

Flotación de Moly

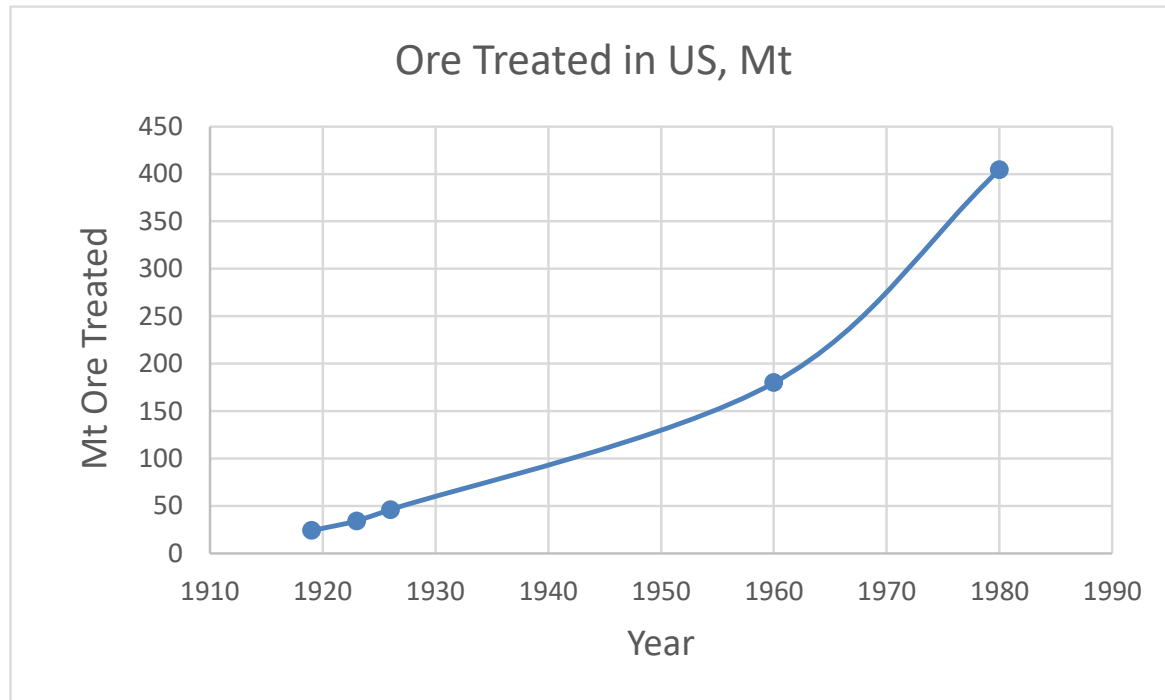
- Una Aproximación General

- A. Videgain

- Julio 2024

Flotation Processing

En más de 100 años de innovación en flotación espumante se ha producido un volumen de información científica y tecnológica casi imposible de abarcar.



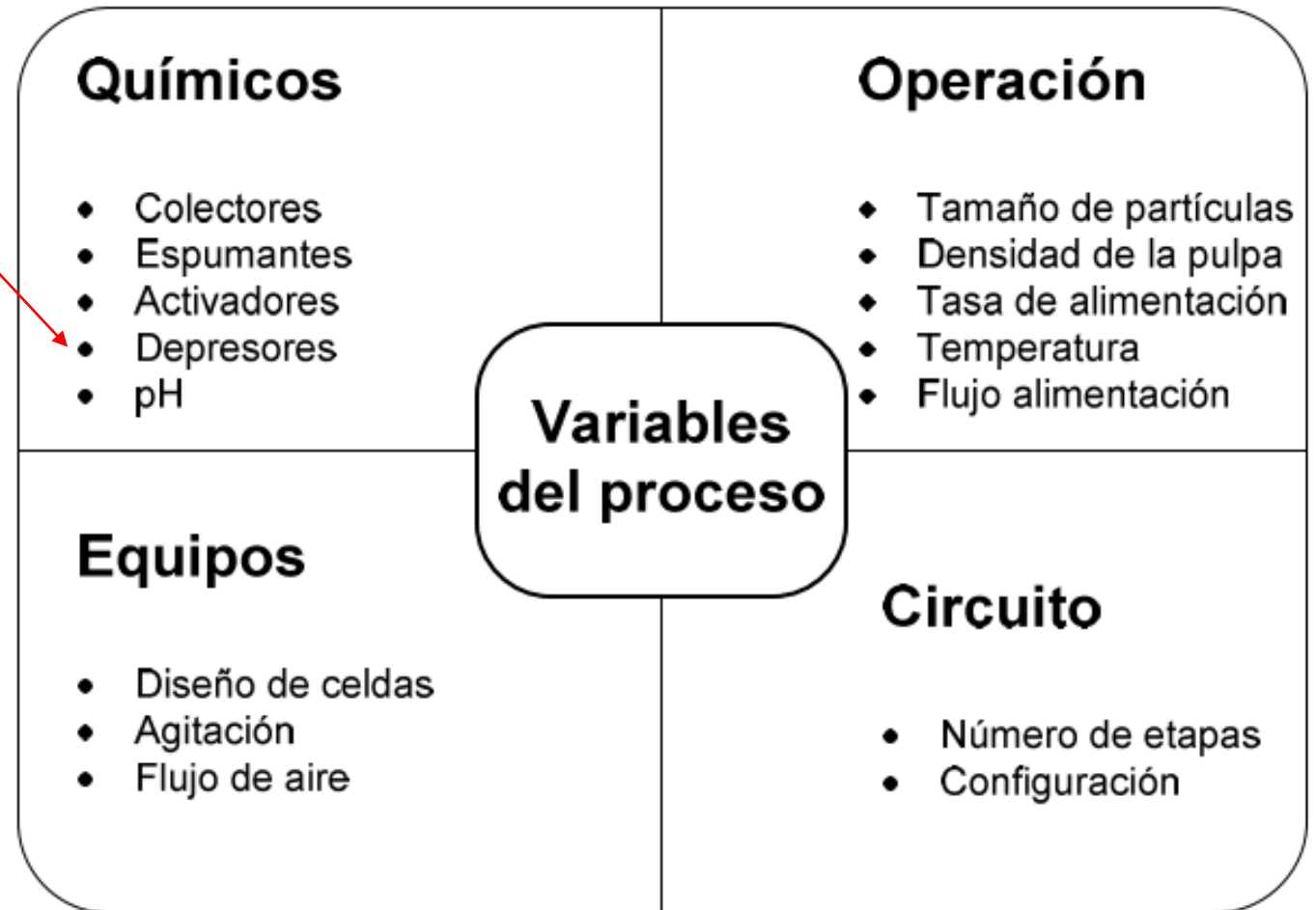
Year	Ore Treated, Mt	Concentrates, Mt	R. E.
1919	24,08	2,82	8,5
1923	34,29	1,93	17,8
1926	46,16	3,04	15,2
1960	179,86	19,5	9,2
1980	404,34	71,93	5,6



ESTANQUES ALMACENAMIENTO
DE REACTIVOS →

FACTORES QUE AFECTA A LA FLOTACIÓN

- Mario Bustamante Escobedo

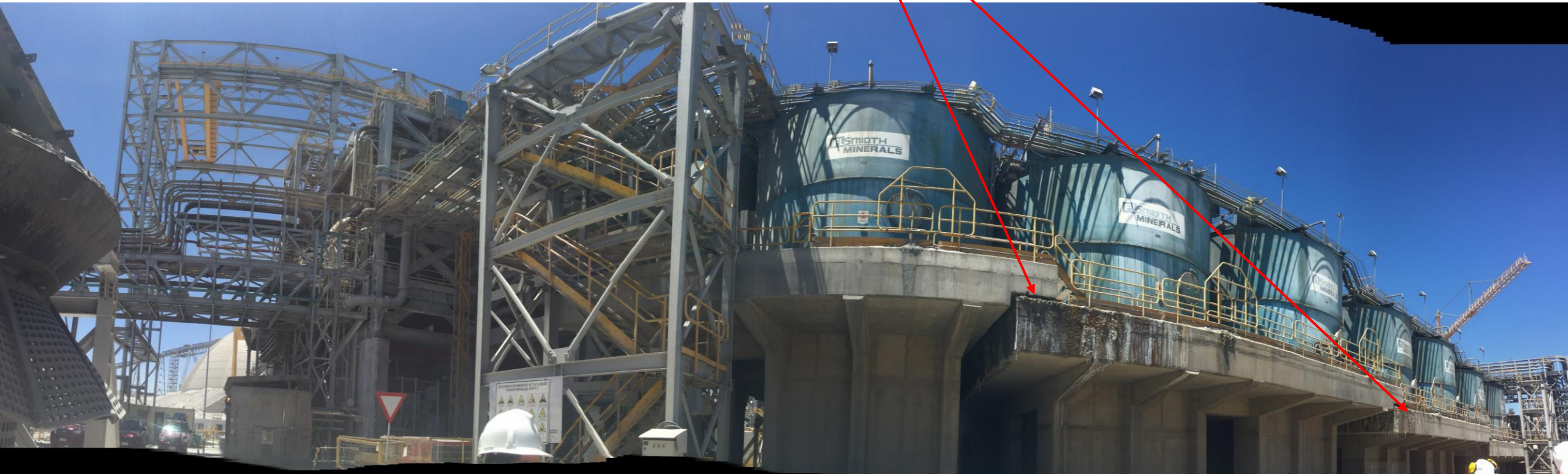


CONTROL NaHS: POTENCIAL REDOX

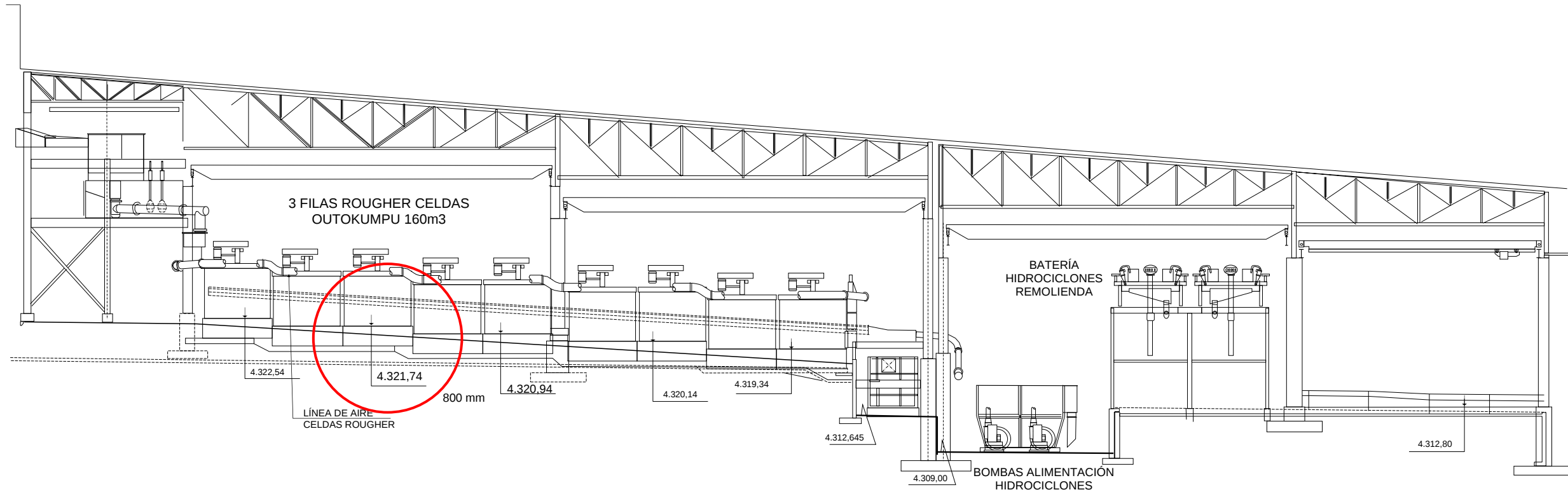
Concepto de Banco



- Banco es un conjunto de celdas que están al mismo nivel y comparten el lazo de control de nivel de pulpa/espuma.
- Un banco no es una fila de celdas.

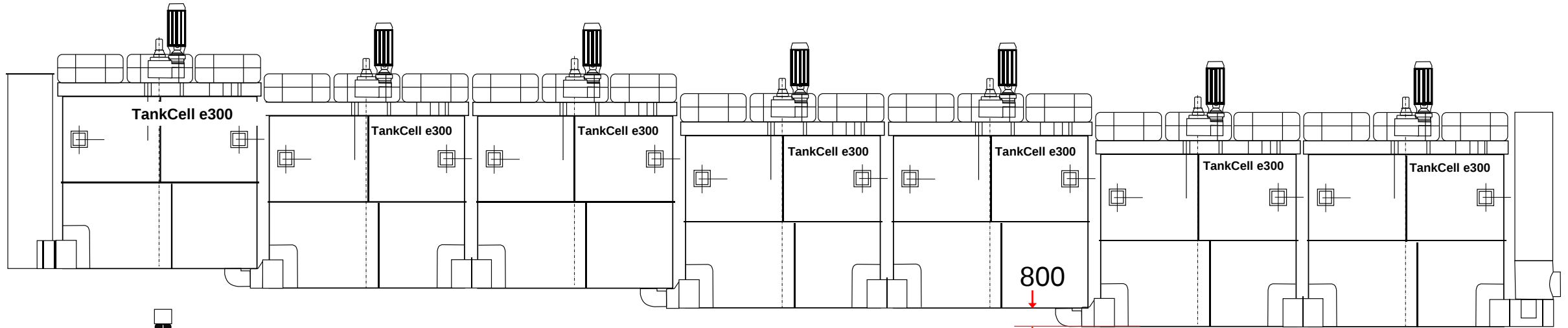


¿Qué es un banco?

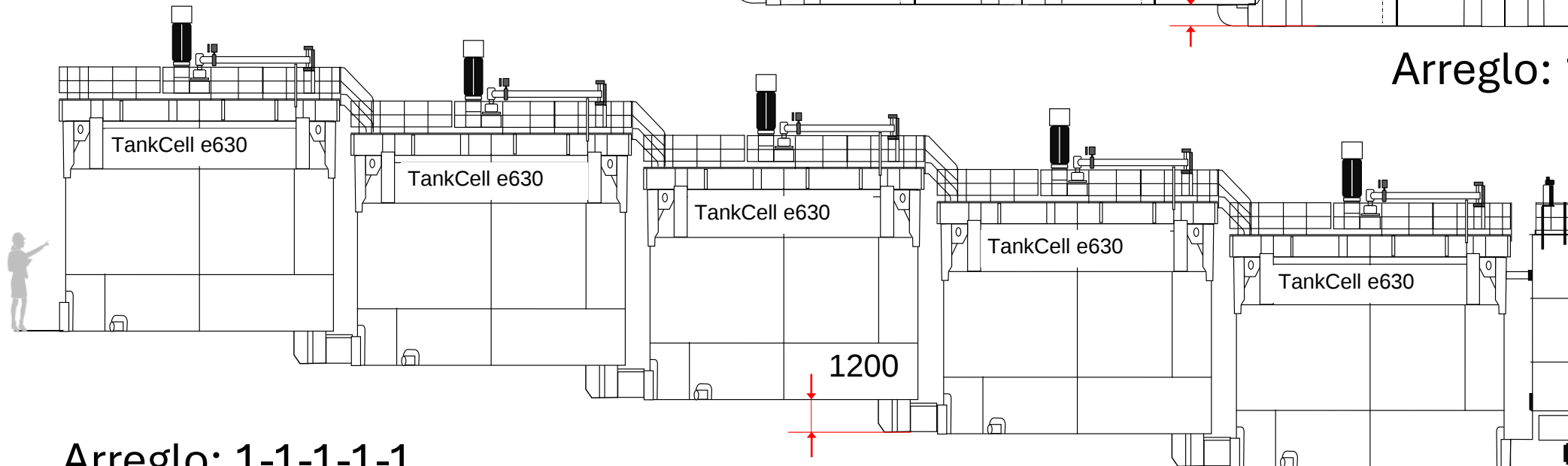


COLLAHUASI CORTE CELDAS FLOTACIÓN ROUGHER
ARREGLO 1-2-2-2-2 (OUTOKUMPU 160 m³)

Tank Cell de OK

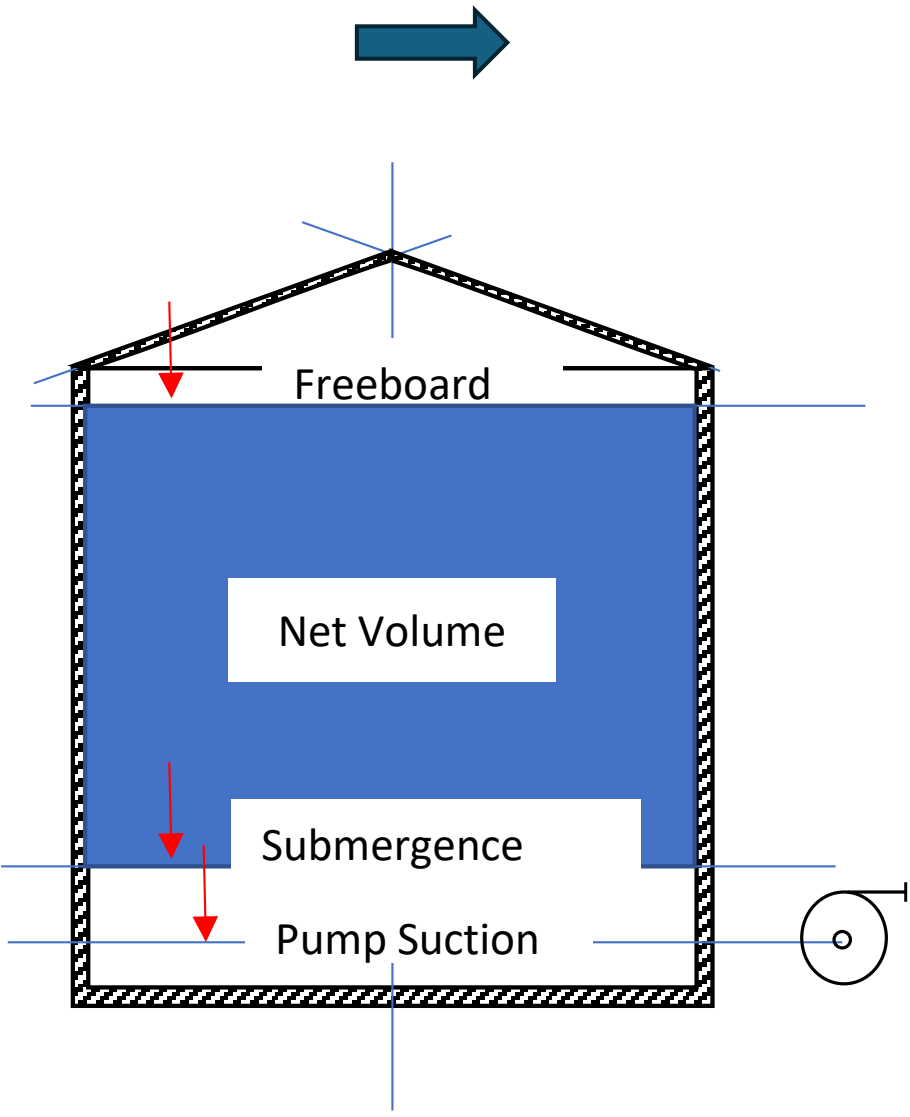
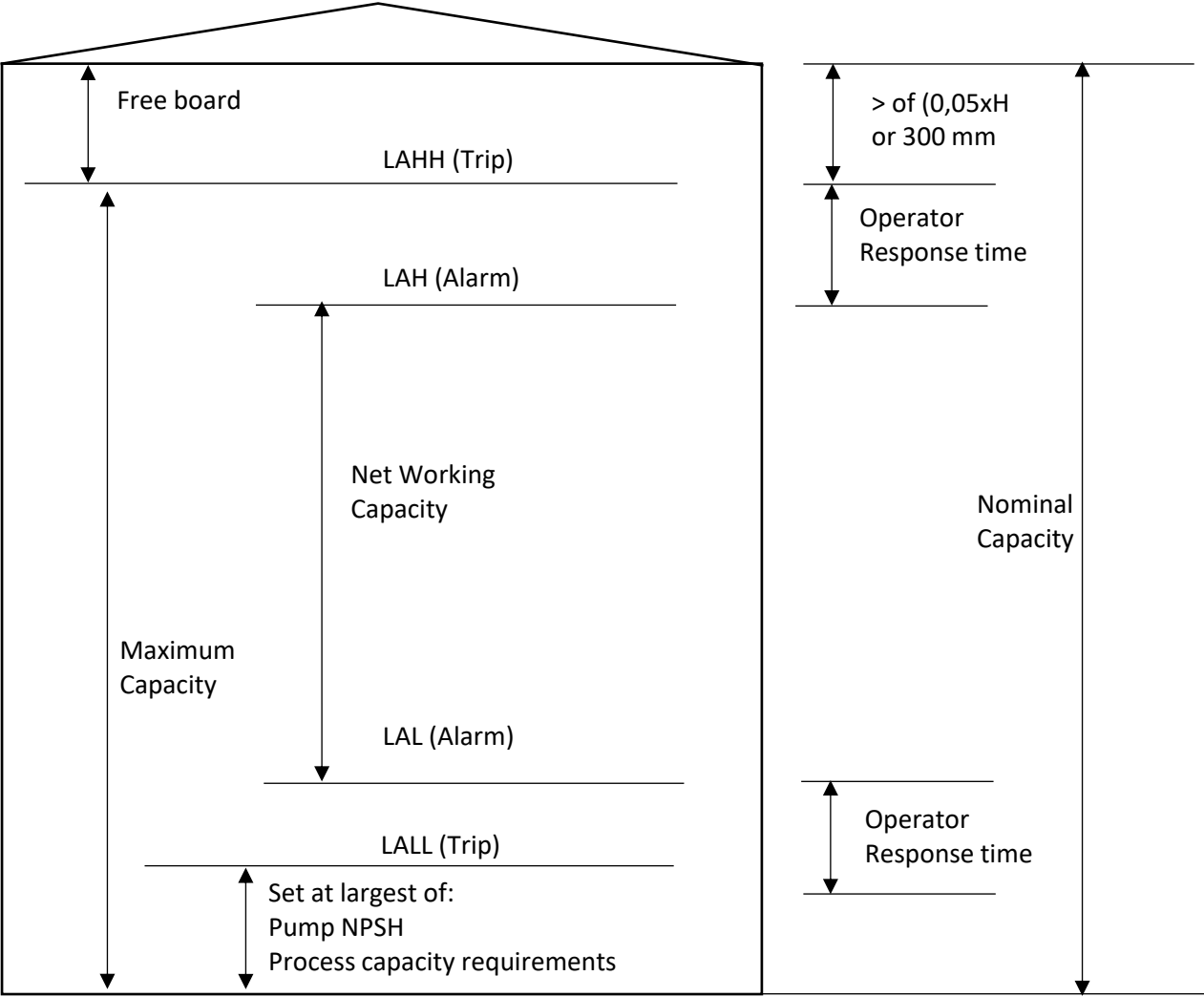


Arreglo: 1-2-2-2



Arreglo: 1-1-1-1-1

ESTANQUES API 650







233 m³



211 m³



PRAXAIR

CO₂
DIOXIDO
DE CARBONO

PELIGRO PELIGRO PELIGRO PELIGRO PELIGRO PELIGRO PELIGRO PELIGRO PELIGRO PELIGRO

260 m³

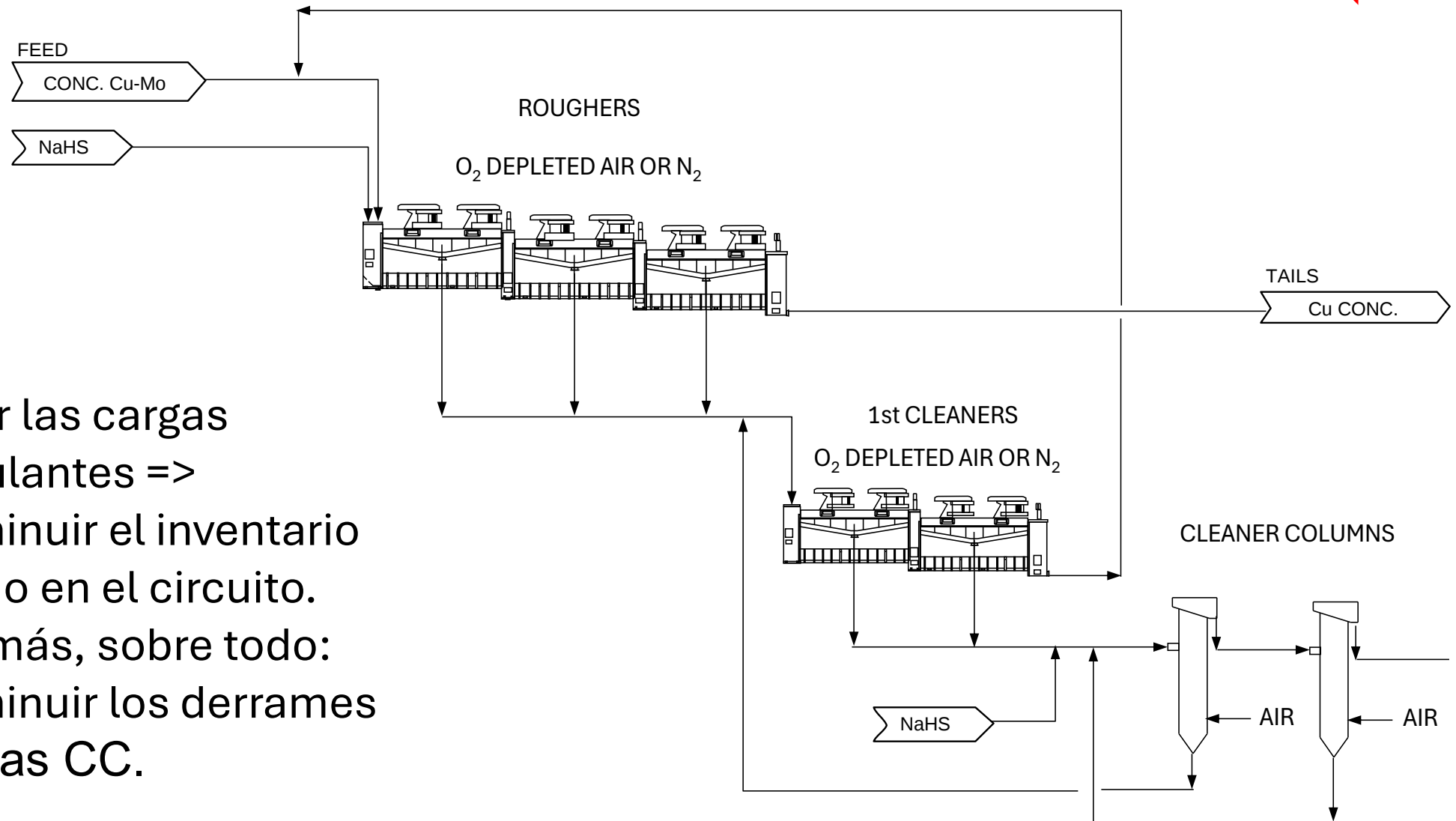
260 m³

USO
OBLIGADO:
SULFATO
DE SODIO

SULFATO
DE SODIO

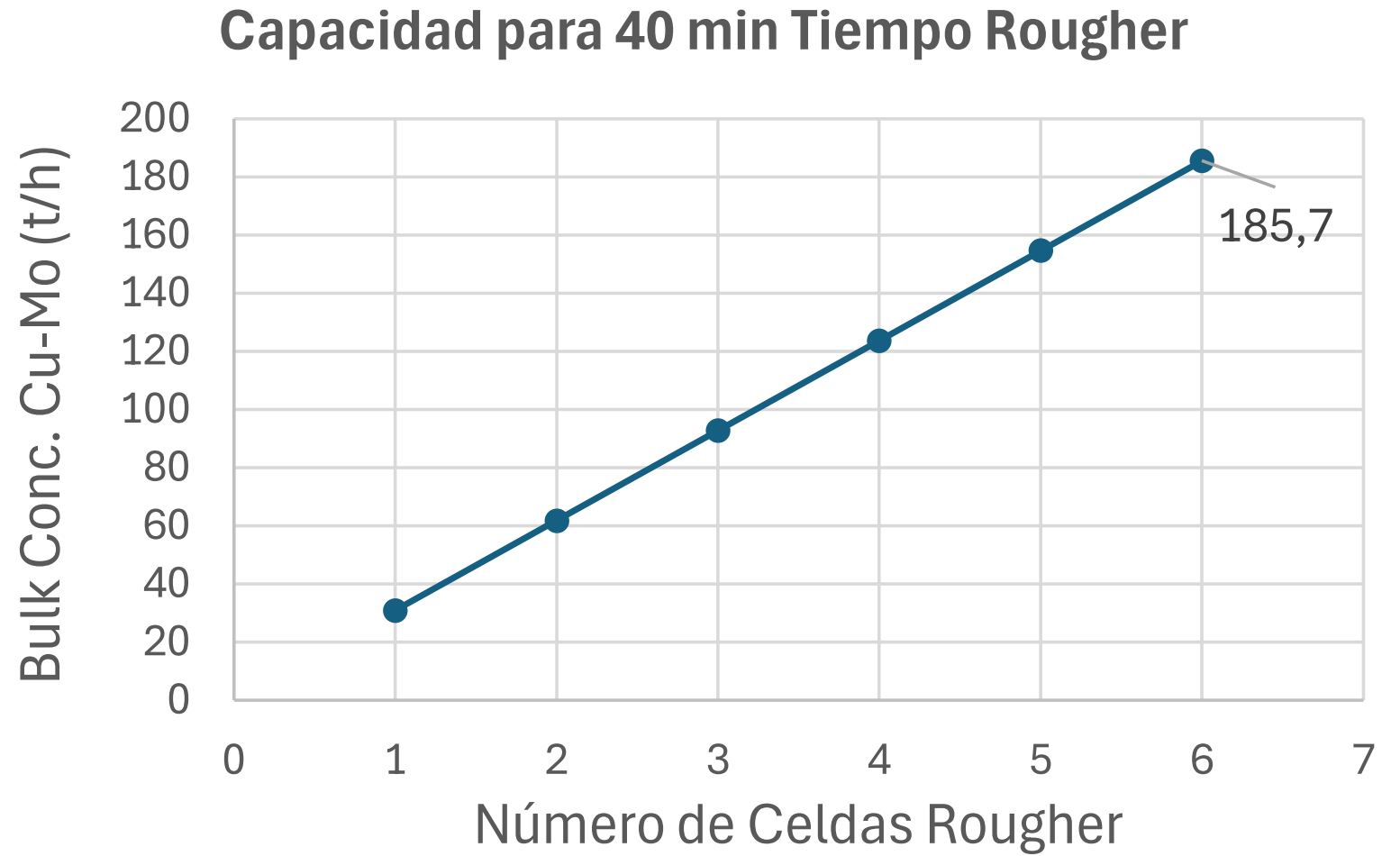


Circuito Simple



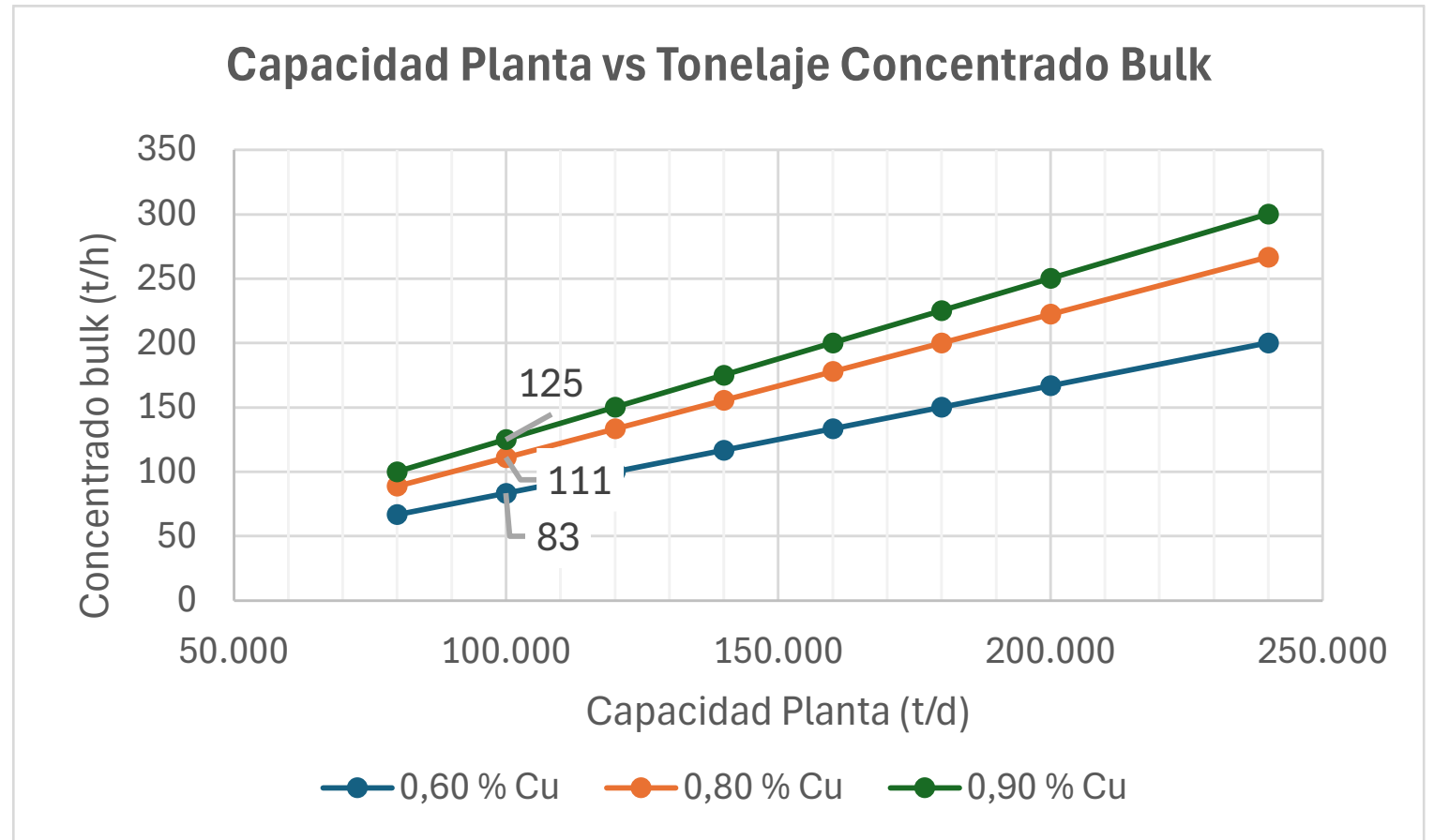
Bajar las cargas
circulantes =>
disminuir el inventario
de Mo en el circuito.
Además, sobre todo:
disminuir los derrames
al ↑ las CC.

Celdas Inertgas
1500 ft³ (42,5m³)
CP = 40%

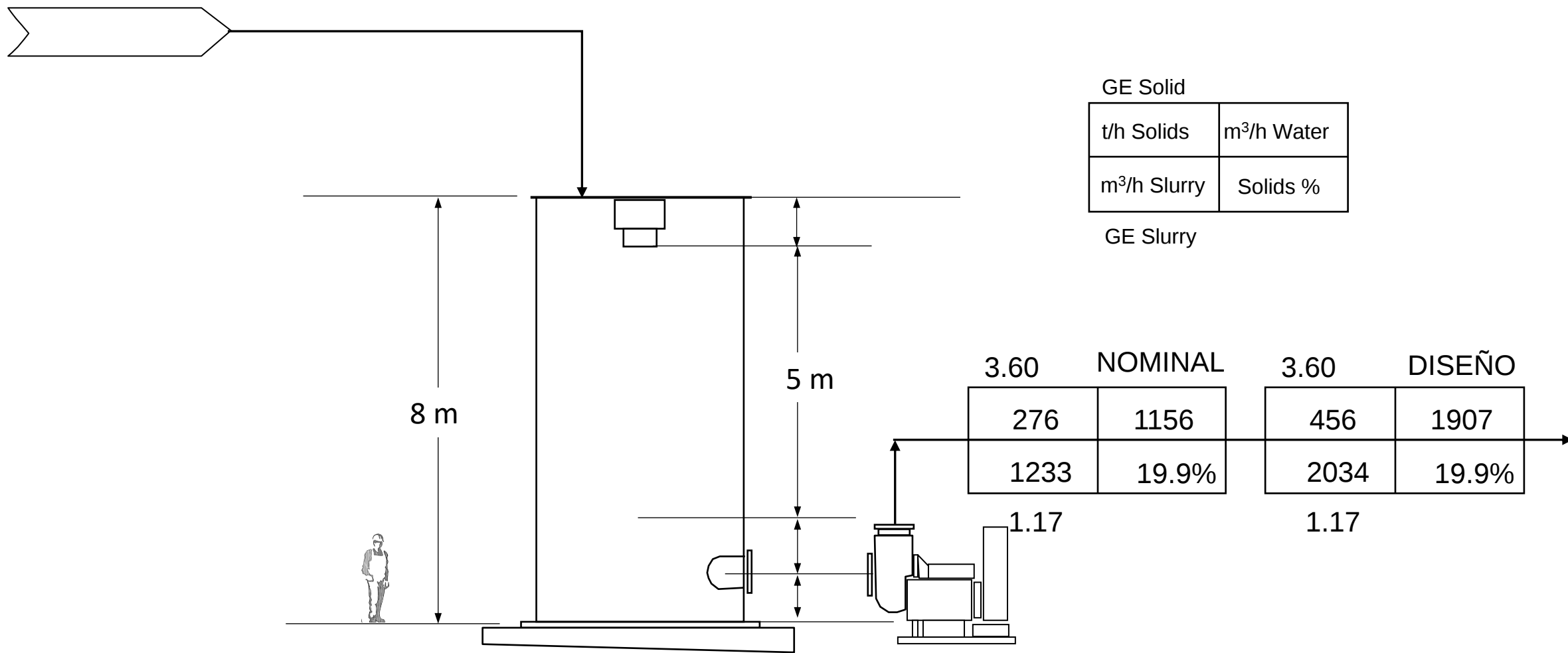


Producción Concentrado Cu-Mo

Rec. Cu: 89%
Conc. Bulk: 29%

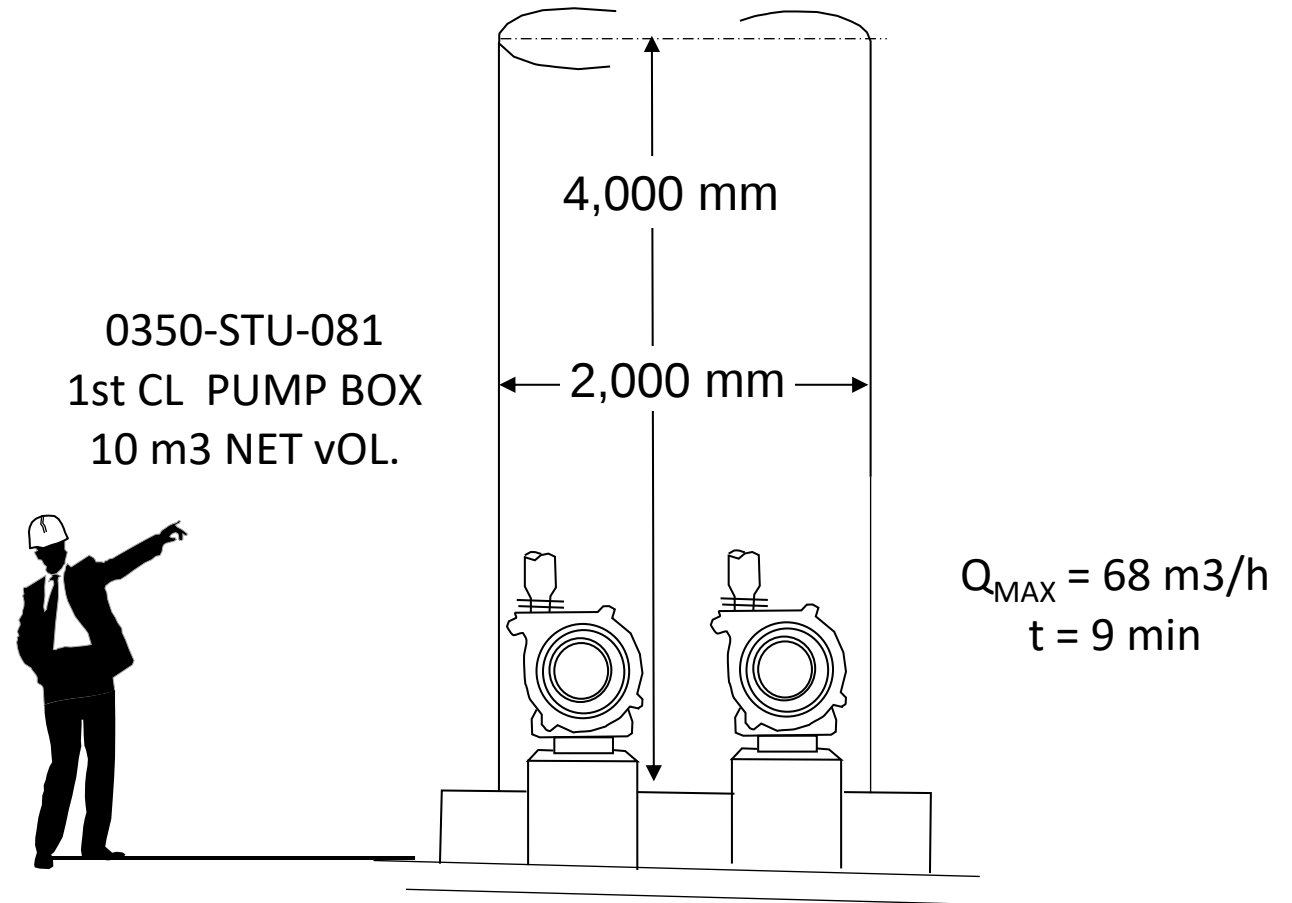


CONCENTRADO



Cajón de Pulpa

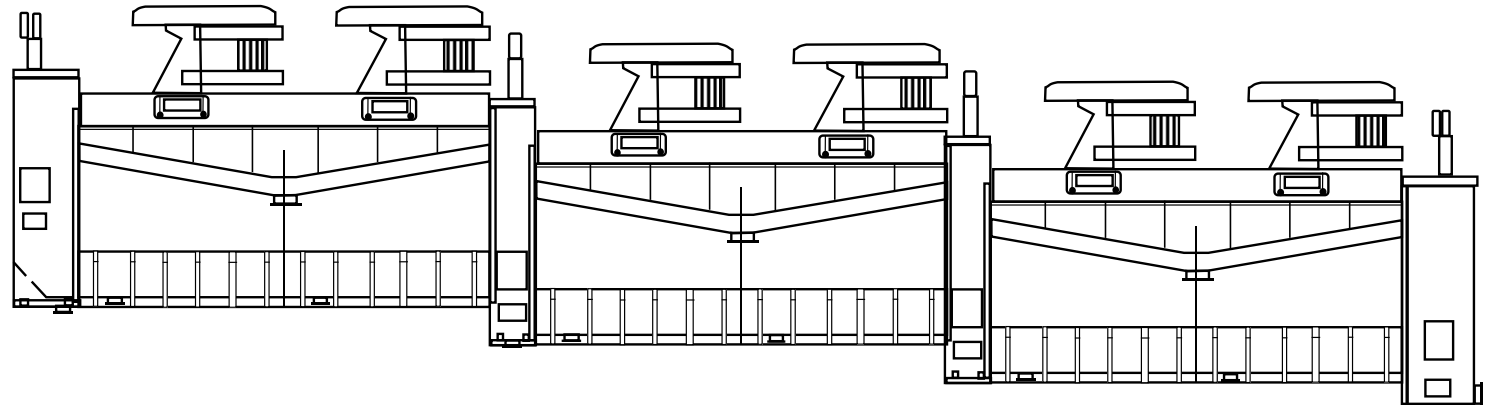
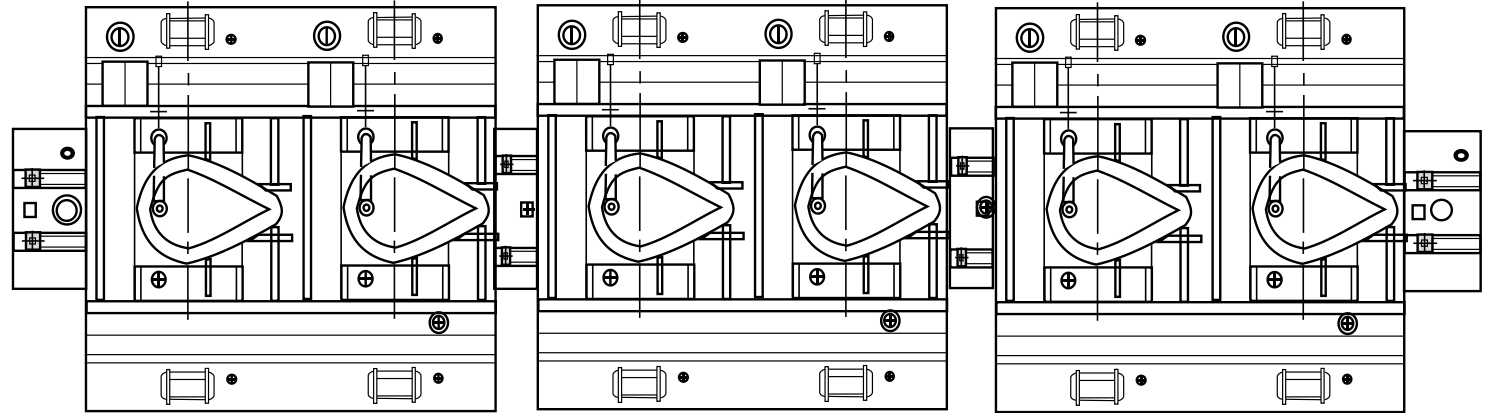
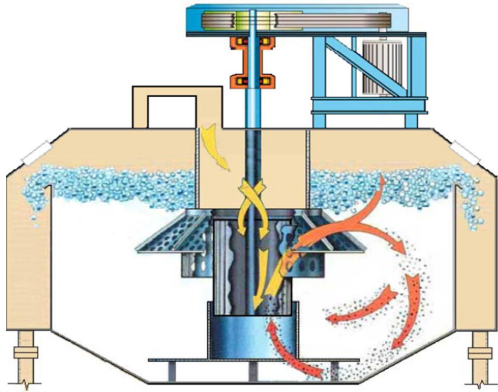
Cajón Alimentación 1ª Limpieza Moly Antamina



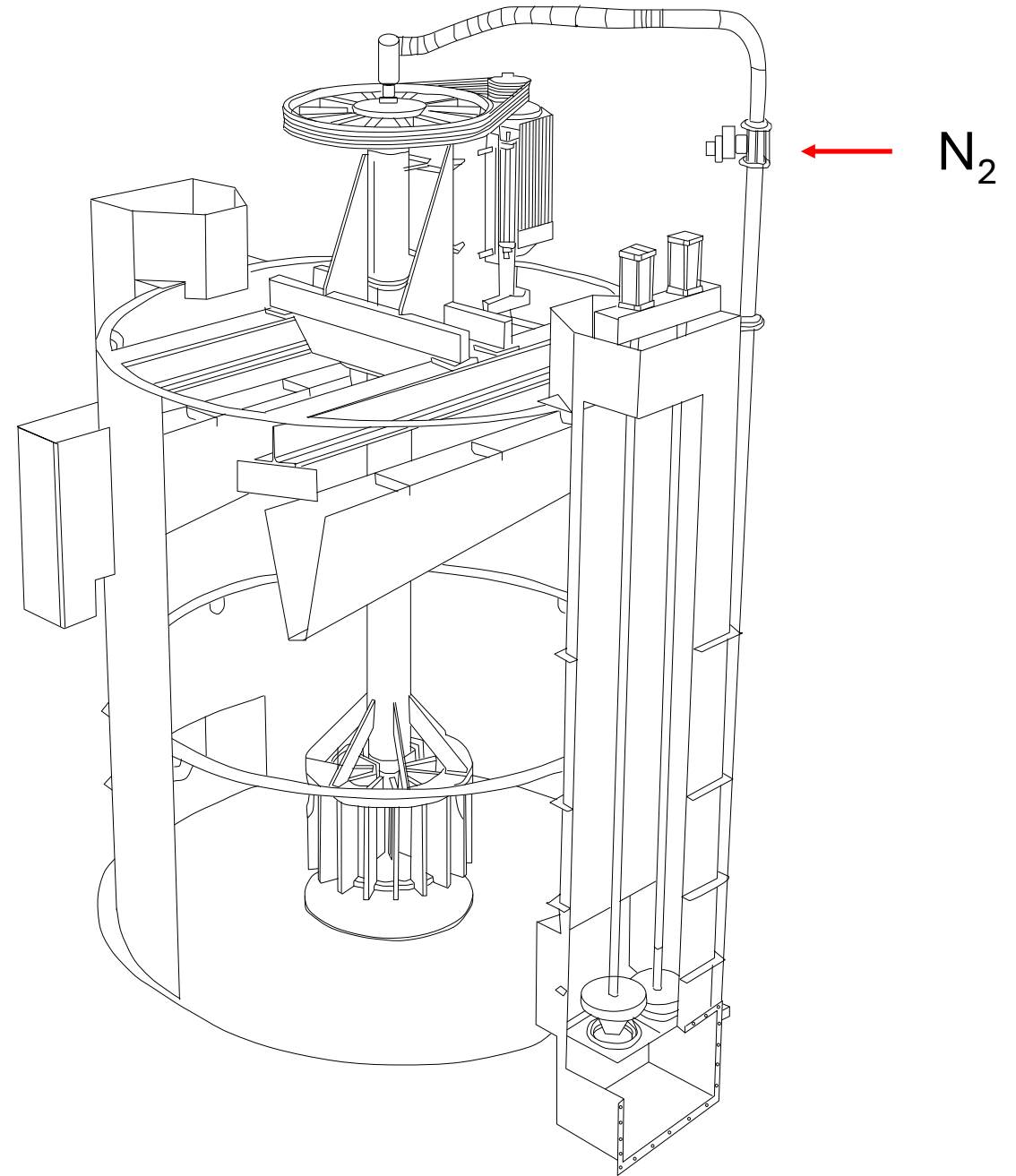
INERT GAS

Hasta 1500 ft³

~ 42.5 m³



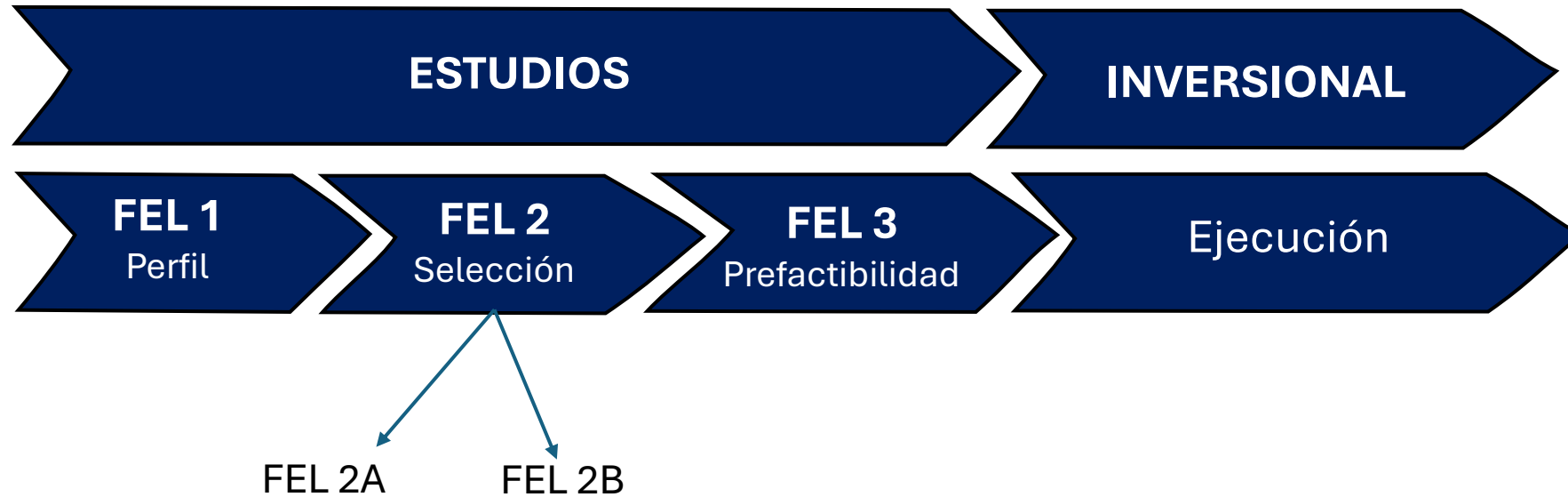
Celda Metso RCS
10 (10 m³)
∃ hasta 300 m³



QUELLAVECO: 127.5 ktpd (5.500 MUS\$)

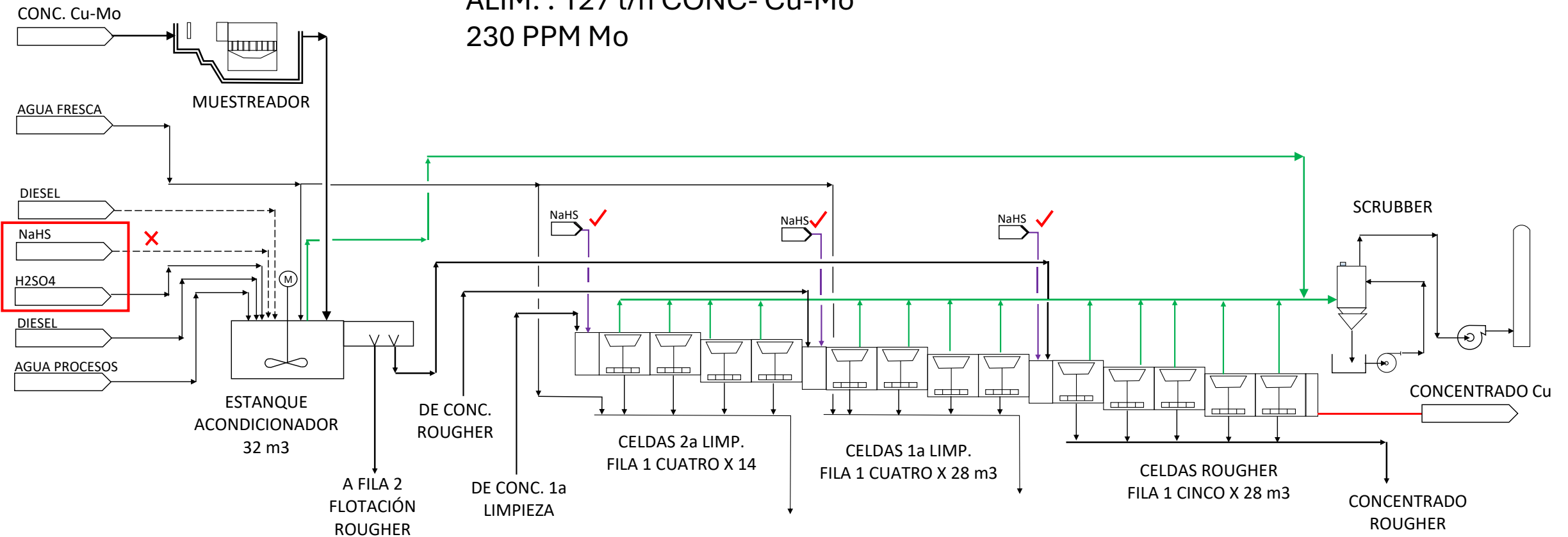


Etapas de Desarrollo Proyectos



PFD FILA 1 FLOTACIÓN MOLY QUELLAVECO

ALIM. : 127 t/h CONC- Cu-Mo
230 PPM Mo

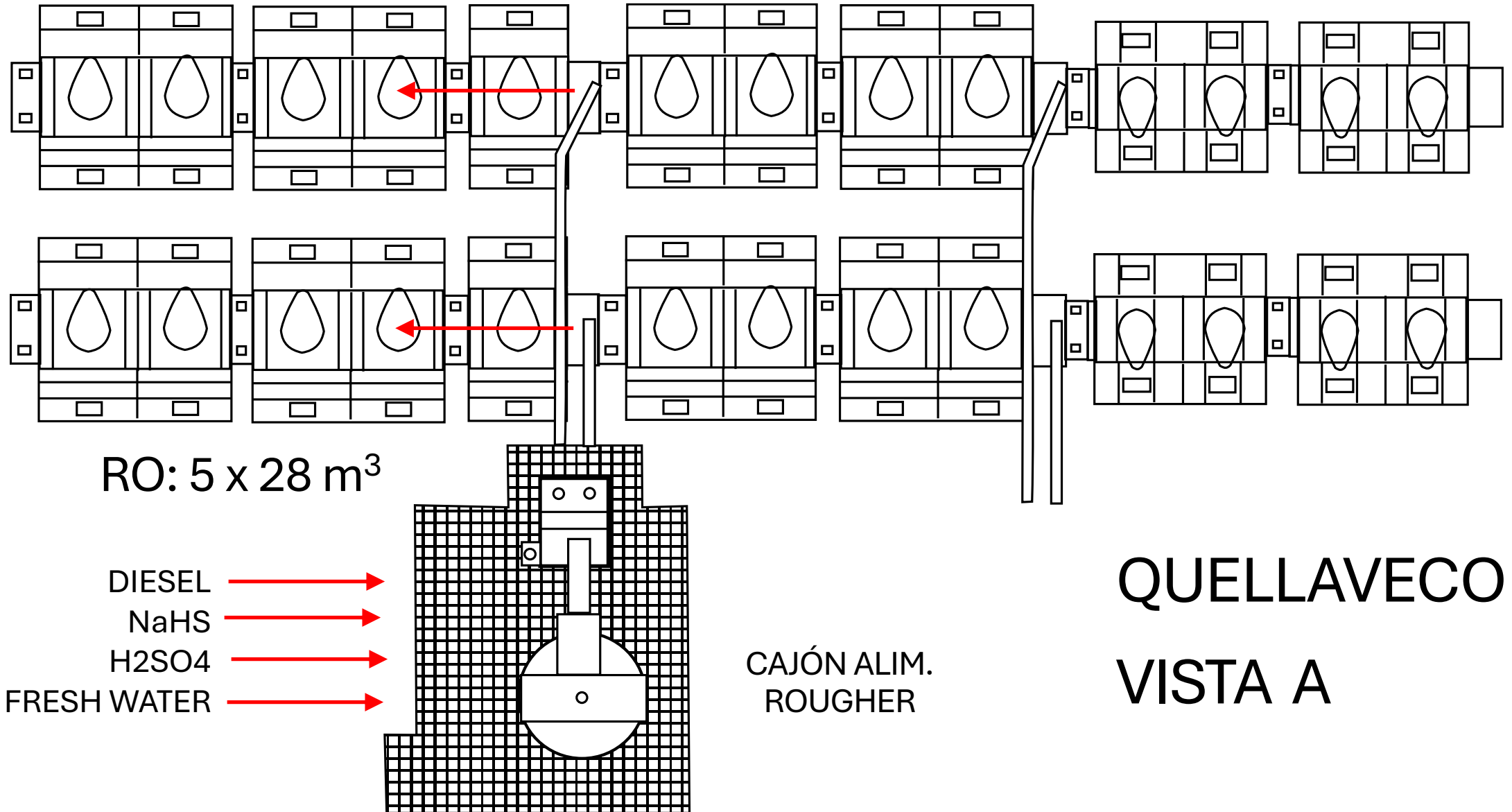


Ingeniería de **Factibilidad** 2014
Caso 127.5 ktpd

RO: 5 x 28 m³

1a LIMP.: 4 x 28 m³

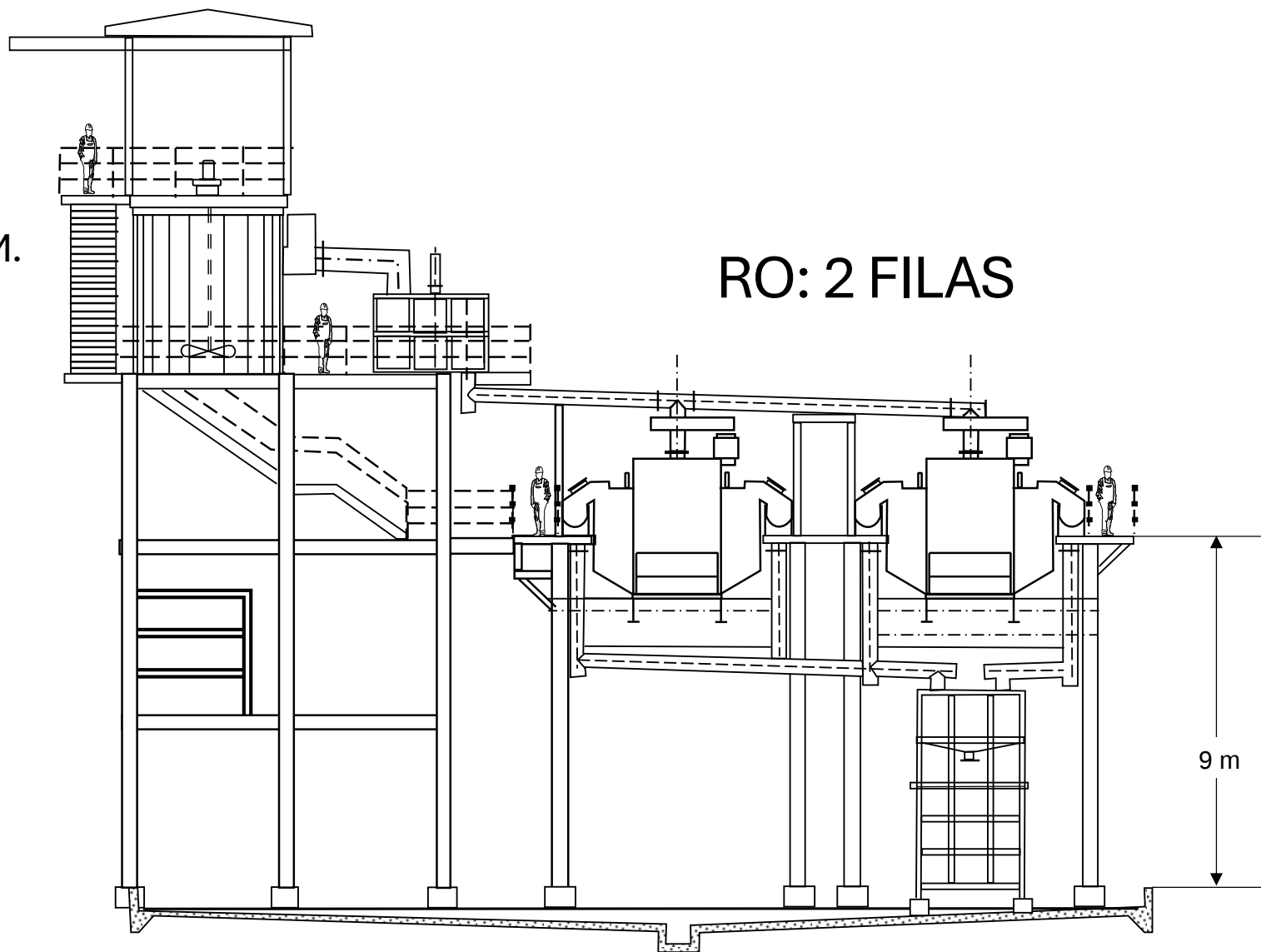
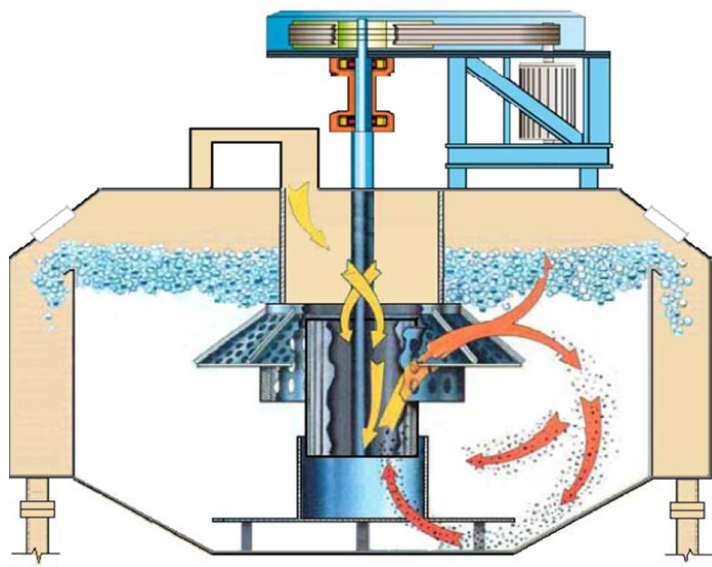
2a LIMP.: 4 x 14 m³



QUELLAVECO

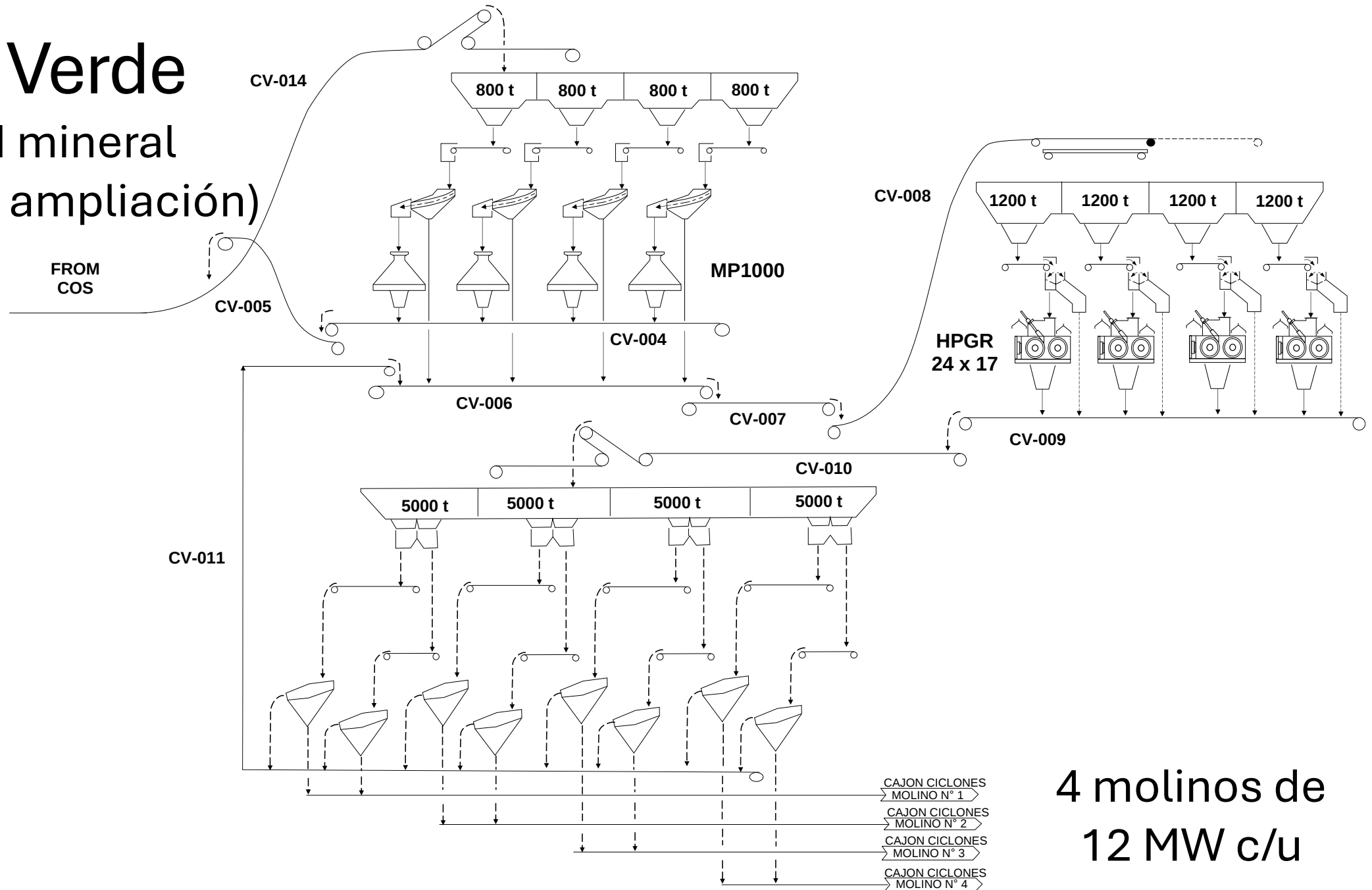
VISTA B

CAJÓN ALIM.
ROUGHER



Cerro Verde

108.000 tpd mineral
(antes de la ampliación)



4 molinos de
12 MW c/u

CONCENTRADORA Cu-Mo CERRO VERDE: 108 ktpd

Concentrado Colectivo		Cerro Verde
Nominal, Solids	t/h	127,0
	t/d	2.826
Design, Solids	t/h	187
Percent Solids, Thickener U/F	%	40,0%
Solids SG		4,02
Slurry Flow, Nominal	m3/h	222
Slurry Flow, Design	m3/h	327
% Cu	%	25,46%
% Mo	%	0,773%
Mo in Feed	t/h	0,98
Moly Rougher Concentrate		
Nominal, Solids	t/h	25
Design, Solids	t/h	39
Percent Solids	%	23,8%
Solids SG		4,06
Slurry Flow, Nominal	m3/h	86
Slurry Flow, Design	m3/h	134
% Cu	%	9,84%
% Mo	%	3,6%
Rougher Mass Pull	%	19,7%



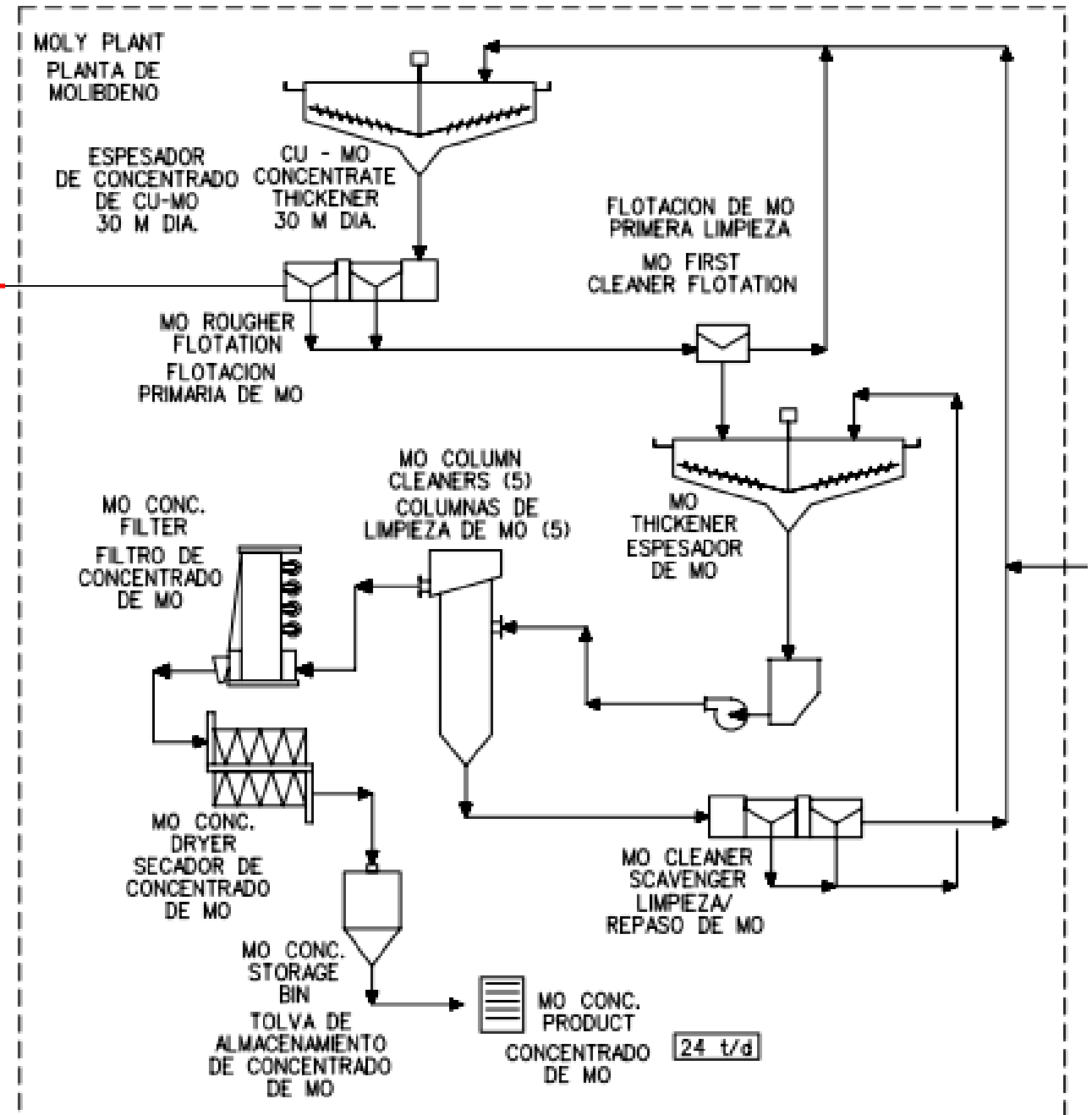
CV Mo PICTORIAL

CONC. Cu ←

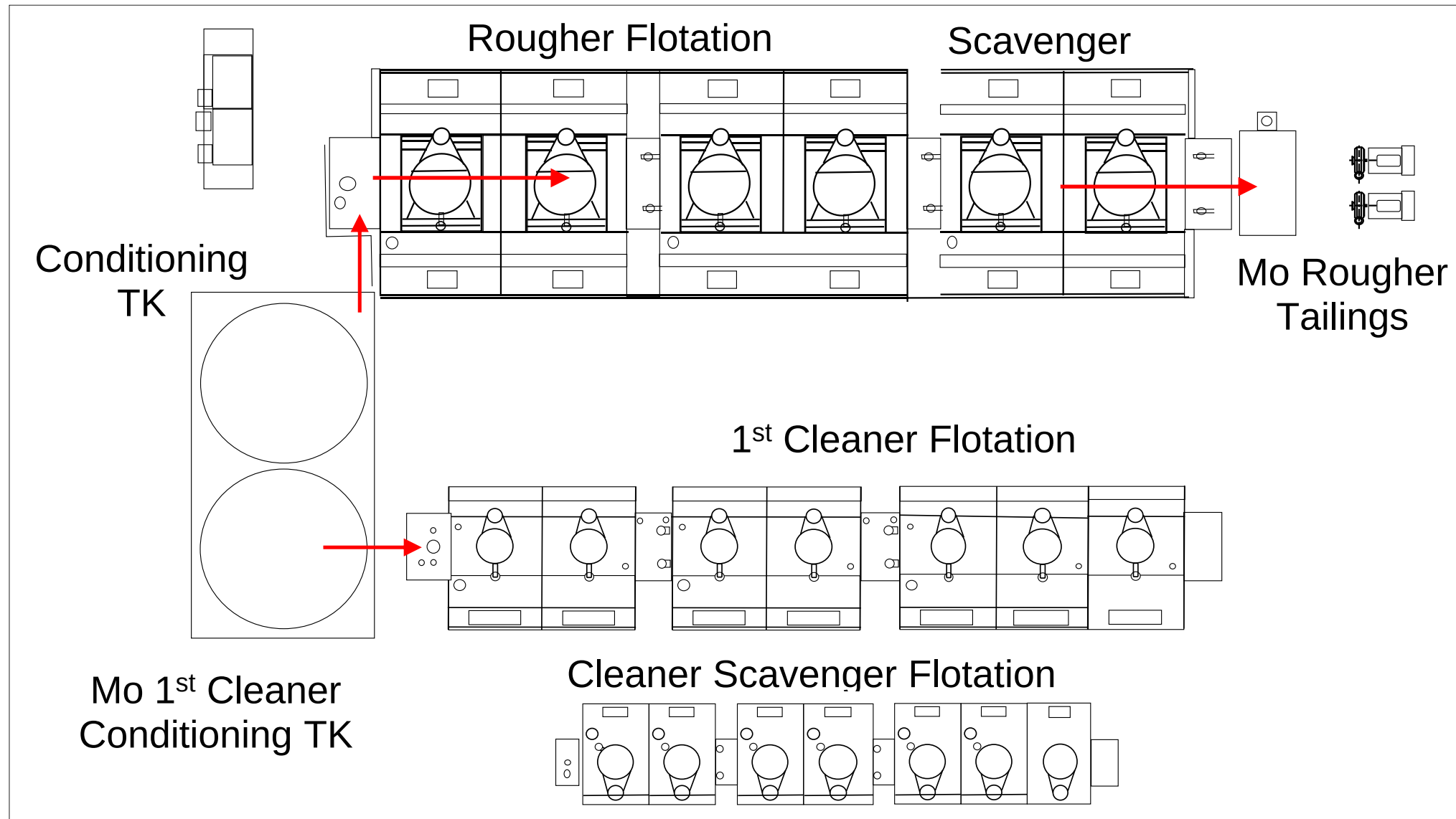
Alim. Mineral: 108 ktpd

Conc. Cu-Mo: 127 t/h

Conc. Mo: 24 t/d

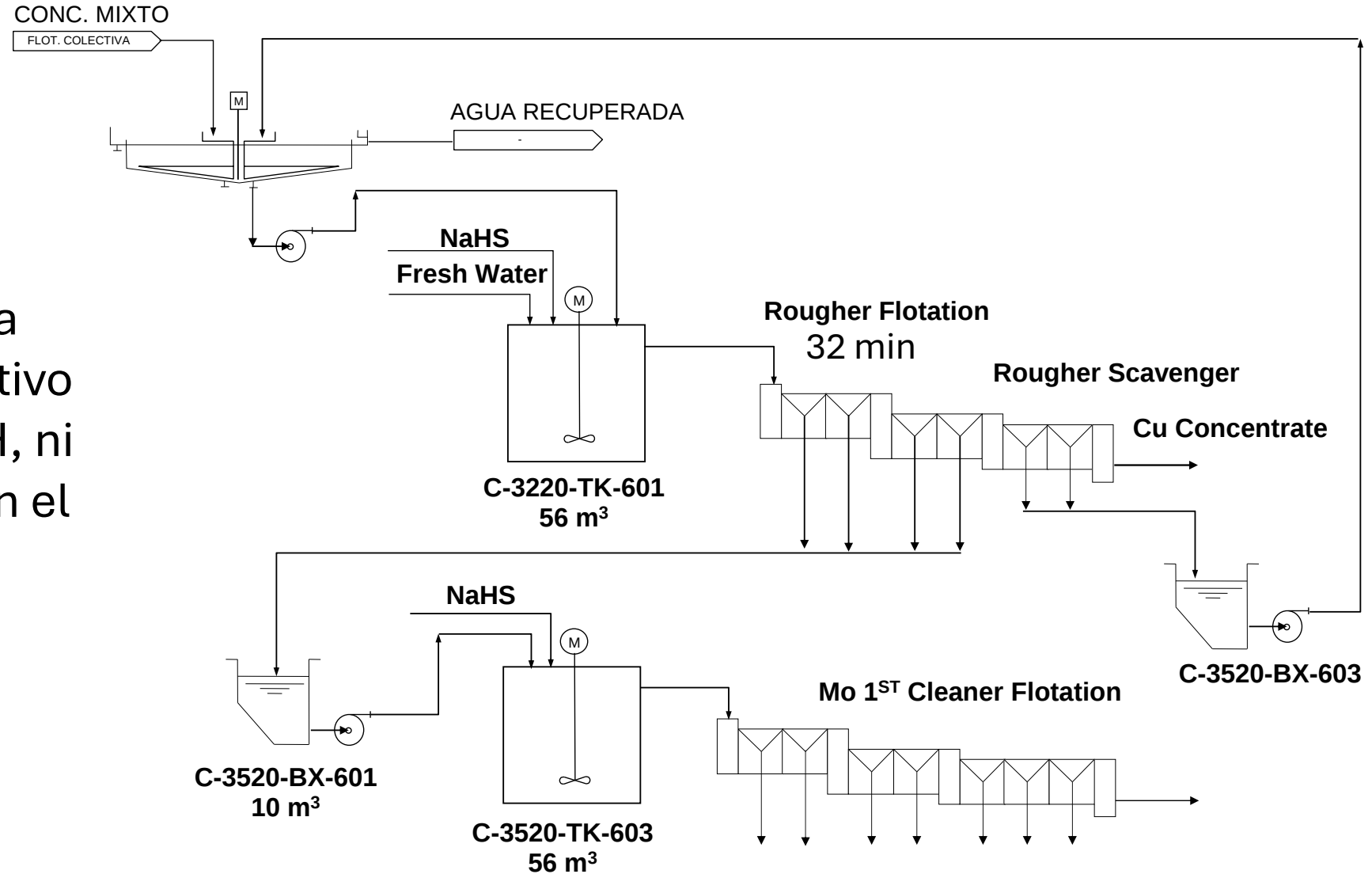


Planta Celdas de Flot. Cerro Verde

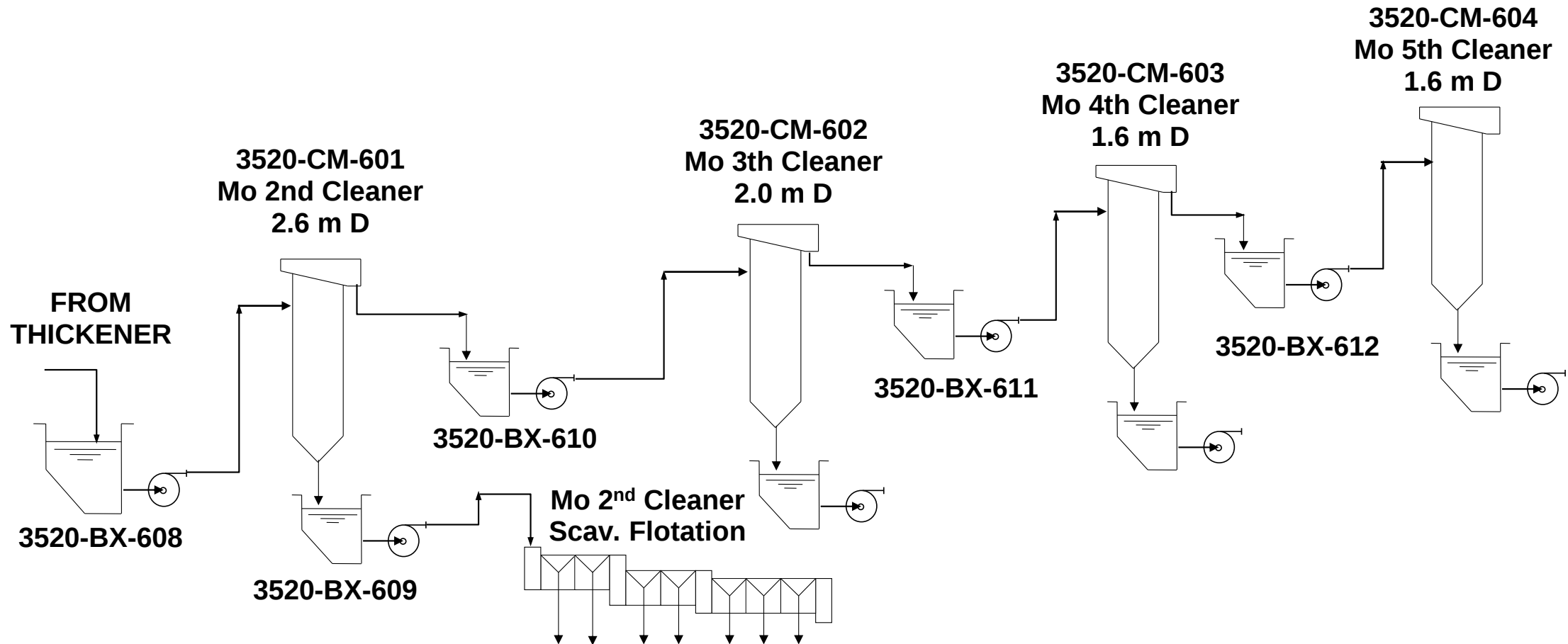


Cerro Verde Selective Rougher Flotation

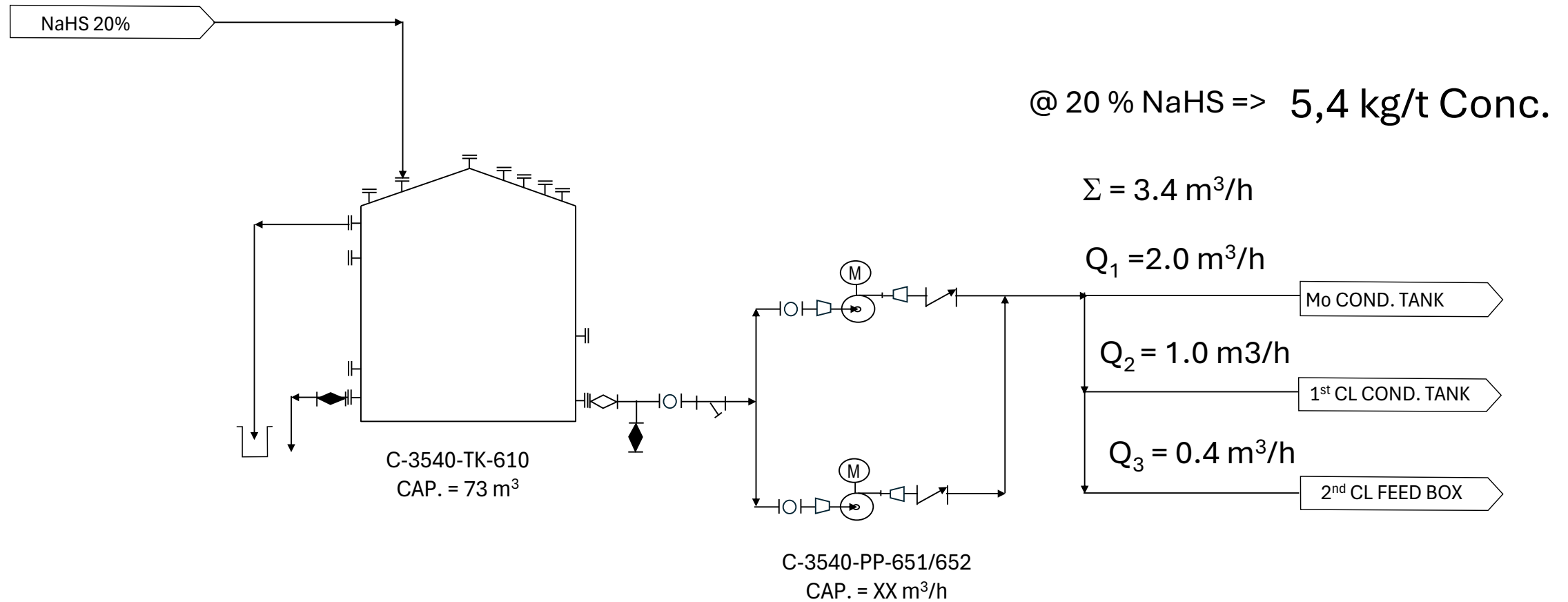
No se encuentra
adición de reactivo
regulador de pH, ni
en los PFD, ni en el
PDC.



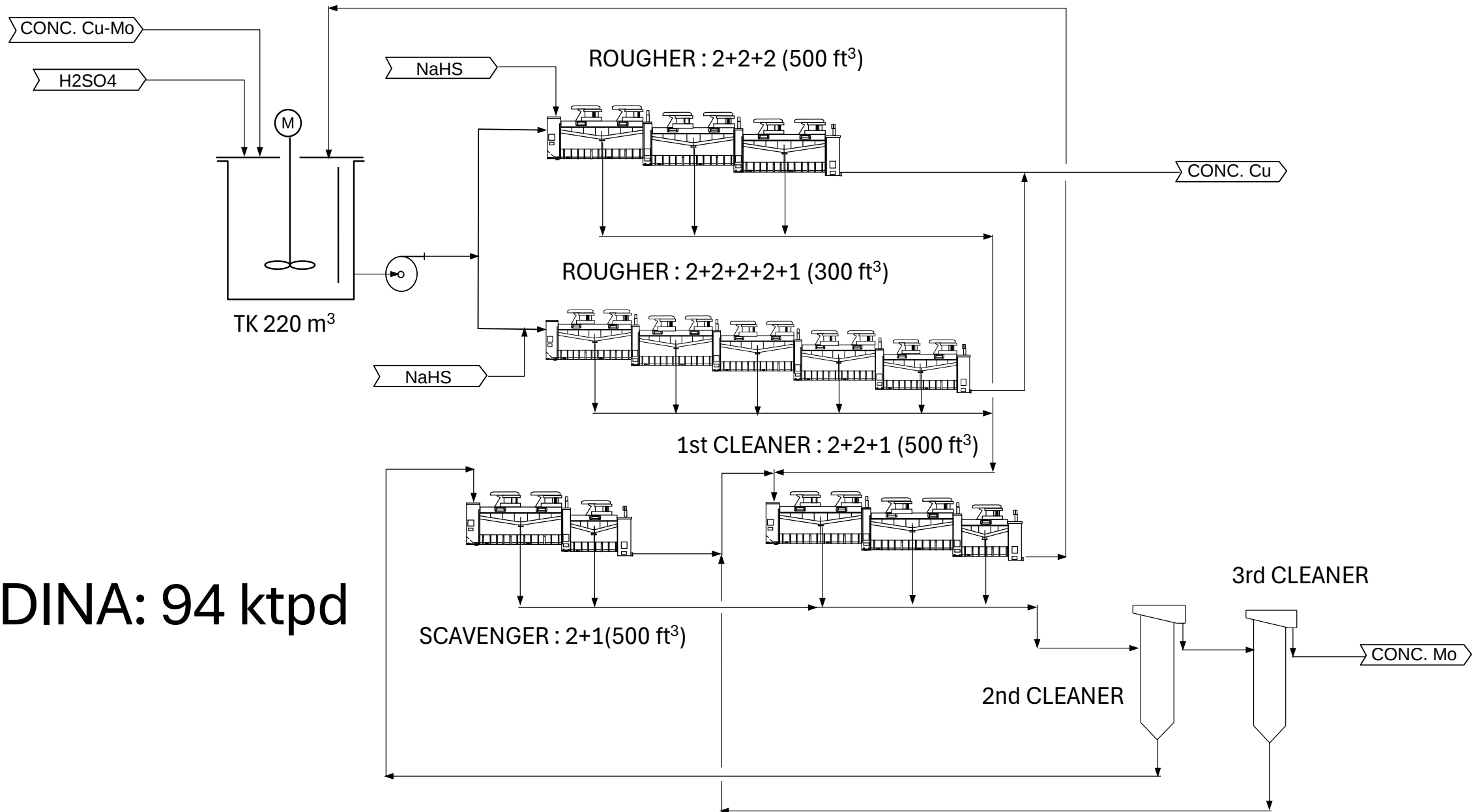
Flotaciones Limpieza en Columnas C. Verde



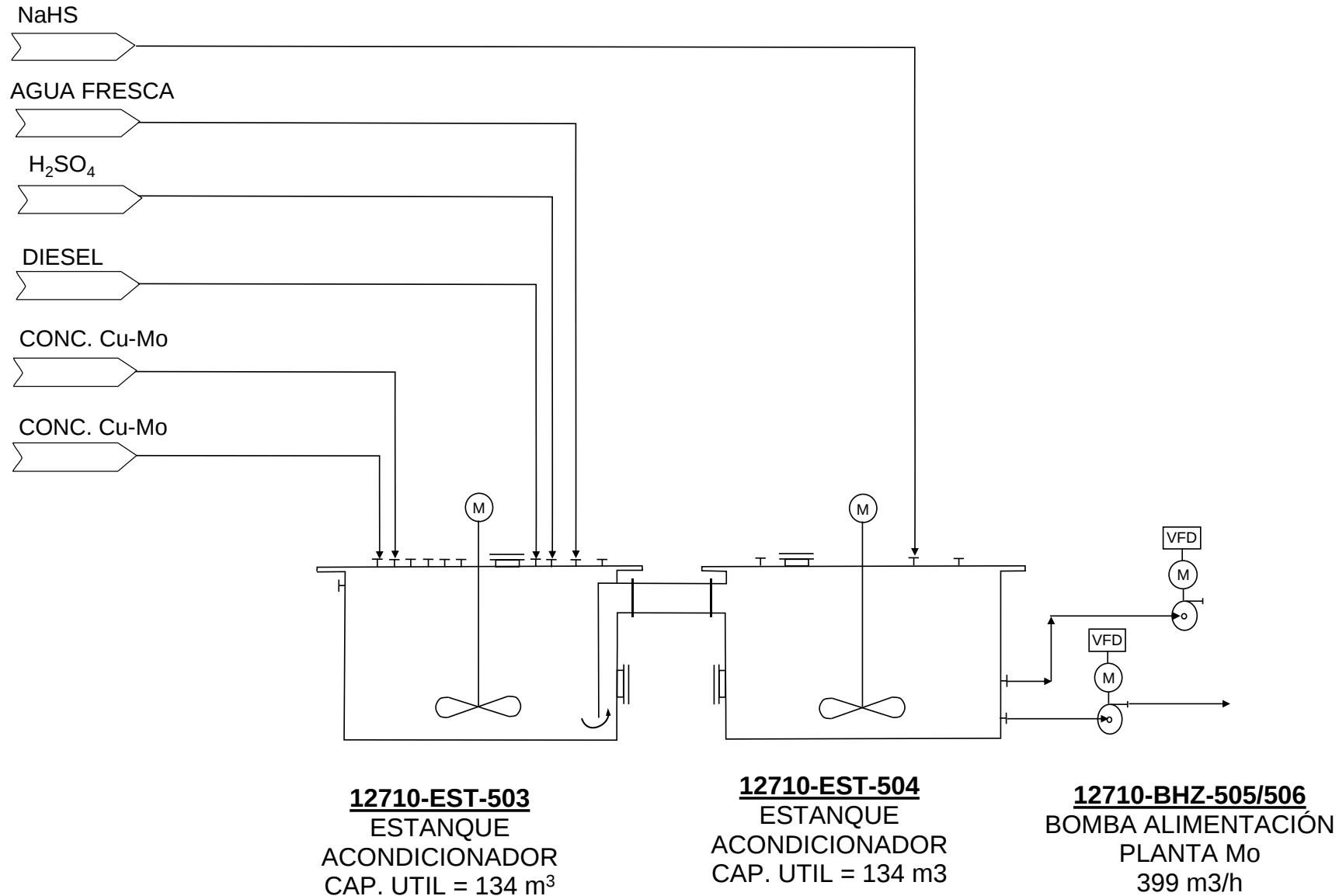
NaHS Cerro Verde Moly



ANDINA: 94 ktpd



ANDINA Fact. Fase II -2011



PUERTO PATAACHE

Collahuasi puso en operación una planta de Mo a fines del 2005.

Cap. de diseño: 3.996 t/d
166,5 t/h



AGUA FRESCA

CONCENTRADO
COLECTIVO

DIESEL

NaHS

M

7102-FT-1511@1514
FLOT. 1A LIMP.
Arreglo: 1 banco x4

710-TK-1512
ESTANQUE
ACONDICIONADOR

710-FT-1501 @1509
FLOT. PRIMARIA
Arreglo: 3-3-3

AGUA FRESCA

COLA 3a LIMP.

CONC. ROUGHER.

NaHS

NaHS

CONC. 1a LIMP.

710-FT-1515/1516
FLOT. 2A LIMP.
Arreglo: 1banco x2

CONC. Cu

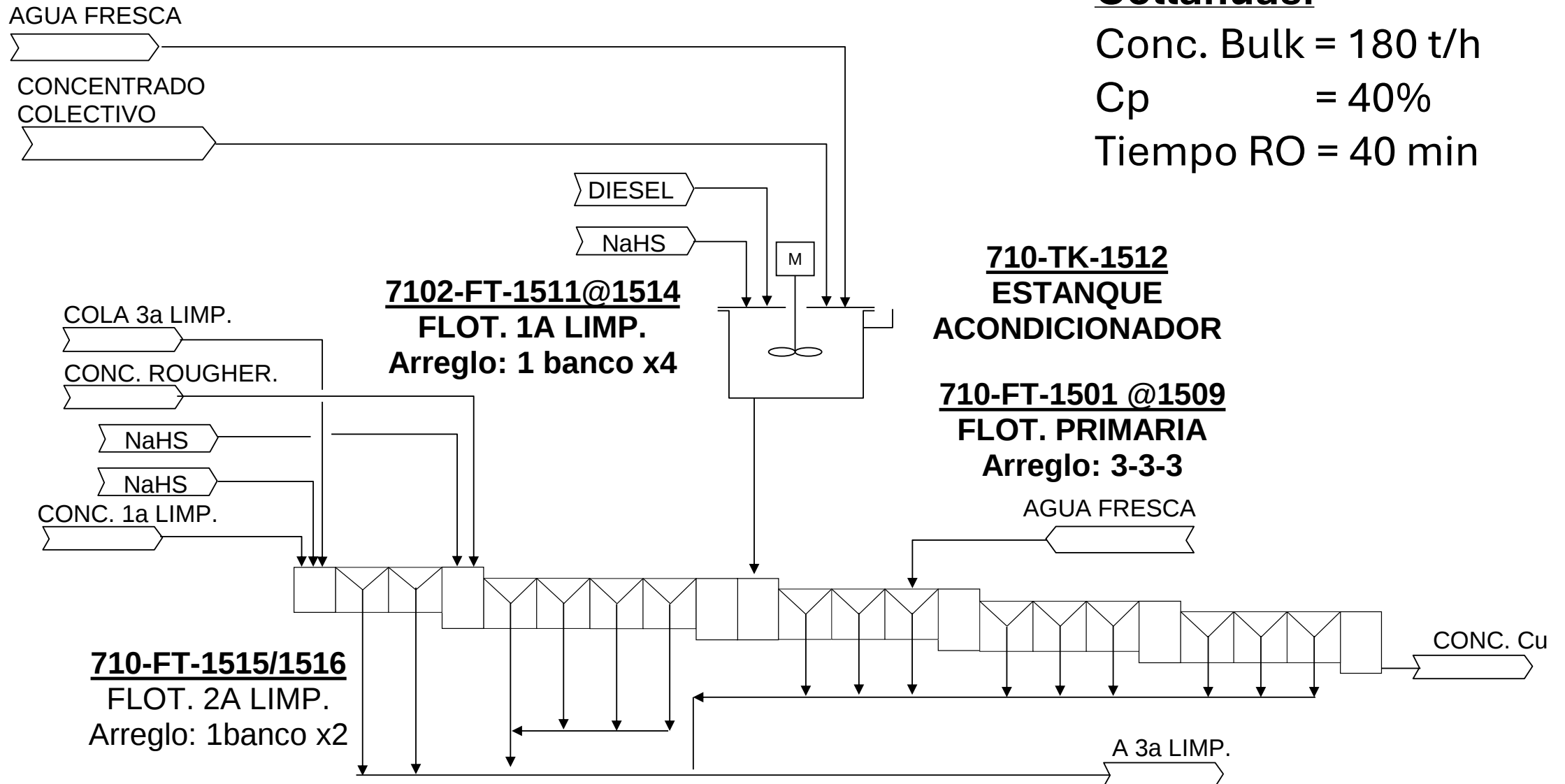
A 3a LIMP.

Collahuasi

Conc. Bulk = 180 t/h

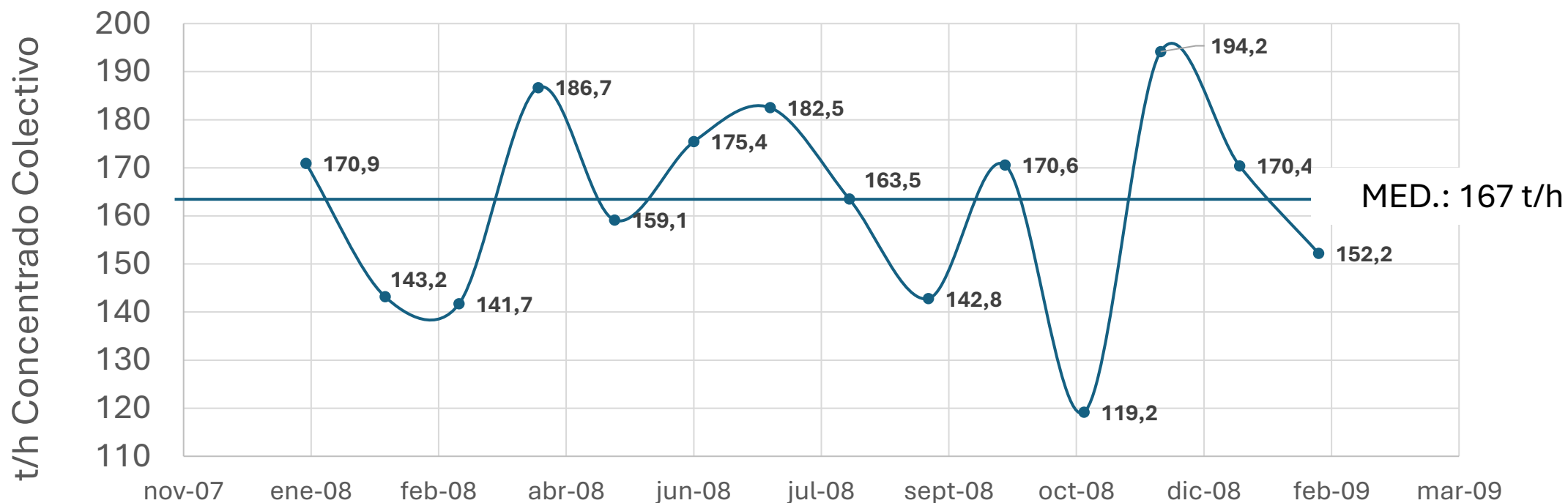
Cp = 40%

Tiempo RO = 40 min



Estadística Planta Moly Collahuasi

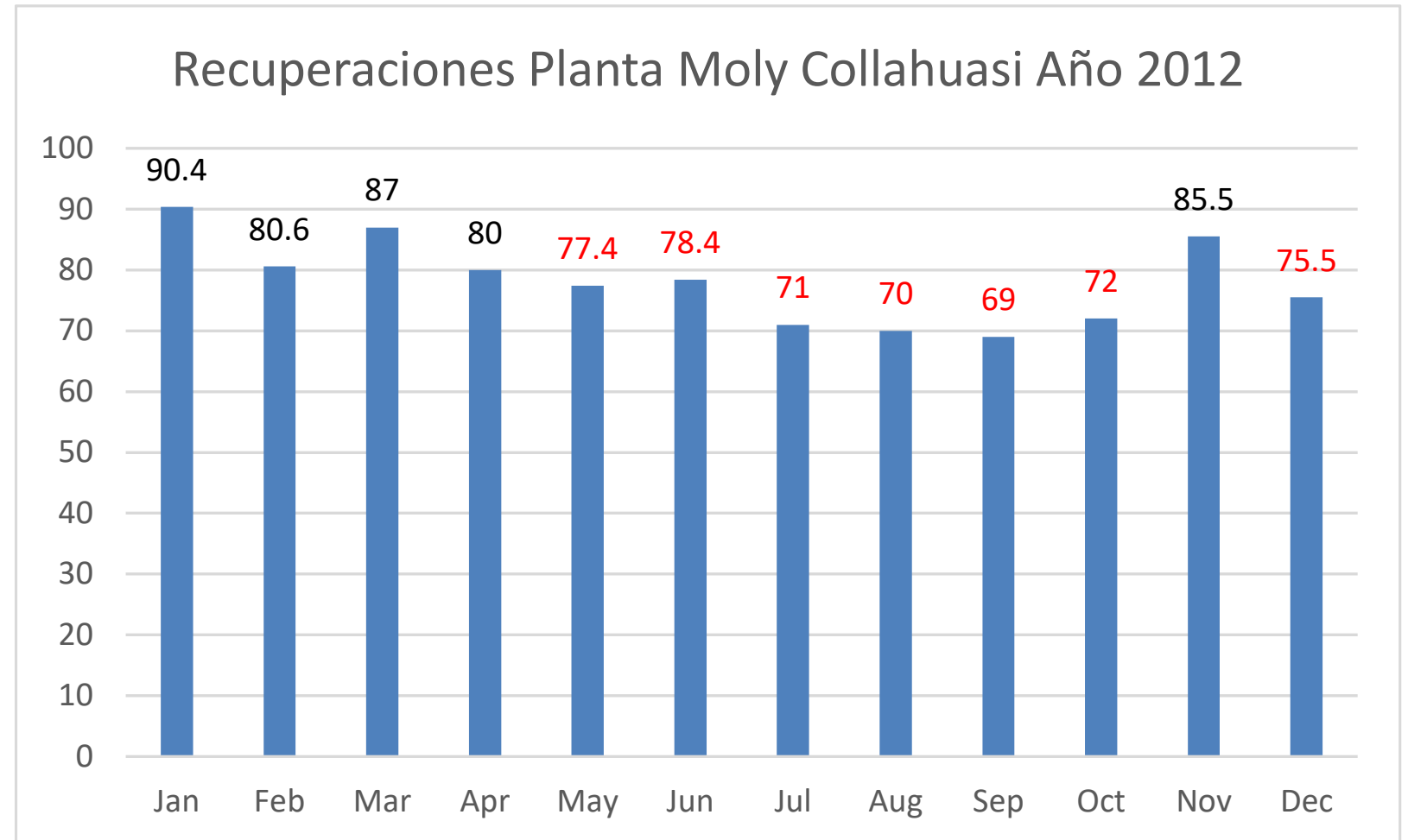
Alimentación Cu-Mo a Flot. Selectiva - Año 2008



PLANTA MOLY COLLAHUASI REC. SELECT.

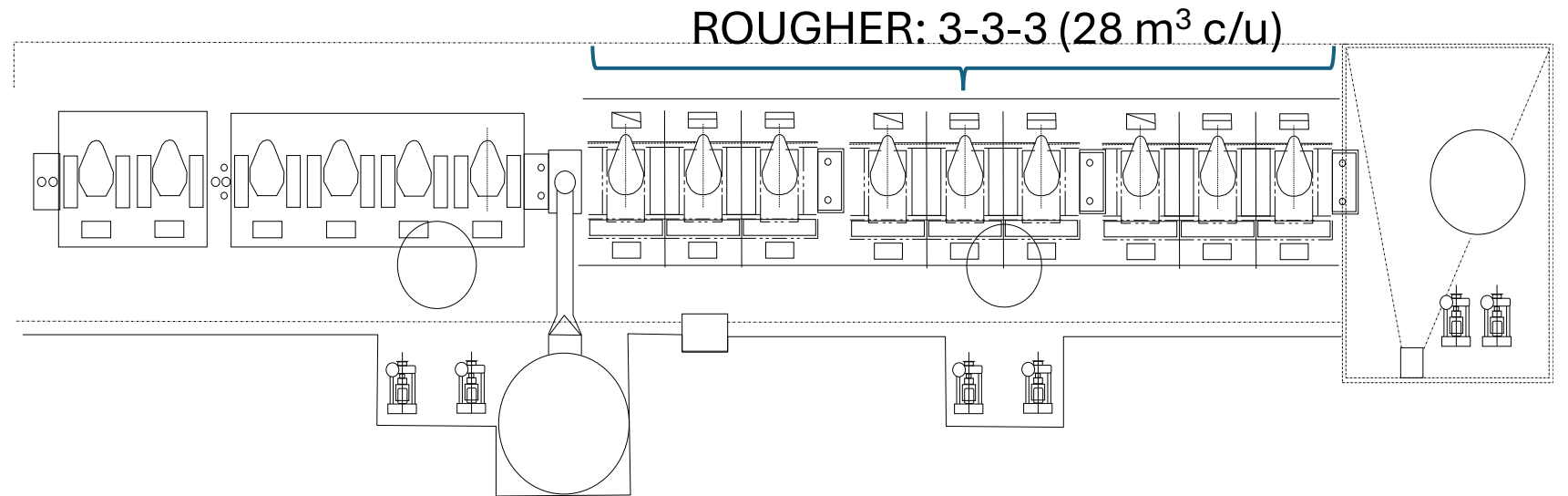
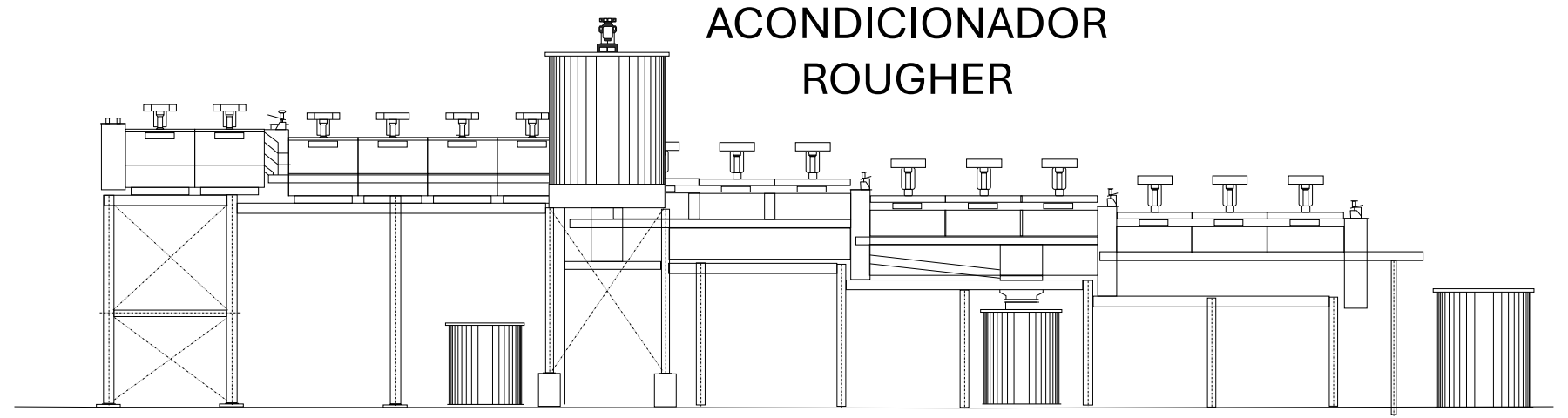
TABLA JUAN ARAVENA:

	Suficiente	Normal	Bueno
Rec. Mo Flot. Colectiva	60.0%	70.0%	80.0%
Rec. Mo Flot. Selectiva	80.0%	88.0%	92.0%
Rec. Mo Flot.Global	48.0%	61.6%	73.6%

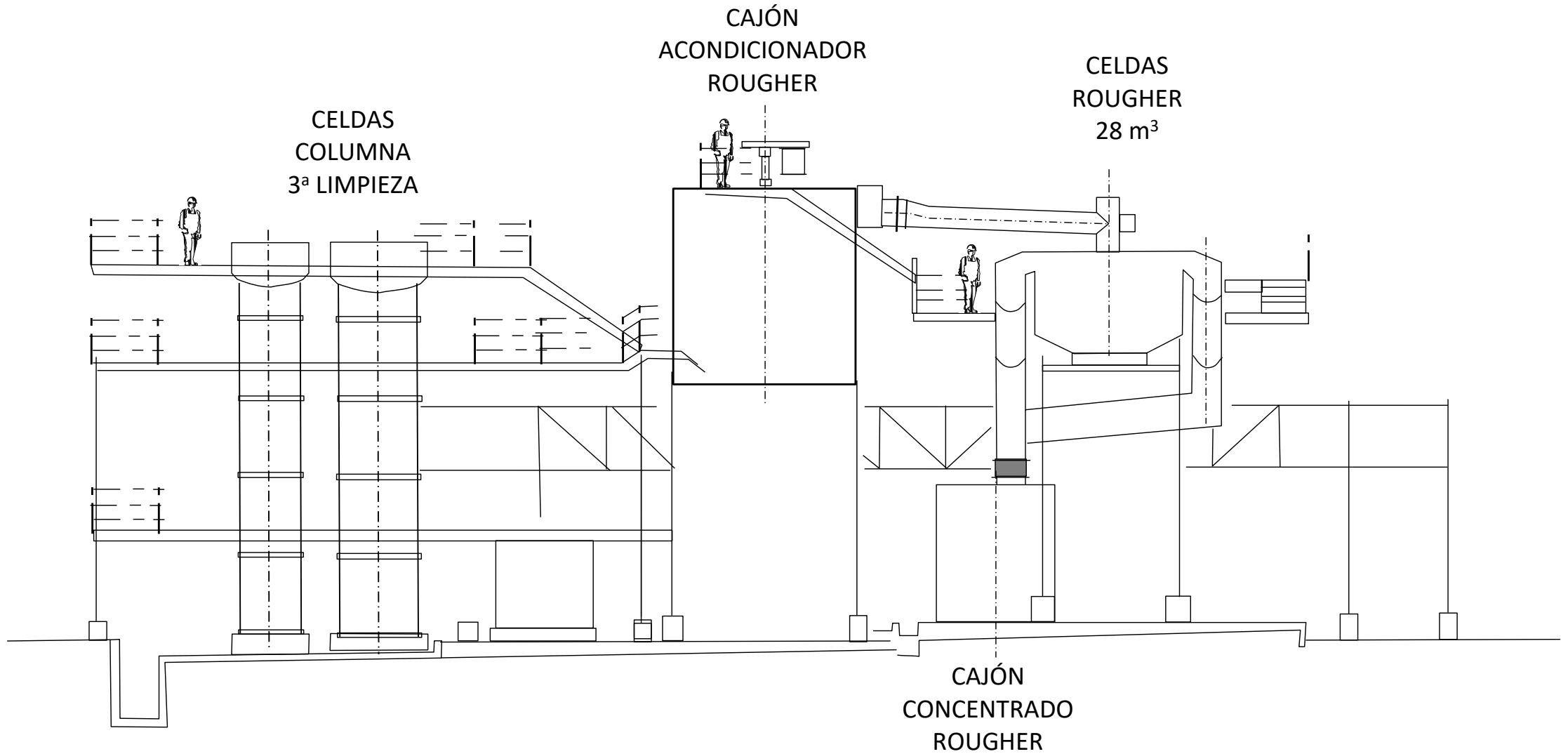




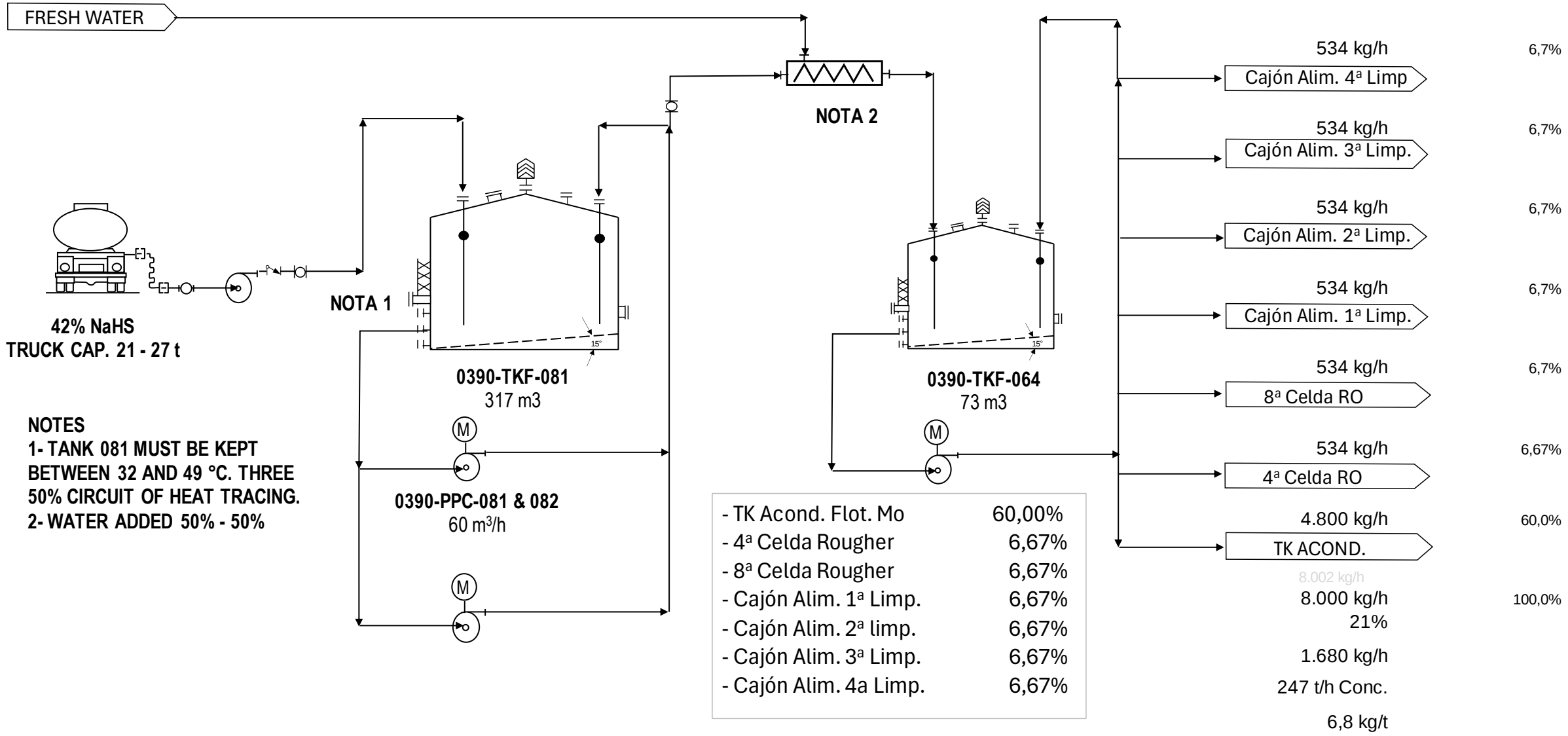
COLLAHUASI



VISTA FLOTACIÓN MOLY COLLAHUASI



ANTAMINA NaHS

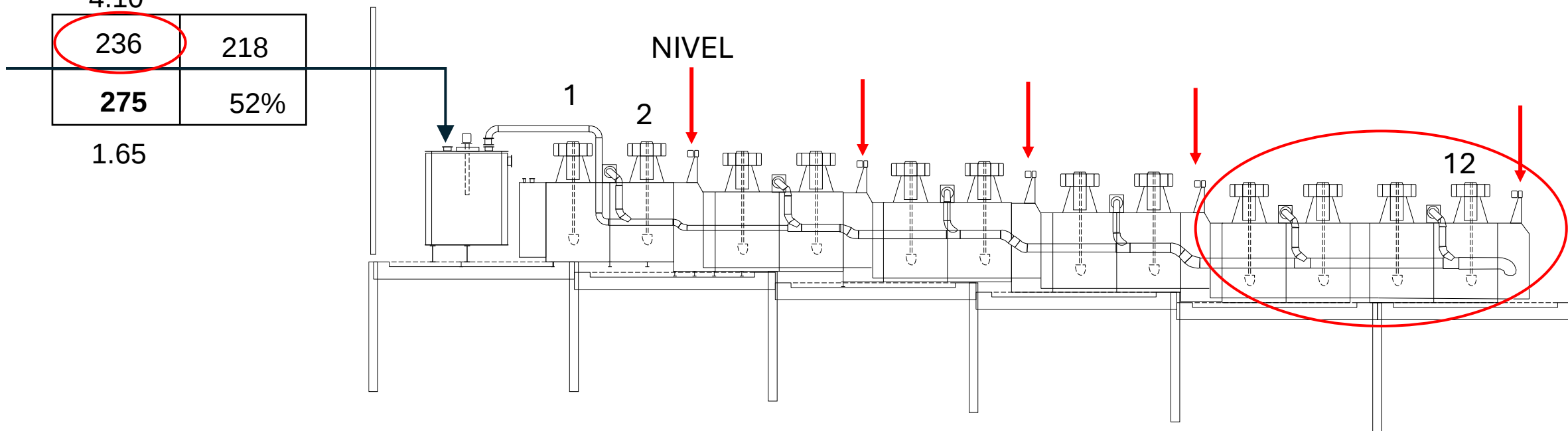
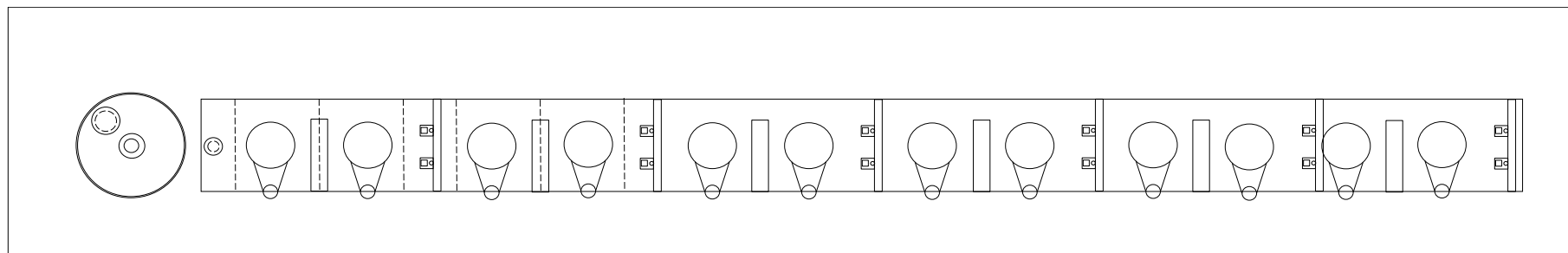


GE Solid

t/h Solids	m ³ /h Water
m ³ /h Slurry	Solids %

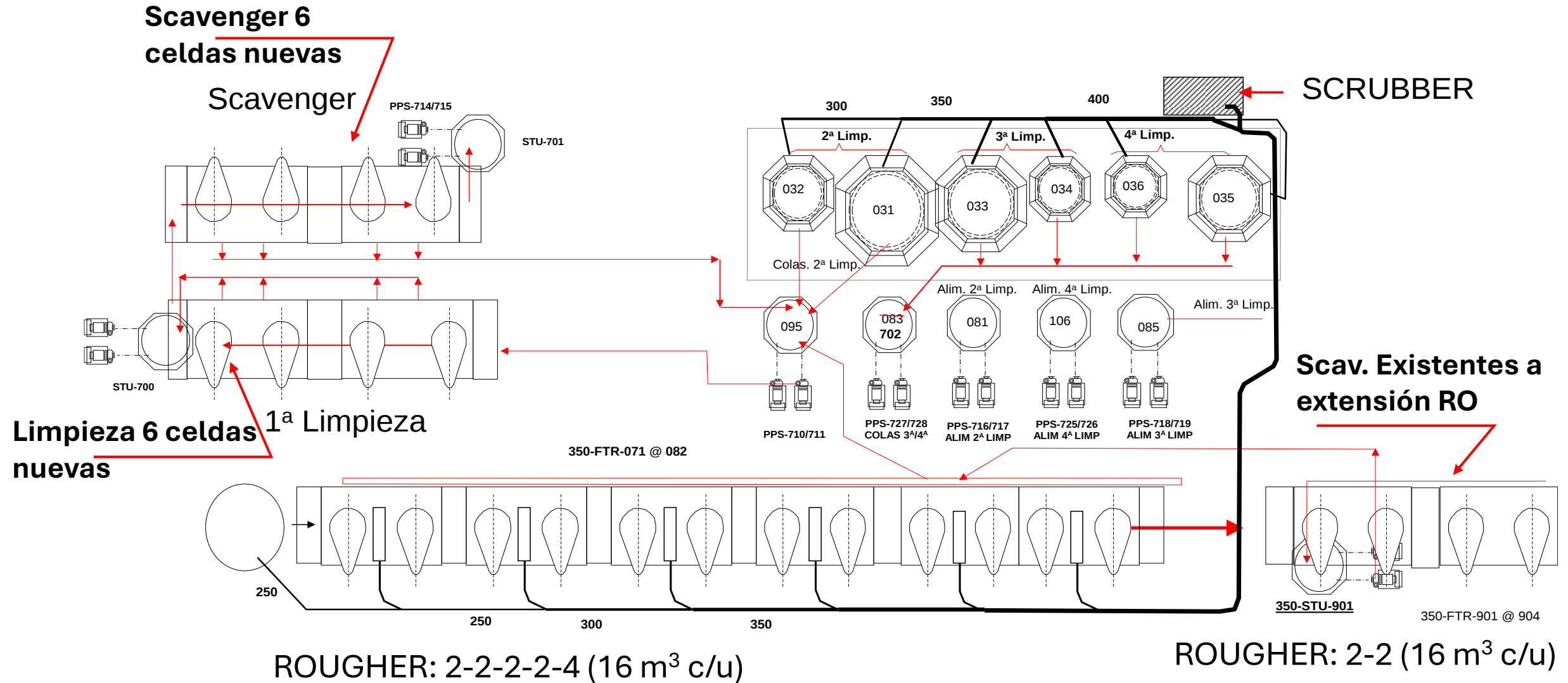
GE Slurry

4.10		
236	218	
275	52%	
1.65		



ROUGHER ANTAMINA (ORIGINAL): 2-2-2-2-4 (16 m³ c/u)

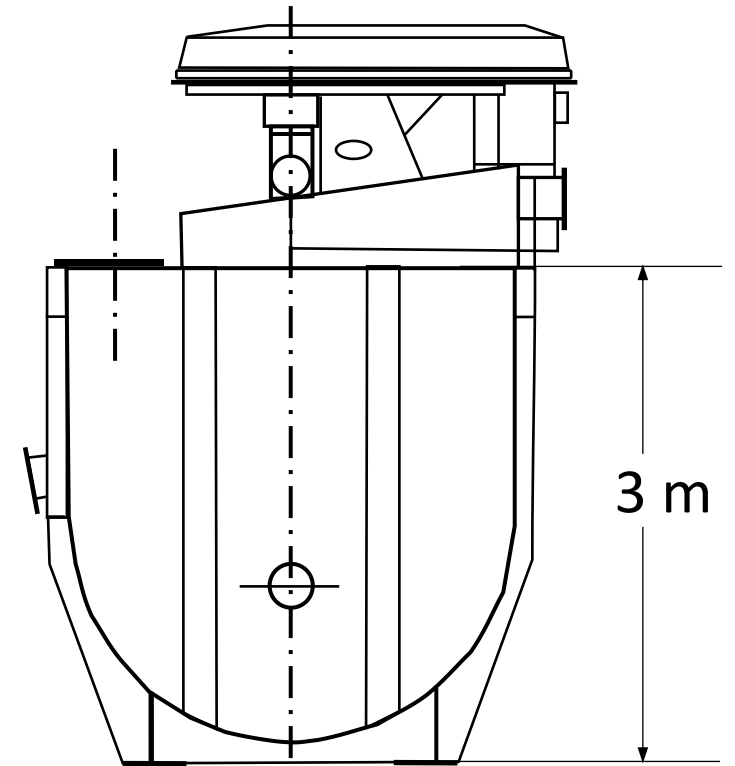
Circuito Ampliado Flotación Molibdeno

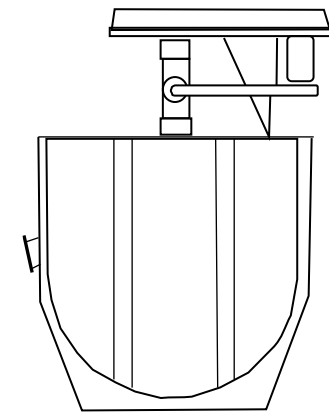
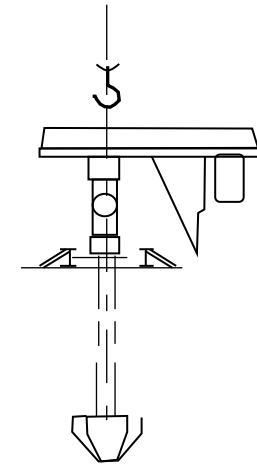
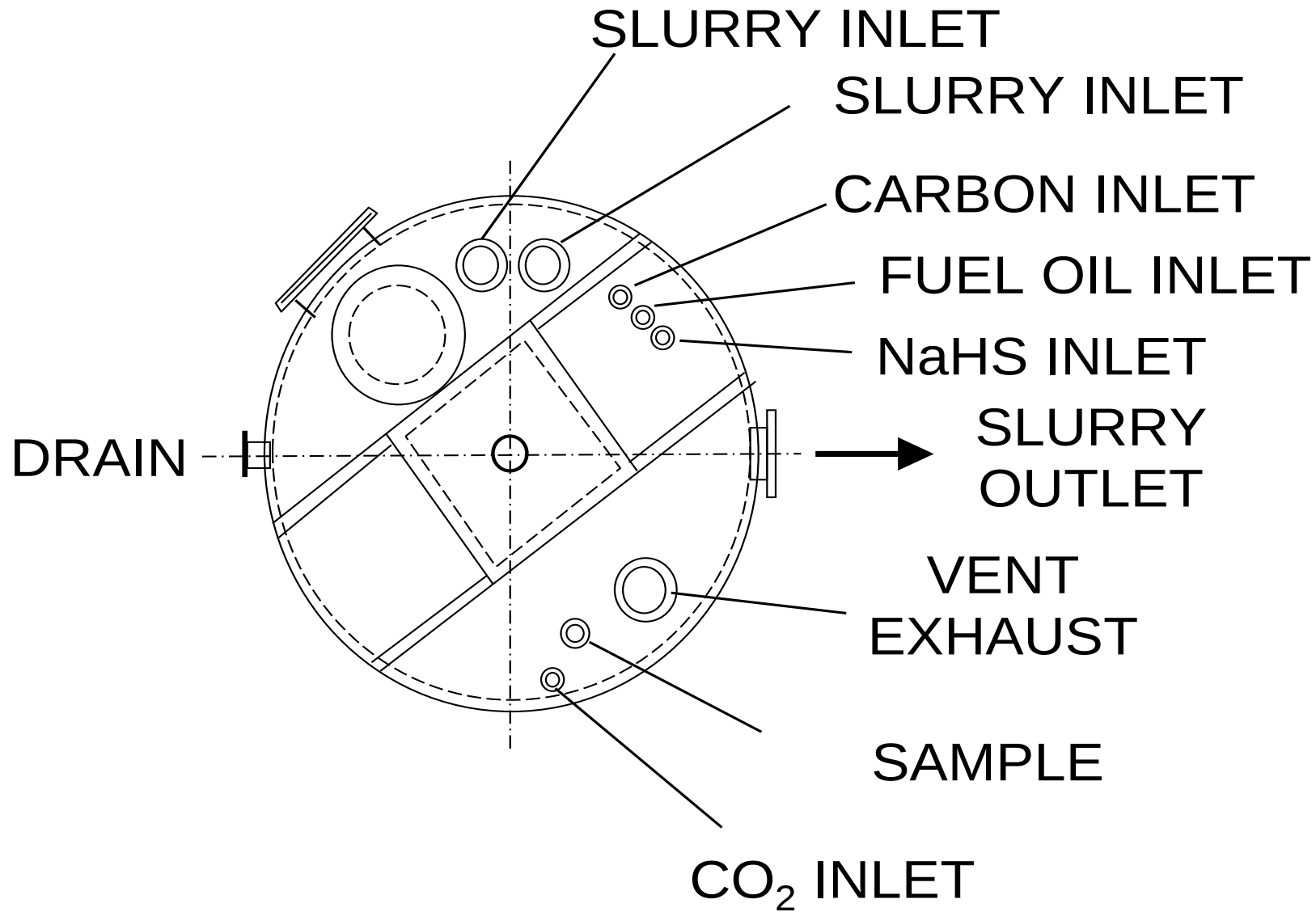


Celda OK 16-U (16 m³)

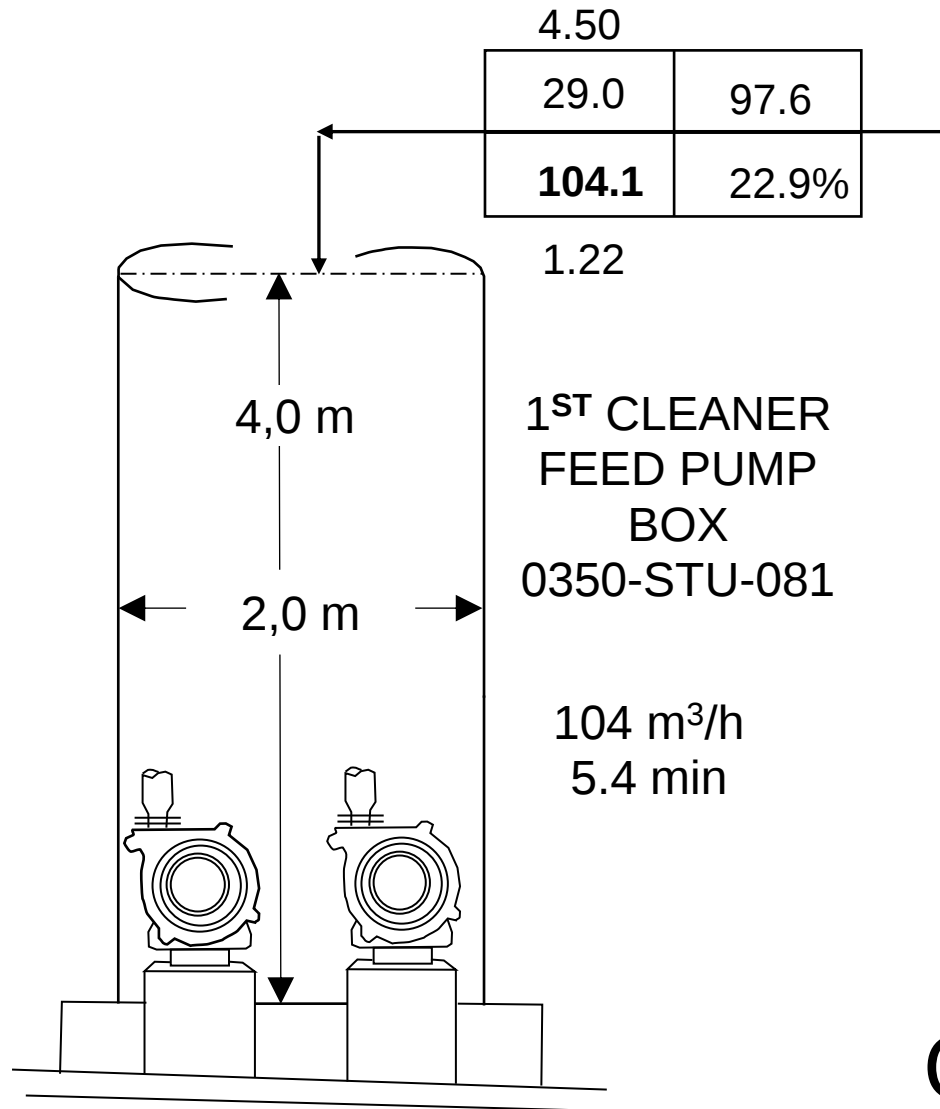


Vista parcial
de una de las
campanas de
extracción de
gases, en la
cubierta de la
celda Outotec





ROUGHER FEED BOX ANTAMINA



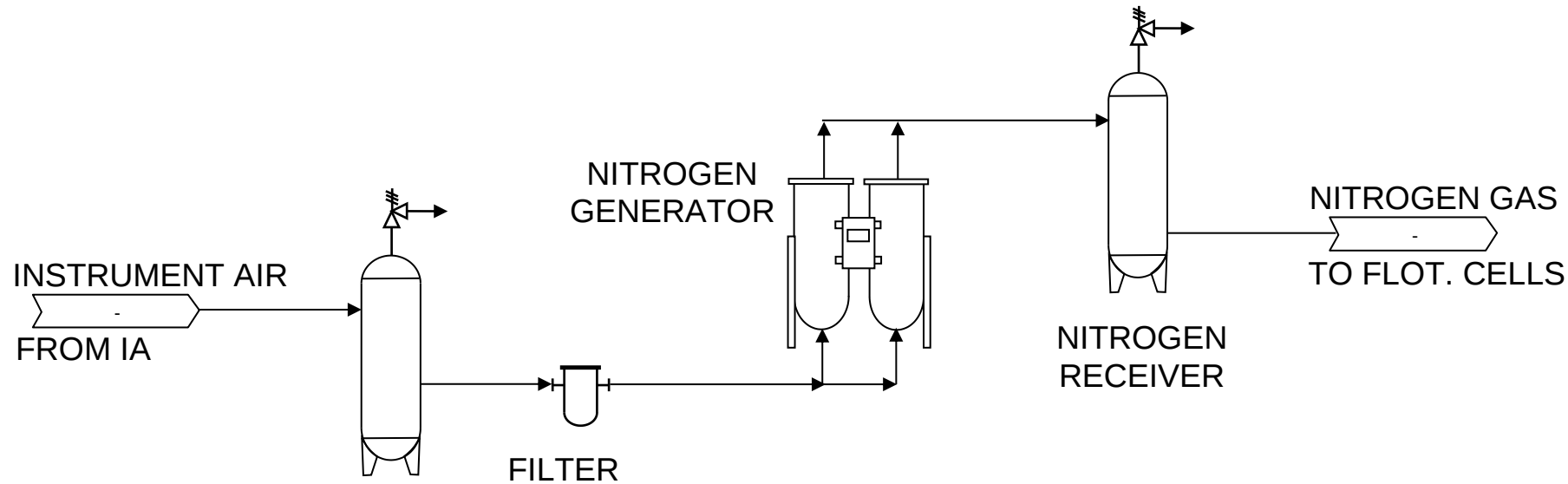
GE Solid

t/h Solids	m ³ /h Water
m ³ /h Slurry	Solids %

GE Slurry

CAJÓN ANTAMINA

Planta de Producción de Nitrógeno

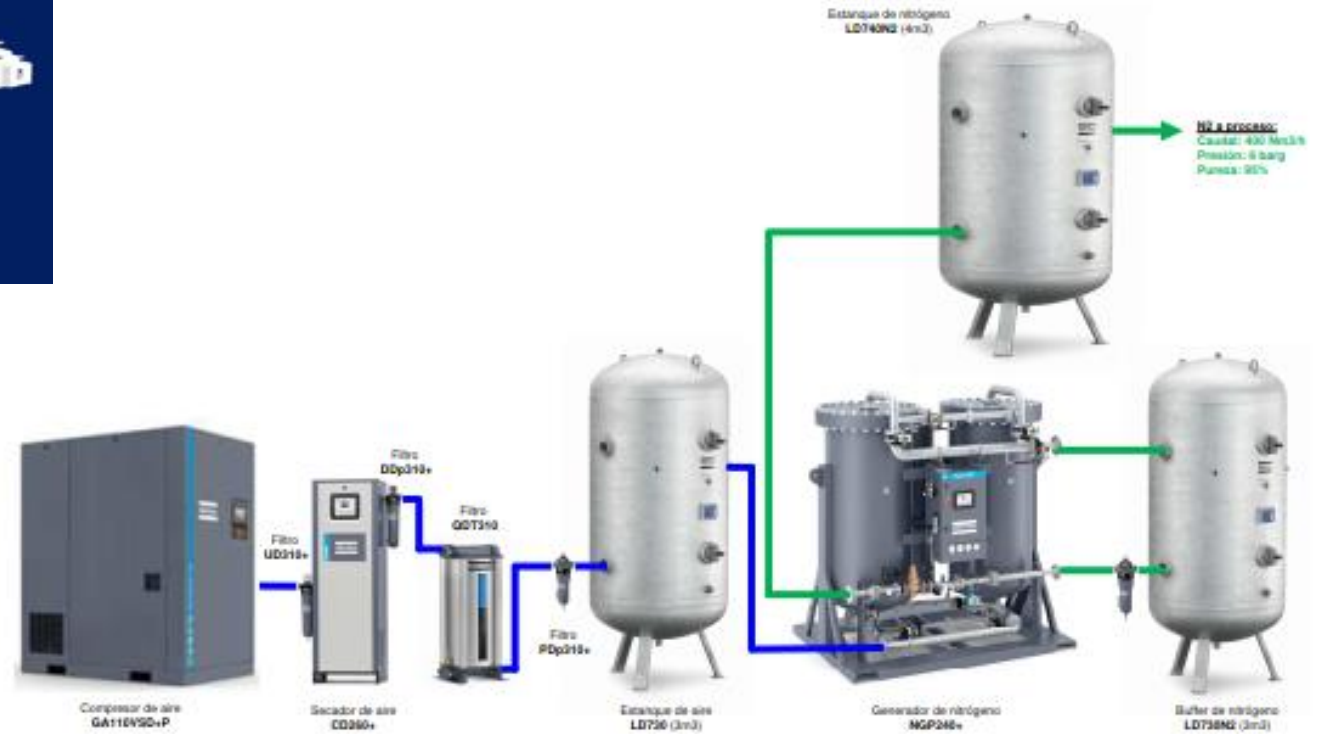


Nitrogen purity	99%:	air factor	2.5
	98%:		2.3
	97%:		2.1
	95%:		1.9

LOS FACTORES DE AIRE DEFINEN LA PUREZA DEL NITRÓGENO A PRODUCIR. DE HASTA 5.5 PARA 99.999% N2 PREMIUM



Generador de adsorción por cambio de presión (PSA). Pasan el aire a través de un tamiz molecular de carbón (Carbon Molecular Sieve) componente con pequeños poros del tamaño de moléculas de oxígeno.

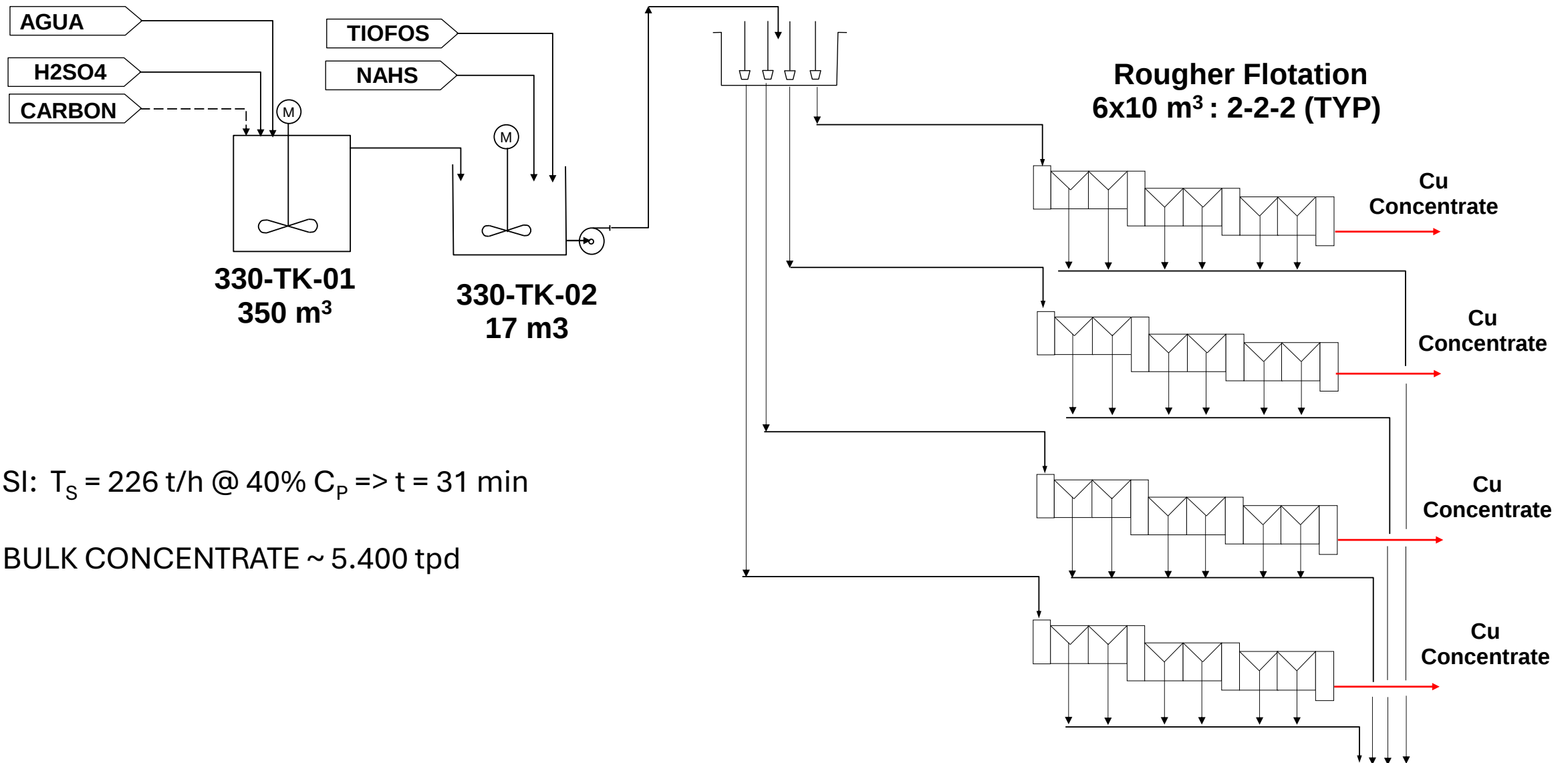


Valle Central

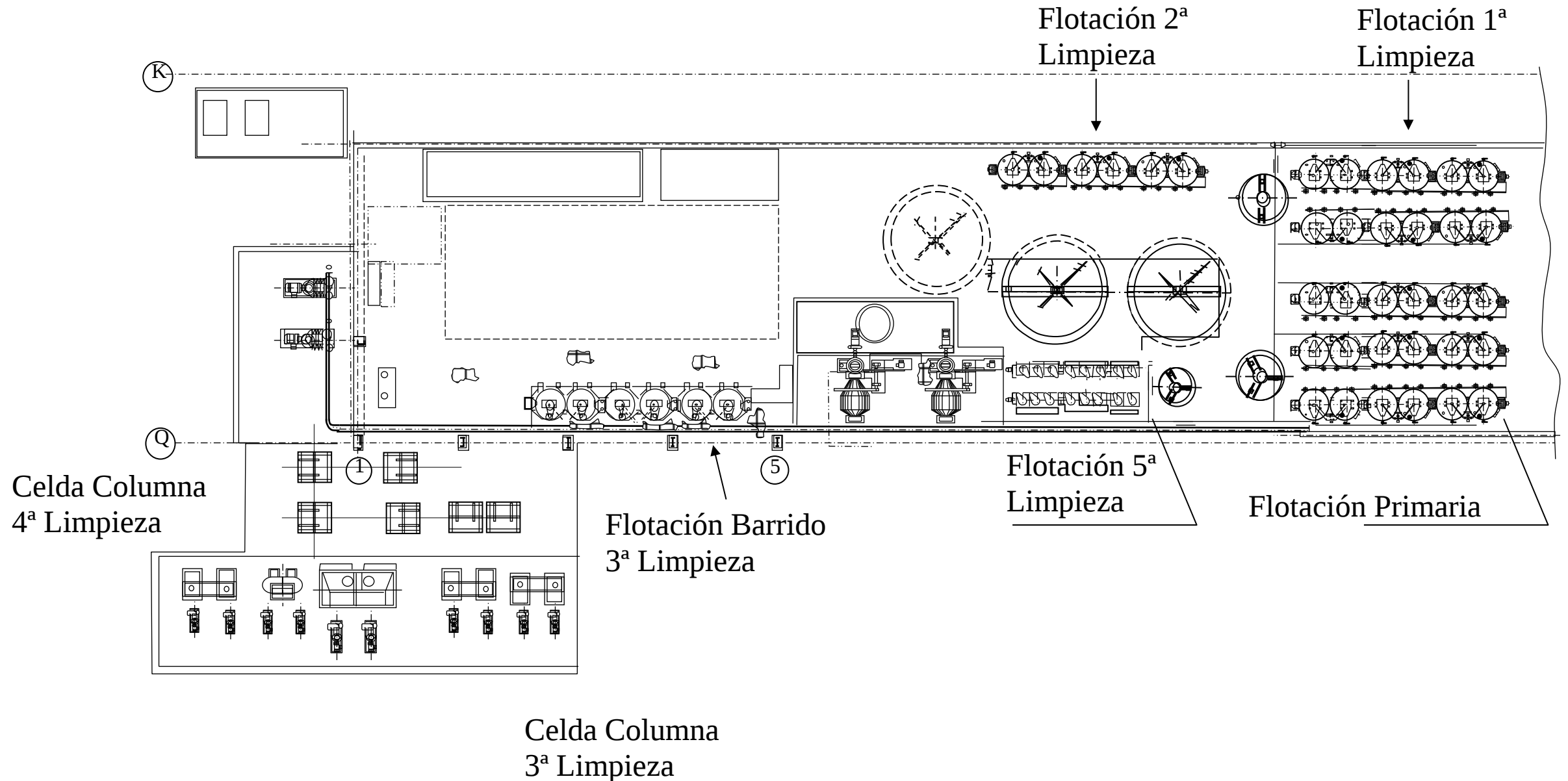




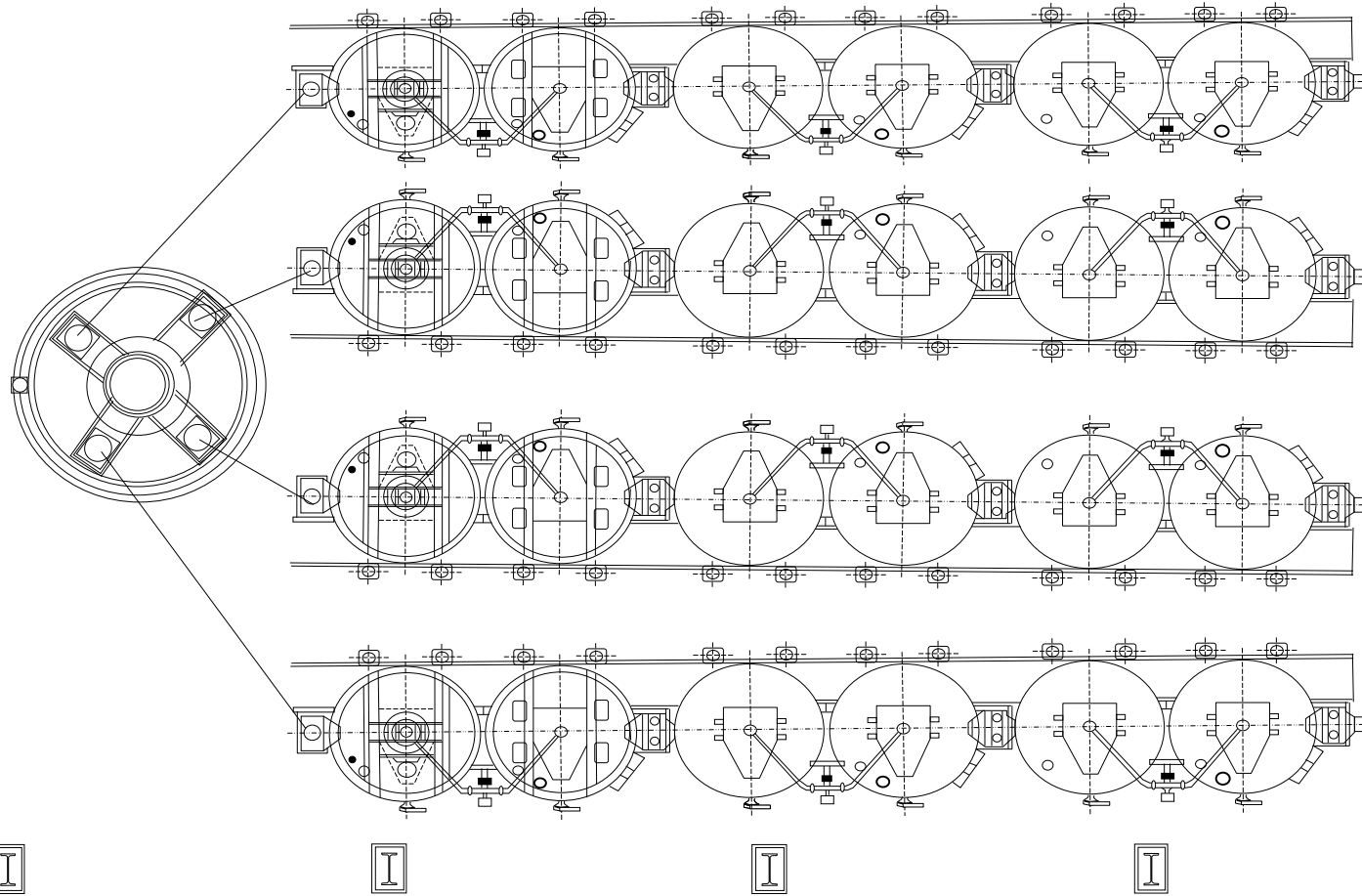
Planta de Moly El Teniente



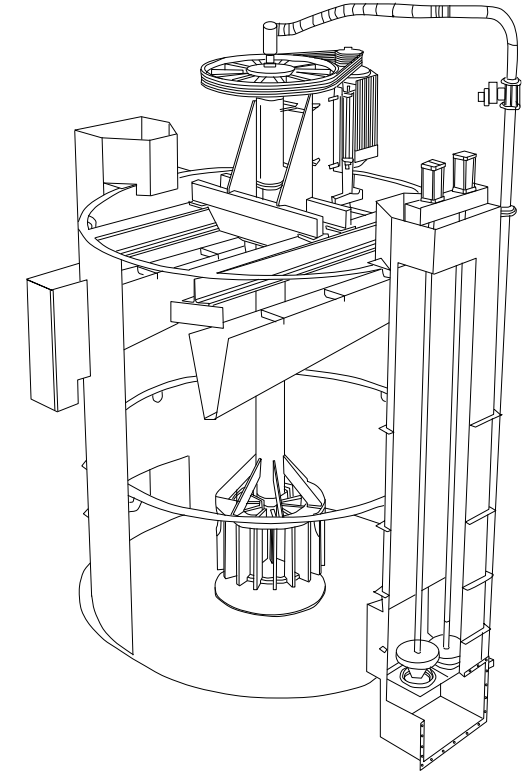
El Teniente Moly (Antes de la expansión)



Flotación RO: 24 Celdas RCS 10 (10 m³)



Ampliación

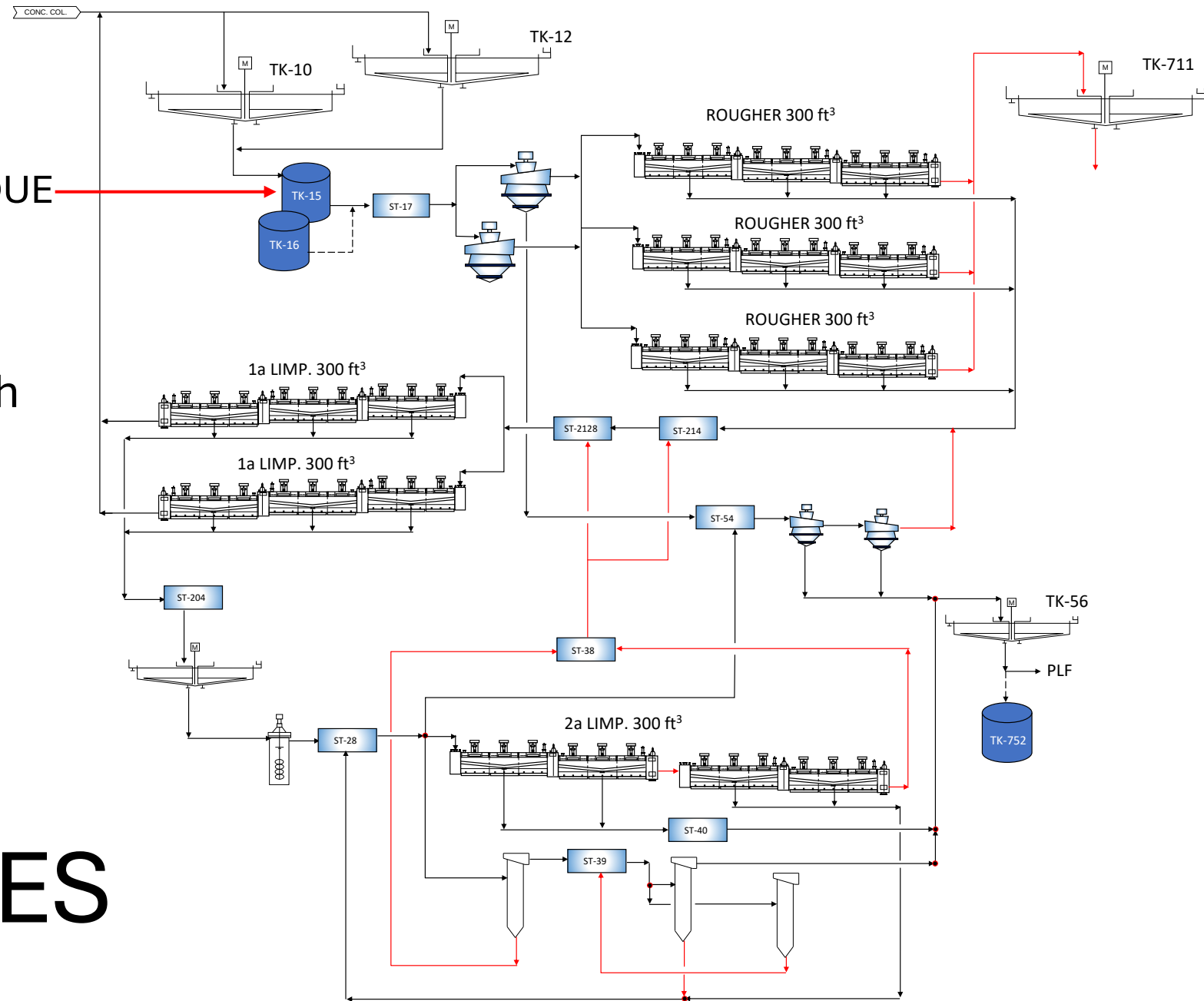


CELDA Metso RCS

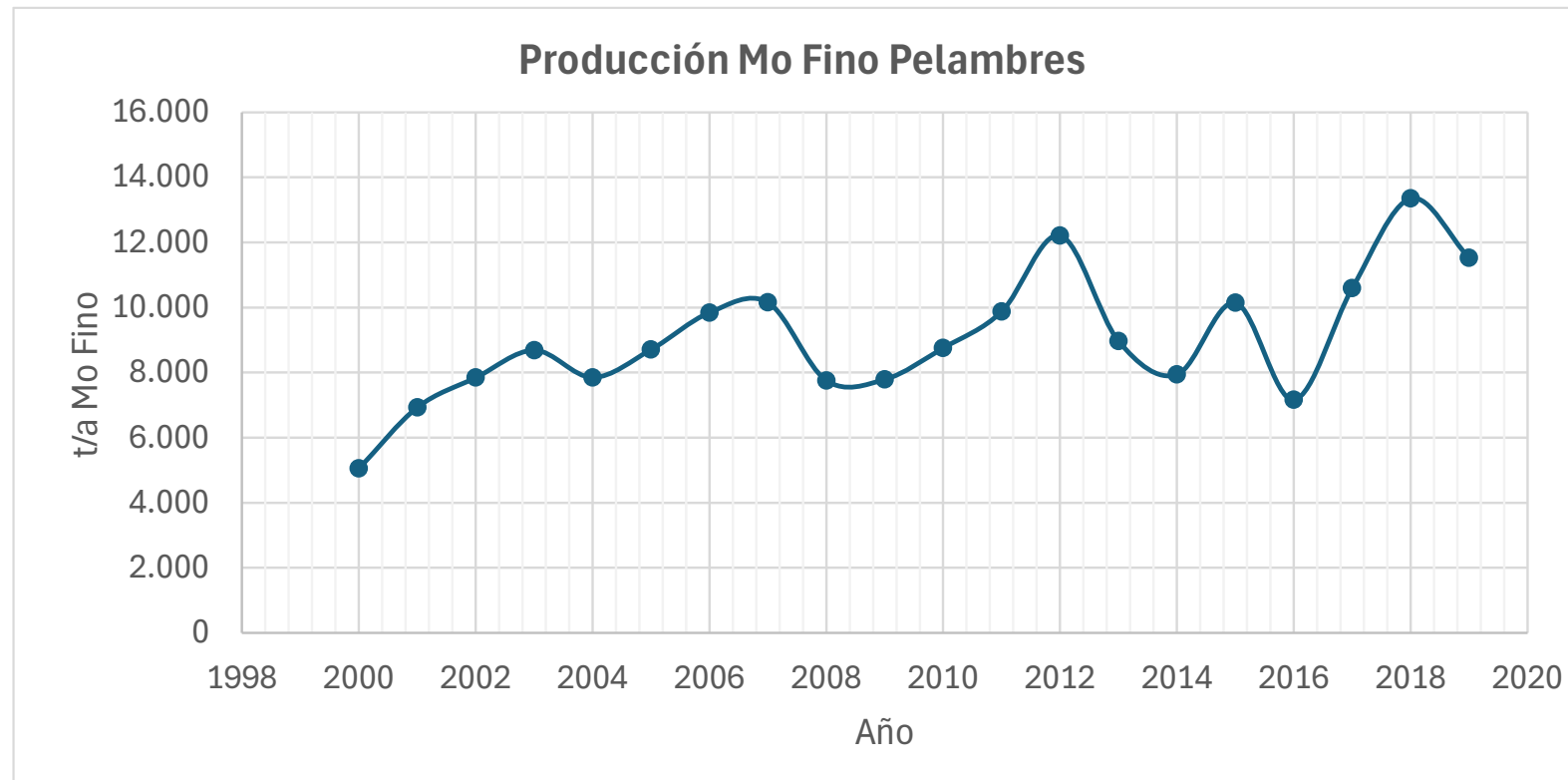
DE PREFERENCIA USAN
SOLAMENTE UN ESTANQUE
(ENVEJECIMIENTO DE LA
PULPA).

Alim. 130 t/h a 180 t/h

PELAMBRES

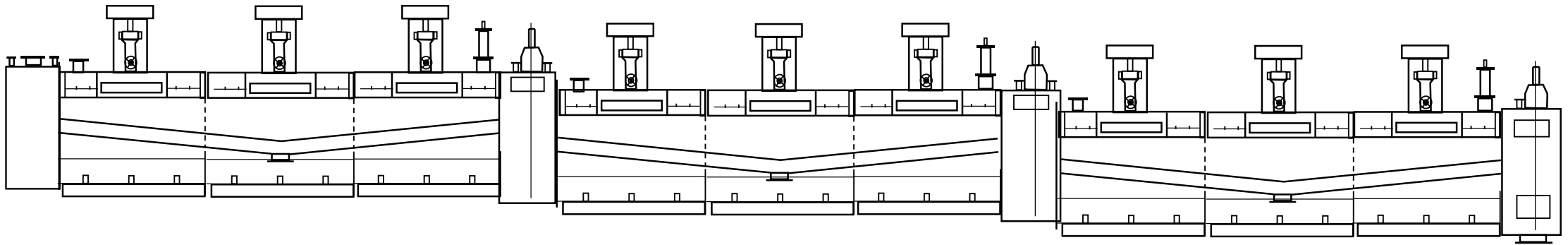


Minera Los Pelambres



Flotación Primaria Moly Pelambres

- 130 t/h concentrado colectivo (3120 t/d)
- 3 Filas de celdas de 300 ft³ (28,5 m³)
- Arreglo: 3-3-3
- Con 130 t/h conc. Colectivo tiempo flotación 1^{ia} ~ 36 min
- Con 180 t/h conc. Colectivo tiempo flotación 1^{ia} ~ 26 min

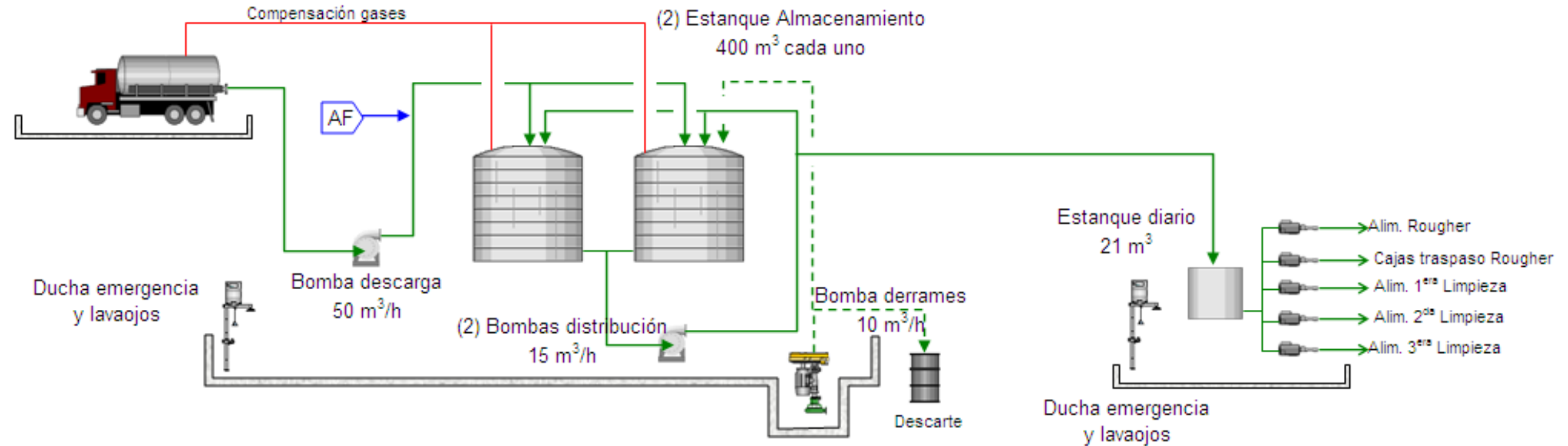


Datos Visita MLP Pta. Moly 2008

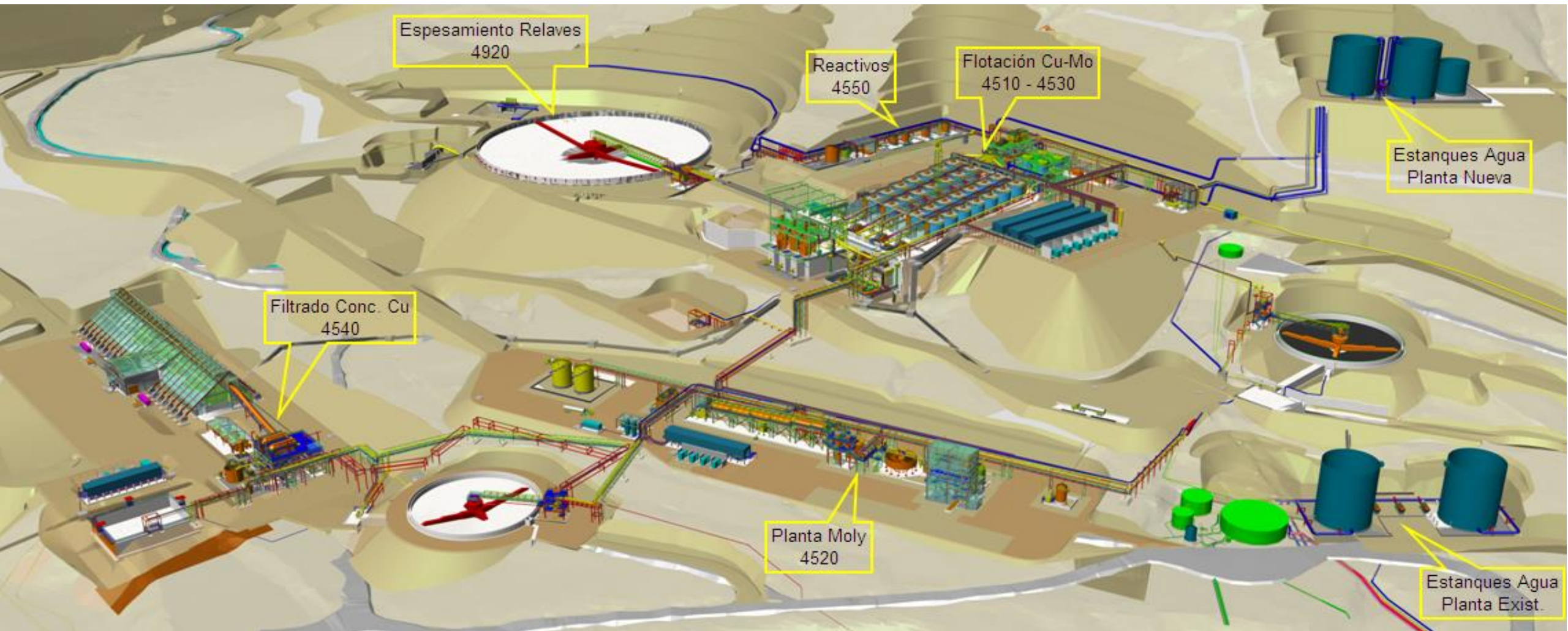
- De los dos TK de acondicionamiento de 1000 m³ c/u sólo usan uno porque si el concentrado colectivo permanece una semana la recuperación de Mo baja desde 94% a 89%.
- Tienen una planta de producción de N₂. Consumo NaHS de 4.2 kg/t con N₂. Sin N₂ se dispara a 12 kg/t.
- A pesar de usar celdas selladas, dicen que se produce poca espuma en las celdas e inyectan N₂ como gas para mejorar la espumación.

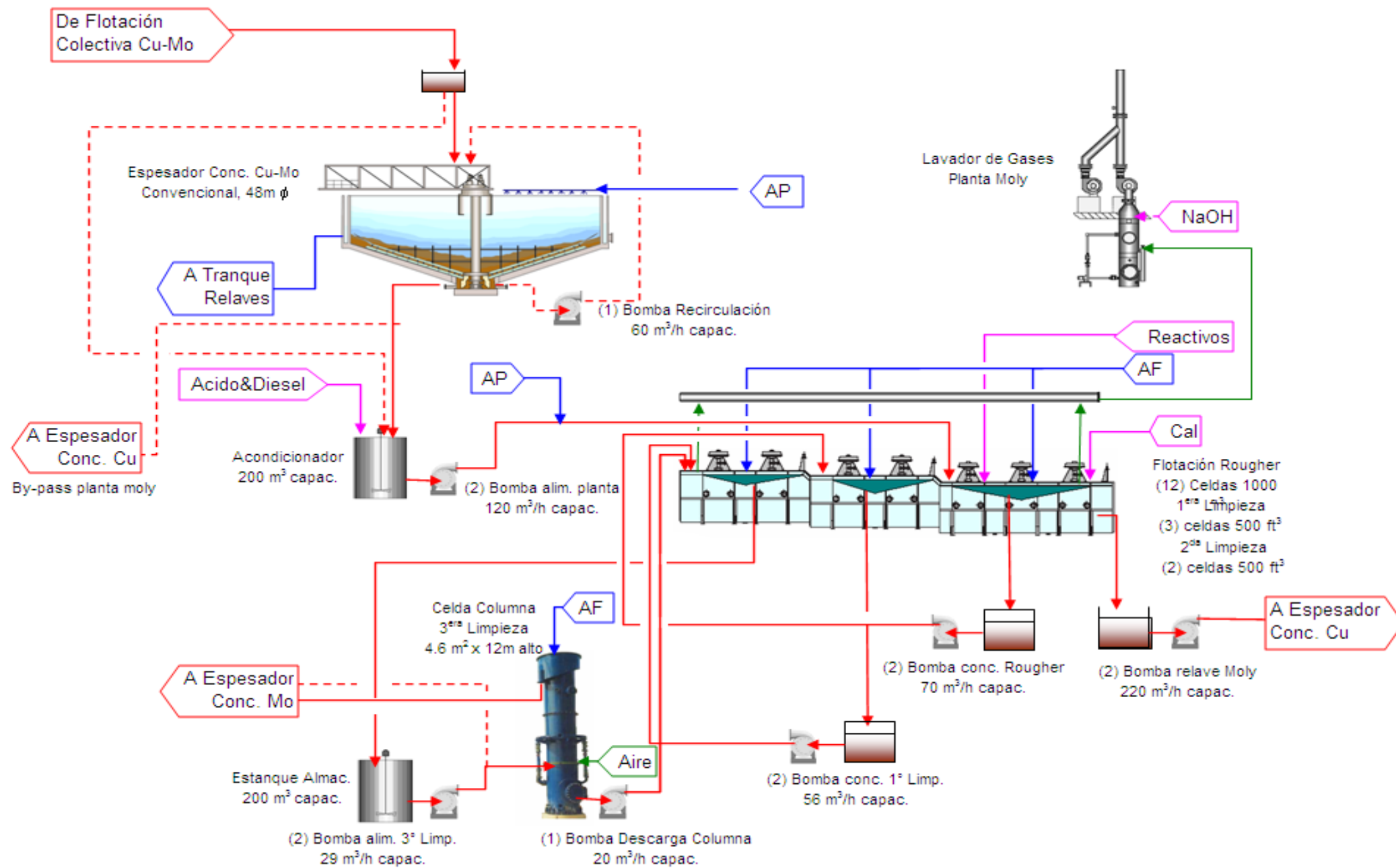
Reactivos Flotación Moly (Las Tórtolas)

- SODIUM HYDROSULFIDE (NaHS)
- 4 – 10 kg/t conc.
- Ppal. Costo de operación

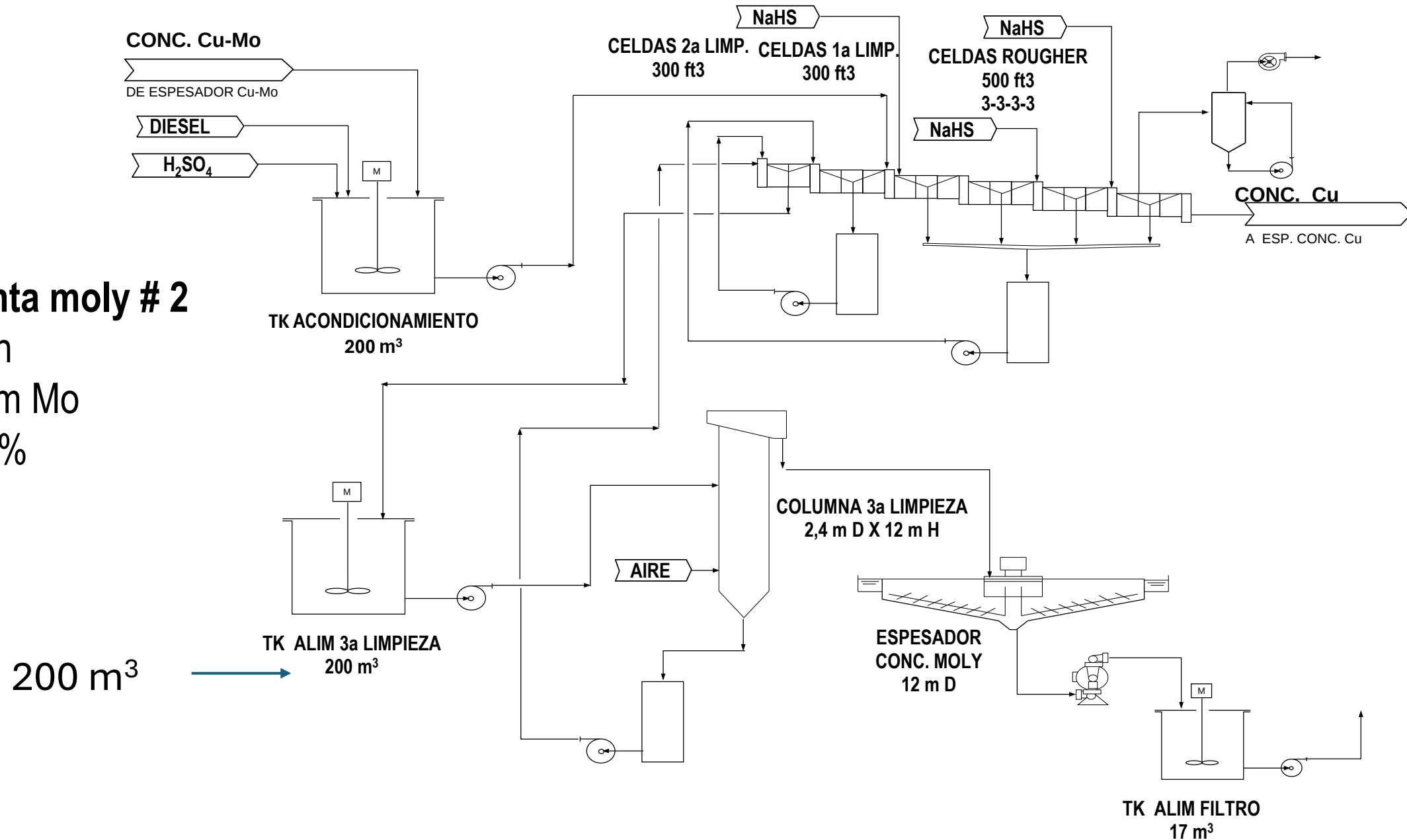


Las Tórtolas

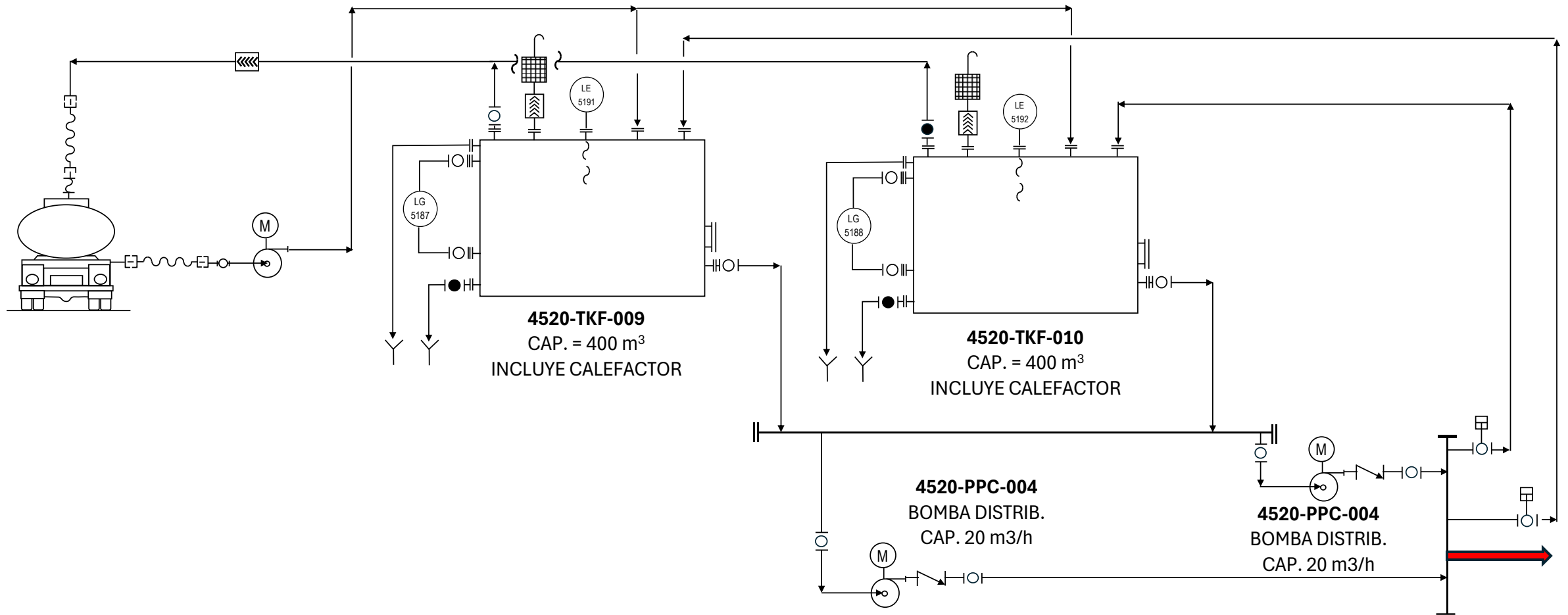




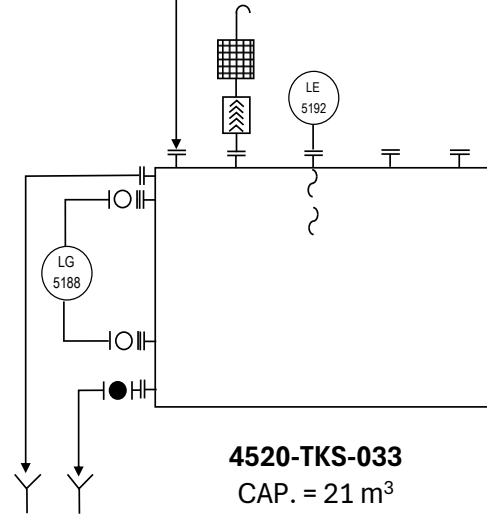
Alim. = 100 t/h
180 – 500 ppm Mo
Rec. Mo = 90%



Las Tórtolas NaHS TKs Almacenamiento

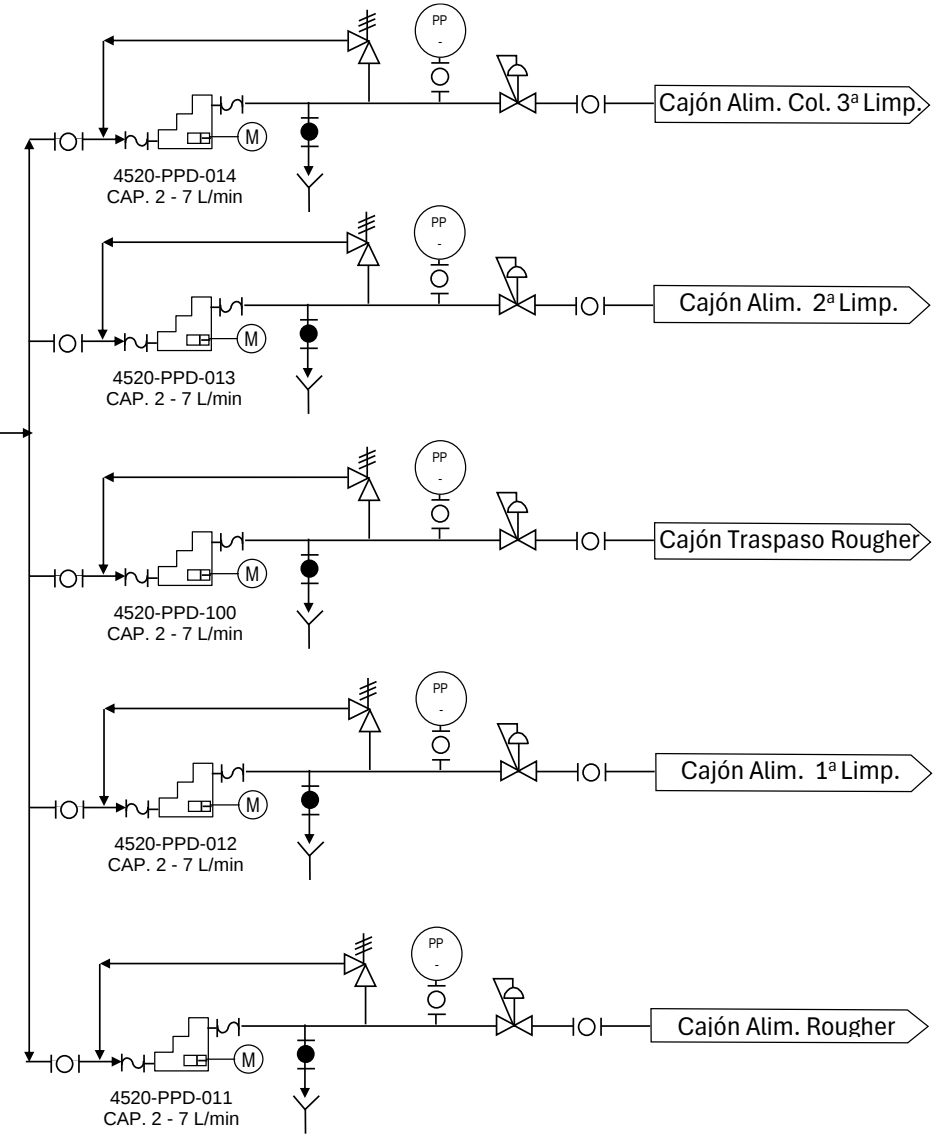


NaHS DE TKs 009 / 010



Tórtolas NaHS

Alim. 3a Limp	0,1 m3/h	0,4 m3/h	12,9%
Alim. 2a Limp	0,1 m3/h	0,4 m3/h	12,9%
Alim. 1a limp.	0,1 m3/h	0,4 m3/h	12,9%
Alim Caja Traspaso	0,1 m3/h	0,4 m3/h	12,9%
A Rougher	0,6 m3/h	1,5 m3/h	48,4%
Total	1,0 m3/h	3,1 m3/h	100,0%
Densidad 20% naHS	1,138	1,138	
NaHS	20%	20%	
NaHS	0,23 t/h	0,71 t/h	
Concentrado de Cu-Mo	102,2 t/h	102,2 t/h	
NaHS	2,23 kg/t	6,90 kg/t	

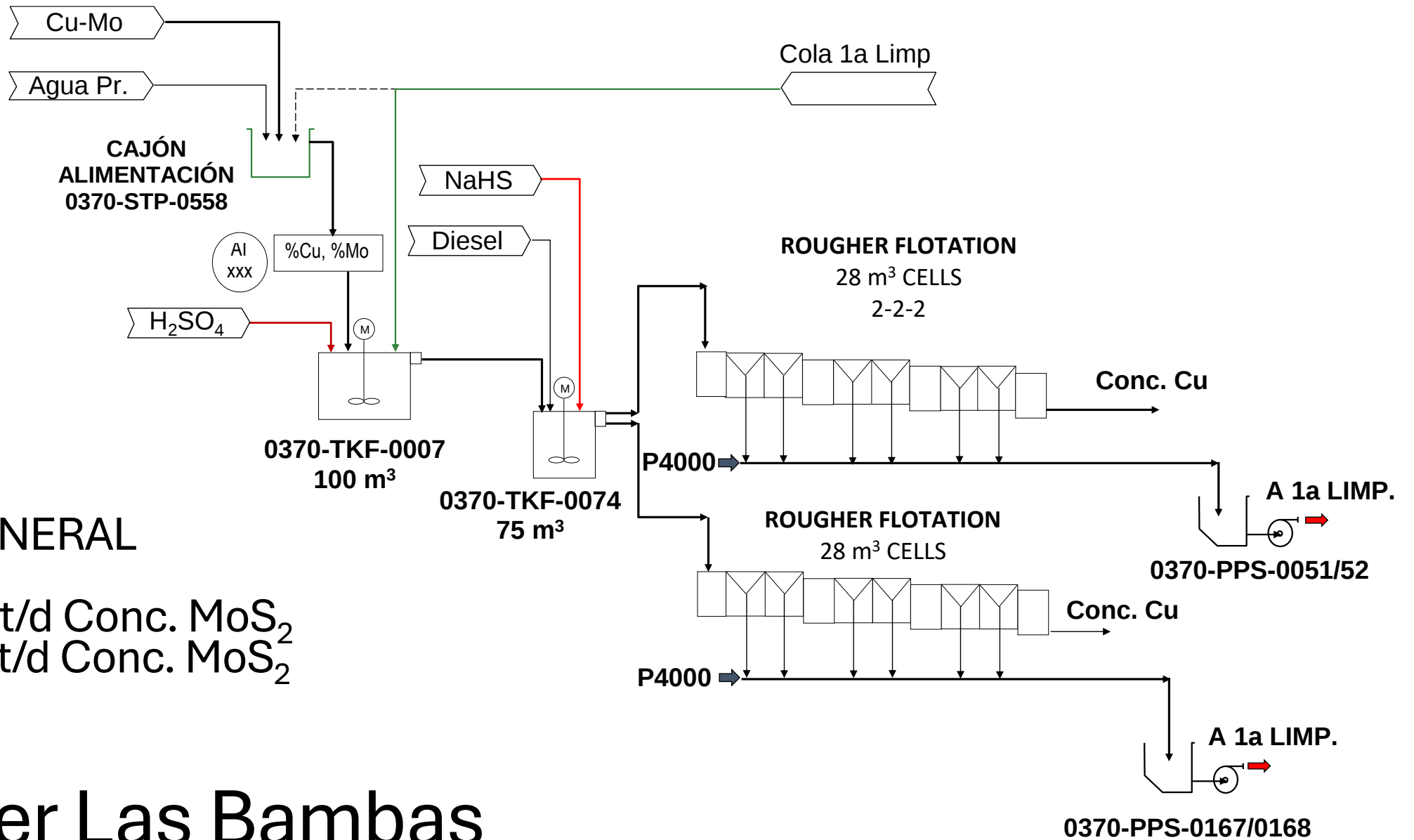


Las Bambas MMG

- Con sede en Melbourne, Australia, MMG es un productor global de metales base.
- Nuestro accionista mayoritario, China Minmetals Corporation. Planta de cobre-moly en **Perú**.



de Operaciones

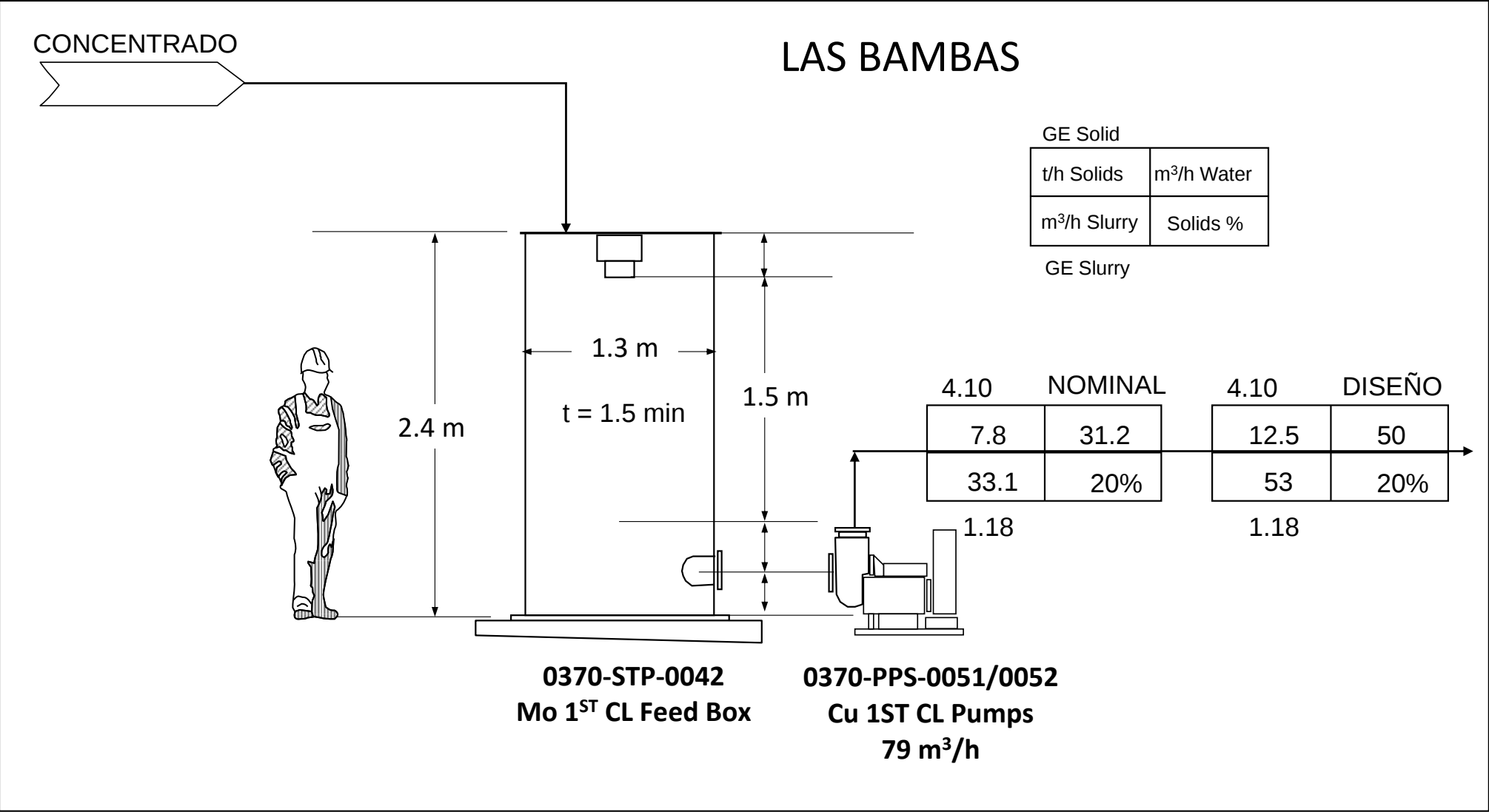


140 KTPD MINERAL

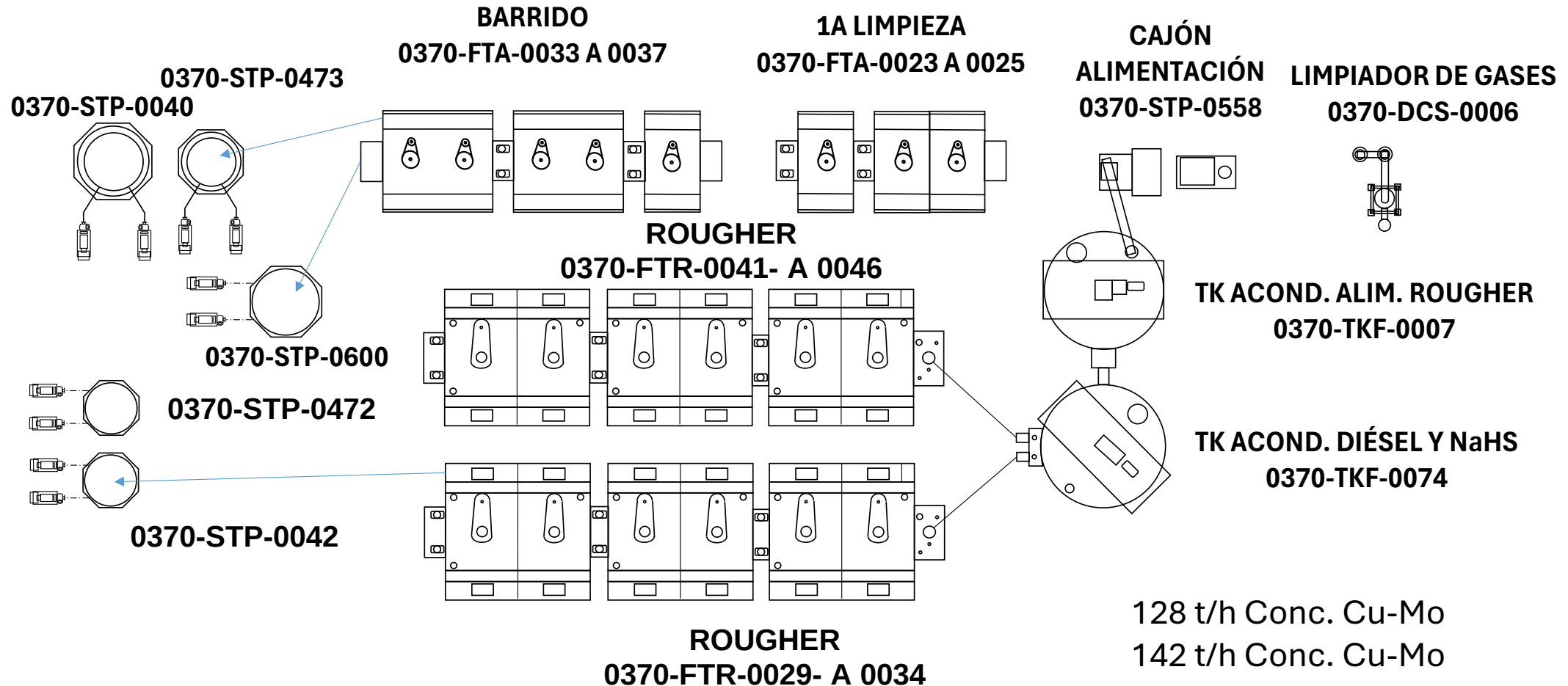
Diseño: ~ 38 t/d Conc. MoS₂
 Real : ~ 16 t/d Conc. MoS₂

Rougher Las Bambas

CAJONES TRASPASO PULPAS ESPUMOSAS



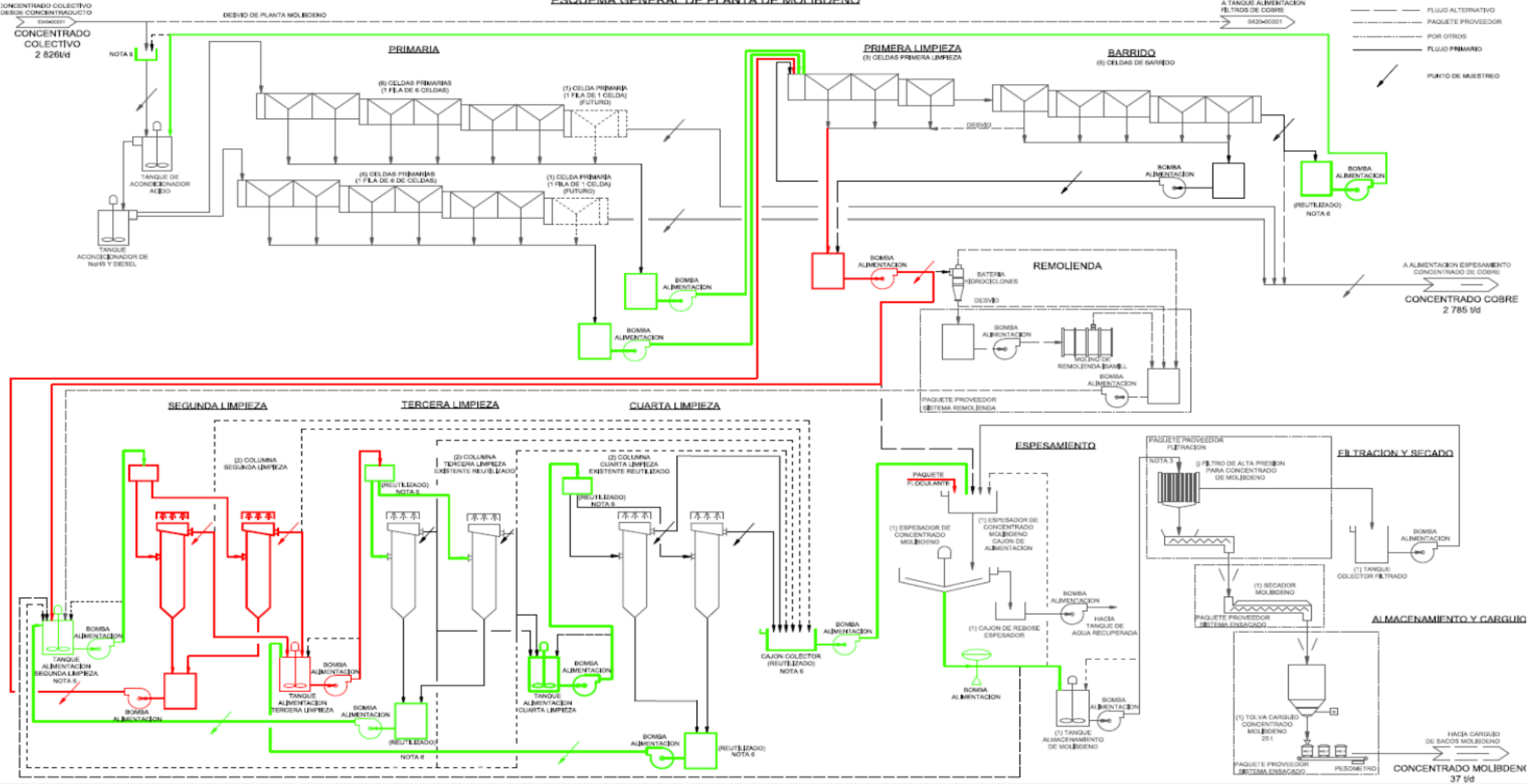
Las Bombas



ESQUEMA GENERAL DE PLANTA DE MOLIBDENO

LEYENDA:

- FLUJO ALTERNATIVO
- PAQUETE PROVEEDOR
- POR OTROS
- FLUJO PRIMARIO
- PUNTO DE MUESTREO



Centinela

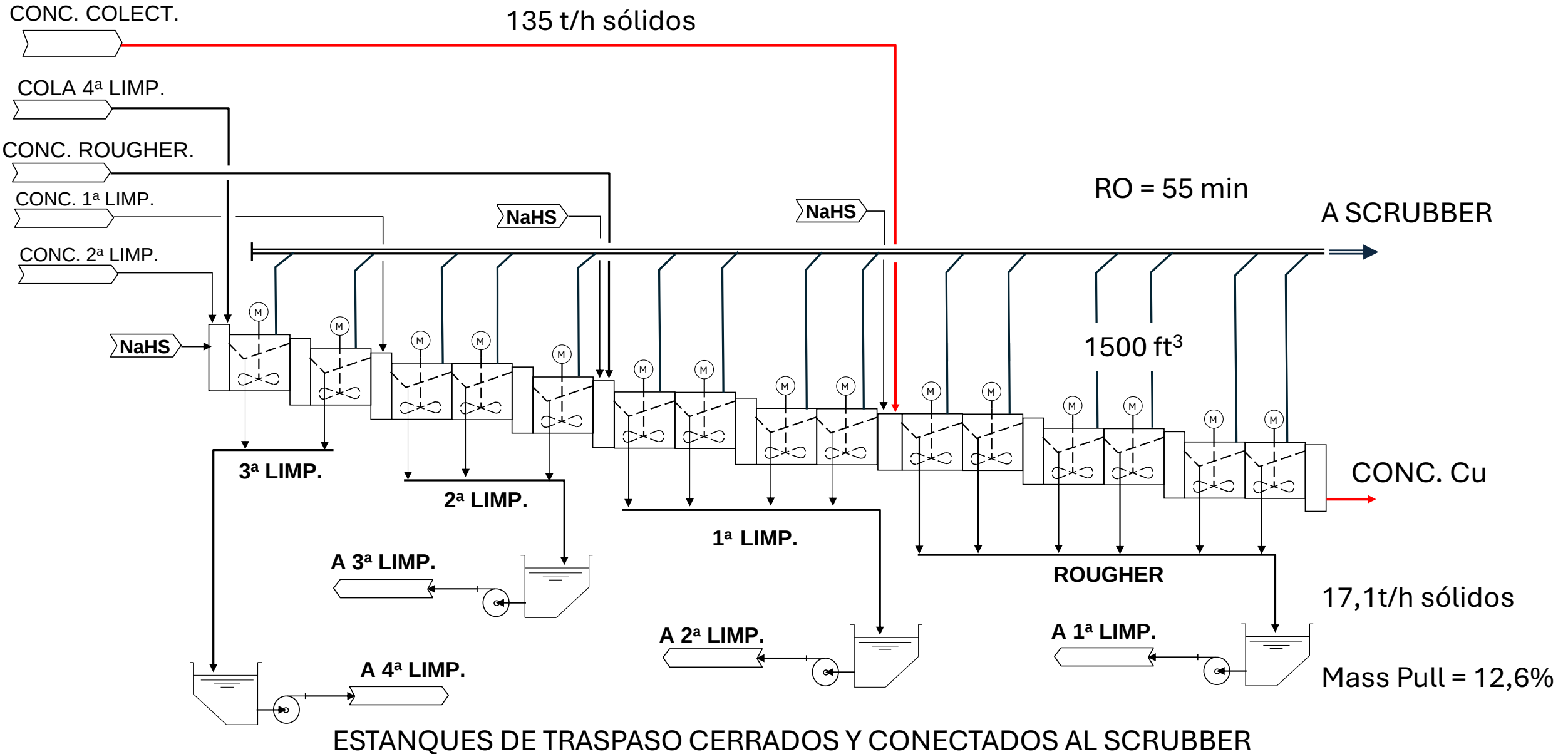
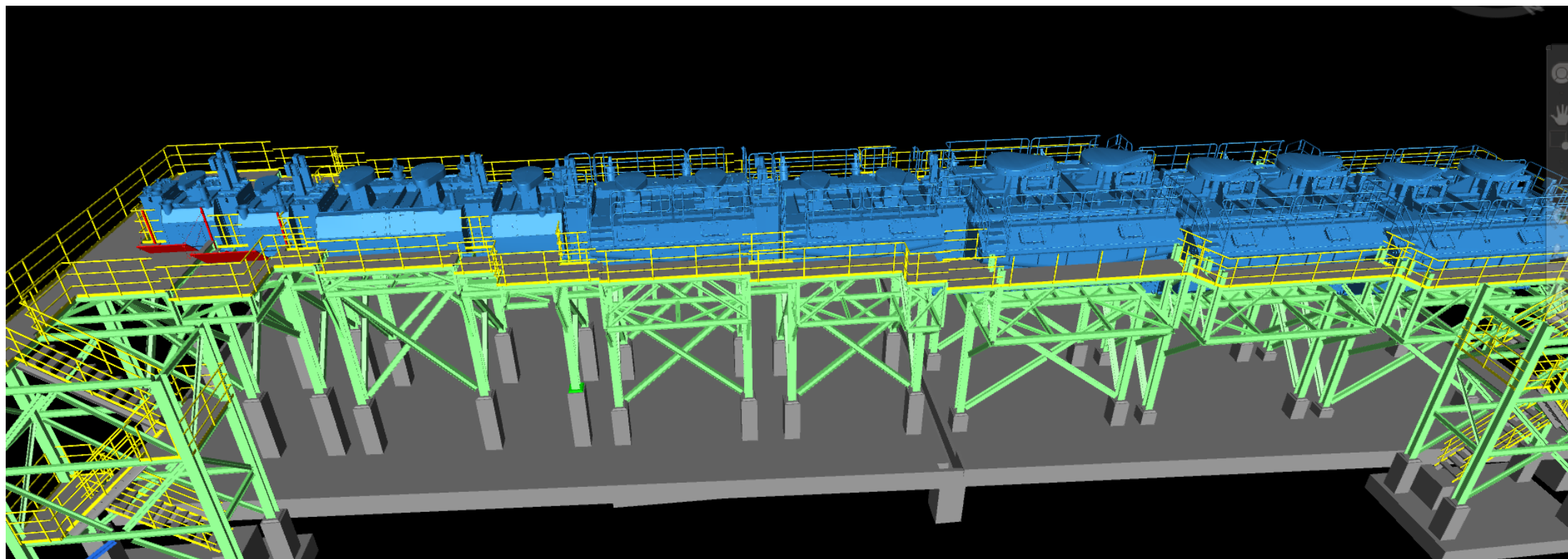
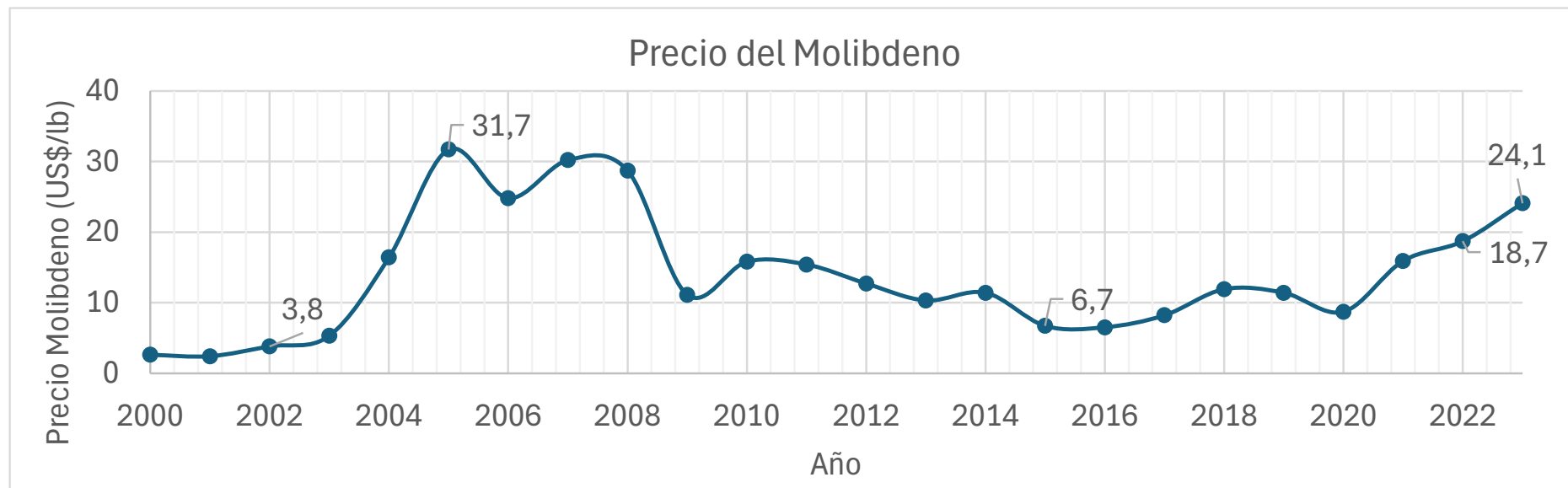


Foto Modelo 3D Centinela



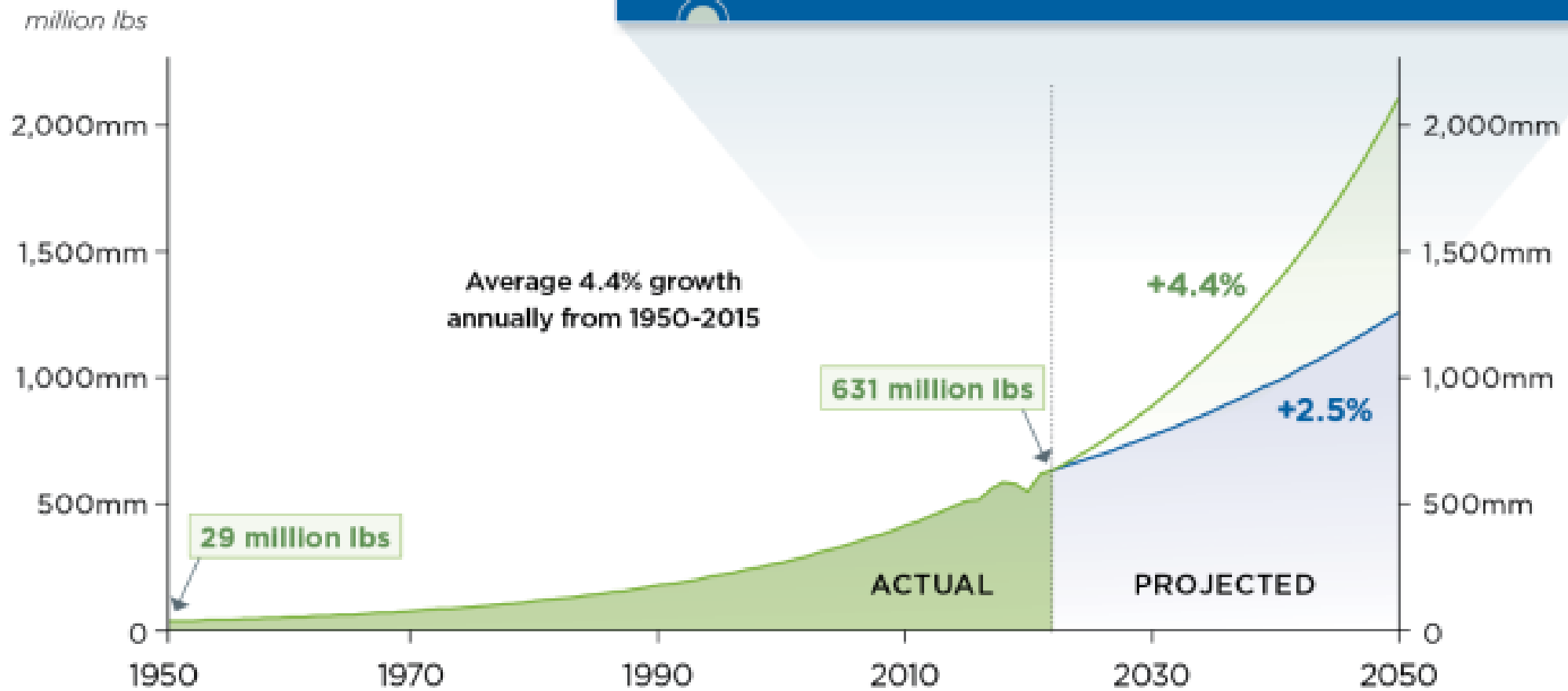
Precio del Molibdeno



MOLYBDENUM DEMAND

2022-2050

World Bank estimates only 2.5% growth to 2050



Liberty Greenfield plant Project

3,88 US\$/lb Mo (26.500 tpd Ore)

15.000.000 lb/a Mo

58.200.000 US\$/a

15 US\$/ lb Mo price (estimated)

225.000.000 US\$/a