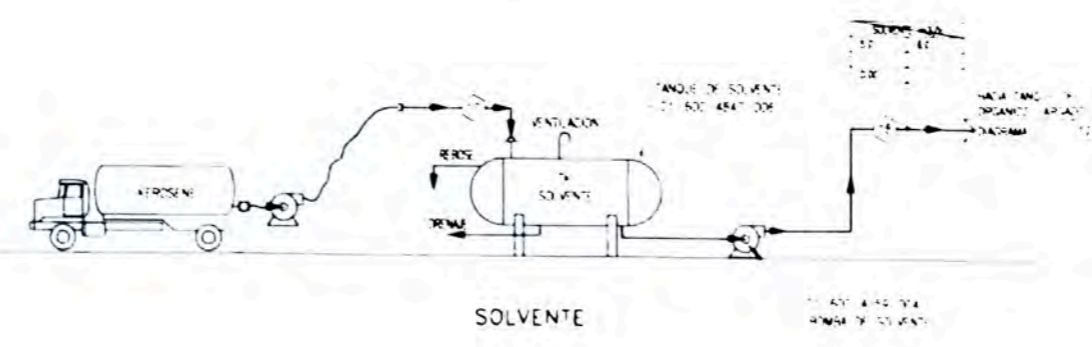
AGUA FRESCA



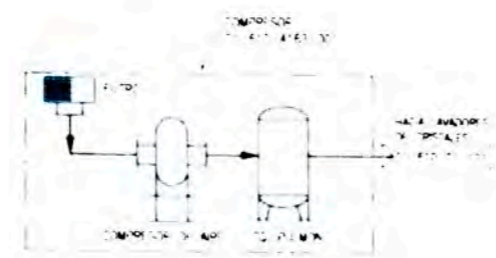
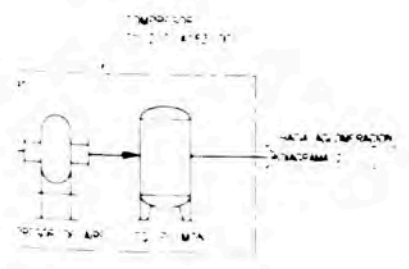
ACIDO SULFURICO



EXTRACTANTE



SOLVENTE



DESEL (FUTURO)

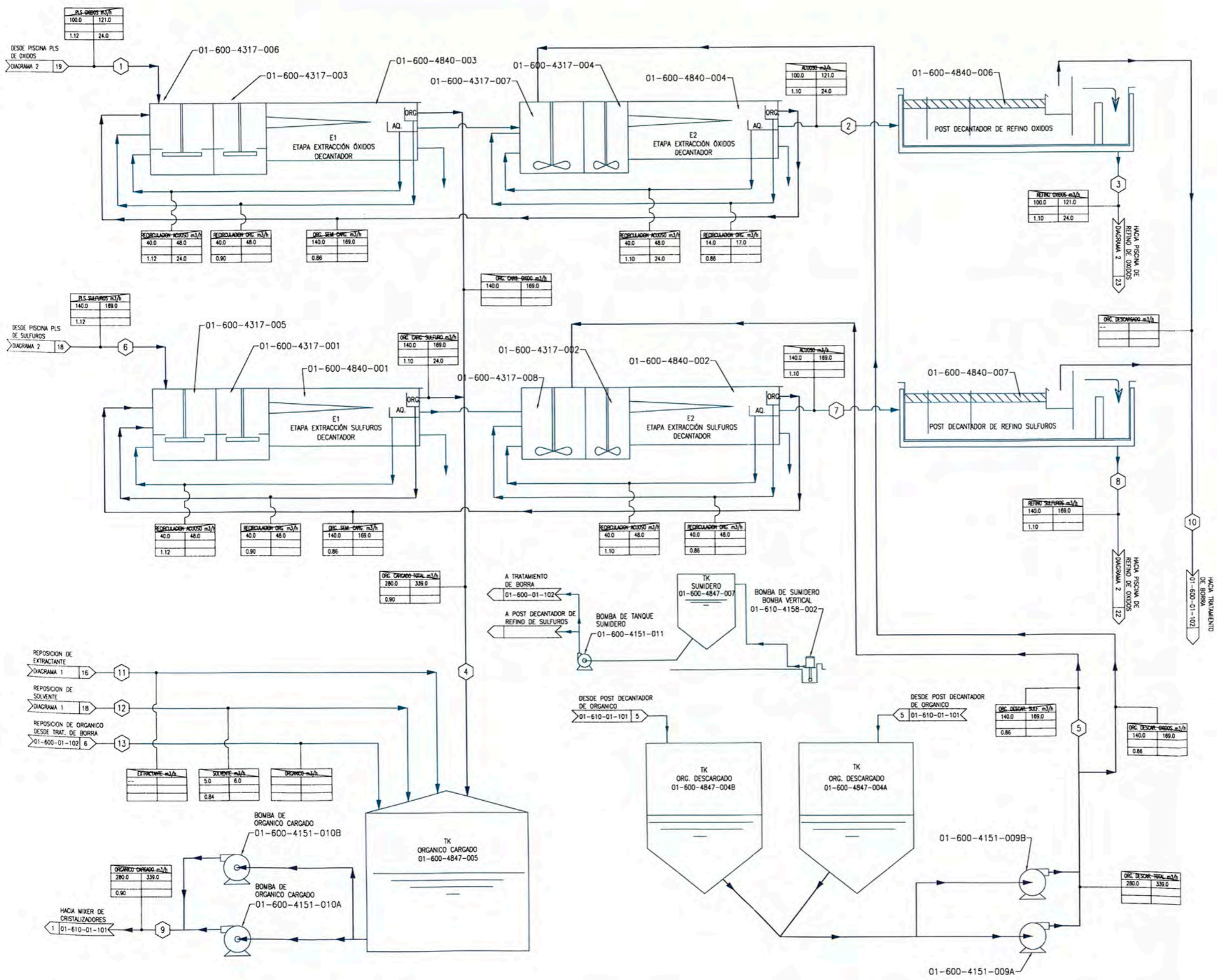
OSI 40	OSI 40
MA	MA
NOMBRE DE FLUJO	
SOLUCION 111	SOLUCION 112
SOLUCION 113	SOLUCION 114
SOLUCION 115	SOLUCION 116

RESUMEN DE CANTIDAD DE AGUA

PLANTA 54	35 m ³ /h
PLANTA AGUARDADOR + PLAS DE LAVADO	14 m ³ /h
MINA	35 m ³ /h
CAJAMAYO	120 m ³ /h
TOTAL	204 m ³ /h = 27.98

LEYENDA

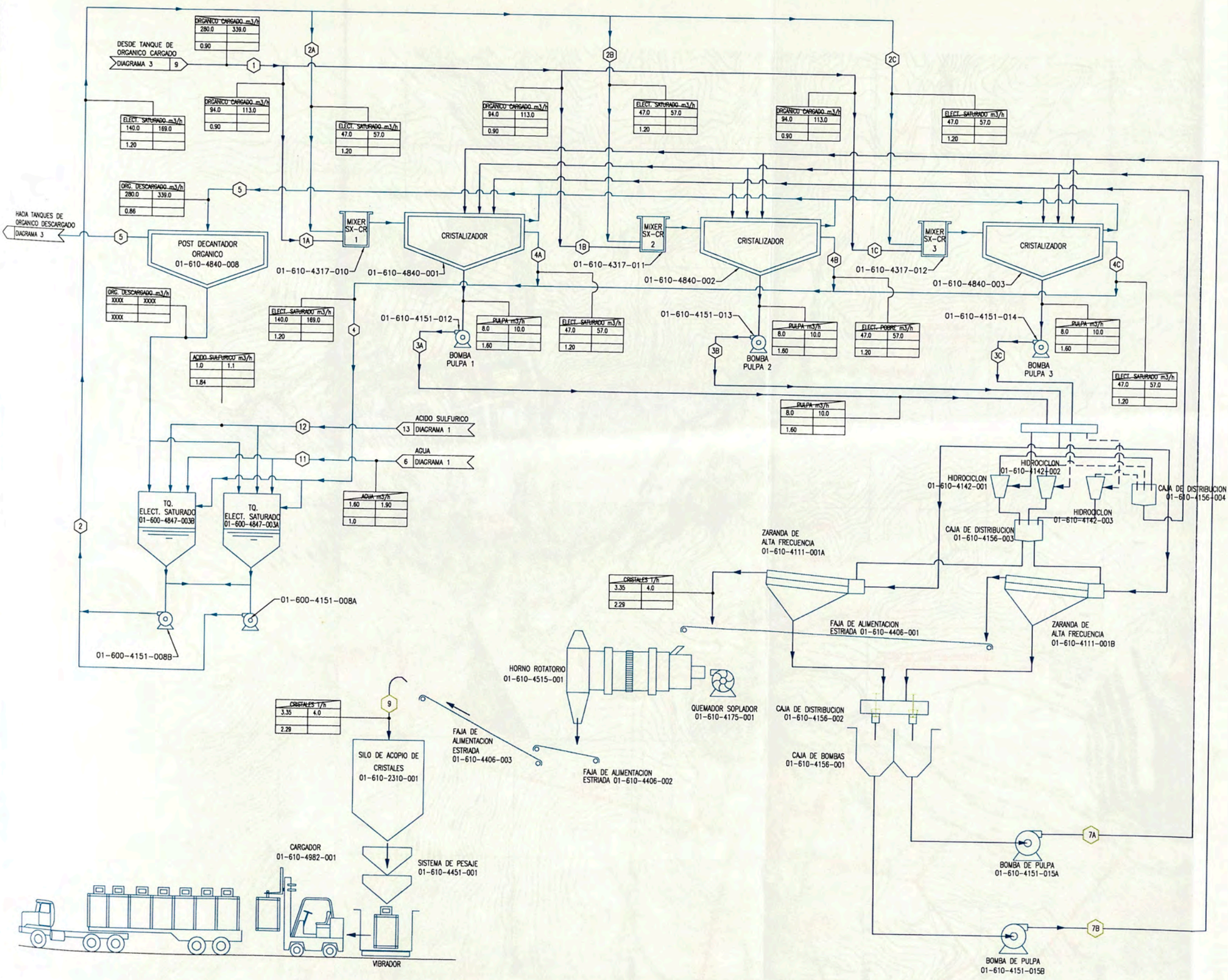
DISEÑO MIN.	DISEÑO MAX.	NOMBRE DEL FLUJO
		SOLUCION m3/h
		SOLUCION t/h
		S.G. LIQUIDO
		HRS / DAY

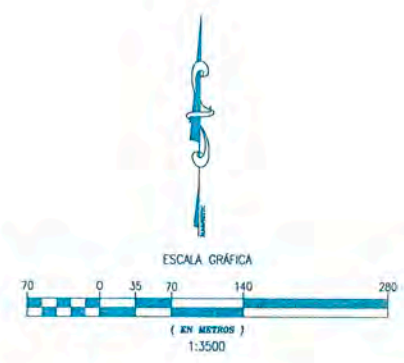
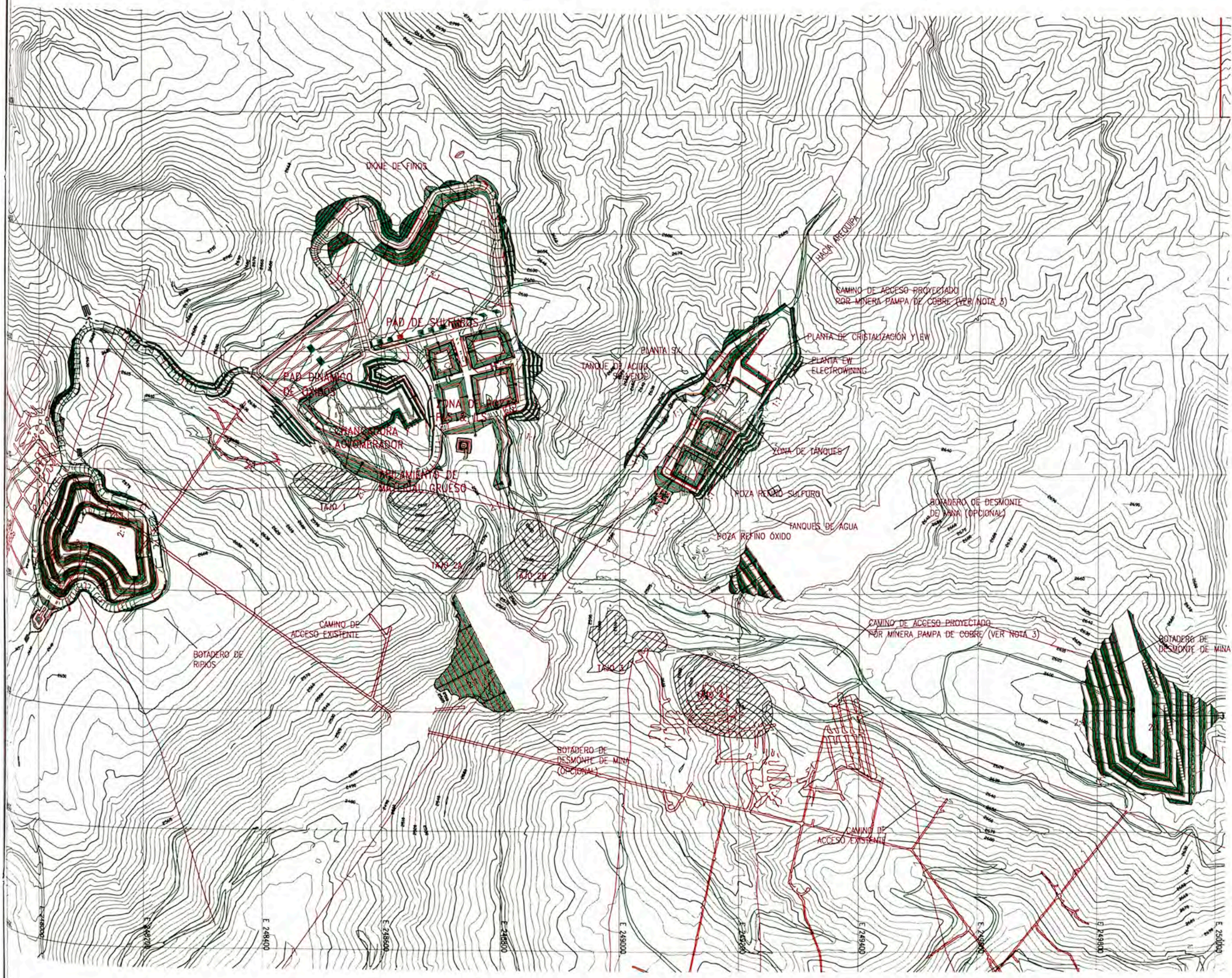


CLIENTE: **MINERA PAMPA DE COBRE S.**
INGENIERIA PROYECTO CHAPI
 AREA DE EXTRACCION SX
 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

LEYENDA

DISEÑO MIN.		DISEÑO MAX.	
NOMBRE DEL FLUJO			
SOLUCION m ³ /h	SOLUCION m ³ /h	SOLUCION m ³ /h	SOLUCION m ³ /h
SOLUCION l/h	SOLUCION l/h	SOLUCION l/h	SOLUCION l/h
S.G. LIQUIDO	S.G. LIQUIDO	HRS / DAY	HRS / DAY





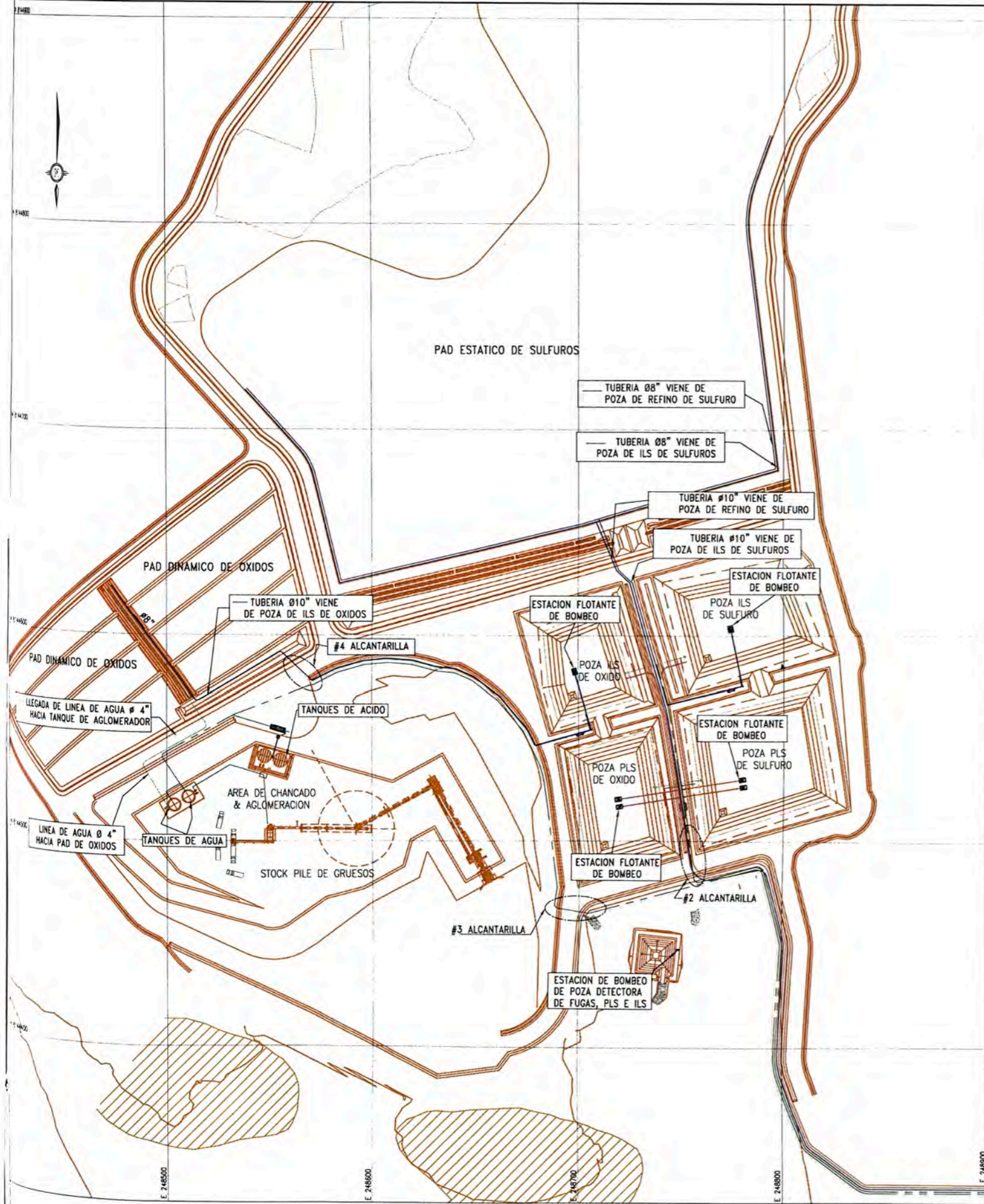
LEYENDA	
TOPOGRAFIA EXISTENTE	
TOPOGRAFIA PROYECTADA	
TAJO	
LIMITE DE BENEFICIO	
LIMITE DE DENUNCIOS	
CAMINO DE ACCESO EXISTENTE	
CAMINO DE ACCESO PROYECTADO POR MINERA PAMPA DE COBRE (VER NOTA 3)	
BOCAMINA	
LIMITE DE CORTE Y RELLENO	
CONSTRUCCIONES EXISTENTES	
FALLA	
ALCANTARILLA PROYECTADA	

- NOTAS:**
1. LA BASE TOPOGRAFICA FUE PROPORCIONADA POR MINERA PAMPA DE COBRE S.A. EL 18 DE NOVIEMBRE DEL 2004.
 2. TODAS LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES EN EL AREA DEBERAN SER REMOVIDAS Y/O REUBICADAS (DE SER NECESARIO) ANTES DEL INICIO DE LA CONSTRUCCION, DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DE MINERA PAMPA DE COBRE.
 3. LOS CAMINOS DE ACCESO DESDE EL CONTROL DE INGRESO A LA MINA HASTA EL AREA DE PLANTAS SX/EW Y POZAS DE REFINO, Y DESDE EL SOCAVON # 5 (EXISTENTE) HASTA EL AREA PARA ACUMULACION DE MATERIAL GRUESO (AREA DE CHANCADO), HAN SIDO DISENADOS POR MINERA PAMPA DE COBRE, EN ESTE PLANO SE HAN INCLUIDO LOS ALINEAMIENTOS RECIBIDOS SOLAMENTE CON FINES REFERENCIALES.

CUENTE: **MINERA PAMPA DE COBRE S.A.**
INGENIERIA PROYECTO CHAPI
 AREA GENERAL
 UBICACION E INSTALACIONES
 ARREGLO GENERAL

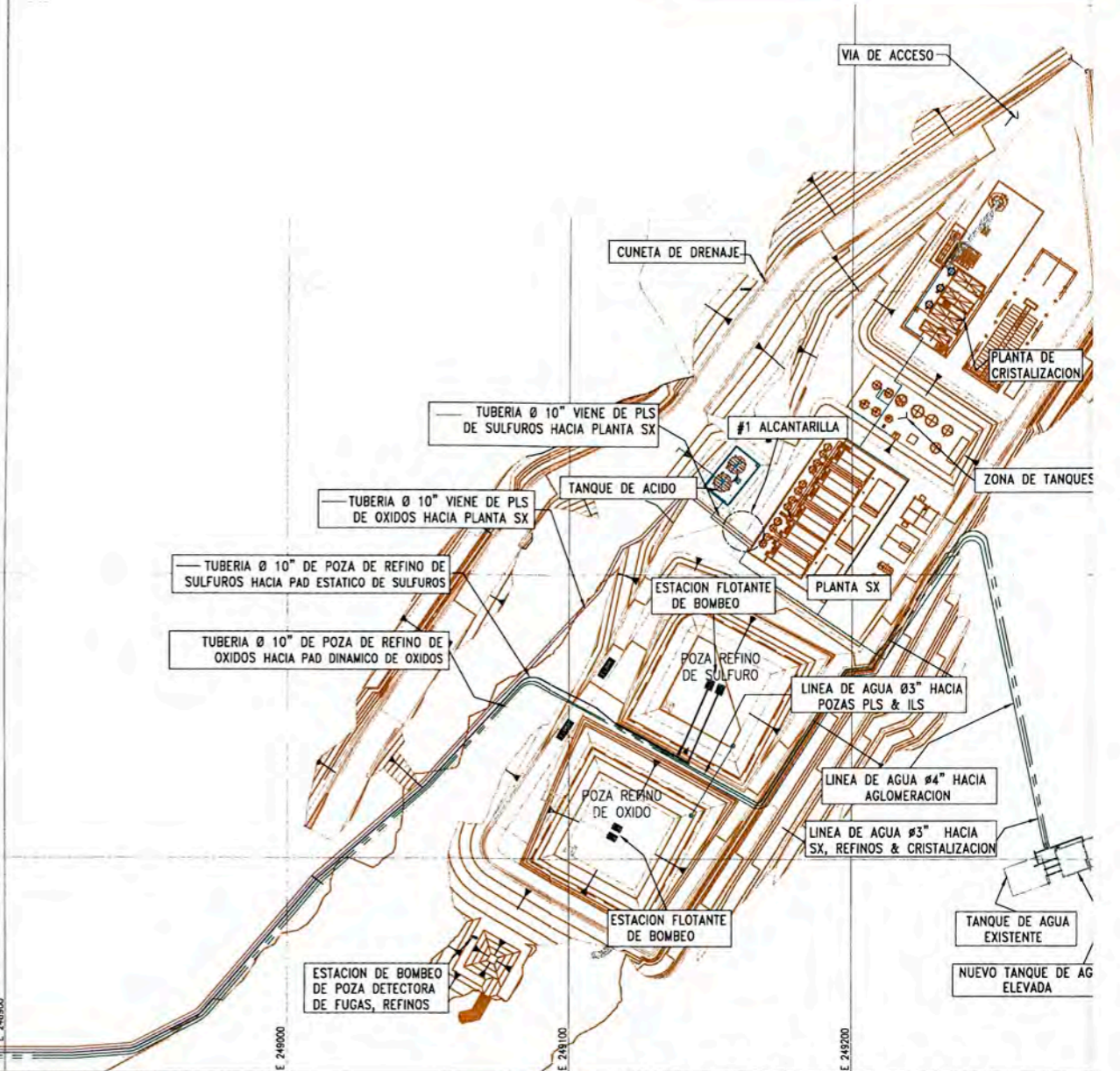
PLANO No: **AG-000-01**

REV. 0

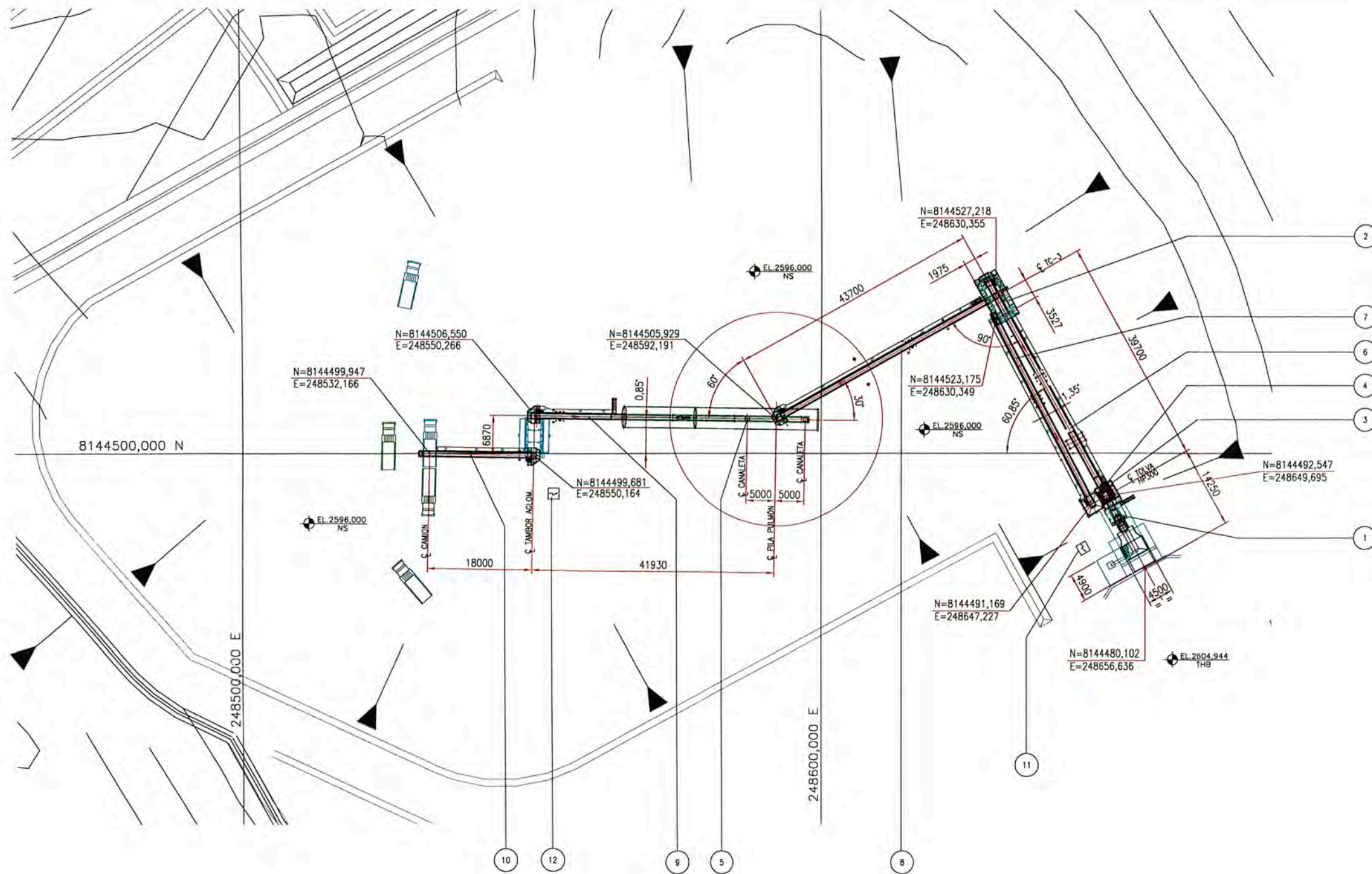


ALCANTARILLADO MINIMULTIPLATE MP-68 - ABOVEDADA				
TIPO	DIAMETRO m.	ESP. mm.	ALTURA DE RELLENO O COBERTURA m.	LONG.
#1	0.90	2.0	0.60	16.6
#2	0.60	1.5	0.60	10.0
#3	0.90	2.0	0.60	8.0
#4	0.90	2.0	0.60	8.7

LEYENDA	
LINEA DE SOLUCIONES	
—	Ø10" - REFINO DE OXIDO HACIA PAD DINAMICO DE OXIDOS
—	Ø10" - REFINO DE SULFURO HACIA PAD ESTATICO DE SULFUROS
—	Ø10" - PLS DE OXIDO HACIA PLANTA SX.
—	Ø10" - PLS DE SULFUROS HACIA PLANTA SX.
—	Ø10" - ILS DE OXIDO HACIA PAD DINAMICO DE OXIDO
—	Ø10" - ILS DE SULFUROS HACIA PAD ESTATICO DE SULFUROS
LINEA DE AGUA FRESCA	
—	Ø4" TUBERIA TANQUE DE AGUA ELEVADA HACIA TANQUE DE AGUA FRESCA - AGLOMERACION
—	Ø3" TUBERIA TANQUE DE AGUA ELEVADA HACIA POZAS DE REFINO, SX & CRISTALIZACION
—	Ø3" TUBERIA TANQUE DE AGUA ELEVADA HACIA POZAS ILS & PLS
—	Ø4" TUBERIA TANQUE DE AGUA FRESCA HACIA PAD DINAMICO DE OXIDOS



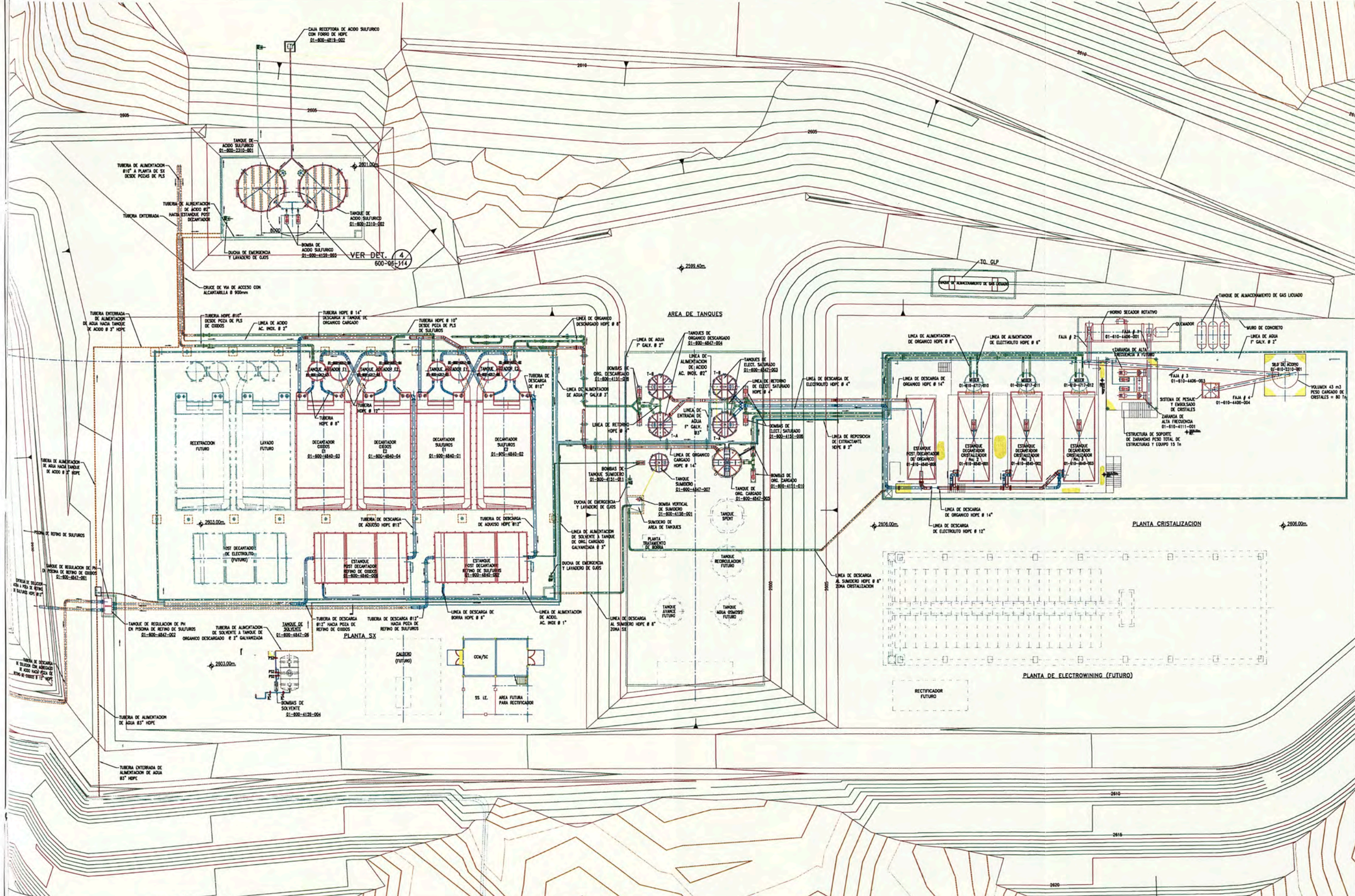
CLIENTE: **MINERA PAMPA DE COBRE S.A.**
INGENIERIA PROYECTO CHAPI
 AREA GENERAL
 PLANTA DE PROCESOS
 ARREGLO GENERAL - PLANTA
 PLANO No: **AG-000-02**



ITEM	DESCRIPCION	CANT.	TIPO	TAG	POTEN. HP		DIBUJO DE CONJ. GENERAL	DIBUJO DE INSTALACION	OBS.
					UNIT.	TOTAL			
1	CONJ. DE TRITURACIÓN PRIMARIA	01	DS-100A	-	-	180	53-176259-400	53-101668-400	-
	ALIMENTADOR VIBRATORIO	01	MV 40120	AV-1	2x15	-	-	-	C/ CONV. DE FRECUENCIA
	TRITURADOR DE MANDIBULAS	01	C-100	BR-1	150	-	-	-	-
2	CONJ. CLASIFICACIÓN	01	AS-651	-	-	40	53-116951-400	53-101664-400	-
	ZARANDA VIBRATORIA	01	CBS 7' x 20' TD	PV-1	40	-	-	-	-
3	CONJ. RETRITURACIÓN SECUNDARIA	01	AS-300	-	-	308.5	53-116952-400	53-101667-400	-
	RETRITURADOR DE CONE	01	HP-300	BR-2	300+5.5+3	-	-	-	-
	TOLVA	01	~15m3	-	-	-	-	53-101667-400	-
4	CANALETA VIBRATORIA	01	CV 1510	CV-1	-	5	-	-	C/ CONV. DE FRECUENCIA
5	CANALETA VIBRATORIA	02	CV 1308	CV-2A/B	2x5	10	-	53-201670-500	C/ CONV. DE FRECUENCIA
6	CINTA TRANSPORTADORA	01	36" x 50m	CT-01	-	40	53-116953-400	53-116953-500	C/ DETECTOR MET. Y ELETROIMAN
7	CINTA TRANSPORTADORA	01	30" x 38m	CT-02	-	30	53-116954-400	53-116954-500	-
8	CINTA TRANSPORTADORA	01	30" x 46m	CT-03	-	30	53-116955-400	53-116955-500	C/ BALANZA
9	CINTA TRANSPORTADORA	01	30" x 48m	CT-04	-	25	53-116956-400	53-116956-500	C/ BALANZA - NO SUMINISTRADO
10	CINTA TRANSPORTADORA	01	30" x 19m	CT-05	-	15	53-116957-400	53-116957-500	-
11	TABLERO DE COMANDO PRIMARIO	01	440 V 60Hz	-	-	-	-	-	-
12	TABLERO DE COMANDO SECUNDARIO	01	440 V 60Hz	-	-	-	-	-	-

ABREVIATURAS	
TV = TOPE DE VIGA	THB = TOPE HORMIGON BRUTO
EL = ELEVATION	TIP = TIPICO
THA = TOPE HORMIGON ACABADO	NS = NIVEL DEL SUELO
WP = PUNTO DE TRABAJO	

CLIENTE: **MINERA PAMPA DE COBRE S.A.**
INGENIERIA PROYECTO CHAPI
 AREA GENERAL
 PLANTA DE CHANCADO
 ARREGLO GENERAL - PLANTA
 PLANO No: **AG-000-03**



APENDICES

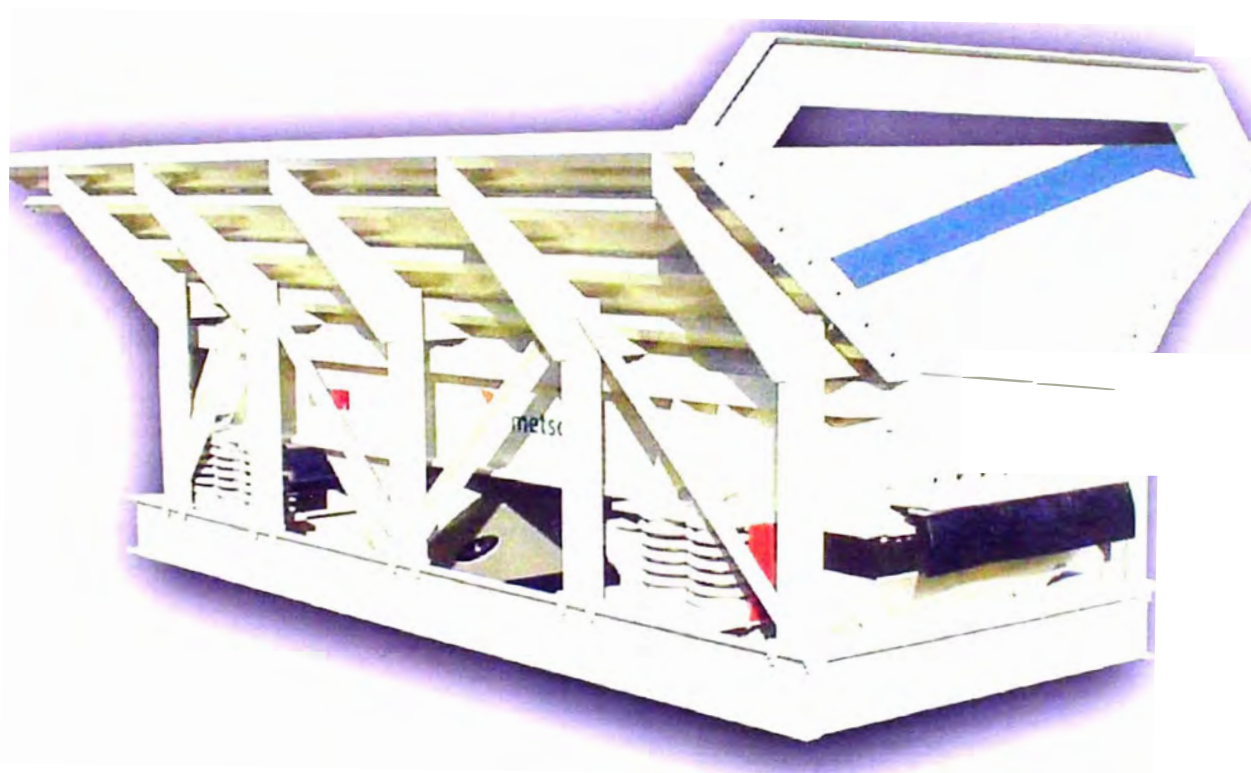
Alimentadores Vibratorios MV	Apéndice A
Trituradores de Mandíbula Nordberg	Apéndice B
Calha Vibratorias Metso Minerals	Apéndice C
Zarandas CBS tipo Banana	Apéndice D
Molinos de Cono Nordberg Serie HP	Apéndice E
Chemical Resistance Guide For Plastics and Metal Valves and Fittings	Apéndice F
DataSheet Bombas	Apéndice G
Brochure Flowserve, Ansi Durco Guardian Magnetic Drive Pump	Apéndice H
Reseña del estudio de Impacto Ambiental Proyecto Chapi	Apéndice I

Apéndice A

Alimentadores Vibratorios MV



Alimentadores Vibratórios MV



Alimentadores MV

Operam com material de grande granulometria, sendo ideais para alimentação de britadores primários e secundários. Dotados de grelhas na extremidade de descarga da mesa vibrante, realizam também a pré-classificação de partículas finas visando melhorar a eficiência do britador.

Robustos e versáteis, apresentam baixos custos de aquisição, operação e manutenção quando comparados com os alimentadores de sapata (esteira).

Disponíveis em cinco tamanhos para montagem apoiada no solo, atendendo uma faixa de capacidade de 30 a 400 m³/h. Sob consulta, poderemos fornecer outros modelos e tamanhos além de acessórios e características especiais.

Construção

Os alimentadores vibratórios Metso Minerals são compostos basicamente por uma mesa vibrante e acionamento.

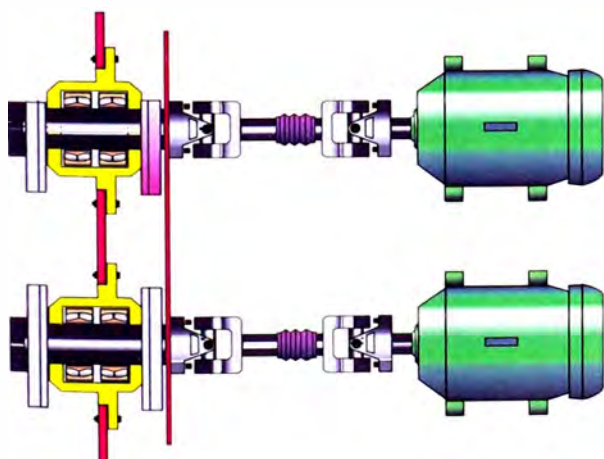
Mecanismo Vibratório

De engenhosa concepção, é composto por um par de vibradores, instalados em paralelo por flangeamento em um plano que forma 45° com o plano da mesa vibrante.

Acionamento

É efetuado por dois motores, um para cada vibrador, girando em sentidos opostos. Um eixo cardan conecta o vibrador a uma polia estacionária (não vibrante) acionada pela polia do motor através de correias (vide figura da página 7). Para o controle da velocidade de avanço do material e da taxa de alimentação, utilizam-se motores de dupla polaridade (IV e VI pólos) ou variador de frequência (opcional). Cada motor é instalado numa base individual, onde também são montados a polia movida e elementos que permitem o alinhamento e esticamento das correias.

A utilização de inversores de frequência permite o uso de motores padrão de 8 pólos e acionamento direto motor-cardan-vibrador, conforme figura abaixo:



Mesa Vibrante

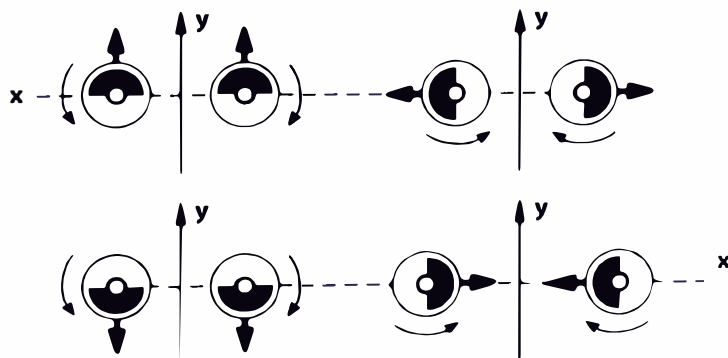
Fabricada em chapa de aço reforçada por vigas transversais ao fluxo e apoiada sobre robustos perfis nas laterais, é protegida por revestimentos em aço de alta resistência ao desgaste (AR), fixadas por parafusos e de fácil substituição.

Na sua extremidade de descarga, são montados dois segmentos de grelha composta por trilhos fundidos em aço manganês ou fabricados em chapas de aço-liga AR. Opcionalmente, um ou dois segmentos podem ser substituídos por partes cegas em função da não necessidade de separar pedras menores neste estágio. (São disponíveis versões Trilho/ Trilho, Placa/ Trilho, Placa/ Placa).

Auto-sincronismo dos vibradores

O movimento linear do alimentador é obtido graças ao auto-sincronismo produzido pelos vibradores que giram em sentidos opostos e pela posição em que são instalados, dispensando o uso de engrenagens.

As forças geradas no sentido do eixo "Y" somam-se. As forças geradas na direção do eixo "X" anulam-se, produzindo como resultado único o movimento linear na direção de "Y".



Auto-sincronismo dos vibradores.

Operação segura e confiável graças a:

- Projeto moderno, estruturas robustas, molas resistentes
- Motores, polias e correias estáticas (não vibrantes)
- Lubrificação exclusivamente a graxa
- Inexistência de engrenagens (auto-sincronismo dos vibradores)
- Regulagem de contrapesos totalmente externa
- Vibradores idênticos, compactos e de fácil acesso

Manutenção fácil e rápida, livre de:

- Verificações do nível de óleo
- Problemas de contaminação do lubrificante por poeira e umidade
- Ajustes de engrenamento

Acessórios / Opcionais

Tremonha

De grande capacidade, com bordas laterais inclinadas e lisas para fácil e rápido escoamento do material. Colunas de sustentação com travamentos e reforços verticais e longitudinais conferem elevada rigidez ao conjunto e estabilidade dimensional para as mais variadas condições de carregamento. Sob consulta, podemos fornecer revestimentos em aço médio carbono, aço manganês, aço liga AR ou borracha.

Base de apoio

Oferece ótima solução de apoio simultâneo para a tremonha, a mesa vibrante e bica de saída de finos. De construção robusta e compacta, simplifica o projeto de instalação do conjunto e possibilita seu manuseio e transporte como unidade completa.

Bica de finos

Empregada sempre que se utilizam trilhos nos alimentadores. Conduz o produto de menor granulometria para a correia transportadora.

Trilhos

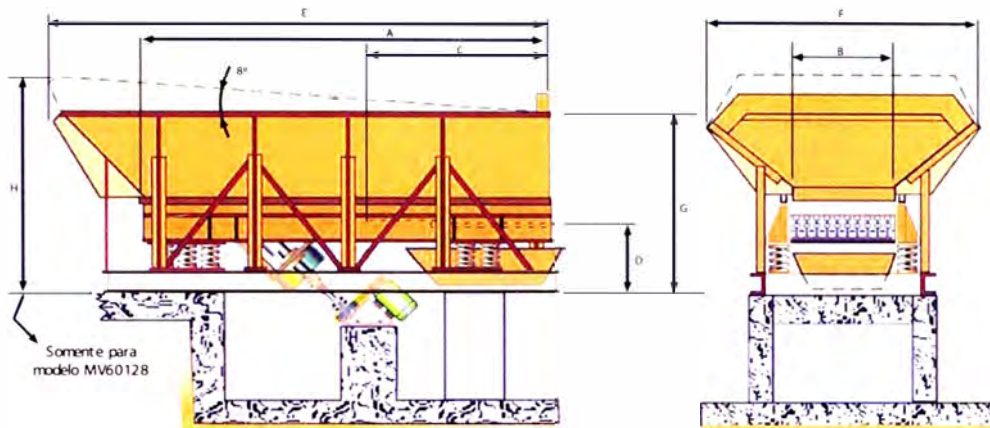
Fabricados em aço manganês ou em chapa de aço AR, permitem diferentes regulagens de abertura. (O modelo MV 60128 possui conjuntos de trilhos fundidos em blocos modulares com aberturas standard de 4"). Promovem uma eficiente separação dos finos, melhorando o rendimento dos britadores e prolongando a vida útil de seus revestimentos e das correias transportadoras visto que os finos servem de forração para estas últimas, protegendo-as contra o impacto de material maior, proveniente do britador.

Alternativamente podem ser removidos e substituídos por placas lisas.

Revestimentos da mesa vibrante

Confeccionados em placas planas, modulares, de fácil substituição, garantem a integridade dos elementos estruturais.

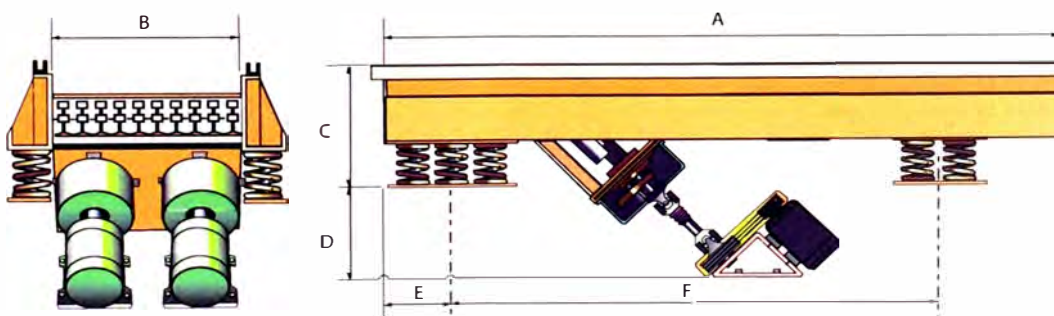
Especificações Técnicas



dimensões em mm

Modelos	A	B	C	D	E	F	G	H
MV 27070	2700	700	1270	640	3510	2320	1500	-
MV 35080	3500	800	1250	720	4600	2500	1600	-
MV 40090	4000	900	1800	760	4850	2590	1780	-
MV 40120	4000	1200	1830	830	4880	2860	1830	-
MV 60128	6000	1200	2320	880	6840	2730	1920	2850

Modelo	MV 27070	MV 35080	MV 40090	MV 40120	MV 60128
Peso Total (Kg)	3150	5150	6200	8500	11500
Abertura entre trilhos	2"- 3"	2"- 4"	2"- 4"	2"- 4"	4"
Motores	2 x 5 HP	2 x 7,5 HP	2 x 8 HP	2 x 16 HP	2 x 20 HP
Peso da Tremonha (Kg)	1.350	2.050	2.600	3.250	4.610
Volume Raso/ Coroado (m³)	3,0/ 5,4	4,0/ 7,0	4,8/ 8,6	5,8/ 10,5	8,6/ 15,5
Capacidade (m³ /h)	30- 150	50- 200	80- 250	120- 350	150- 400



dimensões de A a F em mm

Modelos	A	B	C	D	E	F	Capacidade (m³/h)	Peso (kg)
MV 27070	2700	700	590	570	240	2080	30- 150	1.660
MV 35080	3500	800	700	660	240	2200	50- 200	2.340
MV 40090	4000	900	760	560	510	2790	80- 250	2.900
MV 40120	4000	1200	690	650	350	2770	120- 350	4.300
MV 60128	6000	1200	380	380	280	4230	150- 400	6.290

A Metso Minerals (Brasil) Ltda. se reserva ao direito de alterar os dados constantes deste folheto sem prévio aviso

Metso Minerals (África do Sul)

64 Jet Park road
1600 Jet Park
Gauteng
África do Sul
Fone: +27-11 961 4000
Fax: +27-11 397 5960

Metso Minerals (América do Norte e Central)

20965 Crossroads Circle
Waukesha, WI 53186
EUA
Fone: +1 262 717 2500
Fax: +1 262 717 2501

Metso Minerals (América do Sul)

Avenida Independência, 2500 - Éden
18087-050 Sorocaba
Brasil
Fone: +55 15 2102 1300
Fax: +55 15 2102 1695

Metso Minerals (Asia-Pacífico)

Level 2, 1110 Hay Street
West Perth, WA 6005
Austrália
Fone: +61 8 9420 5555
Fax: +61 8 9420 5500

Metso Minerals (China)

19/F, The Exchange Beijing, Tower 4
China Merchants Centre
No. 118 Jian Guo Lu Yi Chaoyang District
100022 Beijing,
China
Fone: +86 10 6566 6600
Fax: +86 10 6566 2583

Metso Minerals (Europa)

Verkstadsvägen 26
S-245 34 Staffanstorps
Suécia
Fone: +46 40 24 3250
Fax: +46 40 24 3299

Metso Minerals (Internacional)

Terminalsgatan 2
231 32 Trelleborg
Suécia
Fone: +46 40 24 5800
Fax: +46 40 245854

www.metsominerals.com
E-mail: minerals.marketing.br@metso.com



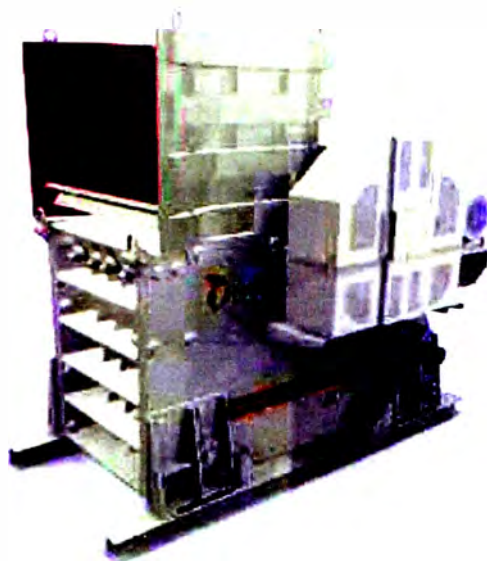
Apéndice B

Trituradores de Mandíbula Nordberg



Trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C





Contenido

Alta calidad y fiabilidad	4
Alto rendimiento.....	6
Bajos costes de funcionamiento e instalación	10
Instalaciones en superficie	14
Instalaciones subterráneas	16
Plantas móviles	18
Información técnica	20
No todas las trituradoras de mandíbulas son iguales.....	22

La trituradora de mandíbulas preferida en el mundo entero

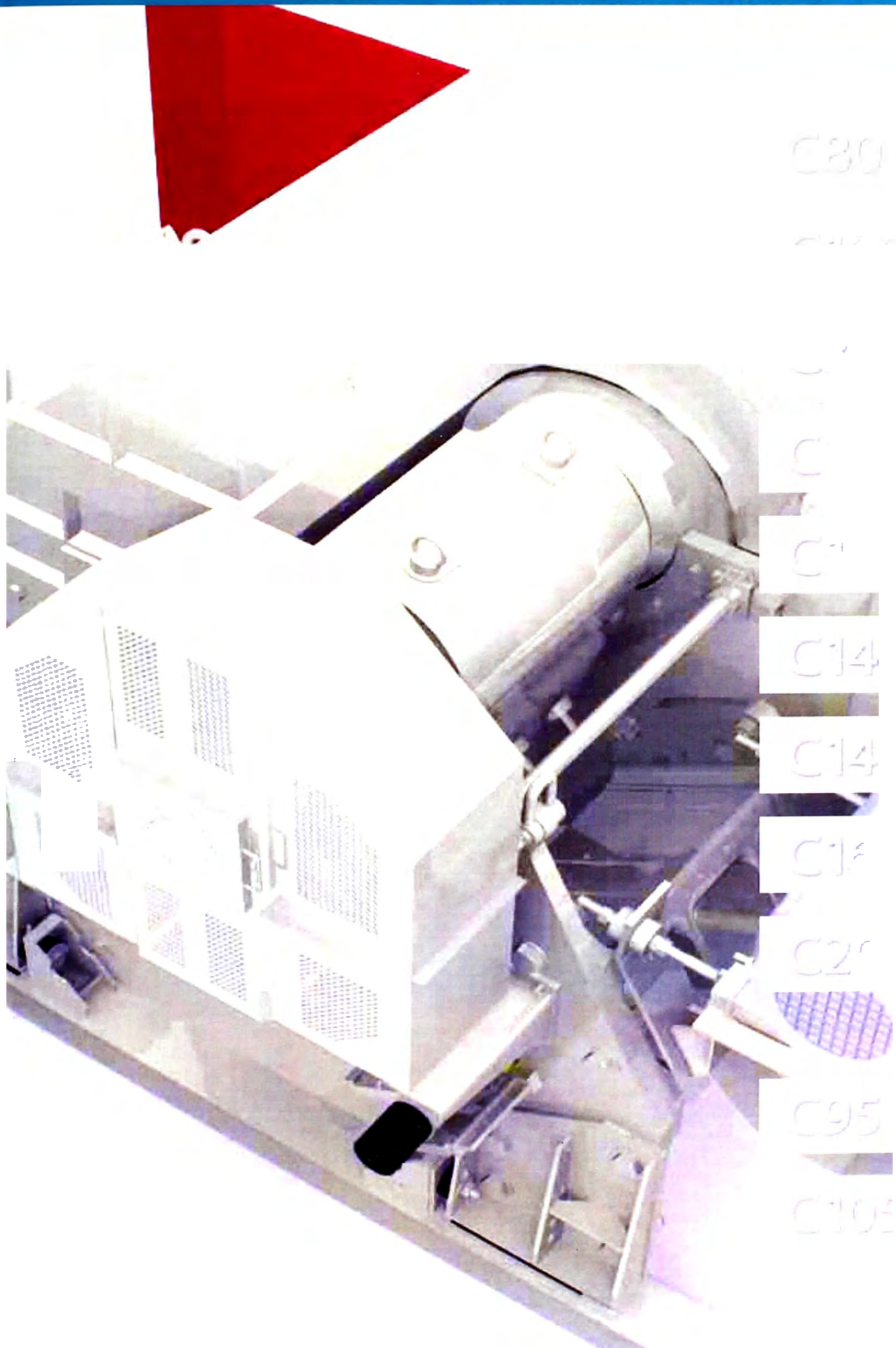
Metso Minerals, el grupo líder mundial en el procesamiento de rocas y minerales, ha instalado más de 10.000 trituradoras de mandíbulas desde la década de 1920. En la actualidad, la Nordberg Serie C es, sin duda alguna, la trituradora de mandíbulas preferida en todo el mundo. En todas las situaciones en las que se requiere una reducción primaria rentable de materiales abrasivos y de alta dureza, las trituradoras de la Serie C representan el máximo nivel de conocimientos técnicos y de fabricación.

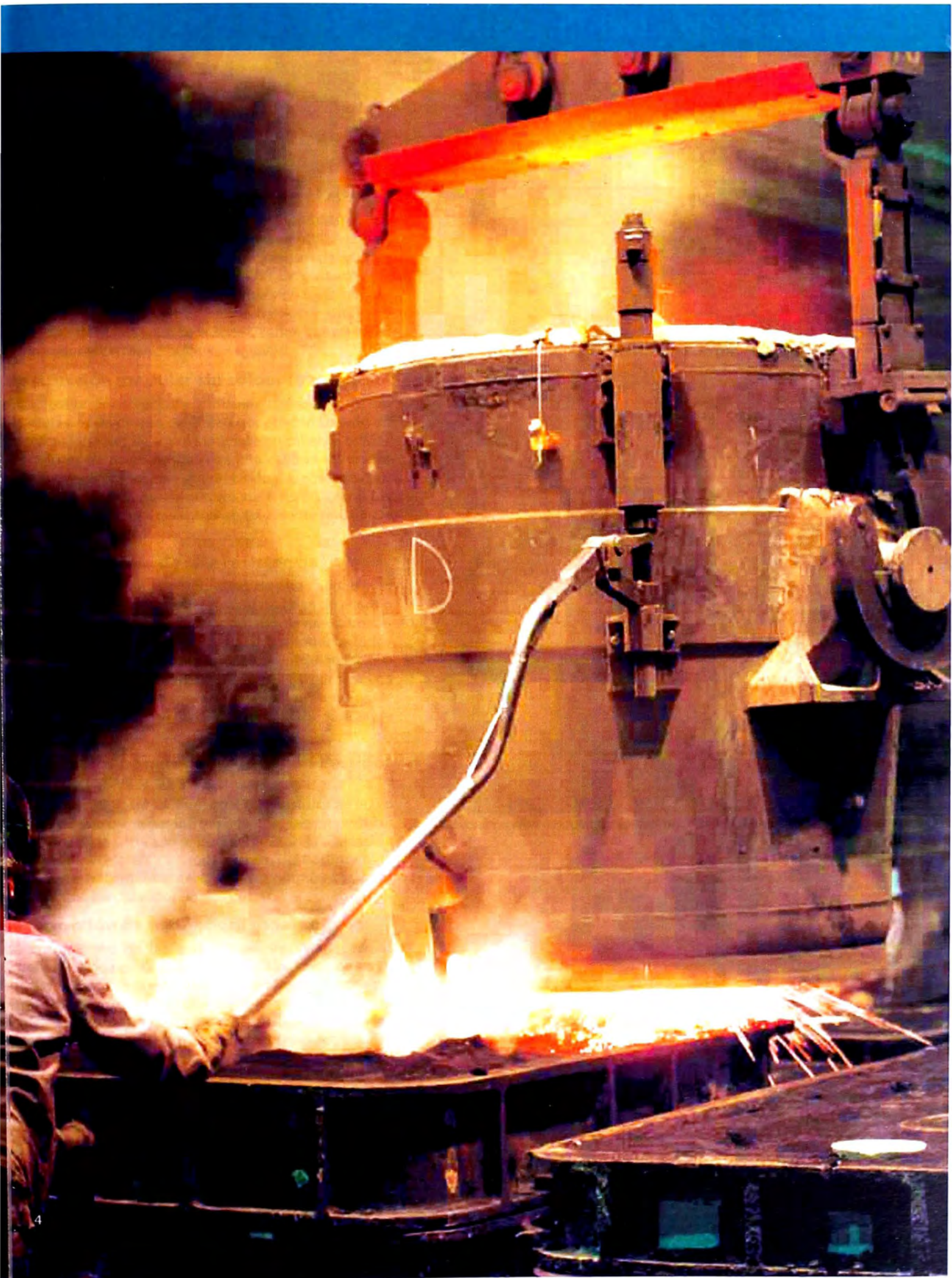
Todas las trituradoras de mandíbulas de la Serie C se basan en una revolucionaria construcción de bastidor modular sin soldaduras. Este diseño ofrece a los usuarios la máxima resistencia posible a la fatiga, una excelente fiabilidad y numerosas posibilidades de montaje. Todo ello, combinado con sus componentes de acero fundido de alta calidad y sus rodamientos de rodillos esféricos, proporciona una disponibilidad excepcionalmente alta de la trituradora, un proceso rentable y un coste reducido por tonelada.

La línea de la Serie C incorpora en la actualidad 2 gamas de modelos. La primera es la gama de trituradoras de mandíbulas de tipo tradicional y muy conocidas en el mercado, diseñadas para aplicaciones tanto fijas como móviles (C80, C100, C3054, C110, C125, C140, C145, C160, C200). La segunda gama se ha diseñado específicamente para adaptarse a las necesidades de la trituración móvil de tamaño pequeño o mediano (C95, C105). Todas las trituradoras de la Serie C se diseñan para triturar roca de altísima dureza.

Sean cuales sean sus necesidades de trituración (desde roca abrasiva y de alta dureza hasta distintos materiales de reciclaje), siempre encontrará la solución óptima dentro de la gama de trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C. ¡Compruebe de primera mano las ventajas de la trituradora de mandíbulas preferida en el mundo entero!

Presentación del producto





Fabricación y materiales líderes en el mundo

Las trituradoras de la Serie C resultan insuperables tanto por su diseño como por los materiales que utilizamos en su fabricación. Se ha prestado una atención especial incluso a los detalles más pequeños, con el fin de garantizar la máxima funcionalidad y fiabilidad posible y sin hacer ningún tipo de concesión. ¡Quienes han instalado y utilizado trituradoras de mandíbulas de la Serie C saben que no todas las trituradoras de mandíbulas son iguales!

Construcción modular sin soldaduras

La exclusiva construcción modular del bastidor, sin soldaduras, es un diseño de última generación basado en dos placas laterales de acero laminado en caliente, unidas a bastidores de acero fundido de alta calidad mediante rebordes mecanizados con alta precisión y asegurados por pernos. La ausencia de inductores de tensión, como los cordones de soldadura, garantiza una excelente resistencia frente a las cargas de impacto.

Conjunto de biela de alta resistencia

La biela se fabrica en acero fundido de alta calidad y es accionada por dos volantes de inercia macizos de acero o hierro fundidos. Un eje excéntrico forjado de gran tamaño y cuatro grandes rodamientos de rodillos cilíndricos todos del mismo tamaño, garantizan la máxima fiabilidad incluso en las condiciones de trituración más exigentes. Los rodamientos se lubrican con grasa y están protegidos de cualquier contaminación mediante juntas laberínticas de resultados probados.

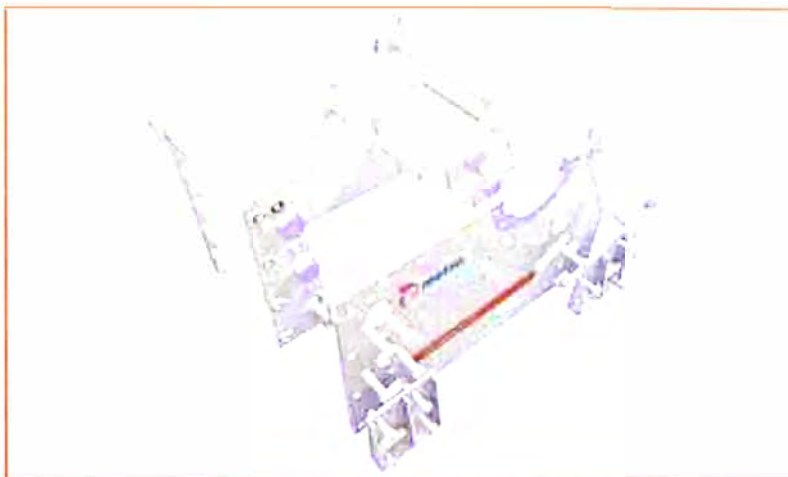
Alojamientos para rodamientos con bastidor de acero fundido de una pieza

Los alojamientos para rodamientos con bastidor de acero fundido de una pieza garantizan una adaptación perfecta al bastidor de la trituradora. También evitan la aplicación de cargas innecesarias a los rodamientos del bastidor, algo que ocurre habitualmente con los alojamientos para rodamientos con bastidor de dos piezas.

Construcción de trituradora reparable

Las trituradoras de la Serie C siempre satisfacen las expectativas de resistencia de sus usuarios durante las 24 horas del día, pero puede darse el caso de que necesiten cierta atención. Gracias al uso de componentes de acero fundido, la trituradora puede ser regenerada o reconstruida de forma económica después de un buen número de años de uso. Estas reparaciones resultan poco rentables o incluso imposibles de realizar en el caso de otros diseños de trituradora.

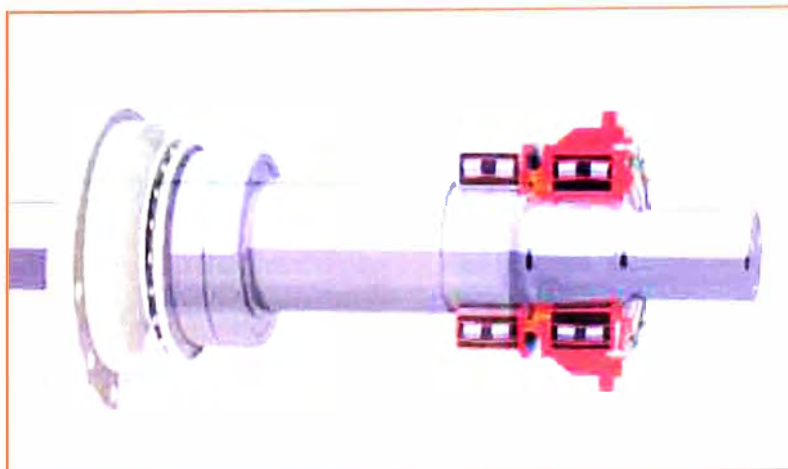
El robusto conjunto de biela garantiza la máxima fiabilidad incluso en las condiciones de trituración más exigentes.



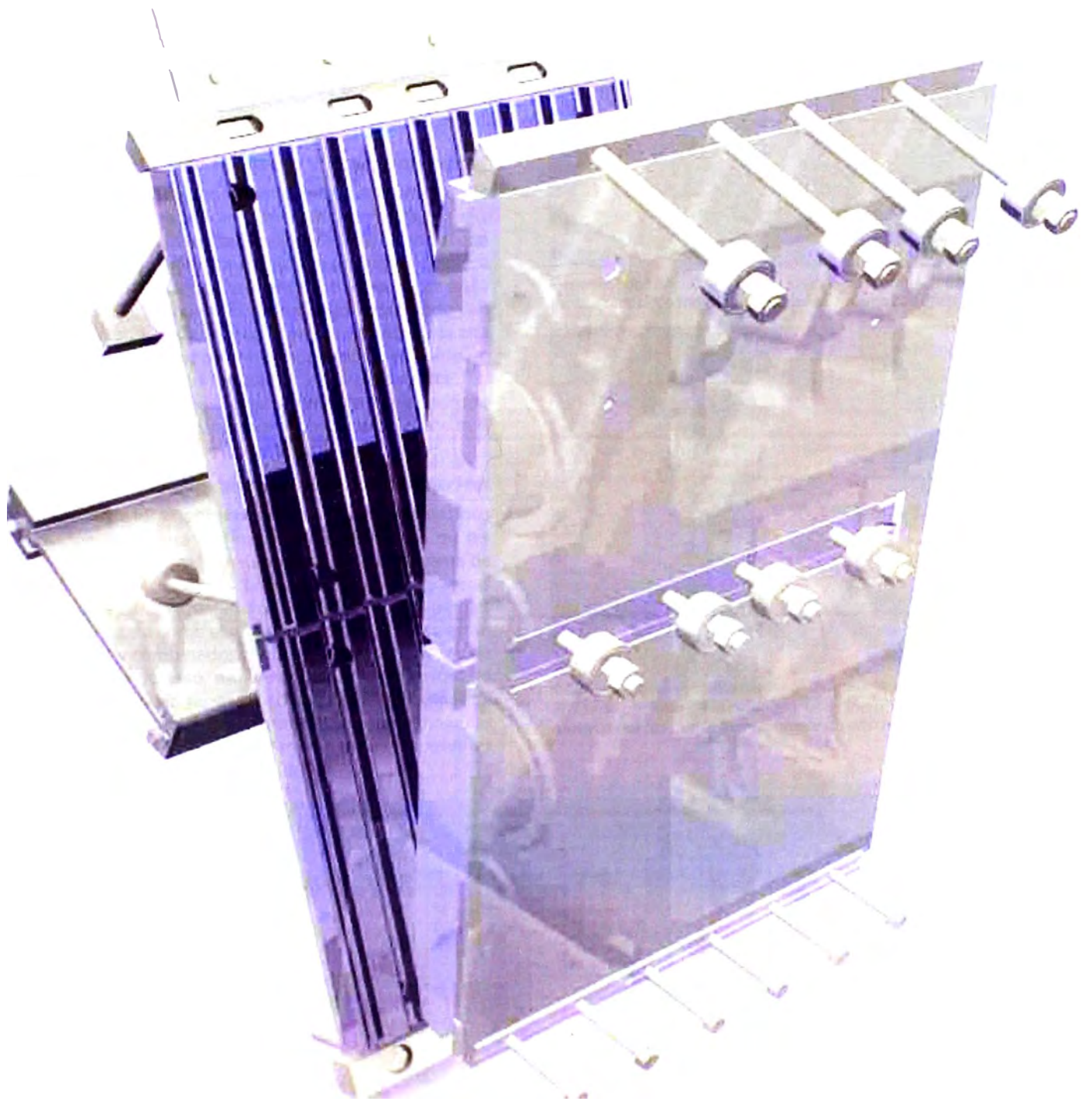
La biela, los bastidores de la trituradora y los alojamientos para rodamientos se fabrican en acero fundido de alta calidad.



Su construcción modular sin soldaduras garantiza una excelente resistencia.



Todas las trituradoras de la Serie C incorporan rodamientos de eje excéntrico mayores y más resistentes que otras trituradoras de unas dimensiones comparables.



El diseño de cavidad perfecto

Las trituradoras de mandíbulas de la Serie C se diseñan literalmente "de dentro afuera", dado que la cavidad es el corazón y la razón de existir de la trituradora de mandíbulas. Por eso llevamos muchos años prestando una gran atención a las dimensiones de las aberturas de alimentación, así como a la altura de la cavidad. La perfecta relación entre la anchura de la abertura de alimentación y la profundidad de la cavidad garantiza el mínimo de bloqueos y evita que la trituradora tenga una altura innecesaria.

Cinemática de alto impacto y gran potencia

Además de utilizar unas dimensiones adecuadas en la cavidad, es necesario aplicar la cinemática correcta. Por ello, las trituradoras de mandíbulas de la Serie C cuentan con una larga carrera excéntrica acoplada a un ángulo de placa basculadora elevado que aumenta el vaivén eficaz en la descarga de la trituradora. El vaivén largo, combinado con la velocidad adecuada, la inercia de los volantes y la alta potencia de trituración disponible dan como resultado un rendimiento de trituración impresionante. El funcionamiento con reglaje reducido, así como el método elegido para el reglaje, permite obtener productos más finos en comparación con otras trituradoras.

Las mandíbulas adecuadas para cada aplicación

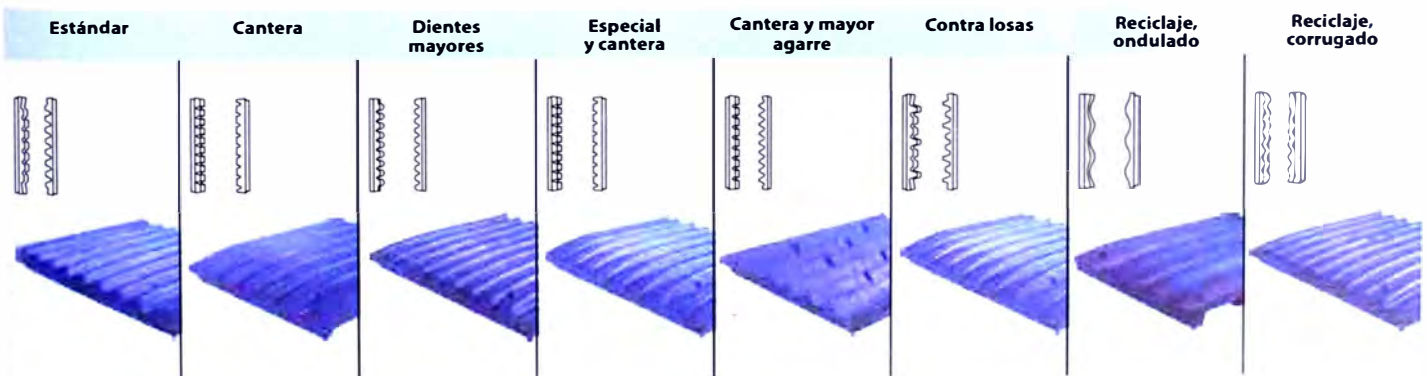
Con el paso de los años hemos desarrollado muchos tipos de mandíbulas para optimizar el rendimiento de las trituradoras Nordberg Serie C en una amplísima gama de aplicaciones, como canteras convencionales, minas, graveras y reciclaje de asfalto y material de demoliciones. Los perfiles de los dientes, así como el grosor de las mandíbulas, están optimizados y combinados con las mejores aleaciones de acero al manganeso para aumentar al máximo la productividad y minimizar los costes de funcionamiento. Metso Minerals también desarrolla activamente mandíbulas para aplicaciones especiales. También están disponibles placas laterales especiales.



Desarrolladas inicialmente para las exigentes condiciones de trabajo las trituradoras de mandíbulas de la Serie C trituran con eficiencia materiales duros.



El diseño perfecto de la cavidad y una cinemática adecuada son dos de los motivos por los que la Serie C ofrece un alto rendimiento días tras día.



Existen muchos tipos de mandíbulas para las distintas aplicaciones. Póngase en contacto con Metso Minerals si necesita asesoramiento para su aplicación en concreto.



Capacidades y especificaciones técnicas

		C95	C105	C80	C100	C3054	C110	C125	C140	C145	C160	C200
Anchura de la abertura de alimentación mm		930	1060	800	1000	1375	1100	1250	1400	1400	1600	2000
Profundidad de la abertura de alimentación mm		580	700	510	760	760	850	950	1070	1100	1200	1500
Potencia kW		90	110	75	110	160	160	160	200	200	250	400
Velocidad (rpm)		330	300	350	260	260	230	220	220	220	220	200
Tamaño del producto mm	Lado cerrado Reglaje mm	t/h	t/h	t/h	t/h	t/h	t/h	t/h	t/h	t/h	t/h	t/h
0-30	20			*								
0-35	25	*	*	*								
0-45	30	*	*	*								
0-60	40	*	*	55 - 75	*	*	*					
0-75	50	*	*	65 - 95	*	*	*					
0-90	60	105 - 135	*	80 - 110	*	*	*					
0-105	70	125 - 155	135 - 175	95 - 135	125 - 175	210 - 270	160 - 220					
0-120	80	140 - 180	155 - 195	110 - 150	145 - 200	240 - 300	175 - 245	*				
0-135	90	160 - 200	175 - 225	125 - 175	160 - 220	260 - 330	190 - 275	*	*	*		
0-150	100	175 - 225	195 - 245	140 - 190	180 - 250	285 - 365	215 - 295	245 - 335	*	*	*	
0-185	125	220 - 280	245 - 315	175 - 245	220 - 310	345 - 435	260 - 360	295 - 405	325 - 445	335 - 465	*	*
0-225	150	265 - 335	295 - 375	210 - 290	265 - 365	405 - 515	310 - 430	345 - 475	380 - 530	395 - 545	430 - 610	*
0-260	175	310 - 390	345 - 435	245 - 335	310 - 430	465 - 595	350 - 490	395 - 545	435 - 605	455 - 625	495 - 695	630 - 890
0-300	200		390 - 500		355 - 490	530 - 670	405 - 555	445 - 615	495 - 685	510 - 710	560 - 790	710 - 1000
0-340	225							495 - 685	550 - 760	570 - 790	625 - 880	785 - 1105
0-375	250							545 - 755	610 - 840	630 - 870	685 - 965	865 - 1215
0-410	275									690 - 950	745 - 1055	940 - 1320
0-450	300										815 - 1145	1015 - 1435

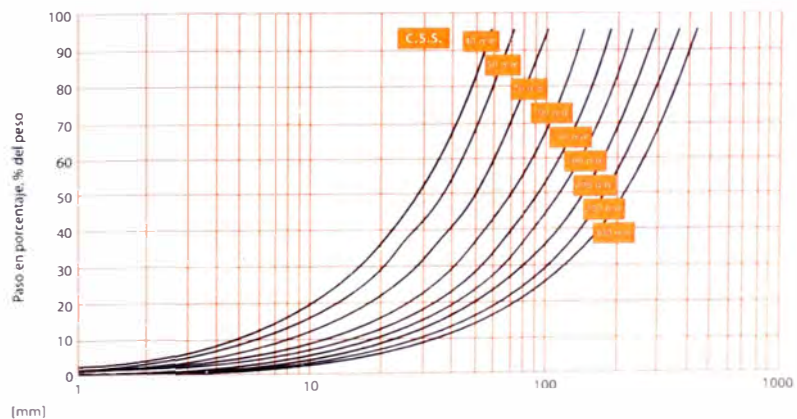
* Con frecuencia es posible utilizar reglajes del lado cerrado más reducidos, en función de la aplicación y los requisitos de producción. Póngase en contacto con Metso Minerals para recibir una estimación de rendimiento para su aplicación en concreto.

Las cifras anteriores se basan en un material de alimentación con una masa específica media de 2,7, con un tamaño máximo de alimentación que entra sin problemas en la cámara de trituración sin pasante y retirando el material menor al CSS (lado cerrado). Las capacidades pueden variar en función del método de alimentación y de características de alimentación como la granulometría, la densidad bruta, la humedad, el contenido de arcillas y la facilidad de trituración.

La medición del reglaje del lado cerrado de la trituradora varía en función del perfil de mandíbulas utilizado y afecta a la capacidad y la graduación del producto en la trituradora. Los factores siguientes permiten aumentar la capacidad y el rendimiento de la trituradora:

1. Selección adecuada de las mandíbulas.
2. Graduación correcta de la alimentación.
3. Velocidad de alimentación controlada.
4. Suficiente capacidad y anchura del alimentador.
5. Área de descarga adecuada para la trituradora.
6. Cinta transportadora de descarga dimensionada para transportar la máxima capacidad de la trituradora.

Graduación de productos indicativa



La trituradora de mandíbulas Nordberg C110 en una instalación fija.



Bajos costes de funcionamiento e instalación

Bajos costes de funcionamiento e instalación

Además de ofrecer un alto rendimiento, las trituradoras de la Serie C se han diseñado también para reducir sus costes totales de trituración. Cada característica exclusiva de la Serie C aporta ventajas específicas que influyen directamente en su cuenta de resultados. Por ello, usted experimentará un claro aumento de la rentabilidad. ¡Quienes han instalado y utilizado trituradoras de mandíbulas de la Serie C saben que no todas las trituradoras de mandíbulas son iguales!

Sistemas de reglaje tan rápidos como seguros

Todas las trituradoras de la Serie C cuentan con un sistema probado, resistente y rápido de reglaje por cuñas. El reglaje por cuñas resulta más sencillo, mucho más seguro y más rápido que los obsoletos sistemas de reglaje por suplementos.

El reglaje de la trituradora puede hacerse a mano y en cuestión de minutos, con herramientas que se suministran con la trituradora y sin necesidad de manejar suplementos sucios y pesados. Otra posibilidad es cambiar el reglaje de la trituradora en segundos desde una ubicación remota. ¡Incluso cuando la trituradora está llena. El sistema también resulta especialmente efectivo a la hora de vaciar la cavidad de la trituradora si llega a pararse con carga debido a interrupciones del suministro eléctrico.

¿Preferiría no tener que reparar continuamente la cimentación de su trituradora de mandíbulas?

Los amortiguadores y topes de goma reducen eficazmente las cargas de compresión aplicadas a la cimentación, reduciendo la absorción de los picos de carga de impacto y permitiendo que la trituradora se mueva tanto vertical como longitudinalmente. Este sistema exclusivo e innovador elimina la necesidad de usar pernos de anclaje y es una solución mucho más práctica, ya que los esfuerzos de anclaje pueden llegar a dañar la cimentación de una trituradora de mandíbulas.

Los rodamientos más resistentes del mercado

Todas las trituradoras de la Serie C incorporan rodamientos de eje excéntrico mayores y más resistentes que otras trituradoras de unas dimensiones comparables. Su mayor capacidad de soporte de cargas y la eficacia de sus juntas laberínticas permiten alargar considerablemente la vida útil de los rodamientos.



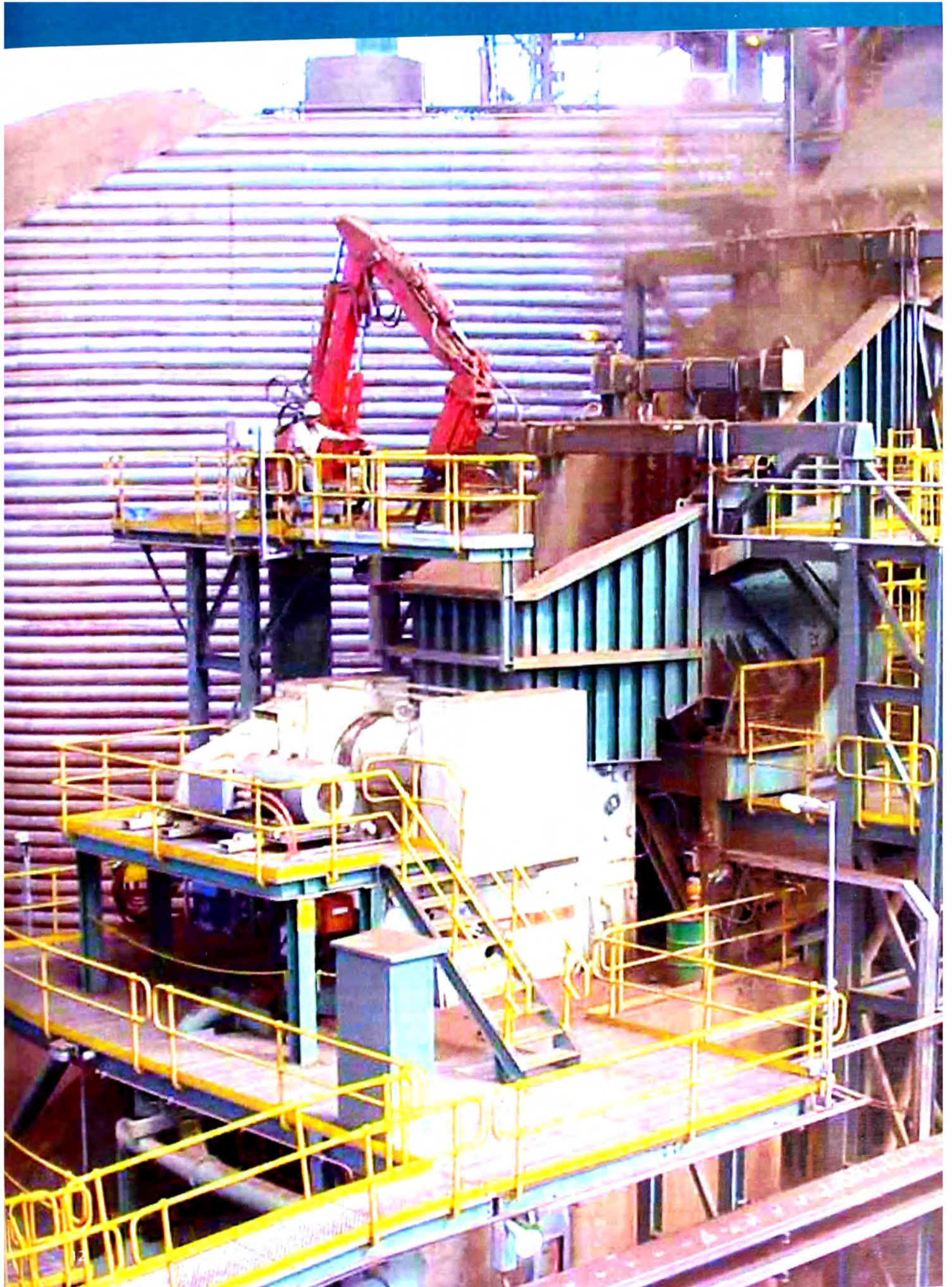
El reglaje manual por cuñas resulta más rápido y seguro que los obsoletos sistemas de reglaje por suplementos.



El reglaje hidráulico por cuñas permite cambiar el reglaje en segundos incluso mientras la trituradora está vacía.



Los amortiguadores y topes especiales fabricados en goma permiten que la trituradora se mueva tanto vertical como longitudinalmente, evitando con ello los desgastes y posibles daños posteriores en la cimentación de la trituradora.



Versátil base para motor integrada

La base para motor integrada está montada en el bastidor principal de la trituradora, con lo que se reducen las necesidades de espacio y la necesidad de usar correas trapezoidales muy largas. La vida útil de las correas trapezoidales se alarga gracias a que no existe ningún movimiento diferencial entre la trituradora y la base para motor integrada. Además, la base pivota sobre la trituradora a la hora de ajustar la tensión de las correas trapezoidales. Por otro lado, admite motores eléctricos tanto de tipo IEC como NEMA. El uso de una base para motor integrada permite utilizar protectores estándar sobre los volantes de inercia, eliminando la necesidad de trabajos de ingeniería y montaje en sus instalaciones.

Protectores de volantes de inercia compactos y con servicio técnico sencillo

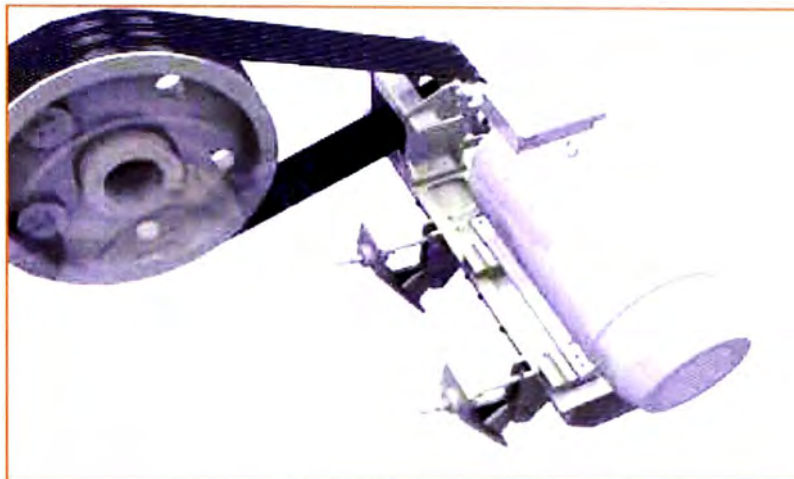
Los protectores de los volantes de inercia están fijados con pernos a las placas laterales de la trituradora y protegen eficazmente a los operadores de las piezas móviles potencialmente peligrosas. Las ventanas de inspección y las puertas de acceso permiten a los técnicos inspeccionar y mantener la trituradora. Su uso también permite un acceso más cómodo a la trituradora, dado que los protectores no están apoyados en la plataforma de servicio.

Conducto de alimentación especial

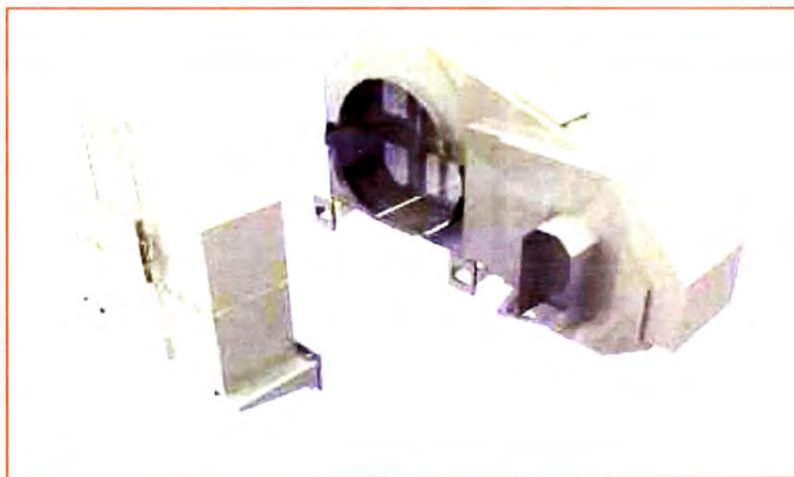
El conducto de alimentación se ha diseñado para guiar eficazmente la alimentación hacia el interior de la cavidad de la trituradora. La retirada y el montaje de las mandíbulas y las placas laterales se realizan sin necesidad de mover ni desmontar el conducto de alimentación. Este conducto está fijado con pernos a la trituradora y puede desmontarse para otras tareas de mantenimiento.

Otras excelentes características que reducirán sus costes

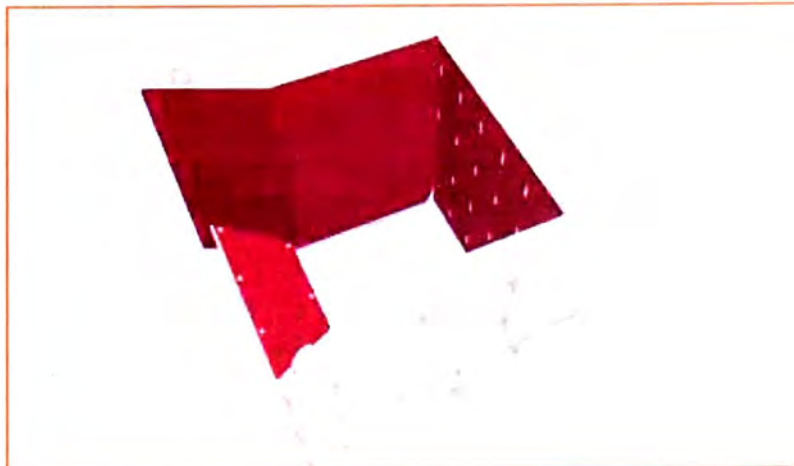
Existen varias características adicionales que le ayudarán a conseguir unos costes de funcionamiento e instalación muy reducidos. Entre ellas se encuentra el sistema de lubricación automática con grasa, distintos soportes de montaje para adaptarse a distintas alturas de alimentación, sensores de temperatura y velocidad, placas de protección y placas intermedias que permiten aumentar al máximo el aprovechamiento de las mandíbulas de manganeso. También existen placas desviadoras que protegen a la cinta transportadora de descarga de la trituradora ante las barras de acero puntiagudas que suelen aparecer en las aplicaciones de reciclaje.



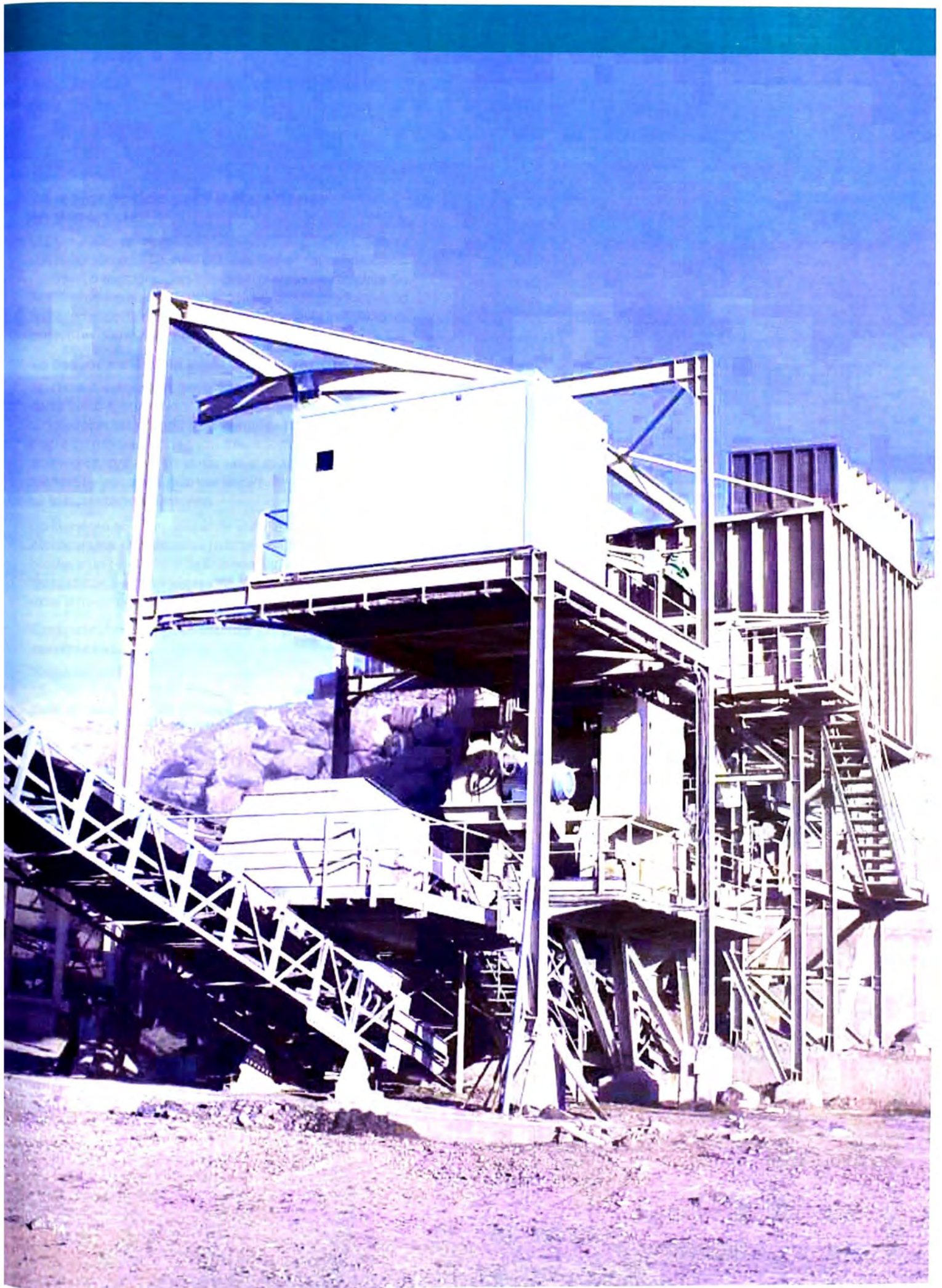
La base para motor integrada reduce los requisitos de espacio y los costes de mantenimiento.



Los protectores de los volantes de inercia reducen los requisitos de espacio alrededor de la trituradora.



El conducto de alimentación protege eficazmente a la trituradora y puede desmontarse para tareas e mantenimiento.



Su mejor opción para instalaciones en superficie

Las trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C son su mejor opción para las instalaciones fijas en superficie, como canteras, minas, graveras e incluso plantas de reciclaje. Su facilidad de instalación y servicio junto con su productividad las hacen especialmente adecuadas tanto para instalaciones existentes como para nuevos emplazamientos.

La mejor sustituta para su trituradora actual

Gracias a sus requisitos generales de espacio, las trituradoras de la Serie C son la opción idónea para sustituir a sus trituradoras de mandíbulas actuales de simple y doble efecto. En comparación con las trituradoras de esas versiones anteriores, presentan unos requisitos de cimentación menores y por tanto rara vez se requieren modificaciones en la cimentación existente.

Un aumento en la capacidad de la planta, la capacidad para procesar una alimentación más gruesa y la posibilidad de producir un producto más fino son algunas de las ventajas de sustituir las trituradoras de simple y doble efecto de unas dimensiones comparables.

Conocimientos profundos en plantas completas

Metso Minerals diseña y suministra sistemas completos de trituración y cribado de áridos. Tenemos presencia local en todo el mundo y gestionamos el diseño de plantas, la selección de equipos, el aprovisionamiento, la fabricación, la instalación y la puesta en servicio. Cada nueva planta de trituración primaria se adapta a las necesidades de cada cliente. Nuestros distintos tipos de disposiciones de alimentación, la automatización, la facilidad de servicio y la rentabilidad global son las claves de nuestro éxito.



Una C125 durante la fase de instalación en una nueva planta de trituración primaria.



Una C145 durante la fase de instalación en una nueva planta de trituración primaria.



Una C200 tras la sustitución de una trituradora de mandíbulas de doble placa basculadora. Se ha aumentado la capacidad de la planta sin necesidad de modificar la cimentación.



Su mejor opción para instalaciones subterráneas

Sin duda alguna, las trituradoras de la Serie C son las trituradoras más utilizadas en las minas y canteras subterráneas de todo el mundo. Su productividad, fiabilidad, facilidad de transporte y posibilidades de automatización hacen de ellas la opción idónea para las producciones que funcionan las 24 horas del día.

Montaje subterráneo

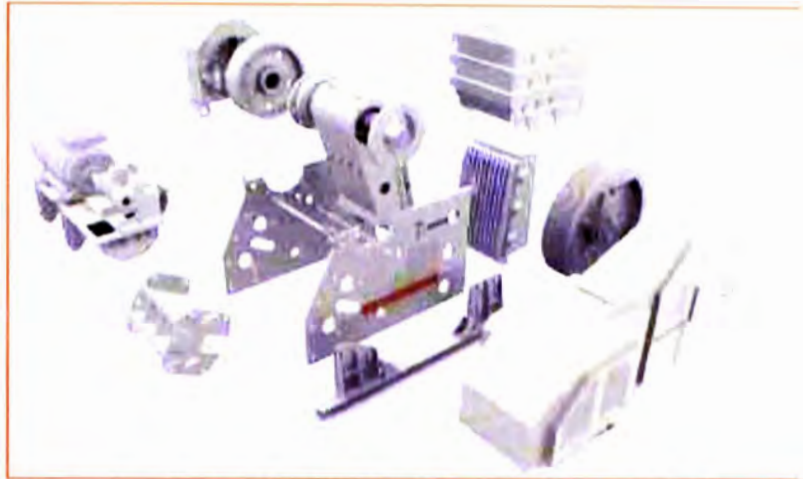
El transporte de las trituradoras de la Serie C hasta las instalaciones subterráneas se ha simplificado enormemente, dado que todos y cada uno de los componentes principales se maneja por separado y el ensamblaje final de la trituradora se realiza bajo tierra. Este hecho influye directamente en la planificación de la mina, consiguiéndose con frecuencia un ahorro considerable de costes y tiempo.

El ensamblaje final bajo tierra sólo necesita los elevadores habituales y se realiza en un tiempo sorprendentemente corto.

Fácil de automatizar

Gracias a su reglaje de tipo hidráulico, las trituradoras de mandíbulas de la Serie C pueden integrarse completamente en los sistemas de automatización de la planta. El reglaje de la trituradora puede cambiarse desde un armario eléctrico situado junto a la trituradora o desde la sala de control, con sólo pulsar un botón e incluso mientras la trituradora está en carga.

La lubricación de los rodamientos de la trituradora puede automatizarse también. Las temperaturas de los rodamientos, la velocidad de la trituradora y los niveles de la cavidad pueden medirse e integrarse completamente en los sistemas de automatización de la planta.



Las trituradoras de mandíbulas de la Serie C, con su diseño con pasadores y pernos, son fáciles de transportar y mover en minas subterráneas estrechas.



Una C160 en una mina aurífera subterránea.



Una trituradora de mandíbulas A Nordberg C200 en el proceso de montaje en una mina subterránea. La trituradora fue transportada en piezas y ensamblada bajo tierra.

Una C200 en funcionamiento en una mina subterránea de cinc y cobre a 1.400 metros de profundidad. La trituradora se monitoriza y maneja desde la sala de control situada en la superficie.



Líderes en plantas móviles con trituradoras primarias de mandíbulas

Metso Minerals ha sido la empresa pionera en el desarrollo de plantas de trituración totalmente móviles y montadas sobre orugas y también lleva décadas suministrando plantas sobre ruedas y semimóviles. Las plantas de trituración con mandíbulas Lokotrack (LT) y Nordberg NW se usan en producciones de áridos, minería, reciclaje y trituración en túneles.

El centro de cada planta móvil con trituradora de mandíbulas es una trituradora Nordberg Serie C.

Movilidad total con la gama Lokotrack

La planta móvil de trituración de la Serie Lokotrack se basa en ideas innovadoras centradas en la flexibilidad que permiten trasladar el equipo hasta el frente de arranque para eliminar la necesidad de utilizar camiones de acarreo. Las plantas Lokotrack pueden moverse dentro de un mismo emplazamiento o de un emplazamiento a otro, lo que significa menores costes de transporte de materiales. La transportabilidad puede mejorarse aún más con opciones especiales como las versiones multirruedas o divididas. La utilización de equipos de trituración totalmente móviles presenta unas ventajas considerables, como la reducción del tráfico, el ruido y las emisiones contaminantes en la cantera. Gracias a la combinación de todos estos factores, se consigue un entorno de trabajo más seguro y más limpio.

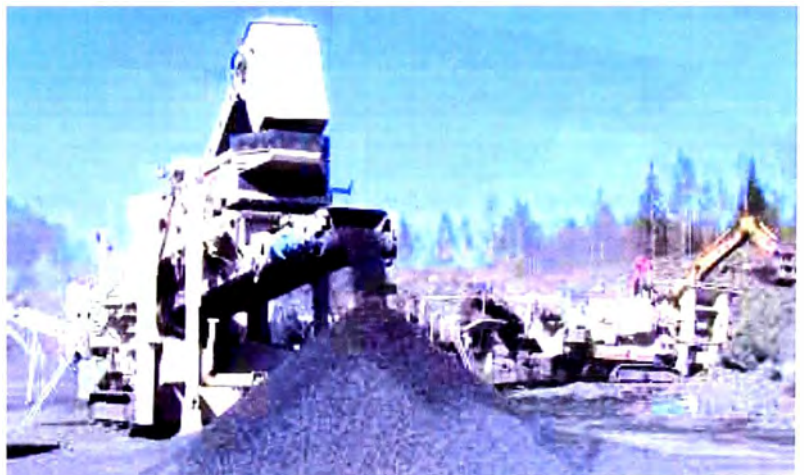
Una planta móvil Nordberg para cada proceso de trituración

Independientemente de si el requisito prioritario es una alta capacidad de producción, buena adaptación a distintos procesos, cubicidad excelente o trituración eficiente de materiales reciclados, la gama de plantas móviles de Metso Minerals puede ofrecerle la respuesta más adecuada.

Desde las aplicaciones de trituración bajo pedido hasta las exigentes aplicaciones de trituración dentro de la excavación, Metso Minerals cuenta con la planta móvil adecuada y adaptada a sus necesidades de capacidad y producto final.



La planta móvil de trituración con mandíbulas Lokotrack LT105S produce 2 productos en una sola fase.

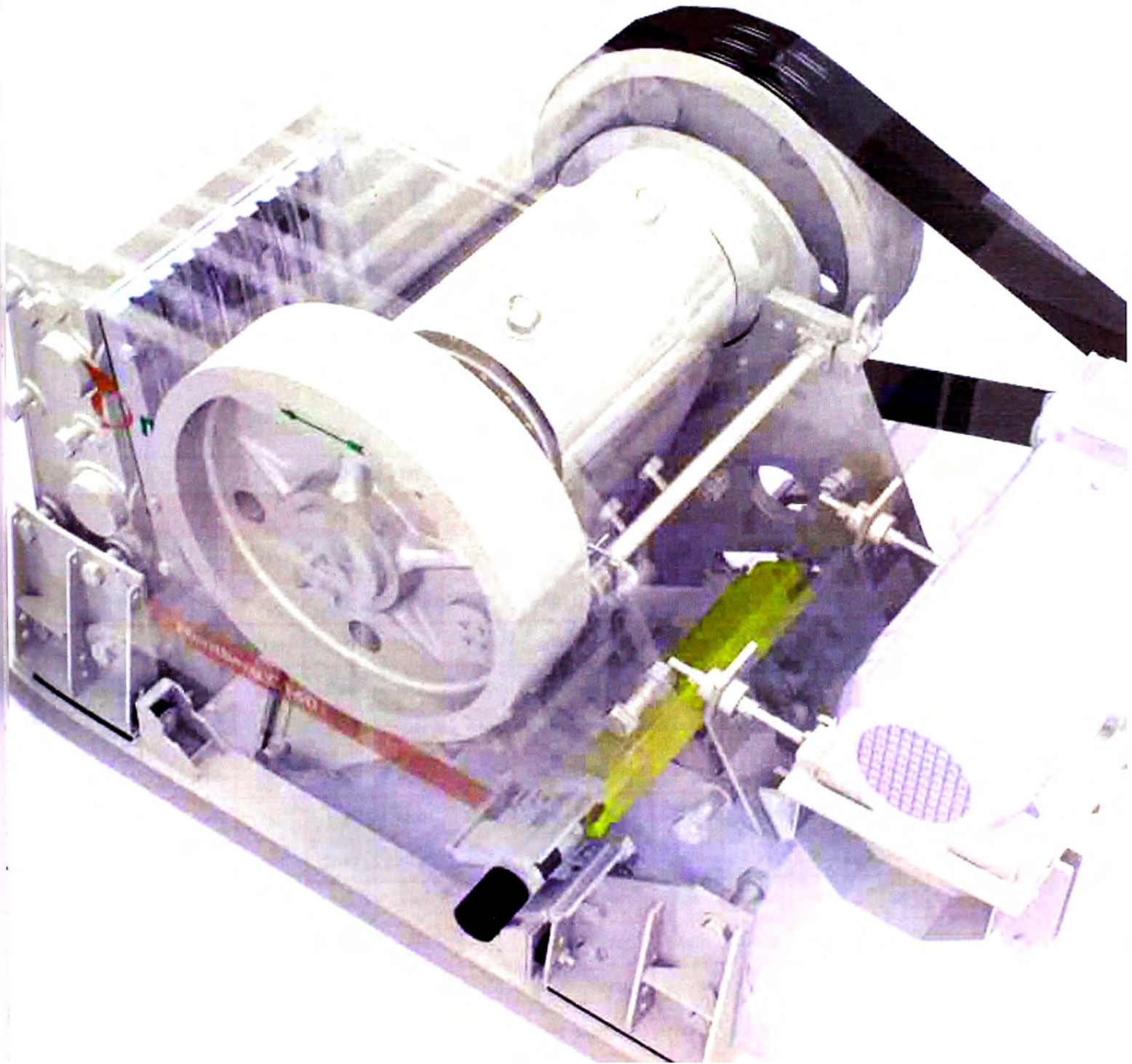


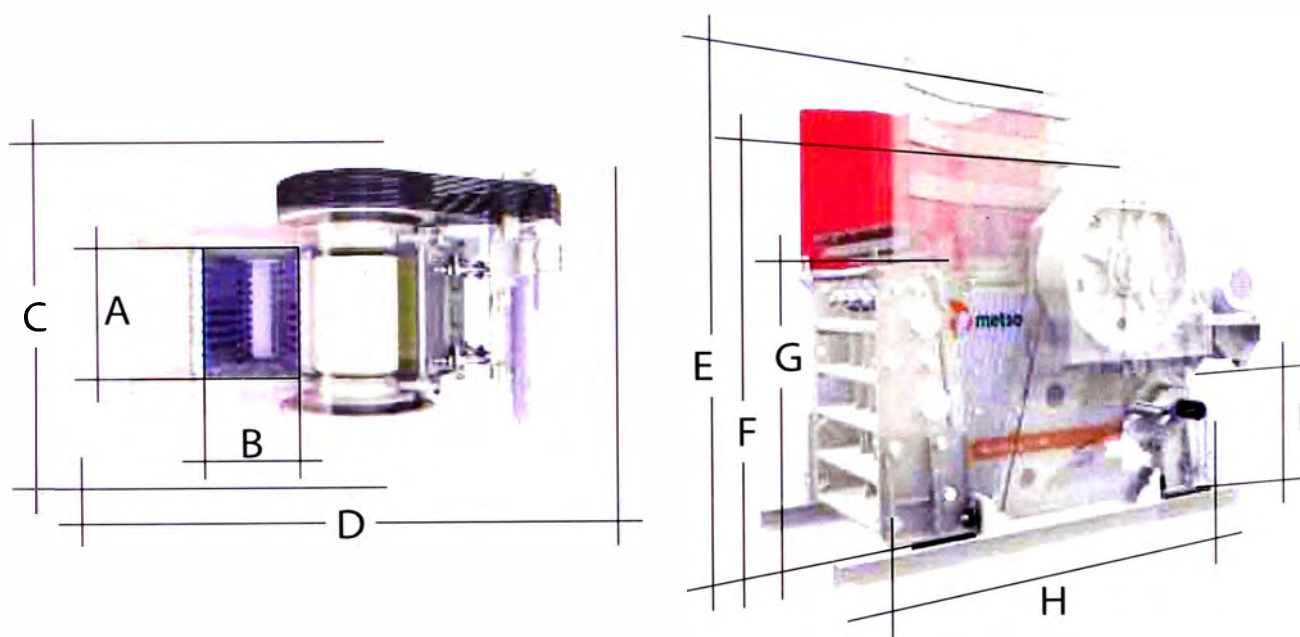
Proceso de trituración y cribado en tres etapas con los modelos Lokotrack LT110, LT300GP y LT300GPB.



Trituración móvil con la NW125.

La gigantesca Lokotrack LT160, acoplada con las cintas transportadoras móviles Lokolink para áreas de excavación, elimina la necesidad de usar camiones de acarreo.





Dimensiones y pesos

		C95	C105	C80	C100	C3054	C110	C125	C140	C145	C160	C200
A	mm	930	1060	800	1000	1375	1100	1250	1400	1400	1600	2000
B	mm	580	700	510	760	760	850	950	1070	1100	1200	1500
C	mm	1755	2030	1526	2420	2640	2385	2800	3010	3110	3700	4040
D	mm	2880	3320	2577	3670	3540	3770	4100	4400	4600	5900	6700
E	mm	1610	2075	1990	2890	2470	2890	3440	3950	4100	4580	4950
F	mm	1460	2005	1750	2490	2470	2750	2980	3140	3410	3750	4465
G	mm	755	1135	1200	1700	1080	1940	2100	2260	2430	2650	2800
H	mm	2500	2630	2100	2965	2950	2820	3470	3755	3855	4280	4870
I	mm	465	700	625	775	690	580	980	1050	1050	1300	1400
Peso de la trituradora básica	kg	9 759	14 350	7 670	20 060	25 900	25 800	37 970	48 250	55 800	71 330	121 510
Peso de la trituradora en operación	kg	11 870	17 050	9 520	23 300	30 300	29 500	43 910	55 600	65 000	83 300	137 160

Los diagramas certificados de disposición general, cimentación y requisitos de espacio para servicio técnico están disponibles a través de Metso Minerals.



No todas las trituradoras de mandíbulas son iguales

En contra de lo que se suele creer, no todas las trituradoras de mandíbulas son iguales. Ésta es una afirmación que se cumple claramente en el caso de las trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C. Pero nuestro éxito no tiene secretos. ¡Compruebe de primera mano las ventajas de la trituradora de mandíbulas preferida en el mundo entero!

Alta calidad y fiabilidad

- Fabricación y materiales líderes en el mundo
- Construcción modular sin soldaduras
- Cuatro rodamientos del mismo tamaño, más grandes que los de la mayoría de las trituradoras de unas dimensiones comparables
- Biela y bastidores de la trituradora fabricados en acero fundido
- Alojamiento para rodamientos con bastidor de acero fundido de una pieza
- Construcción de trituradora reparable

Alto rendimiento

- El diseño de cavidad perfecto
- Gran excentricidad velocidad óptima y alta potencia instalada
- Reglaje reducido de la trituradora
- Mandíbulas y placas laterales adecuadas para la gama más amplia de aplicaciones

Bajos costes de funcionamiento e instalación

- Fácil de automatizar
- Sistema de reglaje por cuñas, tan rápido como seguro
- Placas de protección detrás de las placas de mandíbula
- Trituradora montada sobre amortiguadores de goma
- Versátil base para motor integrada
- Protectores de volantes de inercia compactos y con servicio técnico sencillo
- Conducto de alimentación especial
- Sistema automático de lubricación con grasa

Utilizadas en una amplia gama de aplicaciones, tanto fijas como móviles

- Áridos
- Minería (a cielo descubierto y subterránea)
- Reciclaje (hormigón, asfalto, etc.)
- Industrias (escorias, ánodos, etc.)

Metso Minerals - Equipos de trituración

Nuestras gamas: Trituradoras

Trituradoras de mandíbulas Serie C
Trituradoras primarias giratorias
Trituradoras de cono Serie GP
Trituradoras de cono Serie HP
Trituradoras de cono Serie MP
Trituradoras horizontales de impacto Serie NP
Trituradoras verticales de impacto Serie Barmac
Trituradoras de metales Serie Lindemann
Trituradoras de laboratorio Nordberg

Equipos móviles

Plantas móviles de trituración Serie LT
Plantas portables Serie NW

Plantas completas

Plantas completas para producción de áridos
Plantas completas para reciclaje



Metso Minerals España, S.A.

C/ Rivas Nº 4
28052 Madrid
Tel: +34 91 825 5700
Fax: +34 91 825 5740

Metso Minerals (Portugal) Lda.

Rua Sebastião e Silva, No 71-73
Zona Industrial de Massamá
2745-838 Massamá
Tel: +351 1 438 8550
Fax: +351 1 438 8559

Metso Minerals Construction

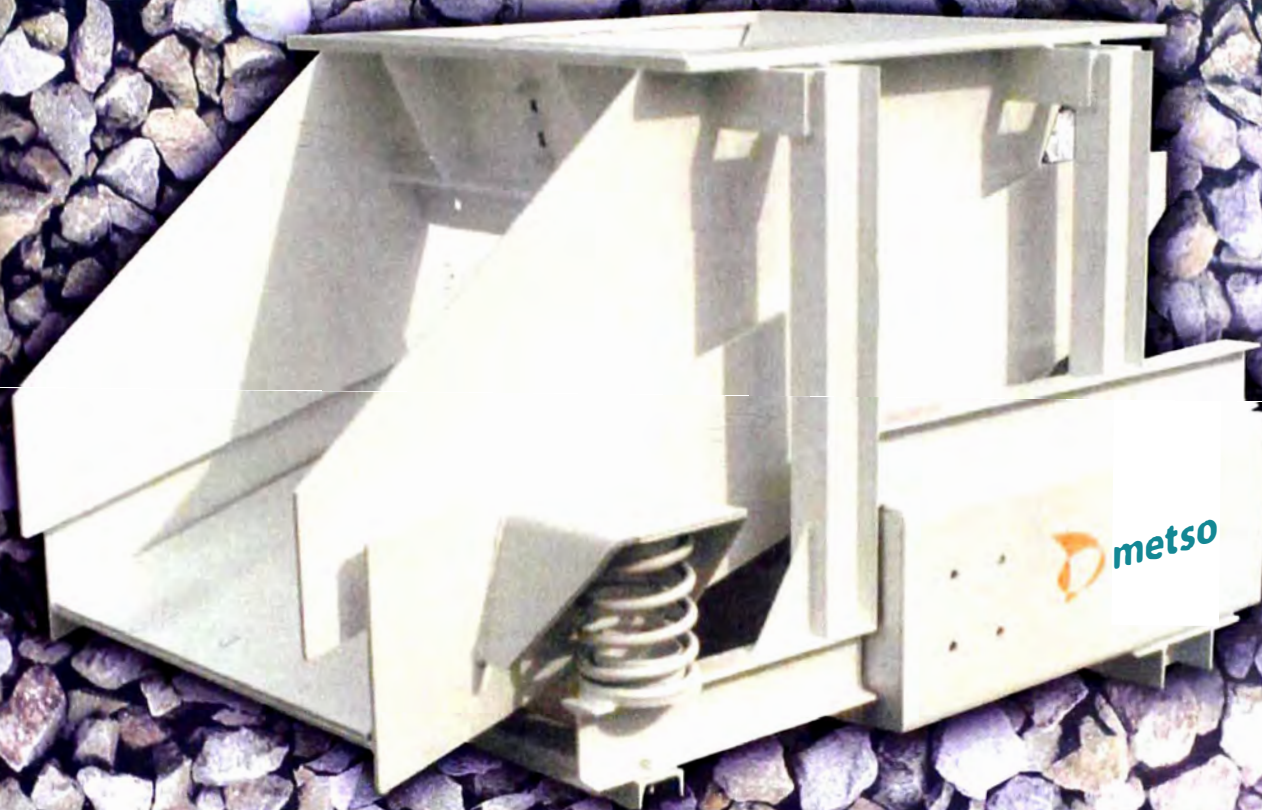
P.O. Box 306
33101 Tampere
Finland
Tel: +358 20 484 142
Fax: +358 20 484 143

www.metsominerals.com
e-mail: minerals.info.csr@metso.com



Apéndice C

Calha Vibratorias Metso Minerals



Calhas Vibratórias Metso Minerals





Calha Vibratória Metso Minerals

As Calhas Vibratórias Metso Minerals foram projetadas basicamente para serem instaladas sob pilhas ou silos, promovendo a retomada de material estocado através de uma alimentação contínua e homogênea para os transportadores de correia ou outros equipamentos subsequentes. Disponíveis em 2 tamanhos básicos, atendem uma faixa de capacidade de 70 a 200 m³/h. Sob consulta, a Metso Minerals poderá fornecer outros modelos e tamanhos, dotados de características especiais.

A sua construção é simples e robusta. Uma mesa vibrante, revestida contra desgaste por chapa metálica no fundo, é isolada da estrutura de apoio por 4 molas helicoidais de grande flexibilidade e resistência. A estrutura de apoio é normalmente fixada no teto de túneis ou no flange inferior de silos, podendo apoiar-se no solo, se necessário (sob consulta).

Ampla possibilidade de regulagem da taxa de alimentação por:

- Variação da amplitude de vibração: modificando-se a massa excêntrica dos contrapesos do vibrador.
- Variação da frequência de operação: Sua polia escalonada standard, montada no eixo do motor, permite a escolha da rotação de 900 ou 1.100 rpm.

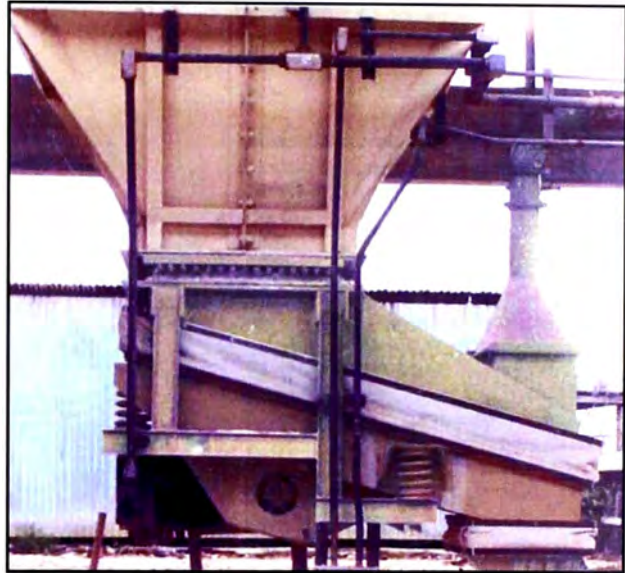
Facilidade de instalação

O acionamento pode ser instalado indistintamente em ambos os lados, permitindo a escolha do lado mais conveniente e acessível para manutenção. O acionamento é parte integrante da estrutura de apoio da calha, dispensando a execução de bases adicionais.

Apresentação do Produto

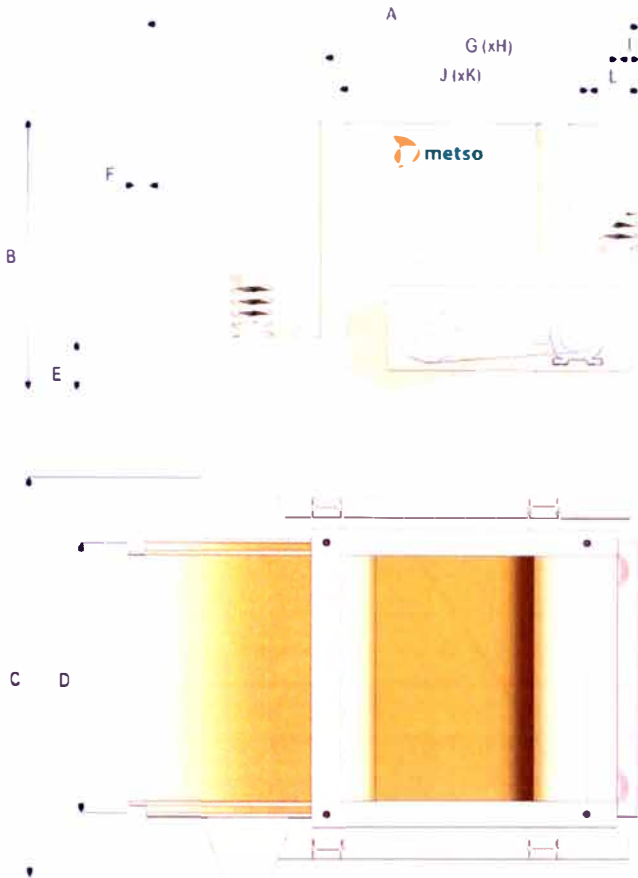
Opcionais:

Enclausuramento: As calhas Metso Minerals podem ser totalmente enclausuráveis.



Revestimentos: Além do fundo, as laterais da calha podem ser revestidas com placas de desgaste. Em determinadas aplicações para melhorar o escoamento do material, todo o revestimento poderá ser feito em polietileno de alta densidade (UHMW 1900).

Varição linear da capacidade de alimentação: Através do uso de inversor de frequência obtendo controle de velocidade do motor e regulação instantânea e remota da taxa de alimentação.



Dimensões Principais (mm)

MODELOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
CV - 1308	1625	970	1280	800	220	50	920	820	110	800	700	170
CV - 1510	1800	995	1480	1000	170	54	800	1020	208	900	900	158

Especificações Técnicas

Modelos	Peso (kg)	Vol. Exp. (m³)	Motor		Rotação rpm	Correias		Capac. (m³/h)	Tamanho máx. da pedra	Boca de saída (da pilha)
			hp	P los		Tipo	Qtd.			
CV-1308	750	2,00	5	IV	900/1100	B	1	70 - 150	8"	800x700mm
CV-1510	950	2,70	5	IV	900/1100	B	1	100 - 200	12"	900x900mm

A Metso Minerals (Brasil) Ltda. se reserva ao direito de alterar os dados constantes deste folheto sem prévio aviso

Metso Minerals (África do Sul)

64 Jet Park road
1600 Jet Park
Gauteng
África do Sul
Fone: +27-11 961 4000
Fax: +27-11 397 5960

Metso Minerals (América do Norte e Central)

20965 Crossroads Circle
Waukesha, WI 53186
EUA
Fone: +1 262 717 2500
Fax: +1 262 717 2501

Metso Minerals (América do Sul)

Avenida Independência, 2500 - Éden
18087-050 Sorocaba
Brasil
Fone: +55 15 2102 1300
Fax: +55 15 2102 1695

Metso Minerals (Asia-Pacífico)

Level 2, 1110 Hay Street
West Perth, WA 6005
Austrália
Fone: +61 8 9420 5555
Fax: +61 8 9420 5500

Metso Minerals (China)

19/F, The Exchange Beijing, Tower 4
China Merchants Centre
No. 118 Jian Guo Lu Yi Chaoyang District
100022 Beijing,
China
Fone: +86 10 6566 6600
Fax: +86 10 6566 2583

Metso Minerals (Europa)

Verkstadsvägen 26
S-245 34 Staffanstorps
Suécia
Fone: +46 40 24 3250
Fax: +46 40 24 3299

Metso Minerals (Internacional)

Terminalsgatan 2
231 32 Trelleborg
Suécia
Fone: +46 40 24 5800
Fax: +46 40 245854

www.metsominerals.com
E-mail: minerals.marketing.br@metso.com

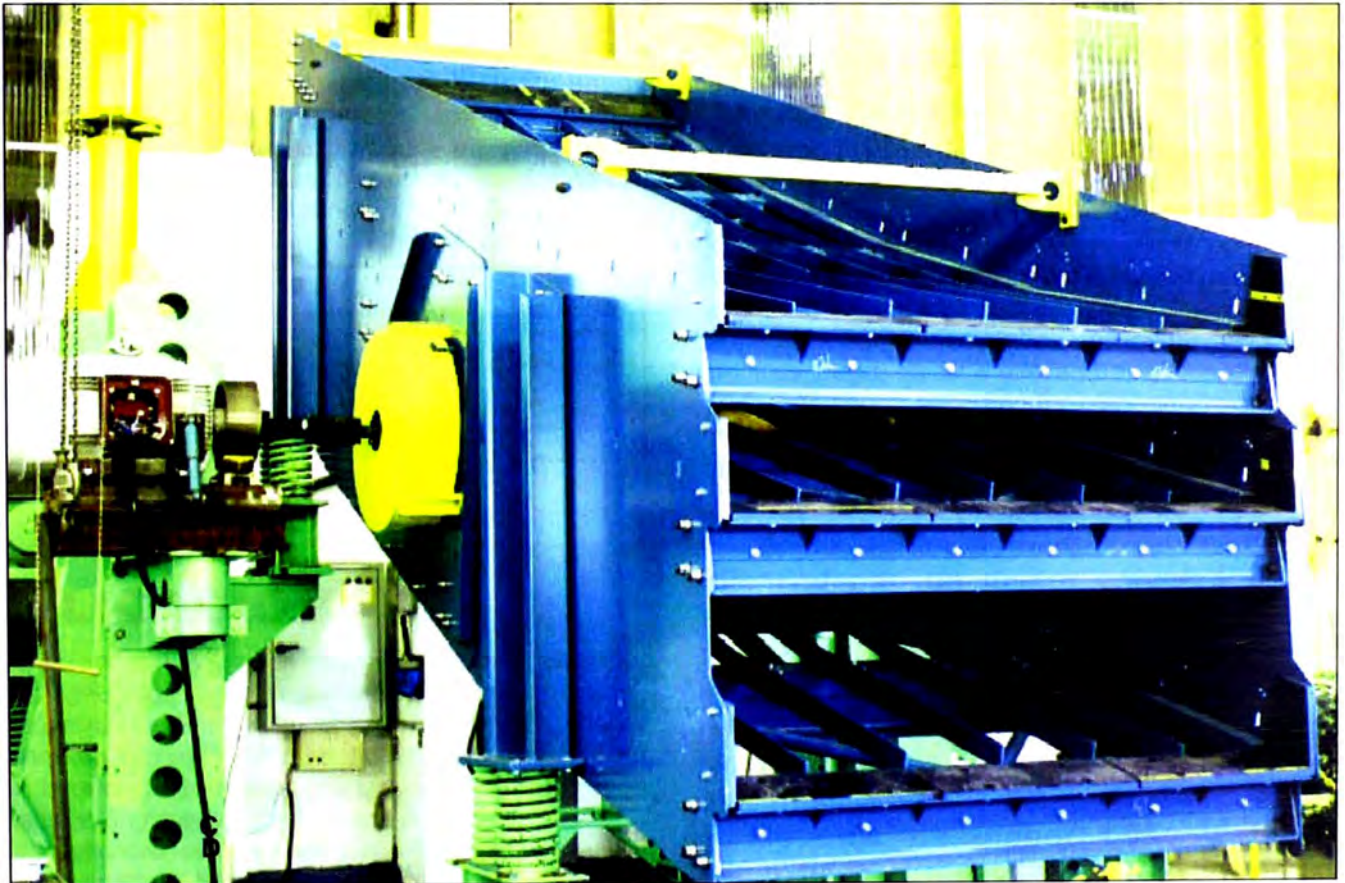


Apéndice D

Zarandas CBS tipo Banana

ZARANDAS CBS

TIPO BANANA



ZARANDAS CBS – TIPO BANANA

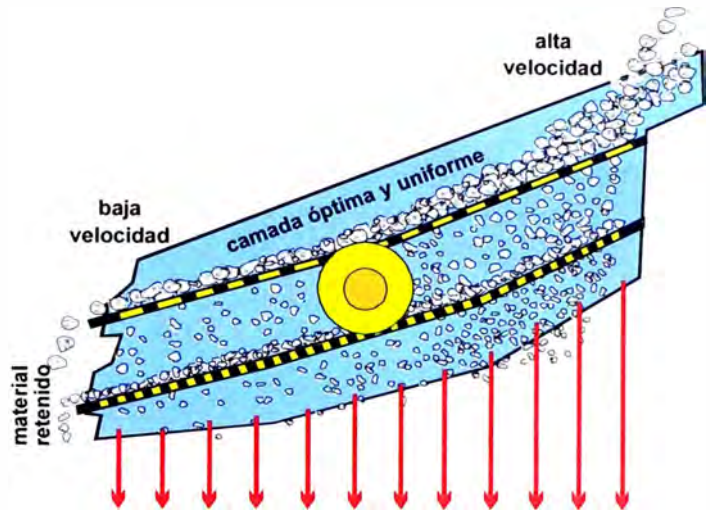
El diseño de la nueva línea de zarandas CBS conjuga una construcción simple con la máxima performance. A la probada eficiencia del movimiento circular, generado por un único mecanismo central, se le suma la inclinación gradualmente variable en cada piso. La mayor inclinación inicial aumenta la velocidad de transporte del material, dando como resultado una mayor capacidad; mientras las sucesivas disminuciones de la inclinación a lo largo del piso proporcionan una mayor eficiencia en la clasificación. Las zarandas CBS reemplazan a los equipos convencionales, de inclinación simple, con amplias ventajas en todo tipo de aplicación. El mayor ángulo inicial, de 26° en lugar de los 20° de las zarandas tradicionales, permite manejar hasta un 40% más de material y, al mismo tiempo, el ángulo final de solo 16° confiere una mejor calidad de separación.

El incremento en la capacidad de las nuevas Zarandas CBS, en comparación con los equipos convencionales, puede expresarse en función del porcentaje de partículas pasantes, conforme se muestra en la siguiente tabla.

Pasante por la mala %	40	50	60 o más
Incremento de capacidad %	10	25	40

APLICACION

Las zarandas CBS están destinadas, principalmente, para aplicaciones de separación intermedia y final, tanto para clasificación en seco como en vía húmeda. El tamaño máximo del material de alimentación deberá ser inferior a 250 mm (10"), siendo el rango de clasificación recomendado desde 3 hasta 100 mm. Para aplicaciones que excedan estos límites, sugerimos consultar al fabricante.

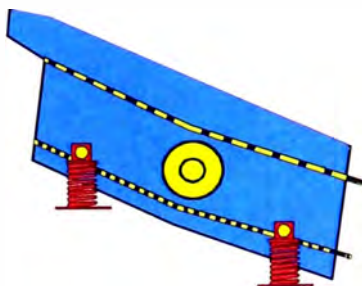


CHASIS SIMPLE O MODULAR

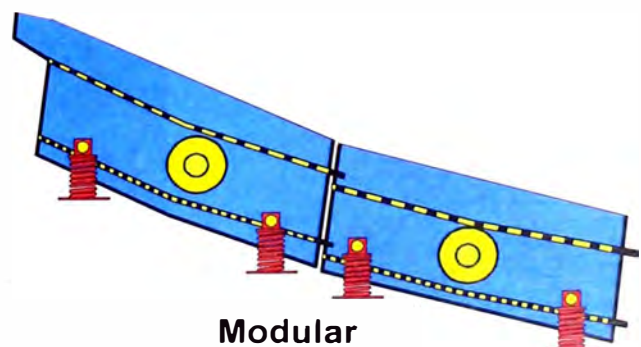
Las zarandas de hasta 7 pies (2135 mm) de ancho son construidas en un chasis único, accionadas por un vibrador central de eje simple.

Los equipos de mayor tamaño están compuestos por dos cuerpos independientes, contando cada uno de ellos con un vibrador propio. Ambos segmentos de la zaranda están ensamblados uno dentro del otro con mínimo juego, de tal manera que, desde el punto de vista del proceso, se comportan como una única zaranda; manteniendo, sin embargo, las ventajas mecánicas propias de equipamientos de menor porte:

- Mayor rigidez estructural y menor peso, demandando un menor esfuerzo para su excitación, y, al mismo tiempo, soportando mejor las cargas dinámicas generadas durante la operación y parada del equipo,
- Vibradores más compactos, con rodamientos de menor diámetro y costo, facilitando su obtención en el mercado local.
- Módulos de menor peso y tamaño simplifican el montaje y mantenimiento del equipamiento.



Simple



Modular

VIBRADOR

Los vibradores de la línea V-100 cuentan con un eje excéntrico rígido, apoyado sobre rodamientos de rodillos a rótula especiales, para aplicaciones vibrantes con una vida teórica superior a las 30.000 horas.

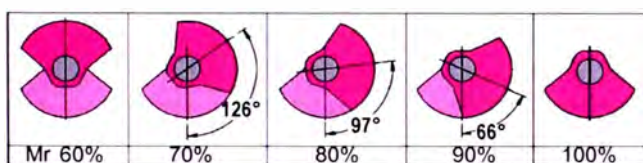
La lubricación estandar es en baño de aceite. El sistema de protección, compuesto por un sello centrifugo (formado por dos discos de perfil cónico) y un reten de contacto, elimina casi por completo toda posibilidad de filtración.

Adicionalmente, un sistema laberíntico con grasa impide el ingreso de polvo, garantizando la limpieza del aceite por tiempo prolongado.

El tamaño del vibrador es designado por el diámetro del eje sobre el rodamiento.

AJUSTE DE AMPLITUD

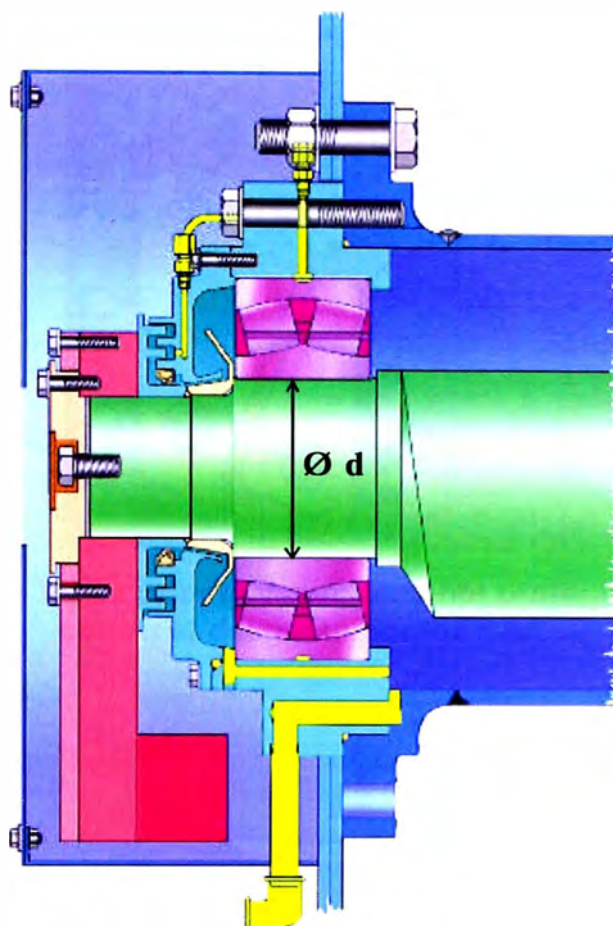
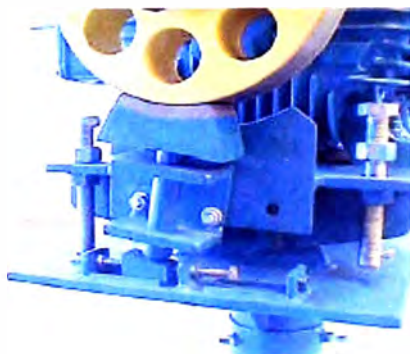
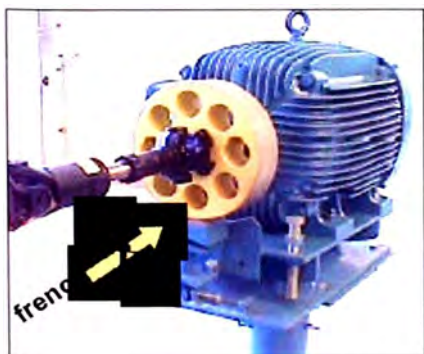
O ajuste de amplitude, feito pelo reposicionamento de contrapesos externos, permite alterar o impulso vibratório na faixa de 60 a 100%, sem a necessidade de adicionar ou remover qualquer peça.



ACCIONAMIENTO

Con el objeto de minimizar las tareas de mantenimiento, las zarandas CBS son accionadas por medio de un eje cardánico directamente acoplado al motor, evitando el uso de poleas y correas.

Estos equipos operan con una velocidad de rotación de 880 rpm para rerdes de 60 Hz (motor de VIII polos) y con 980 rpm para el caso de 50 Hz (motor de VI polos). Es importante destacar que, debido a la elevada rigidez estructural que presentan las Zarandas CBS, las primeras frecuencias naturales críticas se sitúan por lo menos un 20% por encima de la rotación de trabajo.



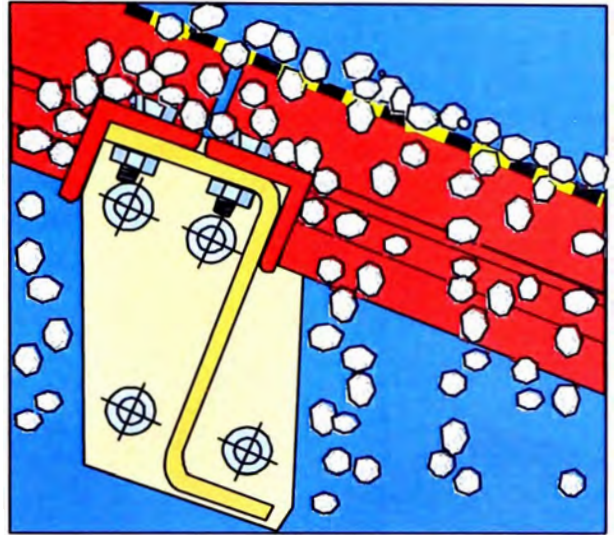
NOVEDOSO SISTEMA DE FRENO PATENTADO

Se trata de un freno extremadamente simple y eficiente. El tiempo de parada de la zaranda se ha reducido a menos de 3 segundos, evitando así el perjudicial aumento de amplitud resultante del transitorio correspondiente a la frecuencia propia de los resortes.

En la construcción de este freno no se ha empleado ningún dispositivo electro-hidráulico-neumático. La liberación del freno es el resultado de la acción de reacción al torque transmitido a la máquina y el frenado emplea como fuerza actuante al propio peso del motor, montado sobre una base articulada.

ESTRUCTURA

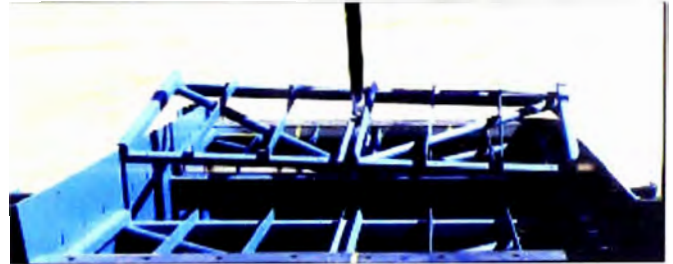
Chapas laterales lisas, sin soldaduras. Vigas transversales en forma de Z. La unión de todos los componentes, inclusive el soporte de los resortes, está hecha por medio del sistema tornillo/remache tipo *Huckbolt*, eliminando definitivamente la necesidad de reajustes periódicos. Las vigas Z transversales presentan una altísima rigidez en el sentido vertical, mientras que en el plano horizontal se han reforzado por los bastidores sobre los que se apoyan las mallas.



Vigas principales totalmente protegidas contra el desgaste por los bastidores

BASTIDORES

Los bastidores contienen todos los elementos necesarios para la fijación de las mallas. En el caso de desgaste de los bastidores, son fácilmente sustituibles, sin necesidad de realizar soldadura alguna dentro de la máquina. El diseño estandar está preparado para recibir mallas tensadas de alambre o goma. En el caso de optar por un sistema de mallas modulares, tipo *Trellstep* (con fijación por encastre) o similar, bastará reemplazar los bastidores por otros del tipo adecuado. El cambio es fácil y rápido

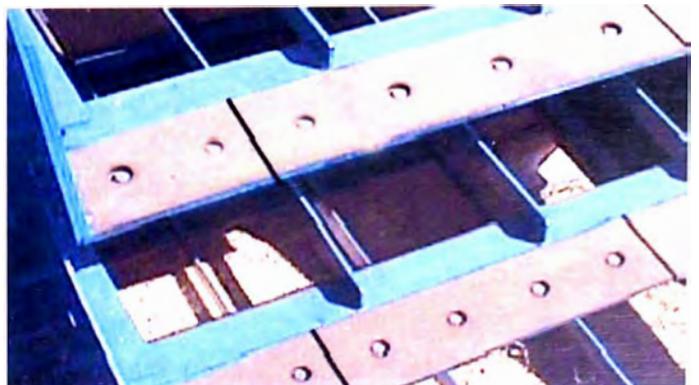


Montaje del bastidor para fijación de las mallas

PROTECCION ANTI-DESGASTE

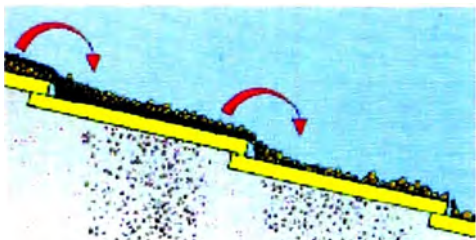
Todas las zarandas CBS cuentan, como parte del suministro básico, con revestimientos anti-desgaste en forma de placas de goma sustituibles tanto para la caja de alimentación como para los bordes de descarga. Las chapas laterales de la zaranda se encuentran protegidas por los tensores de las mallas, y por placas de goma para el caso de emplear mallas modulares tipo *Trellstep*.

Los refuerzos diagonales que rigidizan los bastidores también son revestidos, en nuestra fábrica, con goma.

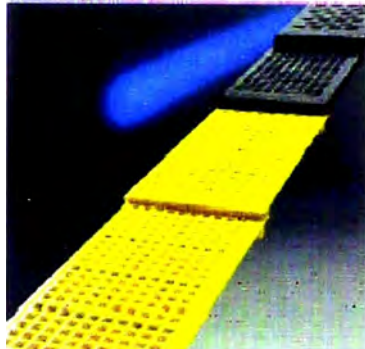


MALLAS

Además de las mallas metálicas convencionales, las zarandas CBS han sido desarrolladas para recibir las modernas mallas en goma y poliuretano. Trellex, empresa con más de 50 años de vida y poseedora de un vasto know-how en la fabricación y aplicación de estos materiales, ha sido quien introdujera este tipo de tecnología en el mercado sudamericano.



Sistemas **Trelstep** y **Stepflex**



Mallas modulares **Trelstep**

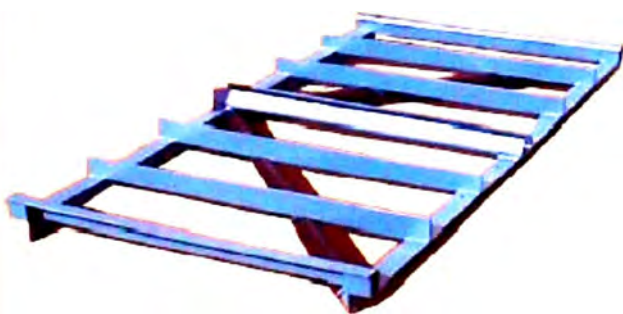


Mallas tensadas **Superflex**

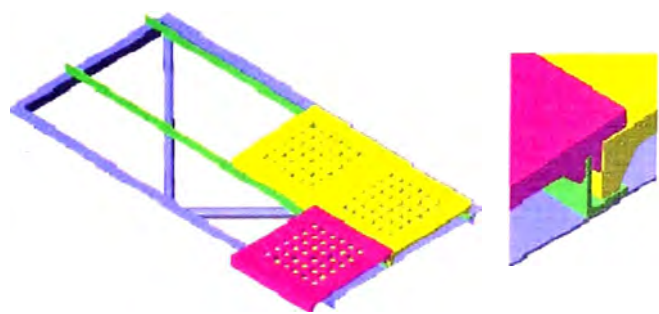
Las zarandas CBS presentan una flexibilidad incomparable para adaptarse a todo tipo de malla. La versión estándar de estas zarandas está preparada para recibir mallas de alambre o goma tensadas lateralmente.

Para instalar otro tipo de mallas, como por ejemplo el sistema modular **Trelstep**, solo basta colocar nuevos bastidores con la configuración adecuada. El cambio es rápido y no requiere ninguna modificación estructural en el equipo. Este práctico sistema permite, en el caso de utilizar mallas modulares del tipo **Trelstep**, contar con bastidores adicionales prearmados fuera de la zaranda, haciendo el cambio de mallas aún más rápido.

Nuestros modernos métodos de fabricación nos permiten proveer bastidores para cualquier tipo de malla existente en el mercado.



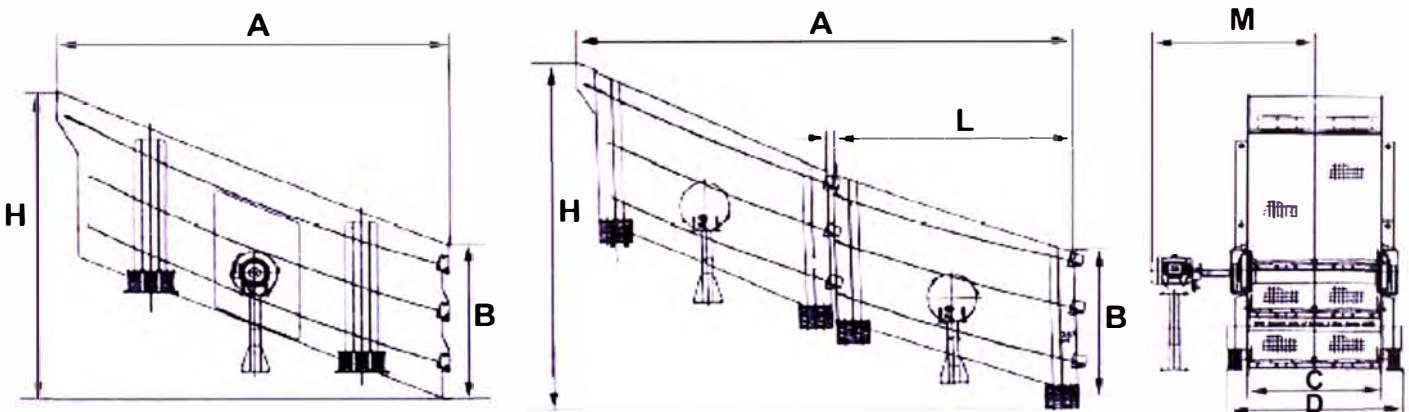
Bastidor para mallas tensadas



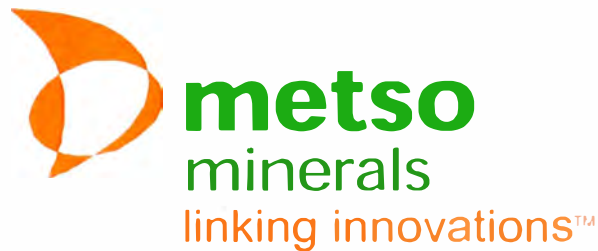
Bastidor para sistema modular **Trelstep**

DATOS TÉCNICOS

Modelo	CBS 6X16DD	CBS 6X16TD	CBS 7X20DD	CBS 7X20TD	CBS 8X24DD	CBS 8X24TD	
Dimensiones (mm)	1800 x 4800	1800 x 4800	2100 x 6000	2100 x 6000	2400 x 7200	2400 x 7200	
N.º de pisos	2	3	2	3	2	3	
Chasis	Simple	Simple	Simple	Simple	2 Módulos	2 Módulos	
Vibrador	V-140	V-140	V-160	V-160	2 x V-140	2 x V-140	
Rodamientos	22328	22328	22332	22332	22328	22328	
Amplitud (mm)	8-14	7-11	8-14	7-11	8-14	7-11	
Motor (hp)	30	30	40	40	2 x 30	2 x 30	
RPM (60 Hz/50 Hz)	880/980	880/980	880/980	880/980	880/980	880/980	
Masa vibrante (izaje)	6000	7150	8500	10590	5850 5700	7120 6980	
Peso total (kg)	6230	7380	9500	11510	12400	15100	
A	mm	5110	5110	6240	6240	7540	7540
B		1300	1820	1800	2400	1600	2340
C		1835	1835	2140	2140	2445	2445
D		2320	2320	2800	2800	3110	3110
H		2340	3860	4270	4640	4780	5780
L		—	—	—	—	3660	3660
M		2465	2465	2830	2830	2770	2770



VISITE NUESTRO SITIO:
www.metsominerals.com



Svedala Ltda. - Una empresa del Grupo Metso

Av. Independência, 2.500 - 18103-000 - Sorocaba - SP - Brasil
 Tel.: +55 15 219 1300
 Fax: +55 15 225 26 16

Apéndice E

Molinos de Cono Nordberg Serie HP



Serie HP

www.metso minerals.com

Molinos de cono Nordberg Serie HP



metso
minerals



Alta prestación para el mayor beneficio

Si se busca una productividad elevada, pequeños costes de desgaste y mantenimiento, una larga duración mecánica, y áridos de gran calidad con la deseada proporción de finos, la solución es el molino de cono HP. El mercado mundial es de dominio Metso Minerals en los sectores de áridos y minería gracias a su gama de altas prestaciones HP.

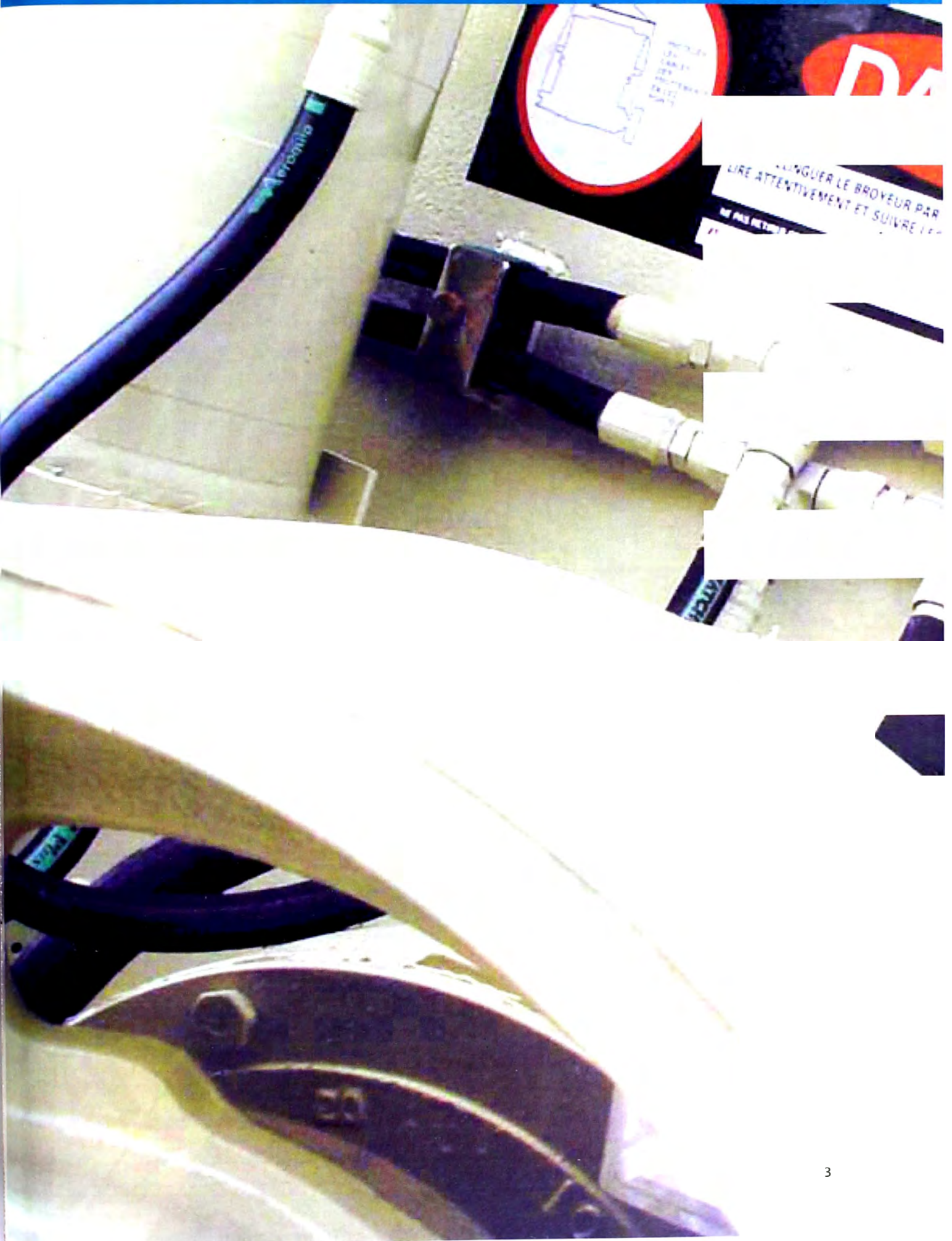
Los molinos de cono HP (Haute Performance) de Metso Minerals proporcionan una combinación única entre la excentricidad, la velocidad y la cámara de trituración. Este concepto revolucionario se ha demostrado ofreciendo una producción mayor, una calidad de producto superior y la ventaja de poder escoger la aplicación deseada. Tanto si se trata de caliza como de diabasa, de producción de balasto o de arena, de una pequeña instalación móvil o de una gran instalación de mina, las prestaciones de los molinos de cono HP en secundario, terciario o cuaternario son inigualables.

Un amplio pasado de calidad

Para la realización de los molinos HP, Metso Minerals se ha

basado en los más de 70 años de experiencia de los molinos Symons y en los más de 20 años de experiencia de los molinos Nordberg Omnicone. El molino de cono Symons debe su gran reputación mundial a la robustez de su construcción y a su gran facultad de adaptación a las más diversas aplicaciones. El Symons se ha impuesto como referencia en la industria minera, cuyas instalaciones se encuentran entre las de mayor exigencia en lo referente a tasa de reducción de los materiales y duración en utilización continua. Las innovaciones del Nordberg Omnicone han permitido reducir los costes de mantenimiento y operación, e integrar nuevas opciones tales como el reglaje hidráulico, el sistema de protección contra intrituras, el sistema de desatacado. Los molinos de la gama HP son ya reconocidos por sintetizar los avances tecnológicos de los productos Metso Minerals, teniendo como objetivo ofrecer los mejores rendimientos, la mayor producción, una máquina más compacta, una fácil automatización, así como la mayor fiabilidad y flexibilidad. Todo ello para permitir alcanzarlos más altos niveles de rentabilidad.

La gama Nordberg serie HP





Alcanzar nuevas cimas con Metso Minerals

Mas producción

Gracias al aumento de velocidad y excentricidad, que comporta un aumento de la producción pasante, los molinos de cono HP ofrecen las mayores prestaciones de toda la industria.

La tecnología HP permite alcanzar los mayores niveles de producción, reduciendo el tamaño de las instalaciones o el número de máquinas. Metso Minerals fue el pionero de la tecnología HP, desarrollándola desde 1989, multiplicando los ensayos sobre el terreno. Metso Minerals a obtenido diversas patentes para sus innovaciones.

Mayor calidad

El principio de trituración limpia de los molinos HP permite aumentar la calidad de los productos ofreciendo una curva de salida más regular y una mayor cubicidad. El hecho de poseer un reglaje mecánico fijo -en lugar de un eje flotante- permite mantener una estabilidad de reglaje y una precisión a todo lo largo del circuito. La ventaja de una taza en rotación se confirma en la práctica permitiendo conservar un reglaje idéntico sobre toda la circunferencia de la cámara de trituración. Además, el sistema de protección contra intriturbables asegura el regreso instantáneo al reglaje inicial del molino tras el paso de un intriturbable. La importante fuerza de trituración del HP permite obtener un coeficiente de reducción elevado y un producto más fino con menos etapas de trituración, y por tanto reducir los costes de inversión y explotación.

Sin limitaciones

La utilización del HP de baja velocidad permite también adaptar la curva de salida del molino produciendo menos finos, y un mayor porcentaje de productos comercializables.



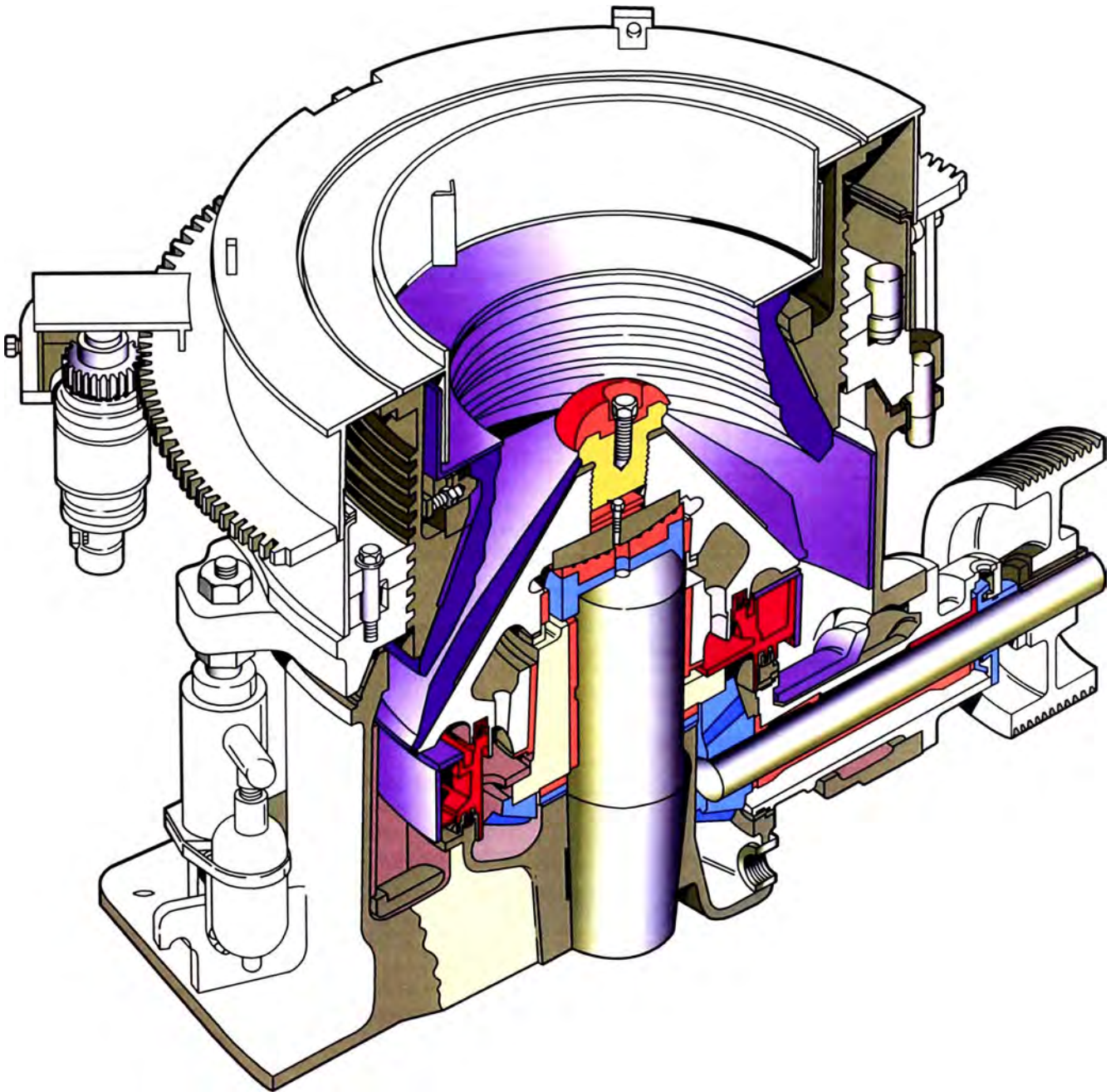
Aplicación en minas : Molino de cono HP700 tratando mineral de cobre



Aplicación móvil : Molino de cono HP300 en versión grupo móvil



Aplicación secundaria : Molino de cono HP 300 secundario preparando los materiales para un HP 400 terciario.



Menos paradas

El sistema de protección contra intriturbables, hidráulico y de doble efecto, permite al HP evacuar elementos intriturbables que bloquearían a la mayor parte de los molinos de la competencia. El amplio recorrido de desatascado, independiente del reglaje de las mandíbulas, permite vaciar completamente la cámara de trituración sin intervención manual. Un motor hidráulico permite el ajuste preciso de la taza, y a la vez ofrece la posibilidad de desenroscarla totalmente, lo que simplifica de forma considerable la operación de cambio de mandíbulas. Un sencillo sistema de sujeción de las mandíbulas permite su desmontaje rápido.

Mantenimiento más fácil

El uso generalizado de cojinetes de bronce proporciona una gran resistencia a los esfuerzos de trituración, en un contexto donde los elevados choques y el polvo son omnipresentes. Estos cojinetes son poco costosos y fáciles de reemplazar en obra con las herramientas convencionales. Los molinos de cono HP son fáciles de desmontar puesto que todas las piezas son accesibles por la parte superior de la máquina o lateralmente. La cabeza y la taza pueden sacarse del bastidor sin desmontar el grupo mecánico.

Bajo coste de mantenimiento

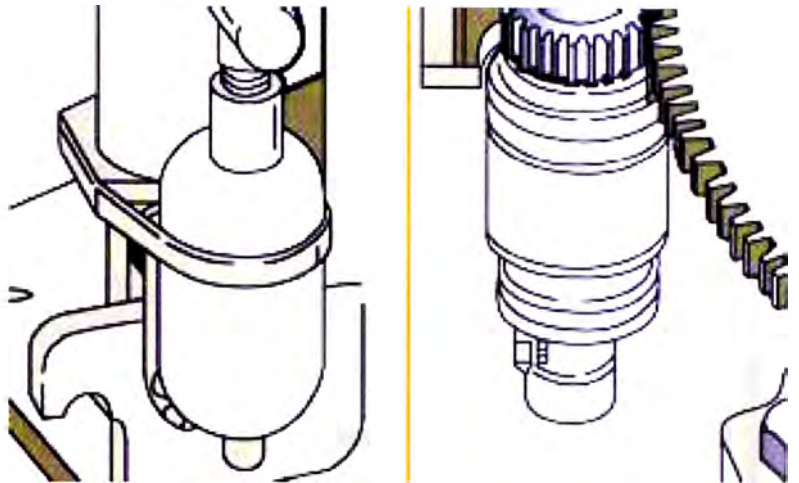
Juntas de laberinto de alto rendimiento, sin contacto, permiten una enorme fiabilidad en lo concerniente a estanqueidad antipolvo. De concepción sencilla, protegen el mecanismo. Una excelente protección contra el desgaste de todas las piezas del molino permite minimizar los costes de mantenimiento: cono distribuidor de protección de la tuerca de bloqueo, blindaje de bronce de los soportes del bastidor, blindaje de la caja del contraeje, blindaje de contrapeso, blindajes de bastidor y conducto de alimentación con caja de piedra.

Flexibilidad de aplicación

Las cámaras de trituración de los molinos HP pueden adaptarse (de las más finas a las más gruesas) mediante el simple cambio de la mandíbula fija y eventualmente de la mandíbula móvil, del anillo de adaptación y de los tornillos de bloqueo.

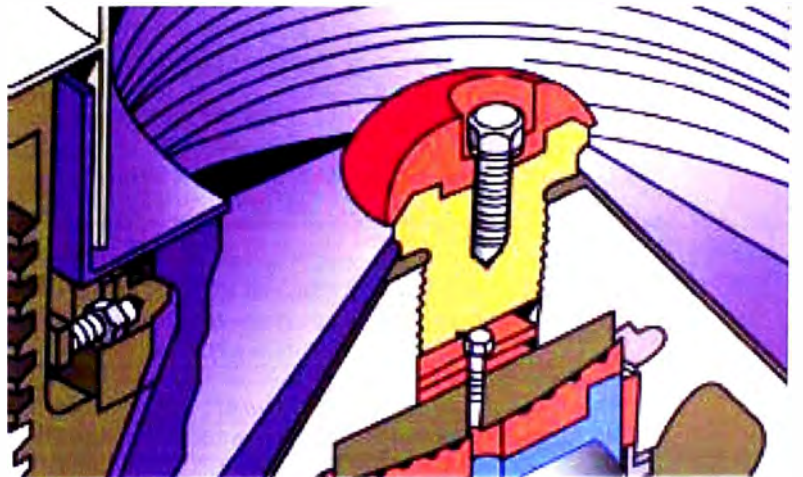
Fácil utilización

El uso del reglaje en carga mediante motor hidráulico, permite equilibrar mejor el circuito de trituración y optimizar la productividad. Este sistema permite automatizar por completo el circuito de trituración.

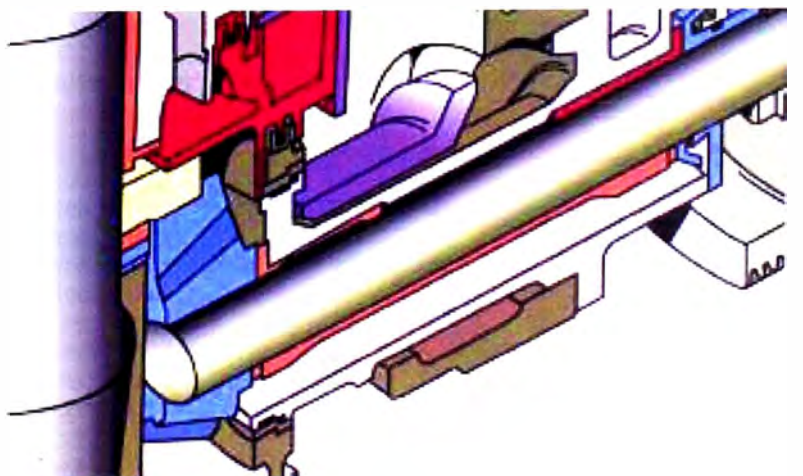


Sistema de protección

Reglaje hidráulico continuo

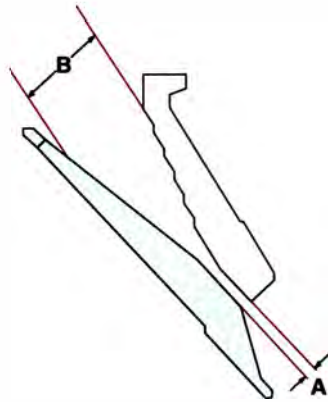


Sujeción de las mandíbulas



Estanqueidad

Cámaras de trituración



1 El reglaje "A" mínimo puede variar según las características de los materiales y de la velocidad de giro del molino

2 Apertura de alimentación "B" correspondiente al reglaje mínimo "A"

Tamaño de molino	Cámara	STANDARD		CABEZA CORTA	
		Reglaje Mínimo "A"	Apertura de alimentación "B"	Reglaje Mínimo "A"	Apertura de alimentación "B"
HP100	Extra Fina			6 mm (0.24")	20 mm (0.79")
	Fina			9 mm (0.35")	50 mm (1.97")
	Media			9 mm (0.35")	70 mm (2.76")
	Gruesa			13 mm (0.51")	100 mm (3.94")
	Extragruesa			21 mm (0.83")	150 mm (5.91")
HP200	Extra Fina			6 mm (0.24")	25 mm (0.98")
	Fina	14 mm (0.55")	95 mm (3.74")	6 mm (0.24")	25 mm (0.98")
	Media	17 mm (0.67")	125 mm (4.92")	6 mm (0.24")	54 mm (2.13")
	Gruesa	19 mm (0.75")	185 mm (7.28")	10 mm (0.39")	76 mm (2.99")
	Extragruesa				
HP300	Extra Fina			6 mm (0.24")	25 mm (0.98")
	Fina	13 mm (0.51")	107 mm (4.21")	6 mm (0.24")	25 mm (0.98")
	Media	16 mm (0.63")	150 mm (5.91")	8 mm (0.31")	53 mm (2.09")
	Gruesa	20 mm (0.79")	211 mm (8.31")	10 mm (0.39")	77 mm (3.03")
	Extragruesa	25 mm (0.98")	233 mm (9.17")		
HP400	Extra Fina			6 mm (0.24")	30 mm (1.18")
	Fina	14 mm (0.55")	111 mm (4.37")	6 mm (0.24")	40 mm (1.57")
	Media	20 mm (0.79")	198 mm (7.80")	8 mm (0.31")	52 mm (2.05")
	Gruesa	25 mm (0.98")	252 mm (9.92")	10 mm (0.39")	92 mm (3.62")
	Extragruesa	30 mm (1.18")	299 mm (11.77")		
HP500	Extra Fina			6 mm (0.24")	35 mm (1.38")
	Fina	16 mm (0.63")	133 mm (5.24")	8 mm (0.31")	40 mm (1.57")
	Media	20 mm (0.79")	204 mm (8.03")	10 mm (0.39")	57 mm (2.24")
	Gruesa	25 mm (0.98")	286 mm (11.26")	13 mm (0.51")	95 mm (3.74")
	Extragruesa	30 mm (1.18")	335 mm (13.19")		
HP800	Extra Fina			5 mm (0.20")	33 mm (1.30")
	Fina	16 mm (0.63")	219 mm (8.62")	10 mm (0.39")	92 mm (3.62")
	Media	25 mm (0.98")	267 mm (10.51")	13 mm (0.51")	155 mm (6.10")
	Gruesa	32 mm (1.26")	297 mm (11.69")		
	Extragruesa	32 mm (1.26")	353 mm (13.90")		

Curvas de Producción (Porcentaje pasante por la malla, según el reglaje)

mm	6	8	10	13	16	19	22	25	28	32	38	45	51
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
63	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	95	90
51	100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	92	82	68
38	100	100	100	100	100	100	100	98	95	90	76	62	50
32	100	100	100	100	100	100	95	90	79	69	52	42	36
25	100	100	100	100	98	94	85	74	60	49	40	33	28
22	100	100	100	100	95	88	76	63	51	42	34	28	25
19	100	100	100	98	92	82	68	57	46	37	30	26	22
16	100	100	99	92	80	69	55	46	36	29	24	20	18
13	100	99	92	78	66	55	43	36	28	22	18	16	14
10	100	93	81	66	55	45	34	30	23	18	15	13	11
8	94	82	69	55	45	37	28	24	19	15	13	11	10
6	82	67	55	43	36	29	22	19	16	12	9	8	7
4	65	49	40	32	26	21	16	14	11	9	7	6	5
2	40	28	23	17	13	11	8	7	6	4	3.5	3	2.5

Producciones¹

REGLAJEL ADO CERRADO

Tamaño	T/h	6 mm	8 mm	10 mm	13 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	32 mm	38 mm	45 mm	51 mm
HP100		45-55	50-60	55-70	60-80	70-90	75-95	80-100	85-110	100-140			
HP200				90-120	120-150	140-180	150-190	160-200	170-220	190-235	210-250		
HP300				115-140	150-185	180-220	200-240	220-260	230-280	250-320	300-380	350-440	
HP400				140-175	185-230	225-280	255-320	275-345	295-370	325-430	360-490	410-560	465-630
HP500				175-220	230-290	280-350	320-400	345-430	365-455	405-535	445-605	510-700	580-790
HP800				260-325	325-425	385-500	435-545	470-600	495-730	545-800	600-950	690-1050	785-1200

¹ Producciones instantáneas

Producciones

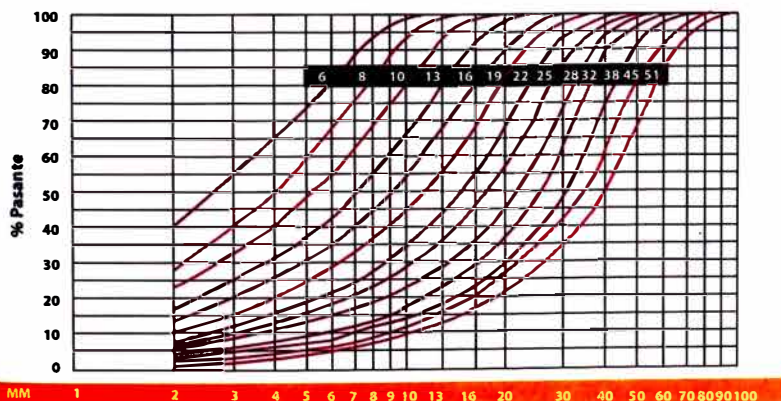
Los valores indicados se aplican a materiales de una densidad de 1,6. Como el molino es una parte del circuito, su rendimiento depende en parte de la selección y funcionamiento correctos de alimentadores, cintas transportadoras, cribas, estructura soporte, motores eléctricos, componentes de unión y tolvas intermedias. Una especial atención debe observarse con los siguientes factores que pueden disminuir los rendimientos del molino:

1. Alimentación conteniendo materiales plásticos
2. Presencia de finos en la alimentación del molino
3. Humedad de los materiales
4. Segregación en la alimentación

5. Mala distribución de la alimentación en torno a la cámara de trituración
6. Ausencia de control de caudal
7. Insuficiente producción de las cintas transportadoras
8. Para un circuito cerrado, insuficiente superficie de scalpers o cribas
9. Insuficiente dimensionamiento del conducto de evacuación
10. Material extremadamente duro y resistente
11. Funcionamiento del molino a distinta velocidad de la recomendada.

Consulte a Metso Minerals con el fin de determinar con precisión los valores correspondientes a su utilización

Curvas granulométricas*



% de pasantes por malla cuadrada en función del reglaje

*Las curvas granulométricas y las producciones mostradas, son función de la curva de alimentación, de la cámara de trituración, de la densidad del material, de su limpieza, de su humedad y de su aptitud para la fragmentación.

Peso - Molino completo y equipamiento

Tamaño	HP100	HP200	HP300	HP400	HP500	HP800
Molino completo	5 400 kg	10 400 kg	15 810 kg	23 000 kg	33 150 kg	64 100 kg
Taza, mandibula fija de la taza anillo de rejilaje tolva	1 320 kg	2 680 kg	3 525 kg	4 800 kg	7 200 kg	15 210 kg
Cabeza, mandibula móvil y plato de alimentación	600 kg	1 200 kg	2 060 kg	3 240 kg	5 120 kg	9 300 kg
Potencia máxima recomendada	90 kW	132 kW	200 kW	315 kW	355 kW	600 kW
Velocidad del contraeje	750-1200	750-1200	700-1200	700-1000	700-950	700-950

Cotas

Tamaño	HP100	HP200	HP300	HP400	HP500	HP800
A. Distancia bajo molino de la tubería de aceite	293 mm	297 mm	328 mm	240 mm	425 mm	722 mm
B. Cota total máxima del anillo de rejilaje	1 505 mm	1 952 mm	2 207 mm	2 370 mm	2 730 mm	3 500 mm
C. Cota necesaria para extracción del contraeje	1 560 mm	1 840 mm	2 020 mm	2 470 mm	2 650 mm	3 450 mm
D. Distancia hasta extreme del contraeje	950 mm	1 160 mm	1 347 mm	1 645 mm	1 760 mm	2 225 mm
E. Altura máxima	1 290 mm	1 630 mm	1 865 mm	2 055 mm	2 290 mm	3 335 mm
F. Diámetro interno de la tolva de alimentación	694 mm	914 mm	1 078 mm	1 308 mm	1 535 mm	1 863 mm
Cota necesaria para extracción de la taza	1 725 mm	2 140 mm	2 470 mm	2 650 mm	3 300 mm	4 210 mm
Cota necesaria para extracción de la cabeza	1 700 mm	2 165 mm	2 455 mm	2 715 mm	3 165 mm	3 845 mm
J. Desplazamiento de la tolva debido a la carrera de desatascado	65 mm	70 mm	85 mm	105 mm	125 mm	159 mm
K. Cota necesaria para elevación de la cabeza	NA	545 mm	660 mm	830 mm	882 mm	1 130 mm* 1 245 mm**
Diámetro de evacuación de productos	970 mm	1 240 mm	1 470 mm	1 726 mm	2 040 mm	2 356 mm

*5'1/2 - **7'

Una diferencia a escala mundial

Los especialistas de Metso Minerals están a su servicio antes, durante y después de la compra de su máquina, para proponerles las mejores soluciones.

Ya sea porque instalen un conjunto completo, ya sea porque reemplacen o actualicen un equipo específico, pueden contar con una asistencia adaptada a sus necesidades.

En la fase de concepción, estamos a la escucha tanto en lo que se refiere al análisis de las características y propiedades de su material, como para entre otras posibilidades, proponer soluciones financieras...

Una vez haya comprado la máquina, se le pondrá en contacto con el servicio de recambios, que gracias a un sistema totalmente informatizado, le permitirá conocer rápidamente las disponibilidades y plazos de entrega. Técnicos posventa cualificados están a su servicio para analizar sus necesidades y recomendar una solución a largo plazo completa y rentable.

Disponemos también de un servicio de formación para ayudarle a extraer el mejor provecho de su instalación. Desde años atrás, millares de profesionales del machaqueo se han beneficiado de los numerosos cursos que ofrecemos. Cree que tiene necesidades particulares? Contáctenos y organizaremos una formación específica para su empresa.

Los molinos de cono Nordberg: sin equivalente en materia de tecnología, de calidad, de prestaciones, de fiabilidad y de servicio. Para una mayor información, contacte con la oficina Metso Minerals más cercana.



Metso Minerals Crushing Equipment

Our ranges

Unit Crushers

C Series jaw crushers
Primary gyratory crushers
GP Series cone crushers
HP Series cone crushers
MP Series cone crushers
NP Series HSI crushers
VI Series VSI crushers
B Series VSI crushers
Lindemann Series metal crushers

Mobile Equipment

LT Series mobile crushing plants
NW Series portable plants

Complete Plants

Complete plants for aggregate production
Complete plants for recycling

Metso Minerals North and Central America

3073 South Chase Avenue
Milwaukee, WI 53207
USA

Phone: +1-414-769 4300

Fax: +1-414-769 4730

Metso Minerals South America

Caixa Postal 272
18035-240 Sorocaba
Brazil

Phone: +55-152-191 300

Fax: +55-152-191 695

Metso Minerals Asia-Pacific

P.O. Box 399
West Perth, WA 6872
Australia

Phone: +61-8-9420 5555

Fax: +61-8-9420 5500

Metso Minerals Europe, Middle East and Africa

P.O. Box 4004
20311 Malmö
Sweden

Phone: +46-40-24 58 00

Fax: +46-40-24 58 78

Metso Minerals

P.O. Box 307
33101 Tampere
Finland

Phone: +358 20 484 140

Fax: +358 20 484 141

www.metsominerals.com

E-mail: minerals.info@metso.com



linking innovations™

Apéndice F

Chemical Resistance Guide For Plastics and Metal Valves and Fittings

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

FOR PLASTIC AND METAL
VALVES AND FITTINGS



NIBCO
AHEAD OF THE FLOW™

nibco.com

Delivery at the speed of



E-business. It's moving quickly from buzzword to reality. It's a revolution that is here, dramatically changing the way business is done everyday. And now, in the flow control industry, it's a change summed up in one word: **eNIBCO.**

For nearly a century, NIBCO has offered an unsurpassed line of quality, cost-efficient flow control products. NIBCO's plastic and metal fittings, valves and actuators, and its Chemtrol® line of industrial plastics, are used in residential, commercial and industrial applications worldwide. NIBCO's breadth of product has kept us a leader with global reach.

NIBCO has always taken pride in providing things other companies can't. Recognizing opportunities before others did. And with eNIBCO, we are doing just that. eNIBCO isn't a passing fad. It's the way business needs to be done — today. It's a way of shortening the distance between NIBCO and our customers. A platform to provide better product and stronger service. It's real. It's now. It's the future of flow control here today.

Anytime day or night, nibco.com has product information, downloadable catalogs, and price sheets at the click of a mouse. You can even use our new interactive Valve Specification Review Service under the Valve Selection and Specification Guide for a "free spec update."



The Chemical Resistance Guide is also available as a PDF file. This file can be downloaded and printed for offline use while specifying valves.

NIBCO

AHEAD OF THE FLOW™

NIBCO INC.
WORLD HEADQUARTERS

1516 MIDDLEBURY STREET
ELKHART IN 46516 4740
USA

PHONE 574 295 3000
FAX 574 295 3307
WEB www.nibco.com

INTRODUCTION

This chemical resistance guide has been compiled to assist the piping system designer in selecting chemical resistant materials. The information given is intended as a guide only. Many conditions can affect the material choices. Careful consideration must be given to temperature, pressure and chemical concentrations before a final material can be selected.

Thermoplastics' and elastomers' physical characteristics are more sensitive to temperature than metals. For this reason, a rating chart has been developed for each.

MATERIAL RATINGS FOR THERMOPLASTICS & ELASTOMERS

Temp. in °F	=	"A" rating, maximum temperature which is recommended, resistant under normal conditions
B to Temp. in °F	=	Conditional resistance, consult factory
C	=	Not recommended
Blank	=	No data available

MATERIAL RATINGS FOR METALS

A	=	Recommended, resistant under normal conditions
B	=	Conditional, consult factory
C	=	Not recommended
Blank	=	No data available

Temperature maximums for thermoplastics, elastomers and metals should always fall within published temp/pressure ratings for individual valves. **THERMOPLASTICS ARE NOT RECOMMENDED FOR COMPRESSED AIR OR GAS SERVICE.**

This guide considers the resistance of the total valve assembly as well as the resistance of individual trim and fitting materials. The rating assigned to the valve body plus trim combinations is always that of the least resistant part. In the cases where the valve body is the least resistant, there may be conditions under which the rate of corrosion is slow enough and the mass of the body large enough to be usable for a period of time. Such use should always be determined by test before installation of the component in a piping system.

In the selection of a butterfly valve for use with a particular chemical, the liner, disc, and stem must be resistant. All three materials should carry a rating of "A." The body of a properly functioning butterfly valve is isolated from the chemicals being handled and need not carry the same rating.

THERMOPLASTICS & ELASTOMERS

ABS — Acrylonitrile Butadiene Styrene Class 4-2-2 conforming to ASTM D1788 is a time-proven material. The smooth inner surface and superior resistance to deposit formation makes ABS drain, waste, and vent material ideal for residential and commercial sanitary systems. The residential DWV system can be exposed in service to a wide temperature span. ABS-DWV has proven satisfactory for use from -40°F to 180°F. These temperature variations can occur due to ambient temperature or the discharge of hot liquids

into the system. ABS-DWV is very resistant to a wide variety of materials ranging from sewage to commercial household chemical formulations. ABS-DWV is joined by solvent cementing or threading and can easily be connected to steel, copper, or cast iron through the use of transition fittings.

CPVC — Chlorinated Polyvinyl Chloride Class 23447-B, formerly designated Type IV, Grade 1 conforming to ASTM D-1784, has physical properties at 73°F similar to those of PVC, and its chemical resistance is similar to or generally better than that of PVC. CPVC, with a design stress of 2000 psi and maximum service temperature of 210°F, has proven to be an excellent material for hot corrosive liquids, hot or cold water distribution, and similar applications above the temperature range of PVC. CPVC is joined by solvent cementing, threading or flanging.

PP (Polypropylene) — Type 1 Polypropylene is a polyolefin, which is lightweight and generally high in chemical resistance. Although Type 1 polypropylene conforming to ASTM D-2146 is slightly lower in physical properties compared to PVC, it is chemically resistant to organic solvents as well as acids and alkalis. Generally, polypropylene should not be used in contact with strong oxidizing acids, chlorinated hydrocarbons, and aromatics. With a design stress of 1000 psi at 73° F, polypropylene has gained wide acceptance where its resistance to sulfur-bearing compounds is particularly useful in salt water disposal lines, crude oil piping, and low pressure gas gathering systems. Polypropylene has also proved to be an excellent material for laboratory and industrial drainage where mixtures of acids, bases, and solvents are involved. Polypropylene is joined by the thermo-seal fusion process, threading or flanging. At 180°F, or when threaded, PP should be used for drainage only at a pressure not exceeding 20 psi.

PVC — Polyvinyl Chloride Class 12454-B, formerly designated Type 1, Grade 1. PVC is the most frequently specified of all thermoplastic materials. It has been used successfully for over 30 years in such areas as chemical processing, industrial plating, chilled water distribution, deionized water lines, chemical drainage, and irrigation systems. PVC is characterized by high physical properties and resistance to corrosion and chemical attack by acids, alkalis, salt solutions, and many other chemicals. It is attacked, however, by polar solvents such as ketones, some chlorinated hydrocarbons and aromatics. The maximum service temperature of PVC is 140°F. With a design stress of 2000 psi, PVC has the highest long-term hydrostatic strength at 73°F of any of the major thermoplastics being used for piping systems. PVC is joined by solvent cementing, threading, or flanging.

PVDF (Polyvinylidene Fluoride) — KEM-TEMP (KYNAR®) is a strong, tough and abrasion-resistant fluorocarbon material. It resists distortion and retains most of its strength to 280°F. It is chemically resistant to most acids, bases, and organic solvents and is ideally suited for handling wet or dry chlorine, bromine and other halogens. No other solid thermoplastic piping components can approach the combination of strength, chemical resistance and working temperatures of PVDF. PVDF is joined by the thermo-seal fusion process, threading or flanging.

EPDM — EPDM is a terpolymer elastomer made from ethylene-propylene diene monomer. EPDM has good abrasion and tear resistance and offers excellent chemical resistance to a variety of acids and alkalines. It is susceptible to attack by oils and is not recommended for applications involving petroleum oils, strong

Material Definitions

acids, or strong alkalines. It has exceptionally good weather aging and ozone resistance. It is fairly good with ketones and alcohols and has an excellent temperature range from -20°F to 250°F.

HYPALON® (CSM) — Hypalon has very good resistance to oxidation, ozone, and good flame resistance. It is similar to neoprene except with improved acid resistance where it will resist such oxidizing acids as nitric, hydrofluoric, and sulfuric acid. Abrasion resistance of Hypalon is excellent, about the equivalent of nitriles. Oil and solvent resistance is somewhat between that of neoprene and nitrile. Salts have little if any effect on Hypalon. Hypalon is not recommended for exposure to concentrated oxidizing acids, esters, ketones, chlorinated, aromatic and nitro hydrocarbons. Hypalon has a normal temperature range of -20°F to 200°F.

NEOPRENE (CR) — Neoprenes were one of the first synthetic rubbers developed. Neoprene is an all-purpose polymer with many desirable characteristics and features high resiliency with low compression set, flame resistance, and is animal and vegetable oil resistant. Neoprene is principally recommended for food and beverage service. Generally, neoprene is not affected by moderate chemicals, fats, greases, and many oils and solvents. Neoprene is attacked by strong oxidizing acids, most chlorinated solvents, esters, ketones, aromatic hydrocarbons, and hydraulic fluids. Neoprene has a moderate temperature range of -20°F to 160°F.

NITRILE (NBR) — (BUNA-N) is a general purpose oil-resistant polymer known as nitrile rubber. Nitrile is a copolymer of butadiene and acrylonitrile and has a moderate temperature range of -20°F to 180°F. Nitrile has good solvent, oil, water, and hydraulic fluid resistance. It displays good compression set, abrasion resistance and tensile strength. Nitrile should not be used in highly polar solvents such as acetone and methyl ethyl ketone, nor should it be used in chlorinated hydrocarbons, ozone or nitro hydrocarbons.

FLUOROCARBON (FKM) (VITON®) (FLUOREL®) — Fluorocarbon elastomers are inherently compatible with a broad spectrum of chemicals. Because of this extensive chemical compatibility, which spans considerable concentration and temperature ranges, fluorocarbon elastomers have gained wide acceptance as a material of construction for butterfly valve o-rings and seats. Fluorocarbon elastomers can be used in most applications involving mineral acids, salt solutions, chlorinated hydrocarbons, and petroleum oils. They are particularly good in hydrocarbon service. Fluorocarbon elastomers have one of the broadest temperature ranges of any of the elastomers, -20°F to 300°F; however, they are not suited for steam service.

TEFLON® (PTFE) — Polytetrafluoroethylene has outstanding resistance to chemical attack by most chemicals and solvents. PTFE has a temperature rating of -20°F to 400°F in valve applications. PTFE, a self lubricating compound, is used as a seat material in ball valves.

PEEK (Polyetheretherketone) — PEEK is a high-performance engineered thermoplastic which can be used above the useful range of PTFE. PEEK has physical characteristics approaching some metals (approximately 30K tensile) and has excellent resistance to a wide range of organic and inorganic chemicals. PEEK can be used up to 550°F and is an excellent choice for heat transfer fluids, steam and hydrocarbon services.

GRAPHITE — Graphite is the packing and seal material of choice for most fire-rated products, primarily because of its high temperature rating of approximately 2000°F. Graphite has excellent chemical resistance, can retain compressibility at all temperatures

and has a low coefficient of friction. Graphite is not recommended for use in strong oxidizing atmospheres.

FLUOREL is a registered trademark of the 3M Company
HYPALON is a registered trademark of the DuPont Company
KYNAR is a registered trademark of ATOFINA Chemicals, Inc.
TEFLON is a registered trademark of the DuPont Company.
VITON is a registered trademark of the DuPont Company.

METALS USED IN VALVES & FITTINGS

ALUMINUM — A non-ferrous metal, very lightweight, approximately one-third as much as steel. Aluminum exhibits excellent atmospheric corrosion resistance, but can be very reactive with other metals. In valves, aluminum is mainly used as an exterior trim component such as a handwheel or an identification tag.

COPPER — Among the most important properties of wrought copper materials are their thermal and electrical conductivity, corrosion resistance, wear resistance, and ductility. Wrought copper performs well in high temperature applications and is easily joined by soldering or brazing. Wrought copper is exclusively used for fittings.

BRONZE — One of the first alloys developed in the bronze age is generally accepted as the industry standard for pressure-rated bronze valves and fittings. Bronze has a higher strength than pure copper, is easily cast, has improved machinability, and is very easily joined by soldering or brazing. Bronze is very resistant to pitting corrosion, with general resistance to most chemicals less than that of pure copper.

SILICONE BRONZE — Has the ductility of copper but much more strength. The corrosion resistance of silicon bronze is equal to or greater than that of copper. Commonly used as stem material in pressure-rated valves, silicon bronze has greater resistance to stress corrosion cracking than common brasses.

ALUMINUM BRONZE — The most widely accepted disc material used in butterfly valves, aluminum bronze is heat treatable and has the strength of steel. Formation of an aluminum oxide layer on exposed surfaces makes this metal very corrosion resistant. Not recommended for high pH wet systems.

BRASS — Generally good corrosion resistance. Susceptible to de-zincification in specific applications; excellent machinability. Primary uses for wrought brass are for ball valve stems and balls, and iron valve stems. A forging grade of brass is used in ball valve bodies and end pieces.

GRAY IRON — An alloy of iron, carbon and silicon; easily cast; good pressure tightness in the as-cast condition. Gray iron has excellent dampening properties and is easily machined. It is standard material for bodies and bonnets of Class 125 and 250 iron body valves. Gray iron has corrosion resistance that is better than steel in certain environments.

DUCTILE IRON — Has composition similar to gray iron. Special treatment modifies metallurgical structure, which yields higher mechanical properties; some grades are heat-treated to improve ductility. Ductile iron has the strength properties of steel using similar casting techniques to that of gray iron.

CARBON STEEL — Very good mechanical properties; good resistance to stress corrosion and sulfides. Carbon steel has high and low temperature strength, is very tough and has excellent fatigue strength. Mainly used in gate, globe, and check valves for applications up to 850°F, and in one-, two-, and three-piece ball valves.

Material Definitions and Standards

3% NICKEL IRON — Improved corrosion resistance over gray and ductile iron. Higher temperature corrosion resistance and mechanical properties. Very resistant to oxidizing atmospheres.

NICKEL-PLATED DUCTILE IRON — Nickel coatings have received wide acceptance for use in chemical processing. These coatings have very high tensile strength, 50 to 225 ksi. To some extent, the hardness of a material is indicative of its resistance to abrasion and wear characteristics. Nickel plating is widely specified as a disc coating for butterfly valves.

400 SERIES STAINLESS STEEL — An alloy of iron, carbon, and chromium. This stainless is normally magnetic due to its martensitic structure and iron content. 400 series stainless steel is resistant to high temperature oxidation and has improved physical and mechanical properties over carbon steel. Most 400 series stainless steels are heat-treatable. The most common applications in valves are for stem material in butterfly valves and backseat bushings and wedges in cast steel valves.

316 STAINLESS STEEL — An alloy of iron, carbon, nickel, and chromium. A nonmagnetic stainless steel with more ductility than 400SS. Austenitic in structure, 316 stainless steel has very good corrosion resistance to a wide range of environments, is not susceptible to stress corrosion cracking and is not affected by heat treatment. Most common uses in valves are stem, body and ball materials.

17-4 PH STAINLESS STEEL® — Is a martensitic precipitation/age hardening stainless steel, offering high strength and hardness. 17-4 PH withstands corrosive attack better than any of the 400 series stainless steels, and in most conditions its corrosion resistance closely approaches that of 300 series stainless steel. 17-4 PH is primarily used as a stem material for butterfly and ball valves.

ALLOY 20Cb-3® — This alloy has higher amounts of nickel and chromium than 300 series stainless steel and with the addition of columbium, this alloy retards stress corrosion cracking and has improved resistance to sulfuric acid. Alloy 20 finds wide use in all phases of chemical processing. Commonly used as interior trim on butterfly valves.

MONEL® — Is a nickel-copper alloy used primarily as interior trim on butterfly and ball valves. One of the most specified materials for corrosion resistance to sea and salt water. Monel is also very resistant to strong caustic solutions.

STELLITE® — Cobalt base alloy, one of the best all-purpose hard facing alloys. Very resistant to heat, abrasion, corrosion, impact, galling, oxidation, thermal shock and erosion. Stellite takes a high polish and is used in steel valve seat rings. Normally applied with transfer plasma-arc; Stellite hardness is not affected by heat treatment.

HASTELLOY C® — A high nickel-chromium molybdenum alloy, which has outstanding resistance to a wide variety of chemical process environments, including strong oxidizers such as wet chlorine, chlorine gas, and ferric chloride. Hastelloy C is also resistant to nitric, hydrochloric, and sulfuric acids at moderate temperatures.

17-4 PH STAINLESS STEEL is a registered trademark of Armco Steel Company
STELLITE is a registered trademark of the Cabott Company
ALLOY 20Cb-3 is a registered trademark of Carpenter Technology
HASTELLOY C is a registered trademark of Haynes International
MONEL is a registered trademark of International Nickel

MATERIAL DESIGNATIONS & ASTM STANDARDS FOR LISTED VALVE METALS

Aluminum	ASTM B-85 Die Cast	3% Ni-Iron	ASTM A-126-Class B Modified
Copper	ASTM B-75 Wrot & ASTM B-88	Ni-Plated Ductile Iron	ASTM B-320 Plating
Bronze	ASTM B-61 Cast ASTM B-62 Cast ASTM B-584, Alloy 844	400 Series Stainless Steel	ASTM B-582 Type 416 Wrot ASTM A-217-Grade CA-15 ASTM A-276 Type 410 Wrot
Silicon Bronze	ASTM B-98 Alloy B ASTM B-371 Wrot	316 Stainless	ASTM 276 Type 316 ASTM A-351-Grade CF-8M
Aluminum Bronze	ASTM B-148 Cast ASTM B-150 Rod	17-4 PH Stainless Steel	ASTM A-564 Type 630
Brass	ASTM B-16 Wrot ASTM B-124 Forged	Alloy 20	ASTM A-351-Grade CN-7M ASTM B-473 20Cb-3
Gray Iron	ASTM A-126 Class B	Monel	ASTM B-164 ASTM 494 Grade M-35-1
Ductile Iron	ASTM A-395 Heat Treated ASTM A-536 As Cast	Stellite	AWS 5.13 Hard Face
Carbon Steel	ASTM A-216-Grade WCB Cast ASTM A-105 Forged ASTM A-352-Grade LCB Cast	Hastelloy C	ASTM B-574 ASTM B-494 Grade CW-12 MW

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																		
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER
Acetaldehyde CH ₃ CHO	Conc.			120	C	C	350	200	C	C	C	275	A	C	C	C	C	B	B	A		B	B	A		A	A	A	A	A	B	C
Acetamide CH ₃ CONH ₂			73		75	350	200	C	C	C	C	B	550		A		A		A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	B	
Acetic Acid CH ₃ COOH	25%		C	180	73	200	350	180	C	150	C	C	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	C	C
Acetic Acid CH ₃ COOH	50%		C	140	73	200	350	140	C	73	C	C	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	C	
Acetic Acid CH ₃ COOH	85%		C	100	73	150	350	100	C	73	C	C	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	C	
Acetic Acid CH ₃ COO	Glacia		C	100	C	100	350	B to 100	C	C	C	C	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	A	A	A	C	C	
Acetic Anhydride (CH ₃ CO) ₂ O					C	C	350	C	70	200	B to 70	C	275	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	A	B	C	
Acetone CH ₃ COCH ₃			C	73	C	C	350	130	C	B to 70	C	C	275	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Acetonitrile CH ₃ CN			C		C	150		C	C		70	C	275												A		A		A			
Acetophenone C ₆ H ₅ COCH ₃				120		C	350	140	C		C	C	275		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C					C	C	
Acetyl Chloride CH ₃ COCl		C				125	200	C	C	C	C	185	275		A	A	A	A	C	C	A		C		A	A	A	A		C	A	
Acetylene HC = CH	Gas 100%	70		73	140	250	250	200	140	70	70	200	275		C	C	C	C	A	A	A	A	A		A	A	A	A		A	C	
Acrylic Acid H ₂ C=CHCOOH	97%				C	150	200							A																		
Acrylonitrile H ₂ C=CHCN			C		C	73	350	C	C	140	C	C	275	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	
Adipic Acid COOH(CH ₂) ₄ COOH	Sat'd.		185		140	150	350	200	180	140	160	250	275						C	C	B		C		B to 200		B	B to 200	A	B	A	
Allyl Alcohol CH ₂ =CHCH ₂ OH	96%	C	C	140	C	125	250	70	160	70	B to 70	100	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			
Allyl Chloride CH ₂ CHCH ₂ Cl					C	212	350	C	C			70	275							C										C		
Aluminum Acetate Al(C ₂ H ₃ O ₂) ₃	Sat'd.					275	350	200	B to 70	C	C	C			C				C						A		A	B		C		
Aluminum Ammonium Sulfate (Alum) AlNH ₄ (SO ₄) ₂ 12H ₂ O	Sat'd.		180	150	140	275	250	200	140			200		A	B	B	B	B		C					B	A		A	A		A	B
Aluminum Chloride Aqueous AlCl ₃	Sat'd.		185	180	140	280	250	210	70	200	160	250	275	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A		A	C	
Aluminum Fluoride Anhydrous AlF ₃	Sat'd.				73	280	250	210	180	200	160	250		A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	B	A			C	
Aluminum Hydroxide AlO ₃ ·H ₂ O	Sat'd.		185	140	140	280	250	210	180		100	200			C	C	C	C	B	B	C		B	B	A	A	A	B			C	

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																			
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLURO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% NIKIRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER	
Aluminum Nitrate $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	Sat'd.		185	180	140	280	250	210	180	100	100		A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C				C	C	
Aluminum Oxychloride					140	275					C																						
Aluminum Potassium Sulfate (Alum) $AlK(SO_4) \cdot 12H_2O$	Sat'd.		180	150	140	280	400	200	180	200	160	200	A	B	B	B	B				C		B	A		A	A				A	B	
Aluminum Sulfate (Alum) $Al_2(SO_4)_3$	Sat'd.		185	180	140	280	250	210	200	160	140	185	275	A	C	C	C	C	C	C		C	C		B					A	C		
Ammonia, Aqueous		See Ammonium Hydroxide																															
Ammonia Gas NH_3	100%		C	150	140	C	400	140	140	140	140	C	550	A	B			C	A		A				A	A	A	A		A	B	B	
Ammonia Liquid NH_3	100%	C	C	73	C	C	400	140	B to 70	70	70	C	275	A	C	C	C	C		A				A	A	A	A	A		A	A	C	
Ammonium Acetate $NH_4(C_2H_3O_2)$	Sat'd.			73	140	175	400	140		140	140				C	C	C	C						B				B					
Ammonium Bifluoride NH_4HF_2	Sat'd.		185		140	150	400	200	180			200		A	C			C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B				B to 70	
Ammonium Bisulfide $(NH_4)HS$					140	280	400		180																								
Ammonium Carbonate $CH_3O_2 \cdot 2H_3N$	Sat'd.			180	140	280	400	210		140	140	250	275		C			C			A to 140	C		B	B	B	B	B	B	A	B to 212	B to 70	
Ammonium Chloride NH_4Cl	Sat'd.		185	180	140	280	400	210	180	200	160	250	275	A	C			C	C	C	C	C	C	C	B	C	B	B		B	B		
Ammonium Dichromate $(NH_4)_2Cr_2O_7$					73	250		70	100	100	100			A																			
Ammonium Fluoride NH_4F	10%				140	280	400	210	100	200	100			A	C			C						C								C	C
Ammonium Fluoride NH_4F	25%				73	280	400	140						A	C			C						C								C	C
Ammonium Hydroxide NH_4OH	10%		C	180	140	225	400	210	B to 70	200	150	70	550	A	C	C		C						B	A	A	A	B		A	B	C	
Ammonia Hydroxide NH_4OH	Sat'd.	C	C	180	100	225	400	175	C	200	150	C	550	A	C	C					C			B to 70	A to 140			B	B	B to 120		C	
Ammonium Nitrate NH_4NO_3	Sat'd.	175	185	180	140	280	400	250	180	200	160	100		A	C	C		C								A	A	A		A		C	
Ammonium Persulphate $(NH_4)_2S_2O_8$			73	150	140	73	200	210		70	70				C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A		A	C		A	C	C
Ammonium Phosphate (Monobasic) $NH_4H_2PO_4$	All				140	280	400	210	100	140	140	185		A	C	C	C	C	B	B	C		B	A	A	A	A	B		A	B	C	
Ammonium Sulfate $(NH_4)_2SO_4$			185	180	140	280	400	210	180	200	160	200		A	C	C	C	C	B	B	C	B	B	B	B	B	A	B		A	C	C	
Ammonium Sulfide $(NH_4)_2S$	Dilute				125	350	210	140	200	160					C	C	C	C	C	C	C		C		B		B	B			A	C	
Ammonium Thiocyanate NH_4SCN	50-80%				140	275			70	70	70	185			C	C	C	C	C	C	C		C		A	A	A	B		A	B	C	

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																				
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% N/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER		
Amyl Acetate C ₅ H ₁₀ O ₂				C	C	125	100	B to 70	C	C	C	C	550		B	B	B	B	B	B	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Amyl Alcohol C ₅ H ₁₂ O			73	180	100	280	400	210	B to 140	200	140	185	550	A	A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A	A	A	A			A	
n-Amyl Chloride C ₅ H ₁₁ Cl			C	C	C	280	400	C	C	C	C	200		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	
Aniline C ₆ H ₅ NH ₂			C	180	C	120	200	140	C	70	C	C	275	A	C	C	C	C	B	B	C	B	B	A	A	A	A	B		A	C	C		
Aniline Chlorohydrate					C																											A		
Aniline Hydrochloride C ₆ H ₅ NH ₂ ·HCl	Sat'd		C		C	75				C	C	185		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A		
Anthraquinone C ₁₄ H ₈ O ₂					140							200							C	C	C													
Anthraquinone Sulfonic Acid C ₁₄ H ₈ O ₂ ·SO ₃ H·3H ₂ O					140							200																						
Antimony Trichloride SbCl ₃	Sat'd			180	140	73		140	140	140	140	185	275	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C
Aqua Regia (Nitrohydrochloric Acid) ClHNO ₃		C	73	C	C	73	200	C	C	B to 70	C	100	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		B		B				B	C		
Argon Ar	Dry						350	200				100	200	550	A		A		A		A				A	A		A	A				A	
Arsenic Acid H ₃ AsO ₄ ·1/2H ₂ O	80%		185		140	280	400	185	160	200	180	200		A	C	C	C	C	C	C	C		C	B	A	B	A	A		A		C		
Aryl Sulfonic Acid C ₆ H ₅ SO ₃ H					140			140				185																						
Asphalt			C		C	250	350	C	B to 70	C	C	180		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B		A	C	A	
Barium Carbonate BaCO ₃	Sat'd				140	280	400	250	180	200	160	250		A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A						
Barium Chloride BaCl ₂ ·H ₂ O	Sat'd	180	180	180	140	280	400	250	180	200	160	300	275	A	A	A	A	A	B	B	C	B	B	B	A		A	A					A	
Barium Hydroxide Ba(OH) ₂	Sat'd	180	180	180	140	280	400	180	140	150	150	250		C	C	C	C	B	B	C		B	A	A	A	A	A		A					
Barium Nitrate Ba(NO ₃) ₂	Sat'd		180	70	73	275	250	200	180	200	160	300		A	C	C	C	C	A	A	A		A		A		A							
Barium Sulfate BaSO ₄	Sat'd	150	185	C	140	280	400	200	100	200	160	300	550	A	B	B	B	B	B	B	A		B	A	A	A	A	A						
Barium Sulfide BaS	Sat'd	150	180	180	140	280	400	140	C	200	160	300	275	C	C	C	C	B	B	C		B	A	A	A	A	A					C		
Beer		C		180	140	200	300	200	70	200	140	200		A	A	A	A	C	C	C		C	A	A	A	A	A				A	A		
Beet Sugar Liquors				180	140	225		210	100	200	160	185							B	B	B			A	A	A	A				A			
Benzaldehyde C ₇ H ₆ CHO	10%	C		73	73	70		140	C	C	C	C	275	A	A	A	A	A	C	C	B		C	A	A	A	A	B		A		A		
Benzene C ₆ H ₆		C	C	C	C	170	250	C	C	C	C	150	275	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																					
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	HI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELOY C	ALUMINIUM	COPPER			
Benzene Sulfonic Acid C ₆ H ₅ SO ₃ H	10%			180	140	125		C	C	180	100	185	550		B	B	B	B	C	C	C		C	B	B	B	A	A							
Benzoic Acid C ₆ H ₅ COOH	All	73	73	140	140	230	350	C	C	160	200	250	550		C	C	C	C	C	C		C	A	A	A	A	A		A						
Benzyl Alcohol C ₆ H ₅ CH ₂ OH		C	C	120	C	250	400	C	C	C	C	140	275		A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A	A	A	A		A			
Bismuth Carbonate (BiO) ₂ CO ₃					140					70	100	70																							
Black Liquor	Sat'd.		185		140	175	225	180	180	70	70	200			C	C	C	C	B	B	B		B	B	A	B	A	B							
Bleach		See Sodium Hypochlorite or Calcium Hypochlorite																																	
Blood						200		70	70	70	70			B		B		C	C			B		A	A	A	A	A	A		A				
Borax Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	Sat'd.			180	140	280		210	140	200	140	185			A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A				
Boric Acid H ₃ BO ₃	Sat'd.		185	180	140	280		210	140	200	140	185	275	A	B	B	B	B	C	C	B		C	B	A	B	A	A	A		A				
Brake Fluid						300	140	C			C	275			B				B	B	A		B	A	A	A	A	A							
Brine	Sat'd.		185	180	140	280	400	250	180	180	160	300			A	A	A		C	C	C	B	C	B	A	B	A	A		A					
Bromic Acid HBrO ₃			185		140	200		70				70			C	C	C	C														C	C		
Bromine Br ₂	Liquid	C	C	C	C	150	300	C	C	70	C	70	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	
Bromine Br ₂	Gas	C	C	C	C	150	200	C	C	70	C	70	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A		A	C	C
Bromine Water	Cold Sat'd.	C	70	C	70	212	300	C	C	70	C	185	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C										C	C	
Bromobenzene C ₆ H ₅ Br		C	C	C	C	150	120	C	C	C	C	150																							
Bromotoluene C ₇ H ₇ Br		C	C	C	C	175	70	C	C	C	C	C																							
Butadiene H ₂ C=CHCH=CH ₂	50%		73	C	140	250	C	C	C	B to 140	140	185	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Butane C ₄ H ₁₀	50%			73	140	250	350	C	70	200	70	185	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Butyl Acetate CH ₃ COOCH(CH ₂)C ₂ H ₅			73	C	C	73	175	140	C	C	C	C	550		B	B	B	B	B	B	B		B	A	A	A	A	A	A		A				
Butyl Alcohol CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH		C	100	100	100	225	300	200	B to 140	140	140	75	550	A	B	B	B				B		A	A	A	A	A						B		
Butyl Cellosolve HOCH ₂ CH ₂ OC ₄ H ₉					73		200	140	C	100		C		A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A					
n-Butyl Chloride C ₄ H ₉ Cl						280	400	C	C	C	C	100			B	B	B	B	B	B	B		B	B	B	B	B	B							
Butylene (C) CH ₃ CH=CHCH ₃	Liquid				140	280	400	C	70	C to 100	C	100			A	A	A	A			A			A	A	A	A	A	A	A	A				
Butyl Phenol C ₄ H ₉ C ₆ H ₄ OH					73	230				B to 70	C																								
Butyl Phthalate				180								70	275																						
Butyl Stearate CH ₃ (CH ₂) ₁₆ CO ₂ (CH ₂) ₃ CH ₃					73	100	250	C	100		C	185			A	A	A	A	B	B			B	A	A	A	A								



Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F										METALS																		
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER			
Butynediol HOCH ₂ C≡CCH ₂ OH					73				100	B to 70																									
Butyric Acid CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH				180	73	230	300	140		C	C	70	550																						
Cadmium Cyanide Cd(CN) ₂			185		140						70																								
Calcium Bisulfide Ca(HS) ₂ •H ₂ O					C	280	200		100	C		185														A			A						
Calcium Bisulfite Ca(HSO ₃) ₂			185	180	140	280	350	C	70	200	70	185			C	C	C	C	C	C	C		C	B	A			A	C		A				
Calcium Carbonate CaCO ₃			185	180	140	280	350	210	100	70	70	300	275		C	C	C	C	B	B	B		B	A	A	A	A	A	A		A			A	
Calcium Chlorate Ca(ClO ₃) ₂ •H ₂ O					140	280	350	140	70	70	70	185		140	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A			A	A					C	
Calcium Chloride CaCl ₂		100	185	180	140	280	350	210	100	200	160	250	550	A	B	B	B	B	A	A	C		C	B	A	B	A	A	B	A				B	
Calcium Hydroxide Ca(OH) ₂			185	180	140	280	250	210	140	200	70	250	275		C	C	C	C	C	C	C		C	A	A	A	A	A	A		A		C	C	
Calcium Hypochlorite Ca(OCl) ₂	30%		185	150	140	200	200	70	C	140		185	275	90	C	C	C	C	C	C	C		C	B	B	B	B	C		B	C	C			
Calcium Nitrate Ca(NO ₃) ₂				180	140	280	200	210	180	100	100	200		C	B	B	B	B	B	B			B		A			A	A					B	
Calcium Oxide CaO					140	250		210	180	200	160								A	A	B				A	A	A								
Calcium Sulfate CaSO ₄		100			140	280	200	210	180	200	160	200		A	A	B	B	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Camphor C ₁₀ H ₁₆ O		C			73		350	210	100	70	C	250	550		B	B	B	B	B	B	B		B	A	A	A	A	A	B						
Cane Sugar C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁				73	140	275	400	250	180	100	160	200			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Caprylic Acid CH ₃ (CH ₂) ₇ COOH					175	350													A	A	B		A		A		A								
Carbitol				73		200	70	70	70	70	100				B	B	B	B	B	B	B		B	B	B		B	B							
Carbon Dioxide CO ₂	Dry 100%	100	185	150	140	20	400	200	180	200	160	200	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Carbon Dioxide CO ₂	Wet	100	185	150	140	280	400	210	180	200	160	200	550	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Carbon Disulfide CS ₂				C	C	73	200	C	B to 70	C	C	70	275	A	B	B	B	B	A	A	A		A	A	A		A	A							C
Carbon Monoxide CO	Gas		185		140	275	400	250	70	200	70	250	550	A	A	A	A	A	A	A	B		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Carbon Tetrachloride Cl ₄		C	73	C	73	280	350	C	C	C	C	185	550	A	A	A	A	A	C	C	A		C	A	A	A	A	A	A	A	A				B
Carbonic Acid H ₂ CO ₃	Sat'd.		185		140	280	350	210	180	70	70	200	275	A	C	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	B					
Castor Oil			185		140	280	350	140	140	150	100		A	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Caustic Potash		See Potassium Hydroxide																																	
Caustic Soda		See Sodium Hydroxide																																	
Cellosolve C ₄ H ₁₀ O ₂					73	280	200	140	C	70		C		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																							
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% NIKRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER					
Cellosolve Acetate <chem>CH3COOCH2CH2OC2H5</chem>					73	300	140	C	C	C	C			B		B				B					B		B				A	B					
Chloral Hydrate <chem>CCl3CH(OH)2</chem>	All				140	75				70	B to 70	C	550																								
Chloramine <chem>NH2Cl</chem>	Dilute				73					70	70			B	B	B	B	C	C	C					B		B	B									
Chloric Acid <chem>HClO3·H2O</chem>	10%				140	140			200	140	140			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	A	C									
Chloric Acid <chem>HClO3·H2O</chem>	20%				140	140					100			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C									
Chlorine Gas (Dry) (Moisture Content)	<150 PPM	B#* to 120	C	B#* to 120	200	400	C	C	C	C	185	C	A	C	C	C	C	B	A*	A*	B	B	B	A		A	A		A	C	C						
Chlorine Gas (Wet) (Moisture Content)	>150 PPM	C	B#* to 120	C	B#* to 120	200	400	C	C		C	185	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A		A	C	C					
Chlorine (>101 psi @ 77°F)	Liquid	C	C	C	C	200		C		B to 70	C	B to 100	C		B	B		B	C	C	C		C	C	C	C											
Chlorinated Water	<3500 ppm		140		140	210	400	B to 100	C	B to 70	C	185	C	73	B	B	C	C			C			C	B	A	A	A	A	A		A	C	C			
Chlorinated Water	>3500 ppm		C	C	C	210	400	C	C	B to 70	C	185	C	73	C	C	C	C			C			C	A	B	A	B		A	C	C					
Chloroacetic Acid <chem>CH2ClCOOH</chem>	50%				140	C	200	70	C	200	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	B	B				C	C				
Chloroacetyl Chloride <chem>ClCH2COCl</chem>					73	125																															
Chlorobenzene <chem>C6H5Cl</chem>	Dry			73	C	170	200	C	C	C	C	70	C	A	A	A	A	A	C	C	B		C	A	A	A	A	A	A		A						
Chlorobenzyl Chloride <chem>ClC6H4CH2Cl</chem>					C	125																			A		A										
Chloroform <chem>CHCl3</chem>	Dry		C	C	C	125	200	C	C	C	C	70	275	A	A	A	A	A	C	C	C		C	A	A	A	A	A	A	A							
Chloropicrin <chem>CCl3NO2</chem>					C	150																															
Chlorosulfonic Acid <chem>ClSO3OH</chem>				C	73	C	200	C	C	C	C	C			C	C	C	C	B	B	C	C	B	C	C	C	B	A		A	C	C					
Chromic Acid <chem>H2CrO4</chem>	10%	C	180	150	140	175	350	70	C	140	C	140		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B to 212	A to 70		A to 125	B		A	C	C				
Chromic Acid <chem>H2CrO4</chem>	30%	C	180	150	140	175	350	C	C	140	C	140		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B to 212	B to 70		A to 125	C		A	C	C					
Chromic Acid <chem>H2CrO4</chem>	40%	C	180	150	140	175	300	C	C	140	C	140	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B to 70			C		A	C	C					
Chromic Acid <chem>H2CrO4</chem>	50%	C	140	C	75	125	200	C	C	140	C	140	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B to 70		B to 212	C		B	C	C					
Chromium Potassium Sulfate <chem>CrK(SO4)2·12H2O</chem>			73	140	73	200		140	180	200	160	200		A												B	B	A	B								
Citric Acid <chem>C6H8O7</chem>	Sat'd		185	180	140	275	200	210	70	140	140	200	550	A	C	C	C	C	C	C	C		C	B	A	A	A	A		A					C		
Coconut Oil				73	140	280	400	C	70	B to 140	100	185	550		B	B	B	B	C	C	B		C	B	A		A	B									
Coffee							140	100			200			A	A	A	A	C	C	C				A	A	A	A		A							A	

* Vacuum service only. Pressure service (greater than 7 psi) cautions covered chemical attack.
* Ratings are for body material only.



Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																						
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER				
Diacetone Alcohol CH ₃ COCH ₂ C(CH ₃)OH			C	120	C	70	350	70	C		C	C		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Dibutoxyethyl Phthalate C ₂ H ₅ O ₂					C			B to 70	C	140	C	200		A	A	A	A	A	A	A		A		A		A										
n-Dibutyl Ether C ₄ H ₉ OC ₄ H ₉						100	350	C	C	C	C	C																								
Dibutyl Phthalate C ₈ H ₁₄ (COOC ₄ H ₉) ₂				120	C	C	350	70	C	C	C	C	275	A	A	A	A	A	A	A				A		A										
Dibutyl Sebacate C ₂ H ₅ OC(CH ₂) ₄ OCOC ₄ H ₉					73	C	350	70	C	C	C	C																								
Dichlorobenzene C ₆ H ₄ Cl ₂					C	150		C	C	C	C	150	C						A	A			A		A		A									
Dichloroethylene C ₂ H ₂ Cl ₂					C	C	225	350	C	C	C	C	185			B				B					B											
Diesel Fuels						140	280	350	C	70	C	C	185	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Diethylamine C ₄ H ₁₁ NH					C	73	200	70	70			C		A	C	C	C	C	A	A	C			A	A	A	A	B						C		
Diethyl Cellosolve C ₈ H ₁₈ O ₂						280		C	140		100	200							A	A			A		A		A									
Diethyl Ether C ₄ H ₁₀ O						73	73	73		C		C	275	A																						
Diglycolic Acid O(CH ₂ COOH) ₂	Sat'd					140	73	250	70	70		70																								
Dimethylamine (CH ₃) ₂ NH						120	140	75		140	C	C	C	C						C					A		A									
Dimethyl Formamide HCON(CH ₃) ₂						C	120	C	C	250	C	100	100	C	C	275		B	B	B	B	B	B	B		A		A	A							
Dimethylhydrazine (CH ₃) ₂ NNH ₂						C	C					C																								
Dinonyl Phthalate C ₈ H ₁₄ (COOC ₉ H ₁₉) ₂							32	B to 10	C	C	C	B to 10																								
Dioctyl Phthalate C ₈ H ₁₄ (COOC ₈ H ₁₇) ₂						C	C	C	75	200	70		C	C	70	275	A	A	A	A	C	C	C													
Dioxane O(CH ₂) ₄ O						C		73	C	C		70	C	C	C	C	275	A	A	A	A	A	A	A		A		A	A							
Diphenyl Oxide (C ₆ H ₅) ₂ O	Sat'd						125		C	C		C	300	C					A	A	A	A	A													
Disodium Phosphate Na ₂ HPO ₄							185		140	200	400	210	100	140				A	B	B	B	B	B	B		A		A	B							
Dow Therm A C ₁₂ H ₁₀ *C ₁₂ H ₁₀ O									C		212	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	B	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Ether C ₄ H ₁₀ O									C	73	C	125		C	C	C				A	A	A		B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ethyl Acetate CH ₃ COOC ₂ H ₅									C		120	C	C	200	70	C	C	C	C	550							A	A	A	A	A	A	B	A		
Ethyl Acetoacetate CH ₃ COCH ₂ COOC ₂ H ₅									C			C	73	200	100	C				C																
Ethyl Acrylate CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅									C			C	73	350	70	C	C	C	C																	
Ethyl Alcohol (Ethanol) C ₂ H ₅ OH																																				

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F										METALS																		
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% NI/IRON	NI PLATED DUCTILE 400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER				
Ethyl Benzene C ₆ H ₅ C ₂ H ₅				C	C	125	350	C	C	C	C	70			B	B			B	B	B		B		A		A	A		A					
Ethyl Chloride C ₂ H ₅ Cl	Dry			73	C	280	350	B to 70	C	70	B to 70	140	550	A	A	A	B		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A				
Ethyl Chloroacetate CH ₂ ClOCO ₂ CH ₃					C	75																													
Ethylene Bromide BrCH ₂ CH ₂ Br	Dry	C	C	C	C	280	350	C	C		C	B to 70			A										A		A	A		A					
Ethylene Chloride ClCH ₂ CH ₂ Cl	Dry	C		73	C	280	350		C	C		70													A		A	A							
Ethylene Chlorohydrin ClCH ₂ CH ₂ OH				73	C	73	200	70	C	70	70	C		A							A														
Ethylene Diamine NH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂		C		120	C	225		70	100	100	100				A	C		A	A	B				A		A	B					A			
Ethylene Dichloride C ₂ H ₄ Cl ₂	Dry	C		73	C	280	350	C	C	C	C	120	275	A	A	A			A	A	A		A		A	A	A	A	A	A					
Ethylene Glycol CH ₂ OHCH ₂ OC		73	185	120	140	280	400	210	180	200	160	250	550	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Ethylene Oxide CH ₂ CH ₂ O				C	C	C	400	C	C	C	C	C	275		A	A			B	A	A		A		A		A	B		A					
Ethyl Ether (C ₂ H ₅) ₂ O				C	C	125	250	C	C	C	C	C	275																						
Ethyl Formate HCOOC ₂ H ₅						73			C		70	C			A	A			A	A		A		A		A		A							
2-Ethylhexanol CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ CH ₂ OH						250				70	C																								
Ethyl Mercaptan C ₂ H ₅ SH						75				C				A						A	A				A		A	A							
Ethyl Oxalate (COOC ₂ H ₅) ₂								140	C		C																								
Fatty Acids R-COOH			73	120	140	280	400	C	140	C	140	185	275	A	C	C	C	C	C	C	C		C		A		A	A		A	C		C		
Ferric Chloride (Aqueous) FeCl ₃	Sat'd		185	180	140	280	400	225	180	200	160	200	550	A	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	A to 175	C	C			
Ferric Hydroxide Fe(OH) ₃	Sat'd		185	180	140	250	400	180	100	100	100	180							C	C			C		A		A	A					C	C	
Ferric Nitrate Fe(NO ₃) ₃ •H ₂ O	Sat'd		185	180	140	280	400	210	180	140	160	200		A	C	C	C	C	C	C	C		C	B	A	A	A	C		A			C		
Ferric Sulfate Fe ₂ (SO ₄) ₃				180	140	280	200	210	140	140	140	185	550	A	C	C	C	C	C	C	C		C	B	A	A	A	C					C		
Ferrous Chloride FeCl ₂	Sat'd		185	180	140	280	400	200	180			200	275	A	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C		B	C	C			
Ferrous Hydroxide Fe(OH) ₂	Sat'd		185	180	73	250	400	180	180			180							C						A								C		
Ferrous Nitrate Fe(NO ₃) ₂			140	140	73	280	400	180	180	140	160	200		A											A	A	A								
Ferrous Sulfate FeSO ₄		70	185	180	140	280	400	200	180	140	160	200		A	C	C	B		C	C	C		C	A	A	A	A	A		A			B		
Fish Oil					140		300	C	70	C		70			A	A	C		B	A	A		A	A	A	A	A	A	A					A	
Flue Gas								C	180			300			A	A			A	A	A		A	A	A	A	A	A	A						

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F										METALS																	
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	HI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER		
Fluoboric Acid HBF ₄			73	73	140	275	350	140	160	140	160	140			B	B			C	C			C		A		A	A			C	C		
Fluorine Gas (Dry) F ₂	100%	C	73	C	73	73	C	C	C	140	C	C	C	B to 300	B	B			C	C	A				A	A	A	A						
Fluorine Gas (Wet) F ₂		C		C	73	73	C	C						C	C				C	C	C				A	A	A	A						
Fluosilicic Acid H ₂ SiF ₆		See Hydrofluosilicic Acid																																
Formaldehyde HCHO	Oilute			120	140	125	300	140	C	200	140	C	550	A	A	A	B		C	C	B			A	A	A	A	A			A			
Formaldehyde HCHO	35%		73	180	140	125	300	140	C	150	140	C	550	A	A	A	B		C		B			A	A	A	A	A			A			
Formaldehyde HCHO	37%		73	180	140	125	300	140	C	C	100	C	550	A	A	A	B		C		B			A	A	A	A	A			A			
Formaldehyde HCHO	50%		73		140		300	140	C	C	140	C	275	A	B	B	B		C		B			B	A	A	A	A			A			
Formic Acid HCOOH			73	73	73	250	300	200	C	70	140	C	275	A	C	C	B		C	C	C	B	C	A	A	A	A	A			A			
Formic Acid Anhydrous HCOOH			73	180				C	160	100	C														A		A	A						
Freon 11 CCl ₃ F	100%	C	73		140	200	300	C	70	130	C	70	C	A	A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A	A				A		
Freon 12 CCl ₂ F ₂	100%		73	73	140	200	C	C		130	130	C	550	A	A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A					A		
Freon 21 CHCl ₂ F	100%				C	200	300	C	C		C	C		A	A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A					A		
Freon 22 CHClF ₂	100%			73	C	200	C	C	C	130	130	C	275	A	A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A					A		
Freon 113 C ₂ Cl ₃ F ₃	100%				140	200	300	C	130	130	130	130		A	A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A					A		
Freon 114 C ₂ Cl ₂ F ₄	100%				140	200	300	C	130	70	70	C	275	A	A	A	A	A	B	B	B		B	A	A	A	A					A		
Fructose C ₆ H ₁₂ O ₆			185		140	280	300	175	140	140	160	225							A	A			A	A	A	A	A	A					A	
Furfural C ₄ H ₃ OCHO				C	C	75	300	140	C	70	70	C	275		A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A			A		A	
Gallic Acid C ₆ H ₂ (OH) ₃ CO ₂ H			73		140	75	300	70	C	70	70	185			B	B	C		C	C	C		C	A	A	A	A	A			A			
Gasoline, Leaded		C	C	C	C	275	200	C	70	70	70	100	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gasoline, Unleaded		C	C	C	C	275	200	C	70	70		100	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gasohol		C	C	C	C	280	200	C	70			100		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gasoline, Sour		C	C	C	C	280	200	C	70			100		A	B	B			A	A	A		A	B	A	A	A	A	C		A			
Gelatin			150	180	140	250	300	200	180	200	160	250			C	C	B		C	C	C		C	C	C	A	A							
Glauber's Salt Na ₂ SO ₄ •10H ₂ O							200	70	C	100	160	200			A	A			A	A	A		A	A	A	A	A	A			A			
Glucose C ₆ H ₁₂ O ₆ •H ₂ O		180	185	180	140	280	400	250	180	200	160	300	275		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Glue						250	400	100	140	200	160	250			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F								METALS																			
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% NI/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER		
Glycerin C ₃ H ₅ (OH) ₃		140	185	180	140	280	400	200	70	200	160	300	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Glycol		See Ethylene and Propylene Glycol																																
Glycol Amine														C	C	C		A	A	A		A		A		A								
Glycolic Acid OHCH ₂ COOH	Sat'd.			73	140	73	200		C	C	70	C	550		B	B			C	C	C		C		A		A		B					
Glyoxal CHOCHO									C	C	70				B	B	B		C	C	C		C		A	A	A	B						
Grape Sugar C ₆ H ₁₂ O ₆					140			250	180	200	160	185																						
Grease							C	150	C	100	200			C	C	C	C	A	A	A		A		A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Green Liquor							150	150	70	70				C	C	C		A	A		A	A	A	A	A	A	A	A						
Gypsum CaSO ₄ ·2H ₂ O	Slurry					275	350	210	180	200	160	200		A	A	B	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	
Heptane C ₇ H ₁₆				C	140	280	300	C	70	70	70	185	550		A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
n-Hexane C ₆ H ₁₄		C	73	73	73	280	300	C	70	70	70	70	550		A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Hexanol CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ OH					100	175	300	C	70	70	B to 70	160		A	A	A		A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Hydraulic Oil (Petroleum)					73		300	C	C	70	70	250	550	A	A	A	B		A	A	A		A	A	A		A	A	A					
Hydrazine H ₂ NNH ₂					C	200	250	70	70	70		C	C	A	C	C	C	C	C	C	C		C		A		A	A						
Hydrobromic Acid HBr	20%		73	120	140	280	250	140	C	100	B to 70	185	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Hydrobromic Acid HBr	50%				140	140	280	250	140	C	100	B to 70	185	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Hydrochloric Acid HCl	<25%	C	180	150	140	280	250	150	C	100		100	275	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	B	C	C		C	C	
Hydrochloric Acid HCl (Muriatic Acid)	37%	C	160	150	140	280	250	150	C	100		100			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	B	C	C		C	C	
Hydrocyanic Acid HCN	10%			73	140	280	250	200	70	200		185	275		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	A	A	C	A	C	C	
Hydrofluoric Acid HF	<3%	125	73	180	73	250	300	C	C	150	70	150	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	C	A	C	C	
Hydrofluoric Acid HF	30%	C	C	140	73	250	300	C	C	150	70	150	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	C	A	C	C	
Hydrofluoric Acid HF	40%	C	C	140	73	250	300	C	C	140	C	100	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	B	C	A	C	C	
Hydrofluoric Acid HF	50%	C	C	100	73	200	300	C	C	140	C	75	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	A	C	C		
Hydrofluosilicic Acid H ₂ SiF ₆	50%		140	140	140	280	300	140	170	150		200		C	B	B			C	C	C		C	B	B	B	A	A			C	C		
Hydrogen H ₂	Gas		73	73	140	280	300	250	180	200	160	300	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F								METALS																					
		ABS	CPVC	PP	PVC	PIVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYPALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELOY C	ALUMINUM	COPPER				
Kerosene		C	185	73	140	280	250	C	140	C	70	300	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	70	A			
Ketchup					73		250	210	140	B to 70		200			C	C	C		C	C	C		C	B	A	A	A	A			C					
Ketones		C	C		C	C	200	C	C	C	C	C		A	A	A	A		A	A	A		A	A	A	A	A	A	A							
Kraft Liquors		100	185		140		250		70	70	70	100			C	C	C	C	C	C	C		C		A		A									
Lactic Acid CH ₃ CHOHCOOH	25%			150	140	125	300	70		140	140	70	550	A	C	C	C	C	C	C		B	C		B	A	A	A	A	A						
Lactic Acid CH ₃ CHOHCOOH	80%			150	73	125	300	70	C	140		70	550	A	C	C	C	C	C		B	C		B	A	A	A	A	A		A					
Lard Oil			185	73	140	280	300	C	140	C	70	185			C	C	C	C	B		B	B		B		A		A	B				C			
Latex (C ₂ H ₄ O ₂) _x							200	70	70		100	70			A	A			A	A			A		A		A									
Lauric Acid CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH					140	225	300		70			100							C	C			C		A		A									
Lauryl Chloride C ₁₂ H ₂₅ Cl							300	140	70			200							C	C			C		A		A									
Lead Acetate Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ ·H ₂ O	Sat'd		185	180	140	280	300	210	70	100	160	C	275		C	C			C	C	C		C		A		A	A								
Lead Chloride PbCl ₂				73	140	250	300	C	100	100	70	140		A																						
Lead Nitrate Pb(NO ₃) ₂	Sat'd		185	180	140	250	300	175	180		140	225	275	A							A				A		A									
Lead Sulfate PbSO ₄			185	150	140	250	300	210	180	200	140	225		A	B	B			C	C	C		C		B		B	B								
Lemon Oil				C		250	300			140	100	200							C	C			C	B	A	A	A	A								
Ligroin									100	C	70	100																								
Lime Slurry CaO								100	100	160	100				A	A					A				A		A	A								
Lime Sulfur (CaS) _x				73	140				210	C	160	100	185		C	C	C	C	A	A	A		A		A		A	A								
Linoleic Acid CH ₃ (CH ₂) ₄ HC=CHCH ₂ CH ₂ COOH					140	250	300	C	B to 70	C		140	275		C	C	C	C	C	C	C		C	C	B	B	A	A		A			C			
Linoleic Oil					140	230	300					70																								
Linseed Oil		100	185	150	140	280	300	B to 70	180	200	70	250	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Liqueurs					140					70	70																									
Lithium Bromide LiBr					140	225	300		140			200	550	A																						
Lithium Chloride LiCl					250		100	70				140	550	A	B	B	B		B	B	C		B		A		A	A								
Lithium Hydroxide LiOH							100	70				140			C	C	C	C	A	A			A		A		A	B								
Lubricating Oil (ASTM #1)			73	C	140	280	350	C	180	C	70	150	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Lubricating Oil (ASTM #2)			73	C	140	280	350	C	180	C	70	150	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Lubricating Oil (ASTM #3)			73	C	140	280	350	C	180	C	70	150	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																					
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% CU)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% N/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER			
		Ludox SiO ₂														C	C	C	C	A	A	A		A	A		A	A							
Magnesium Carbonate MgCO ₃				140	280	225	170	140	140	140	210	275		B	B			B	B	B		B	A	A	A	A	A								
Magnesium Chloride MgCl ₂	Sat'd.	185	180	140	280	400	170	180	200	160	170	275	A	A	A	B	B	C	C	C		C	C	C	C	C	B	A		A			A		
Magnesium Citrate MgHC ₆ H ₅ O ₇ ·3H ₂ O				140	250	300	175	180			225																								
Magnesium Fluoride MgF ₂							140				200		A						C			C		B											
Magnesium Oxide MgO							140	140		160				A	A				A			A						A							
Magnesium Sulfate MgSO ₄ ·7H ₂ O			185	180	140	280	300	175	180	140	160	200	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Maleic Acid HOOCCH=CHCOOH	Sat'd.	185	180	140	250	250	70	C		C	200	550	A	C	C	B	C	C	C	C		C	B	A	B	A	B	A		A				B	
Maleic Acid COOCHCH(OH)COOH		185	150	140	250	250	C	100	70	70	200			B	B				C	C	C		C	A	A	A	A	A						A	
Manganese Sulfate MnSO ₄ ·4H ₂ O				150	140	250	300	175	140	180	160	225	225	A	A	A	A		C	C	B		C		A		A	A							
Mercuric Chloride HgCl ₂			140	180	140	250	300	210	140	140	140	185	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C		A	C	C		
Mercuric Cyanide Hg(CN) ₂	Sat'd.				140	250	300	70	70	140	70	70	275		C	C	C	C	C	C	C		C		A		A	C						C	
Mercuric Sulfate HgSO ₄	Sat'd.				140	230	300	70	70		70			A	C	C	C	C																	C
Mercurous Nitrate HgNO ₃ ·2H ₂ O	Sat'd.				140	230	300	70	C	C	70	275		A	C	C	C	C	C	C	C		C	A	A	A	A	C							C
Mercury Hg			185	150	140	275	300	210	140	140	140	185	550	A	C	C	C	C	A	A	A		A	A	A	A	A	B		A				C	
Methane CH ₄		C			140	275	300	C	180	70	70	185	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Methanol (Methyl Alcohol) CH ₃ OH		C	C	180	140	280	300	140	140	140	140	C	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Methoxyethyl Oleate CH ₃ OCH ₂ CH ₂ (OOC ₁₇ H ₃₃) ₂					73																														
Methyl Acetate CH ₃ CO ₂ CH ₃					100	300	B to 70	C	C	C	C	550		B	B				B	B	B		B	B	A		A	A		A					
Methyl Acetone C ₄ H ₈ O					C		70		C	C				C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	
Methyl Acrylate CHCO ₂ C ₂ H ₅	Tech. Pure				100	300	B to 70	C	C	C	C									C				A		A	A								
Methyl Amine CH ₃ NH ₂			C	C	C	C	300	70			70	100		C	C				A	A	B		A		A		A	C							
Methyl Bromide CH ₃ Br					C	280	300	C	70	C	C	185	275		C	C	B			C	C	B				B	B								
Methyl Cellosolve HOCH ₂ CH ₂ OCH ₃					C	280		70	C	70	70	C			A	A	B			B	B	B		A	A	A	A	A	A						
Methyl Chloride CH ₃ Cl	Dry	C			C	280	250	C	C	C	C	70			A	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		C

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																						
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYPALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER				
Methyl Chloroform CH ₂ Cl ₂		C	C			125	200	C	C	C	C	70							A	A			A	A		A										
Methyl Ethyl Ketone (MEK) CH ₃ COC ₂ H ₅		C	C	C	C	C	200	70	C	C	C	C	275	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A		
Methyl Formate HCOOCH ₃								100	C	C	70	C			A	A	A		A	A	C		A	A	A	A	A	A			A					
Methyl Isobutyl Carbinol (CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH(CH ₃)OH							200	70	70	70	70	70																								
Methyl Isobutyl Ketone (CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH ₃		C	C	C	C	C	200	70	C	C	C	C	275	A				A						A	A	A	A	A								
Methyl Isopropyl Ketone CH ₃ COCH(CH ₃) ₂						C	150	C	C	C	C	C																								
Methyl Methacrylate C ₅ H ₈ O ₂					73	125	150	C	C	70	C	C									C															
Methyl Sulfate (CH ₃) ₂ SO ₄					73	280	70																													
Methylene Bromide CH ₂ Br ₂					C	175	250	C	C	C	C	70																								
Methylene Chloride CH ₂ Cl ₂					C	C	250	C	C	C	C	70	C		B	B	B		B	B	B				A	A	A	A			A					
Methylene Chlorobromide CH ₂ ClBr					C			C	C	C	C	C						A	A					A		A										
Methylene Iodine CH ₂ I ₂					C	200	250						250																							
Methylsulfuric Acid CH ₃ HSO ₄					140	125																														
Milk			70	170		225	400	250	180	200	160	300	550		B	B	B	B	C	C	C		C	C	A	A	A	A					C	A		
Mineral Oil		70	185	120	140	280	300	C	140	B to 70	70	300	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Molasses				73	140	150	300	100	150	150	150	185			A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A			A			A	
Monochloroacetic Acid CH ₂ ClCOOH	50%		73	73	140	150	200	C	70	C	C	70		A	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	B	B					C		
Monochlorobenzene C ₆ H ₅ Cl	Tech. Pure			73		170	200	C	C	C	C	70	C	A	A	A		A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A							
Monoethanolamine HOCH ₂ CH ₂ NH ₂					C	C	100	70	70	C	C	185		A		C		B	B	B		B	A		A	B										
Morpholine C ₄ H ₉ ONH						75	200	70	C	C	C	C	275		B	B		B	B	B		B	B	B	B	B	B	B								
Motor Oil			185	73	140		350	C	180			250	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Muriatic Acid	37%	C	160	150	140	280	250	150	C	100		100			C	C	C	C	C	C	C		C	C	B	C	B	C	C			C	C			
Naphtha		B to 70	73	73	140	280	200	C	140	C	C	150	550		A	A	B		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Naphthalene C ₁₀ H ₈		B to 70			C	200	250	C	C	C	C	170	275		A	A	B		A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Natural Gas				73	140	280	300	C	140	140	140	185	550		A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Nickel Acetate Ni(OOC ₂ H ₅) ₂ ·4H ₂ O					73	250	300	70	70	C		C																							C	
Nickel Ammonium Sulfate NiSO ₄ ·(NH ₄) ₂ SO ₄ ·H ₂ O							250		140	200	160				C	C	C	C	C	C	C				A		A	C						C		

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F								METALS																		
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (95% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% N/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER	
Nickel Chloride NiCl ₂	Sat'd.		185	180	140	280	406	210	180	200	160	210	275	A	C	C	B		C	C	C				A			A	C		A		
Nickel Nitrate Ni(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Sat'd.				140	280	400	210	180		250	275	A	C	C				C	C	C			A	A	A	A	C			C		
Nickel Sulfate NiSO ₄	Sat'd.		185	180	140	280	400	210		200	160	300		A	C	C	B		C	C	C									A		A	
Nicotine C ₁₀ H ₁₄ N ₂					140	70			C	70	C													B	A		A	B					
Nicotine Acid C ₈ H ₇ NO ₂					140	250		70			140				B	B			C	C	C			B	B	B	B	B				A	
Nitric Acid HNO ₃	<10%	73	185	140	140	175	250	70	C	100	C	185	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C		B	A	A	A	C			C	C	
Nitric Acid HNO ₃	30%	C	150	73	140	125	250	70	C	100	C	160	275	C	C	C	C	C	C	C	C		B	A		A					C	C	
Nitric Acid HNO ₃	40%	C	120	C	100	125	250	C	C	70	C	140	C	C	C	C	C	C	C	C	C		B	A		A					C	C	
Nitric Acid HNO ₃	50%	C	120	C	100	125	250	C	C	70	C	120	C	C	C	C	C	C	C	C	C		B	A		A					C	C	
Nitric Acid HNO ₃	70%	C	100	C	73	125	250	C	C	C	C	100	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	A		A					B	C	
Nitric Acid HNO ₃ +NO _x	Fuming	C	C	C	C	C	70	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A		A	C			B	C	
Nitrobenzene C ₆ H ₅ NO ₂				73	C	73	400	C		C	C	70	C	A	B	B			A	A	A				A		A	A		A			
Nitroethane CH ₃ CH ₂ NO ₂	Tech. Pure					70		C		C	C									A													
Nitrogen Gas N ₂						275	300		140	100	140	185	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Nitroglycerin CH ₂ NO ₂ CHNO ₂ CH ₂ NO ₂					C	125	70								B	B				B	B				A		A	B					
Nitroglycol C ₂ H ₄ N ₂ O ₅					C					70	70																						
Nitromethane CH ₃ NO ₂	Tech. Pure					120		70	C		C		275													A							
Nitrous Acid HNO	10%				73	230	400		C			100	275		C	C	C	C	C	C	C		B	B	B	B	C			C	C		
Nitrous Oxide N ₂ O				73	73	C	400		C	B to 140	C	70	550	A	B	B			C	B	B				A		A	C		A			
n-Octane CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃						275	400	C	B to 70			70	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Oleic Acid CH ₃ (CH ₂) ₇ CH(CH ₂) ₇ COOH			185	150	140	250	250	B to 70	100	70	B to 70	185	550	A	B	B	A		B	B	C		B	A	A	A	A		A		A		
Oleum		See Sulfuric Acid, Fuming																															
Olive Oil						250	350		140	B to 100	140	150		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Oxalic Acid HOOC-COOH	50%		185	180	140	125	300	150	C		100	100	275	A	C	C	C		C	C	C	C	C	B	A	A	A	A		A	C		
Oxygen (Gas) O ₂			185	150	140	280	406	210	B to 70	140	140	185	275	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Ozone O ₃					140	225	300	210	C	140	C	185	275	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																						
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	600 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER				
Palm Oil						200	200	C	140	C		70							C	C	C		C		A		A	A								
Palmitic Acid CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	10%		73	180	140	250	300	70	100	70	C	185	550		B	B	B	A	B	B	B		B	B	A	A	A	A						A		
Palmitic Acid CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	70%		73	180	73	250	300		100	C	C	185	550		B	B	B	A	B	B	B		B	B	A	A	A	A					A			
Paraffin C ₂₆ H ₅₄		B to 70			140	250	250	C	100		140	300	550		A	A	A		B	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A			A		
Peanut Oil			C		C	250	250	C	100			150		A	A				A	A			A		A		A									
Pentachlorophenol C ₆ Cl ₅ OH		C	C		C		70	C	C	C	C	250																								
n-Pentane CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃		C					100	C	100		70	100	550		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Peracetic Acid CH ₃ COOOH	40%				73																															
Perchloric Acid HClO ₄	10%		140	73	73	200	250	70	C	70	70	70	275	A					C																	
Perchloric Acid HClO ₄	70%		185	73		125		70	C	C	C	185	C	C					C																	
Perchloroethylene Cl ₂ C=CCl ₂						275	200	C	C	C	C	200			B	B			B	B	B		B	A	A	A	A	A								
Perphosphate			170	170	140		250	70	70			70																								
Phenol C ₆ H ₅ OH		C	73	73	73	125		70	C	C	C	200	C	A	A	A	C		C	C	C		C	A	A	A	A	A							A	
Phenylhydrazine C ₆ H ₅ NHNH ₂					C	125		B to 70	C	C	C		C																							
Phosphate Esters									C		C	100			C	C			C	C			C		A		A	A								
Phosphoric Acid H ₃ PO ₄	10%		210	180	140	275	300	140	70	200	140	200	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	A	C				C	C	
Phosphoric Acid H ₃ PO ₄	50%		210	180	140	275	300	70	C	200	70	200	550	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	A	C				C	C	
Phosphoric Acid H ₃ PO ₄	85%		73	180	140	275	300	70	C	200	C	200	275	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	B	A	C					C	C	
Phosphoric Anhydride P ₂ O ₅			73	73	73	200															C				A		A								B	
Phosphorus (Red)					70	75	300																			A		A								
Phosphorus (Yellow)					73		300																													
Phosphorus Pentoxide P ₂ O ₅			73	73	73	200		140																		A		A								C
Phosphorus Trichloride PCl ₃					C	200	300		C	C	C			A												A		A	A							C
Photographic Solutions			185	150	140					100	100	185														A		A								
Phthalic Acid C ₆ H ₄ (COOH) ₂					73	200			C	140	C	140	550	A	A	A			B	B	C		B		A	A	A	B							A	
Picric Acid C ₆ H ₂ (NO ₂) ₃ OH	10%	C	140	170	170	73		140	C	70	70	140			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A		A	C						A	C
Pine Oil								70		C	70				C	C	B		B	B	B		B	A	A	A	A	A								
Plating Solutions (Brass)			185	180	140	200	300	70			100	70																								

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																						
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% CU)	SILICON BRONZE	ALUMINIUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% NI/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINIUM	COPPER				
Plating Solutions (Cadmium)			185	180	140	200	300	70																												
Plating Solutions (Chrome)			210	180	140	200	300																		A		A									
Plating Solutions (Copper)			210	180	140	200	300	70																												
Plating Solutions (Gold)			185	180	140		300	70																												
Plating Solutions (Lead)			210	180	140	200	300	70	70																											
Plating Solutions (Nickel)			210	180	140	200	300	70						A	C	C									A		A*							C		
Plating Solutions (Rhodium)			185	180	140	200	300																													
Plating Solutions (Silver)			185	180	140	200	300	70																	A		A							A		
Plating Solutions (Tin)			210	180	140	200	300	100																				A	A							
Plating Solutions (Zinc)			185	180	140	200	300	70																												
Polysulfide Liquor							300	70	70	70	70	100		C	C	C	C	B	B					B	B		B	B							C	
Polyvinyl Acetate (C ₄ H ₆ O ₂)						275	350	70	70	70	70			B	B	B		A	A	C			A	B	B	B	B	B								
Potash		See Potassium Carbonate																																		
Potassium Alum ALK(SO ₄) ₂ •12H ₂ O					140	280	400	210	180	200	160	200																								
Potassium Aluminum Sulphate ALK (H ₂ SO ₄) ₂					140	280	400	210	180	200	160	200			B	C				C				B	A		A	A				B	B			
Potassium Amyl Xanthate C ₆ H ₁₁ OS ₂ K					73																															
Potassium Bicarbonate KH ₂ CO ₃	Sat'd.	73	170	140	200	400	170	70	200	160	200	275								A					A		A								A	
Potassium Bichromate K ₂ Cr ₂ O ₇	Sat'd.			140	230	400	170	180			300	B	A		A		B			B				B	A		A							A		
Potassium Bisulfate KHSO ₄				140	275	400	170	180	140	140	200		A	B	B	B				C	C	C	C	C	A		A	C								
Potassium Bromate KBrO ₃			180	140	275	400		180	140	140	250									C	A	A		A		A		A								
Potassium Bromide KBr			180	140	280	400	170	180	200	160	200	275	A	B	B	B				C	C	C			A		A	A								
Potassium Carbonate K ₂ CO ₃		70	180	140	280	400	170	180	200	160	200	550	A	B	B	B	B		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		B	
Potassium Chlorate KClO ₃ (Aqueous)			180	140	200	400	140	B to 70	140	100	140		C	B	B					A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A			B	
Potassium Chloride KCl			185	180	140	280	400	210	180	200	160	200			B	A	A		B	B	B	B	C	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A		A	
Potassium Chromate K ₂ CrO ₄				140	280	400	170	140	70	70	200		C	A	A	B				B	B	B		B		A	A	A								
Potassium Cyanide KCN			185		140	280	400	140	180	200	160	185		C	C	C	C		B	B	B	B		A	A	A	A	A				A	C	C		

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																				
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER		
Potassium Dichromate K ₂ Cr ₂ O ₇	Sat'd		185		140	280	400	170	180	200		300	275	C	B	B	C		B	B	C			A	A	A	A	A						
Potassium Ethyl Xanthate K ₂ S ₂ O ₇ H ₅					73																													
Potassium Ferricyanide K ₃ Fe(CN) ₆					140	280	400	140	70	200	150	140	550		C	C			B	B	C			A			A	A				C		
Potassium Ferrocyanide K ₄ Fe(CN) ₆ •3H ₂ O					140	280	400	140	70	200	150	140	550		B	B	C	C	C	C	C		B	A			A	A			C	C		
Potassium Fluoride KF					140	275	400	140	180			250		A										A			A	A						
Potassium Hydroxide KOH	25%	140	180	180	140	C	300	140	B	140	160	C	275	A	C	C	C		B	B	B	B		A	A	A	A	A				C		
Potassium Hypochlorite KClO		C	180	C	140	200	400	C	C to 70	70		70			C	C					C			A			A	C						
Potassium Iodide KI				73		250	400	140	100	140	160	180		A	B	B					B	B		A			A	A						
Potassium Nitrate KNO ₃					140	280	400	210	180	140	140	250	275	C	A	A	B	B	B	B	B	B		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Potassium Perborate			170	170	140	275	400		70		70			A																				
Potassium Perchlorate KClO ₄					140	200	200	140	C	150		150																						
Potassium Permanganate KMnO ₄	10%		180	150	140	250	400	210	C	100	100	140			B	B			A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A			
Potassium Permanganate KMnO ₄	25%		150	150	73	250	400	140	C	100	100	140			B	B			A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A			
Potassium Persulfate K ₂ S ₂ O ₈					140	125	400	210	C	200	140	200																						
Potassium Sulfate K ₂ SO ₄				180	140	280	200	210	140	140	140	250		A	A	A	B	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Potassium Sulfide K ₂ S					275	300		100		70	100	550		C	C	C	C	C	C	C	C	B		B	B	B	B	C		A		C		
Potassium Sulfite K ₂ SO ₃ •2H ₂ O						300	140	70		70	200			B	B	B			C	C	C			A			A	B						
Potassium Tetraborate K ₂ B ₄ O ₇ •8H ₂ O					140	275	400	170	180	140	140	200		A						A	A		A				A							
Potassium Tripolyphosphate K ₅ P ₃ O ₁₀						300		70		70	100			A		B			A		A	A		A			A	A				C		
Propane C ₃ H ₈			73		140	280	300	C	70	B to 70	70	70	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Propargyl Alcohol HC CCH ₂ OH		C		140	100	140		140		140	C	140																						
Propionic Acid CH ₃ CH ₂ CO ₂ H		C							140	70	C														A			A						A
Propyl Acetate C ₂ H ₅ COOCH ₂						100	140	B to 70	C	C	C	C	550					A			A			A	A	A	A	A	A	A			A	
Propyl Alcohol CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH		C		140		140	350	140	140	140	140		550		A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
n-Propyl Bromide CH ₃ CH ₂ CH ₂ Br						300	B to 70				70	70			B	B	B		B	B	B			A			A	B						
Propylene Dichloride CH ₂ CClCHCl					C	200		C	C		C	B to 70									A							A						

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F										METALS																			
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% CU)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% NI/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER				
Propylene Glycol CH ₃ CHOHCH ₂ OH	<25%	C	180	140	140	150	300	70	180	70	100	140	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Propylene Glycol CH ₃ CHOHCH ₂ OH	>25%	C	C	140	C	150	300	70	180	70	100	140	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Propylene Oxide CH ₃ CHCH ₂ O					C	C	150	70	C	C	C	C								A				A		A										
n-Propyl Nitrate C ₃ H ₇ NO ₃							200	70	C	C	C	C							A	A			A		A		A									
Pyridine N(CH) ₂ CH				73	C	C		80 to 70	C	C	C	C	C		B	B			B	B	B		B	C	B		A	B								
Pyrogallol Acid C ₆ H ₃ (OH) ₃					73	150	150		70		70				A	A			A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Pyrrole CHNH(CH) ₂ CH								C	C	C	C	C			B	B			B	B	B		B		B		B	B								
Quinone C ₆ H ₄ O ₂							100		C		C								A	A			A		A		A									
Rosin						200		70	70	70	100			C	C				C	C	C		C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Salicylaldehyde C ₆ H ₄ OHCHO					C	125	200	70	70		70																									
Salicylic Acid C ₆ H ₄ (OH)(COOH)					140	200	300	210	C	70	C	185			B	B			C	C	C		C		A		A	B								
Selenic Acid H ₂ SeO ₄					140	150		70	70	70																										
Silicic Acid SiO ₂ ·nH ₂ O					140		400	140	100	140	140	200																								
Silicone Oil			150	150	73	250	350	140	140	140	70	185	550	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Silver Chloride AgCl														A	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	A to 70	A						C		
Silver Cyanide AgCN			185		140	280	350	140	C		70	140			C	C	C	C	C	C	C		C		A to 100		A to 70	A							C	
Silver Nitrate AgNO ₃		70	185	180	140	280	350	210	140	200	160	250	550	A	C	C	C	C	C	C	C		C	B	A		A	C						C		
Silver Sulfate Ag ₂ SO ₄		70			140	250	350	170	140			200		A																						
Soaps		70	185	73	140		400	210	180	140	140	250	550		B	B	A		B	B	B		B	A	A	A	A	A	B		A					
Sodium Acetate NaC ₂ H ₃ O ₂	Sat'd.		185	180	140	280	400	170	C	70		C	275		A	A	B		B	B	C		B	B	A		A	A								
Sodium Alum AlNa(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O					140	280		170	180	140	140	210									C															C
Sodium Aluminate NaAlO ₂	Sat'd.						300	200	180	140	140	200	275		C	C	B		B	B	A		B		A		A	A								
Sodium Benzoate C ₆ H ₅ COONa			140	170	140	280	300	210	140			200	550																							
Sodium Bicarbonate NaHCO ₃		70	185	180	140	280	400	250	180	200	160	300	550		A	A	B	B	A	A	C		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Sodium Bichromate Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O	Sat'd.		140	140	140	250	400	140	140	70	70	200	275	C	C	C								A	A	A	A	A	A							
Sodium Bisulfate NaHSO ₄		70		180	140	280		200	180	100	140	250			C	C	C	C	C	C		C	B	A		A	A								C	

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F										METALS																	
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER		
Sodium Bisulfite NaHSO ₃			185	180	140	280	400	200	180	200	140	250	550		B	B			C	C	C		C		A		A	C		A				
Sodium Borate (Borax) Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	Sat'd.			73			300	140	70	100	100	140	550	A	A	A			B	B			B	A	A	A	A	A						
Sodium Bromide NaBr	Sat'd.		180	180	140	280	300	210	70		70	250	275	A	B	B			C	C	C		C		A		A	A						
Sodium Carbonate Na ₂ CO ₃		70	185	180	140	280	400	140	140	140	140	300	550		A	A	B	B	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	B	A		C	
Sodium Chlorate NaClO ₃	Sat'd.			180	73	250	350	B to 140	B to 70		B to 140	100			A	A	C		B	B	B		B	B	A	A	A	C						
Sodium Chloride NaCl			210	180	140	280	350	140	140	100	160	200			B	A	A	A	B	B	B	B	C	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	
Sodium Chlorite NaClO ₂	25%		73		C	250	200	C	C	140		C																						
Sodium Chromate Na ₂ CrO ₄ ·10H ₂ O						200		70	70		70	70		C	A	A			B	B	B		B	A	A	A	A	A						
Sodium Cyanide NaCN			185	180	140	280	350	140	140	140	140	140		200	275	C	C	C	C	C	A	A	A	A		A	A	A	A	A			C	
Sodium Dichromate Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O	20%		185	180	140	200	300	140	C	200	C	200			C	C	C		B	B	B				A		A	B						
Sodium Ferricyanide Na ₃ Fe(CN) ₆ ·H ₂ O	Sat'd.		140	140	100	275	350	140	70			140			C	C			C	C					A		A							
Sodium Ferrocyanide Na ₄ Fe(CN) ₆ ·10H ₂ O	Sat'd.		185		140	275	350	140	70			140													A		A	A						
Sodium Fluoride NaF			140	185	140	280	350	140	70	140	70	140	275	A	A	A	B		C	C	C				A		A	A						
Sodium Hydroxide NaOH	<10%	140	210	180	140	C	400	180	140	200	160	C	275	A	A		A			A	A		B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	
Sodium Hydroxide NaOH (Caustic Soda)	30%	70	210	180	140	C	350	140	100	140	160	C	275	A	A	B			B	B		B	A	A	A	A	A					C		
Sodium Hydroxide NaOH	50%	70	210	180	140	C	350	140	C	140	160	C	275	A	B	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A			C	B		
Sodium Hydroxide NaOH	70%	C	140	180	140	C	350	70	C	100	100	C		A	C	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A			C	B		
Sodium Hypochlorite NaOCl·5H ₂ O	5%	C	185	B to 100	140	C	350	70	C	150	C	185	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	
Sodium Hypochlorite NaOCl·5H ₂ O	Sat'd.	C	185	C	140	C	350	C	C	150	C	140	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	
Sodium Iodide NaI					275				140	160				A																				
Sodium Metaphosphate (NaPO ₃) _n				73		280		70	70	70		70		A	C	C	C		C	C	C				A		A	B						
Sodium Nitrate NaNO ₃	Sat'd.		185	180	140	280	400	210	140	140	140	225	275	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A		B	
Sodium Nitrite NaNO ₂					140	280	400	170	C	140	140	200			A	A			B	B	B				A		A	A						
Sodium Palmitate CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COONa	5%					250	350																											
Sodium Perborate NaBO ₂ ·H ₂ O·3H ₂ O				73	140		350	70	70	70	70	70	275	A	C	C			B	B	B				A	A	A	A	A		A			

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F							METALS																					
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% CU)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% NI/IRON	NI PLATED DUCTILE 409 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER				
Sulfur Dioxide SO ₂	Dry	C	73	140	175	350	70	C	200	C	100	550	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Sulfur Oxide SO ₂	Wet	C	73	73	150		140	C	200		140		A	C	B	B	C						C	A	C	A	A		A	B	C				
Sulfur Trioxide SO ₃				140	C		70	C	C	C	140		C	C			C					C	B	B	A	A		A			C				
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	Up to 30%	100	210	180	140	250	250	140	C	100	100	250		A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	A	A	C	A		C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	50%	70	210	150	140	250	250	70	140	150	C	250	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	C	A		C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	60%	C	210	150	140	250	250	C	C	150	C	250	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	A	B	C	A	C	C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	70%	C	210	120	140	200	200	C	C	150	C	200	C	212	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	A	C	C	A	C	C		
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	80%	C	180	73	140	200	200	C	C	150	C	180	C	212	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	A	C	C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	90%	C	150	C	100	200	200	C	C	70	C	160	C	212	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	A	C	C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	93%	C	140	C	100	200	200	C	C	70	C	160	C	160	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	A	C	C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	94%	C	140	C	100	150	200	C	C	C	C	160	C	160	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	A	C	C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	95%	C	135	C	100	150	200	C	C	C	C	160	C	B to 160	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	A	C	C		
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	96%	C	130	C	100	150	200	C	C	C	C	160	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	B	C	C			
Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	98%	C	125	C	C	150	200	C	C	C	C	160	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	B	C	C			
Sulfuric Acid *H ₂ SO ₄ ySO ₃	Fuming	C	C	C	C	C	200	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	B	C	C		C	C			
Sulfurous Acid H ₂ SO ₃	Sat'd.	C	180	140	140	210	350	75		150	C	100	275	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	A	A		C			
Surfactants Non-Ionic		C	C	100	C							B to 125																							
Tall Oil					140	280	250	C	140	C	B to 70	70		B	B	B		B	B	B		B	A	A	A	A	B		A						
Tannic Acid C ₁₂ H ₂₀ O ₁₆	10%	C	185	180	140	225	250	70	100	100	100	100		A	A			B	B	C	B	B	B	A	A	A	A	A		A					
Tanning Liquors			185		140				70	70	70	200		A	A			B						A		A					A				
Tar					250	250	C	C	70	70	185	275		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Tartaric Acid HOOC(CHOH) ₂ COOH			150	140	250	250	C	70	200	70	70	275	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A		A			B		
Terpineol C ₁₀ H ₁₇ OH				C			C	70	C	C																									
Tetrachloroethane CHCl ₂ CHCl ₂					250	400	C	C	C	C	70													A		A									
Tetrachloroethylene C ₂ Cl ₄	C				275	350	C	C	C	C	70																								
Tetraethyl Lead Pb(C ₂ H ₅) ₄				73	280	350	C	70	C		70	275		A	A				B	B			A			A	A								

Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F										METALS																		
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUNA-N	HYALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER			
Tetrahydrofuran C ₄ H ₈ O			C	C	C	C		C	C	C	C	275																							
Tetralin C ₁₀ H ₁₂							200	C	C		C	C																							
Tetra Sodium Pyrophosphate Na ₂ P ₂ O ₇ •10H ₂ O					140								A																						
Thionyl Chloride SOCl ₂					C				C		C	275	A																						
Thread Cutting Oils					73	200	350	C	70			70		A					A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Titanium Tetrachloride TiCl ₄					C	150		C		C	C	185	275	A	C	C				C				B		B	B								
Toluene (Toluol) C ₇ H ₈		C	C	C	C	175	200	C		C	C	70	275	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Tomato Juice				180		200	350	200	C	C	70	200		B					C	C	B			A	A	A	A	A					A		
Transformer Oil				120	140		300	C	140		C	140	550	A	A				A	A				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Transformer Oil DTE/30							300	C	140	C	C		550	A	A				A	A				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Tributyl Citrate C ₁₈ H ₃₆ O ₇					73																														
Tributyl Phosphate (C ₄ H ₉) ₃ PO ₄					C	73	300	70	C	C	C	C			B	B	B		A	A	A			B	A		A	A							
Trichloroacetic Acid CCl ₃ COOH				150	140	125	200	70	B to 70	70	70	C		A	B	C			C	C	C			C	B		B								
Trichloroethylene CHCl:CCl ₂		C	C	C	C	280	200	C	C	C	C	185	275	A	A	A	A	A	B	B	B			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Triethanolamine (HOCH ₂ CH ₂) ₃ N		70			73	125		70	70	150	70	C	275		C	C			C	C	C	C		C	A		A	A							
Triethylamine (C ₂ H ₅) ₃ N					140	125			140		70	200				A	A																A		
Trimethylpropane (CH ₂ OH) ₃ C ₃ H ₅				73			180	200	160	300																									
Trisodium Phosphate Na ₃ PO ₄ •12H ₂ O		70	185	185	140	280	350	70	70	185	70	185	550	A	C	C			B	B		A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Tung Oil								C	100	100	100	100			B	B	B		B	B	B			B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Turpentine			73	C	140	280		C	70	C	C	150	550		A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Urea CO(NH ₂) ₂			185	180	140	250		210	140	140	140	185	550			B	B			C	C	C			A	A	A	B	C				C		
Urine				180	140		400	210	140	140	140	70							C	C	C			A	A	A	A	A							
Varnish						250	350	C	70		C	70			A	A	B	B	C	C	C			B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Vaseline (Petroleum Jelly)				150	C		300	C	140	70	140	70	550						A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Vegetable Oil		C	C	100	C	275	300	C	70	70	70	200	550		A	A				A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Vinegar		73	180	180	140	225	300	180	C	200	70	C	550		C	C	C	C	C	C	C			A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	
Vinyl Acetate CH ₂ COOCH:CH ₂				C	C	250	350	70	70	C	C	C	275		B	B		B	B	B				A		A	B								
Water, Acid Mine H ₂ O			185		140	230	400	200	180	180	160			A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	B	B	B	C	C	C		

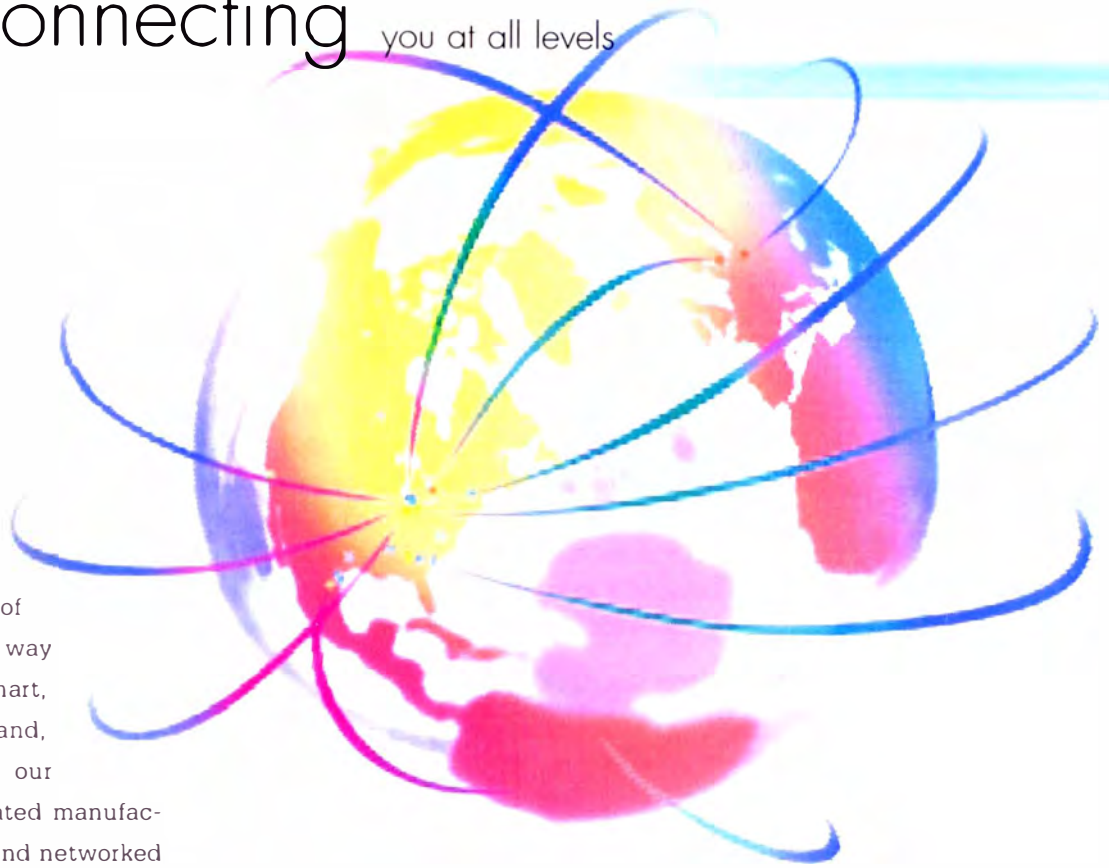
Chemical Resistance Guide for Valves and Fittings

CHEMICALS AND FORMULA	CONCENTRATION	PLASTICS AT MAX. TEMPERATURE °F					SEAL MATERIALS AT MAX. TEMP °F										METALS																	
		ABS	CPVC	PP	PVC	PVDF	TEFLON	EPDM	BUINA-N	HYPALON	NEOPRENE	FLUORO-CARBON	PEEK	GRAPHITE	BRONZE (85% Cu)	SILICON BRONZE	ALUMINUM BRONZE	BRASS	GRAY IRON	DUCTILE IRON	CARBON STEEL	3% Ni/IRON	NI PLATED DUCTILE	400 SERIES S.S.	316 S.S.	17-4 PH	ALLOY 20	MONEL	STELLITE	HASTELLOY C	ALUMINUM	COPPER		
Water, Deionized H ₂ O		70	210	180	140	280	400	200	70		160			A	B	B	C	C	C	C	C		C	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Water, Distilled H ₂ O		70	210	180	140	280	400	250	180	200	160			A	A	A	B	B	C	C	C	B	C	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	
Water, Potable H ₂ O		70	210	180	140	280	400	250	180	200	160	550		A	A	A	A	A	B	B	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
Water, Salt H ₂ O		70	210	180	140	280	400	250	180	200	160			A	B	B	B	C	C	C	C	B	C	B	A	A	A	A	A	B	A	C	B	
Water, Sea H ₂ O		70	210	73	140	280	400	250	180	200	160			A	B	B	B	C	C	C	C	B	C	B	B	A	A	A	C	A	C	C	B	
Water, Soft H ₂ O		70				200	400	250	180	200	160			A	A	A	A	B	C	C	B	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Water, Waste H ₂ O		70	185	180	140	230	400	200			70			A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A		A	A		A	B	B		
Whiskey			185	150	140	200	350	200	140	140	140				C	C	C		C	C	C		C	B	A		A	A		A		A		
White Liquor			185		140	230			140	140	140	550			C	C	C		C	C	C		C		A		A	A						
Wine			185	150	140	200	350	170	140	140	140	550			C	C			C	C	C		C	B	A		A	A						
Xylene (Xylol) C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂		C	C	C	C	200	350	C	C	C	C	150	275	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Zinc Acetate Zn(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ •2H ₂ O						250		180	70	70	160	70			C	C	C	C	C	C	C		C		A		A	A						
Zinc Carbonate ZnCO ₃								100	100			275			B	B									B		A	B						
Zinc Chloride ZnCl ₂			185	180	140	280	400	180	70	200	160	200	275	A	C	C	C		C	C	C		C	C	B	B	A	A						
Zinc Nitrate Zn(NO ₃) ₂ •6H ₂ O					140	280		180	140	200		200	275	A											A	A	A							
Zinc Sulfate ZnSO ₄ •7H ₂ O			185	180	140	280	400	180	140	200	140	200	275	A	C	C	B		C	C	C	B	C	A	A	A	A	A		A		A		

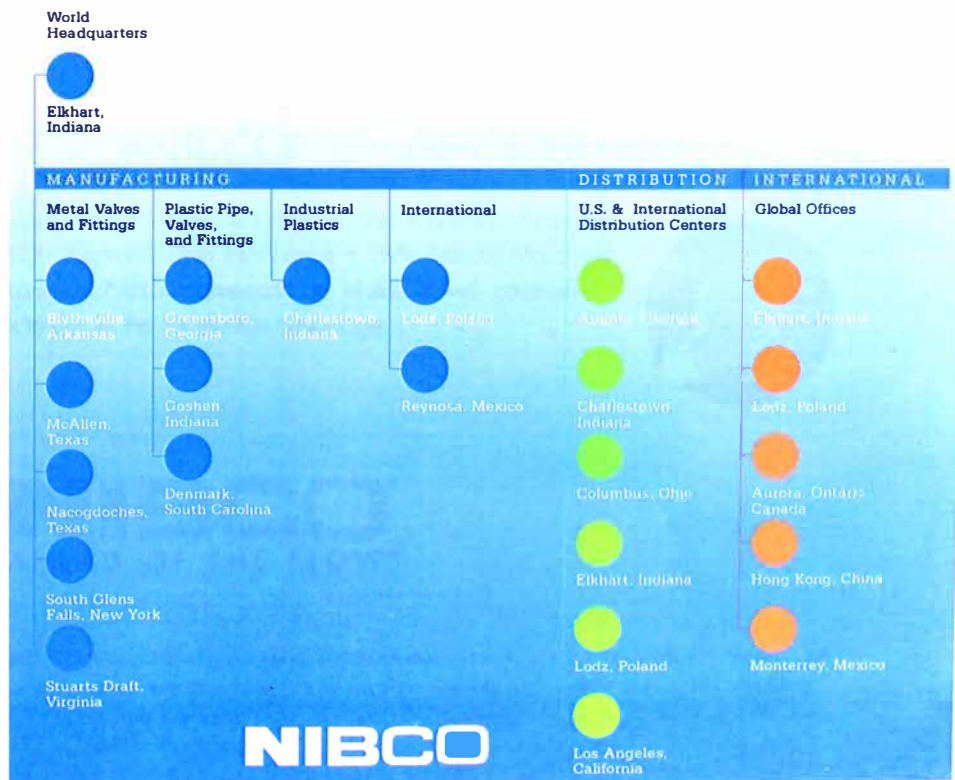
NIBCO INC., its marketing companies and distributors, and the authors of and contributors to this publication specifically deny any warranty, expressed or implied, for the accuracy and/or reliability of the fitness for any particular use of information contained herein.

To the best of our knowledge the information contained in this publication is accurate, however, we do not assume any liability whatsoever for accuracy or completeness of such information. Moreover, there is a need to reduce human exposure to many materials to the lowest practical limits in view of possible long-term adverse effects. To the extent that any hazards may have been mentioned in this publication, we neither suggest nor guarantee that such hazards are the only ones which exist. Final determination of the suitability of any information or product for the use to be contemplated by the user, the manner of that use, and whether there is any infringement of patents is the sole responsibility of the user. We recommend that anyone intending to rely on any recommendation or to use any equipment, processing technique or material mentioned in this publication should satisfy himself as to such suitability and that he meets all applicable safety and health standards. We strongly recommend that users seek and adhere to manufacturer's or supplier's current instructions for handling each material they use.

globally connecting you at all levels



It's a new age of business, and a new way at NIBCO. From Elkhart, Indiana to Lodz, Poland, and points beyond, our company has integrated manufacturing, distribution, and networked communications to provide a seamless source of information and service, 24 hours a day, 7 days a week. But this integration hasn't happened overnight. It's been part of a long-term strategic process that has pushed us to reconsider every aspect of our business. The result? We're a vertically integrated manufacturer with the products and systems in place to deliver low cost and high quality. NIBCO's products are manufactured under a Quality Management System conforming to the current revision of ISO-9002 International Standards. We know the flow control industry is only going to get more demanding, and we are more than ready. We will continue to lead. That's what NIBCO is all about.



FITTINGS



Wrot and cast copper pressure fittings • Wrot and cast copper drainage fittings • Wrot copper PEXlink® fittings • Cast copper alloy flared fittings • Cast copper alloy flanges • ABS and PVC DWV fittings • Schedule 40 PVC pressure fittings • CPVC CTS fittings • CPVC CTS-to-metal transition fittings • Schedule 80 PVC and CPVC systems • CPVC metric piping systems.

VALVES & ACTUATION

Pressure-rated bronze, iron and alloy-iron gate, globe and check valves • Pressure-rated bronze ball valves • Boiler specialty valves • Commercial and industrial butterfly valves • Circuit balancing valves • Carbon and stainless steel ball valves • ANSI flanged steel ball valves • Pneumatic and electric actuators and controls • Grooved ball and butterfly valves • UL/FM fire protection valves • Low-pressure gate, globe, check and ball valves • Bronze specialty valves • Frostproof sillcocks • MSS specification valves • PVC ball valves • CPVC CTS ball valves.



CHEMTROL®



Thermoplastic pipe, valves and fittings in PVC, Corzan® CPVC, polypropylene and PVDF Kynar® • Chem-Aire® thermoplastic compressed air piping systems • Pneumatic and electric actuation systems.

Corzan® is a registered trademark of Noveon, Inc.
Kynar® is a registered trademark of ATOFINA Chemicals, Inc.

eNIBCO

A suite of services designed to make customers more efficient • More cost-effective • More informed • EDI—Electronic Data Interchange • VMI—Vendor Managed Inventory • NIBCO.com • NIBCOpartner.com • eNIBCO will continuously develop new products to deliver the competitive advantage.



NIBCO
AHEAD OF THE FLOW™

NIBCO INC.
WORLD HEADQUARTERS
WEB: www.nibco.com

1516 MIDDLEBURY STREET
ELKHART, IN 46516-4740
USA

DOMESTIC CUSTOMER SERVICE
PHONE: 800.234.0227
FAX: 800.234.0557

TECHNICAL SERVICE
PHONE: 888.446.4226
FAX: 888.336.4226

INTERNATIONAL OFFICE
PHONE: +1/574.295.3221
FAX: +1/574.295.3455

Apéndice G
DataSheet Bombas

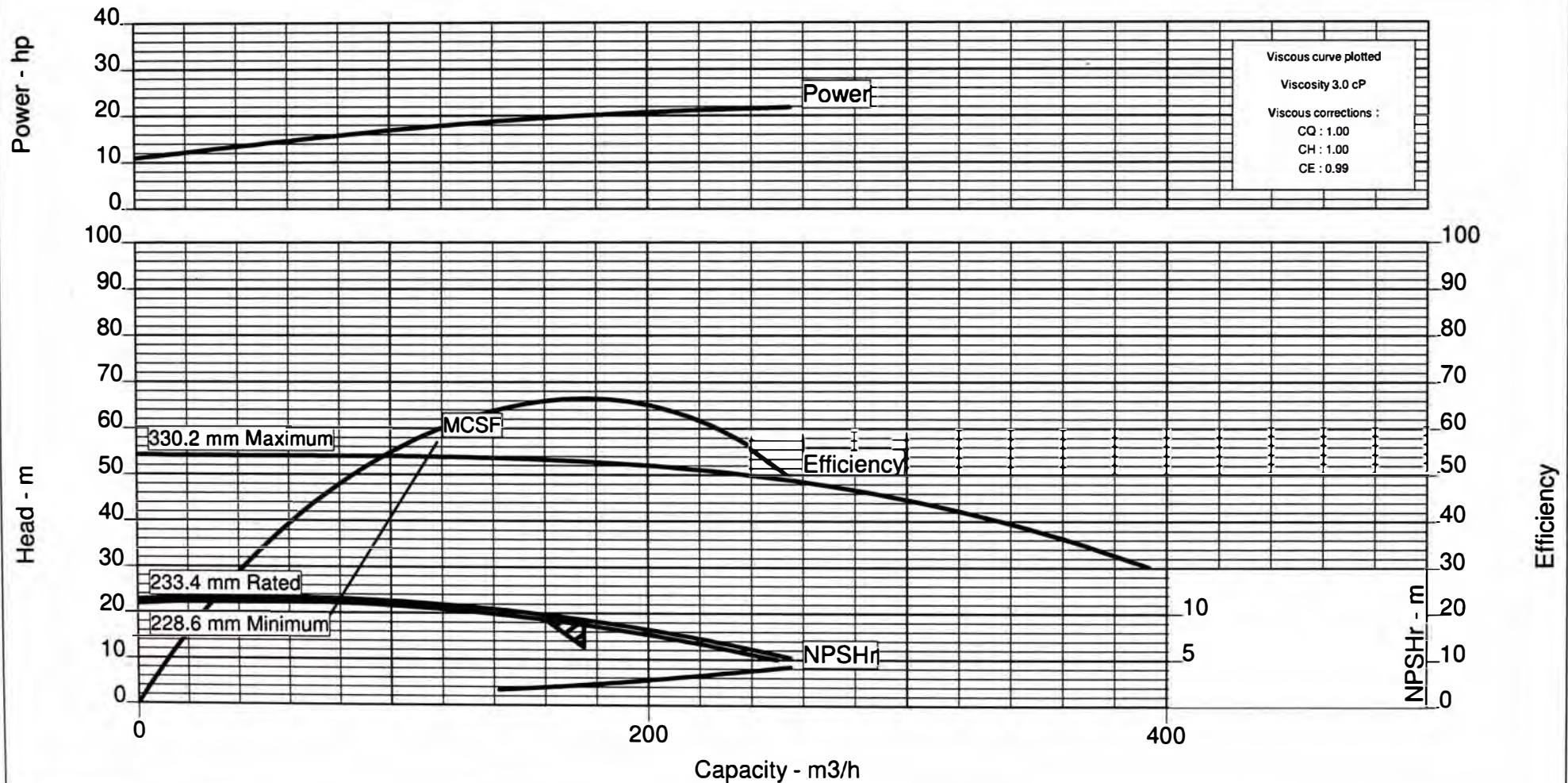
Customer : GEMIN S.A.
 Item number : 01-500-4151-001(a)
 Service : PLS Sulfuros a Planta SX
 Vendor reference : 1103-40025
 Date : January 11, 2005



Capacity : 175.0 m³/h
 Head : 18.57 m
 Specific gravity : 1.120
 Pump speed : 1780 rpm

Pump size & type : MG6X4-13A M3GD
 Based on curve no. : MIII8125BV
 Number of stages : 1

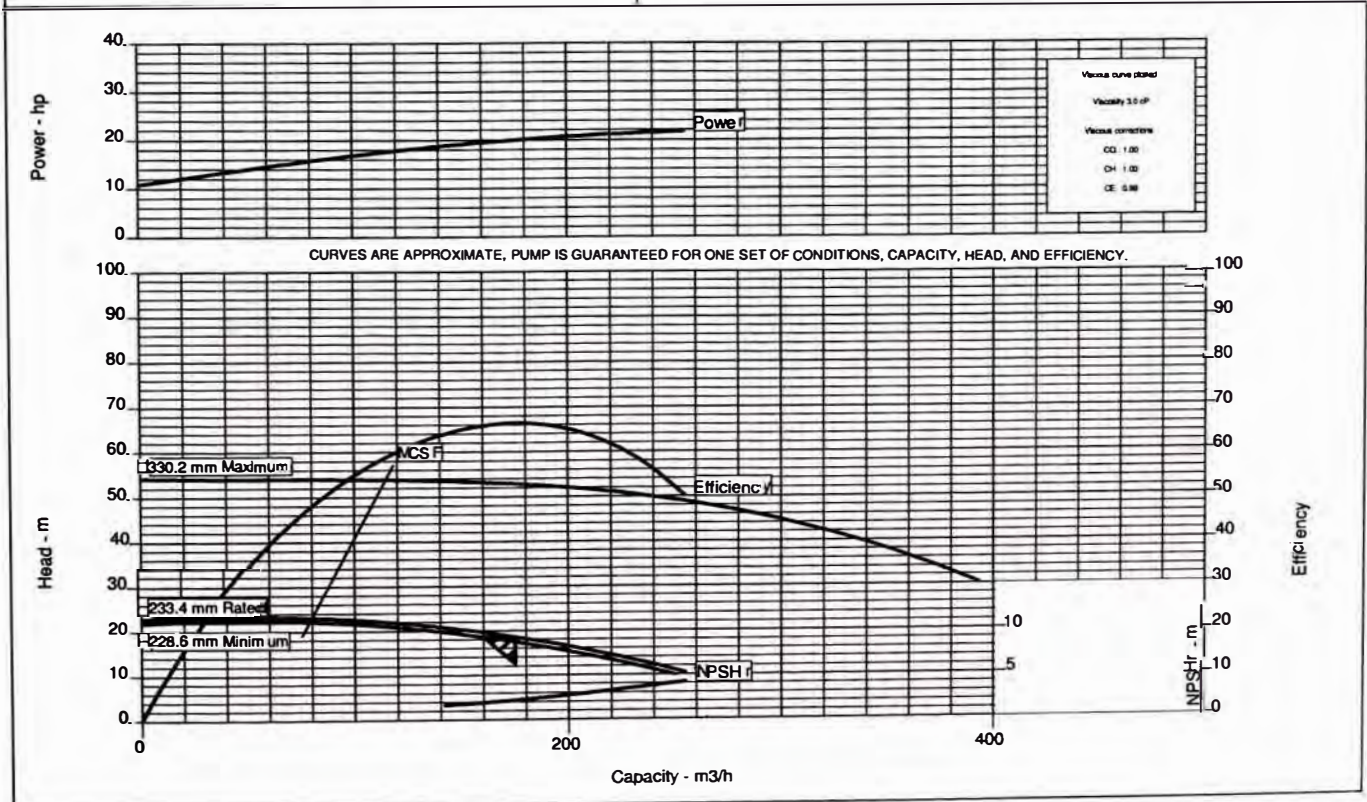
CURVES ARE APPROXIMATE. PUMP IS GUARANTEED FOR ONE SET OF CONDITIONS, CAPACITY, HEAD, AND EFFICIENCY.



Customer	: GEMIN S.A.	Pump / Stages	: MG6X4-13A M3GD / 1
Customer reference	: PAMPA DE COBRE	Based on curve no.	: MIII8125BV
Item number	: 01-500-4151-001(a)	Vendor reference	: 1103-40025
Service	: PLS Sulfuros a Planta SX	Date	: January 11, 2005

Operating Conditions		Materials / Specification	
Capacity	: 175.0 m3/h	Material column code	: D20
Water capacity (CQ=1.00)	: 175.0 m3/h	Containment shell mat'l	: C276
Normal capacity	: -	Pump specification	: ANSI B73.1M
Total Developed Head	: 18.57 m	Other Requirements Hydraulic selection : No specification Construction : No specification Test tolerance : Hydraulic Institute Level A Driver Sizing : Max Power(MCSF to EOC)with SF Seal configuration : Single Seal	
Water head (CH=1.00)	: 18.57 m		
NPSH available (NPSHa)	: Ample		
NPSHa less NPSH margin	: -		
Maximum suction pressure	: 0.0 kg/cm ² g		
Liquid			
Liquid type	: Other		
Temperature / SG	: 15 °C / 1.120		
Solids diameter	: -		
Viscosity / Vapor pressure	: 3.0 cP / -		

Performance			
Hydraulic power	: 13.28 hp	Impeller diameter	
Pump speed	: 1780 rpm	Rated	: 233.4 mm
Efficiency (CE=0.99)	: 66.4 %	Maximum	: 330.2 mm
		Minimum	: 228.6 mm
NPSH required (NPSHr)	: 2.2 m	Suction specific speed	: 10000 US units
Rated power	: 20.0 hp	Minimum continuous flow	: 80.7 m3/h
Maximum power	: 21.7 hp	Maximum head @ rated dia	: 22.8 m
Driver power	: 25.0 hp / 18.6 kW	Flow at BEP	: 176.2 m3/h
Casing working pressure (based on shut off @ cut dia)	: 2.6 kg/cm ² g	Flow as % of BEP	: 99.3 %
Maximum allowable	: 16.2 kg/cm ² g	Efficiency at normal flow	: -
Hydrostatic test pressure	: 24.6 kg/cm ² g	Impeller dia ratio (rated/max)	: 70.7 %
Est. rated seal chamb. press.	: -	Head rise to shut off	: 22.8 %
		Total head ratio (rated/max)	: 35.1 %

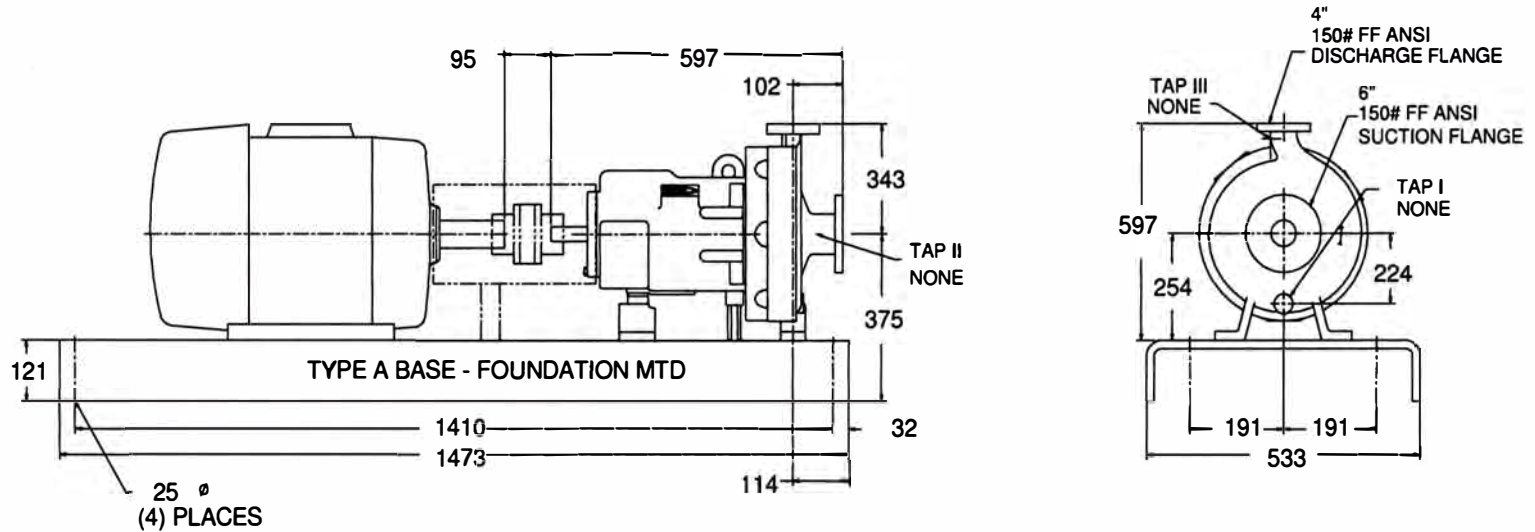


Dimensions certified for construction when properly endorsed below. Refer to factory for any "" dimensions. DO NOT SCALE DRAWING

NOTES:

1. Consult pump I.O.M. before installing the pump.
2. Installation dimensions are +/- .13" (3mm), unless otherwise noted.
3. Foundation bolts and piping should not be set rigidly before receipt of equipment.
4. Allow a minimum of .75" (19mm) under baseplate for adjustment and grouting.
5. All holes in flanges straddle centerlines.

6. Piping, foundations, and systems are the responsibility of others. Flowserve Pump Division data and comments are offered as an aid, but Flowserve Pump Division cannot assume responsibility for the system design or operation. It is recommended that a specialist skilled in this area be consulted to ensure a successful installation.
7. Dimension shown from bottom of base to centerline of pump includes any blocks under pump, as necessary.



All dimensions are in millimeters unless otherwise specified

Customer : GEMIN S.A.
 Item number : 01-500-4151-001(a)
 Service : PLS Sulfuros a Planta SX
 Customer PO # :
 Vendor reference : 1103-40025 Rev. A

Pump size & type : MG6X4-13A M3GD
 Pump speed / Stages : 1780 rpm / 1
 Flow / Head : 175.0 m3/h / 18.57 m
 Driver power / Frame : 25.0 hp / 18.6 kW / 284T
 Volts / Phase / Hz : 460 / 3 / 60

Drawing number :
 Date : January 11, 2005
 Certified by / Date :

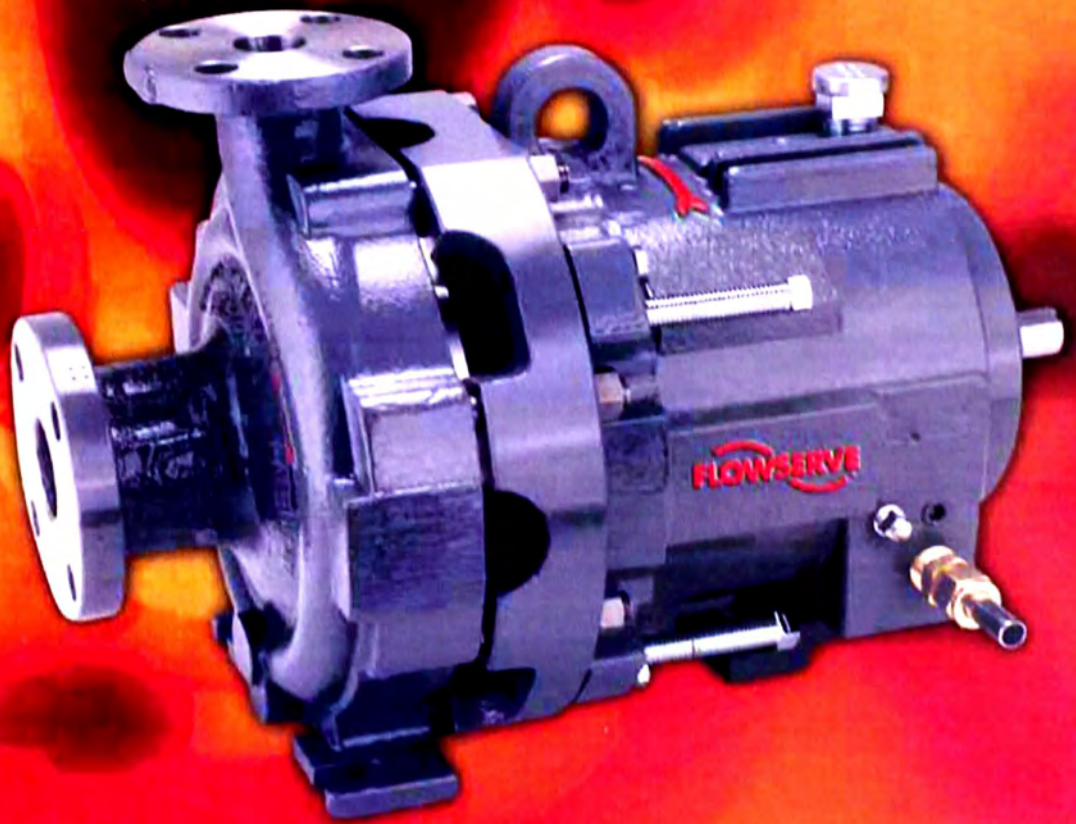
Seal type : -
 Seal flush plan : -

Apéndice H

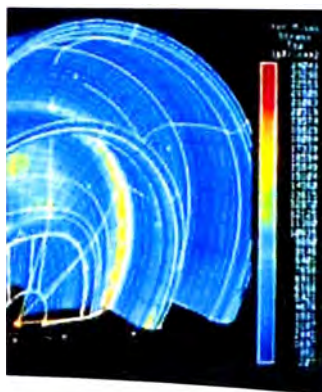
Brochure Flowserve, Ansi Durco Guardian
Magnetic Drive Pump



***Durco Guardian
ANSI Magnetic Drive Pump***



Experience In Motion



Pump Supplier To The World

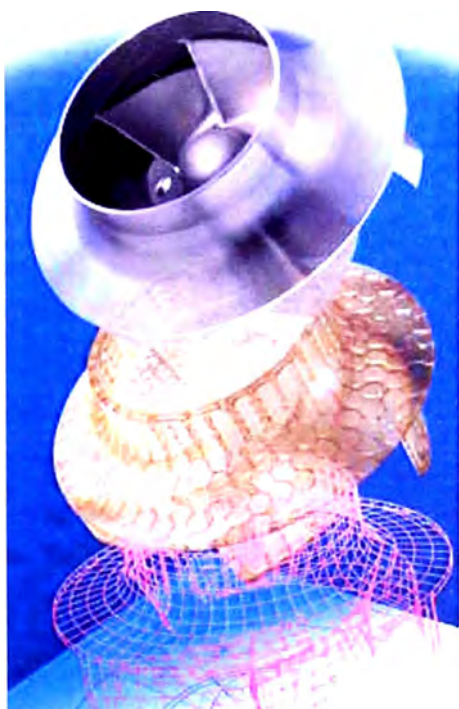
Flowserve is the driving force in the global industrial pump marketplace. No other pump company in the world has the depth or breadth of expertise in the successful application of pre-engineered, engineered and special purpose pumps and systems.

Pumping Solutions

Flowserve is providing pumping solutions which permit customers to continuously improve productivity, profitability and pumping system reliability.

Market Focused Customer Support

Product and industry specialists develop effective proposals and solutions directed toward market and customer preferences. They offer technical advice and assistance throughout each stage of the product life cycle, beginning with the inquiry.



Dynamic Technologies

Flowserve is without peer in the development and application of pump technology, including:

- Hydraulic engineering
- Mechanical design
- Materials science
- Intelligent pumping
- Manufacturing technology

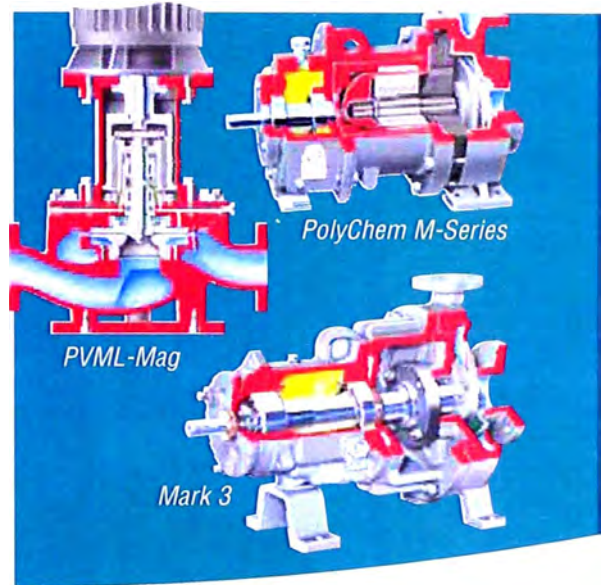
Broad Product Lines

Flowserve offers a wide range of complementary pump types, from pre-engineered process pumps, to highly engineered and special purpose pumps and systems. Pumps are built to recognized global standards and customer specifications.

Pump designs include:

- Single stage process
- Between bearing single stage
- Between bearing multistage
- Vertical
- Submersible motor
- Rotary
- Reciprocating
- Nuclear
- Specialty

**Durco Guardian
ANSI Magnetic
Drive Pump**



**A Leader in Sealless
Pump Technology**

Flowserve Durco Guardian sealless pump technology offers superior, leak-free performance in the most demanding services. Compliant with ANSI B73.1-2001 dimensional standards, the Guardian magnetic drive pump is designed for simplicity and reliability in even the toughest emission-free services.

Reliability and Performance

The Guardian magnetic drive pump possesses numerous reliability and performance enhancing features including:

- Rugged silicon carbide bushings and journals
- Proven Mark 3 casing and impeller
- Optimized internal lubrication path

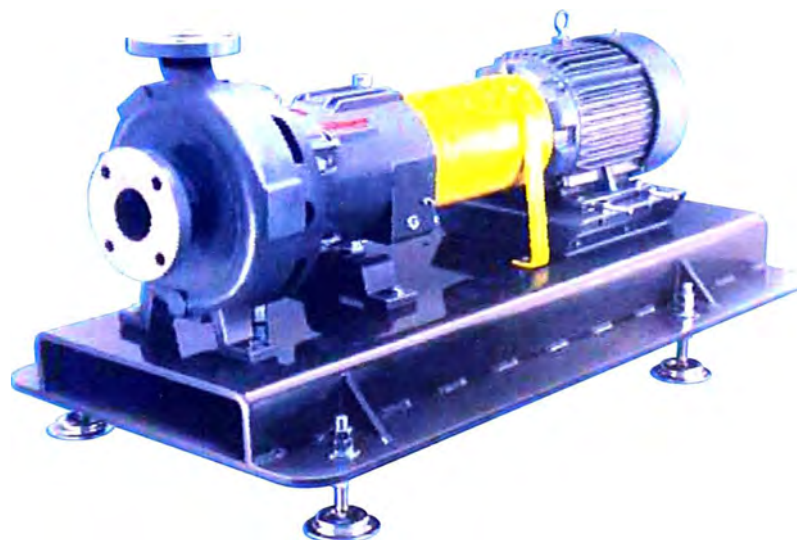
Broad Applications

- Acid transfer
- Aquariums
- Chlor-alkali
- Corrosive services
- Difficult-to-seal liquids
- Flammable liquids
- Organic chemicals
- Polymers
- Solvents
- Toxic services
- Ultrapure liquids
- Valuable liquids
- Water treatment

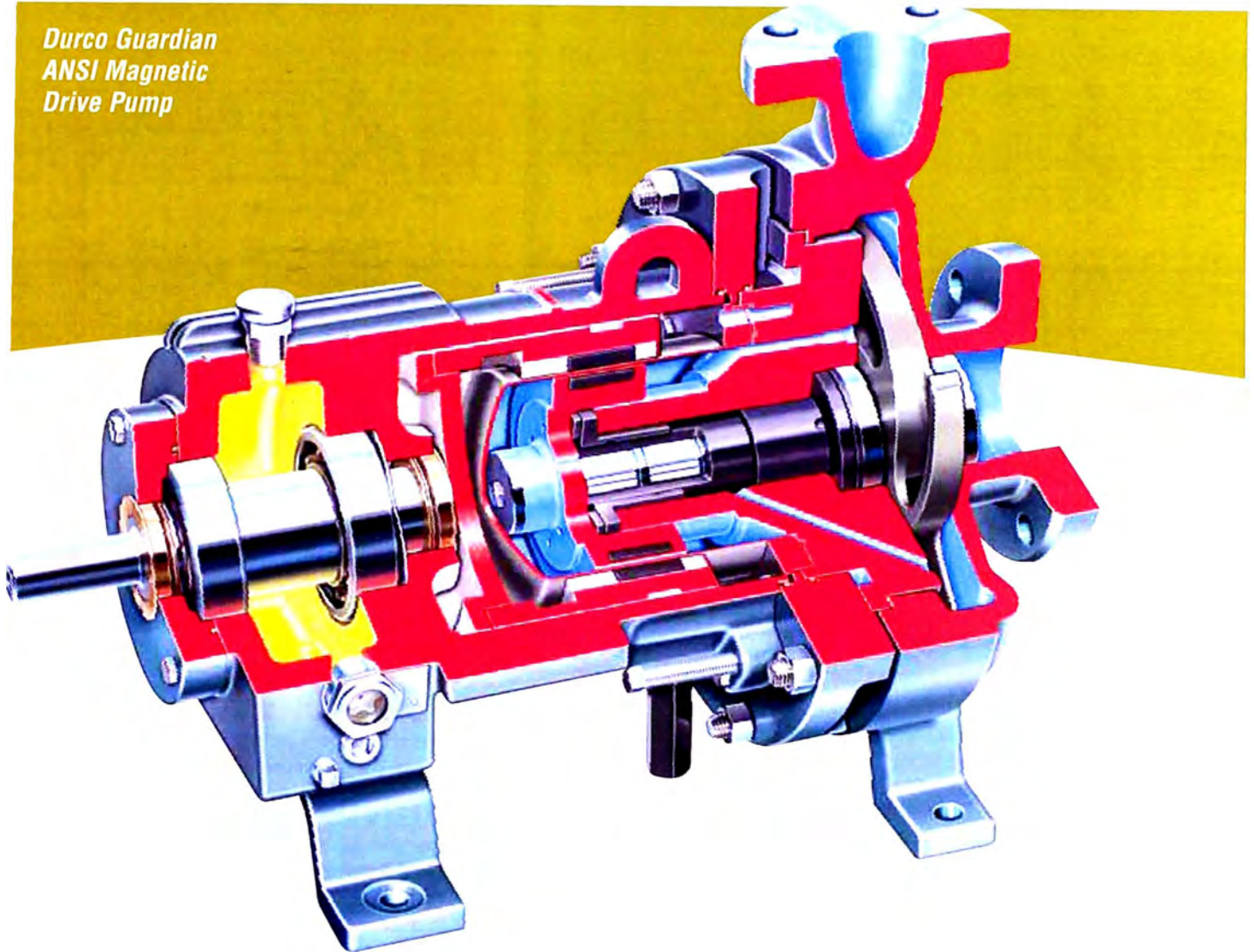
Complementary Pump Designs

In addition to the Guardian magnetic drive pump, Flowserve also can provide the following pump designs:

- Mark 3 ANSI standard, chemical process pump
- CPX ISO standard, chemical process pump
- CPXS ISO magnetic drive, chemical process pump
- PVML-Mag API vertical in-line, magnetic drive pump
- PolyChem M-Series ANSI non-metallic, magnetic drive pump
- ERPN-Mag magnetic drive process pump



*Durco Guardian
ANSI Magnetic
Drive Pump*



The Flowserve Durco Guardian is a horizontal, magnetic drive pump designed for simplicity and reliability in emission-free services. It is compliant with ANSI B73.1-2001 dimensional standards, ANSI B73.3-2003 sealless pump standards and HI 5.1-5.6 1992 standards.

Available in 18 sizes, the Guardian uses the same casing and reverse vane impeller as the Flowserve Durco Mark 3 ANSI standard pump. This interchangeability of wet end parts provides consistent hydraulic performance and allows pumps to easily be converted from sealed to sealless configurations.

Operating Parameters

- Flows to 375 m³/h (1650 gpm)
- Heads to 215 m (700 ft)
- Pressures to 24 bar (350 psi)
- Temperatures to 290°C (550°F)
- Motor sizes to 93 kW (125 hp) at 60 Hz

Exclusive Reverse Vane Impeller provides constant inner bearing lubrication, predictable thrust characteristics and lowest average NPSHR

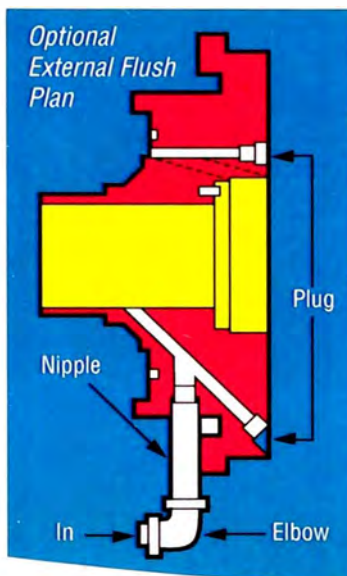
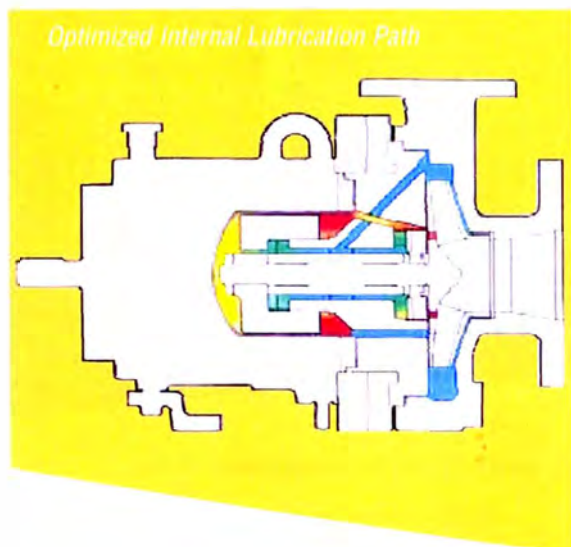
Hastelloy® C-276 Containment Shell provides excellent corrosion resistance and meets Section VIII of the ASME Pressure Vessel Code

Samarium Cobalt Rare Earth Magnets in synchronous drive design eliminate slippage and permit high temperature application

Silicon Carbide Bushings and Journals resist wear and corrosion. Optional materials are available for special application needs

Precise Running Clearances protect the containment shell from potential damage

Jackbolts offer added safety and facilitate maintenance



Optimized Internal Lubrication Path for Superior Cooling and Performance

The Durco Guardian magnetic drive pump features a highly engineered internal lubrication path designed to deliver superior cooling and efficient pump performance. By introducing the coolest possible fluid to the bushings and journals, the Guardian achieves optimum lubrication, cooling and performance.

First, high pressure process fluid is introduced to the silicon carbide bushings and journals via injection ports near the impeller discharge. Spiral and radial grooves on the bushings facilitate proper lubrication of the components. Then pressure forces the fluid into the gap between the inner magnet and the containment shell, where it dissipates heat generated by eddy currents. Finally, fluid enters the lower pressure region behind the impeller via return ports.

High Temperature Design

The Guardian is capable of handling service temperatures to 550°F (290°C). Stationary silicon carbide bushings are cartridge mounted using tolerance rings to compensate for thermal expansion. O-rings protect tolerance rings from corrosion. Cartridges are pre-assembled at the factory and slip-fit into the bearing holder.



Available External Flush Plan

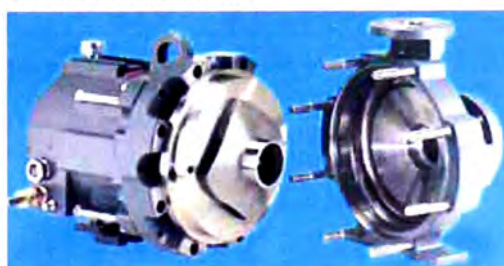
An external flush plan is available with the Guardian to extend the pump's application range. By introducing a clean, compatible flush fluid or a filtered bypass flush into the containment shell area, the Guardian can handle otherwise difficult process conditions.

Standard and Contained Back Pull-Out

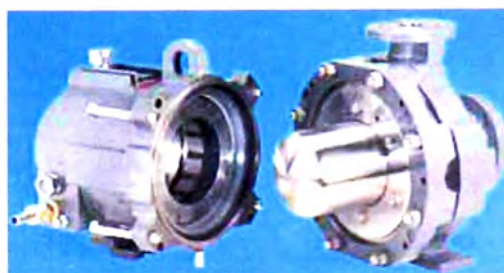
The Guardian offers end users the convenience and safety of standard and contained back pull-out.

- Standard back pull-out facilitates general maintenance and inspection. The casing stays in-line and the piping connections remain intact.
- Contained back pull-out facilitates drive end maintenance. The process fluid remains fully confined, thereby eliminating the need to drain or purge the pump. Furthermore, maintenance personnel are safe from exposure to potentially harmful process fluids.

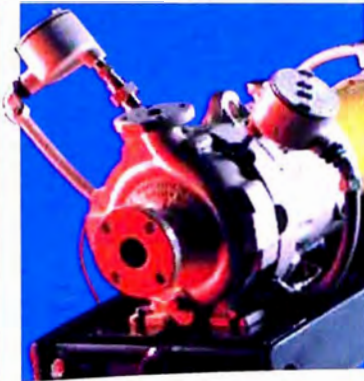
Standard Back Pull-Out



Contained Back Pull-Out



Options and Technical Data



Guardian Close-Coupled Pump



KW941 Pump Power Monitor



Instrumentation Options

- Fiber-optic leak detection
- Containment shell temperature probe
- Process temperature probe
- Pressure transducers
- Flow switches
- Vibration probes

Other Options

- Close-coupled configuration
- Self-priming configuration
- Labyrinth oil seals
- KW941 Pump Power Monitor

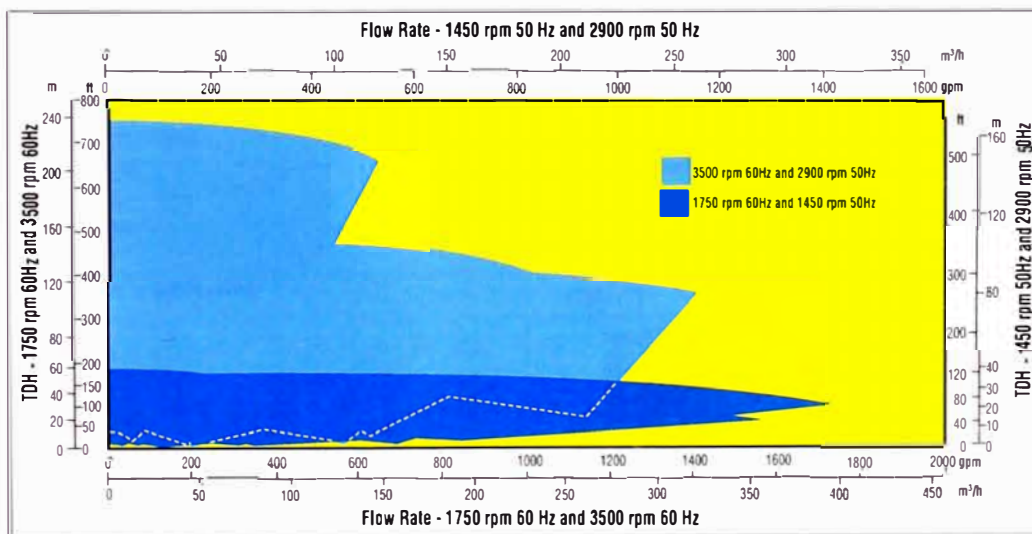
Materials of Construction

The Guardian is available in a wide range of materials to suit application needs. The accompanying chart lists the most common materials of construction.

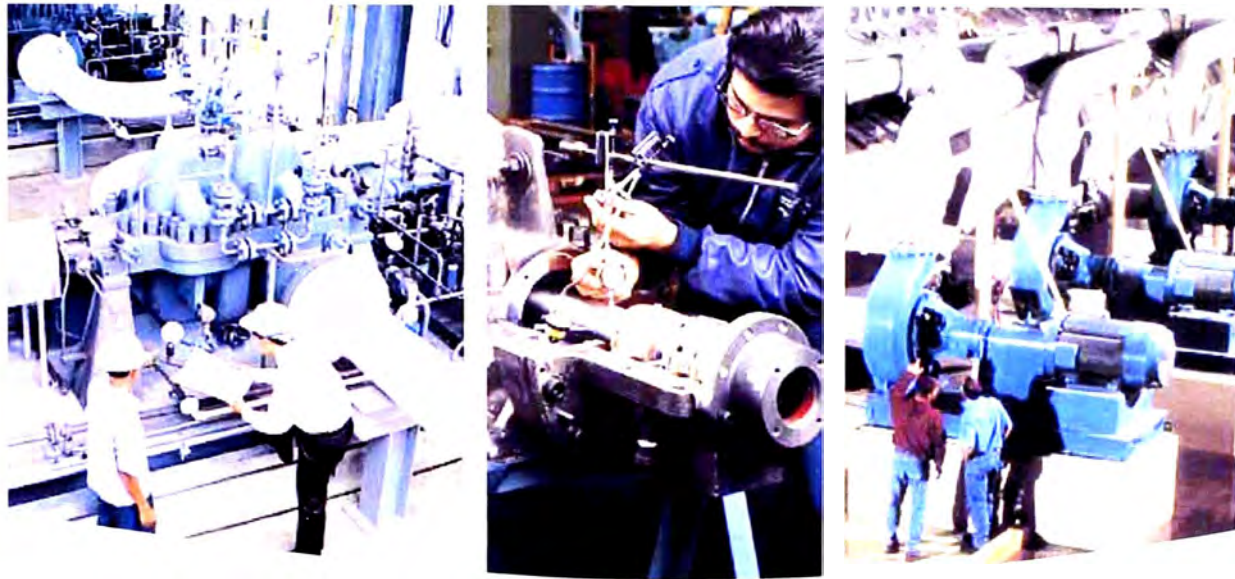
Guardian ANSI Alloy Code	Specification
D4 (316SS)	ASTM A744, Gr. CF-8M
D20 (Alloy 20)	ASTM A744, Gr. CN-7M
DC3 (Hastelloy C)	ASTM A494, Gr. CW-6M

Alternate materials of construction such as titanium and Hastelloy B-2 can be supplied for special application needs.

Guardian Range Chart



**Global Service
and Technical
Support**



Service Dedication

Flowserve Engineered Services focus on providing customers with uncompromising service and support, where and when needed. Dedicated to delivering the highest quality support, Engineered Services integrate pump and materials engineering knowledge with creative service solutions.

A worldwide network of service and repair centers staffed by highly skilled engineers and technicians is available around the clock, seven days a week to respond to customer queries, to evaluate and troubleshoot problems and to provide reliable solutions.

**Strength of Experience,
Commitment to Excellence**

Flowserve has long served industries requiring superior equipment performance and service life.

- Oil and gas production
- Hydrocarbon processing
- Chemical processing
- Water resources
- Power generation
- Nuclear
- Mining and mineral processing
- Pulp and paper
- General industry

Flowserve is dedicated to maximizing equipment performance and providing reliability-centered maintenance programs for pumps and related equipment, regardless of manufacturer. Using the FlowStar.net™ asset management software, Flowserve engineers and technicians track performance and support improvement programs using a service life cycle cost business approach. The results are improved reliability and increased profitability.

Business Partner

Flowserve partners with customers to respond to the dynamic business conditions that affect them. Flowserve will work with customers to drive efficiency, maximize throughput and control process quality. Whether user needs involve on-site technical assistance or broader project planning with full turnkey responsibility, Flowserve Engineered Services will deliver professional, reliable results.





USA and Canada
Flowserve Corporation
Pump Division
5215 North O'Connor Blvd.
Suite 2300
Irving, Texas 75039-5421 USA
Telephone: 1 972 443 6500
Telefax: 1 972 443 6800

Europe, Middle East, Africa
Flowserve Corporation
Pump Division
Via Rossini 90/92
20033 Desio (Milan), Italy
Telephone: 39 0362 6121
Telefax: 39 0362 303396

Latin America and Caribbean
Flowserve Corporation
Pump Division
6840 Wynnwood Lane
Houston, Texas 77008 USA
Telephone: 1 713 803 4434
Telefax: 1 713 803 4497

Asia Pacific
Flowserve Pte. Ltd.
Pump Division
200 Pandan Loop #06-03/04
Pantech 21
Singapore 128388
Telephone: 65 6775 3003
Telefax: 65 6779 4607

Bulletin PS-10-14 (E) Printed in USA. October 2004. © Flowserve Corporation

To find your local Flowserve representative:

For more information about Flowserve Corporation,
visit www.flowserve.com or call USA 1 800 728 PUMP (7867)

flowserve.com

Apéndice I

Reseña del estudio de Impacto Ambiental Proyecto Chapi

RESEÑA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –PROYECTO CHAPI

INDICE

<i>1</i>	_____	<i>1</i>
<i>INTRODUCCION</i>	_____	<i>1</i>
1.1	Antecedentes _____	
1.2	Breve Reseña del Proyecto	2
1.3	Ubicación de la Concesión Minera _____	3
1.4	Características Principales del Proyecto	4
1.5	Estudio del Impacto Ambiental y Social	5
1.6	Objetivos del EIA	5
1.7	Alcances del EIA _____	6
1.8	Area de Influencia _____	6
1.9	Metodología del EIA _____	7

1

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El Perú hace más de una década viene dictando normas legales que establecen claramente el crecimiento económico del desarrollo sostenible del país, al incluir la variable ambiental a través de la obligación general de la preparación de Estudios de Impacto Ambiental - EIA como responsables del cuidado del medio ambiente y requerimiento para el desarrollo de proyectos. Asimismo las empresas mineras con gran responsabilidad y seriedad, toman en cuenta los impactos que originan sus actividades sobre el medio ambiente y las condiciones de vida de las poblaciones asentadas cerca de sus proyectos.

Minera Pampa de Cobre S.A se propone llevar a cabo el desarrollo del Proyecto Chapi, situado a 70 Km. al sur este de la ciudad de Arequipa. El desarrollo de este Proyecto dará lugar a que se produzcan cambios y/o modificaciones ambientales, especialmente en las áreas superficiales y en el entorno del área donde se desarrollará el Proyecto, como consecuencia de la presencia de impactos ambientales y sociales potenciales negativos y/o positivos que podrían generarse a corto, mediano y largo plazo.

Por esta razón se realiza este EIA, lo que permite conocer los impactos ambientales y sociales sobre la base de los procesos de planeamiento, construcción, operación y post-operación del Proyecto. Este conocimiento previo del EIA, implicará la ejecución de opciones tecnológicas apropiadas para el aprovechamiento de los recursos existentes y la preservación de los ecosistemas comprometidos, para prevenir y/o reducir posibles daños que puedan afectar la salud y bienestar de las personas asentadas en la zona de influencia de la infraestructura minera que Minera Pampa de Cobre propone construir en estas áreas.

Finalmente, para remarcar el carácter y la envergadura del Proyecto, hay que señalar que por la magnitud de las obras que implica, los impactos ambientales no son considerados aisladamente, sino se integran todos ellos para aplicar las medidas correctivas globales de corto, mediano y largo plazo, que se hagan imprescindibles, a fin de evitar el deterioro del medio ambiente, y en cambio, propicien un desarrollo sostenible sobre la base de un adecuado mantenimiento del equilibrio socio económico y ecológico de la región.

1.2 Breve Reseña del Proyecto

El Proyecto Pampa de Cobre es un antiguo yacimiento de cobre explotado desde 1955 y fue abandonado en 1978, para entonces se procesaba cerca de 1200 TM de mineral de cobre por vía de la concentración de minerales por flotación. A partir de entonces se han continuado con programas de exploraciones y actualmente Minera Pampa de Cobre tiene un diseño hidrometalúrgico para el beneficio de las reservas de cobre remanentes.

El descubrimiento de la mina se le atribuye a don Luis Chavaneix, quien la explotó por los años 1940, durante 12 años (Pallaqueo y transporte de mineral oxidado de alta ley).

A partir de 1955 entró en sociedad con Milpo y se formó la compañía Minas de Cobre Chapi S.A. que se inició con una planta de lixiviación-cementación (10 años).

La primera planta de flotación se construyó en el año de 1960 con una capacidad de 70 TMD.

En 1965 toman la propiedad los japoneses, quienes operaron hasta fines de 1968.

En 1969 se inaugura la nueva planta concentradora.

En 1971 la planta es modificada para tratar alrededor de 880 TM/D (22,000 TM/mes). Sin embargo, no es posible operar a estos niveles por problemas de escasez de agua.

En 1975 se inicia un programa de recuperación de agua de las relaveras, recuperándose hasta en un 20%, que le son suficientes para sostener el nivel de producción de 800 TM/D.

En el año 2002 MPC ha sido adquirida 100% por el Grupo Milpo.

En los últimos años son importantes los programas de exploración tanto de Phelps Dodge, como de Minera Pampa de Cobre.

En el 2004, Minera Pampa de Cobre, además de las campañas de exploración realizadas en el marco del reglamento de Protección ambiental para las actividades de exploración tipo B y C (D.S N° 038-98-EM), ha desarrollado un programa de pruebas metalúrgicas, asimismo los estudios de Ingeniería conceptual del Proyecto y los estudios de factibilidad. Actualmente ha centralizado esfuerzos para desarrollar la Ingeniería básica del proyecto y el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

El Proyecto Pampa de Cobre tiene diseñado beneficiar minerales de cobre utilizando tecnologías hidrometalúrgicas para recuperar el cobre de sus minerales oxidados, de sus menas sulfuradas, especialmente de los mantos de sulfuros enriquecidos y recuperación del cobre remanente de los depósitos de relaves antiguos generados por operaciones anteriores.

La operación básica es la Lixiviación de los sulfuros de cobre enriquecidos a un ritmo de 1906 TM/D por un tiempo de 11 años. Se está evaluando la posibilidad de mezclar relaves en proporciones de 1 parte de relaves por seis partes de mineral; de tal manera de adicionar al circuito 317 TM/día adicionales. Por acción férrica bacteriana se espera disponer de 22.32 TM/día de cobre.

Como complemento a las actividades de lixiviación de sulfuros, se tiene la lixiviación ácida de los minerales oxidados a un ritmo de 1275 TM/D; también se está evaluando adicionar relaves a estos minerales, en el orden de 318 TM/día; de esta manera se estaría aportando con 7.9 TM /D de cobre al sistema.

Otra alternativa que el proyecto está considerando llevar a cabo es la lixiviación por agitación de los relaves. Se estima que se puede procesar unos 576 TM/d dando un aporte de 3 TM de Cobre al día.

En el mejor de los casos, el proyecto podría estar procesando cerca de 30 TM/D de cobre.

Las soluciones de cobre son purificadas y concentradas por operaciones de extracción por solventes. El producto es un electrolito cargado de iones cúpricos.

Finalmente con la adición de ácido al electrolito cargado, el incremento de cobre en el electrolito por SX y una disminución de la temperatura, la solución final se sobresatura respecto a la concentración de cobre, de tal manera provocando su cristalización; se espera una producción de 115 TM/día de cristales de sulfato de cobre pentahidratado.

1.3 Ubicación de la Concesión Minera

El área del proyecto Pampa de Cobre se localiza en las partes altas de la quebrada Campanayoc, distrito de La Capilla, provincia de Sánchez Cerro, departamento de Moquegua, República del Perú. Una extensión pequeña de las área de concesión del proyecto se encuentra en el departamento de Arequipa

El acceso hasta el proyecto, a partir del límite urbano de la ciudad de Arequipa, se realiza siguiendo la ruta que va al Santuario de Chapi, el tramo inicial, después del límite urbano, es asfaltado y tiene una extensión de 30 kilómetros, luego se continúa por una carretera afirmada de 15 kilómetros, hasta llegar al desvío; desde este punto se recorre 12 kilómetros por una trocha carrozable hasta el proyecto

El proyecto se encuentra a unos 40 Km al Sur Este en línea recta de la ciudad de Arequipa y a partir de esta ciudad, es necesario pasar por los distritos de Socabaya, Quequeña, Yarabamba y Polobaya, para luego ingresar al distrito de La Capilla, este último perteneciente al Departamento de Moquegua.

El Proyecto se desarrollará entre las siguientes coordenadas UTM.:
Norte del 8145000 al 8141500
Este del 247250 al 249500

1.4 Características Principales del Proyecto

Para el desarrollo de los procesos hidrometalúrgicos las operaciones básicas seleccionadas son: sistemas de lixiviación ácida para sus minerales oxidados y férrica bacteriana para sus minerales sulfurados. La purificación y concentración de las soluciones de cobre se harán por Extracción por solventes y finalmente las soluciones concentradas serán cristalizadas para obtener sulfato de cobre pentahidratado.

Para desarrollar el proyecto se requiere de las siguientes instalaciones o actividades básicas:

- *Actividades de exploración*, que comprende además, de evaluar los recursos minerales, evaluar las características de los materiales que van a movilizarse; características de los materiales que pueden ser de utilidad para el proyecto y características de los actuales pasivos ambientales.
- *Actividades de exploración minera*; además de describir todas las operaciones que serán necesarias para el desarrollo minero, deberá incluir temas complementarios como el destino de los materiales de desarrollo; la posible presencia de aguas de mina y su tratamiento; los posibles efectos de los gases de ventilación; y las operaciones de extracción de los minerales hacia la superficie.
- *Planta Metalúrgica*; se requiere de una descripción detallada de las actividades de esta planta, dada su alta vulnerabilidad a la contaminación ambiental por las soluciones del proceso, tal es el caso del ácido sulfúrico; uno de los temas de mayor importancia es el destino final de los materiales ripiados, especialmente es su estabilidad física y química.
- *Almacenamiento y manejo de insumos*; centralizado para el ácido sulfúrico, reactivo orgánico, kerosene; combustibles y otros.
- *Obras de infraestructura*; referidas a las actividades necesarias para contar con las fuentes energéticas de electricidad; abastecimiento de agua y vías de acceso.
- *Instalaciones para protección ambiental*; comprende el manejo de los residuos sólidos domésticos, la instalación de una planta de tratamiento de efluentes industriales; Planta de tratamiento de aguas servidas; Sistemas de protección para las soluciones de proceso; sistema de protección para la planta de SX-Cristalización.
- *Plan de cierre de los pasivos ambientales*, las áreas disturbadas o modificadas y que el nuevo proyecto no las va a utilizar, entrarán a formar parte de las actividades de Plan de cierre.

1.5 Estudio del Impacto Ambiental y Social

En Marzo del 2004, Pampa de Cobre encargó la elaboración y preparación del EIA para el Proyecto Pampa de Cobre a la Empresa Consultora Ecología y Tecnología Ambiental S.A. (ECOTEC). Este se basa en la información ambiental y social existente de fuentes públicas (gubernamentales), en información de línea de base ambiental recopilada por ECOTEC, en información recopilada del proceso de consulta pública (encuestas, entrevistas y reuniones), y en la información del diseño de ingeniería preparada por Minera Pampa de Cobre.

ECOTEC es una empresa consultora peruana de ingeniería, sistemas de manejo y gerencia ambiental, y subsidiaria del Grupo Empresarial Graña y Montero con sede en Lima, Perú. Esta empresa se encuentra calificada y registrada en la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas (MEM), para la elaboración de EIAs, de acuerdo al Reglamento de Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica (D.S. N° 016-93-EM) y la Resolución Directoral 010-97-EM/DGAA.

1.6 Objetivos del EIA

Los objetivos principales del EIA son:

- Identificar los requerimientos reglamentarios ambientales legales aplicables al Proyecto Pampa de Cobre, que serán el marco normativo ambiental en el cual se realizará el desarrollo de las actividades que propone Minera Pampa de Cobre.
- Evaluar el potencial y estado actual del medio ambiente en el que se desarrollará el Proyecto, estableciendo la Línea de Base Ambiental del área industrial y del área de influencia.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales de mayor relevancia de cada fase del Proyecto y las alternativas consideradas, mediante el empleo de metodologías y técnicas de pronóstico internacionalmente aceptadas.
- Asegurar que todas las etapas del desarrollo propuesto, incluidas las fases de planeamiento, construcción, operación y post-operación, sean compatibles con prácticas apropiadas de manejo ambiental, políticas y normas ambientales corporativas.
- Identificar las implicaciones socioeconómicas del Proyecto y recomendar el desarrollo de un programa de participación ciudadana para asegurar que sus inquietudes, preocupaciones y conocimientos sean tomados en cuenta en la planificación y ejecución del Proyecto; y
- Recomendar medidas orientadas a prevenir, controlar y mitigar los posibles impactos ambientales negativos, para evitar el deterioro de los ecosistemas y medidas destinadas a potenciar los impactos

positivos para acelerar el efecto multiplicador de los beneficios esperados en programas de corto, mediano y largo plazo.

1.7 Alcances del EIA

Los estudios ambientales abarcarán aspectos físicos naturales, biológicos, socioeconómicos y culturales del área industrial del proyecto y su área de influencia, con la finalidad de determinar las condiciones existentes y las capacidades del medio, así como prever los efectos y consecuencias de la realización del proyecto minero-metalúrgico, indicando las medidas y controles a aplicar para lograr un desarrollo armónico entre las operaciones y el medio ambiente.

La evaluación ambiental aporta los elementos necesarios para una correcta planificación, diseño, construcción, operación, cierre y post-cierre del proyecto minero, de tal manera que se obtengan los beneficios esperados y el Proyecto se constituya en un gran efecto multiplicador que coadyuve a mejorar la economía de la región y del país.

1.8 Area de Influencia

El área de influencia ha sido delimitada de acuerdo a los siguientes criterios:

- *Accesibilidad:* Comprende el sistema de infraestructura vial que involucra los siguientes tramos: Vía directa a la mina tramo Arequipa Chapi, con un tramo de 70 KM; Tramo para el traslado de reactivos a partir del puerto de Matarani que corresponde al tramo Matarani – Arequipa – Chapi, aproximadamente 170 KM. y el tramo que compromete el traslado de los cristales de sulfato de cobre a la unidad de Iván en Chile, esta unidad pertenece al Grupo Económico Milpo, este último tramo comprende la vía desde Chapi – Arequipa – Panamericana Sur hasta Tacna y luego en Chile hasta Antofagasta
- *Unidad Hidrográfica:*

Desde el punto de vista del manejo de los recurso hídricos tenemos los siguientes niveles de influencia:

- La toma de agua de la línea de Chacahuayo ubicada en la parte alta del departamento de Moquegua.
- La cuenca del Tambo, vía la quebrada Alachay, la que está comunicada con la quebrada Campanayoc, lugar donde se ubica el Proyecto.

- La cuenca del Chili, especialmente en sus afluentes que están en contacto con las vías o caminos que el proyecto va a utilizar (río Socabaya, río Chili, etc.)
- **Socioeconómico:** Referidas a todas las poblaciones cercanas al Proyecto, sean estas del departamento de Moquegua (distrito de la Capilla) y del departamento de Arequipa (especialmente de los distritos que se ubican en el camino Arequipa – Chapi).
- **Político y Administrativo:** El proyecto se encuentra ubicado principalmente en Moquegua, y una parte menor en Arequipa. El lado de influencia directa se encuentra relacionado con varios distritos de la provincia de Arequipa, como tal, el programa social será diseñado para atender todos los requerimientos que sean necesarios en la zona y en el entorno del Proyecto.

1.9 Metodología del EIA

El desarrollo del EIA, se ha realizado conforme a los Términos de Referencia propuestos por Minera Pampa de Cobre, por las normas legales ambientales de carácter general, por aquellas que regulan la actividad minero-metalúrgico, así como por las guías de manejo ambiental publicadas por el MEM.

Los aspectos siguientes considera el estudio de impacto ambiental:

Se consideran las normas legales ambientales aplicables al Proyecto, las que fueron analizadas y comentadas con relación al status de Minera Pampa de Cobre. El marco legal considerado concilia las actividades minero-metalúrgicas del Proyecto con los ambientes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales del área de influencia.

Minera Pampa de Cobre, actualmente está gestionando los requerimientos regulatorios y de permisos para el desarrollo de la operación de minado y procesamiento de minerales en la propiedad de Minera Pampa de Cobre. Se completan diversos elementos del programa de obtención de permisos ambientales conjuntamente con el estudio de factibilidad del proyecto.

Se presentan las políticas ambientales actuales de Minera Pampa de Cobre.

Se realiza la caracterización de la Línea Base, para lo cual se recopiló información física, biótica (flora y fauna), socioeconómica y cultural. Se incluyó la revisión de información bibliográfica y mapas cartográficos regionales existentes, como base a los estudios de campo específicos. Los métodos individuales para observación de campo, la recolección y análisis de la información base para estudios de calidad del agua,

vegetación, fauna y los componentes económicos y culturales, se describen ampliamente.

Se realizó el estudio Social que básicamente comprende La línea de base social la identificación de los potenciales impactos sociales y el correspondiente Programa Social.

Se efectuó una descripción del proyecto desde su inicio hasta su fase final, relacionada al plan de cierre. Para este estudio, la descripción del proyecto ha considerado lo siguiente:

- Exploración Minera
- Explotación Minera
- Sistemas de lixiviación de minerales sulfurados y oxidados
- Planta de Extracción por Solventes y Cristalización
- Area de canteras
- Botaderos de materiales mineros
- Instalaciones auxiliares
- Infraestructura
- Instalaciones en el ámbito de la protección ambiental

Se identificó los impactos ambientales potenciales y la metodología aplicada y basada en escenarios a corto, mediano y largo plazo. Se relacionan las alteraciones ambientales que se prevé ocurran en la construcción, operación y post-operación del Proyecto, con los impactos ambientales a que dará lugar sobre el ambiente físico, biológico, socioeconómico y cultural en el ámbito del Proyecto. Como resultado de la identificación y evaluación de los efectos del Proyecto sobre el entorno ambiental, se obtuvieron los principales impactos ambientales potenciales, que dieron lugar a la realización de un Plan de Manejo Ambiental.

Se realizó un Plan de Manejo Ambiental con lineamientos técnicos y ambientales y medidas correctivas que permitirán prevenir, evitar y/o mitigar los impactos ambientales negativos y potenciar los impactos positivos para acelerar el efecto multiplicador de los beneficios esperados.

El Plan de Manejo se estructuró de la siguiente forma:

- Programas de Gestión Ambiental
- Programas de Prevención y/o Mitigación
- Programa de Manejo de Residuos Industriales Tóxicos y No Tóxicos y Domésticos
- Programa de Monitoreo
- Programa de Capacitación
- Programa de Contingencias
- Programa de Cierre de Operaciones.

Se debe realizar el análisis Costo-Beneficio del Proyecto, basado en la evaluación cualitativa de los impactos ambientales. Se analizó los

efectos económicos sobre el área geográfica de influencia y sobre la economía local, regional y nacional. La metodología empleada considera los impactos de carácter negativo como costos y los impactos positivos como beneficios.

El balance concluye que el efecto neto de la implementación del Proyecto será positivo, por su contribución a la economía asociada con el incremento de oportunidades comerciales, la generación de empleo, el mejoramiento de la infraestructura vial, educativa y social así como el mejoramiento de la calidad de vida a nivel general y la creación de condiciones para el desarrollo auto-sostenible de la región.