

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS MECANICOS
PARA UNA PLANTA DE FLOCULANTE DE 7.2 m³/h DE
CAPACIDAD”

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

JORGE LUIS GARCIA COCHACHI

PROMOCION 2007-II

LIMA-PERU

2011

DEDICATORIA:

A mis padres, mis hermanos y mis tíos por su ayuda incondicional porque sin ellos no estuviera logrando mis objetivos, en especial a Leslie y mi linda niña María Fernanda.

DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS MECANICOS PARA UNA PLANTA DE
FLOCULANTE DE 7.2 m³/h DE CAPACIDAD

TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO	1
CAPITULO I	2
1 INTRODUCCION	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Objetivos	4
1.3 Alcance	4
1.4 Limitaciones	4
1.5 Justificación	6
CAPITULO II	7
2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Proceso de floculación	7
2.1.1 Definición	7
2.1.2 Clasificación de floculantes:	7
2.1.3 Selección de floculante	8
2.1.4 Proceso de preparación y maduración	8
2.2 Planta de preparación de floculante.....	9
2.2.1 Sistema de preparación – Maduración:	9
2.2.2 Sistema de dosificación:.....	10
2.3 Balance de flujos	10
2.3.1 Concentración C_t :	11

2.3.2	Dilución D_x :	11
2.3.3	Caudal de agua acida Q_{aa} :	11
2.3.4	Tiempo por Batch t :	11
2.3.5	Flujo másico de floculante W_f :	11
2.3.6	Peso por batch W_t :	12
2.3.7	Volumen de pre dosificación V_{pd} :	12
2.3.8	Caudal nominal de pre dosificación Q_n :	12
2.3.9	Caudal final de dosificación Q_d :	13
2.3.10	Caudal de agua a mezclador estático Q_a :	13
2.4	Diseño del tanque para mezcla	14
2.4.1	Diámetro de descarga D_d :	14
2.4.2	Altura de Sumergencia H_v	16
2.4.3	Volumen de diseño V_d :	17
2.4.4	Diámetro teórico de tanque D_{tt} :	17
2.4.5	Altura nominal de tanque H_{nt} :	18
2.4.6	Altura libre superior H_s :	19
2.4.7	Altura libre inferior H_i :	19
2.4.8	Altura útil de tanque H_u :	19
2.4.9	Diámetro nominal de tanque D_{nt} :	19
2.4.10	Volumen útil del tanque V_u :	19
2.4.11	Volumen de fluido en el tanque V_{ft} :	20

2.4.12	Diámetro de tubería de agua de preparación D_{ap} :	20
2.4.13	Diámetro nominal de rebose D_{nr} :	21
2.4.14	Espesores del tanque:	22
2.5	Diseño del Sistema de Agitación.....	24
2.5.1	Definición de agitación y mezcla.....	24
2.5.2	Números adimensionales:	25
2.5.3	Selección del impulsor:	28
2.5.4	Diámetro nominal del impulsor D_{ni} :	33
2.5.5	Potencia del impulsor BHP :	34
2.5.6	Capacidad de bombeo Q_b :	35
2.5.7	Toque impulsor τ :	35
2.5.8	Potencia del motor eléctrico P_m :	36
2.5.9	Selección del reductor de velocidad:	36
2.5.10	Dimensionamiento de deflectores:.....	37
2.6	Diseño la tolva.....	42
2.7	Selección de Polipasto de cadena con carro de empuje.....	44
2.7.1	Polipasto de cadena	44
2.7.2	Carro de empuje	46
2.8	Selección de equipos auxiliares	47
2.8.1	Selección de Bomba dosificadora:	47
2.8.2	Selección de Mezclador estático:.....	49
CAPITULO III		51
3	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	51
CAPITULO IV		53

4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	53
	CAPITULO V	54
5	DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS MECANICOS PARA UNA PLANTA DE FLOCULANTE DE 7.2 M3/H DE CAPACIDAD	54
5.1	Balance de flujos	55
5.1.1	Cálculo del Flujo másico de floculante W_f :	56
5.1.2	Cálculo del Peso por batch W_t :	56
5.1.3	Cálculo del Volumen de pre dosificación V_{pd} :	56
5.1.4	Cálculo del Tiempo por Batch t_b :	56
5.1.5	Cálculo del Caudal nominal de pre dosificación Q_n :	57
5.1.6	Cálculo del Caudal final de dosificación Q_d :	57
5.1.7	Cálculo del Caudal de agua a mezclador estático Q_a :	57
5.1.8	Resumen de Cálculos	57
5.2	Diseño de tanque para mezcla.....	58
5.2.1	Cálculo del Diámetro de descarga D_d :	58
5.2.2	Cálculo de la Altura de Sumergencia H_v	58
5.2.3	Cálculo del Volumen de diseño V_d :	58
5.2.4	Cálculo del Diámetro teórico de tanque D_{tt} :	58
5.2.5	Cálculo de la Altura nominal de tanque H_{nt} :	59
5.2.6	Cálculo de la Altura libre superior H_s :	59
5.2.7	Cálculo de la Altura libre inferior H_i :	60
5.2.8	Cálculo de la Altura útil de tanque H_u :	60

5.2.9	Cálculo del Diámetro nominal de tanque D_{nr} :	60
5.2.10	Cálculo del Volumen útil del tanque V_u :	60
5.2.11	Cálculo del Volumen de fluido en el tanque V_f :	61
5.2.12	Diámetro de tubería de agua de preparación D_{ap} :	61
5.2.13	Diámetro nominal de rebose D_{nr} :	61
5.2.14	Espesores del tanque:	62
5.2.15	Resumen de Cálculos	64
5.3	Diseño del Sistema de Agitación.....	65
5.3.1	Cálculo del Diámetro nominal del impulsor D_{ni} :	65
5.3.2	Cálculo de la Potencia del impulsor BHP :	66
5.3.3	Cálculo de la Capacidad de bombeo Q_b :	67
5.3.4	Cálculo del Toque impulsor τ :	67
5.3.5	Potencia del motor eléctrico P_m :	68
5.3.6	Selección del reductor de velocidad:	68
5.3.7	Dimensionamiento de deflectores:	68
5.3.8	Resumen de Cálculos	71
5.4	Diseño la tolva.....	72
5.5	Selección de Polipasto de cadena con carro de empuje.....	73
5.5.1	Polipasto de cadena	73
5.5.2	Carro de empuje	74
5.6	Selección rápida elementos de Sistema de dosificación de floculante	75
5.6.1	Selección de Bomba dosificadora:	75
5.6.2	Selección de Mezclador estático:	76

5.7 Criterios del arreglo mecánico.....	77
CAPITULO VI.....	78
6 LISTADO DE EQUIPOS MECANICOS.....	78
CONCLUSIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80
LISTADO DE PLANOS	81
LISTADO DE ANEXOS.....	82

PROLOGO

La necesidad de disminuir el impacto de la contaminación del agua con lleva al diseño de plantas de tratamiento de aguas, por lo general estas plantas están compuestas en parte por sistemas de dosificación de floculante. Este informe de suficiencia contemplará específicamente el diseño y selección de equipos mecánicos que están presentes en una planta de dosificación de floculante, esto se realiza para definir aéreas de instalación y arquitectura reflejadas en los planos que puedan ser de ayuda a disciplinas afines (tuberías, concreto y estructuras metálicas). La concepción contemporánea de plantas de floculante se toman como un equipo compacto y automatizado que se comporta como una caja negra que tiene como input el floculante granulado y output de floculante diluido a una cierta concentración, para que esta planta operen satisfactoriamente necesita de personal técnico capacitado in situ. El diseño de la planta de floculante en este informe tiene el input y output similar que la planta automatizada pero la diferencia es que tiene como premisa fundamental que es de diseño tradicional: Alimentación manual y preparación por batch, pues no requiere de mucha mano de obra capacitada in situ, esto es importante pues las bocaminas son zonas aisladas, lejanas una de otra y puntuales donde no se puede prescindir de personal técnico capacitado por cada bocamina.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

Los pasivos ambientales como bocaminas abandonadas es un problema que deja la extracción minera en nuestro país, las aguas acidas que fluyen de estas bocaminas deben ser neutralizadas y tratadas para que puedan ser vertidas en un efluente natural, las aguas acidas que provienen de las cunetas de las bocaminas contiene por lo general elementos metálicos en suspensión que contamina el agua y la tierra circundante, cuando un río es contaminado por las aguas pesadas y acidas provenientes de una bocamina elimina la biodiversidad existente en su cauce, la presencia de Hierro (Fe) suspendido en sus aguas limita el paso de luz solar al fondo del cauce y el cambio de pH desestabiliza el ecosistema, originando la contaminación del río y las riveras aguas abajo. Para tratar el agua proveniente de una bocamina se emplean plantas de tratamiento de agua, que consiste generalmente en un proceso de cuatro fases.

La primera fase es de neutralización, se añade lechada de cal al efluente de bocamina llevándola aproximadamente a pH 7.0, la preparación del reactivo se realiza mediante una planta de preparación de lechada de cal.

La segunda fase es la cohesión, en donde se añade floculante diluido el cual reúne y junta las partículas suspendidas en flóculos, la preparación del reactivo se realiza mediante una planta de floculante.

La tercera fase es de precipitación, en donde se añade coagulante que se encarga de juntar los flóculos ya formados y darle peso y precipitándolos, la preparación del reactivo se realiza mediante una planta de coagulante.

La cuarta fase es la decantación, se realiza en piscinas de decantación o clarificadores donde los flóculos reunidos se decantan en el fondo y el rebose viene a ser el agua tratada.

En la **figura 1.1-1** se muestra las cuatro fases del tratamiento de agua.

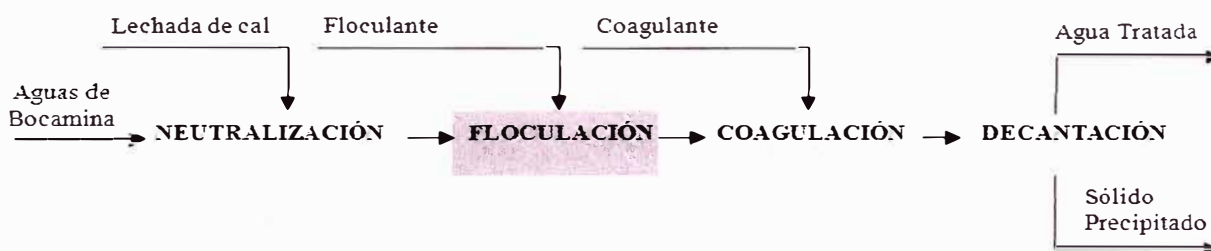


Figura 1.1-1 Fases del tratamiento de aguas

Una planta de preparación y dosificación de floculante tradicional cuenta con 2 sistemas básicos: Sistema de preparación - maduración y el Sistema de dosificación.

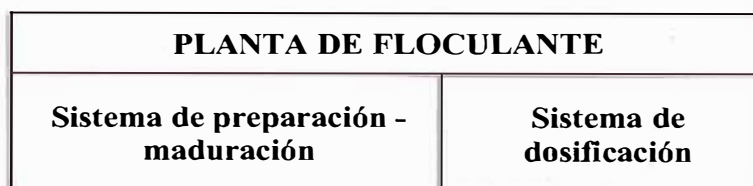


Figura 1.1-2 Sistemas de una planta de floculante

1.2 Objetivos

Diseñar y seleccionar los equipos mecánicos, así como la distribución de las mismas dentro del Sistema de Preparación - Maduración de una planta de floculante que será integrada al sistema de tratamiento de aguas.

Caracterizar el Sistema de dosificación de una planta de floculante mediante una selección rápida de sus elementos.

Realizar la arquitectura inicial mediante planos que sirva de base conceptual para las disciplinas de tuberías, concreto y estructuras metálicas.

1.3 Alcance

El sistema de tratamiento de aguas acidas cuenta con cuatro fases ya descritas con anterioridad, el informe estará centralizado en la concepción de equipamiento mecánico de la planta de floculante y contemplará el diagrama de flujo, memoria de cálculo de cada equipo mecánico del sistema y los arreglos generales.

Los datos relacionados con la selección, dilución de dosificación, viscosidad de preparación, viscosidad de dosificación del floculante empleado, son datos obtenidos a partir de pruebas a nivel de laboratorio para tratamiento de aguas realizado por un ingeniero químico y serán recogidos como datos de entrada para el diseño y selección de equipos de la planta de floculante.

1.4 Limitaciones

La bocamina es el ingreso hacia las labores de minería por socavón, cuando el mineral dentro del socavón se acaba empieza su cierre y pasa a ser un pasivo

ambiental, las bocaminas por lo general están dispersas en el área de influencia de extracción de la mina.

Las bocaminas que reciben filtraciones de agua tienen cunetas que canalizan el agua de las labores y las llevan desde el interior hacia el exterior de las mismas. Cuando las aguas que fluyen desde una bocamina toman la forma de agua ácida y con partículas metálicas en suspensión que no cumplen con los límites permisibles de calidad del agua, se instalan plantas de tratamiento de aguas.

Las bocaminas con efluentes ácidos por lo general están distanciadas una de otras de manera que no es factible la centralización en una sola planta de tratamientos de aguas.

Las plantas de tratamiento de agua automatizadas deben contar con personal técnico capacitado para la manutención y la operación, pero una planta de tratamiento de aguas tradicional cuenta con sistemas mecánicos más simples para su operación y manutención.

Puntualmente para la planta de dosificación de floculante, la limitación más importante es el desarrollo tecnológico que se va emplear, el diseño de la planta se hará de la forma tradicional con tanques de preparación y maduración mediante batch, para así no disponer de personal técnico capacitado in situ y contar con personal de la zona, previamente capacitada a nivel básico en manutención y operación, para que puedan laborar en estas plantas.

Los datos de concentración de floculante a dosificar son establecidos mediante pruebas de laboratorio, se tomarán valores típicos hallados en estas pruebas.

1.5 Justificación

La contaminación por pasivos ambientales es un problema latente, la extracción de minerales en el Perú data de muchos años atrás dejando secuelas ambientales, particularmente las bocaminas abandonadas que tiene como efluente aguas acidas con presencia de sólidos metálicos en suspensión contamina la tierra y los ríos. Esta contaminación afecta el desarrollo de la población circundante y aguas abajo del cauce del rio receptor del efluente acido.

Las comunidades campesinas que tiene como sustento económico la agricultura y ganadería se ven afectadas al recibir aguas acidas y turbias, porque no pueden emplear esta agua para el riego de sus tierras ni tampoco generar empleos alternativos como la piscicultura, es por esto que se plantean plantas de tratamientos de agua para procesar estas aguas contaminadas y dejarlas en condiciones permisibles.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Proceso de floculación

2.1.1 Definición

La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculante, se aglutinan los coloidales o sustancias en suspensión presentes en el agua facilitando su decantación.

Los compuestos que pueden estar presentes en el agua pueden ser sólidos en suspensión que son partículas coloidales (menos de 1 micra), gobernadas por el movimiento browniano.

2.1.2 Clasificación de floculantes:

Los floculante se clasifican en:

- **Sintéticos:** Son polímeros y están representados por No iónico, iónico catiónico y iónico aniónico, los no iónicos son poliacrilamidas de carga neutra, los iónicos catiónicos son poliacrilamidas parcialmente hidrolizadas y tiene carga positiva de poco peso haciendo la sedimentación más lenta, y finalmente los iónicos aniónicos son polivinilaminas de carga negativa más pesadas.

- **Naturales:** representados por polisacáridos (almidón y sus derivados) y gomas vegetales.

Los más usados son los sintéticos por su fácil obtención, dentro de ellos los no iónicos y los iónicos aniónicos son más usados por ser de menor precio y mayor densidad que los catiónicos.

En la minería, los floculantes utilizados son polímeros sintéticos de alto peso molecular, cuyas moléculas son de cadena larga y con gran afinidad por las superficies sólidas. Estas macromoléculas se fijan por adsorción a las partículas y provocan así la floculación por formación de puentes interpartículas y suprimen el movimiento aislado de las partículas.

2.1.3 Selección de floculante

La selección del tipo de floculante se realiza mediante pruebas de laboratorio, encontrando el floculante ideal que pueda decantar la mayor cantidad de partículas suspendidas con la menor cantidad de floculante empleado.

El floculante tiene dos presentaciones en el mercado, el floculante granulado y el floculante líquido, la selección de floculante depende del tipo que se elija en las pruebas.

2.1.4 Proceso de preparación y maduración

Para poder dosificar floculante se tiene que realizar dos pasos previos, la preparación y la maduración.

La preparación es un proceso de dilución del floculante, granulado o líquido con, agua este proceso se realiza en un tanque para mezcla con agitador, el floculante durante su preparación forma preflóculos de captación (cadenas cortas de floculante) es necesario que el agitador cuente con un impulsor que poco corte de fluido y de revoluciones de preparación bajas, el tiempo de preparación para floculante líquido varía entre <0.5-0.75> horas y para el floculante granulado varía entre <1.5-.2.0> horas

La maduración es un proceso de reposo que ocurre en el tanque después de la preparación, donde los preflóculos forman flóculos de cadenas larga, el tiempo de este proceso puede variar entre <2.0-.3.0> horas dependiendo al floculante utilizado.

2.2 Planta de preparación de floculante

El floculante es un reactivo químico que se usa básicamente para el tratamiento de aguas contaminadas, antes de su dosificación se realiza su preparación y maduración.

Una planta de floculantes tradicional se divide en dos sistemas: Sistema de Preparación - Maduración y Sistema de dosificación (Ver plano FD-001).

2.2.1 Sistema de preparación – Maduración:

Este sistema contempla la preparación y la maduración del floculante en un tanque de mezcla con agitador.

2.2.2 Sistema de dosificación:

Este sistema contempla el bombeo del floculante maduro y la dilución final en un mezclador estático.

En la tabla 2.2.2-1 se muestran los sistemas de una planta de floculante.

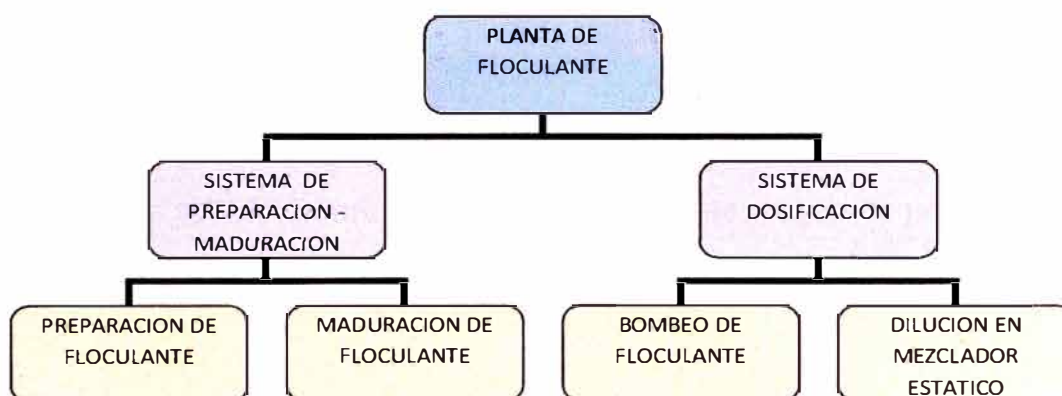


Tabla 2.2.2-1 Sistemas de planta de floculante

2.3 Balance de flujos

Para el diseño de plantas de floculante se considera que la preparación de floculante tiene una dilución que varía entre $<0.5-0.1>\%$ y una dilución de dosificación que varía entre $<0.05-0.01>\%$ esto se hace para no sobredimensionar los equipos en la preparación, pues los valores nominales de diseño son inversamente proporcional a la dilución, y para poder pasar de la dilución de preparación a la de dosificación se emplean mezcladores estático (Ver figura 2.3-1 Diagrama de mezcla).

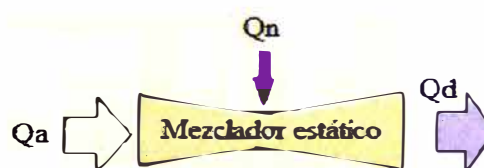


Figura 2.3-1 Diagrama de mezcla

2.3.1 Concentración C_f :

Es la proporción entre la cantidad de floculante que debe haber en el agua a tratar, una unidad de medida de la concentración es ppm y se refiere a la cantidad de unidades de floculante que hay por cada millón de unidades de agua a tratar.

2.3.2 Dilución D_x :

Es la relación entre las masas de floculante y agua de preparación, es adimensional y se representa mediante porcentaje.

2.3.3 Caudal de agua acida Q_{aa} :

Es el caudal de agua acida saliente de bocamina a ser tratado y es un dato obtenido en campo.

2.3.4 Tiempo por Batch t_b :

Es el periodo de tiempo por día en que se debe preparar el floculante, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$t_b = \frac{24}{n}$$

Donde:
 t_b : Tiempo por Batch (h)
 n : Número de preparaciones día

2.3.5 Flujo másico de floculante \dot{W}_f :

Es el peso de floculante por segundo que va a dosificar la planta de floculante, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

Donde:

$$\dot{W}_f = \frac{Q_{aa} \times C_t}{1000}$$

\dot{W}_f : Flujo másico de floculante $\left(\frac{\text{g}}{\text{s}}\right)$
 Q_{aa} : Caudal agua acida $\left(\frac{\text{l}}{\text{s}}\right)$
 C_t : Concentración (ppm)

2.3.6 Peso por batch W_t :

Es el peso de floculante para la preparación en un batch, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$W_t = \frac{24 \times \dot{W}_f}{3.6 \times n}$$

Donde:
 W_t : Peso por Batch (kg)
 \dot{W}_f : Flujo másico de floculante $\left(\frac{\text{g}}{\text{s}}\right)$
 n : Número de batch por día

2.3.7 Volumen de pre dosificación V_{pd} :

Es el volumen de preparación a ser dosificado en un batch (número de preparaciones por día), para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$V_{pd} = \frac{W_t \times D_p}{1000 \times SG}$$

Donde:
 V_{pd} : Volumen de pre dosificación $\left(\text{m}^3\right)$
 W_t : Peso por Batch (kg)
 D_p : Dilución de preparación (%)
 SG: Densidad relativa

2.3.8 Caudal nominal de pre dosificación Q_n :

Es el caudal con mayor numero de dilución que proviene de los tanques de preparación, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

Donde:

$$Q_n = \frac{V_{pd}}{t_b}$$

Q_n : Caudal nominal de pre dosificación $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

V_{pd} : Volumen de pre dosificación $\left(\text{m}^3\right)$

t_b : Tiempo por Batch $\left(\text{h}\right)$

2.3.9 Caudal final de dosificación Q_d :

Es el output de la planta de preparación de floculante y es la descarga del mezclador estático para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

Donde:

$$Q_d = \frac{D_p \times Q_n}{D_d}$$

Q_d : Caudal final de dosificación $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

Q_n : Caudal nominal de pre dosificación $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

D_p : Dilución de preparación $\left(\%\right)$

D_d : Dilución de dosificación $\left(\%\right)$

2.3.10 Caudal de agua a mezclador estático Q_a :

Junto al caudal de pre dosificación ingresa al mezclador estático y se mezclan para darle la dilución final al caudal de dosificación, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

Donde:

$$Q_a = Q_d - Q_n$$

Q_a : Caudal de agua a mezclador estático $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

Q_d : Caudal final de dosificación $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

Q_n : Caudal nominal de pre dosificación $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

2.4 Diseño del tanque para mezcla

Los tanques para mezcla generalmente son de forma cilíndrica para eliminar regiones donde no penetra las corrientes de flujo, además están provistos de deflectores que sirven para eliminar la presencia de vórtices en el centro del tanque.

Los tanques de mezcla pueden ser cerrados o abiertos, si la mezcla a agitar es nocivo para la salud o es afectado por la polución del lugar debe ser cerrado, de lo contrario puede ser abierto. El casco y la plancha base son diseñadas según la norma API 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage y la ubicación de boquillas en función a la norma API 12F Shop Welded Tanks for Storage of Production Liquids. En la **Figura 2.4-1** se muestra el esquema de las dimensiones.

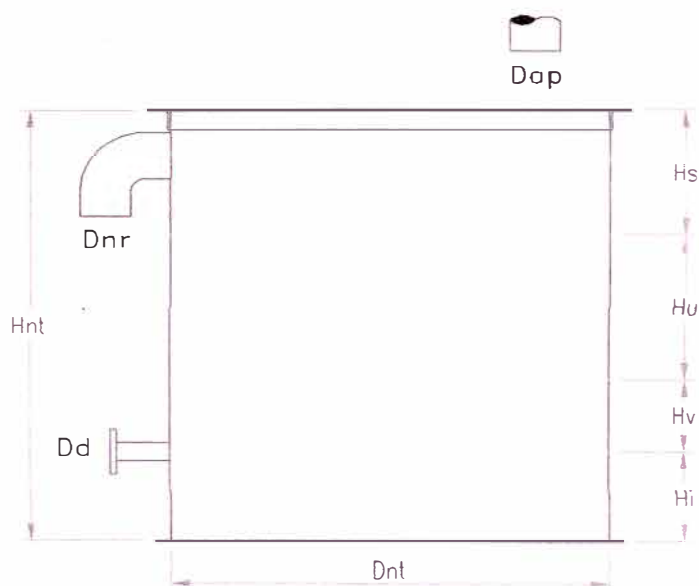


Figura 2.4-1 Esquema de dimensiones

2.4.1 Diámetro de descarga D_d :

Es la medida en pulgadas del diámetro de descarga del tanque de mezcla, para determinar este diámetro se tiene como limitante la velocidad de

transporte que debe ser menor a 2 m/s. Se asume un diámetro nominal y se hacen iteraciones sucesivas hasta $V_{f2} < 2.0$ m/s.

$$Q_{dd} = f_d \times Q_n$$

$$V_{f2} = \frac{Q_{dd}}{9 \times \pi \times D_i^2} \times 10^4 < 2.0 \frac{m}{s}$$

Donde:

V_{f2} : Velocidad de flujo	$\left(\frac{m}{s}\right)$
Q_{dd} : Caudal de de diseño de pre dosificación	$\left(\frac{m^3}{h}\right)$
D_i : Diámetro interior de tubería	(mm)
Q_n : Caudal nominal de pre dosificación	$\left(\frac{m^3}{h}\right)$
f_d : Factor de diseño	

El diámetro interior de tubería se halla mediante la siguiente fórmula:

Donde:

$$D_i = D_e - 2 \times \varepsilon$$

D_i : Diámetro interior de tubería	(mm)
ε : Espesor de pared de tubería	(mm)

El espesor y el diámetro exterior de las tuberías deben cumplir con la norma ASME B36.10/19. En la tabla 2.4.1-1 se muestra las medidas de diversas tuberías según la norma ASME B36.10/19.

Diámetro nominal Pulg	Diámetro exterior	Espesor
1/8	10.30	1.73
1/4	13.70	2.24
3/8	17.20	2.32
1/2	21.30	2.77
3/4	26.70	2.87
1	33.40	3.38
1 1/4	42.20	3.56
1 1/2	48.30	3.69
2	60.30	3.92
2 1/2	73.00	5.16
3	88.90	5.49
3 1/2	101.60	5.74
4	114.30	6.02
5	141.30	6.56
6	168.30	7.12
8	219.10	8.18
10	273.10	9.28
12	323.90	10.31
14	355.60	11.13
16	406.40	12.70
18	457.20	14.27
20	508.00	15.06
22	558.80	15.88
24	609.60	17.45

Tabla 2.4.1-1 Dimensión de tuberías en Cedula 40

2.4.2 Altura de Sumergencia H_v

Es el valor mínimo de altura de agua para garantizar que la descarga no genere un vórtice, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación que es 5 veces la altura de velocidad:

$$H_v = 5 \times \frac{V_f^2}{2 \times g}$$

Donde:

H_v : Altura de sumergencia (m)

V_f : Velocidad de flujo (m/s)

g : Gravedad (9.81 $\frac{m}{s^2}$)

2.4.3 Volumen de diseño V_d :

Es el volumen base que se toma para hallar las dimensiones geométricas del tanque, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$V_d = V_{pd} \times f_d$$

Donde:

V_d : Volumen de diseño (m^3)

V_{pd} : Volumen de pre dosificación (m^3)

f_d : Factor de diseño

2.4.4 Diámetro teórico de tanque D_{tt} :

En la tabla 2.4.4-1 se muestra la relación máxima entre la altura H y el diámetro D de un tanque para mezcla:

Tipo de impulsor	Número de impulsores	Relación máxima H/D
Radial	1	1.0
	2	1.5
PBT	1	1.2
	2	1.9
HP	1	1.3
	2	2.0
Hidrofoil	1	1.3
	2	2.1

Tabla 2.4.4-1 Geometría de un tanque mapa mezcla

Fuente: General design criteria – pág. 2.06 - Sección TG2 – Hayward Gordon

Como la relación entre H/D de tanques para mezcla con un solo impulsor varía entre <1.0-1.3>, tomamos como premisa inicial $D=H$ estando dentro del rango de condiciones máximas, obtendremos el diámetro teórico D_t con la siguiente ecuación:

$$D_{tt} = \left(\frac{4 \times V_d}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

D_{tt} : Diámetro teórico de tanque (m)

V_d : Volumen de diseño (m^3)

2.4.5 Altura nominal de tanque H_{nt} :

Es la medida final de la altura del tanque y es un valor entero y cercano al diámetro teórico del tanque que se ajusta iterando con el volumen útil. Además la altura nominal de un tanque va asociada a un número entero de ancho de plancha metálica estructural.

En la tabla 2.4.5-1 se muestra las dimensiones de las planchas de calidad estructural A-36 para construcción de tanques de almacenamiento.

SISTEMA METRICO mmxmmxmm				PESO TEORICO kg/pl	Espesor Equiv.(pulg)	
3	x	1500	x	6000	212,0	1/8''
5	x	1500	x	6000	317,9	3/16''
6	x	1500	x	6000	423,9	1/4''
8	x	1500	x	6000	565,2	5/16''
8	x	2400	x	6000	904,3	5/16"
9	x	1500	x	6000	635,9	3/8''
9	x	2400	x	6000	1 017,4	3/8''
12	x	1500	x	6000	847,8	1/2''
12	x	2400	x	6000	1 356,5	1/2''
16	x	1500	x	6000	1 130,4	5/8''
16	x	2400	x	6000	1 808,6	5/8''
20	x	1500	x	6000	1 413,0	3/4''
20	x	2400	x	6000	2 260,8	3/4''
25	x	1500	x	6000	1 766,3	1''
25	x	2400	x	6000	2 826,0	1''
32	x	1500	x	6000	2 260,8	1 1/4"
32	x	2400	x	6000	3 617,3	1 1/4"
38	x	1500	x	6000	2 684,7	1 1/2"
38	x	2400	x	6000	4 295,5	1 1/2"
50	x	1500	x	6000	3 532,5	2"
50	x	2400	x	6000	5 652,0	2"
63	x	1500	x	6000	4 451,0	2 1/2"
63	x	2400	x	6000	7 121,5	2 1/2"
75	x	1500	x	6000	5 298,8	3''
75	x	2400	x	6000	8 478,0	3''
100	x	1500	x	6000	7 065,0	4"
100	x	2400	x	6000	11 304,0	4"

Tabla 2.4.5-1 Dimensiones y pesos de planchas estructurales

2.4.6 Altura libre superior H_s :

Es la medida entre el espejo de agua y el borde superior del tanque.

2.4.7 Altura libre inferior H_i :

Distancia entre el eje de la boquilla de descarga al fondo del tanque.

2.4.8 Altura útil de tanque H_u :

Es la altura neta de líquido (floculante preparado) que va a ser dosificado, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$H_u = H_{nt} - H_v - H_s - H_i$$

Donde:

H_u :	Altura útil	(m)
H_{nt} :	Altura nominal de tanque	(m)
H_v :	Altura de sumergencia	(m)
H_s :	Altura libre superior	(m)
H_i :	Altura libre inferior	(m)

2.4.9 Diámetro nominal de tanque D_{nt} :

Es la medida final del diámetro del tanque y es un valor entero y cercano al diámetro teórico del tanque que se ajusta iterando con el volumen útil.

2.4.10 Volumen útil del tanque V_u :

Es el volumen neto de líquido (floculante preparado) que va a ser dosificado, este valor de volumen ajusta los valores de Diámetro nominal de

tanque D_{nt} y Altura nominal de tanque H_{nt} , para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$V_u = \frac{\pi \times D_{nt}^2 \times H_u}{4}$$

Donde:

V_u : Volumen útil (m³)

H_u : Altura útil (m)

D_{nt} : Diámetro nominal de tanque (m)

2.4.11 Volumen de fluido en el tanque V_{fl} :

Es el volumen total de fluido dentro del tanque de mezclado, para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$V_{fl} = \frac{\pi \times D_{nt}^2 \times (H_{nt} - H_s)}{4}$$

Donde:

V_{fl} : Volumende fluido en el tanque (m³)

H_{nt} : Altura nominal de tanque (m)

D_{nt} : Diámetro nominal de tanque (m)

H_s : Altura libre superior (m)

2.4.12 Diámetro de tubería de agua de preparación D_{ap} :

Es la medida en pulgadas del diámetro de la tubería que llena de agua de preparación al tanque de mezcla, para determinar este diámetro se tiene como limitante la velocidad de transporte de agua que debe ser menor a 2 $\frac{m}{s}$. Se asume un diámetro nominal y se hacen iteraciones sucesivas hasta

que $V_{fl} < 2.0 \frac{m}{s}$.

$$V_{fl} = \frac{Q_{ta}}{9 \times \pi \times D_{it}^2} \times 10^4 < 2.0 \frac{m}{s} \quad Q_{ta} = \frac{60 \times V_{fl}}{t_{fl}}$$

Donde:

V_{fl} : Velocidad de flujo	$(\frac{m}{s})$
Q_{la} : Caudal de agua de preparación	$(\frac{m^3}{h})$
D_{it} : Diámetro interior de tubería	(mm)
V_{β} : Volumen de fluido en el tanque	(m^3)
t_{ll} : Tiempo de llenado	(min)

El espesor y el diámetro exterior de las tuberías deben cumplir con la norma ASME B36.10/19.

2.4.13 Diámetro nominal de rebose D_{nr} :

El rebose en un tanque es generalmente un conducto circular que está ubicado en su parte superior que tiene una pequeña salida horizontal y una gran caída vertical, cuando el tanque se sobrecarga la tubería de rebose sirve como desfogue de fluido. Para la determinación de este diámetro de rebose se debe considerar que el área de descarga horizontal es una placa orificio circular, que trabaja como canal y no completamente llena.

Se asume un diámetro nominal y se hacen iteraciones sucesivas hasta que el caudal evacuado Q_{ed} debe ser mayor que el Caudal de agua de preparación Q_{la} .

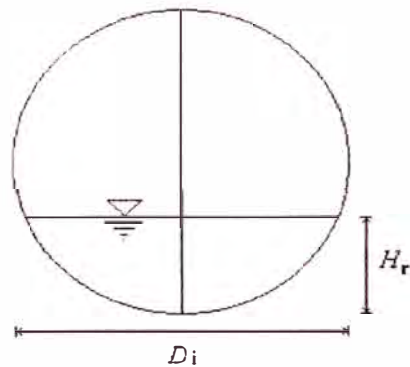


Figura 2.4.13-1 Área transversal de descarga de rebose - tramo horizontal

$$Q_{ed} = 5465 \times (0.001 \times H_r)^{1.807} \times (0.001 \times D_i)^{0.693} > Q_{la}$$

$$r_h = \frac{H_r}{D_i}$$

Donde:

Q_{ed} : Caudal evacuado por diseño $\left(\frac{m^3}{h}\right)$

Q_{la} : Caudal de agua de preparación $\left(\frac{m^3}{h}\right)$

D_i : Diámetro interior de tubería (mm)

H_r : Altura de líquido dentro de tubería (mm)

r_h : Relación entre H_r y D_i

El espesor y el diámetro exterior de las tuberías deben cumplir con la norma ASME B36.10/19.

2.4.14 Espesores del tanque:

La medida del espesor de las planchas del tanque se dimensiona según la norma API 650 Welded Steel Tanks for oil Storage, para hallar el espesor de plancha se usa el método del pie, para analizar el casco del tanque se analiza anillo por anillo la totalidad del casco. El número de anillos se define con la división de la altura del tanque y la altura de la plancha.

$$N_a = \frac{H_{nt}}{h_p}$$

Donde:

N_a : Numero de anillos

H_{nt} : Altura nominal del tanque (m)

h_p : Altura de plancha (m)

Para el cálculo de espesor de plancha para el casco, el API 650 considera el cálculo de Espesor por condiciones de diseño t_{cd} y de Espesor por prueba hidrostática t_h , luego se comparan los espesores obtenidos en cada criterio y se toma el mayor de ellos.

$$t_{cd} = \frac{0.005 \times D_{nt} \times (H_{aa} - 30.48) \times SG}{S_d} + CA$$

$$t_h = \frac{0.005 \times D_{nt} \times (H_{aa} - 30.48) \times SG}{S_t}$$

Donde:

t_{cd} : Espesor por condiciones de diseño (mm)

t_h : Espesor por prueba hidrostática (mm)

D_{nt} : Diámetro nominal de tanque (mm)

H_{aa} : Altura de tope superior del tanque
a tope inferior de plancha analizada (cm)

SG: Densidad relativa

S_d : Esfuerzo de diseño del material $\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$

S_t : Esfuerzo de prueba hidrostática $\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$

CA: Corrosión admisible (mm)

El espesor nominal de casco t_{nc} es el inmediato superior comercial del mayor espesor obtenido, t_{cd} o t_h .

Para el cálculo del espesor de plancha de base t_{pb} , se asume un espesor y se halla un esfuerzo hidrostático teórico S_u , si este es menor y

cercano al esfuerzo de prueba hidrostática S_t , se toma el espesor asumido, el espesor mínimo de plancha de base según la Norma API 650 es de $\frac{1}{4}$ de pulgada y es el valor inicial de prueba.

$$S_{tt} = \frac{0.005 \times D_{nt} \times (H_{nt} - 30.48) \times SG}{t_{pb}} < S_t$$

Donde:

t_{pd} : Espesor de plancha de base	(mm)
S_{tt} : Esfuerzo hidrostático teórico	($\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)
S_t : Esfuerzo de prueba hidrostática	($\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)

En la tabla 2.4.5-1 se muestra medidas de planchas comerciales.

2.5 Diseño del Sistema de Agitación

2.5.1 Definición de agitación y mezcla

La agitación es un proceso de movimiento inducido de un material en un recipiente específico, generalmente en un movimiento circulatorio dentro de un contenedor, la mezcla es un proceso de homogenización de dos o más elementos mediante agitación.

El proceso de agitación se clasifica en 5 operaciones básicas que están en función de su desempeño, en la tabla 2.5.1-1 Operaciones de agitación se muestran las 5 operaciones básicas.

OPERACIÓN	DEFINICION	OBJETIVO	EJEMPLO
Homogeneización de un fluido	Mezcla de fluidos solubles	Equilibrio de gradiente de temperatura	Neutralizaciones ácido/base
			Diluir disoluciones de alta concentración
		Equilibrio de gradiente de concentración	Mezcla de fluidos con temperaturas distintas
Suspensión de un sólido en un líquido	Distribuir un sólido disperso en un fluido	Mantener los sólidos en suspensión	Procesos de cristalización
		Conseguir una distribución homogénea	Distribución de polímeros en suspensiones para floculación
Emulsionar	Dispersar un fluido en otro fluido, siendo éstos insolubles entre sí.	Aumentar la superficie específica de uno de los fluidos	Disolver sólidos
			Emulsión-polimerización
Dispersión de un gas en un líquido	Dispersar un gas en un fluido	-	Extracción líquido-líquido
			Reacciones gas-líquido
			Fermentaciones aerobias
Intercambio de calor	Favorecer el intercambio de calor entre fluido y superficie de fluidos a distinta temperatura	-	Aporte de oxígeno en estanque aireado (depuración)
			Eliminación del calor de reacción
			Disminución de la viscosidad de un fluido gracias al calentamiento

Tabla 2.5.1-1 Operaciones de agitación

El proceso de mezclado requiere niveles de intensidad que están asociados a la aplicación del agitador, la tabla 2.5.1-2 muestra los niveles de intensidad de mezclado y su aplicación típica.

2.5.2 Números adimensionales:

Son valores que caracterizan el proceso de mezclado, entre ellos tenemos:

Nivel de intensidad de mezclado	Relación Max. y min. de viscosidad de componentes	Diferencia máxima de SG	Aplicación típica
Suave	10 : 1	0,2	Tanques de almacenamiento o retención
			Tanques de alimentación
			Operaciones de mezclados no críticos
			Largo tiempo de mezclado
			Poco movimiento de superficie de fluido
Moderado	50 : 1	0,4	Requisito más común
			Tanques de reacciones no criticas
			Tanques de reposición
			Tanques de mezclado
			Superficie ondulante de baja viscosidad
Fuerte	200 : 1	0,5	Tanques de reposición critico
			Tanques de mezclado critico
			transferencia de calor no critico
			Tiempos cortos de mezclado
			Superficie ondulante alto
Vigoroso	500 : 1	0,6	Aplicaciones criticas de mezclado
			Tanques de reacción critica
			Transferencia de calor
			Tanques con pH realimentado
			Superficie en ebullición
Intenso	5 000 : 1	0,8	Tanque de reacción critica
			Buena transferencia de calor
			Corto tiempo de mezclado
			Superficie creciente con algunos vórtices
Violento	10 000 : 1	1	Aplicaciones criticas especiales
			Tanque de reacción critica
			Transferencia de calor critica
			Requerimiento de alto corte
			Superficie de salpicadura y vórtices

Tabla 2.5.2-1 Niveles de intensidad de mezclado

Número de Reynolds R_e : Relaciona la densidad, viscosidad, velocidad y dimensión típica de un flujo en una expresión adimensional que interviene en numerosos problemas de dinámica de fluidos. Dicho número o combinación adimensional caracteriza la naturaleza del flujo clasificándola como laminar (número de Reynolds pequeño) o turbulento (número de Reynolds grande).

Donde:

R_e : Número de Reynolds

N: Velocidad angular (rpm)

SG: Densidad relativa

D_{ni} : Diámetro nominal del impulsor (m)

μ : Viscosidad (cps)

$$R_e = \frac{N \times SG \times D_{ni}^2 \times 10^6}{60 \times \mu}$$

Número de potencia N_p : Permite calcular la potencia requerida por el agitador y responde a un impulsor en particular. El valor del N_p se calcula en función al número de Reynolds y el tipo de impulsor.

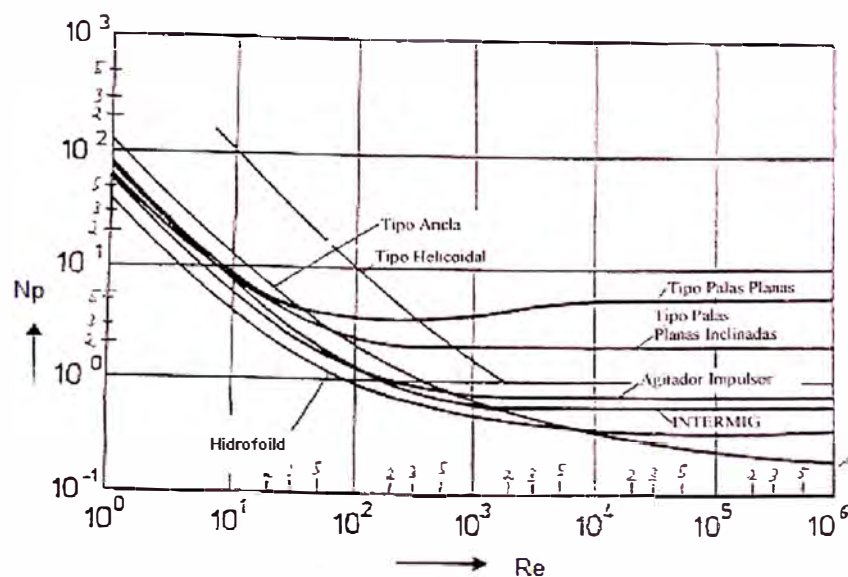


Gráfico 2.5.2-1 Número de potencia vs Número de Reynolds

Número de Caudal N_q : El número de caudal o capacidad de bombeo es un número adimensional que da una idea del caudal (Q) que atraviesa el agitador. El cálculo de este parámetro dependerá de las características del agitador (si es axial o radial).

2.5.3 Selección del impulsor:

Los impulsores se dividen en dos clases: los que generan corrientes paralelas al eje del agitador y los que dan origen a corrientes en dirección tangencial o radial. Los primeros se llaman agitadores de flujo axial y los segundos agitadores de flujo radial

Impulsores de flujo Radial: Tienen hojas planas en paralelo al eje del agitador, son de bajo caudal de bombeo y alto corte de fluido, los usos frecuentes son la dispersión gas-liquido, dispersión liquido-liquido, mezclados rápidos, homogenización y aplicaciones de bajo nivel de mezcla.

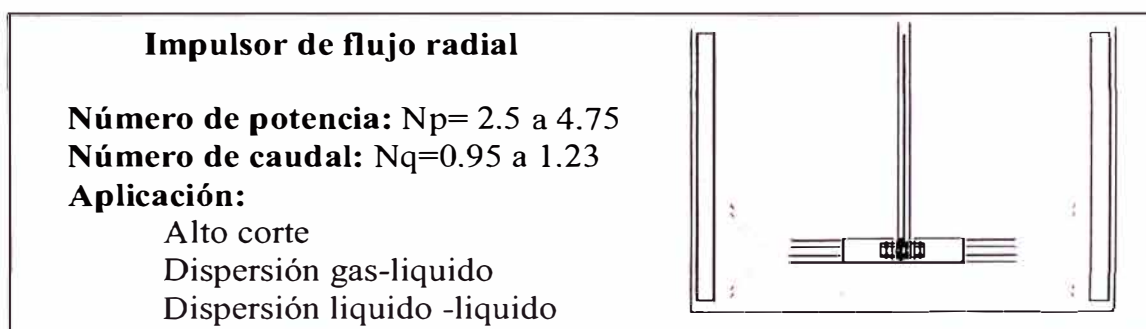


Figura 2.5.3-1 Impulsor de flujo radial

Impulsores de flujo Axial: Tienen hojas planas que forman un ángulo menor de 90° con el eje del agitador, estos impulsores de sub

clasifican en 2: Con un ángulo de ataque constante y ángulo cortante variable, los impulsores axiales de ángulo variable se denominan hidrofoil que maximizan el flujo y minimizan el corte, las aplicaciones típicas incluyen mezcla simple, sólidos en suspensión y floculación.

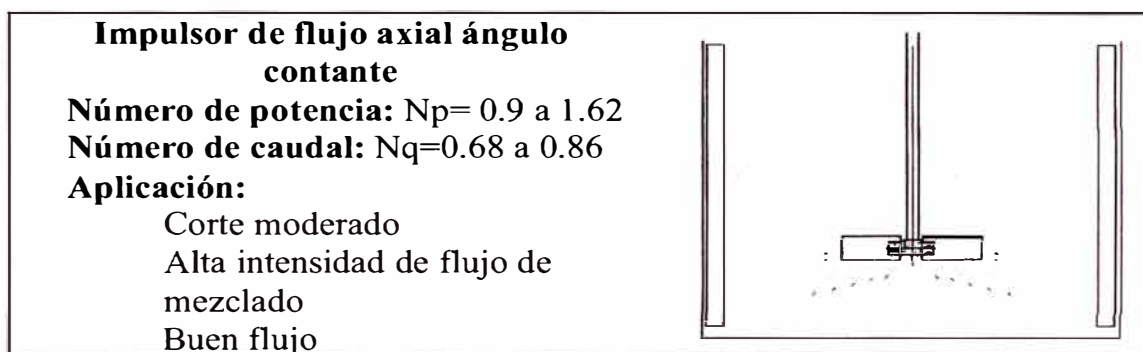


Figura 2.5.3-2 Impulsor de flujo axial ángulo constante

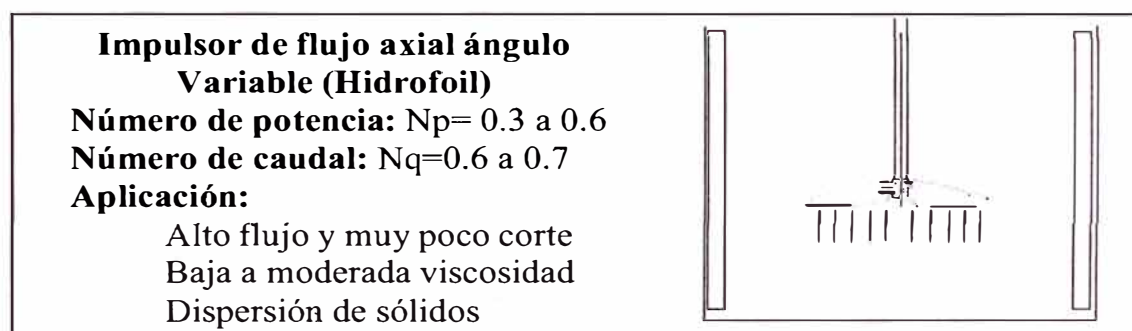
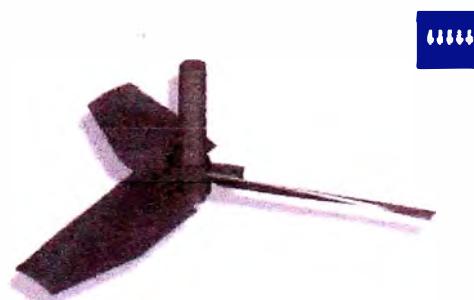


Figura 2.5.3-3 Impulsor de flujo axial ángulo Variable

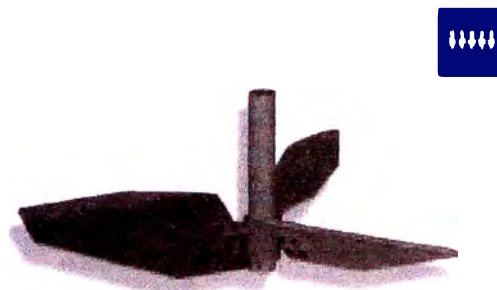
Los impulsores al pasar del tiempo evolucionaron a diseños particulares formando una gama muy amplia, entre estos se muestra los principales:

Hidrofoil AL: Es el más eficiente con respecto al flujo para bajas viscosidades (hasta 2500 cp.), es también usado para mezcla de sólidos en

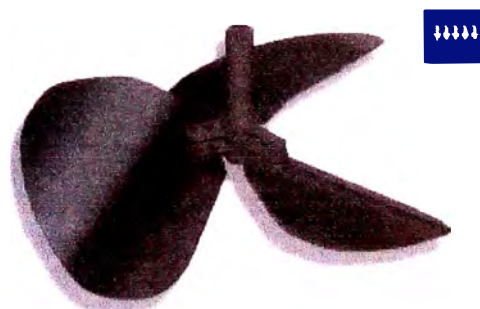


suspensión de bajas concentraciones, preparación de floculantes y reactivos. Muestra 3 hojas montadas a 45° hasta 39° y es de bajo corte y alto caudal.

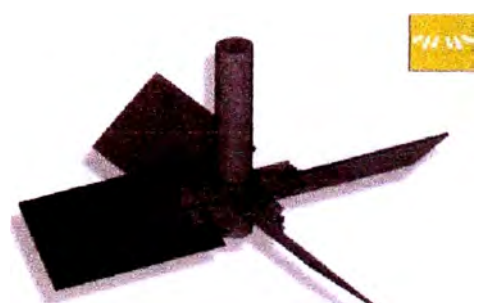
Hidrofoil AM: Es de hoja más ancha que la AL con aplicaciones de viscosidades entre 2000-5000 cp, se aplica normalmente para mezclas de sólidos en suspensión que varían de 35% a 65%, se usa para mezclas espesas de lodos.



Hidrofoil AH: Es de hoja muy amplia de alta eficiencia para flujos que están dentro de la gama de viscosidad entre 2500- 75000 cp., se usa para dispersión de gases en sólidos con velocidades de flujos bajos, su configuración de 3 hojas inclinadas 39° son aplicadas para la mezcla de fluidos de alta densidad.

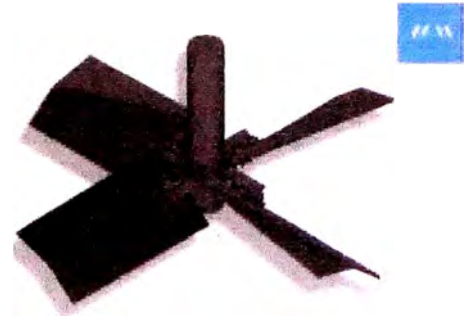


Impulsor PBT: Es de mayor corte que el hidrofoil pero de menor caudal de bombeo que el mismo, este impulsor se elige cuando el fluido necesita corte y alta intensidad de mezclado, usualmente sonde



4 hojas inclinadas 45° o también 3 o 4 hojas a 32° , los de 32° se usan para viscosidades moderadas y moderado nivel de mezclado.

Impulsor HP: Este impulsor es más eficiente que el PBT por lo tanto da menos corte y más flujo, el número de potencia varía entre los AL y PBT, tiene mayor corte y menor flujo bombeado que los AL. Se utilizan para mezcladores pequeños o medianos por el bajo costo comparado con el AL, además pueden ser útiles en tanques altos porque pueden invertir igual o mayor par con menor velocidad que el impulsor AL, normalmente permitiendo ejes más largo.



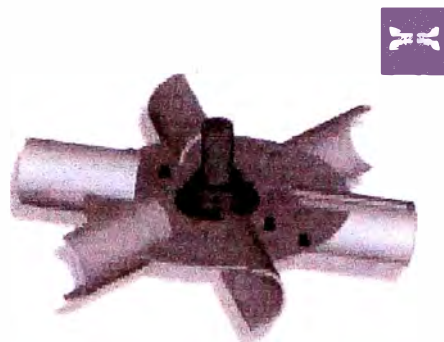
Impulsor RBT: Es elegido para aplicaciones de mezcla con alto corte, dispersión de gas, emulsiones líquido-líquido, depuración de sólidos



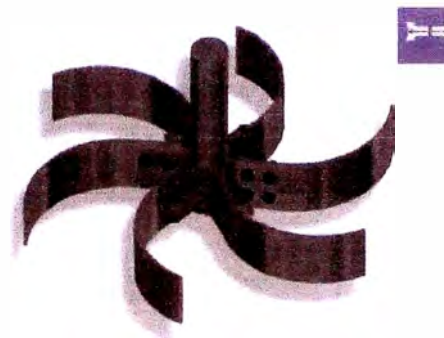
Impulsor RD: Es de hojas verticales y de tipo radial con un disco base de 4 a 6 hojas, usualmente se tiene la configuración de 6 hojas. Este tipo es comúnmente llamado impulsor Rushton. Usualmente es usado para procesos de dispersión de gases.



Impulsor RDC: Es similar al Rushton excepto que sus hojas son curvas y un bajo número de potencia, es más utilizada que el Rushton pues es capaz de manejar mayor flujo de gas sin incrementar la potencia, sin embargo a potencias mayores puede generar la misma transferencia de masas similar a la Rushton.



Impulsor RSB: El impulsor de hojas curvadas, es el más eficiente de los impulsores radiales, es usado para máximos caudales radiales, las aplicaciones típicas son inyección radial con corte, bajo nivel de mezclado y bajo nivel de sólidos en suspensión.



Los impulsores se nombran mediante el siguiente orden:



En la Tabla 2.5.3-1 se muestra la designación de los impulsores

Tipo de flujo	Descripción	Designación	Ejemplo
Axial	Bajo % de sólidos	AL	3AL39, 3AL45
	Bajo % de sólidos	AM	3AM39, 3AM45
	Alto % de sólidos	AH	3AH39, 3AH45
	PBT de alta eficiencia	HP	4HP45, 3HP39
	Hoja turbina inclinada	PBT	4PBT45, 3PBT32
Radial	Hojas de turbina radial	RBT	4RBT90, 6RBT90
	Disco radial punta plana	RD	6RD90, 4RD90
	Disco de hoja cóncava	RDC	6RDC90
	Bajo barrido	RSB	6RSB90, 4RSB90

Tabla 2.5.3-1 Designación de impulsores

2.5.4 Diámetro nominal del impulsor D_{ni} :

Para determinar las medidas del impulsor seleccionado y ubicaciones se utiliza las siguientes ecuaciones:

Donde:

$$D_{it} = D_{nt} \times r_1 \approx D_{ni}$$

$$D_{if} = f_{tp} \times D_{ni}$$

$$H_{ms} = f_{ms} \times D_{ni}$$

D_{it} : Diámetro teórico del impulsor (m)
 D_{in} : Diámetro nominal del impulsor (m)
 D_{nt} : Diámetro nominal del tanque (m)
 r_1 : Relación D_{it}/H_{nt}
 D_{if} : Distancia del impulsor al fondo (m)
 f_{tp} : Factor de profundidad
 H_{ms} : Altura mínima de sumergencia (m)
 f_{ms} : Factor de mínima sumergencia

Para hallar el diámetro nominal del impulsor D_{ni} , se debe aproximar el diámetro teórico del impulsor D_{it} a un número entero en pulgadas.

En la **Figura 2.5.4-1** se muestran las medidas principales de ubicación y dimensionamiento del impulsor.

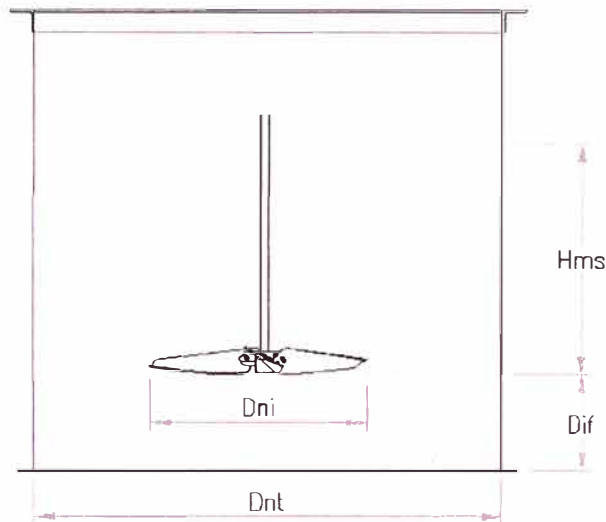


Figura 2.5.4-1 Medidas principales de ubicación

2.5.5 Potencia del impulsor *BHP* :

Es la potencia empleada por el impulsor y depende del tipo y del tamaño del mismo. Algunos procesos, tales como la floculación, son de corte sensible y requieren alto flujo. Otros procesos como la dispersión de gas requieren gran corte.

La viscosidad es el factor más común que afecta al consumo de energía. La ecuación para determinar el consumo de energía por parte del impulsor es:

$$BHP = \frac{D_{ni}^5 \times N_p \times N^3 \times SG}{15.2385 \times 10^{12}}$$

Donde:

BHP : Potencia consumida por el impulsor (hp)

N_p : Número de potencia

N: Velocidad angular del impulsor (rpm)

SG: Densidad relativa

D_{ni} : Diámetro nominal del impulsor (pulg)

2.5.6 Capacidad de bombeo Q_b :

Todo impulsor tiene una capacidad de bombeo asociado a su Número de caudal N_q que caracteriza la cantidad de flujo que puede impulsar. El número de recirculaciones de mezclado N_r es la cantidad de veces que el volumen del tanque es bombeado por el impulsor, para hallar el número de recirculaciones de mezclado se divide la capacidad de bombeo Q_b entre el volumen total de líquido dentro del tanque. La ecuación para determinar la capacidad de bombeo por parte del impulsor es:

$$Q_b = 7.48 \times N_q \times N \times D_{ni}^3$$

$$N_r = \frac{V_{ft}}{Q_b}$$

Donde:

Q_b : Capacidad de bombeo (GPM)

N_q : Número caudal

N : Velocidad angular del impulsor (rpm)

D_{ni} : Diámetro nominal del impulsor (pies)

V_{ft} : Volumen de fluido en el tanque (m^3)

N_r : Número de recirculaciones

2.5.7 Toque impulsor τ :

Todo impulsor tiene un torque asociado a las revoluciones de giro del impulsor. La ecuación para determinar el torque por parte del impulsor es:

$$\tau = \frac{BHP \times 63025}{N}$$

Donde:

τ : Torque (pulg-lbs)

N : Velocidad angular del impulsor (rpm)

BHP : Potencia consumida por el impulsor (hp)

2.5.8 Potencia del motor eléctrico P_m :

La potencia requerida por el impulsor BHP para la agitación es dada por un motor eléctrico, el paso de potencia desde el impulsor hacia el motor se ve afectada por la eficiencia del reductor de velocidad y la eficiencia del motor. El eje del motor puede estar en forma paralela o formar un ángulo de 90° con el eje del agitador. La ecuación para determinar la potencia teórica del motor eléctrico P_{tm} es:

$$P_{tm} = \frac{BHP \times 10^4}{\eta_r \times \eta_m}$$

Donde:

P_{tm} :	Potencia teórica del motor	(hp)
η_r :	Eficiencia del motoreductor	(%)
η_m :	Eficiencia del motor	(%)
BHP :	Potencia consumida por el impulsor	(hp)

Una vez hallada la potencia teórica del motor eléctrico P_{tm} , se halla la potencia nominal del motor P_m que es la potencia inmediata superior vista en catálogos (Anexo I).

2.5.9 Selección del reductor de velocidad:

Para agitadores se presentan dos configuraciones entre el eje del reductor y el eje del motor, suelen ser paralelos o perpendiculares.

Los parámetros para la selección de un reductor son: la potencia P_r , el torque τ_r y la reducción de velocidad i . Para la determinar estos parámetros se debe obtener el factor de servicio f_s que se determina dependiendo al tipo de accionamiento, las horas de utilización y del tipo de carga. Las cargas pueden ser Uniforme (sistemas de accionamiento constantes) Medias

(Sistemas constantes y de pocos arranques) o con choques (Múltiples arranques y paradas durante su funcionamiento).

Tipo de motor que acciona el reductor	Horas/día	Tipo de carga		
		Uniforme	Media	Con choques
Motor eléctrico entrada constante	2	0.9	1.1	1.5
	10	1.0	1.25	1.75
	24	1.25	1.50	2.00
Motor de combustión de varios cilindros	2	1.0	1.35	1.75
	10	1.25	1.50	2.00
	24	1.50	1.75	2.50

Tabla 2.5.9-1 Factor de servicio

Las ecuaciones para determinar los parámetros del reductor son:

	Donde:
	fs : Factor de servicio
$P_r = P_m \times fs$	i : Ratio de Velocidades
	P_m : Potencia del motor (hp)
$\tau_r = \tau \times fs$	P_r : Potencia del reductor (hp)
	τ_r : Torque del reductor (pulg-lbs)
$i = \frac{N_m}{N}$	τ : Torque del impulsor (pulg-lbs)
	N: Velocidad angular del impulsor (rpm)
	N_m : Velocidad angular del motor (rpm)

2.5.10 Dimensionamiento de deflectores:

Los deflectores son elementos que se instalan en la pared interna del casco de un tanque para evitar la formación de vórtices, generalmente los deflectores son placas planas verticales situadas radialmente que generan una mayor turbulencia en el fluido, con la consiguiente mejora del proceso de

mezcla, en la figura 2.5.10-1 Deflectores en tanque para mezcla se muestra la configuración básica de los deflectores en un tanque.

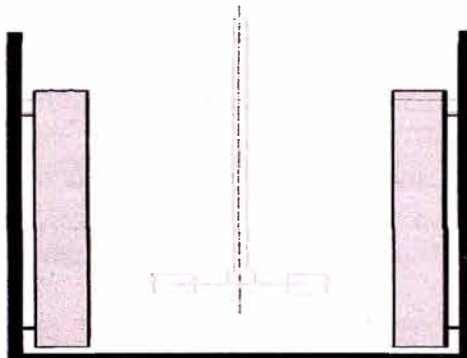


Figura 2.5.10-1 Deflectores en tanque para mezcla

Generalmente, se colocan cuatro deflectores ubicados a 90° y suelen ser suficientes, más de 4 deflectores da relativamente o poca disminución en potencia del agitador y prácticamente ningún cambio en el patrón de flujo deseado en el tanque, la colocación de 3 deflectores aumenta el ancho de los deflectores y no es lo recomendado. La anchura habitual para los deflectores están en relación a la viscosidad del fluido, en la grafico 2.3.10 se aprecia este comportamiento.

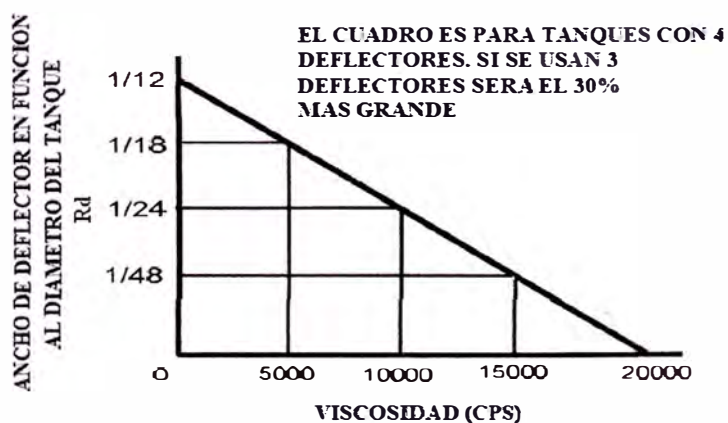


Gráfico 2.3.10-1 Ancho de deflector vs Viscosidad

La razón de la necesidad de la disminución de los deflectores a medida que aumenta la viscosidad es que los líquidos a más viscosidad ofrecen más resistencia al movimiento que atenúa la aparición de vórtices.

Los deflectores tienen la función de romper las corrientes provocadas por el movimiento rotativo del eje, generando flujos en las direcciones radial y axial, produciendo una mejora de la turbulencia. La ausencia de baffles en un recipiente agitado puede dar lugar, si las condiciones de operación son las adecuadas, a la formación de un vórtice. Cuando se da este fenómeno, se produce un incremento muy acusado de la velocidad tangencial en zonas cercanas a la pared provocando que el aire que hay en la superficie libre de líquido forme una cavidad incidente en éste. Este fenómeno puede provocar la disolución de oxígeno en el fluido y generar reacciones no deseadas (oxidación) o efectos físicos no deseados (la formación de espuma) durante la agitación.

Los deflectores deben ser ubicados fuera de la pared interna del tanque a una distancia igual a 1/3 del ancho del deflector, para minimizar las áreas estancas en la parte trasera del deflector.

Se determinarán los valores teóricos del deflector y se llevarán a valores inmediatos superiores según sea el caso.

Ancho Nominal de deflector W_{nd}

$$W_{td} = R_d \times D_{nt} \times 10^2 \approx W_{nd}$$

Altura de deflector H_{df}

$$H_{df} = 85\% \times H_m$$

Distancia nominal separación de casco de tanque a deflector D_{nf}

$$D_{df} = \frac{W_{nd}}{3} \approx D_{nf}$$

Distancia de base de tanque a parte inferior de deflector H_{fd}

$$H_{fd} = W_{nd}$$

Fuerza máxima aplicada al deflector F_b

Esta fuerza es la máxima aplicada en un deflector para un tanque con 4 deflectores.

$$F_b = \frac{56800 \times P_n}{2 \times N \times \left(\frac{D_m}{0.0254} - \frac{W_{nd}}{2.54} - 2 \times \frac{D_{nf}}{2.54} \right)}$$

Espesor nominal de deflector E_{nd}

El valor del esfuerzo permisible por flexión S_f para el diseño de deflectores en este cálculo es de 5000 psi, siendo un valor muy conservador por problemas de vibración.

$$E_{td} = \sqrt{\frac{150 \times F_b \times H_{df}}{W_{nd} \times S_f \times (n_s - 1)}} \approx E_{nd}$$

Donde:

W_{nd} : Ancho nominal de deflector	(cm)
W_{td} : Ancho teórico de deflector	(cm)
R_d : Relación W_{td}/D_{nt}	
E_{nd} : Espesor nominal de deflector	(pulg)
E_{td} : Espesor teórico de deflector	(pulg)
S_f : Esfuerzo admisible por flexión	(psi)
n_s : Número de soportes	
F_b : Fuerza máxima aplicada al deflector	(lbs)
D_{tf} : Distancia teórica separación casco tanque a deflector	(cm)
D_{nf} : Distancia nominal separación casco tanque a deflector	(cm)
H_{df} : Altura de deflector	(m)
H_{fd} : Distancia de base de tanque a parte inferior de deflector	(cm)
H_{nt} : Altura nominal de tanque	(m)
D_{nt} : Diámetro nominal de tanque	(m)
N : Velocidad angular del impulsor	(rpm)
P_m : Potencia del motor electrico	(hp)

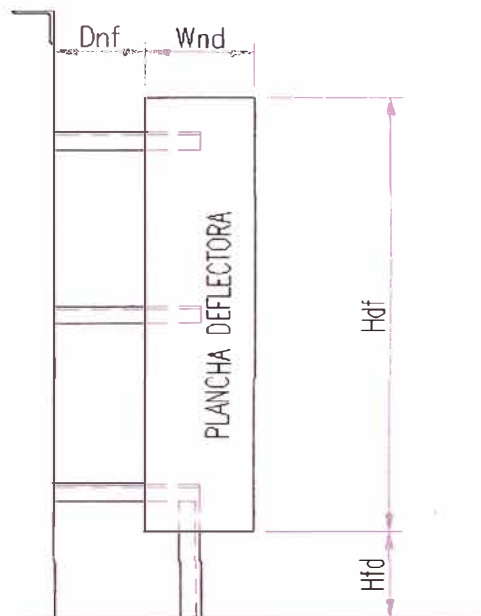


Figura 2.3.10-2 Esquema de dimensionado

2.6 Diseño la tolva

Se denomina tolva a un elemento similar a un embudo destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, generalmente es de forma cónica o piramidal y de paredes inclinadas, la carga es hecha por la parte superior y la descarga se realiza por la parte inferior.

El proceso para el cálculo de los parámetros de medida de la tolva es iterativo, pues el límite superior del elemento almacenado en la tolva debe estar por debajo del nivel superior de la tolva.

El cálculo de las medidas geométricas de la tolva obedece principalmente a que el volumen útil de la tolva sea mayor al volumen de diseño de la tolva.

Para determinar los parámetros de medidas de la tolva se utilizan las siguientes ecuaciones y además se debe cumplir la siguiente desigualdad

$$V_u > V_{ut} > V_{pf} :$$

Volumen teórico de tolva V_{tf} :

Es el volumen hallado según la masa y la densidad del producto.

$$V_{tf} = \frac{W_t}{\rho_g}$$

Volumen de diseño de tolva V_{pf} :

$$V_{pf} = f_d \times V_{tf}$$

Volumen total de tolva V_u :

La geometría adoptada para la tolva es de troco piramidal trunco con inclinaciones laterales de pared de la tolva β_1 y β_2 , los valores de L_1 , L_2 , β_1 , β_2 , H_u y H_{ls} son asumidos.

$$V_u = \frac{H_u \times (L_1 \times L_2 + L_3 \times L_4 + \sqrt{L_1 \times L_2 \times L_3 \times L_4})}{3}$$

$$L_3 = L_1 + H_u \times \text{Cot} \beta_1$$

$$L_4 = L_2 + 2 \times H_u \times \text{Cot} \beta_2$$

Volumen útil de tolva V_u :

Es el volumen de operación de la tolva considerando una altura libre superior H_{ls} .

$$H_u = H_t - H_{ls}$$

$$V_u = \frac{1}{3} H_u \left(L_1 L_2 + (L_1 + H_u \text{Cot} \beta_1)(L_2 + H_u \text{Cot} \beta_2) + \sqrt{L_1 L_2 (L_1 + H_u \text{Cot} \beta_1)(L_2 + H_u \text{Cot} \beta_2)} \right)$$

Donde:

V_t : Volumen total de tolva (m³)

V_u : Volumen útil de tolva (m³)

V_{pf} : Volumen de diseño de tolva (m³)

V_{tf} : Volumen teorico de tolva (m³)

L_1 : Lado lateral inferior (m)

L_2 : Lado frontal inferior (m)

L_3 : Lado lateral superior (m)

L_4 : Lado frontal superior (m)

H_t : Altura total de tolva (m)

H_{ls} : Altura libre superior (m)

H_u : Altura util de tolva (m)

f_d : Factor de diseño

W_t : Peso por Batch (kg)

ρ_g : Densidad de elemento granulado (kg/m³)

En la **figura2.6-1** se muestra el esquema de dimensiones de la tolva.

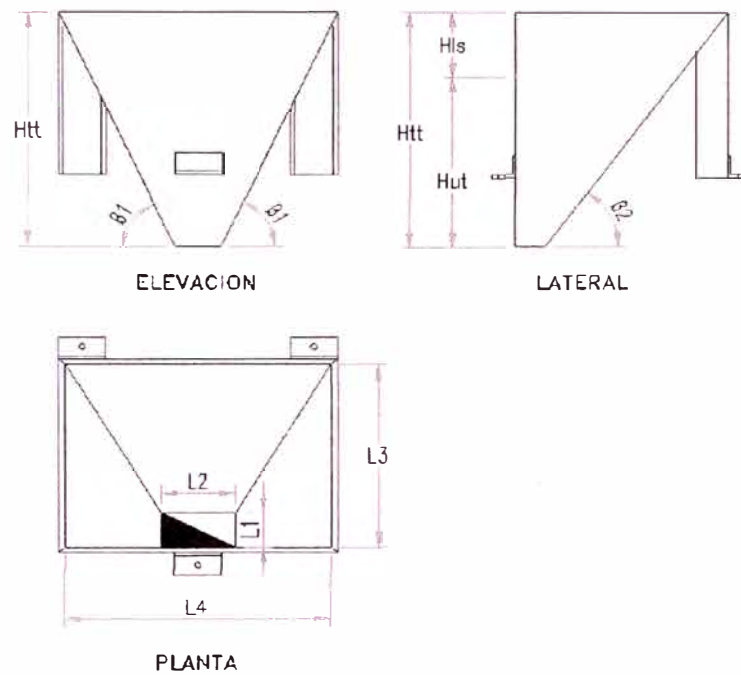


Figura 2.6-1 Esquema de dimensiones

2.7 Selección de Polipasto de cadena con carro de empuje

Los polipastos son elementos mecánicos simples de levante que se utilizan para realizar trabajos de montaje, desmontaje o movimiento de elementos. Los polipastos pueden trabajar en una posición de enganche estático o móvil, los de enganche estático son de trabajo puntual de levante y los móviles son de levante y de desplazamiento que están asociados a carros de empuje manual o de cadena.

Los polipastos de cadena con carro de empuje manual están diseñados para una capacidad de levante que varía entre [250 – 10 000] kg.

2.7.1 Polipasto de cadena

El polipasto manual de cadena por lo general tiene una altura de levante de 3 m con un limitador de sobrecarga para evitar izar cargas que excedan la capacidad nominal y frenos de traba para evitar deslizamiento de

la carga, los esfuerzos de tiro de de cadena que una persona tiene que realizar varían entre [230 – 380] N. El número de ramales de cadena dependen directamente de la capacidad de levante porque la variación del tiro de cadena tiene un rango de variación muy corto (ver Anexo J).

Cuando el polipasto trabaja a bajas temperaturas (0 a -15 °C) la carga de levante nominal disminuye en un 50%.

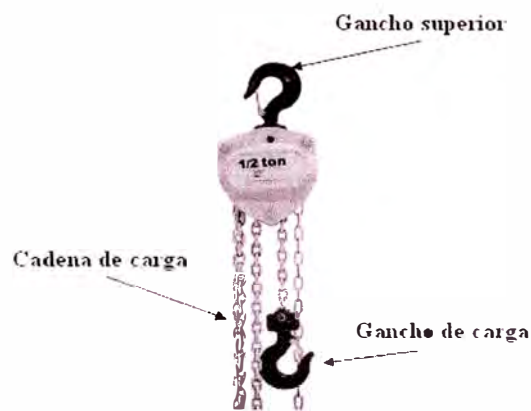


Figura 2.7.1-1 Partes principales de un polipasto

Para determinar la capacidad nominal de levante, primero se multiplica del peso de la pieza más pesada W_{mi} y el factor de carga f_{cp} (se considera el fenómeno de inercia al ascenso o al descenso y el factor de seguridad por sobrecarga) dando como resultado la capacidad teórica de polipasto W_{tp} , luego se toma la capacidad máxima superior con respecto a catálogos de polipasto y se obtiene la capacidad nominal de polipasto W_{np} .

Donde:

$$W_{tp} < W_{np}$$

$$W_{tp} = W_{mi} \times f_{cp}$$

W_{tp} : Capacidad teórica de polipasto (kg)
 W_{np} : Capacidad nominal de polipasto (kg)
 W_{mi} : Peso de máxima pieza (kg)
 f_{cp} : Factor de carga del polipasto

En la Tabla 2.7.1-1 se muestra características del polipasto de cadena, en la tercera columna se muestra el esfuerzo requerido para levantar la carga nominal, en la cuarta columna las pulgadas que recorre la cadena para elevar el gancho de carga 1 metro.

Capacidad kg. [Ton.]	Ramales	Esfuerzo de Tiro de la Cadena ² N [lb.]	Recorrido de la Cadena, Ratio ³	Altura mm. [pulg.]
250 [1/4]	1	235 [53]	17	280 [11]
500 [1/2]	1	240 [54]	33	345 [13.6]
1000 [1]	1	250 [57]	53	376 [14.8]
1500 [1.5]	1	265 [60]	78	442 [17.4]
2000 [2]	1	335 [76]	90	470 [18.5]
3000 [3]	1	372 [84]	106	548 [21.6]
5000 [5]	2	360 [81]	197	688 [27.1]
7500 [7.5]	3	372 [84]	296	688 [27.1]
10000 [10]	4	372 [84]	394	765 [30.1]

Tabla 2.7.1-1 Tabla de selección de polipasto manual de cadena

2.7.2 Carro de empuje

El carro de empuje se complementa con el polipasto para dar a la carga un movimiento horizontal, el polipasto se engancha al carro de empuje y lo utiliza como punto de apoyo.

Los carros de empuje se instalan en la parte interna de una de las alas de una viga que puede ser de tipo S o W. Los carros de empuje tienen rangos de ancho de ala según la capacidad de levante. La capacidad de levante para el carro de empuje varía entre [250 – 5 000] kg.

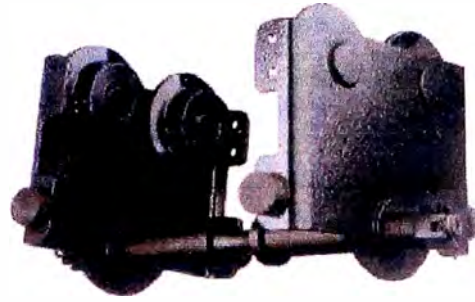


Figura 2.7.2-1 Carro de empuje

En la Tabla 2.7.2-1 se muestra características de los carros de empuje.

Capacidad kg. [Ton.]	Ancho del ala de la Viga mm. [pulg.]	Curva de Radio Mín. pie. [m]
250 [1/4]	50 - 202 [2 - 7.95]	3.28 [1]
500 [1/2]	50 - 200 [2 - 7.88]	3.28 [1]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]	
1000 [1]	65 - 200 [2.56 - 7.88]	3.28 [1]
	200 - 310 [7.88 - 12.2]	
2000 [2]	88 - 200 [3.46 - 7.88]	4.92 [1.5]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]	
3000 [3]	100 - 202 [3.93 - 7.95]	6.56 [2]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]	
5000 [5]	114 - 202 [4.5 - 7.95]	6.56 [2]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]	

Tabla 2.7.2-1 Tabla de selección carro de empuje

2.8 Selección de equipos auxiliares

2.8.1 Selección de Bomba dosificadora:

Generalmente las bombas para dosificación de reactivos son de desplazamiento positivo alternativo, específicamente bombas tipo Diafragma o Bombas tipo Pistón.

Las Bombas de desplazamiento positivo se utilizan para la dosificación de reactivos porque son muy versátiles en la variación de Caudal

de dosificación, el único inconveniente es que generan pulsos de fluido en el bombeo que deben ser suprimidos por sistemas bifásicos aire-fluido que funciona como un amortiguador. Las bombas de desplazamiento positivo son autosebantes, es decir que no necesitan fluido dentro para iniciar su funcionamiento.

Las bombas de desplazamiento positivo se emplean generalmente en dosificación de reactivos químicos, pinturas, solventes, etc. Además el tipo de fluido que bombean puede ser de alta densidad y viscosidad.

En la Tabla 2.8.1-1 se muestra la comparación de características de las bombas mencionadas a mismas condiciones de caudal.

Descripción	Tipo Diafragma	Tipo Pistón
Tipo de accionamiento	<i>Diafragmas</i>	<i>Embolo</i>
Presión de descarga	<i>Menor</i>	<i>Mayor</i>
Generación de pulsos	<i>Regular</i>	<i>Bajo</i>
Tipo de entrega de fluido	<i>Dosificación directa</i>	<i>Dosificación indirecta o para post dilución</i>
Porcentaje de sólidos	<i>Altos</i>	<i>Muy bajos</i>
Regulación de caudal	<i>Regular</i>	<i>Buena</i>
Presión (a mismo caudal)	<i>Regular</i>	<i>Alto</i>

Tabla 2.8.1-1 Características de bombas de desplazamiento

En la tabla 2.8.1-2 se muestra características de las bombas tipo diafragma (Fuente OBL Metering Pumps Mechanical Diaphragm).

Modelo	Retorno	Caudal máx. (l/h)	Característica	Presión
MB	Resorte	155	-	7
MC	Resorte	420	Especial	5
MD	Resorte	520	Especial	5
MLK	Resorte	1100	Especial	3
MLN	Positivo	2000	Especial	4

Tabla 2.8.1-2 Datos de bomba tipo Diafragma

En la tabla 2.8.1-3 se muestra características de las bombas tipo pistón (Fuente OBL Metering Pumps Plunger).

Modelo	Retorno	Caudal máx. (l/h)	Característica	Presión (bar)
RCA	Resorte	300	-	5
RBB	Resorte	300	Especial	4
RCC	Resorte	300	Especial	5
RH	Resorte	620	Especial	3.5
LY	Positivo	400	API 675	6.5
LK	Positivo	1300	API 675	4
LN	Positivo	3800	API 675	3.5
LP	Positivo	5500	API 675	5

Tabla 2.8.1-3 Datos de bomba tipo Pistón

La selección rápida del tipo de bomba se hace según las características de la Tabla 2.8.1-1 y la selección del modelo se realiza en función al caudal de diseño de dosificación.

Donde:

$$Q_{sel} = 1000 \times f_d \times Q_n$$

Q_{sel} : Caudal de selección (l/h)
 f_d : Factor de diseño
 Q_n : Caudal nominal de pre dosificación (m³/h)

2.8.2 Selección de Mezclador estático:

Un mezclador estático es un aparato para conseguir la mezcla de dos fluidos. Los mezcladores estáticos son una solución práctica, económica y eficiente para la mezcla conveniente de fluidos mientras son bombeados.

El fluido se mueve a través del mezclador estático en línea, creando un flujo continuo y homogéneo con baja caída de presión.

La característica principal de los mezcladores estáticos es la ausencia de elementos dotados de movimiento. Se ubican en línea y contienen elementos de mezcla fijos que provocan cambios bruscos de velocidad. Suelen utilizarse en el mezclado de productos químicos y floculación.

En la figura 2.8.2-1 se muestra el proceso de mezcla en el mezclador.

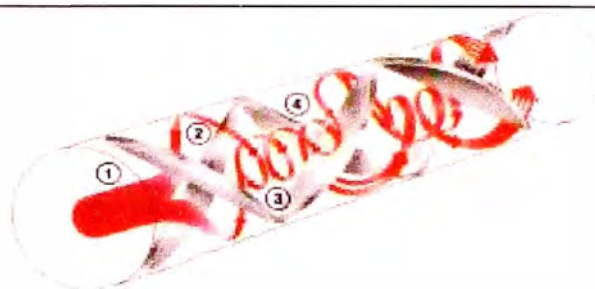


Figura 2.8.2-1 Mezclador estático

1. La bomba empuja el líquido dentro del mezclador.
2. El flujo es cortado y forzado a dirigirse contra las paredes opuestas de la tubería.
3. Un vórtice es creado axialmente en la línea central de la tubería.
4. El vórtice es cortado de nuevo y el proceso ocurre pero en rotación contraria. Esos cambios de rotación, aseguran un producto final homogéneo.

El diámetro de los mezcladores estáticos se selecciona en función al caudal mostrado en la tabla 2.8.2-1.

Diámetro	Longitud	Caudal (GPM)	Caída de presión (psi)
3/4"	6 3/4"	1-12	0.5-8
1"	8"	2-20	0.1-8
1 1/2"	11"	4-45	0.1-8
2"	14"	6-75	0.1-8
3"	20 3/4"	25-160	0.2-8
4"	30"	40-275	0.2-8

Tabla 2.8.2-1 Tabla de características de mezclador estático

Hallamos el caudal de selección Q_{dmez} mediante la siguiente fórmula:

Donde:

Q_{dmez} : Caudal de selección (gpm)

f_d : Factor de diseño

Q_{df} : Caudal de dosificación final (m^3/h)

$$Q_{dmez} = 4.4 \times f_d \times Q_{df}$$

CAPITULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las bocaminas abandonadas con efluentes ácidos y suspensión de sólidos son pasivos ambientales muy contaminantes, la mayor presencia de bocaminas abandonadas se dan en la sierra central de nuestro país, siendo un problema socio económico, económico porque contamina principalmente las aguas que se utilizan para el regadío, piscigranjas, cultivo de vegetales y pastizales para el ganado que generan trabajo a la población circundante, y social porque contamina a los pobladores de las áreas circundante influyendo negativamente en su salud. Las aguas provenientes de bocaminas en el centro del país se caracterizan por tener presencia de sólidos metálicos en suspensión y pH ácidos, para este caso de estudio en particular se tomará como representativo un caudal de 100 l/s de aguas acidas con alta presencia de Hierro (Fe) en suspensión y bajo pH que fluye de una bocamina, en la figura 3-1 se aprecia la muestra de agua contaminada.



Figura 3-1 Muestra de agua

Para que un líquido pueda ser vertido a un efluente debe cumplir ciertas condiciones mínimas permisibles dictadas por Ministerio de Energía y Minas.

En la Tabla 3-1 se muestra las condiciones mínimas permisibles del agua según la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM.

PARAMETRO	VALOR EN CUALQUIER MOMENTO	VALOR PROMEDIO ANUAL
pH	6<pH<9	6<pH<9
Sólidos en suspensión (mg/l)	50	25
Plomo (mg/l)	0.4	0.2
Cobre (mg/l)	1.0	0.3
Zinc (mg/l)	3.0	1.0
Hierro (mg/l)	2.0	1.0
Arsénico (mg/l)	1.0	0.5
Cianuro total (mg/l)	1.0	1.0

Tabla 3-1 Niveles Máximos permisibles de emisión para las unidades minero-metalúrgicas

En la Tabla 3-2 se muestra las principales características contaminantes de la muestra de agua de bocamina.

PARAMETRO	VALOR	VALOR PERMISIBLE
Caudal (l/s)	100	-
pH	4	No cumple
Plomo (mg/l)	<0.010	Cumple
Cobre (mg/l)	<0.003	Cumple
Zinc (mg/l)	0.082	Cumple
Hierro (mg/l)	73.58	No cumple
Arsénico (mg/l)	0.014	Cumple
Cianuro total (mg/l)	No presenta	Cumple

Tabla 3-2 Contaminantes en la muestra

CAPITULO IV

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para que las aguas provenientes de la bocamina cumplan con las condiciones mínimas permisibles se debe emplear una planta de tratamiento de aguas que consistirá básicamente en una planta de preparación y dosificación de lechada de cal para estabilizar el pH, una planta de preparación y dosificación de floculante para generar flóculos y atrapar el Hierro presente, una planta de coagulante para precipitar los flóculos y piscinas de decantación donde se acumula lo precipitado.

Como uno de los principales problemas, aparte de la acidez, es la concentración alta de Hierro, se diseñará una planta de floculante, detalladamente el Sistema de Preparación - Maduración de Floculante. Para complementar y determinar el área física de la planta de floculante también se hará la selección rápida de los equipos del Sistema de Dosificación de floculante.

La presencia de Hierro disuelto es 73.58 mg/ml, la implementación de una planta de tratamiento de agua (con la planta de floculante dentro de ella) llevará la presencia de este Hierro a 2.0 mg/ml (según los límites permisibles), extrayendo 71.58 mg/ml de hierro ósea 7.158 kg/s.

Con los equipos diseñados y seleccionados se realizará el arreglo general de para determinar el área de la instalación que se van a apreciar en los planos GA-001, GA-002 y GA-003.

CAPITULO V

DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS MECANICOS PARA UNA PLANTA DE FLOCULANTE DE 7.2 M³/H DE CAPACIDAD

La planta de floculante tendrá un diseño tradicional con alimentación de floculante granulado mediante una tolva y una preparación mediante un tanque de mezcla. El valor del factor de diseño será de 1.1 dando una contingencia al diseño de 10% extra, por ser un sistema de poca variación de caudal saliente de bocamina.

La concepción de la planta de floculantes según los sistemas tendrán los siguientes equipos (Ver plano FD-001):

Sistema de Preparación –Maduración:

- Tolva de alimentación de floculante granulado
- Tanque mezclador con agitador
- Polipasto de cadena con carro de empuje

Sistema de Dosificación:

- Bomba de desplazamiento positivo
- Mezclador estático

Antes de iniciar los cálculos de diseño y selección de equipos para los dos sistemas de la planta de floculante se necesita datos de partida que son proporcionados en un informe de pruebas a nivel de laboratorio, la Tabla 5-1 muestra los datos de entrada obtenidos de pruebas de laboratorio.

Descripción	Parámetro
Soluto	Floculante
Presentación	Polvo granulado
Tipo	Aniónico
Solvente	Agua
Densidad del Polvo granulado	850 kg/m ³
Temperatura de preparación	16 °C
Viscosidad de inicio de preparación	1 cps
Viscosidad de fin de preparación	300 cps
Viscosidad de dosificación	900 cps
Concentración empleada de floculante	C_t 2 ppm
Dilución de dosificación	D_d 0.01 %
Densidad relativa de preparación	SG ≈ 1

Tabla 5-1 Datos de prueba de laboratorio

Con estos datos de partida se iniciará el desarrollo del diseño y selección, iniciado primero con el balance de flujos, seguidamente con el diseño de los equipos del Sistema de preparación– maduración y finalizando con la selección de equipos de del Sistema de dosificación.

Los datos específicos sobre el floculante utilizado se pueden apreciar en el Anexo F.

5.1 Balance de flujos

El balance de flujos es el que determina las capacidades y caudales dentro de la planta, el número de batch para la planta de floculante será de 2, ósea se harán dos preparaciones durante el día en guardias distintas, una a las 6:00 am y otra a las 6:00 pm. Con los datos líneas arriba se iniciará con el cálculo de los parámetros del balance de flujo.

5.1.1 Cálculo del Flujo másico de floculante \dot{W}_f :

$$\dot{W}_f = \frac{Q_{aa} \times C_f}{1000}$$

$$\dot{W}_f = \frac{100 \times 2}{1000}$$

$$\dot{W}_f = 0.2 \frac{g}{l}$$

5.1.2 Cálculo del Peso por batch W_t :

$$W_t = \frac{24 \times \dot{W}_f}{3.6 \times n}$$

$$W_t = \frac{24 \times 0.2}{3.6 \times 2}$$

$$W_t = 8.64 \text{ kg}$$

5.1.3 Cálculo del Volumen de pre dosificación V_{pd} :

$$V_{pd} = \frac{W_t \times D_p}{10^5 \times SG}$$

$$V_{pd} = \frac{8.64 \times 0.1}{10^5 \times 1}$$

$$V_{pd} = 8.64 \text{ m}^3$$

5.1.4 Cálculo del Tiempo por Batch t_b :

$$t_b = \frac{24}{n}$$

$$t_b = \frac{24}{2}$$

$$t_b = 12 \text{ h}$$

5.1.5 Cálculo del Caudal nominal de pre dosificación Q_n :

$$Q_n = \frac{V_{pd}}{t_b}$$

$$Q_n = \frac{8.64}{12}$$

$$Q_n = 0.72 \frac{m^3}{h}$$

5.1.6 Cálculo del Caudal final de dosificación Q_d :

$$Q_d = \frac{D_p \times Q_n}{D_d}$$

$$Q_d = \frac{0.1 \times 0.72}{0.01}$$

$$Q_d = 7.2 \frac{m^3}{h}$$

5.1.7 Cálculo del Caudal de agua a mezclador estático Q_a :

$$Q_a = Q_d - Q_n$$

$$Q_a = 7.2 - 0.72$$

$$Q_a = 6.48 \frac{m^3}{h}$$

5.1.8 Resumen de Cálculos

En la tabla 5.1.8-1 se muestra el resumen del balance de flujos.

Parámetro		Valor
Flujo másico de floculante	\dot{W}_f	0.2 g/l
Peso por batch:	W_t	8.64 kg
Volumen de pre dosificación:	V_{pd}	8.64 m ³
Tiempo por batch	t	12 h
Caudal nominal de pre dosificación:	Q_n	0.72 m ³ /h
Caudal final de dosificación	Q_d	7.2 m ³ /h
Caudal de agua a mezclador estático	Q_a	6.48 m ³ /h

Tabla 5.1.8-1 Tabla de resumen

5.2 Diseño de tanque para mezcla

El tanque de mezclado será de tipo cilíndrico vertical con cuatro deflectores a 90° cada uno, será abierto asumiendo la poca polución de la zona, además las tuberías serán cédula 40 por ser comerciales.

5.2.1 Cálculo del Diámetro de descarga D_d :

El cálculo es un proceso iterativo, asumimos un diámetro de 1 1/2" y se debe cumplir la condición que la velocidad del flujo sea menor a 2 m/s.

$$\begin{aligned}
 D_i &= D_e - 2 \times \varepsilon & Q_{dd} &= f_d \times Q_n & V_{f2} &= \frac{Q_{dd}}{9 \times \pi \times D_i^2} \times 10^4 \\
 D_i &= 48.3 - 2 \times 3.69 & Q_{dd} &= 1.1 \times 0.72 & V_{f2} &= \frac{0.792}{9 \times \pi \times 45.38^2} \times 10^4 \\
 D_i &= 45.38 \text{ _mm} & Q_{dd} &= 0.792 \text{ _} \frac{m^3}{h} & V_{f2} &= 0.136 \text{ _} \frac{m}{s} < 2.0 \frac{m}{s}
 \end{aligned}$$

5.2.2 Cálculo de la Altura de Sumergencia H_v

$$\begin{aligned}
 H_v &= 5 \times \frac{V_{f2}^2}{2 \times g} \\
 H_v &= 5 \times \frac{0.136^2}{2 \times 9.81} \\
 H_v &\approx 0.005 \text{ _m}
 \end{aligned}$$

5.2.3 Cálculo del Volumen de diseño V_d :

$$\begin{aligned}
 V_d &= V_{pd} \times f_d \\
 V_d &= 8.64 \times 1.1 \\
 V_d &= 9.50 \text{ _} m^3
 \end{aligned}$$

5.2.4 Cálculo del Diámetro teórico de tanque D_{tt} :

Tomamos como premisa inicial $D=H$ estando dentro del rango de condiciones máximas.

$$D_{tt} = \left(\frac{4 \times V_d}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_{tt} = \left(\frac{4 \times 9.5}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_{tt} = 2.296 \text{ _} m$$

El valor del Diámetro nominal de tanque D_{nt} y Altura nominal de tanque H_{nt} son valores muy próximos al Diámetro teórico de tanque D_{tt} y se afinan realizando iteraciones que cumplan que el Volumen útil del tanque V_u sea mayor al Volumen de diseño del tanque V_d .

5.2.5 Cálculo de la Altura nominal de tanque H_{nt} :

Al inicio se tomo como premisa que el diámetro es igual a la altura del tanque, como el Diámetro teórico de tanque D_{tt} es 2.296 m, entonces la altura debe ser un valor cercano.

Como la altura del tanque va asociada a un acho de plancha metálica estructural, de la tabla 2.4.5-1 tomamos el valor de 2.4 m que es cercano al valor del Diámetro teórico de tanque D_{tt} .

$$H_{nt} = 2.4 \text{ _} m$$

5.2.6 Cálculo de la Altura libre superior H_s :

Se toma una altura de 0.25 m para estar por debajo de la parte inferior de la tubería de rebose y poder cubrir salpicaduras por turbulencia.

$$H_s = 0.25 \text{ _} m$$

5.2.7 Cálculo de la Altura libre inferior H_i :

El valor de la altura libre inferior está asociado a la ubicación de la boquilla de descarga del tanque de mezcla.

La ubicación de la boquilla de descarga debe estar más elevada que la boquilla de drenaje, según la norma API 12F Small Welded Production Tanks, la altura de la boquilla de drenaje debe ser de 4" ≈ 0.10 m. Entonces tomamos que la altura libre inferior H_i es de 0.2 m.

$$H_i = 0.20 \text{ _} m$$

5.2.8 Cálculo de la Altura útil de tanque H_u :

$$\begin{aligned} H_u &= H_{nt} - H_v - H_s - H_i \\ H_u &= 2.40 - 0.005 - 0.25 - 0.20 \\ H_u &= 1.945 \text{ _} m \end{aligned}$$

5.2.9 Cálculo del Diámetro nominal de tanque D_{nt} :

La medida de este diámetro se obtiene por un proceso iterativo, con este valor del diámetro se debe cumplir que el Volumen útil del tanque V_u sea mayor al Volumen de diseño V_d .

$$D_{nt} = 2.50 \text{ _} m$$

5.2.10 Cálculo del Volumen útil del tanque V_u :

$$\begin{aligned} V_u &= \frac{\pi \times D_{nt}^2 \times H_u}{4} \\ V_u &= \frac{\pi \times 2.50^2 \times 1.945}{4} \\ V_u &= 9.55 \text{ _} m^3 > V_d = 9.50 \text{ _} m^3 \end{aligned}$$

5.2.11 Cálculo del Volumen de fluido en el tanque V_f :

$$V_f = \frac{\pi \times D_{nt}^2 \times (H_{nt} - H_s)}{4}$$

$$V_f = \frac{\pi \times 2.50^2 \times (2.4 - 0.2)}{4}$$

$$V_f = 10.80 \text{ _} m^3$$

5.2.12 Diámetro de tubería de agua de preparación D_{ap} :

Tomamos un tiempo de llenado de 25 minutos y un diámetro de 4" , se debe cumplir la que la velocidad del flujo sea menor a $2 \frac{m}{s}$.

$$D_i = D_e - 2 \times \varepsilon$$

$$D_i = 114.3 - 2 \times 6.02$$

$$D_i = 102.3 \text{ _} mm$$

$$Q_{la} = \frac{60 \times V_f}{t_{ll}}$$

$$Q_{la} = \frac{60 \times 10.8}{25}$$

$$Q_{la} = 25.92 \text{ _} \frac{m^3}{h}$$

$$V_{f1} = \frac{Q_{la}}{9 \times \pi \times D_{ii}^2} \times 10^4$$

$$V_{f1} = \frac{25.92}{9 \times \pi \times 102.3^2} \times 10^4$$

$$V_{f1} = 0.877 \text{ _} \frac{m}{s} < 2.0 \frac{m}{s}$$

5.2.13 Diámetro nominal de rebose D_{nr} :

Tomamos una relación de llenado de 0.7 y un diámetro de 6" , además se debe cumplir que el caudal evacuado Q_{vd} debe ser mayor que el Caudal de agua de preparación Q_{la} .

$$D_i = D_e - 2 \times \varepsilon$$

$$D_i = 168.3 - 2 \times 7.12$$

$$D_i = 154.1 \text{ _} mm$$

$$H_r = D_i \times r_h$$

$$H_r = 154.1 \times 0.7$$

$$H_r = 107.84 \text{ _} mm$$

$$Q_{ed} = 5465 \times (0.001 \times H_r)^{1.807} \times (0.001 \times D_i)^{0.693} > Q_{la}$$

$$Q_{ed} = 5465 \times (0.001 \times 107.84)^{1.807} \times (0.001 \times 107.84)^{0.693} > Q_{la}$$

$$Q_{ed} = 26.72 \frac{m^3}{h} > Q_{la} = 25.92 \frac{m^3}{h} \quad (\text{cumple})$$

5.2.14 Espesores del tanque:

Se dimensiona según la norma API 650 Welded Steel Tanks for oil Storage, en la Tabla 5.2.14-1 se muestran el material del tanque y sus características.

Descripción	Parámetro
Material	Acero estructural A-36
Esfuerzo por condición de diseño S_d	1 631 kg/cm ²
Esfuerzo por prueba hidrostática S_t	1 751 kg/cm ²
Corrosión admisible CA	16 mm
Dimensiones de plancha	2400x6000 mm x mm

Tabla 5.2.14-1 Características de material del tanque

Iniciamos el cálculo hallando el número de anillos y luego los espesores de caso y base.

$$N_a = \frac{H_{nt}}{h_p}$$

$$N_a = \frac{2.4}{2.4}$$

$$N_a = 1$$

Como el número de anillos es 1 entonces solo se hará un análisis para el caso.

$$t_{cd} = \frac{0.005 \times D_{nt} \times (H_{aa} - 30.48) \times SG}{S_d} + CA$$

$$t_{cd} = \frac{0.005 \times 250 \times (240 - 30.48) \times 1}{1631} + 16$$

$$t_{cd} = 1.761 \text{ mm}$$

$$t_h = \frac{0.005 \times D_{nt} \times (H_{aa} - 30.48) \times SG}{S_t}$$

$$t_h = \frac{0.005 \times 250 \times (240 - 30.48) \times 1}{1751}$$

$$t_h = 1.75 \text{ mm}$$

El mayor espesor obtenido por cálculo es $t_{cd}=1.761$ mm, la Norma API 650 considera un espesor mínimo de plancha en el caso de 4.763 mm $< >$ 3/16", como esta consideración es para combustibles líquidos y no para floculantes es por esto que elegimos el espesor inmediato superior que es 6.35 mm $< >$ 1/4", entonces el espesor nominal de casco t_{nc} es:

$$t_{nc} = 6.35 \text{ mm} < > \frac{1}{4}''$$

Para el cálculo del espesor de la plancha de la base tomamos como espesor de prueba 6.35 mm $< >$ 1/4" porque es el espesor mínimo considerado por la norma API 650:

$$S_{II} = \frac{0.005 \times D_{nt} \times (H_{nt} - 30.48) \times SG}{t_{ph}} < S_t$$

$$S_{II} = \frac{0.005 \times 250 \times (240 - 30.48) \times 1}{6.35} < S_t$$

$$S_{II} = 41.24 \text{ kg/cm}^2 < S_t = 1751 \text{ kg/cm}^2 \text{ (cumple)}$$

Como el esfuerzo de prueba hidrostática es mayor al esfuerzo hidrostático teórico, entonces se deduce que el espesor de plancha de base t_{pb} es:

$$t_{pb} = 6.35 \text{ mm} < > \frac{1}{4}''$$

5.2.15 Resumen de Cálculos

En la tabla 5.2.15-1 se muestra el resumen del Diseño del tanque para mezcla.

Parámetro		Valor
Diámetro de descarga:	D_d	1 1/2''
Altura nominal de tanque	H_{nt}	2.4m
Altura libre superior	H_s	0.25 m
Altura libre inferior	H_i	0.20 m
Altura útil de tanque	H_u	1.945 m
Diámetro nominal de tanque	D_{nt}	2.50 m
Volumen útil del tanque	V_u	9.50 m ³
Diámetro de tubería de agua de preparación	D_{ap}	4''
Diámetro nominal de rebose	D_{nr}	6''
Material	Acero estructural A-36	
Espesor nominal de casco	t_{nc}	1/4''
Espesor de plancha de base	t_{pb}	1/4''

Tabla 5.2.15-1 Tabla de resumen

Los datos obtenidos vienen asociados al Anexo A y son plasmados en los planos GD-001 y GD-002.

5.3 Diseño del Sistema de Agitación

En el proceso de agitación se va a mezclar como soluto el floculante granulado y como solvente el agua, la clasificación del tipo de mezcla es una suspensión Sólido – Líquido. La intensidad de Mezclado es de nivel Suave porque la aplicación es directamente para un tanque de alimentación y preparación, se debe considerar que la agitación para preparación de floculante debe ser de poca intensidad para no romper los flóculos formados en el proceso de preparación.

Para la preparación de floculante se recomienda un impulsor de flujo axial de ángulo variable (hidrofoil) de poco corte y gran flujo, este impulsor se caracteriza por tener 3 paletas, las revoluciones del impulsor para la preparación del floculante varía entre 80 a 90 rpm, para nuestro caso vamos a emplear 87 rpm y un número de caudal de 0.60.

5.3.1 Cálculo del Diámetro nominal del impulsor D_{ni} :

Para la preparación de floculantes el valor de r_f , que es la relación entre el diámetro del impulsor y del tanque, varía entre 0.35 a 0.40, el valor del factor de profundidad es de 0.75 y el factor de mínima sumergencia es de 0.90, entonces. Para determinar el diámetro nominal del impulsor D_{ni} , el diámetro teórico del impulsor D_{ti} se debe aproximar en un número entero en pulgadas (Ver Anexo G).

$$\begin{aligned}
 D_{it} &= D_{ni} \times r_i \approx D_{ni} & D_{if} &= f_{ip} \times D_{ni} \\
 D_{it} &= 2.50 \times 0.4 \approx D_{ni} & D_{if} &= 0.75 \times 1.016 \\
 D_{it} &= 1.0 \text{ m} = 39.37'' & D_{if} &= 0.762 \text{ m} \\
 D_{ni} &= 40'' = 1.016 \text{ m} & &
 \end{aligned}$$

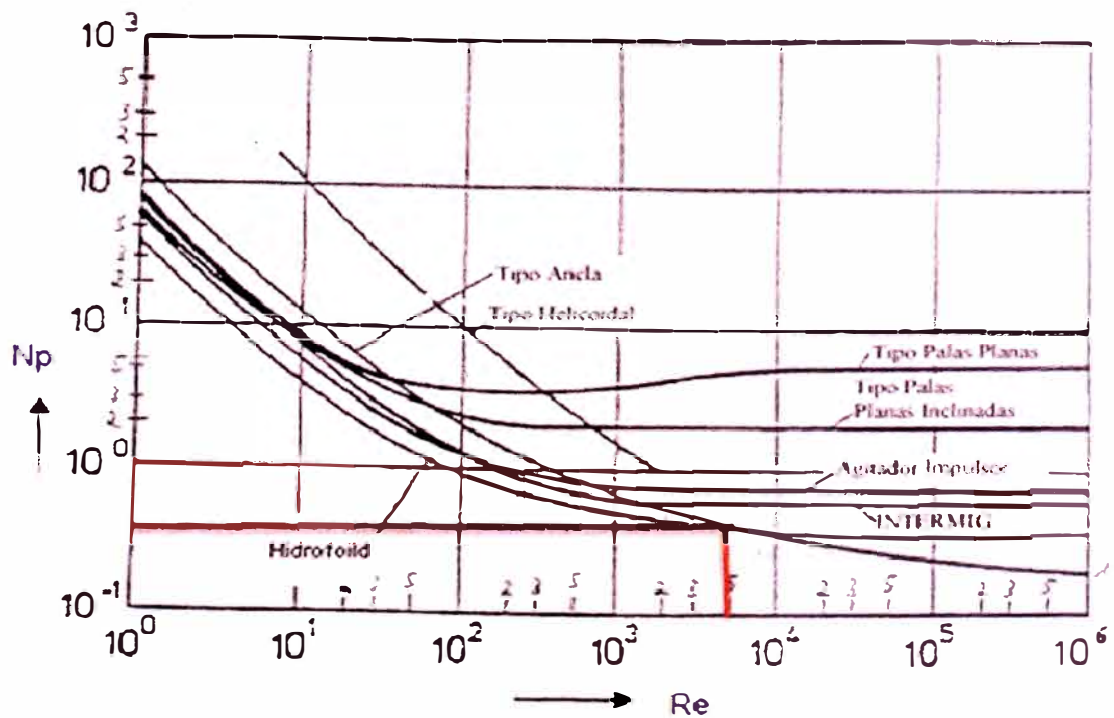
5.3.2 Cálculo de la Potencia del impulsor *BHP* :

Antes debemos hallar el número de Reynolds para poder hallar mediante el grafico el número de potencia N_p , tomaremos la curva del impulsor tipo Hidrofoil.

$$R_e = \frac{N \times SG \times D_{ni}^2 \times 10^6}{60 \times \mu}$$

$$R_e = \frac{87 \times 1.0 \times 1.016^2 \times 10^6}{60 \times 300}$$

$$R_e = 4.99 \times 10^3$$



De la gráfica se obtiene que el número de potencia es 0.3, la ecuación para determinar el consumo de energía por parte del impulsor es:

$$BHP = \frac{D_{ni}^5 \times N_p \times N^3 \times SG}{15.2385 \times 10^{12}}$$

$$BHP = \frac{40^5 \times 0.3 \times 87^3 \times 1}{15.2385 \times 10^{12}}$$

$$BHP = 1.328 \text{ _hp}$$

5.3.3 Cálculo de la Capacidad de bombeo Q_b :

$$Q_b = 7.48 \times N_g \times N \times D_{ni}$$

$$Q_b = 7.48 \times 0.6 \times 87 \times 3.333$$

$$Q_b = 14461 \text{ _GPM} = 3285 \text{ _m}^3/\text{h}$$

$$N_r = \frac{V_{ft}}{Q_b}$$

$$N_r = \frac{10.80}{3285}$$

$$N_r = 304.1 \text{ _recirculaciones / hora}$$

5.3.4 Cálculo del Toque impulsor τ :

$$\tau = \frac{BHP \times 63025}{N}$$

$$\tau = \frac{1.47 \times 63025}{87}$$

$$\tau = 1029.1 \text{ _pulg-lbs} = 108.7 \text{ _Nm}$$

5.3.5 Potencia del motor eléctrico P_m :

Tomamos 82.5% de eficiencia del motor y 95% de eficiencia del reductor. Una vez hallada la potencia teórica del motor eléctrico P_{tm} , se halla la potencia inmediata superior en el Anexo I, y esta es la potencia nominal del motor P_m .

$$P_{tm} = \frac{BHP \times 10^4}{\eta_r \times \eta_m}$$

$$P_{tm} = \frac{1.328 \times 10^4}{95 \times 82.5}$$

$$P_{tm} = 1.69 \text{ hp}$$

$$P_m = 2.0 \text{ hp (estandar según catálogos)}$$

5.3.6 Selección del reductor de velocidad:

El reductor será de ejes paralelos de accionamiento mediante motor eléctrico con velocidad de 1740 rpm, como la preparación del floculante dura 2 horas y se realizan 2 preparaciones por día, el reductor funcionará 4 horas diarias a un régimen uniforme por ser un sistema de agitación. Según la tabla 2.5.9-1 el factor de servicio es de 1.0.

$$P_r = P_m \times fs \quad \tau_r = \tau \times fs \quad i = \frac{N_m}{N}$$

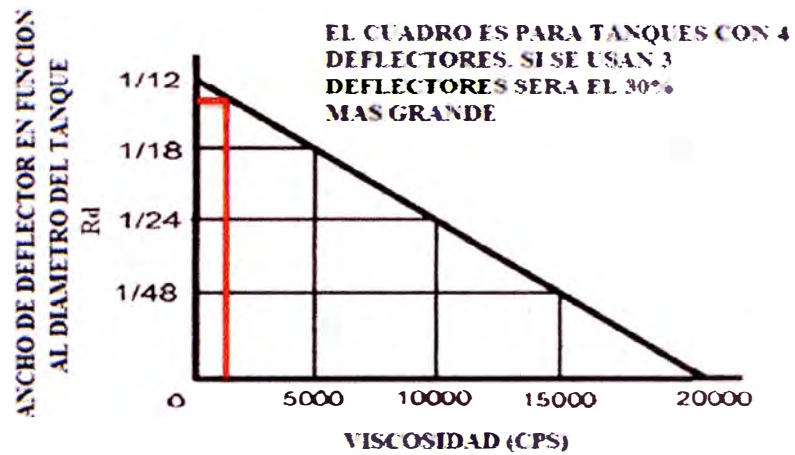
$$P_r = 2.0 \times 1.0 \quad \tau_r = 108.7 \times 1.0 \quad i = \frac{1740}{87}$$

$$P_r = 2.0 \text{ hp} \quad \tau_r = 108.7 \text{ Nm} \quad i = 20$$

5.3.7 Dimensionamiento de deflectores:

Consideraremos 4 deflectores ubicados a 90° cada uno y una separación entre el casco del tanque y el deflector, del siguiente gráfico con

una viscosidad de preparación de 300 cp se obtiene la relación de 1/12 que hay entre el ancho del deflector y el diámetro del tanque.



En los siguientes pasos hallaremos los parámetros geométricos del deflector:

Ancho Nominal de deflector W_{nd}

$$W_{td} = R_d \times D_{nt} \times 10^2 \approx W_{nd}$$

$$W_{td} = \frac{1}{12} \times 2.50 \times 10^2 \approx W_{nd}$$

$$W_{td} = 20.8 \text{ cm} \approx W_{nd}$$

$$W_{nd} = 20.0 \text{ cm}$$

Altura de deflector H_{df}

$$H_{df} = 85\% \times H_{nt}$$

$$H_{df} = 85\% \times 2.40$$

$$H_{df} = 2.04 \text{ m} \approx 2.00 \text{ m}$$

Distancia nominal separación de casco de tanque a deflector D_{nf}

$$D_{df} = \frac{W_{nd}}{3} \approx D_{nf}$$

$$D_{df} = \frac{20}{3} \approx D_{nf}$$

$$D_{df} = 6.7 \text{ cm} \approx D_{nf} = 7.0 \text{ cm}$$

Distancia de base de tanque a parte inferior de deflector H_{fd}

$$H_{fd} = W_{nd}$$

$$H_{fd} = 20 \text{ cm}$$

Fuerza máxima aplicada al deflector F_b

$$F_b = \frac{56800 \times P_n}{2 \times N \times \left(\frac{D_{nt}}{0.0254} - \frac{W_{nd}}{2.54} - 2 \times \frac{D_{nf}}{2.54} \right)}$$

$$F_b = \frac{56800 \times 1.47}{2 \times 87 \times \left(\frac{2.50}{0.0254} - \frac{20.0}{2.54} - 2 \times \frac{7.0}{2.54} \right)}$$

$$F_b = 5.096 \text{ lb} = 22.67 \text{ N}$$

Espesor nominal de deflector E_{nd} :

En nuestro caso vamos a tener 3 soportes para el deflector.

$$E_{td} = \sqrt{\frac{150 \times F_b \times H_{df}}{W_{nd} \times S_f \times (n_s - 1)}} \approx E_{nd}$$

$$E_{td} = \sqrt{\frac{150 \times 5.096 \times 2.0}{20 \times 5000 \times (3 - 1)}} \approx E_{nd}$$

$$E_{td} = 0.087''$$

$$E_{nd} = 0.25'' = \frac{1}{4}''$$

5.3.8 Resumen de Cálculos

En la tabla 5.3.8-1 se muestra el resumen del Diseño del sistema de agitación.

Parámetro	Valor
Modelo de agitador	GX-2
Peso (154 lb)	69.85 kg
Impulsor	
Tipo de impulsor	Hidrofoil
Diámetro nominal del impulsor D_{ni}	40"
Número de paletas	3
Designación	3AL39
Velocidad de rotación N	87 rpm
Número de recirculaciones N_r	304 recir/h
Material	Acero Inox. 316 L
Motor	
Potencia P_m	2 hp
Eficiencia η_m	82.5%
Velocidad N_m	1740 rpm
Peso	21.3 kg
Reductor de velocidad	
Factor de servicio f_s	1
Régimen de funcionamiento	Uniforme
Accionamiento	eléctrico
Potencia P_r	2 hp
Eficiencia η_r	95.0%
Velocidad N_m	1740 rpm
Torque del reductor τ_r	108.7 Nm
Ratio de velocidades i	20
Peso	48.55 kg
Deflector	
Número de deflectores	4
Separación angular	90°
Material	Acero carbono A36
Ancho de deflector W_{nd}	20 cm
Altura de deflector H_{dt}	2.0 m
Espesor nominal de deflector E_{nd}	1/4"

Tabla 5.3.8-1 Tabla de resumen

Los datos del Modelo GX-2 se muestran en el Anexo H.

5.4 Diseño la tolva

Para nuestro caso la tolva debe contener como mínimo el peso por batch de 8.64 kg con una densidad de 850 kg/m³, además debemos cumplir la siguiente desigualdad $V_u > V_{ut} > V_{pf}$.

Volumen teórico de tolva V_{yf} :

$$V_{yf} = \frac{W_t}{\rho_g}$$

$$V_{yf} = \frac{8.64}{850}$$

$$V_{yf} = 0.01016 \text{ m}^3$$

Volumen de diseño de tolva V_{pf} :

$$V_{pf} = f_d \times V_{yf}$$

$$V_{pf} = 1.25 \times V_{yf}$$

$$V_{pf} = 0.127 \text{ m}^3$$

Volumen total de tolva V_u :

$$L_3 = L_1 + H_u \times \text{Cot} \beta_1 \qquad L_4 = L_2 + 2 \times H_u \times \text{Cot} \beta_2$$

$$L_3 = 0.025 + 0.7 \times \text{Cot} 60 \qquad L_4 = 0.05 + 2 \times 0.7 \times \text{Cot} 75$$

$$L_3 = 0.429 \text{ m} \qquad L_4 = 0.425 \text{ m}$$

$$V_u = \frac{H_u \times (L_1 \times L_2 + L_3 \times L_4 + \sqrt{L_1 \times L_2 \times L_3 \times L_4})}{3}$$

$$V_u = \frac{0.7 \times (0.025 \times 0.05 + 0.429 \times 0.425 + \sqrt{0.025 \times 0.05 \times 0.429 \times 0.425})}{3}$$

$$V_u = 0.464 \text{ m}^3$$

Volumen útil de tolva V_{ut} :

Tomamos el valor de altura libre superior de 0.25 m.

$$H_{ut} = H_u - H_{ls}$$

$$H_{ut} = 0.70 - 0.25$$

$$H_{ut} = 0.45 \text{ _m}$$

$$V_{ut} = \frac{H_{ut} \left(L_1 L_2 + (L_1 + H_{ut} \cot \beta_1)(L_2 + H_{ut} \cot \beta_2) + \sqrt{L_1 L_2 (L_1 + H_{ut} \cot \beta_1)(L_2 + H_{ut} \cot \beta_2)} \right)}{3}$$

$$V_{ut} = 0.1415 \text{ _m}^3$$

Entonces cumplimos la desigualdad $V_u > V_{ut} > V_{pf}$ porque
 $0.464 > 0.1415 > 0.127$

Los valores son extraídos del Anexo B y las dimensiones geométricas están reflejadas en el plano GD-003 y GD-004.

5.5 Selección de Polipasto de cadena con carro de empuje

5.5.1 Polipasto de cadena

En el plano GA-002 se muestra la distribución de los equipos, donde se puede apreciar que el polipasto debe izar el bloque del mecanismo de agitación y según la tabla 5.3.8-1, el peso bloque es de 154 lb \simeq 69.85 kg.

$$W_{ip} = W_{mi} \times f_{cp}$$

$$W_{ip} = 69.85 \times 1.5$$

$$W_{ip} = 104.8 \text{ _kg}$$

Con la Tabla 2.7.1-1 seleccionamos la capacidad de 250 kg como la capacidad nominal de polipasto W_{np} que sería el valor inmediato superior de la capacidad teórica W_{ip} de 104.8 kg

$$W_{np} = 250 \text{ _kg}$$

En la Tabla 5.5.1-1 se muestra características de polipastos de cadena seleccionado

Parámetro	Valor
Modelo del polipasto	RMII-250
Capacidad de levante W_{np}	250 kg
Ramales	1
Esfuerzo de Tiro de la Cadena	235 N
Altura de izaje	4.7 m

Tabla 5.5.1-1 Características de polipasto seleccionado

5.5.2 Carro de empuje

El carro de empuje es seleccionado en función a la capacidad del polipasto.

En la Tabla 5.5.2-1 se muestra características del carro de empuje seleccionado.

Parámetro	Valor
Modelo carro	RPT-250
Capacidad	250 kg
Accionamiento	Empuje
Radio de giro mínimo	1 m
Tipo de recorrido	Monoviga
Tipo de viga de rodadura	S 4x7.7
Ancho de ala	2.663"
Recorrido	7.2 m

Tabla 5.5.2-1 Características de polipasto seleccionado

Los valores calculados guardan concordancia con el Anexo C, las características del Modelo RMII-250 y RPT-250 se pueden apreciar en el Anexo J y las características del tipo de viga están en el Anexo K.

5.6 Selección rápida elementos de Sistema de dosificación de floculante

5.6.1 Selección de Bomba dosificadora:

La bomba dosificadora para floculante será de tipo pistón porque se va a realizar una post dilución en un mezclador estático y además se requiere presión para poder ingresar al mezclador estático.

$$Q_{sel} = 1000 \times f_d \times Q_n$$

$$Q_{sel} = 1000 \times 1.1 \times 0.72$$

$$Q_{sel} = 792 \frac{l}{h}$$

Con la tabla 2.8.1-3 seleccionamos la bomba pistón Modelo LK, pues tiene un caudal máximo de dosificación de 1300 l/h que es el caudal inmediato superior al caudal nominal de pre dosificación de 792 l/h.

En la tabla 5.6.1-1 se muestra las características de la bomba tipo pistón modelo LK (Fuente OBL Metering Pumps Modelo LK Plunger).

Caudal l/h	30	48	62	90	165	250	550	850	1000	1300
Presión máx.	100	90	80	70	35	25	12	7	6	4

Tabla 5.6.1-1 Datos de bomba tipo Pistón

En la tabla 5.6.1-2 se muestra características de la bomba seleccionada

Parámetro	Valor
Modelo	LK-1300
Tipo	Pistón
Servicio	Inyección polímero
Tipo de entrega	Post dilución
Caudal nominal	Q_n 792 l/h
Presión nominal (interpolando)	11 bar
Diámetro de succión	$1\frac{1}{2}$ "
Diámetro de descarga	$1\frac{1}{2}$ "

Tabla 5.6.1-2 Características de la bomba seleccionada

Los valores calculados guardan relación con el Anexo D y las características del modelo LK-1300 se encuentran en el Anexo L.

5.6.2 Selección de Mezclador estático:

El caudal de selección del mezclador estático es el caudal de dosificación final de $7.2 \text{ m}^3/\text{h}$, que es la suma del caudal de pre dosificación que proviene de la bomba ($0.72 \text{ m}^3/\text{h}$) y el caudal de agua fresca ($6.48 \text{ m}^3/\text{h}$), entonces:

$$Q_{dmez} = 4.4 \times f_d \times Q_{df}$$

$$Q_{dmez} = 4.4 \times 1.1 \times 7.2$$

$$Q_{dmez} = 34.87 \text{ _GPM}$$

Con el valor del caudal de selección Q_{dmez} de 34.87 GPM y la Tabla 2.8.2-1 seleccionamos el mezclador estático de diámetro 1 ½”.

En la tabla 5.6.2-1 se muestra características del mezclador estático seleccionado.

Parámetro	Valor
Modelo	CPS-015
Material	PVC
Servicio	Inyección polímero
Caudal nominal	Q_{dmez} 34.8 GPM
Longitud	11”
Caída de presión máxima	8 psi
Caudal máximo	45 GPM
Caudal mínimo	44 GPM
Diámetro	1 ½”

Tabla 5.6.2-1 Características de la bomba seleccionada

Los valores de selección van de acuerdo al Anexo E y las características del modelo CPS-015 se encuentran en el Anexo M.

5.7 Criterios del arreglo mecánico

Los arreglos mecánicos se realizarán con los siguientes criterios:

- Cobertura superior contra la lluvia.
- Muro perimetral de contención de 0.2 m de altura.
- Los pisos tendrán una pendiente de 1% por considerarse al floculante como un líquido no decantable que puede ser manguereado.
- Se dispone de una canaleta y sumidero contra derrames.
- Los manhole de los tanques deben ser orientados a zonas accesibles.
- La escalera de acceso tendrá un ancho neto de 1.0 m, descansos de 1.0 m de largo, paso de 30 cm y un contrapaso de 18 cm.
- El eje vertical del agitador y del tanque deben coincidir, así como la viga del polipasto con carro de empuje debe pasar sobre los ejes de los agitadores y poder retirarlos fuera en caso de mantenimiento.
- Se debe destinar un área de almacenamiento de 18 bolsas de floculante dentro del área de la planta de floculante que darán una contingencia de 50 días.
- Se debe considerar una ducha lavaojos de emergencia para algún accidente relacionado con el reactivo.
- Las barandas tendrán una altura mínima de 1.1 m y rodearan cualquier nivel que supere los 1.2 m de altura con respecto al suelo.
- La descarga de la tolva debe estar dentro de la abertura superior del tanque.
- La ubicación del mezclador estático debe estar cerca del lugar de dosificación.

CAPITULO VI

LISTADO DE EQUIPOS MECANICOS

En la tabla 6-1 se muestra el metrado de equipos mecánicos.

TAG	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	DIMENSIONES (m)	POTENCIA (hp)
TK-001	Tanque preparación floculante	9.55 m ³	Ø 2.5 x H 2.4	-
TK-002	Tanque preparación floculante	9.55 m ³	Ø 2.5 x H 2.4	-
AG-001	Agitador tanque preparación floculante		H 2.58	2
AG-001	Agitador tanque preparación floculante		H 2.58	2
CH-001	Tolva alimentación floculante	14.15 l	0.695 x 0.45 x 0.445	-
CH-002	Tolva alimentación floculante	14.15 l	0.695 x 0.45 x 0.445	-
TC-001	Tecla monorriel planta floculante	0.25 t	Recorrido 7.2 m	-
BD-001	Bomba dosificadora floculante	0.72 m ³ /h	0.365 x 0.457 x 0.465	2
BD-002	Bomba dosificadora floculante	0.72 m ³ /h	0.365 x 0.457 x 0.465	2
MX-001	Mezclador estático	7.2 m ³ /h	0.28	-

Tabla 6-1 Metrado de equipos mecánicos

CONCLUSIONES

1. La implementación de plantas de floculante como parte de una planta de tratamiento de aguas es una solución al problema de los efluentes de bocamina y pueden resolver el problema socioeconómico de la población aguas abajo del efluente, promoviendo el progreso mediante la implementación de actividades relacionadas con la utilización del agua ya tratada.
2. La selección de un impulsor tipo Hidrofoil de poco corte y gran caudal garantiza mayor eficiencia del floculante porque durante la preparación no se produce la ruptura de los primeros enlaces, además el bajo consumo de energía considerando que tiene el menor número de potencia que cualquier otro impulsor.
3. La bomba dosificadora debe ser de desplazamiento positivo pues evita la ruptura de los enlaces formados por el floculante durante la maduración.
4. La utilización de mezcladores estáticos garantiza el sub dimensionamiento de los equipos de preparación y dosificación, pues el volumen de diseño del tanque es inversamente proporcional a la dilución de dosificación que tiene valores que varían entre $<0.05-0.01>$ %.
5. EL valor final de presencia de Hierro disuelto será de 2.0 mg/ml, pudiendo decantar 7.158 kg de Hierro sólido.

BIBLIOGRAFÍA

- Hayward Gordon, General design criteria, Canada 1998, 1era Edición.
- Hayward Gordon, Water & Wastewater treatment applications, Canada 1998, 1era Edición.
- American Petroleum Institute, Welded Steel Tanks for Oil Storage API 650, USA 1998, 10ma Edición
- American Petroleum Institute, Shop Welded Tanks for Storage of Production, Liquids API 12F, USA 1968, 6ta Edición
- Adolfo Núñez Fernández, Decantación y clarificación. Floculantes. Ensayos.
- Universidad del Cauca, Estudio y patronamiento de vertederos.

LISTADO DE PLANOS

El informe contiene la siguiente relación de planos:

Código	Título
FD-001	Planta de floculante - Diagrama de flujo
GA-001	Planta de floculante – Arreglo mecánico - Nivel 0 y 1
GA-002	Planta de floculante – Arreglo mecánico - Elevación
GA-003	Planta de floculante – Arreglo mecánico – Lateral y Eje 2
GD-001	Planta de floculante – Detalle mecánico – Tanque preparación floculante TK-001
GD-002	Planta de floculante – Detalle mecánico – Tanque preparación floculante TK-002
GD-003	Planta de floculante – Detalle mecánico – Tolva alimentación. Floculante CH-001
GD-004	Planta de floculante – Detalle mecánico – Tolva alimentación. Floculante CH-002

LISTADO DE ANEXOS

El informe contiene la siguiente relación de anexos:

Código	Título
Anexo A	Memoria de Cálculo - Cálculo de tanque de mezclado y agitador
Anexo B	Memoria de Cálculo – Cálculo de tolva de alimentación
Anexo C	Memoria de Cálculo – Polipasto de cadena con carro de empuje
Anexo D	Memoria de Cálculo –Selección bomba de dosificación
Anexo E	Memoria de Cálculo –Selección de mezclador estático
Anexo F	Hoja de Datos de floculante GODOFLOC HE- 8721 - AKVO
Anexo G	Impulsor Hidrofoil A-510 - LIGHTNIN
Anexo H	Agitador GX-2 - HAYWARD GORDON LTD
Anexo I	Catálogo de motores de baja tensión - WEG
Anexo J	Productos Manuales EZ Lift – R & M MATERIALS HANDLING
Anexo K	Manual of Steell Construction - AISC
Anexo L	Plunger metering pumps - Serie L - OBL Metering Pumps
Anexo M	Estándar CPS Series – KOMAX SYSTEMS INC.

PLANOS

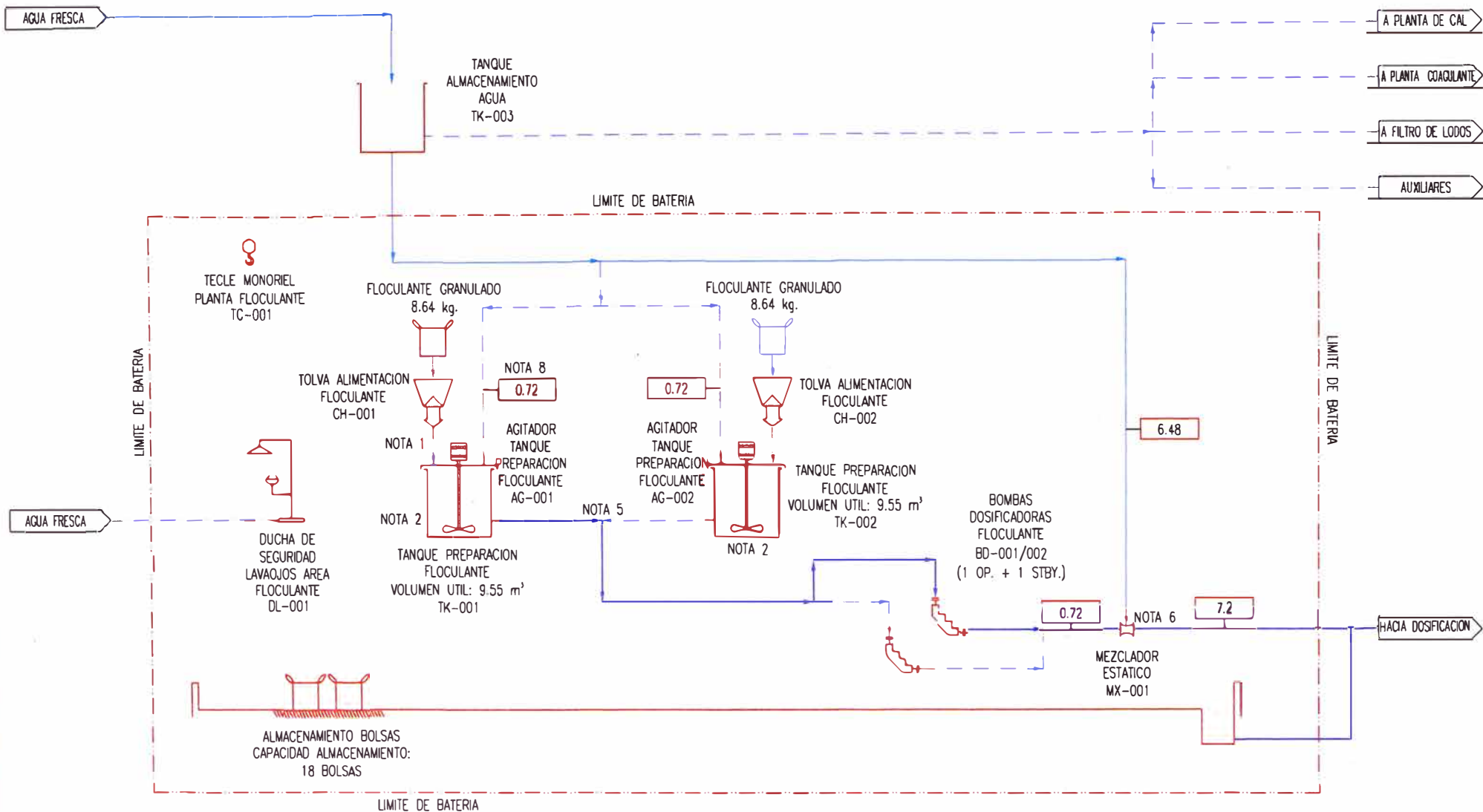


DIAGRAMA DE FLUJO -- PLANTA FLOCULANTE

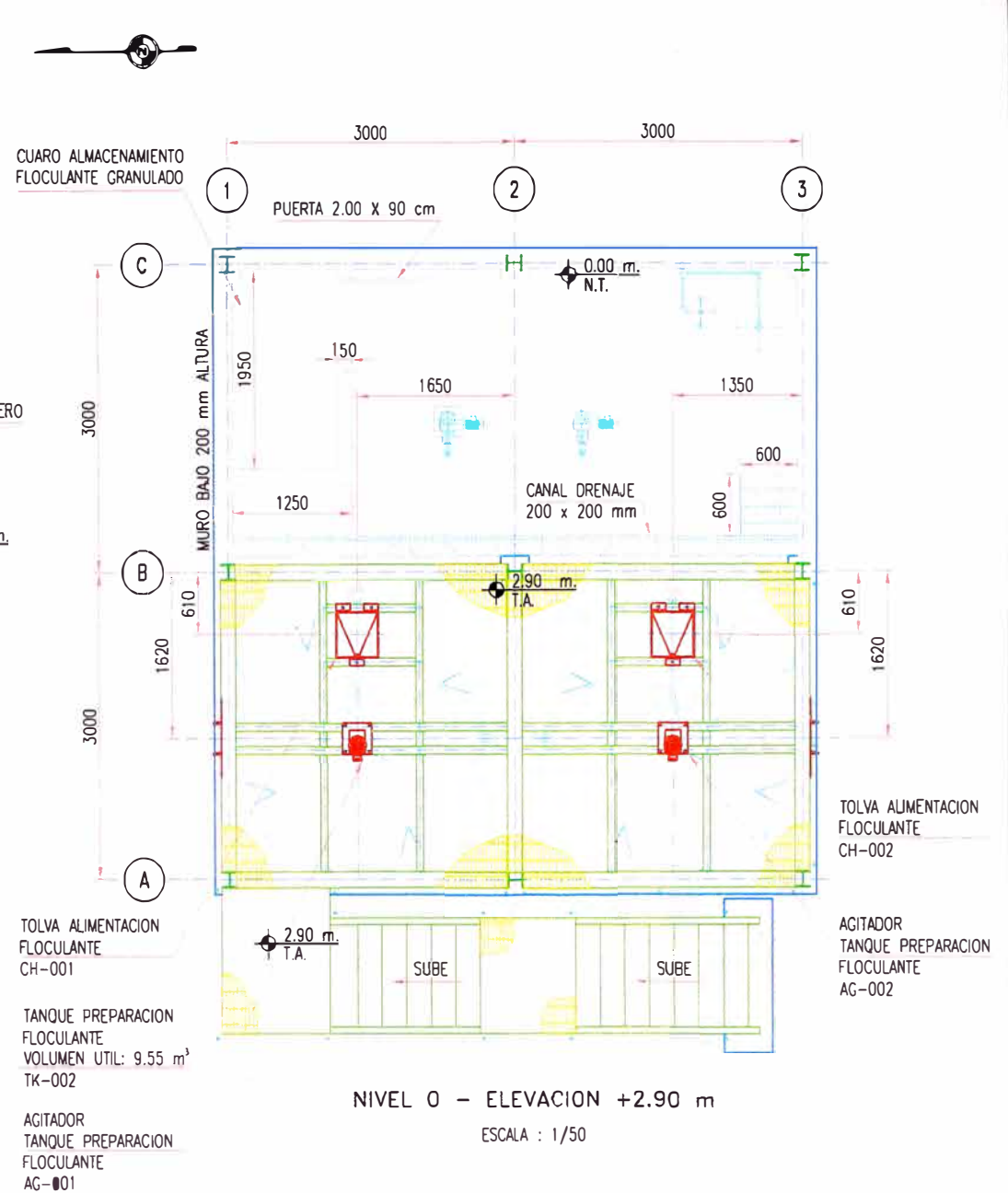
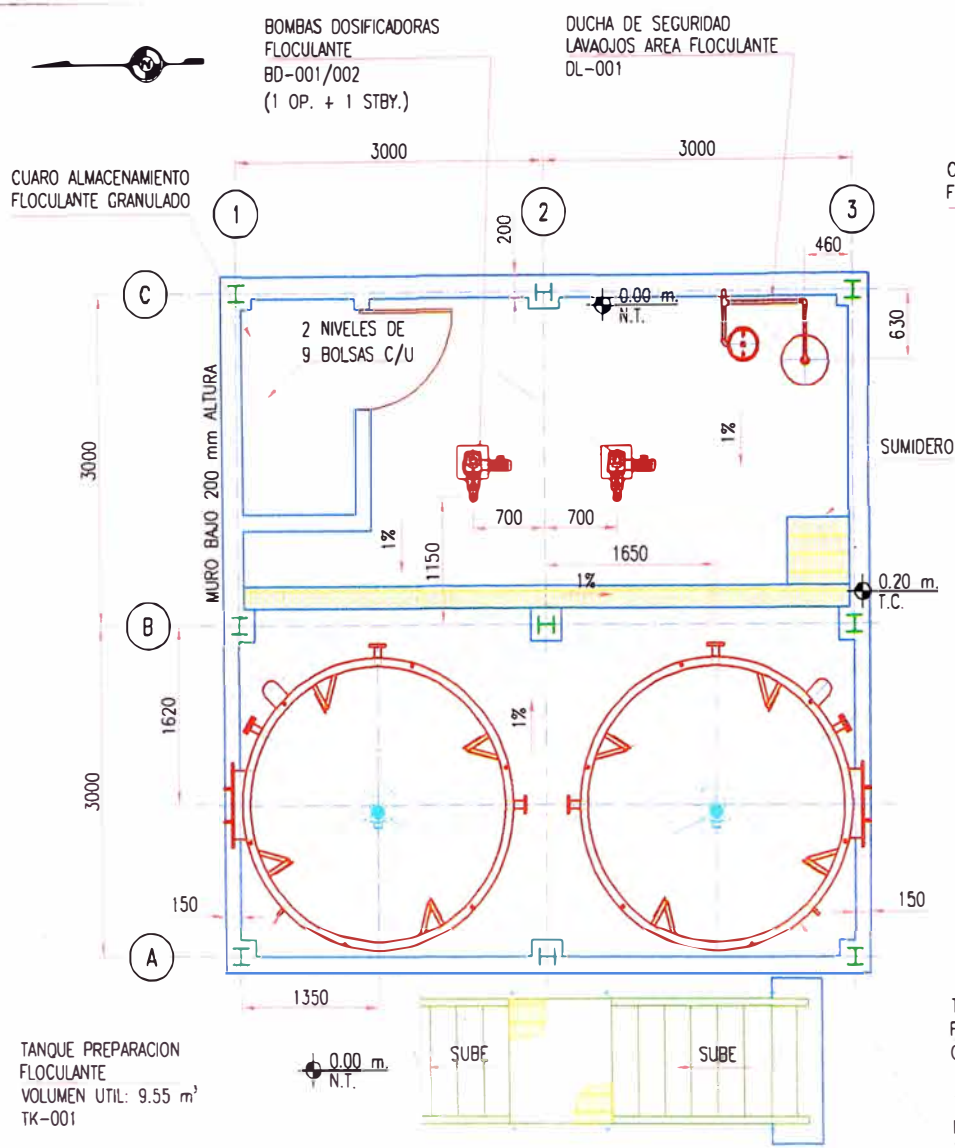
NOTAS:

1. DOSIFICACION	: 2 ppm.
2. TIEMPO PREPARACION	: 2 h.
3. FACTOR DISEÑO	: 1.15
4. TIEMPO DOSIFICACION	: 24 hrs.
5. DILUCION 1	: 0.1 %
6. DILUCION 2	: 0.01 %
7. CAPACIDAD ALMACEN.	: 12 h.
8. TIEMPO DE LLENADO	: 20 min

FLUJOS	CAUDAL
LINEA PRIMARIA	— (Solid Blue)
LINEA SECUNDARIA	— (Dashed Blue)
INTERMITENTE	— (Dotted Blue)

m³/h

DISEÑO : JORGE GARCIA	XI UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULO
DIBUJO : JORGE GARCIA		DIAGRAMA DE FLUJO
REVISO : JORGE GARCIA	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PLANTA DE
ESCALA : SIN ESCALA		FLOCULANTE
FECHA : 11/12/10		PLANO N°: FD-001



LEYENDA

T.A. TOPE DE ACERO
T.C. TOPE DE CONCRETO
N.T. NIVEL DE TERRENO

DISEÑO : JORGE GARCIA

DIBUJO : JORGE GARCIA

REVISO : JORGE GARCIA

ESCALA : 1/50

FECHA : 11/12/10

XI UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

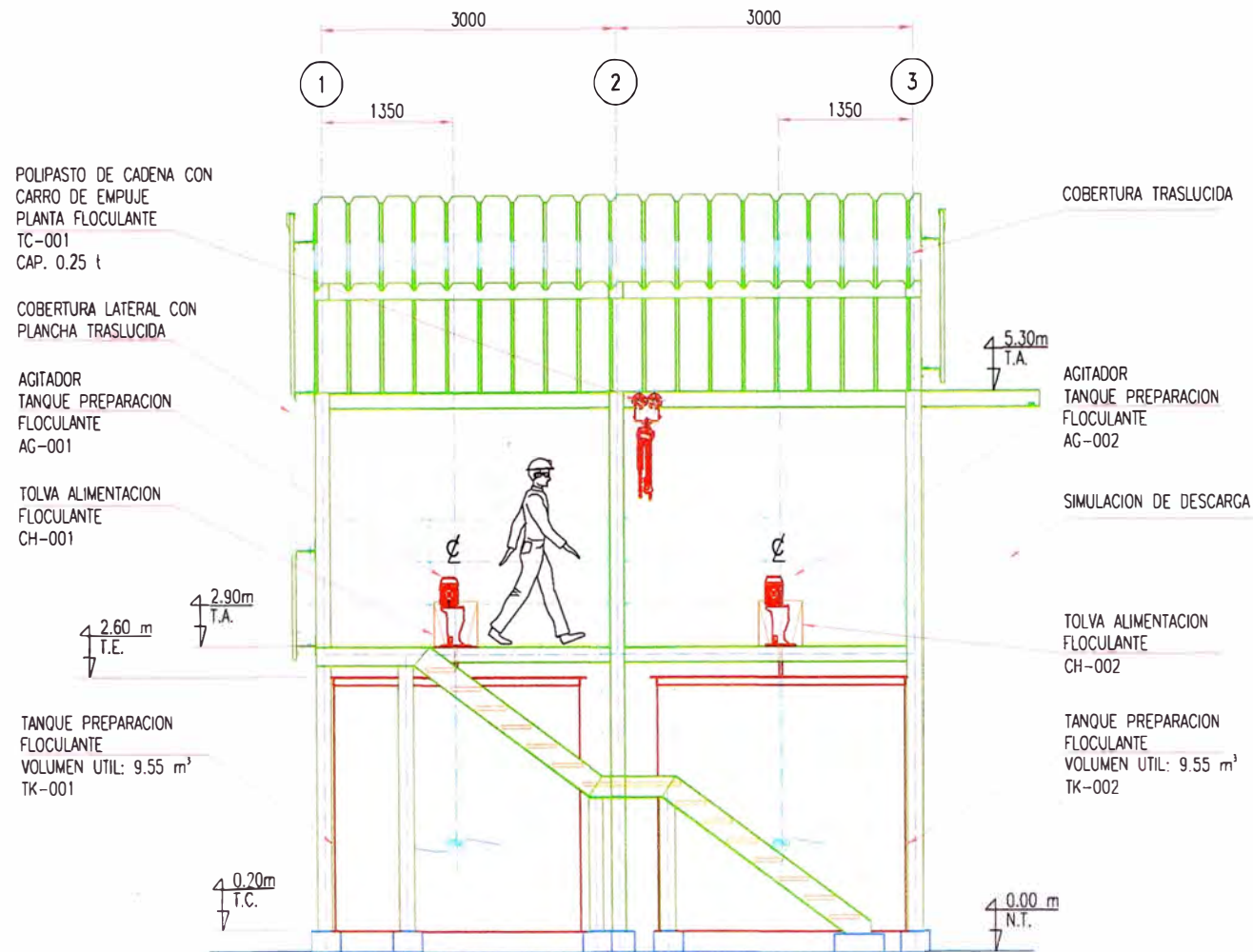
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO

PLANTA DE FLOCULANTE MECANICO NIVEL 0 Y 1

PLANO N°:

GA-001



ELEVACION
ESCALA : 1/50

LEYENDA
T.A. TOPE DE ACERO
T.C. TOPE DE CONCRETO
N.T. NIVEL DE TERRENO
T.E. TOPE DE EQUIPO

DISEÑO : JORGE GARCIA
DIBUJO : JORGE GARCIA
REVISO : JORGE GARCIA
ESCALA : 1/50
FECHA : 11/12/10

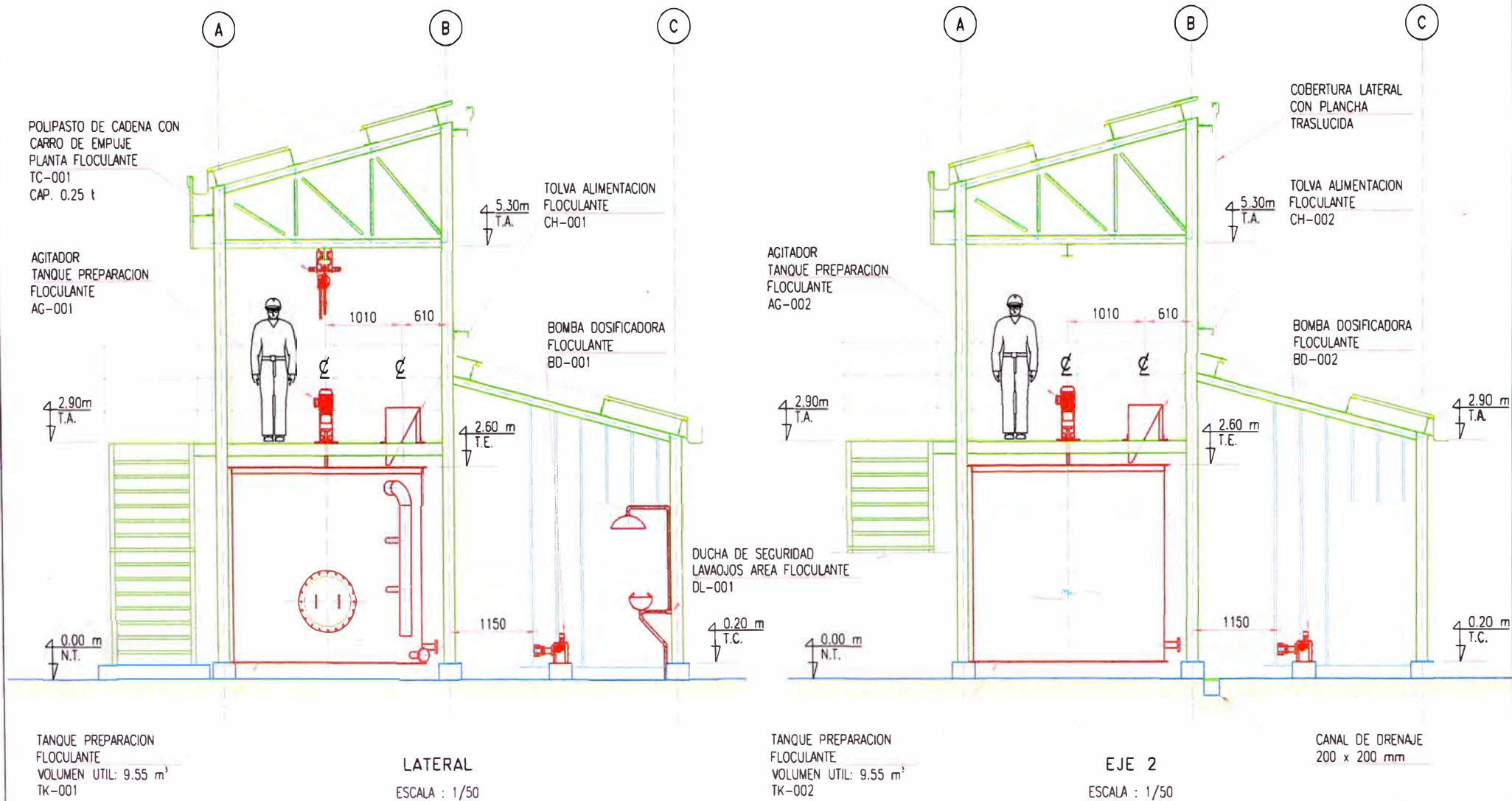


UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA
MECANICA

TITULO
PLANTA DE FLOCULANTE
MECANICO
ELEVACION

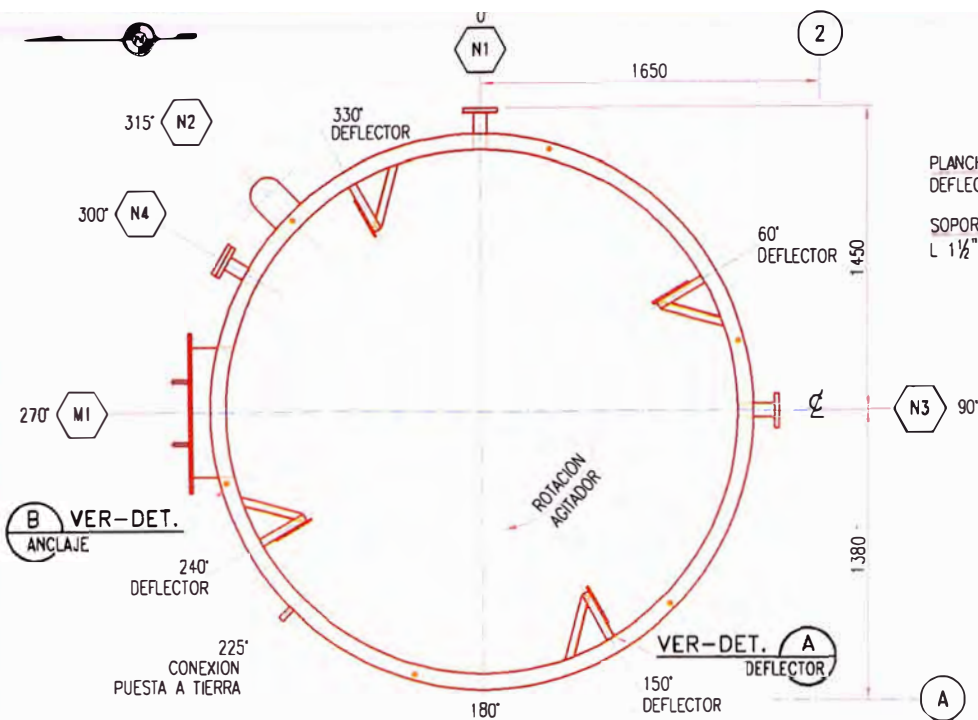
PLANO N°: CA-002



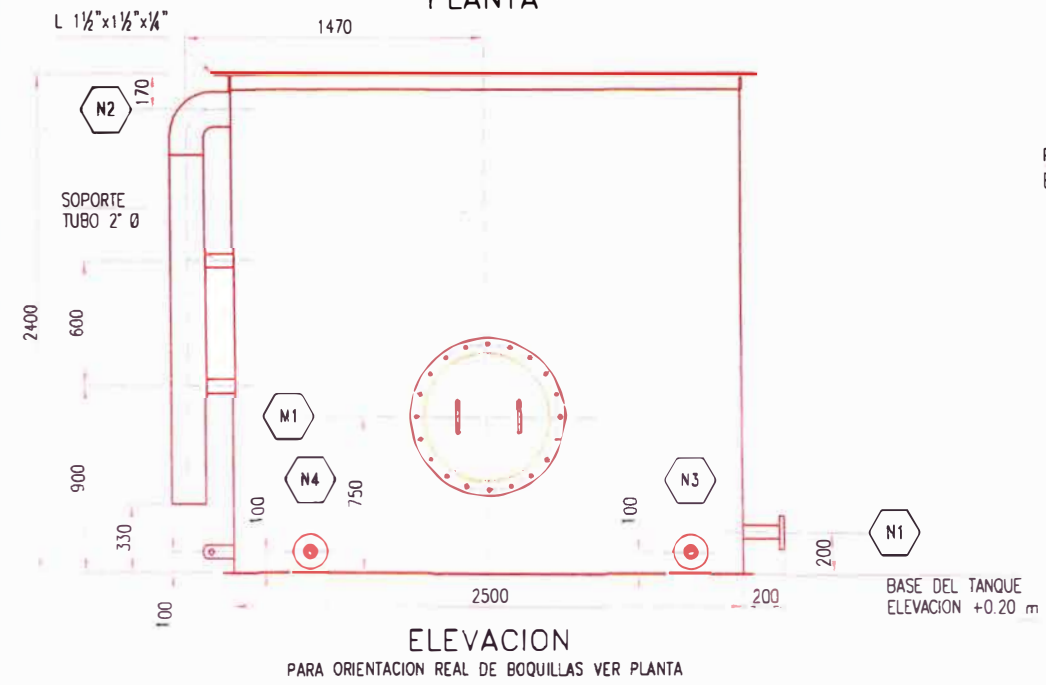
LEYENDA

- T.A. TOPE DE ACERO
- T.C. TOPE DE CONCRETO
- N.T. NIVEL DE TERRENO
- T.E. TOPE DE EQUIPO

DISERO : JORGE GARCIA	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULO PLANTA DE FLOCULANTE MECANICO LATERAL Y EJE 2
DIBUJO : JORGE GARCIA		
REVISO : JORGE GARCIA		
ESCALA : 1/50	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PLANO N°: GA-003
FECHA : 11/12/10		



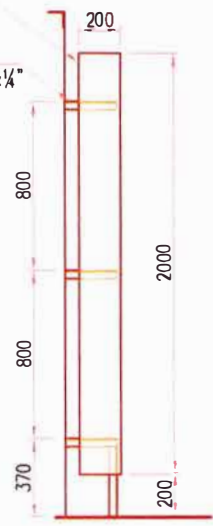
PLANTA



ELEVACION

PARA ORIENTACION REAL DE BOQUILLAS VER PLANTA

PLANCHA DEFLECTORA
SOPORTE
L 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4"

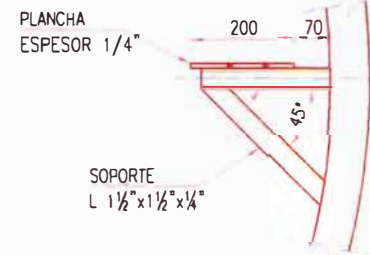


ELEVACION
DETALLE A

6 PERNOS DE ANCLAJE
IGUALMENTE ESPACIADOS
CIRCULO DE PERNOS EN
2600 mm DE DIAMETRO



DETALLE B
SIN ESCALA



DETALLE A
SIN ESCALA

DATOS GENERALES

DESCRIPCION:	TANQUE PREPARACION FLOCULANTE
VOLUMEN UTIL:	9.55 m ³
TAG:	TK-001
CONTENIDO:	FLOCULANTE AL 0.1%
PESO ESPECIFICO:	1
DIAMETRO:	2500 mm
ALTURA:	2400 mm

NOTAS

- EL MATERIAL ES ACERO A-36.
- PLANCHA DE CASCO Y BASE DE 1/4" ESPESOR.
- EL TANQUE DEBE TENER 3 CAPAS DE PINTURA.
 - PINTURA ANTICORROSIVA 40 micras.
 - PINTURA BASE EPOXICA 40 micras.
 - PINTURA EPOXICA DE 50 micras.

M1	24"	API 650	PASO DE HOMBRE
N4	1 1/2"	150	DRENAJE
N3	1 1/2"	150	INTERCONEXION TANQUES
N2	6"	150	REBOSE
N1	1 1/2"	150	SUCCION DE BOMBA
MARCA	DIAM.	CLASE	SERVICIO

DISEÑO : JORGE GARCIA
 DIBUJO : JORGE GARCIA
 REVISO : JORGE GARCIA
 ESCALA : 1/25
 FECHA : 11/12/10



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

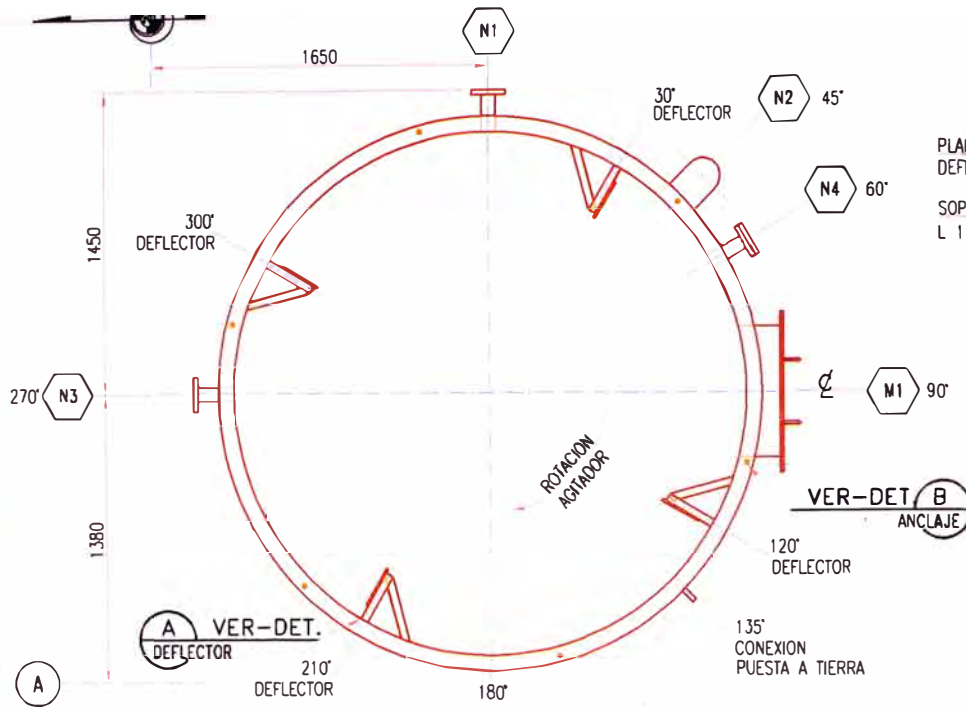
TITULO
 PLANTA DE FLOCULANTE
 DETALLE MECANICO
 TANQUE PREPARACION FLOCULANTE TK-001
 PLANO N°: CD-001 GU-001

DAIOS GENERALES

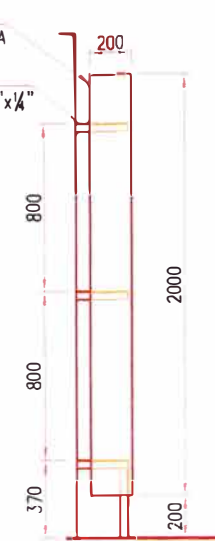
DESCRIPCION:	TANQUE PREPARACION FLOCULANTE
VOLUMEN UTIL:	9.55 m ³
TAG:	TK-002
CONTENIDO:	FLOCULANTE AL 0.1%
PESO ESPECIFICO:	1
DIAMETRO:	2500 mm
ALTURA:	2400 mm

NOTAS

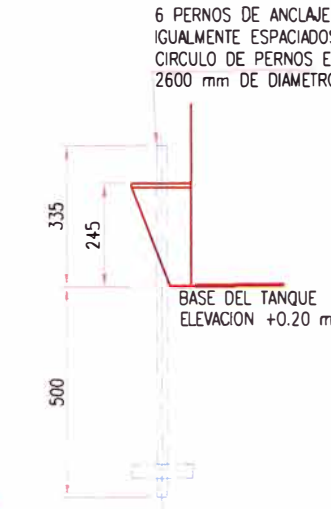
- 1.- EL MATERIAL ES ACERO A-36.
- 2.- PLANCHA DE CASCO Y BASE DE 1/4" ESPESOR.
- 3.- EL TANQUE DEBE TENER 3 CAPAS DE PINTURA.
 - a.- PINTURA ANTICORROSIVA 40 micras.
 - b.- PINTURA BASE EPOXICA 40 micras.
 - c.- PINTURA EPOXICA DE 50 micras.



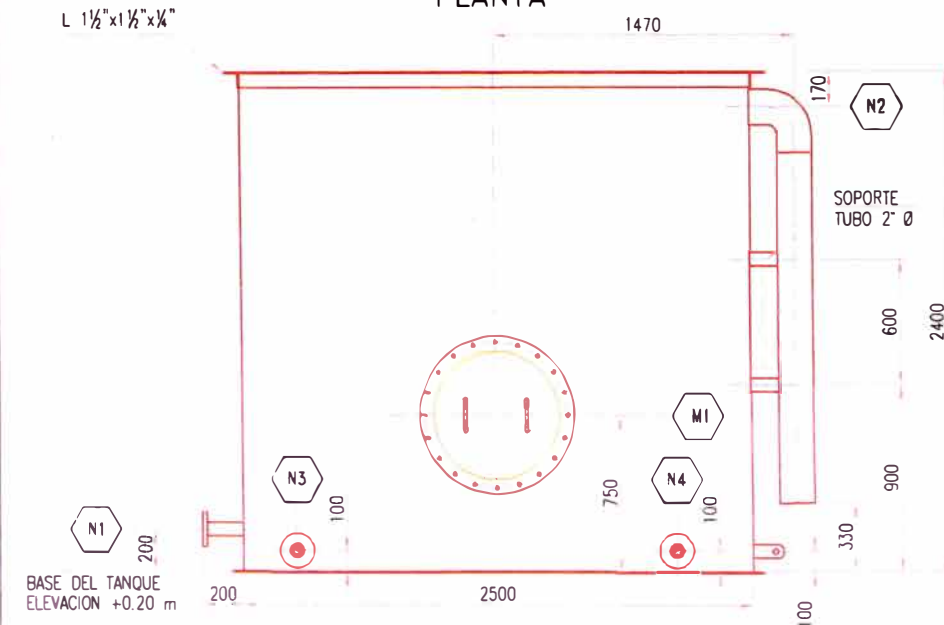
PLANTA



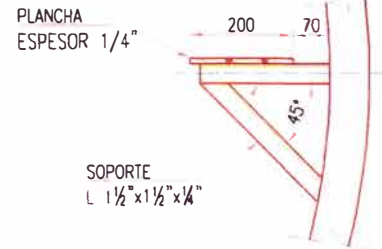
ELEVACION DETALLE A



DETALLE B SIN ESCALA



ELEVACION
PARA ORIENTACION REAL DE BOQUILLAS VER PLANTA



DETALLE A SIN ESCALA

MARCA	DIAM.	CLASE	SERVICIO
M1	24"	API 650	PASO DE HOMBRE
N4	1 1/2"	150	DRENAJE
N3	1 1/2"	150	INTERCONEXION TANQUES
N2	6"	150	REBOSE
N1	1 1/2"	150	SUCCION DE BOMBA

DISEÑO : JORGE GARCIA
 DIBUJO : JORGE GARCIA
 REVISO : JORGE GARCIA
 ESCALA : 1/25
 FECHA : 11/12/10

XI UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

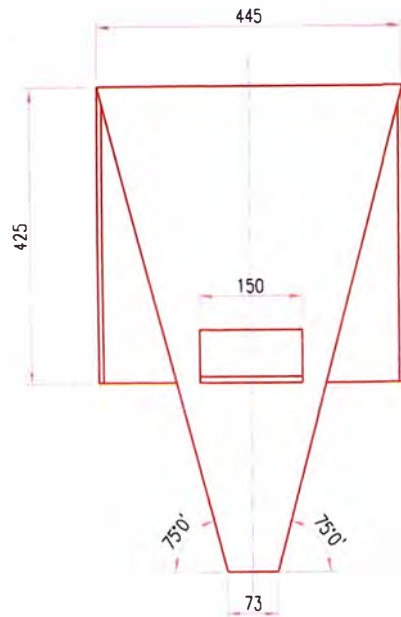
TITULO
 PLANTA DE FLOCULANTE
 DETALLE MECANICO
 TANQUE PREPARACION FLOCULANTE TK-002
 PLANO Nº: GD-002

DATOS GENERALES

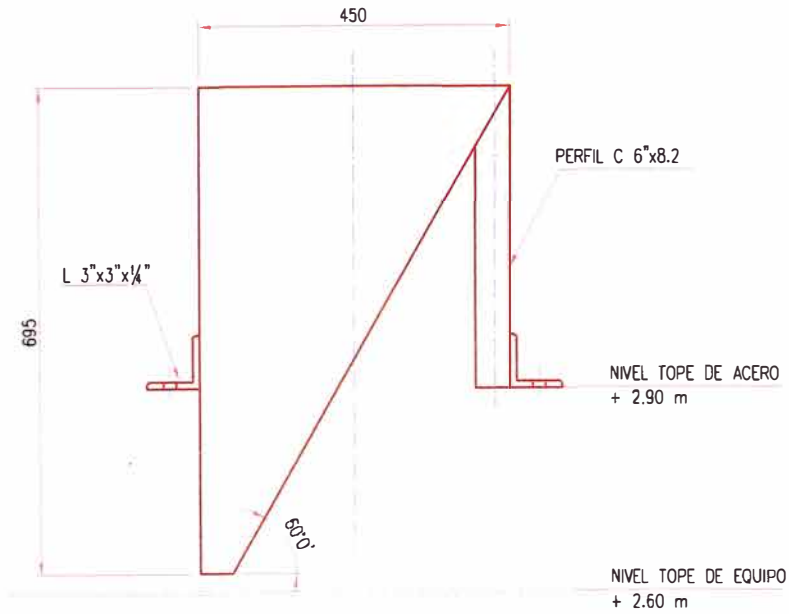
DESCRIPCION:	TOLVA ALIMENTACION FLOCULANTE
VOLUMEN UTIL:	0.014 m ³
TAG:	CH-001
CONTENIDO:	8.64 Kg FLOCULANTE GRANULADO
ALTO:	695 mm
ANCHO:	445 mm
LARGO:	450 mm

NOTAS

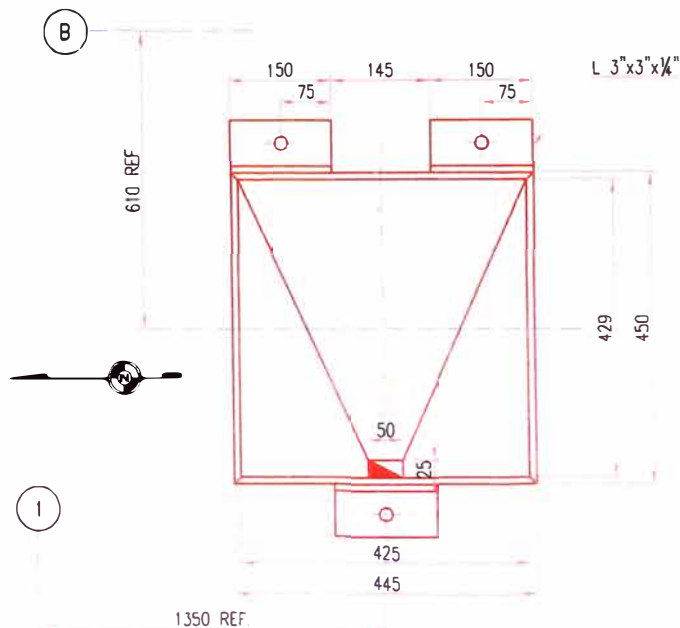
- 1.- EL MATERIAL ES ACERO A-36.
- 2.- PLANCHA DE 1/4" ESPESOR.
- 3.- LA TOLVA DEBE TENER 3 CAPAS DE PINTURA.
 - a.- PINTURA ANTICORROSIVA 20 micras.
 - b.- PINTURA BASE EPOXICA 20 micras.
 - c.- PINTURA EPOXICA DE ACABADO 30 micras.



ELEVACION



LATERAL



PLANTA

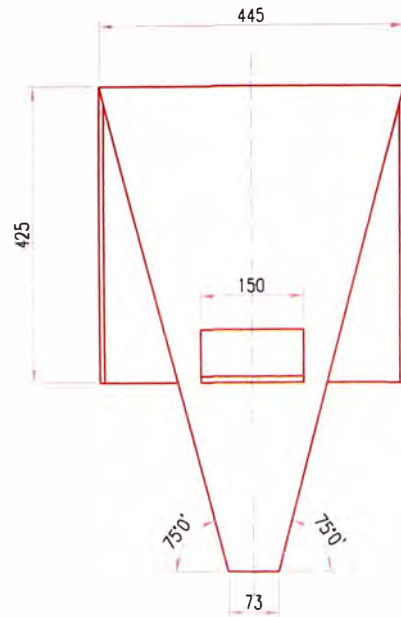
TANQUE DE PREPARACION FLOCULANTE TK-001

DISENO : JORGE GARCIA
 DIBUJO : JORGE GARCIA
 REVISO : JORGE GARCIA
 ESCALA : 1/5
 FECHA : 11/12/10

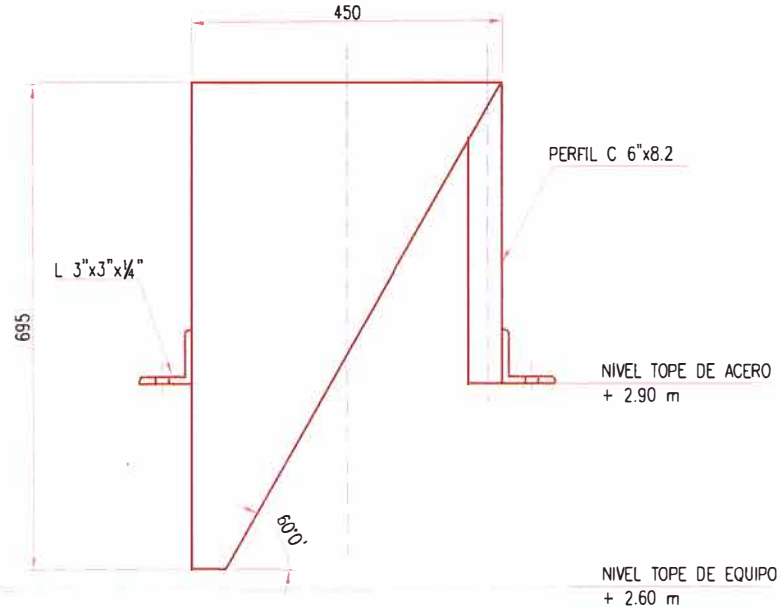
XI UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO

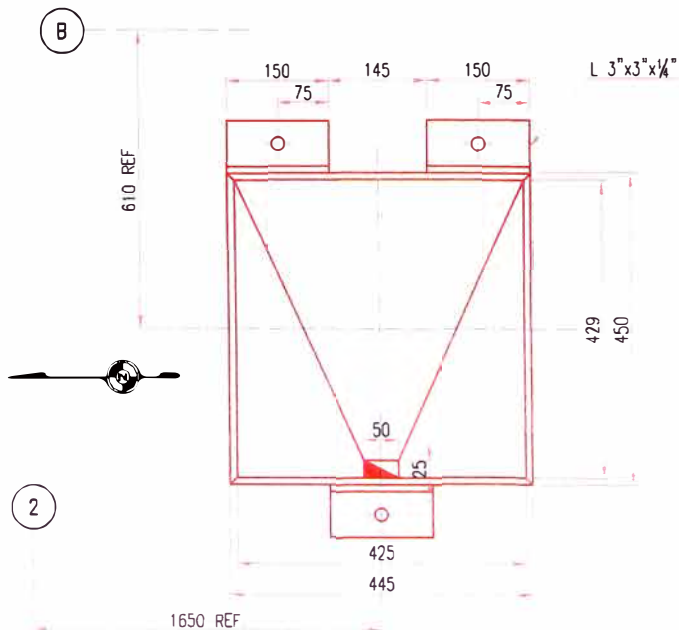
PLANTA DE FLOCULANTE
 DETALLE MECANICO
 TOLVA ALIMENT. FLOCULANTE
 CH-001
 PLANO N°: GD-003



ELEVACION



LATERAL



PLANTA

DATOS GENERALES

DESCRIPCION:	TOLVA ALIMENTACION FLOCULANTE
VOLUMEN UTIL:	0.014 m ³
TAG:	CH-002
CONTENIDO:	8.64 Kg FLOCULANTE GRANULADO
ALTO:	695 mm
ANCHO:	445 mm
LARGO:	450 mm

NOTAS

- 1.- EL MATERIAL ES ACERO A-36.
- 2.- PLANCHA DE 1/4" ESPESOR.
- 3.- LA TOLVA DEBE TENER 3 CAPAS DE PINTURA.
 - a.- PINTURA ANTICORROSIVA 20 micras.
 - b.- PINTURA BASE EPOXICA 20 micras.
 - c.- PINTURA EPOXICA DE ACABADO 30 micras.

DISEÑO : JORGE GARCIA
DIBUJO : JORGE GARCIA
REVISO : JORGE GARCIA
ESCALA : 1/5
FECHA : 11/12/10

XI UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO
PLANTA DE FLOCULANTE
DETALLE MECANICO
TOLVA ALIMENT. FLOCULANTE:
CH-002
PLANO N°:
GD-004

ANEXOS

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO A**

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Cálculo de Tanque de mezclado y agitador

1 DATOS GENERALES DE DISEÑO

Tipo de mezcla	:	Suspensión Solido - Liquido
Intensidad de mezclado	:	Suave
Solvente	:	Agua
Soluto	:	Floculante
Temperatura de preparación	:	16 °C
Viscosidad de inicio de preparación	:	1 cps
Viscosidad de fin de preparación	:	300 cps
Viscosidad de Dosificación	:	900 cps
Numero de bach	:	2
Concentración	Ct	: 2 ppm
Caudal agua acida	Qaa	: 100 l/s
Dilución en la preparación	Dp	: 0.1 %
Dilución en la dosificación	Dd	: 0.01 %
Factor de diseño	fd	: 1.1
Densidad relativa	SG	: 1

2 BALANCE DE FLUJOS

Cálculo

Flujo másico de floculante	Wf	:	0.2 g/s
Peso por bach	Wt	:	8.64 kg
Volumen de pre dosificación	Vpd	:	8.64 m ³
Tiempo por Bach	tb	:	12 h
Caudal nominal de pre dosificación	Qn	:	0.72 m ³ /h
Volumen de dosificación final	Vdf	:	86.4 m ³
Caudal final de dosificación	Qd	:	7.2 m ³ /h
Caudal agua a mezclador estático	Qa	:	6.48 m ³ /h

3 CALCULO DE DIAMETRO DESCARGA

Premisas

Caudal nominal de pre dosificación	Qn	:	0.72 m ³ /h
------------------------------------	----	---	------------------------

Cálculo

Diámetro nominal descarga	Dd	:	1 1/2 pulg
Diámetro exterior	De	:	48.3 mm
Espesor	e	:	3.69 mm
Diámetro Interior	Di	:	45.38 mm
Caudal de Diseño de pre dosificación	Qdd	:	0.792 m ³ /h
Velocidad de flujo	Vf2	:	0.136 m/s
Altura de Velocidad de succión	V ² 2/2g	:	9E-04 m
Sumergencia	Hv	:	0.005 m

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO A**

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	
Especialidad:	Mecánica

Descripción: Cálculo de Tanque de mezclado y agitador

4 CALCULO GEOMETRICO DEL TANQUE

Cálculo

Volumen de pre dosificación	Vpd	:	8.64 m ³	
Volumen de diseño de tanque	Vd	:	9.50 m ³	
Diámetro teórico de tanque	Dtt	:	2.296 m	<>
Diámetro nominal de tanque	Dnt	:	2.50 m	<>
Altura nominal de tanque	Hnt	:	2.40 m	<>
Altura libre superior	Hs	:	0.25 m	<>
Altura libre inferior	Hi	:	0.20 m	<>
Altura mínima de sumergencia	Hv	:	0.005 m	<>
Altura útil	Hu	:	1.945 m	<>
Volumen útil de tanque	Vu	:	9.55 m³	<> 2523 gal
Volumen de fluido en el tanque	Vft	:	10.80 m³	<> 2853 gal

5 CALCULO DE ESPESOR DE PARED DE TANQUE

Premisas

Material		:	Acero estructural A -36
Esfuerzo de diseño	Sd	:	23200 psi <> 1631 kg/cm ²
Esfuerzo prueba hidrostática	St	:	24900 psi <> 1751 kg/cm ³
Corrosión permisible	Ca	:	1.6 mm
Dimensiones de plancha		:	2400 x 6000 mm x mm

Cálculo

Numero de anillos	Na	:	1
Espesor por condiciones de diseño	tcd	:	1.761 mm
Espesor por prueba hidrostática	th	:	1.75 mm
Espesor nominal de casco	tnc	:	6.35 mm <> 1/4 pulg
Espesor de plancha base	tpd	:	1/4 pulg <> 6.35 mm
Esfuerzo hidrostático teórico	Stt	:	41.24 kg/cm ²

6 SELECCIÓN DE IMPULSOR

Selección

Tipo		:	Hydrofoil AL
Porcentaje de corte		:	0 %
Porcentaje de flujo		:	100 %
Relación Dit/Dn	r1	:	0.4
Numero de paletas		:	3
Velocidad del impulsor	N	:	87 rpm
Factor de profundidad	ftp	:	0.75
Factor mínima sumergencia	fms	:	0.90

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO A**

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Cálculo de Tanque de mezclado y agitador

Cálculo

Diámetro teórico de impulsor	Dit	:	1 m	<>	39.37 pulg
Diámetro nominal de impulsor	Dni	:	40 pulg	<>	1.016 m
Distancia del impulsor al fondo	Dif	:	0.762 m		
Altura mínima de sumergencia	Hms	:	0.914 m		

7 CALCULO DE POTENCIA CONSUMIDA POR EL IMPULSOR

Cálculo

(Ver Grafico 01)

Reynolds de fin de preparación	Re	:	4989	<>	4.99×10^3
Numero de potencia	Np	:	0.3		
Potencia consumida por el impulsor	BHP	:	1.328 hp	<>	989 W

8 CALCULO POTENCIA DEL MOTOR

Premisas

% de la potencia nominal		:	100%		
Eficiencia de motoreductor	nr	:	95.0%		
Velocidad del motor	Nm	:	1800 rpm		
Eficiencia del motor	nm	:	82.5%		

Cálculo

Potencia teórica del motor	Ptm	:	1.69 hp		
Potencia Nominal del motor	Pn	:	2 hp		

9 CALCULO CAPACIDAD DE BOMBEO

Cálculo

Numero de Caudal del impulsor	Nq	:	0.6		
Velocidad del impulsor	N	:	87 rpm		
Diámetro nominal de impulsor	Dni	:	40 pulg	<>	3.333 pies
Capacidad de bombeo	Qb	:	14461 GPM	<>	3285 m ³ /h
Numero de recirculaciones por hora	Nr	:	304.1		

10 CALCULO TORQUE ASOCIADO AL IMPULSOR

Cálculo

Torque	τ	:	961.7 pulg-lbs	<>	108.7 Nm
--------	--------	---	----------------	----	----------

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO A**

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Cálculo de Tanque de mezclado y agitador

11 SELECCIÓN DE REDUCTOR DE VELOCIDAD

Premisas

Tipo	:	Ejes paralelos
Tipo de motor	:	eléctrico
Horas de operación	:	4 horas
Tipo de carga	:	Uniforme
Factor de servicio	fs	: 1
Velocidad del motor	Nm	: 1740 rpm
Velocidad del impulsor	N	: 87 rpm

Cálculo

Potencia del reductor	Pr	:	2 hp	
Torque del reductor	tr	:	961.7 pulg-lbs	<> 108.7 Nm
Ratio de velocidades	i	:	20	

12 DIMENSIONAMIENTO DE DEFLECTORES

Premisas

Numero de deflectores	:	4 und
Esfuerzo admisible por flexión	Sf	: 5000 psi
Material	:	Acero estructural A -36

Cálculo

Relación ancho Deflector/Diámetro	Rd	:	1/12	(Ver Grafico 2)
Ancho Teórico de Deflector	Wtd	:	20.8 cm	
Ancho Nominal de Deflector	Wnd	:	20.0 cm	
Fuerza máxima aplicada al deflector	Fb	:	5.096 lb	<> 22.67 N
Espesor Teórico de Deflector	Etd	:	0.087 pulg	
Espesor Nominal de Deflector	End	:	0.25 pulg	<> 1/4 pulg
Distancia base tk a inferior deflector	Hfd	:	20.0 cm	
Distancia teórica separación casco tanque a Deflector	Dtf	:	6.7 cm	
Distancia Nominal separación casco tanque a Deflector	Dnf	:	7.0 cm	2.04
Altura de deflector	Hdf	:	2.04 m	

13 CALCULO DE DIAMETRO DE TUBERIA AGUA DE PREPARACION

Premisas

Tiempo de llenado	tll	:	25 min
Volumen de fluido en el tanque	Vft	:	10.8 m ³
Cedula	:	:	40
Caudal de agua de preparación	Qla	:	25.92 m ³ /h

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO A**

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Cálculo de Tanque de mezclado y agitador

Cálculo

Diámetro tubería agua preparación	Dap	:	4 pulg
Espesor de tubería	ϵ	:	6.02 mm
Diámetro exterior	De	:	114.3 mm
Diámetro interno de tubería	Di	:	102.3 mm
Velocidad de flujo	Vf1	:	0.877 m/s

14 CALCULO DE DIAMETRO DE TUBERIA DE REBOSE

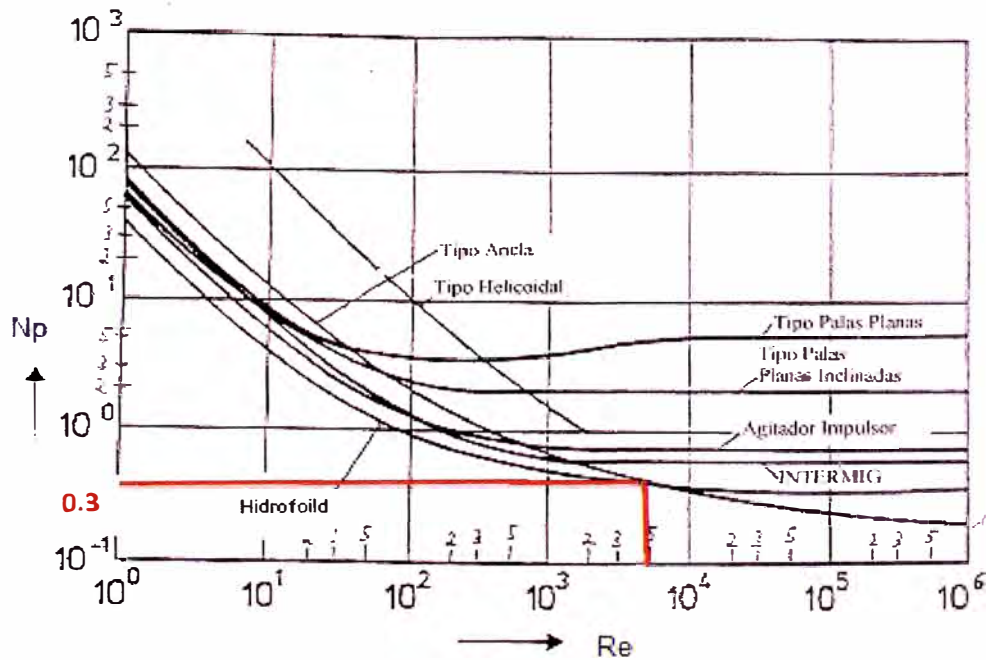
Premisas

Relación Hr/Dit	rh	:	0.7
-----------------	----	---	-----

Cálculo

Caudal de agua de preparación	Qla	:	25.92 m ³ /h
Diámetro nominal de rebose	Dnr	:	6 pulg
Diámetro exterior	Dntu	:	168.3 mm
Espesor de tubería	Esp	:	7.12 mm
Diámetro interno de tubería	Dit	:	154.1 mm
Altura de rebose	Hr	:	107.84 mm
Caudal evacuado por diseño	Qed	:	26.72 m³/h

Gráfico 01 - Reynolds vs Numero de potencia

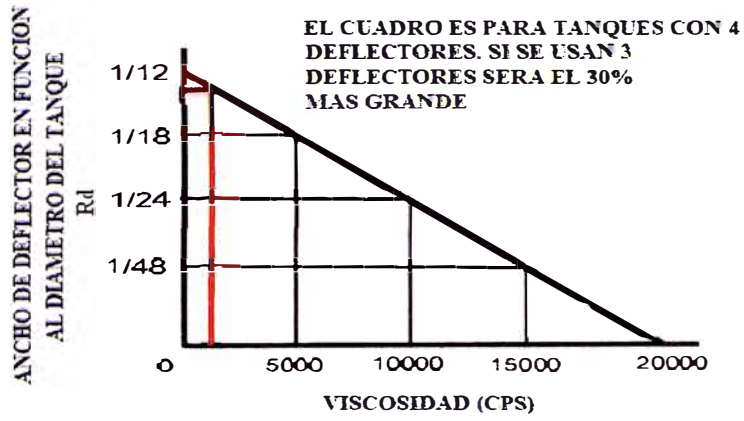


**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO A**

Descripción : Cálculo de Tanque de mezclado y agitador

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	
Especialidad:	Mecánica

Gráfico 02 - Numero de deflectores vs Viscosidad



ANEXO B

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO B**

Realizado :	Jorge L. García Cochachi
Revisión :	A
Fecha :	29/03/2011
Referencia:	ANEXO A
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Cálculo de Tolva de Alimentación

1 Datos Generales de Diseño

Tipo floculante	:	Aniónico
Presentación	:	Granulado
Densidad de floculante	ρ_g :	850 kg/m ³
Angulo de reposo	:	40 °
Numero de bach	:	2
Concentración	Ct :	2 ppm
Caudal agua acida	Qaa :	100 l/s
Factor de diseño	fd :	1.25

2 CALCULO GEOMETRICO DE LA TOLVA

Premisas

Lado lateral inferior	L1	:	0.025 m
Lado frontal inferior	L2	:	0.050 m
Angulo lateral	β_1	:	60 °
Angulo frontal	β_2	:	75 °
Altura total de tolva	Htt	:	0.700 m
Altura libre superior	Hls	:	0.25 m

Cálculo

Flujo másico de floculante	Wf	:	0.2 g/s
Peso por bach	Wt	:	8.64 kg
Volumen teórico de tolva	Vtf	:	0.010 m ³ <> 10.16 l
Volumen de diseño de tolva	Vpf	:	0.013 m ³ <> 12.71 l
Lado lateral superior	L3	:	0.429 m
Lado frontal superior	L4	:	0.425 m
Volumen total de tolva	Vtt	:	0.046 m ³ <> 46.39 l
Altura útil de tolva	Hut	:	0.450
Volumen útil de tolva	Vut	:	0.014 m ³ <> 14.15 l

ANEXO C

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO C**

Realizado :	Jorge L. García Cochachi
Revisión :	A
Fecha :	13/12/2010
Referencia:	
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Polipasto de cadena con carro de empuje

1 Datos Generales de Diseño

Tipo de Izaje	:	Manual por cadena
Accionamiento desplazamiento de recorrido	:	Trole de empuje
Accionamiento del Trole	:	Empuje
Peso máximo a izar	Wm :	69.85 kg
Altura de Izaje	Hi :	4.7 m
Tipo de recorrido	:	Monoviga
Recorrido	Lm :	7.2 m
Factor de carga	Fcp :	1.5

2 SELECCIÓN DE MONORRIEL

Capacidad Teórica polipasto (Tabla A)	Wtp :	104.8 kg
Capacidad Nominal polipasto	Wnp :	250 kg

3 SELECCIÓN DE TROLE DE EMPUJE

Capacidad	:	250 kg
Radio de giro	:	1 m

4 SELECCIÓN DE VIGA DE RODADURA

Rango de ancho de viga (Ala - Tabla B)	:	[2 - 7.95]	pulg
Tipo de viga	:	S 4x7.7	
Ancho de ala de viga	:	2 5/8	pulg
Alto de Alma	:	4	pulg

TABLA A - Características de polipasto

Capacidad kg. [ton.]	Ramales	Esfuerzo de Tiro de la Cadena ² N [lb.]	Recorrido de la Cadena, Ratio ³ [pulg.]	Altura mm. [pulg.]	Peso kg. [lb.]
250 [1/4]	1	235 [53]	17	280 [11]	6.4 [14]
500 [1/2]	1	240 [54]	33	345 [13.6]	11.3 [25]
1000 [1]	1	250 [57]	53	376 [14.8]	13 [29]
1500 [1.5]	1	265 [60]	78	442 [17.4]	17.8 [40]
2000 [2]	1	335 [76]	90	470 [18.5]	20.2 [45]
3000 [3]	1	372 [84]	106	548 [21.6]	35 [78]
5000 [5]	2	360 [81]	197	688 [27.1]	41.3 [91]
7500 [7.5]	3	372 [84]	296	688 [27.1]	62 [137]
10000 [10]	4	372 [84]	394	765 [30.1]	78.5 [173]

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO C**

Realizado :	Jorge L. García Cochachi
Revisión :	A
Fecha :	13/12/2010
Referencia:	
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Polipasto de cadena con carro de empuje

TABLA B - Características de carro de empuje

Capacidad kg. [ton.]	Ancho del ala de la Viga mm. [pulg.]	Curva de Radius Mín. pie. [m]	Peso kg. [lb.]
250 [1/4]	50 - 202 [2 - 7.95]	3.28 [1]	4.1 [9]
500 [1/2]	50 - 200 [2 - 7.88]	3.28 [1]	6.5 [14]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]		8 [18]
1000 [1]	65 - 200 [2.56 - 7.88]	3.28 [1]	10.5 [23]
	200 - 310 [7.88 - 12.2]		12 [27]
2000 [2]	88 - 200 [3.46 - 7.88]	4.92 [1.5]	18 [40]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]		20 [44]
3000 [3]	100 - 202 [3.93 - 7.95]	6.56 [2]	38 [84]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]		40 [88]
5000 [5]	114 - 202 [4.5 - 7.95]	6.56 [2]	58.5 [129]
	188 - 310 [7.4 - 12.2]		61 [135]

ANEXO D

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO D**

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	ANEXO A
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Selección Bomba de dosificación

1 Datos Generales de Diseño

Tiempo de funcionamiento por bach	:	12 h
Servicio	:	Inyección de Polímero
Fluido	:	Floculante al 0,01 %
Tipo de entrega	:	Post dilución
Caudal Nominal de pre dosificación	Qn	: 0.72 m ³ /h
Factor de Diseño	fd	: 1.1

2 SELECCIÓN DE BOMBA

Tipo de bomba	:	Desplazamiento positivo
Caudal de selección	:	0.792 m ³ /h <> 792 l/h
Modelo (Tabla C)	:	LK
Caudal máximo de dosificación	:	1300 l/h
Retorno	:	Positivo
Presión nominal	:	11 bar

Tabla C - Bomba tipo Pistón

Modelo	Retorno	Caudal máximo (l/h)	Característica
RCA	Resorte	300	-
RBB	Resorte	300	Especial
RCC	Resorte	300	Especial
RH	Resorte	620	Especial
LY	Positivo	400	API 675
LK	Positivo	1300	API 675
LN	Positivo	3800	API 675
LP	Positivo	5500	API 675

RBA	L/h	7	15	20	38	55	90	150	200	300		
	bar max	10	10	10	10	10	10	10	9	5		
RBB	L/h	5,5	11	30	55	90	150	200	250	300		
	bar max	40	40	30	23	12	10	7	5	4		
RCC	L/h	4	11	20	30	55	90	120	160	200	250	300
	bar max	40	40	40	40	26	12	10	9	8	6	5
RH	L/h	44	60	64	86	150	176	240	300	410	500	620
	bar max	40	35	32	23	12	10	8	7	5	4	3,5
LY	L/h	1,5	4,5	6,5	15	20	45	110	175	300	400	
	bar max	150	100	100	100	70	40	18	11	8	6,5	
LK	L/h	30	48	62	90	165	250	550	850	1000	1300	
	bar max	100	90	80	70	35	25	12	7	6	4	
LN	L/h	150	230	420	650	900	1500	2150	2700	3200	3800	
	bar max	90	50	50	20	16	8	6	5	4	3,5	
LP	L/h	230	340	540	750	1100	1800	2500	3200	4500	5500	
	bar max	90	80	55	40	27	15	10	9	6	5	

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO D**

Descripción : Selección Bomba de dosificación

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	ANEXO A
Especialidad:	Mecánica

Tabla D - Bomba tipo Diafragma

Modelo	Retorno	Caudal máximo (l/h)	Característica
MB	Resorte	155	-
MC	Resorte	420	Especial
MD	Resorte	520	Especial
MLK	Resorte	1100	Especial
MLN	Positivo	2000	Especial

MB	L/h	11	16	23	31	50	75	101	120	155		
	bar max	12	12	12	10	10	8	8	7	7		
MC	L/h	100	132	197	260	320	420	-	-	-		
	bar max	7	7	7	7	5	5	-	-	-		
MD	L/h	1,5	7	11	31	75	101	132	260	320	420	520
	bar max	12	12	12	10	10	10	8	7	6	6	5
MLK	L/h	360	420	500	600	750	900	1100	-	-	-	-
	bar max	7	7	7	4	4	3	3	-	-	-	-
MLN	L/h	1340	1600	2000	-	-	-	-	-	-	-	-
	bar max	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO E

**MEMORIA DE CALCULO
ANEXO E**

Realizado	Jorge L. García Cochachi
Revisión	A
Fecha	13/12/2010
Referencia	ANEXO A
Especialidad:	Mecánica

Descripción : Selección de mezclador estático

1 Datos Generales de Diseño

Servicio	:	Dilución de Polímero
Fluido	:	Floculante al 0,01 %
Ingreso de Mezcla	:	Externa
Caudal de dosificación final	Qdf	7.2 m³/h
<i>Caudal Nominal de pre dosificación</i>	<i>Qn</i>	<i>0.72 m³/h</i>
<i>Caudal de agua fresca</i>	<i>Qa</i>	<i>6.48 m³/h</i>
Gravedad específica	:	1
Temperatura de Dosificación	:	16 °C
Viscosidad Dinámica	μ	100 cP
Factor de Diseño	fd	1.1

2 SELECCIÓN Y CALCULO DE MEZCLADOR ESTATICO

Cálculo

Caudal de Diseño	Qdmez	:	7.92 m ³ /h	< >	34.87 gpm
Diámetro de mezclador (Tabla E)	Dmez	:	1 1/2 pulg		
Diámetro exterior	De	:	48.3 mm		
Espesor	t	:	3.69 mm		
Diámetro interior	Dim	:	40.92 mm		
Velocidad de flujo	V	:	1.673 m/s		

Tabla E - Selección de diámetro

Diámetro	Longitud	Caudal (GPM)	Caída de presión (psi)
3/4"	6 3/4"	1-12	0.5-8
1"	8"	2-20	0.1-8
1 1/2"	11"	4-45	0.1-8
2"	14"	6-75	0.1-8
3"	20 3/4"	25-160	0.2-8
4"	30"	40-275	0.2-8

ANEXO F

GODOFLOC HE- 8721

Tratamiento de aguas residuales (floculante aniónico, aditivo para procesos de floculación y tratamiento de aguas)

DESCRIPCIÓN

GODOFLOC HE-8721 es un producto sólido en base poliacrilamidas utilizado como floculante en aguas residuales.

APLICACIÓN

GODOFLOC HE-8721 es un producto que puede ser utilizado como floculante o como aditivo de floculación para clarificar procesos de tratamientos de aguas que contengan principalmente componentes minerales e inorgánicos. El producto es además adecuado para acondicionar lodos.

Los grupos activos de **GODOFLOC HE-8721** están especialmente adecuados para actuar como floculantes, una vez que son capaces de neutralizar la mayoría de cargas de las partículas minerales en suspensión debido a su elevado peso y larga cadena molecular, neutralizan partículas de pequeñas dimensiones formando flóculos que rápidamente sedimentan.

Utilizado como aditivo de floculante en combinación con floculantes primarios inorgánicos, el principal efecto del producto es facilitar la aglomeración de los hidróxidos formados en el proceso de floculación primario.

En ambos casos existe un aumento en el contenido sólido de los lodos. La estabilidad y porosidad de los flóculos individuales es tal que los lodos formados pueden ser rápidamente deshidratados.

El campo de aplicación principal del producto como floculante es:

- | | |
|-------------------------|---|
| Minería: | - Floculante en el circuito del agua de lavado.
- Floculante en las colas de flotación.
Acondicionador para mejorar la eficiencia de los filtros. |
| Acero/ Fundición: | - clarificación de aguas de sinterizado
- clarificación de filtros de tratamientos de aguas |
| Obtención de minerales: | - clarificación de aguas residuales.
- decantación de sólidos
- floculación de colas de flotación |
| Industria metalúrgica: | - clarificación de aguas residuales de plantas de decapado y electrodeposición. |
| Metales no ferrosos: | - sedimentación de hidróxidos de aluminio, cobalto y níquel. |
| Industria del Papel: | - Clarificación de aguas residuales. |

Industria de cerámica: - Clarificación de aguas y aguas residuales.

Como acondicionador de lodos, **GODOFLOC HE-8721** es adecuado para ser utilizado con todo tipo de lodos que se formen en los tratamientos anteriormente mencionados.

Como aditivo de floculación, **GODOFLOC HE-8721** es utilizado con sales inorgánicas como floculantes primarios.

Los principales campos de aplicación son:

Refinerías: - Clarificación de aguas residuales
Industria química: Clarificación de aguas residuales y acondicionamientos de lodos.

Además, **GODOFLOC HE-8721** puede también ser utilizado junto a floculantes en el tratamientos de aguas superficiales.

PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS

GODOFLOC HE-8721 es un producto basado en poliacrilamidas. Las disoluciones de dosificación no deberán ser superiores al 0.5%.

La viscosidad de las soluciones acuosas del producto están influenciadas por el contenido en sal del agua de la disolución.

Esta es inversamente proporcional a la dureza del agua.

GODOFLOC HE-8721 es efectivo desde un pH neutro hasta un pH fuertemente alcalino, este es mucho más efectivo entre pH: 6 a 8.5.

Aspecto: polvo blanco
Carácter: moderadamente aniónico
Densidad: 850 kg/m³
pH de la solución (agua 100 mS/m, 20°C)
pH (0.1 %): 6.5 - 7.5
pH (0.5%): 6.8 - 7.8
Viscosidad (agua desionizada, ro or 2, 60 r.p.m., 20°C)
Viscosidad Brookfield (0.1%): 100 - 300 mPas
Viscosidad Brookfield (0.5%) 700 - 900 mPas

PREPARACION DE SOLUCIONES

La cantidad recomendada dependerá de muchos factores y debe ser determinado por medio de pruebas. Los siguientes valores aproximados pueden ser utilizados como guía:

Floculante: 0.2 - 5 g/m³
Aditivo de floculación: 0.05 - 2 g/m³

Acondicionador de filtros: 0.01 - 0.1 g/m³
Decantación de lodos: 2 - 50 g/t sólidos

Deshidratación de lodos con bomba o filtros rotatorios: 50 - 500 g/t sólido

Deshidratación de lodos con centrifuga: 5 - 200 g/t sólido

El producto debe ser añadido desde un lugar donde esté bien mezclado con los lodos que se deban acondicionar. En sistemas de sedimentación deberá ser añadido en la entrada al tanque de sedimentación o espesador, en sistemas de

filtración deberá ser añadido en el tanque de filtración. Generalmente **GODOFLOC HE-8721** se añade posteriormente al floculante primario.

Las soluciones que contienen floculos no deben ser bombeadas, o transportadas largas distancias, a través de tuberías.

UTILIZACION

El producto está orientado al uso comercial e industrial. **GODOFLOC HE-8721** se utilizará en soluciones entre un 0.1 - 0.5 %. Será necesario un contenedor con agitación para preparar las disoluciones. La velocidad de agitación no podrá ser superior a 700 r.p.m. Velocidades elevadas, si son mantenidas durante un largo tiempo, pueden romper las cadenas moleculares y la eficiencia del producto disminuirá.

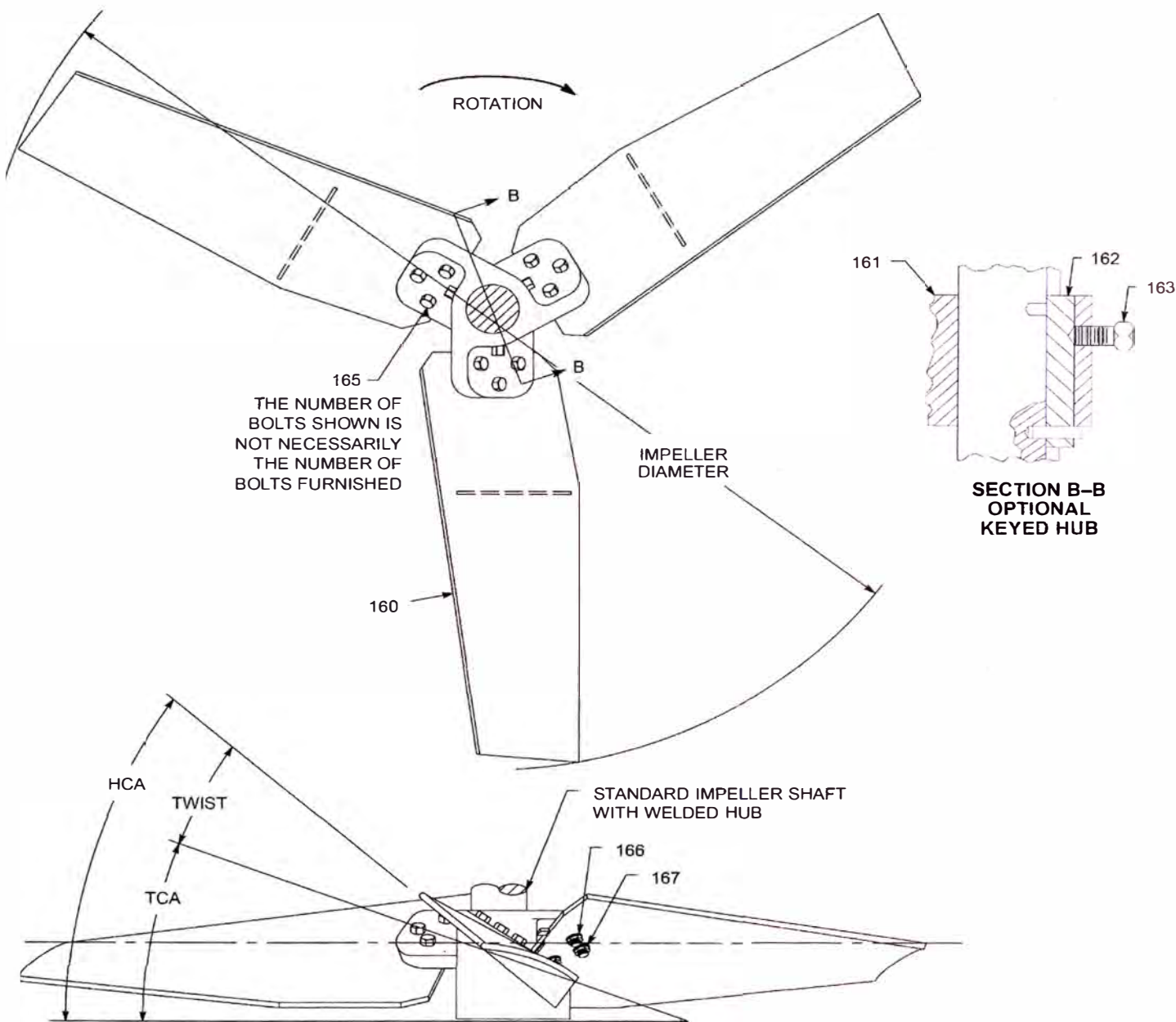
Las disoluciones se prepararán añadiendo lentamente el producto sobre el volumen necesario de agua con agitación o vía un dispersador. Después de una hora el baño está preparado.

ALMACENAJE

El producto debe ser almacenado en un lugar seco. Los contenedores se deberán cerrar bien. **GODOFLOC HE-8721** puede ser almacenado al menos durante un año en contenedores cerrados.

La presente información está basada en nuestra experiencia práctica y ensayos de laboratorio. Debido a la gran diversidad de materiales existentes en el mercado, a las diferentes formas de aplicación que quedan fuera de nuestro control, recordamos la necesidad de efectuar en cada caso ensayos prácticos y controles suficientes para garantizar la idoneidad del producto en cada aplicación concreta. Nuestra garantía se extiende únicamente a la uniforme calidad de los lotes suministrados, que son sometidos a estrictos controles analíticos, no pudiendo exigirse otras responsabilidades.

ANEXO G



THE NUMBER OF BOLTS SHOWN IS NOT NECESSARILY THE NUMBER OF BOLTS FURNISHED

**SECTION B-B
OPTIONAL
KEYED HUB**

STANDARD IMPELLER SHAFT WITH WELDED HUB

ALL EQUIPMENT DESIGN AND APPLICATION DATA SHOWN HEREIN AND RELATED KNOW-HOW IS CONFIDENTIAL AND THE PROPERTY OF THE LIGHTNIN GROUP OF COMPANIES. NO USE OR DISCLOSURE THEREOF MAY BE MADE WITHOUT OUR WRITTEN PERMISSION.

LIGHTNIN

MIXERS AND AERATORS
ASSEMBLY DRAWING

**A510 AND A510E
AXIAL FLOW IMPELLER
ONE PIECE HUB W/
BOLTED BLADES**

WHEN ORDERING PARTS, SPECIFY:
DRAWING NUMBER, PART NAME, ITEM
NUMBER AND SERIAL NUMBER



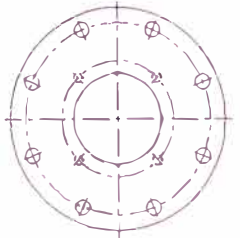
LIGHTNIN
1997

168	STABILIZER FIN	
167	HEX NUT	
166	LOCKWASHER	
165	HEX HEAD CAP SCREW	
163	SET SCREW	OPTIONAL KEYED HUB
162	HOOK KEY	
161	HUB	
160	BLADE	
ITEM	PART NAME	

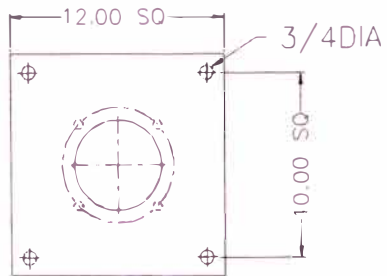
DRAWING NO. L-17738

ANEXO H

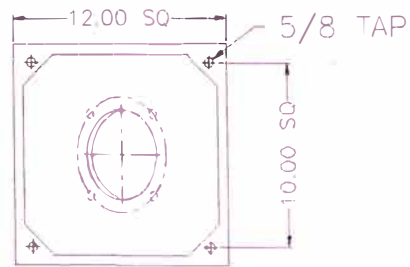
6"150# R/F FLANGE
(8) HOLES-3/4" ON
9.5" DIA. B.C.



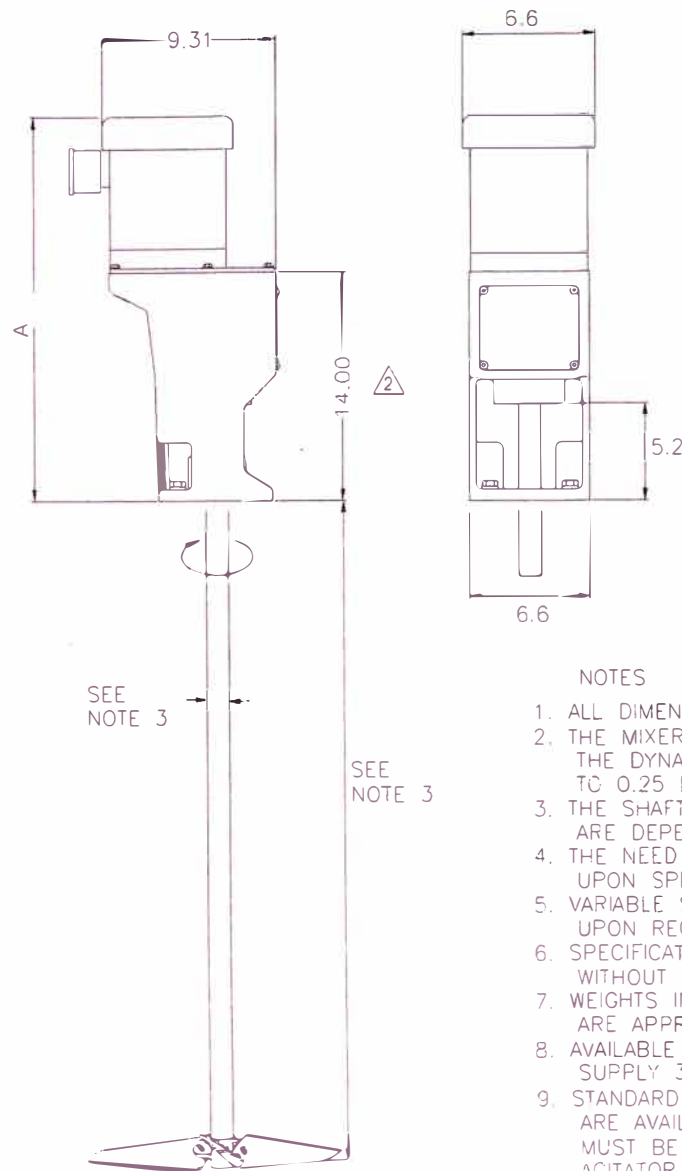
FLANGE MOUNT OPTION



BASEPLATE MOUNT OPTION



ANGLE RISER MOUNT OPTION



SEE
NOTE 3

SEE
NOTE 3

SEE
NOTE 3

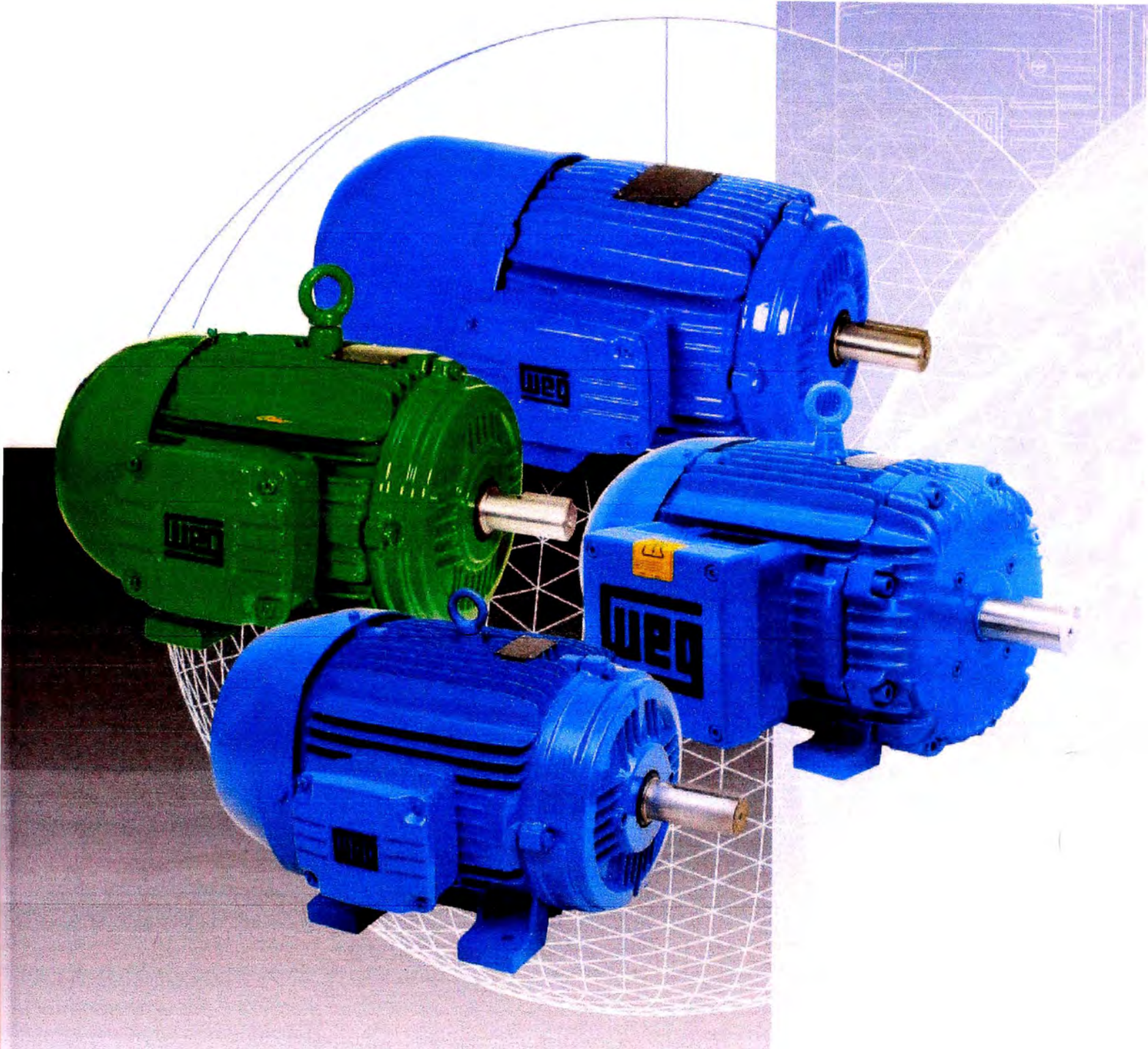
NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES.
2. THE MIXER SUPPORT STRUCTURE IS TO DESIGNED SO THAT THE DYNAMIC ANGULAR DEFLECTION OF THE DRIVE IS LIMITED TO 0.25 DEGREE IN ANY DIRECTION.
3. THE SHAFT LENGTH, SHAFT DIAMETER AND PROPELLER SIZE ARE DEPENDENT UPON SPECIFIC APPLICATION.
4. THE NEED FOR AN IMPELLER STABILIZER RING IS DEPENDENT UPON SPECIFIC APPLICATION.
5. VARIABLE SPEED MOTOR OR PNEUMATIC MOTOR IS AVAILABLE UPON REQUEST.
6. SPECIFICATIONS AND DIMENSIONS ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE UNLESS CERTIFIED.
7. WEIGHTS INDICATED INCLUDE SHAFT AND PROPELLER AND ARE APPROXIMATE.
8. AVAILABLE MOTORS ARE 1750 RPM OR 1160 RPM TO SUPPLY 350 OR 230 RPM OUTPUT SPEED.
9. STANDARD FLANGE OPTION SHOWN. ALTERNATE FLANGE SIZES ARE AVAILABLE UPON REQUEST. STANDARD FLANGE THICKNESS MUST BE ADDED TO DIMENSION "A" TO DETERMINE ACTUAL AGITATOR HEIGHT.

MODEL	HP	A	APPROX. WEIGHT
GX-14	0.25	22.9	125 #
GX-13	0.33	22.9	128 #
GX-12	0.50	22.9	130 #
GX-34	0.75	25.1	132 #
GX-11	1.0	25.1	132 #
GX-15	1.5	25.1	142 #
GX-2	2.0	27.8	154 #
GX-3	3.0	29.3	170 #

3			
2	05/01/02		DRIVE HEIGHT CHANGED
1	09/20/99		UPDATE DRAWING
NO.	DATE	BY	REVISION
5 HAYWARD GORDON LTD.			
TORONTO MONTREAL CALGARY VANCOUVER			
SCALE	CUST. P.O. NO.	FIXED MOUNT GEAR DRIVE PORT. MODEL: "GX"	
N.T.S.	N/A		
DATE	H.C. JOB NO.		
26-04-99	N/A		
DWN	DWG. NO.		
TD	2HG-130		

ANEXO I



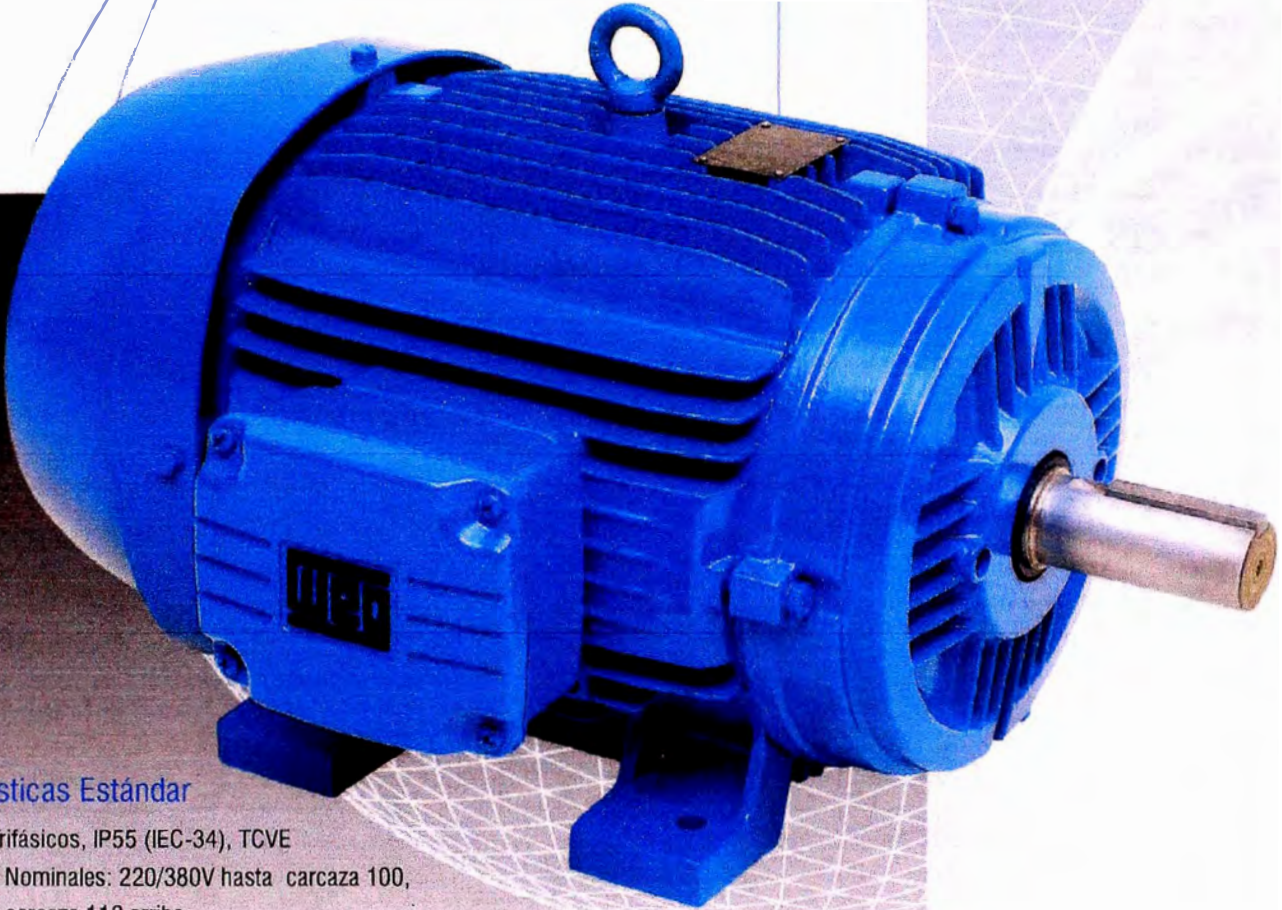
Baja Tensión

Catálogo de Motores

AMERICA LATINA - 60Hz



Motores Trifásicos Cerrados W21 - Eficiencia Estándar



Características Estándar

- Motores Trifásicos, IP55 (IEC-34), TCVE
- Tensiones Nominales: 220/380V hasta carcasa 100, 380/660V carcasa 112 arriba
- Formas constructivas: B31
- Carcasa de Hierro Gris (63 hasta 355M/L)
- Potencias: 0,16 hasta 500Hp
- * Rotor de jaula de Ardilla/Aluminio Inyectado
- Sello V'Ring en las tapas
- Drenos automáticos de plástico
- Chapa de identificación en acero inoxidable
- Diseño / Categoría N
- Clase de Aislamiento "F" (T=80K)
- Servicio Continuo - S1
- Factor de Servicio (Fs): 1.5 hasta 200L - 1.00
- Carcazas 225 hasta 355.
- Temperatura Ambiente 40°C , 1000 a.d.n.m.
- Sistema de reengrase para carcazas 225S/M y superiores
- Placa de Conexiones (6 terminales)
- Termistores PTC (1 por fase) para carcazas 225S/M y superiores
- Apto para operar con drives(1)
- Pintura: RAL 5007 (azul) Plan de pintura 201

⁽¹⁾Para tensiones hasta 460V y rango de frecuencias desde 25 hasta 50Hz, pero el ΔT cambia de 80K para 105K

Opcionales Disponibles:

- Grado de Protección: IP56, IP65, IP66 o IPW
- Sello Brida FF, FC, Fcoin (63 hasta 132M).
- Lip seal
- Oil seal
- Laberinto Taconite y W3 Seal para carcazas 90S y arriba
- Protección Térmica:
- Termistores: carcazas 132M y arriba
- Termostatos
- RTD-PT 100
- Resistencias de calefacción
- Diseño H
- Aislación Clase "H"
- Rodamientos de rodillos para carcazas 160M y arriba
- Otras Formas Constructivas
- Otros opcionales más, bajo consulta

Aplicaciones Típicas:

- Bombas
- Ventiladores
- Chancadores
- Cintas transportadoras
- Máquinas de Herramientas
- Molinos
- Máquinas Centrifugas
- prensas
- Ascensores
- Teares
- Rectificadoras
- Madereras
- Refrigeración
- Equipos de Empaquetamiento
- Otras Aplicaciones Severas

Uso General - W21

Eficiencia Estándar

Potencia kW	HP	Carcaza IEC	RPM	Corriente nominal en 220V A	Corriente a rotor bloqueado Ip / In	Par Nominal Cn (NM)	Par a rotor bloqueado Cp / Cn	Momento máximo Cmax. Cn	220 V						Factor de servicio F.S.	Momento de Inercia J kgm²	Tiempo max. con rotor bloqueado en caliente / frio (s)	Peso aprox. (kg)
									Rendimiento η%			Factor de Potencia Cos φ						
									% de la potencia nominal									
50	75	100	50	75	100													
IV Polos - 1800 rpm																		
0,09	0,12	63	1725	0,704	5,2	0,49	3,2	3,4	45	53	55	0,44	0,52	0,61	1,15	0,00045	23/51	6,9
0,12	0,16	63	1720	0,891	4,5	0,65	3	3,2	47	55	57	0,46	0,55	0,62	1,15	0,0004	31/68	6,9
0,18	0,25	63	1710	1,14	4,5	1,03	2,8	3	55	63	64	0,47	0,57	0,65	1,15	0,00045	18/40	7,4
0,25	0,33	63	1710	1,44	4,5	1,36	2,9	2,9	59	64	67	0,48	0,59	0,68	1,15	0,00068	20/44	7,9
0,18	0,25	71	1705	1,12	4,5	1,03	2,4	2,9	48	61	63	0,48	0,58	0,67	1,15	0,00056	20/44	9,4
0,25	0,33	71	1710	1,55	4,8	1,36	2,4	2,9	50	58	63	0,47	0,58	0,67	1,15	0,00056	10/22	9,2
0,37	0,5	71	1720	2,07	5	2,04	2,7	3	60	66,5	68	0,48	0,6	0,69	1,15	0,00079	10/22	10,4
0,55	0,75	71	1705	2,9	5,5	3,09	3	3,2	62	69	71	0,49	0,6	0,7	1,15	0,00096	10/22	10,6
0,37	0,5	80	1730	1,76	6,5	2,03	2,4	2,8	64	70	71,5	0,59	0,7	0,77	1,15	0,00208	11/24	12,8
0,55	0,75	80	1740	2,75	6,8	3,03	3	3,4	59	66	70	0,5	0,65	0,75	1,15	0,00242	6/13	15
0,75	1	80	1720	3,02	7,2	4,08	2,5	2,9	72	77,5	79,5	0,62	0,74	0,82	1,15	0,00294	8/18	14,5
1,1	1,5	80	1720	4,43	7,8	6,13	2,9	3,2	75	79	79,5	0,6	0,73	0,82	1,15	0,00328	5/11	13,8
0,75	1	90S	1725	3,15	6	4,07	2,8	3	71	76	78,1	0,6	0,73	0,8	1,15	0,00392	6/13	17,7
1,1	1,5	90S	1710	4,56	6,6	6,16	2,6	2,8	74	77,5	79,1	0,6	0,73	0,8	1,15	0,00392	6/13	17,9
1,5	2	90S	1740	6,12	6,4	8,07	2,5	3	79	82,3	82,5	0,6	0,72	0,78	1,15	0,0056	7/15	19,7
1,5	2	90L	1740	6,12	6,4	8,07	2,5	3	79	82,3	82,5	0,6	0,72	0,78	1,15	0,0056	7/15	21,3
2,2	3	90L	1725	8,68	6,8	12,22	2,6	2,8	80	82,8	83,1	0,64	0,75	0,8	1,15	0,00672	6/13	22,9
2,2	3	100L	1725	8,79	7	12,22	2,8	3	80	82	83,1	0,58	0,71	0,79	1,15	0,00765	6/13	29
3	4	100L	1725	11,8	7,5	16,29	2,6	2,8	82	83	83,5	0,61	0,73	0,8	1,15	0,00918	7/15	30
3,7	5	100L	1715	14	7,2	20,48	2,9	3,1	82,5	85	85,5	0,63	0,75	0,81	1,15	0,00995	7/15	33,2
3,7	5	112M	1750	11,4	7,8	16,05	2,5	2,5	79,5	82,5	83,5	0,63	0,75	0,83	1,15	0,01607	7/15	40,7
4,5	6	112M	1745	16,7	7,4	24,15	2,2	2,8	85	86	86,2	0,66	0,77	0,82	1,15	0,01741	15/33	41,6
5,5	7,5	112M	1740	20	7	30,28	2,2	2,8	86,6	87,5	88	0,63	0,74	0,82	1,15	0,01741	15/33	44,8
4,5	6	132S	1765	16,7	7,5	23,88	2	3	83	85,5	86	0,63	0,75	0,82	1,15	0,03489	11/24	54,4
5,5	7,5	132S	1760	20	7,7	29,93	2,1	3	83	86	88	0,61	0,73	0,82	1,15	0,03489	8/18	53,8
7,5	10	132S	1760	26,6	8	39,91	2,2	3	86	88	89	0,66	0,77	0,83	1,15	0,04652	7/15	61,5
7,5	10	132M	1760	26,6	8	39,91	2,2	3	86	88	89	0,66	0,77	0,83	1,15	0,04652	7/15	64,4
9,2	12,5	132S	1755	33,3	8,7	50,03	2,5	2,9	86,3	87,8	88,5	0,62	0,73	0,82	1,15	0,05427	7/15	72
9,2	12,5	132M	1755	33,3	8,7	50,03	2,5	2,9	86,3	88	88,5	0,62	0,73	0,82	1,15	0,05427	7/15	66,1
11	15	132M	1755	39,3	8,3	60,03	2,3	2,8	86,8	88,5	88,6	0,68	0,8	0,83	1,15	0,05815	7/15	71,4
9,2	12,5	160M	1760	32,7	6	49,89	2,4	2,6	85,5	87	87,9	0,69	0,79	0,84	1,15	0,06524	18/40	106,5
11	15	160M	1755	39,3	6	60,03	2	2,3	85	86,9	88,6	0,69	0,79	0,83	1,15	0,06524	18/40	97,7
15	20	160M	1760	52,6	6,3	79,82	2,3	2,2	88	89,3	90,2	0,69	0,79	0,83	1,15	0,09535	13/29	115,2
15	20	160L	1760	52,6	6,3	79,82	2,3	2,2	88	89,3	90,2	0,69	0,79	0,83	1,15	0,09535	13/29	117,5
18,5	25	160L	1755	64,3	6,3	100,06	2,3	2,4	89	90,5	91	0,7	0,79	0,83	1,15	0,11542	15/33	129,9
18,5	25	180M	1765	63,1	7	99,49	2,5	2,6	88,5	90	90,6	0,71	0,81	0,85	1,15	0,16145	13/29	158
22	30	180M	1765	75,4	7,5	119,39	2,8	2,8	89,3	90,5	91,1	0,7	0,8	0,84	1,15	0,16145	12/26	158,3
22	30	180L	1765	75,4	7,5	119,39	2,8	2,8	89,3	90,5	91,1	0,7	0,8	0,84	1,15	0,16145	12/26	161,3
30	40	200L	1770	101	6,6	158,73	2,3	2,5	89,5	90,5	91,8	0,72	0,82	0,85	1,15	0,27579	19/42	227,5
30	40	200M	1770	101	6,6	158,73	2,3	2,5	89,5	90,5	91,8	0,72	0,82	0,85	1,15	0,27579	19/42	209,5
37	50	200L	1770	122	6,6	198,42	2,3	2,3	90,2	91,5	92,5	0,75	0,83	0,86	1,15	0,33095	16/35	236,2
45	60	200L	1770	149	6,7	238,1	2,4	2,4	91	92	93	0,72	0,82	0,85	1,15	0,38611	13/29	261,4
37	50	225S/M	1770	119	6,6	198,42	2	2,4	89,5	91,5	92,5	0,77	0,84	0,88	1,00	0,5249	18/40	326,5
45	60	225S/M	1780	146	7,2	236,76	2,6	3	91	92,5	93,1	0,75	0,83	0,87	1,00	0,64738	20/44	353,4
55	75	225S/M	1775	176	7,4	296,79	2,6	3	91,7	92,6	93,1	0,75	0,84	0,88	1,00	0,76986	15/33	388,9
45	60	250S/M	1780	146	7,2	236,76	2,6	3	91	92,5	93,1	0,75	0,83	0,87	1,00	0,64738	20/44	373,3
55	75	250S/M	1775	176	7,4	296,79	2,6	3	91,7	92,6	93,1	0,75	0,84	0,88	1,00	0,76986	15/33	405,6
75	100	250S/M	1780	242	8	394,6	3	3,3	92,7	93,5	93,5	0,75	0,85	0,87	1,00	1,01481	12/26	456,8
90	125	250S/M*	1770	280	7	496,04	2,5	2,6	93,5	94	93,8	0,82	0,88	0,9	1,00	1,15478	10/22	486,8
75	100	280S/M	1785	242	7,2	393,5	2,4	2,6	91	93	93,5	0,8	0,85	0,87	1,00	1,84681	33/73	641,4
90	125	280S/M	1785	293	7,8	491,87	2,5	2,9	92,3	93,6	93,8	0,74	0,82	0,86	1,00	1,92711	23/51	632,5
110	150	280S/M	1785	353	8	590,25	2,6	2,7	93	94	94,1	0,77	0,84	0,87	1,00	2,56947	20/44	706,7
132	175	315S/M	1785	428	7,2	688,62	2,5	2,7	93	94,1	94,2	0,78	0,84	0,86	1,00	2,64977	15/33	819,1
150	200	315S/M	1785	484	7,5	787	2,4	2,6	93	94,1	94,6	0,75	0,83	0,86	1,00	3,21184	19/42	910,4
185	250	315S/M	1785	597	8,3	983,75	2,8	2,8	93	94,3	94,6	0,76	0,84	0,86	1,00	3,77391	17/37	997,5
185	250	355M/L	1790	583	6,8	981	1,9	2,2	92,2	93,8	94,6	0,78	0,85	0,88	1,00	5,59247	48/106	1409,5
200	270	315S/M*	1785	625	7,9	1062,45	2,3	2,5	93	94	94,3	0,8	0,86	0,89	1,00	3,77391	16/35	993
200	270	355M/L	1790	638	8	1059,48	2,7	2,8	92,1	93,9	94,5	0,77	0,84	0,87	1,00	6,33813	39/86	1423,9
220	300	355M/L	1790	691	7	1177,2	2,2	2,3	93	94,5	95	0,79	0,85	0,88	1,00	6,33813	48/106	1433,5
260	350	355M/L	1790	815	7,3	1373,4	2,3	2,4	92,9	94,6	95,1	0,77	0,85	0,88	1,00	7,45663	32/70	1557,6
300	400	355M/L	1790	939	6,6	1569,6	2,1	2,1	93,3	94,7	95,3	0,81	0,86	0,88	1,00	9,32079	37/81	1742,5
330	450	355M/L*	1790	1030	7,1	1765,8	2,1	2,1	93,8	94,8	95,4	0,77	0,85	0,88	1,00	10,25287	39/86	1854,1
370	500	355M/L*	1790	1160	6,6	1962	2,1	2,2	93,9	95	95,4	0,79	0,85	0,88	1,00	11,18495	31/68	1939,9
220	300	315B	1780	735	6,4	1183,81	2	2,5	93,6	94,6	94,7	0,7	0,79	0,83	1,00	3,53557	25/55	1285
260	350	315B	1780	846	6,6	1381,12	2,2	2,6	94	94,8	94,9	0,74	0,82	0,85	1,00	4,125	19/42	1346,7
300	400	315B	1780	961	6,8	1578,42	2,2	2,4	94,5	95,2	95,3	0,77	0,84	0,86	1,00	4,71435	19/42	1428
330	450	315B	1780	1060	6,8	1775,72	2,2	2,5	94,6	95,4	95,4	0,76	0,84	0,86	1,00	5,30365	16/35	1490
370	500	315B*	1780	1200	6	1973,02	2	2,5	94,6	95,4	95,4	0,73	0,82	0,85	1,00	5,89294	29/64	1560

* Aislación clase "F" ΔT 105K

Notas:

- Para obtener corriente en 380V, multiplicar por 0,577. para obtener 440V, multiplicar por 0,5.

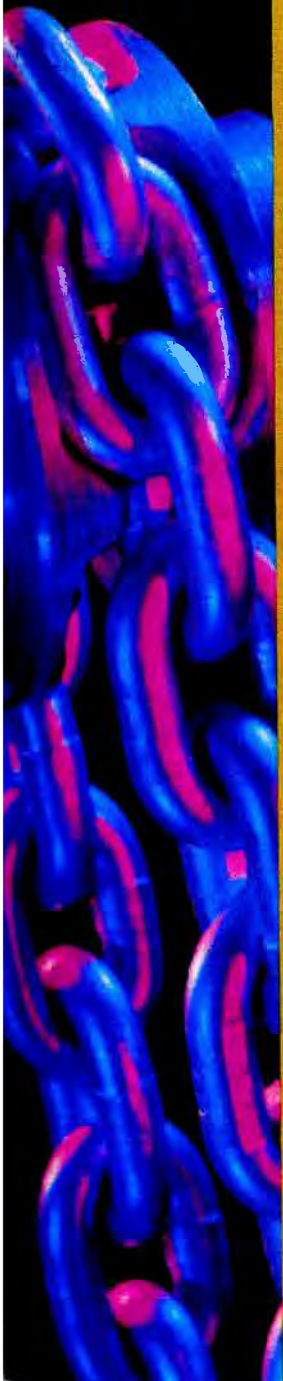
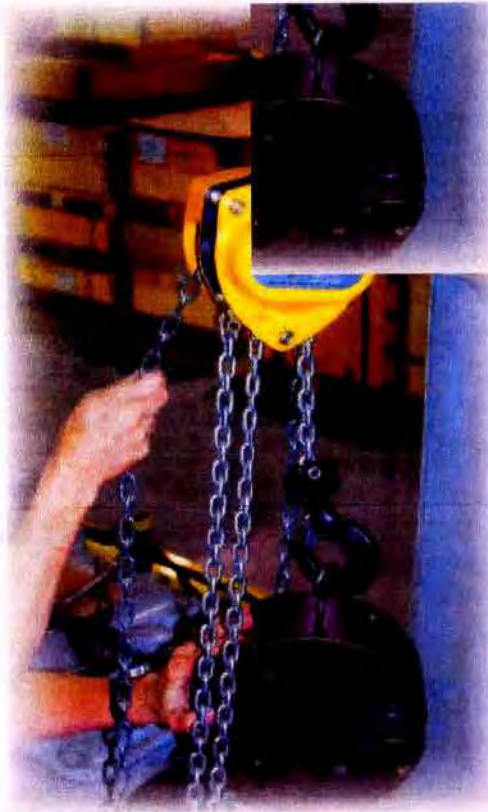
ANEXO J



Productos Manuales EZ Lift

Innovación ... Rendimiento ... Confiabilidad

www.rmhoist.com



Productos Manuales de Cadena **EZ Lift**

Polipastos Manuales de Cadena RM Serie II



- El izaje estándar es 3 m. La cadena manual tiene 0.5 m. menos que el izaje estándar. Izajes adicionales disponibles.
- Dispositivo limitador de sobrecarga para evitar el izaje de cargas que excedan la capacidad nominal. (Salvo en las unidades de 250 kg. de capacidad).
- Cadena de carga de aleación de acero grado 80 altamente resistente con acabado galvanizado anticorrosivo.
- Los ganchos son de aleación de acero con tratamiento térmico y están equipados con trinquetes de seguridad y puntos de inspección.
- Freno tipo Weston de doble traba con dos discos de fricción que proporcionan cuatro superficies de frenado.
- Cumple o supera los estándares internacionales, incluido el estándar ASME B30.16.

Modelo	Capacidad kg [ton]	Ramales	Esfuerzo de Tiro de la Cadena ² N [lb.]	Recorrido de la Cadena, Ratio ³	Altura mm [pulg.]	Peso ** kg [lb.]
RMII-250	250 [1/4]	1	235 [53]	17	280 [11]	6.4 [14]
RMII-500	500 [1/2]	1	240 [54]	33	345 [13.6]	11.3 [25]
RMII-1000	1000 [1]	1	250 [57]	53	376 [14.8]	13 [29]
RMII-1500	1500 [1.5]	1	265 [60]	78	442 [17.4]	17.8 [40]
RMII-2000	2000 [2]	1	335 [76]	90	470 [18.5]	20.2 [45]
RMII-3000	3000 [3]	1	372 [84]	106	548 [21.6]	35 [78]
RMII-5000	5000 [5]	2	360 [81]	197	688 [27.1]	41.3 [91]
RMII-7500	7500 [7.5]	3	372 [84]	296	688 [27.1]	62 [137]
RMII-10000	10,000 [10]	4	372 [84]	394	765 [30.1]	78.5 [173]

Polipastos Manuales de Cadena RMP Premium

Nuestro Polipasto Manual de Cadena de primera línea, el modelo RMP, es robusto y está íntegramente fabricado de acero para resistir en los ambientes severos de las aplicaciones de construcción y mantenimiento.

El izaje estándar es 3 m. La cadena manual tiene 0.5 m. menos que el izaje estándar. Izajes adicionales disponibles.

Limitador de sobrecarga para evitar el izaje de cargas que excedan la capacidad nominal.

Opciones resistentes a la chispa disponibles.

Cumple o supera los estándares internacionales, incluido el estándar ASME B30.16.

Modelo	Capacidad ¹ kg [ton]	Ramales	Esfuerzo de Tiro de la Cadena ² N [lb.]	Recorrido de la Cadena, Ratio ³	Altura mm [pulg.]	Peso ** kg [lb.]
RMP-500	500 [1/2]	1	255 [57]	43	320 [12.60]	14 [31]
RMP-1000	1000 [1]	1	226 [51]	43	350 [13.78]	15 [33]
RMP-1600	1600 [1.5]	2	255 [57]	86	450 [17.72]	20 [44]
RMP-2000	2000 [2]	1	226 [51]	98	485 [19.10]	39 [86]
RMP-3000	3000 [3]	1	363 [82]	98	535 [21.10]	40 [88]
RMP-5000	5000 [5]	2	314 [71]	196	740 [29.13]	63 [139]

Nota: Remítase a la Guía Técnica para información adicional sobre dimensiones.

¹ Capacidades adicionales disponibles.

² Esfuerzo requerido para levantar la carga nominal.

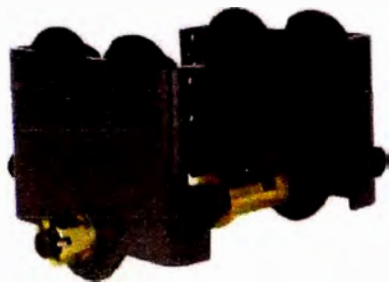
³ Número de metros [pies] que recorre la cadena manual para elevar el gancho de carga 1 metro [pie].

** Nota: Los pesos mostrados corresponden a los modelos con 3 m. de izaje.



Carros de Empuje Manual **EZ Lift**

Carro de Empuje Manual RPT



- Diseñado para polipastos con gancho superior tanto manuales como eléctricos
- Ruedas de corona compatibles con vigas en W y en S.
- Los rodamientos de las ruedas del carro están lubricados de por vida.
- De fácil ajuste para un amplio rango de anchos de ala.
- Las agarraderas y topes de seguridad son estándar.

Carro de Arrastre Manual RPTC



- Sus ruedas de acero maquinado de un solo ancho hacen más suave aún el movimiento.
- Use el carro RPT para aplicaciones de largo recorrido.
- Use el carro RPTC para aplicaciones de recorrido más corto y control preciso de la carga.
- Carros resistentes a la chispa disponibles.

Modelo	Capacidad kg [ton]	Ancho del Ala de la Viga mm [pulg.]	Curva de Radius Mín. m [pie]	Peso ** kg [lb.]
RPT-250	250 [1/4]	50 - 202 [2 - 7.95]	1 [3.28]	4.1 [9]
RPT-500	500 [1/2]	50 - 200 [2 - 7.88] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	1 [3.28]	6.5 [14] 8 [18]
RPT-1000	1000 [1]	65 - 200 [2.56 - 7.88] 200 - 310 [7.88 - 12.2]	1 [3.28]	10.5 [23] 12 [27]
RPT-2000	2000 [2]	88 - 200 [3.46 - 7.88] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	1.5 [4.92]	18 [40] 20 [44]
RPT-3000	3000 [3]	100 - 202 [3.93 - 7.95] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	2 [6.56]	38 [84] 40 [88]
RPT-5000	5000 [5]	114 - 202 [4.5 - 7.95] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	2 [6.56]	58.5 [129] 61 [135]
RPTC-1000	1000 [1]	65 - 200 [2.56 - 7.88] 200 - 310 [7.88 - 12.2]	1 [3.28]	14 [31] 15.5 [34]
RPTC-2000	2000 [2]	88 - 200 [3.46 - 7.88] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	1.5 [4.92]	21.5 [48] 23.5 [52]
RPTC-3000	3000 [3]	100 - 202 [3.93 - 7.95] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	2 [6.56]	42 [93] 44 [97]
RPTC-5000	5000 [5]	114 - 202 [4.5 - 7.95] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	2 [6.56]	62.5 [138] 65 [143]
RPTC-10000	10000 [10]	114 - 202 [4.5 - 7.95] 188 - 310 [7.4 - 12.2]	2 [6.56]	116 [256] 119 [263]

** Nota: Los pesos mostrados corresponden a los modelos con 3 m. de izaje.

ANEXO K

MANUAL
OF STEEL
CONSTRUCTION

LOAD &
RESISTANCE
FACTOR
DESIGN

Volume I

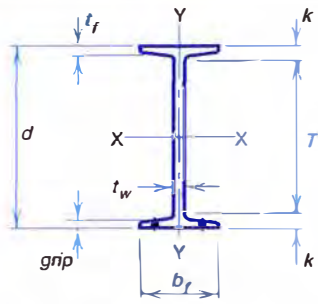
Structural Members,
Specifications,
& Codes

Volume II

Connections



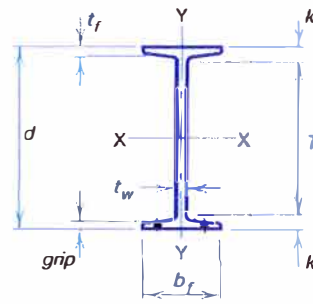
Second Edition



S SHAPES Dimensions

Designation	Area A in. ²	Depth d in.		Web			Flange				Distance		Grip in.	Max. Flge. Fastener in.
				Thickness t _w in.	t _w /2 in.	Width b _f in.	Thickness t _f in.	T in.	k in.					
S24×121 ×106	35.6	24.50	24½	0.800	13/16	7/16	8.050	8	1.090	1/16	20½	2	1/8	1
	31.2	24.50	24½	0.620	5/8	5/16	7.870	7⅞	1.090	1/16	20½	2	1/8	1
S24×100 ×90 ×80	29.3	24.00	24	0.745	3/4	3/8	7.245	7¼	0.870	7/8	20½	1¾	7/8	1
	26.5	24.00	24	0.625	5/8	5/16	7.125	7⅞	0.870	7/8	20½	1¾	7/8	1
	23.5	24.00	24	0.500	1/2	1/4	7.000	7	0.870	7/8	20½	1¾	7/8	1
S20×96 ×86	28.2	20.30	20¼	0.800	13/16	7/16	7.200	7¼	0.920	15/16	16¾	1¾	15/16	1
	25.3	20.30	20¼	0.660	11/16	3/8	7.060	7	0.920	15/16	16¾	1¾	15/16	1
S20×75 ×66	22.0	20.00	20	0.635	5/8	5/16	6.385	6⅜	0.795	13/16	16¾	1⅝	13/16	7/8
	19.4	20.00	20	0.505	1/2	1/4	6.255	6¼	0.795	13/16	16¾	1⅝	13/16	7/8
S18×70 ×54.7	20.6	18.00	18	0.711	11/16	3/8	6.251	6¼	0.691	11/16	15	1½	11/16	7/8
	16.1	18.00	18	0.461	7/16	1/4	6.001	6	0.691	11/16	15	1½	11/16	7/8
S15×50 ×42.9	14.7	15.00	15	0.550	9/16	5/16	5.640	5⅝	0.622	5/8	12¼	1⅜	9/16	3/4
	12.6	15.00	15	0.411	7/16	1/4	5.501	5½	0.622	5/8	12¼	1⅜	9/16	3/4
S12×50 ×40.8	14.7	12.00	12	0.687	11/16	3/8	5.477	5½	0.659	11/16	9⅞	17/16	11/16	3/4
	12.0	12.00	12	0.462	7/16	1/4	5.252	5¼	0.659	11/16	9⅞	17/16	5/8	3/4
S12×35 ×31.8	10.3	12.00	12	0.428	7/16	1/4	5.078	5⅝	0.544	9/16	9⅝	13/16	1/2	3/4
	9.35	12.00	12	0.350	3/8	3/16	5.000	5	0.544	9/16	9⅝	13/16	1/2	3/4
S10×35 ×25.4	10.3	10.00	10	0.594	5/8	5/16	4.944	5	0.491	1/2	7¾	1⅞	1/2	3/4
	7.46	10.00	10	0.311	5/16	3/16	4.661	4⅝	0.491	1/2	7¾	1⅞	1/2	3/4
S8×23 ×18.4	6.77	8.00	8	0.441	7/16	1/4	4.171	4⅞	0.426	7/16	6	1	7/16	3/4
	5.41	8.00	8	0.271	1/4	1/8	4.001	4	0.426	7/16	6	1	7/16	3/4
S6×17.25 ×12.5	5.07	6.00	6	0.465	7/16	1/4	3.565	3⅝	0.359	3/8	4¼	7/8	3/8	5/8
	3.67	6.00	6	0.232	1/4	1/8	3.332	3⅜	0.359	3/8	4¼	7/8	3/8	—
S5×10	2.94	5.00	5	0.214	3/16	1/8	3.004	3	0.326	5/16	3⅜	13/16	5/16	—
S4×9.5 ×7.7	2.79	4.00	4	0.326	5/16	3/16	2.796	2¾	0.293	5/16	2½	3/4	5/16	—
	2.26	4.00	4	0.193	3/16	1/8	2.663	2⅝	0.293	5/16	2½	3/4	5/16	—
S3×7.5 ×5.7	2.21	3.00	3	0.349	3/8	3/16	2.509	2½	0.260	1/4	1⅝	11/16	1/4	—
	1.67	3.00	3	0.170	3/16	1/8	2.330	2⅜	0.260	1/4	1⅝	11/16	1/4	—

S SHAPES Properties



Nom- inal Wt. per ft lb	Compact Section Criteria			X_1 ksi	$X_2 \times 10^6$ (1/ksi) ²	Elastic Properties						Plastic Modulus	
	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h}{t_w}$	F_y''' ksi			Axis X-X			Axis Y-Y			Z_x in. ³	Z_y in. ³
						I in. ⁴	S in. ³	r in.	I in. ⁴	S in. ³	r in.		
121	3.7	36.4	—	3310	1770	3160	258	9.43	83.3	20.7	1.53	306	36.2
106	3.6	34.1	55	2960	2470	2940	240	9.71	77.1	19.6	1.57	279	33.2
100	4.2	28.3	—	3000	2940	2390	199	9.02	47.7	13.2	1.27	240	23.9
90	4.1	33.7	56	2710	4090	2250	187	9.21	44.9	12.6	1.30	222	22.3
80	4.0	42.1	36	2450	5480	2100	175	9.47	42.2	12.1	1.34	204	20.7
96	3.9	21.6	—	3730	1160	1670	165	7.71	50.2	13.9	1.33	198	24.9
86	3.8	26.2	—	3350	1630	1580	155	7.89	46.8	13.3	1.36	183	23.0
75	4.0	27.1	—	3140	2290	1280	128	7.62	29.8	9.32	1.16	153	16.7
66	3.9	34.1	55	2800	3250	1190	119	7.83	27.7	8.85	1.19	140	15.3
70	4.5	21.8	—	3590	1470	926	103	6.71	24.1	7.72	1.08	125	14.4
54.7	4.3	33.6	57	2770	3400	804	89.4	7.07	20.8	6.94	1.14	105	12.1
50	4.5	23.2	—	3450	1540	486	64.8	5.75	15.7	5.57	1.03	77.1	9.97
42.9	4.4	31.0	—	2960	2470	447	59.6	5.95	14.4	5.23	1.07	69.3	9.02
50	4.2	13.9	—	5070	333	305	50.8	4.55	15.7	5.74	1.03	61.2	10.3
40.8	4.0	20.7	—	4050	682	272	45.4	4.77	13.6	5.16	1.06	53.1	8.85
35	4.7	23.4	—	3500	1310	229	38.2	4.72	9.87	3.89	0.980	44.8	6.79
31.8	4.6	28.6	—	3190	1710	218	36.4	4.83	9.36	3.74	1.00	42.0	6.40
35	5.0	13.8	—	4960	374	147	29.4	3.78	8.36	3.38	0.901	35.4	6.22
25.4	4.7	26.4	—	3430	1220	124	24.7	4.07	6.79	2.91	0.954	28.4	4.96
23	4.9	14.5	—	4770	397	64.9	16.2	3.10	4.31	2.07	0.798	19.3	3.68
18.4	4.7	23.7	—	3770	821	57.6	14.4	3.26	3.73	1.86	0.831	16.5	3.16
17.25	5.0	9.9	—	6250	143	26.3	8.77	2.28	2.31	1.30	0.675	10.6	2.36
12.5	4.6	19.9	—	4290	477	22.1	7.37	2.45	1.82	1.09	0.705	8.47	1.85
10	4.6	17.4	—	4630	348	12.3	4.92	2.05	1.22	0.809	0.643	5.67	1.37
9.5	4.8	8.7	—	6830	87.4	6.79	3.39	1.56	0.903	0.646	0.569	4.04	1.13
7.7	4.5	14.7	—	5240	207	6.08	3.04	1.64	0.764	0.574	0.581	3.51	0.964
7.5	4.8	5.6	—	9160	28.1	2.93	1.95	1.15	0.586	0.468	0.516	2.36	0.826
5.7	4.5	11.4	—	6160	106	2.52	1.68	1.23	0.455	0.390	0.522	1.95	0.653

ANEXO L

>>>

OBL Metering Pumps

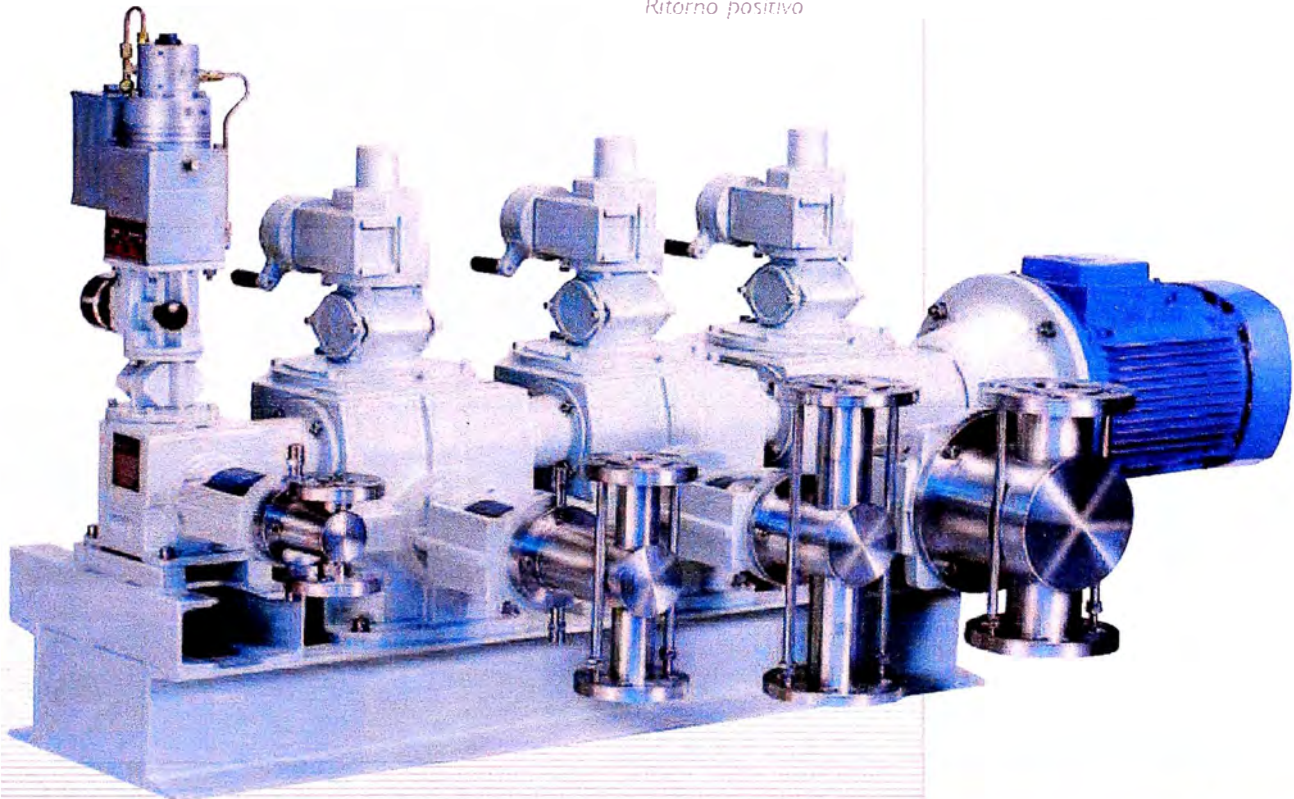
L
series

Plunger metering pumps

> API 675 STD

Positive return
Ritorno positivo

Pompe dosatrici a pistone



OBL
OBL

O_L_68.IT_04 '09

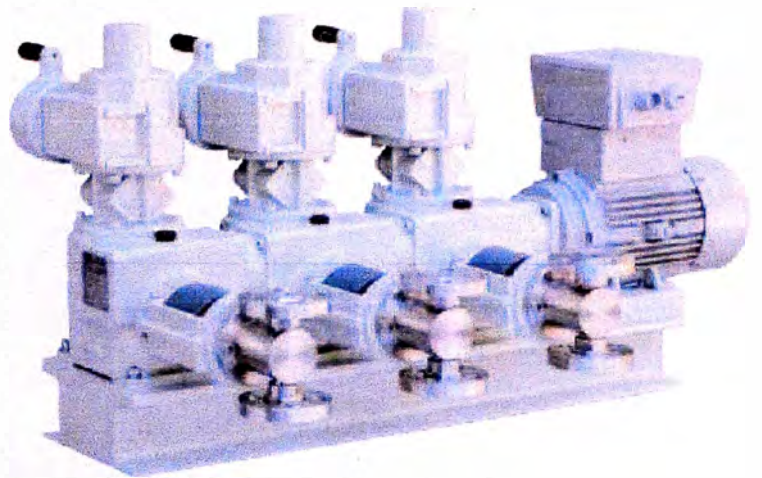
L Plunger metering pumps

Positive return plunger metering pumps

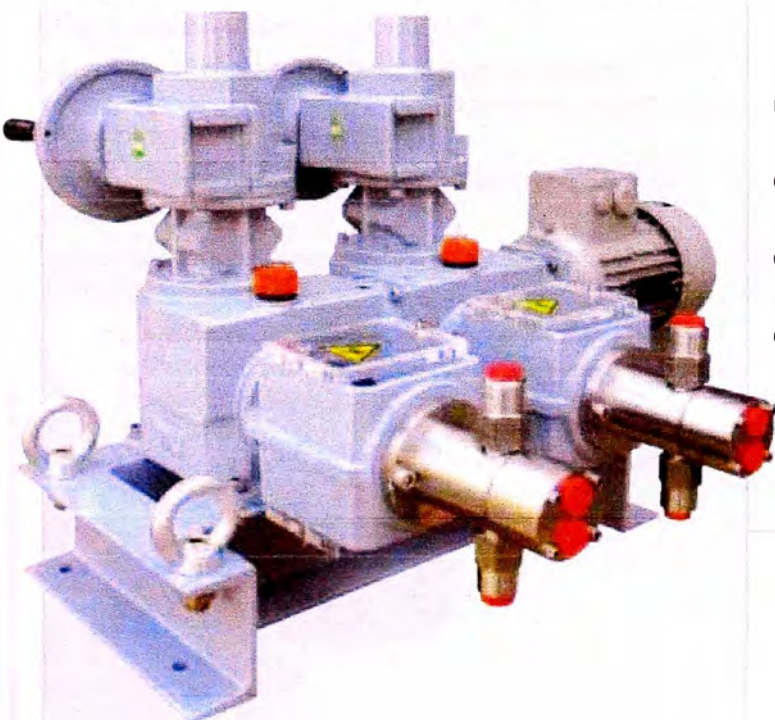
"L" series positive return plunger metering pumps benefit from OBL's thirty years' technical experience in the development of plunger pumps.

Pompe dosatrici con ritorno meccanico del pistone

Le pompe dosatrici a pistone della serie "L" con ritorno positivo sono costruite dalla OBL con un "know-how" acquisito in decenni di esperienza nel campo delle pompe a pistone.



Triplex pump with individual adjustment.
Pompa a tre testate con regolazione indipendente.

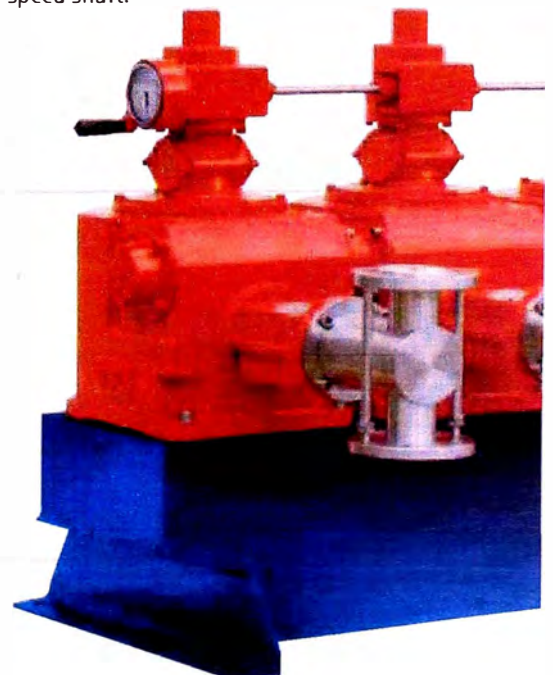


Two-headed LY with frontal warming jacket and independent manual adjustment via handwheel.

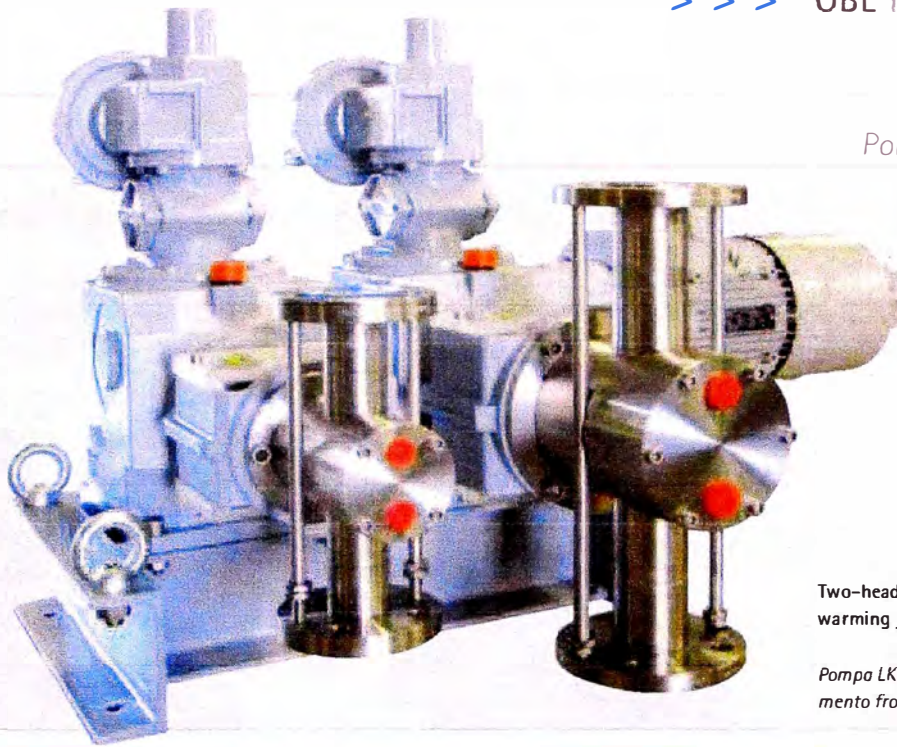
Pompa LY a due teste con riscaldamento frontale e regolazione manuale in dipendente tramite orologio gravitazionale.

General features

- API 675 full motion plunger pump.
- OBL's metering pumps are used in several industrial plants. The "L" series ranges from the smallest capacity, 400 cc/h, to the largest, 11.000 L/h.
- All models can be built as multiple units; different sizes can be combined.
- Each pumphead can have a different stroke rate since each has its own reduction gear.
- Power transmission through multiple units is easily achieved by common, low-torque speed shaft.



Pompe dosatrice a pistone



Two-headed LK with double check valve, frontal warming jacket and forced ventilation motor.

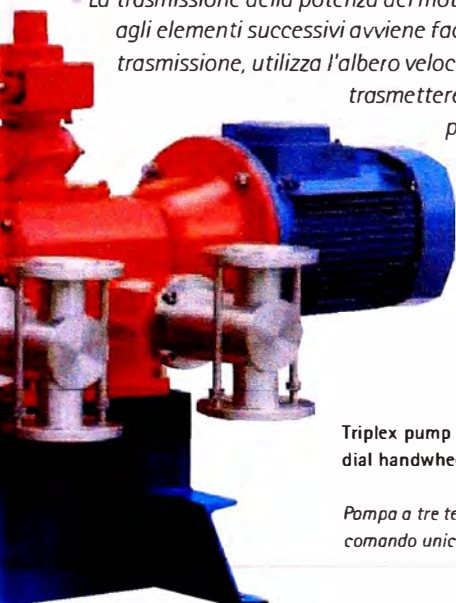
Pompa LK a due teste con valvole doppie, riscaldamento frontale e motore servovenilato.



Caratteristiche generali:

- Pompa a pistone con ritorno positivo, API 675.
- Le pompe dosatrici OBL sono utilizzate in molteplici processi industriali. La gamma delle pompe "L" spazia dalle piccole portate di 400 cc/h fino a portate elevate di 11.000 L/h.
- Tutti i modelli sono accoppiabili tra loro indipendentemente dalla grandezza.
- Ogni pompa può avere un numero di colpi indipendente, in quanto ogni elemento ha la propria coppia di riduzione.

- La trasmissione della potenza del motore dal primo elemento agli elementi successivi avviene facilmente in quanto, detta trasmissione, utilizza l'albero veloce, per cui la coppia da trasmettere è infinitamente più piccola dell'albero ridotto.



Triplex pump with common gravitational dial handwheel adjustment.

Pompa a tre teste con regolazione a comando unico.

Advantages:

Heavy-duty construction designed for continuous (24/7) industrial operation.

- Suitable for high pressure applications where accuracy and reliability are essential.
- High metering accuracy
- Horizontal coupling, in all combinations.
- All possible automatic capacity controls available on demand.

Vantaggi:

- Meccanismo realizzato per elevate prestazioni, quali impieghi industriali di processo (funzionamento continuo 24h/24).
- Adatta per elevate pressioni dove accuratezza ed affidabilità sono essenziali.
- Elevata precisione di dosaggio.
- Accoppiamento orizzontale in tutte le combinazioni.
- Su richiesta fornibili con ogni dispositivo di regolazione automatico della portata.

L Productions range

Positive return plunger pump range (full motion)

Our "L" pumps range fully meets the specifications of API STANDARD 675 (POSITIVE DISPLACEMENT PUMPS CONTROLLED VOLUME SECOND EDITION).

Gamma pompe con ritorno meccanico del pistone

Le pompe della serie "L" sono conformi alla normativa: API STANDARD 675 (POSITIVE DISPLACEMENT PUMPS CONTROLLED VOLUME SECOND EDITION).



LY max 400 l/h

- Stroke: 11/17mm
- Motors 0,37-0,75-1,5 kW
- Flanged/threaded connections
- Max. flow rate 400 l/h
- Max. pressure 300 bar g

- Corsa: 11/17mm
- Motore 0,37-0,75-1,5 kW
- Attacchi flangiati/filettati
- Portata max 400 l/h
- Pressione max 300 bar g



LK max 1300 l/h

- Stroke: 30mm
- Motors 0,37-0,75-1,5 kW
- Flanged connections
- Max. flow rate 1300 l/h
- Max. pressure 400 bar g

- Corsa: 30mm
- Motore 0,37-0,75-1,5 kW
- Attacchi flangiati
- Portata max 1300 l/h
- Pressione max 400 bar g



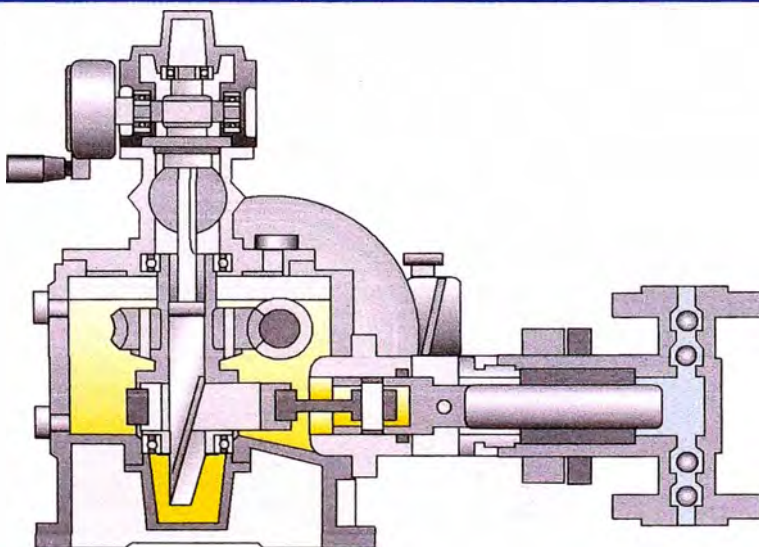
LN max 3800 l/h

- Stroke: 50mm
- Motors 0,75-1,5-2,2-3-4 kW
- Flanged connections
- Max. flow rate 3800 l/h
- Max. pressure 400 bar g

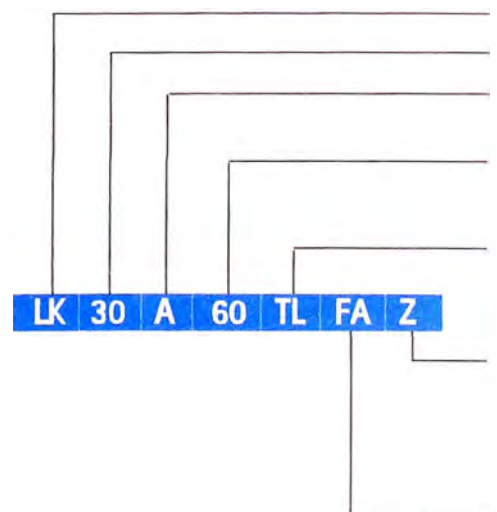
- Corsa: 50mm
- Motore 0,75-1,5-2,2-3-4 kW
- Attacchi flangiati
- Portata max 3800 l/h
- Pressione max 400 bar g

Sectional view

Sezione



Key to model number



Gamma di produzione



LP max 5500 l/h

- Stroke: 50mm
- Motors 2,2-3-4-5,5-7,5 kW
- Flanged connections
- Max. flow rate 5500 l/h
- Max. pressure 400 bar g

- Corsa: 50mm
- Motore 2,2-3-4-5,5-7,5 kW
- Attacchi flangiati
- Portata max 5500 l/h
- Pressione max 400 bar g

Esempio composizione sigla

LK	PUMP TYPE/POMPA TIPO
30	Ø PLUNGER/PISTONE
A	AISI316L VERSION/ESECUZIONE AISI 316L
P	PVC VERSION/ESECUZIONE PVC
60	STROKES PER MINUTE/COLPI AL MINUTO
...	= 0 ÷ 10 BAR VERSION (NO NEED OF MODEL NO.) = 0÷10 BAR VERSIONE STANDARD (NON RICHIEDE SIGLA)
TL	= 10 ÷ 40 BAR
TN	= 40 ÷ 100 BAR
TS	= 100 ÷ 400 BAR
ZC	ELECTRIC ACTUATOR SERVOCOMANDO ELETTRICO
W	3÷15 PSI PNEUMATIC ACTUATOR SERVOCOMANDO PNEUMATICO 3÷15 PSI
F	UNI-DIN FLANGED CONNECTIONS ATTACCHI FLANGIATI UNI-DIN
FA	ANSI FLANGED CONNECTIONS ATTACCHI FLANGIATI ANSI

OBL plunger stroke adjustment mechanism

The adjustment of the plunger stroke is linear, accurate, and without backlash. Turning the adjustment knob causes the wedge "A" to slide vertically within the grooved pin "B" fitted, with zero clearance, in the eccentric "C".

The result is that the vertical movement of the wedge is translated into horizontal movement of the eccentric and, in turn, the plunger.

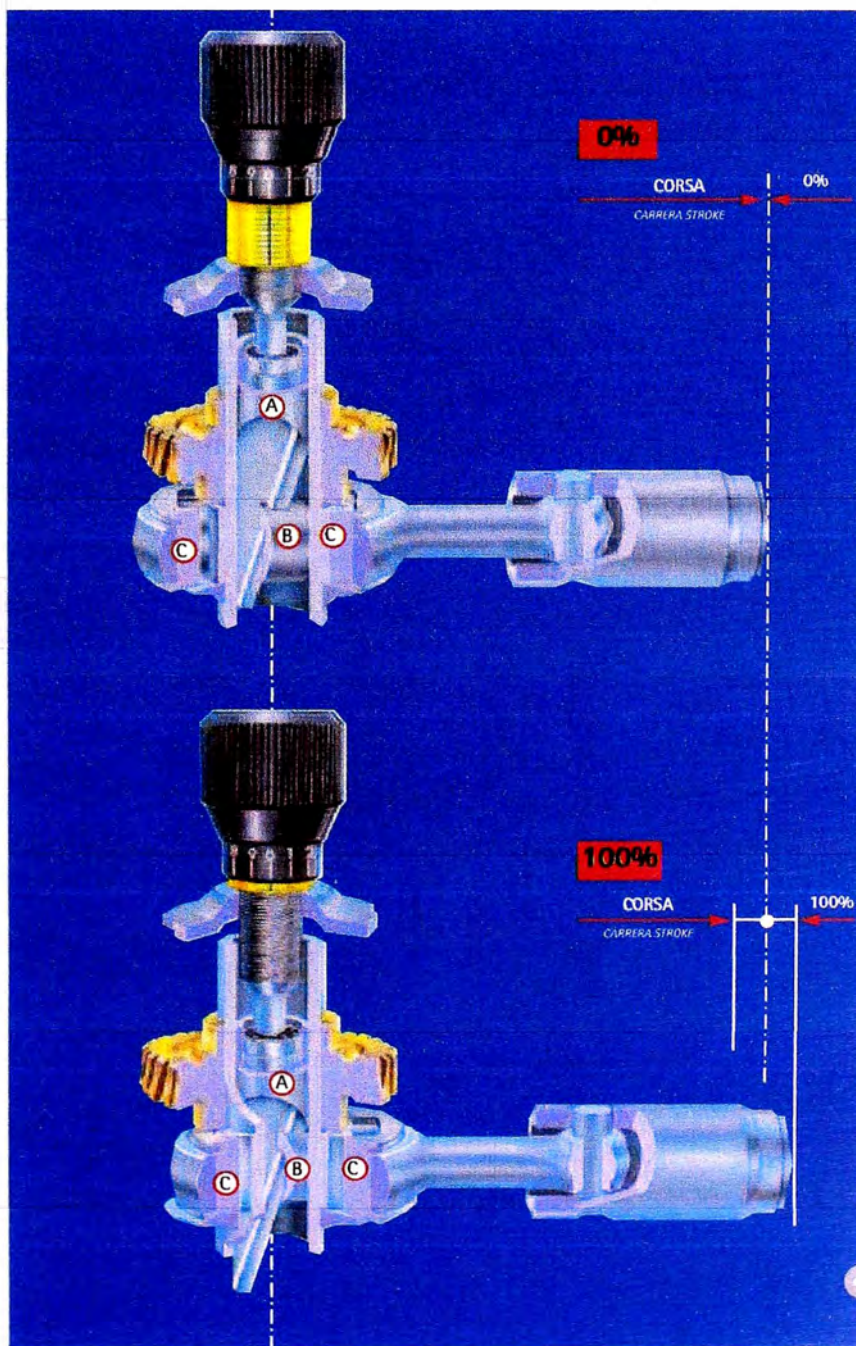
High adjustment accuracy is further enhanced by the use of the gravitational dial handwheel.

Principio di regolazione OBL della corsa del pistone

La regolazione della corsa del pistone è lineare, precisa e priva di giochi.

Agendo sulla manopola di regolazione il perno filettato fa compiere al cuneo "A" un movimento verticale, il cuneo è impegnato con il perno sgonolato "B" che alloggia, senza gioco, all'interno dell'eccentrico "C".

La risultante è che il movimento verticale del cuneo si traduce in movimento orizzontale dell'eccentrico e quindi del pistone. L'alta precisione di regolazione è garantita dall'ampio scala di lettura con indice gravitazionale.



LK Technical data

LK pump is the second size of the four "L" sizes:
LY-LK-LN-LP.
The stroke adjustment is based on OBL's unique design.

La pompa LK è la intermedia della serie "L" ed è la seconda delle quattro grandezze: LY-LK-LN-LP.
Il principio di regolazione della corsa è sempre del tipo OBL



LK

1300 l/h

Construction characteristics

- Positive return mechanism with mechanical return of the plunger, based on OBL's unique design.
- Smooth flowrate adjustment by control knob, either with pump in motion or stationary.
- $\pm 1\%$ steady state accuracy within 10% and 100% of capacity.
- $\pm 3\%$ repeatability and linearity within 10% and 100% of capacity.
- Max. temperature of handled liquid:
 - with standard stainless steel heads: 90 °C
 - with special stainless steel heads: 130 °C & 280 °C
 - with stainless steel heads and ceramic plunger: 90 °C
 - with PVC head: 40 °C
 - with PVDF head: 70 °C

Caratteristiche costruttive

- Meccanismo con ritorno meccanico del pistone su principio OBL
- Regolazione continua della portata sia a pompa ferma che in moto, mediante comando a manopola.
- Tolleranza $\pm 1\%$ sulla precisione tra il 10% e il 100% della portata.
- Tolleranza $\pm 3\%$ sulla ripetibilità e linearità tra il 10% e il 100% della portata.
- Temperatura max del liquido dosato:
 - Con testate standard in acc. inox 90 °C
 - Con testate speciali in acc. inox 130 °C & 280 °C
 - Con testate in acc. inox e pistone in ceramica 90 °C
 - Con testate in PVC 40 °C
 - Con testate in PVDF 70 °C

TYPE TIPO	STROKES / l CORRATA / l	MAX FLOW RATE l/h PORTATA Max l/h	MAX PRESSURE BAR PRESS. MAX bar				CONNECTIONS ATTACCHI	
			0,17 kW		0,75 kW		DN	ANSI
			AISI 316L	PVC	AISI 316L	PVC		
LK10	60	6	80	10	100	10	15	1/2"
LK10	82	8	80	10	100	10	15	1/2"
LK10	102	10	80	10	100	10	15	1/2"
LK10	123	13	80	10	100	10	15	1/2"
LK15	60	15	80	10	100	10	15	1/2"
LK15	82	20	80	10	100	10	15	1/2"
LK15	102	25	80	10	100	10	15	1/2"
LK15	123	30	75	10	100	10	15	1/2"
LK20	60	30	80	10	100	10	15	1/2"
LK20	82	38	60	10	100	10	15	1/2"
LK20	102	48	55	10	100	10	15	1/2"
LK20	123	58	45	10	100	10	15	1/2"
LK25	60	47	60	10	80	10	15	1/2"
LK25	82	62	50	10	80	10	15	1/2"
LK25	102	78	35	10	70	10	15	1/2"
LK25	123	93	30	10	60	10	15	1/2"
LK30	60	70	40	10	70	10	20	3/4"
LK30	82	90	32	10	70	10	20	3/4"
LK30	102	110	25	10	52	10	20	3/4"
LK30	123	135	20	10	43	10	20	3/4"
LK40	60	128	20	10	40	10	20	3/4"
LK40	82	165	20	10	40	10	20	3/4"
LK40	102	210	15	10	30	10	20	3/4"
LK40	123	250	12	10	25	10	20	3/4"
LK50	60	200	15	10	27	10	25	1"
LK50	82	265	13	10	27	10	25	1"
LK50	102	330	9	9	18	10	25	1"
LK50	123	400	7	7	15	10	25	1"
LK65	60	340	7	7	16	10	25	1"
LK65	82	450	6	6	16	10	25	1"
LK65	102	550	4	4	12	10	25	1"
LK65	123	665	3	3	9	9	25	1"
LK80	60	510	-	-	10	10	40	A 1 1/2 - P 2"
LK80	82	700	-	-	8,5	8,5	40	A 1 1/2 - P 2"
LK80	102	850	-	-	7	7	40	A 1 1/2 - P 2"
LK80	123	1000	-	-	6	6	40	A 1 1/2 - P 2"
LK100	60	800	-	-	6	6	40	A 1 1/2 - P 2"
LK100	82	1050	-	-	4,5	4,5	40	A 1 1/2 - P 2"
LK100	102	1300	-	-	4	4	40	A 1 1/2 - P 2"

Caratteristiche tecniche

- Stroke/Corsa: • 30 mm.
- Motors/Motori: • 0,37 - 0,75 - 1,5 kW
- Flow rates/Portata: • 1300 L/h
- Pump/Pompa: • Single and multiple
Singola e multipla
- Connections
Attacchi: • Flanged
Flangiati
- Adjustment
Regolazione: • Manual and automatic
Manuale e automatica
- Casing /Corpo: • Cast iron/ Ghisa
- Weigth/Peso: • 70 Kgs/Kg max

Pump heads

The standard construction, up to 135 L/h, has duplex ball valves; higher flowrates have single valves.
Materials of construction for wetted parts are:

- Construction A: AISI 316L
- Construction P: PVC-Ceramic - PTFE

Pumps in other materials such as Hastelloy, other alloys, PVDF etc., can be supplied on demand.

- Plunger packing is of reinforced Teflon chevron rings.
- Suction and discharge connections are flanged.

Testate pompanti

L'esecuzione standard prevede valvole doppie fino a 135 L/h e valvole singole per portate superiori.

I materiali di costruzione sono fondamentalmente di due tipi:

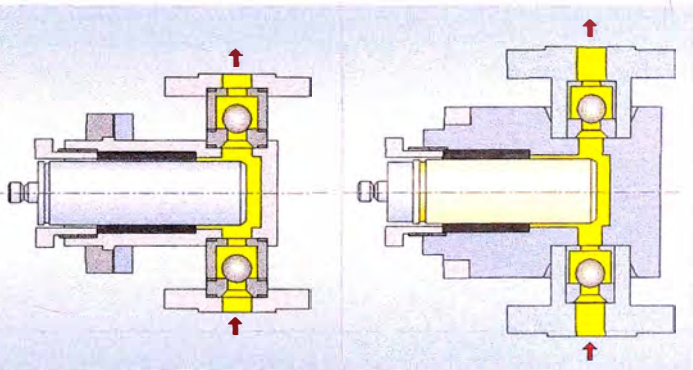
- Esecuzione A: AISI 316L
- Esecuzione P: PVC-Ceramica-Teflon

Esecuzioni speciali con materiali particolari quali Hastelloy, Alloy, PVDFo altri possono essere fornite su specifica richiesta.

- Le guarnizioni del pistone sano del tipo automatico con sezione a V, realizzate in teflon caricato.
- Gli attacchi di aspirazione e mandata sono sempre flangiati.



LK pump with PVC wetted parts and ZC2 OBL design electrical actuator.
Pompa LK con testata in PVC e servocomando elettrico tipo ZC2 (design OBL).



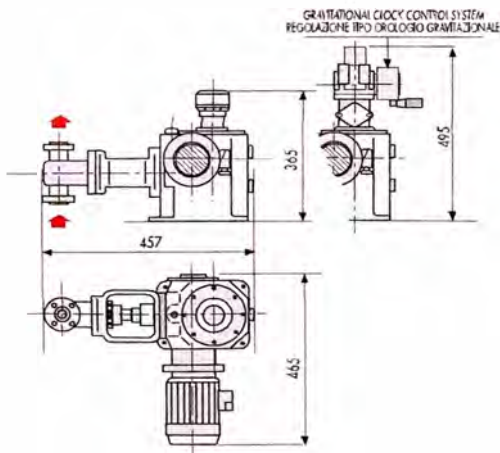
Stainless steel head, "A" execution, flanged connections.

Testata in acciaio inox esecuzione "A".
Attacchi flangiati.

PVC head, "P" execution, flanged connections.

Testata in PVC esecuzione "P".
Attacchi flangiati.

MAX OVERALL DIMENSIONS

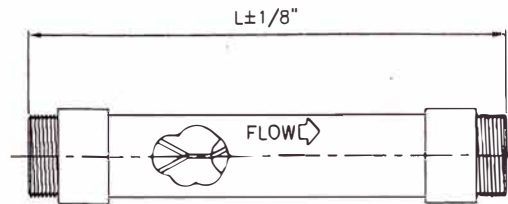


Materials of constructions

Materiali di costruzione

	AISI 316L	PVC	AISI 316L	AISI 316L	AISI 316L
LIQUID END/CORPO TESTATA	AISI 316L	PVC	AISI 316L	AISI 316L	AISI 316L
PLUNGER/PISTONE	AISI 316L	CERAMIC	CERAMIC	CERAMIC	CERAMIC
PACKING/TENUTA PISTONE	TEFLON/PTFE	TEFLON/PTFE	TEFLON/PTFE	VULKOLLAN POLYURETHAN	TEFLON/PTFE
VALVE SEAT/SEDE VALVOLA	AISI 316L	PVC	AISI 316L	AISI 316L	INCOLOY 825
VALVE/VALVOLA	AISI 316L	PIREX	AISI 316L	AISI 316L	PIREX
VALVE SEAL/TENUTA VALVOLA	FPM	FPM	FPM	FPM	FPM

ANEXO M



RIGHT SIDE VIEW

HOUSING: CLEAR PVC SCHEDULE 40
 END CONNECTION: MALE ADAPTER SCHEDULE 40
 (WHITE PVC) NPT.
 ELEMENTS: 4 TYPE 316 STAINLESS STEEL

"CPS" SERIES NUMBERING SYSTEM

CPS - 007
 LINE SIZE, 3/4" IN EXAMPLE
 CLEAR PVC WITH 316 S.S. ELEMENTS

UNLESS OTHERWISE NOTED:
 DIMENSIONS ARE IN INCHES
 TOLERANCES ARE:

- 1 PLACE DECIMAL ± .030"
- 2 PLACE DECIMAL ± .015"
- 3 PLACE DECIMAL ± .005"

FRACTIONAL ± 1/16" ANGULAR ± 1/2"

KOMAX "CPS" STATIC MIXER

TABULATION BLOCK				
MODEL NO.	SIZE, NPS	LENGTH 'L'	FLOW RATE, Q (GPM)	PRESSURE DROP, PSI
CPS-007	3/4" DIA.	6 3/4"	1 - 12	0.5 - 8
CPS-010	1" DIA.	8"	2 - 20	0.1 - 8
CPS-015	1 1/2" DIA.	11"	4 - 45	0.1 - 8
CPS-020	2" DIA.	14"	6 - 75	0.1 - 8
CPS-030	3" DIA.	20 3/4"	25 - 160	0.2 - 8
CPS-040	4" DIA.	30"	40 - 275	0.2 - 8

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF
 KOMAX SYSTEMS, INC. THE INFORMATION
 HEREON MAY NOT BE USED NOR
 REPRODUCED WITHOUT THE WRITTEN
 PERMISSION OF KOMAX SYSTEMS, INC.

MANUFACTURED UNDER ONE OR MORE OF THE FOLLOWING U.S. PATENTS
 3201813 3923288, 4034965, 4208136, 4614440, 4808007,
 5066137, 5176448, 5484203, 5758967, 5947597, 6024842,
 6027241, 6082713, 6102561, 6132079, 6276823
 OTHER U.S. AND FOREIGN PATENTS PENDING

KOMAX SYSTEMS, INC.

P.O. BOX 1323 WILMINGTON, CA 90748-1323 310-830-4320 FAX: 310-830-9826

OUTLINE & MOUNTING CONFIGURATION

STANDARD CPS SERIES

SCALE: 1/4" = 1"	APPROVED BY:	DRAWN BY: DP	
DATE: 11-04-93		REV. DATE: 06-25-07	
CUSTOMER:	QUOTE NO.:	CODE#	DRAWING NUMBER:
	JOB NO.:	004	15330