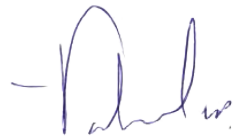


	Apell.								
	Fecha								
	Apell.	C.R.A.C..		R.U.P.F.		J.I.I.Q. V.Q.P.		Emisión Original	BPE
	Fecha	15/04/21		25/05/21		27/05/21			
N°		ELABORÓ	FIRMA	REVISÓ	FIRMA	VALIDÓ Y APROBÓ	FIRMA	MODIFICACIONES	ESTAT.
LISTA DE DISTRIBUCION		Secretaría del Trabajo y Previsión Social					1 copia		
		GOBIERNO DEL ESTADO DE COAHUILA <u>Secretaría del Trabajo y Previsión Social</u>							
		COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD <i>Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura</i> <i>Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción</i> <i>Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil</i>							
CRITERIO DE DISEÑO									
PROYECTO: PASTA DE CONCHOS CONJUNTO: GENERALES TÍTULO: CRITERIO DE DISEÑO- SISTEMA DE BOMBEO Y TRATAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA									
IDENTIFICACIÓN		GI-PAS-K1333-CD-DMR-EO-001				Núm. Pág.15 (Se incluye esta página)			
FECHA: 27/05/21		No. ARCHIVO DE C.F.E.:							



PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 2 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

1. OBJETIVO

El presente criterio de diseño del sistema de agua tiene como objetivo establecer los criterios mínimos para el dimensionamiento del sistema de bombeo y tratamiento mediante la aplicación de las teorías y procedimientos que el diseñador de la Ingeniería de Detalle deberá cumplir.

2. SISTEMA DE UNIDADES

Se utilizará el Sistema General de Unidades de Medida, mismo que está homologado con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este sistema se usa atendiendo lo estipulado en la Ley Federal de Metrología y Normalización, en su artículo 5°. Para efectos prácticos serán indicados entre paréntesis equivalencias a otros sistemas de unidades, esto según sea requerido.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

La referencia básica para el dimensionamiento son los planos de arreglos generales que definen el predimensionamiento, dichos documentos se listan a continuación:

Planos

- Planta General - Ejes Principales
- Planta General - Ejes Secundarios

4. SISTEMA DE AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN

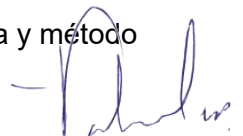
4.1. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSTRUCCIÓN

La calidad del agua es una medida de las propiedades físicas, químicas y biológicas del líquido que resulta fundamental conocer para poder aprovechar adecuadamente y de forma segura el líquido. Para medirla se definen estándares específicos en función de los usos que pretende dársele. Algunos de éstos utilizan parámetros que pueden medirse fácilmente, como la temperatura, conductividad, turbidez, pH y oxígeno disuelto. Otras medidas se enfocan en los nutrientes, sólidos disueltos totales, metales pesados, patógenos y compuestos orgánicos.

Los indicadores que la Conagua utiliza para reportar la calidad del agua son la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y la concentración de sólidos suspendidos totales.

4.2. AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

El Contratista con base a su procedimiento constructivo, deberá calcular la demanda y método de suministro de agua para la construcción del proyecto:



PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TITULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 3 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

- Agua para los equipos de excavación
- Agua para los tratamientos de estabilización
- Agua para el sistema de sostenimiento
- Agua para sanitarios y regaderas de las instalaciones
- Agua para mantenimiento de zonas verdes de las instalaciones

5. SISTEMA DE DRENAJE DE AGUA EN GALERÍAS COLAPSADAS

El Contratista deberá diseñar el sistema de drenado de los túneles y de las galerías colapsados considerando:

- Mantener condiciones adecuadas de trabajo;
- Minimizar la cantidad de agua en circulación en las galerías colapsadas;
- Reaprovechar el máximo de agua utilizada en el proceso industrial;
- Eliminar aguas con ciertas características que pudieran afectar negativamente la salud de los trabajadores.

5.1. CALIDAD DEL AGUA DENTRO DE LAS GALERÍAS COLAPSADAS

El Contratista deberá tener presente en su diseño de la disposición final del agua subterránea los límites permisibles de calidad del agua:

Límites permisibles de características bacteriológicas

TABLA 1. LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP / 100 ml
	2 UFC / 100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP / 100 ml
	Cero UFC / 100 ml

Límites permisibles de características físicas y organolépticas

TABLA 2. LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino - cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TITULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 4 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método

Límites permisibles de características químicas
TABLA 3. LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.2
Arsénico	0.05
Bario	0.7
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.5
Cloruros (como Cl-)	250
Cobre	2
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCo3)	500
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.3
Fluoruros (como F-)	1.5
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.5
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plagidas en microgramos/l: Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.3
DDT (total de isómeros)	1
Gamma - HCH (lindano)	2
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20
2,4 - D	50
Plomo	0.025
Sodio	200
Sólidos disueltos totales	1000
Sulfatos (como SO4=)	400
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.5

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TITULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 5 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Trilhalometanos totales	0.2
Zinc	5

Límites permisibles de características radiactivas

TABLA 4. LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Radiactividad alfa global	0.1
Radiactividad beta global	1.0

5.2. CÁRCAMO DE BOMBEO

El cárcamo de bombeo es una estructura construida de concreto o mampostería que forma parte de un arreglo en donde se descarga el conducto de la toma y se instalan las bombas suministrándole un gasto determinado de agua para elevarla al nivel deseado.

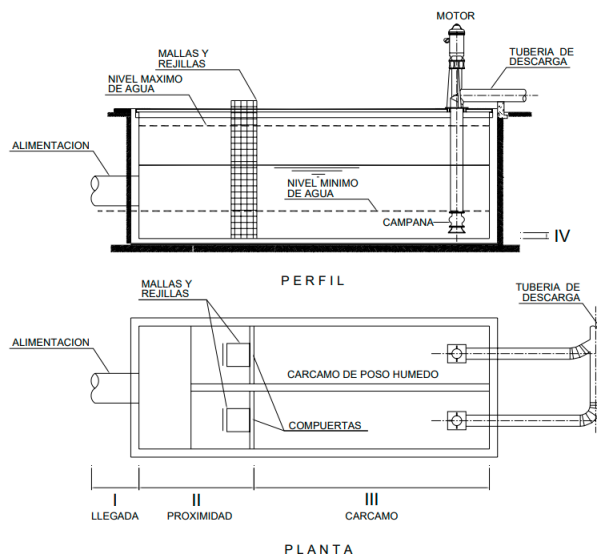


FIGURA 1 ZONA O SUBDIVISIÓN DE LAS ZONAS DEL CÁRCAMO DE ACUERDO A SU FUNCIÓN. (RUÍZ, JUAN. 2006)

5.3. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE BOMBEO

5.3.1. CARGA DINÁMICA TOTAL (CDT).

$$CDT = H_E + \sum H_f$$

Dónde:

Ecuación 1

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 6 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

- CDT** Carga dinámica total en m
H_e Altura estática total en m
H_f Sumatoria de las pérdidas y accesorios en la tubería en m

Para determinar la carga dinámica total del sistema, se hace uso de la ecuación de Bernoulli, y que, aplicada a un sistema de bombeo. Se tiene la siguiente expresión:

$$\frac{P_1}{\sigma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_s + CDT - H_{F1-2} = \frac{P_2}{\sigma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_d \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

- P₁ y P₂** Presiones sobre la superficie del líquido en los puntos 1 y 2
v₁ y v₂ Velocidades en los puntos 1 y 2
h_s y h_d Altura de succión y descarga respectivamente
CDT Carga dinámica total que la bomba tiene que desarrollar para conducir el fluido del depósito 1 al depósito 2 a la capacidad determinada
H_{F1-2} Pérdida total de carga que el líquido experimenta en la tubería de succión y descarga
σ Densidad del fluido a la temperatura de bombeo
g Aceleración debido a la gravedad

De la ecuación anterior tenemos que la carga dinámica total será:

$$CDT = \frac{(P_2 - P_1)}{\sigma} + (h_d - h_s) + H_{F1-2} + \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2g} \quad \text{Ecuación 3}$$

En sistemas atmosféricos P₁=P₂, y por practicidad se considera la velocidad de succión despreciable, por lo que la ecuación anterior queda como sigue:

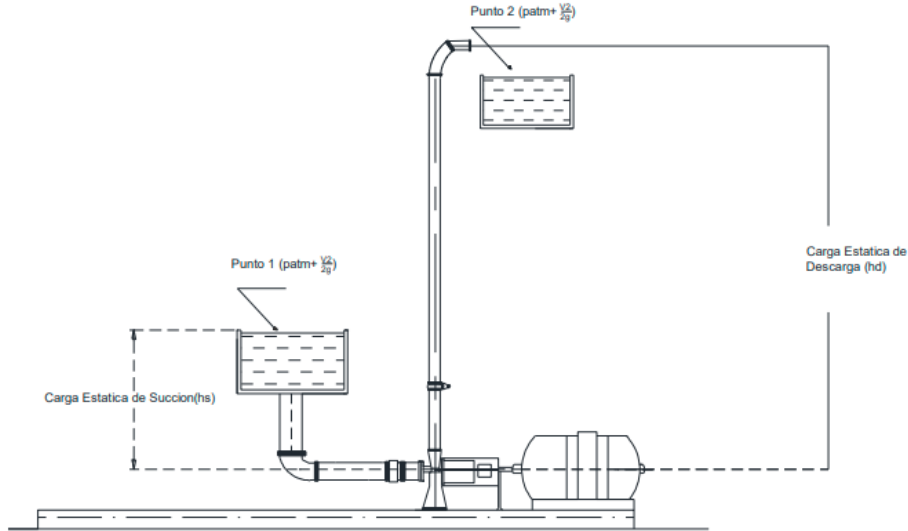
$$CDT = (h_d - h_s) + H_{F1-2} + \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2g} \quad \text{Ecuación 4}$$

Y para sistemas con altura de succión

$$CDT = (h_d + h_s) + H_{F1-2} + \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2g} \quad \text{Ecuación 5}$$

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 7 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0



Fuente: Comisión Nacional del Agua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Mexico. 2007.

FIGURA 2 CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE UN SISTEMA DE BOMBEO

5.3.2. PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS

Pérdidas primarias. Estas son ocasionadas por el rozamiento que el fluido experimenta con la pared de la tubería por la que circula y al roce de las partículas entre sí.

Un parámetro muy importante en la determinación del tipo de régimen del flujo del fluido es el número de Reynolds, el cual involucra la velocidad, la viscosidad del fluido y el diámetro interno de la tubería.

El número de Reynolds se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$\mathcal{R} = \frac{vd}{\nu} \tag{Ecuación 6}$$

Dónde:

- v** Velocidad promedio del fluido en la tubería en m/s
- d** Diámetro interno de la tubería en m
- ν** Viscosidad cinemática en m²/s

Con los valores del número de Reynolds y la rugosidad relativa, se determina el coeficiente de rozamiento en el diagrama de Moody. Este coeficiente es útil para determinar las pérdidas primarias por medio de la ecuación de Darcy Weisbach.

Pérdidas secundarias. Las pérdidas de carga secundarias o de forma son ocasionadas por la resistencia que presentan al paso del fluido los accesorios del arreglo de tuberías (reducciones, válvulas, estrangulaciones, expansiones, cambios de dirección, etc.)

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TITULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 8 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

El cálculo de las pérdidas locales de los accesorios se obtiene como una pérdida de la velocidad del fluido por medio de la siguiente expresión:

$$h_f = K \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

- K Coeficiente de resistencia del accesorio
- v Velocidad promedio en la tubería en m/s
- g Constante de gravedad, 9.8 m/s²
- h_f Pérdida de energía en metros del líquido bombeado

5.3.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA HIDRÁULICA (WHP) Y DE LA POTENCIA AL FRENO (BHP)

La potencia de entrada o potencia al freno (BHP) es la potencia requerida en la flecha de la bomba. La potencia hidráulica (WHP) es la desarrollada en el líquido por la bomba. Éstos dos términos son determinados por las siguientes fórmulas:

$$BHP = \frac{Q \text{ CDT } \sigma}{3960 \eta} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$WHP = \frac{Q \text{ CDT } \sigma}{3960} \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

- Q Gasto en m³/s
- CDT Carga dinámica total en m
- σ Densidad del fluido a la temperatura de bombeo en N/m³, kg/m³

Eficiencia de una bomba centrífuga (η). La potencia al freno o de entrada para una bomba es mayor que la potencia hidráulica o de salida, debido a las pérdidas mecánicas o hidráulicas que ocurren en la bomba. Por lo tanto, la eficiencia es la relación entre estos dos conceptos.

$$\eta = \frac{WHP}{BHP} \quad \text{Ecuación 10}$$

5.3.4. NPSH

El NPSH por sus siglas en inglés (Net Positive Suction Head) es la carga neta positiva de aspiración:

NPSH disponible. Es la cantidad de energía que dispone el líquido sobre la presión de vapor en la brida de succión de la bomba a la temperatura de bombeo. Depende de las características

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TITULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 9 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

del sistema en el cual opera la bomba, del caudal y de las condiciones del líquido que se bombea tales como: clase de líquido, temperatura, gravedad específica, entre otras.

NPSH requerido. Es el valor mínimo de energía requerido en la brida de succión de la bomba que debe tener el líquido sobre la presión de vapor a la temperatura de bombeo para permitir que opere satisfactoriamente. Depende exclusivamente del diseño de la bomba y de las condiciones de operación (velocidad, caudal, ADT, etc.), siendo su valor proporcionado por el fabricante.

Para que no Cavite una bomba centrífuga:

$$NPSHD > NPSHR$$

Ecuación 11

Cálculo del NPSH disponible

$$NPSH_d = \frac{(P_b - P_v)^{0.7}}{GE} \pm S - \sum H_{FS}$$

Ecuación 12

Dónde:

- NPSH_d** Carga Neta Positiva de Aspiración en m
- P_b** Presión absoluta en el recipiente de succión en psi
- P_v** Presión de vapor absoluta del líquido en psi a la temperatura de bombeo
- GE** Gravedad específica del líquido a la temperatura del bombeo
- S** Altura estática de succión en m
- ΣH_{FS}** Pérdida de energía por fricción en la línea de succión expresada en metros del líquido bombeado

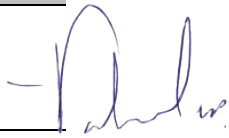
5.4. DISEÑO DE TANQUE SEDIMENTADOR Y PROCESOS QUÍMICOS ANTES DE LA DESCARGA

5.4.1. REJILLA

El primer paso en el tratamiento del agua residual es la separación de los sólidos gruesos, el procedimiento más común es hacer pasar el agua residual bruta a través de rejillas de barras. Las rejillas de barras por lo regular tienen aberturas libres entre barras de 15 mm o mayores. Las rejillas de barras se pueden limpiar manual o mecánicamente.

TABLA 5. INFORMACIÓN TÍPICA PARA EL PROYECTO DE REJAS DE BARRAS DE LIMPIEZA MANUAL Y MECÁNICA (METCALF & EDDY, 1996)

Características	Limpieza Manual	Limpieza Mecánica
Tamaño de la barra:		
Anchura, mm	5-15	5-15
Profundidad, mm	25-37.5	25-37.6



PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 10 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

Características	Limpieza Manual	Limpieza Mecánica
Separación entre barras, mm	25-50	15-75
Pendiente en relación a la vertical, grados	25-50	50-82.5
Velocidad de aproximación, m/s	150	150
Pérdida de carga admisible, mm	150	150

Los materiales retenidos en las rejas se conocen con el nombre de residuos. Cuanto menos es la abertura libre del tamiz, mayor será la cantidad de residuos eliminada.

Las pérdidas de carga a través de una rejilla se pueden estimar por medio de la siguiente ecuación:

$$h_f = \frac{1}{0.7} \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right) \qquad \text{Ecuación 13}$$

Dónde:

- H_f** Pérdida de la carga en m
- $K=1/0.7$** Coeficiente empírico que incluye pérdidas por turbulencia y formación de remolinos
- V** Velocidad de flujo a través del espacio entre las barras de la reja en m/s
- v** Velocidad de aproximación del fluido hacia la reja en m/s
- g** Gravedad en m/s²

TABLA 6. REJILLA DE LIMPIEZA (WEF, 1992)

REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA		
Características	limpieza Manual	Limpieza Mecánica
Aberturas	6-38 mm	La abertura ideal es de 18 mm para evitar daños en las instalaciones aguas abajo
Velocidad de aproximación	0.6-1.2 m/s	
Velocidad Mínima	0.3-0.6 m/s	Necesario para evitar acumulación de arenas en el lecho del canal

5.4.2. DESARENADORES

Las arenas se remueven de las aguas residuales para:

- Proteger los equipos mecánicos de la abrasión y del excesivo desgaste
- Reducir la formación de depósitos de sólidos pesados en unidades y conductos
- Reducir la frecuencia de limpieza de los digestores por causa de acumulación excesiva de arenas

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 11 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

El dimensionamiento del desarenador consistirá en determinar las dimensiones del tanque, el alto, largo y ancho del mismo, el suministro de aire necesario para que el proceso se desarrolle adecuadamente.

TABLA 7. INFORMACIÓN USUAL PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES (WEF, 1992)

Características	Unidad	Intervalo
Tiempos de retención para caudal pico	min	2-5
Dimensiones:		
Profundidad	m	2-5
Longitud	m	7.5-20
Ancho	m	2.5-7
Relación Ancho-Profundidad	Razón	1:1 a 5:1
Relación Largo-Acho	Razón	3:1 a 5:1
Suministro de aire por unidad de longitud	m ³ /m min	0.18-0.45

Caudal pico de diseño

$$C.P. = Q_0 F_p$$

Ecuación 14

Dónde:

C.P. Caudal pico

Q₀ Gasto de entrada

F_p Factor pico

El siguiente paso es el cálculo del volumen del tanque

$$V = C.P. Tr$$

Ecuación 15

Dónde:

V Volumen

C.P. Caudal pico

Tr Tiempo de retención

Con el dato del volumen y utilizando los rangos permitidos para la razón ancho-profundidad y largo-ancho:

$$b = RAP h$$

Ecuación 16

Dónde:

B Ancho del tanque en m

RAP Relación ancho-profundidad

h Profundidad del tanque en m

y para la longitud

$$L = \frac{V}{bh}$$

Ecuación 17

Dónde:

L Longitud en m

V Volumen en m³

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 12 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

- b** Ancho del tanque en m
- h** Profundidad del tanque en m

Después se verifica la relación longitud-ancho:

$$\frac{L}{b}$$

Ecuación 18

Determinar el suministro de aire necesario para mantener el proceso en funcionamiento óptimo en base a la longitud obtenida

Aire necesario

$$Air = SA L$$

Ecuación 19

Dónde

- Air** Aire necesario
- SA** Suministro de aire por unidad de longitud por minuto en m³/m min
- L** Longitud en m

Se estima la cantidad de arena que se va a extraer del desarenador, para esto es necesario estimar la concentración de arenas en función de la caracterización del agua.

TABLA 8. CONCENTRACIÓN DE ARENAS (WEF, 1992)

Contaminantes	Unidad	Concentración		
		Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales	mg/l	350	720	1200
Disueltos Totales	mg/l	250	500	850
Fijos	mg/l	145	300	525
Volátiles	mg/l	105	200	325
Sólidos en suspensión	mg/l	100	220	350
Fijos	mg/l	20	55	75
Volátiles	mg/l	80	165	275

Para el cálculo del volumen de Arena

$$Va = SSF Q_0$$

Ecuación 20

Dónde:

- Va** Volumen de arenas
- SSF** Sólidos suspendidos fijos en cm³/m³
- Q₀** Gasto en m³/s

5.4.3. REMOCIÓN DE DBO Y SST

El porcentaje de remoción de DBO se obtiene de la ecuación matemática de una hipérbola regular usando la siguiente expresión:

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 13 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

$$R = \frac{t}{a+bt}$$

Ecuación 21

Dónde:

- R Porcentaje de remoción de DBO o SST esperado en %
- t Tiempo nominal de retención en h
- a,b Constantes empíricas

De acuerdo con Crites y Tchobanoglous (2000), las constantes a y b pueden tomar los siguientes valores a 20°C.

5.4.4. VELOCIDAD DE ARRASTRE

La velocidad de arrastre es importante en las operaciones de sedimentación

$$V_H = \left(\frac{8k(s-1)gd}{f} \right)^{1/2}$$

Ecuación 22

Dónde:

- V_H** Velocidad horizontal mínima a la cual se inicia el arrastre de partículas
- k** Constante que depende del tipo de material arrastrado
- s** Peso específico de las partículas
- g** Aceleración de la gravedad
- d** Diámetro de las partículas
- f** Constante de fricción de Darcy-Weisbach

5.4.5. TIPOS DE TANQUES DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA

En la mayoría de los casos, se utilizan tanques de sedimentación de diseño normalizado, rectangulares o circulares, con dispositivos mecánicos para la recolección y desalojo de lodos.

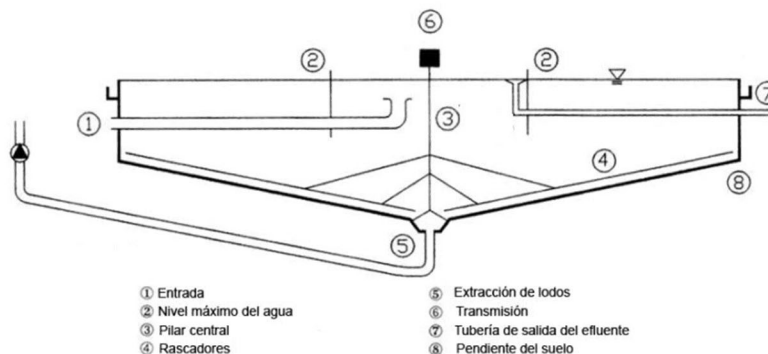


FIGURA 3 TANQUES DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CIRCULAR (HORAN, 2003)

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TITULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 14 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

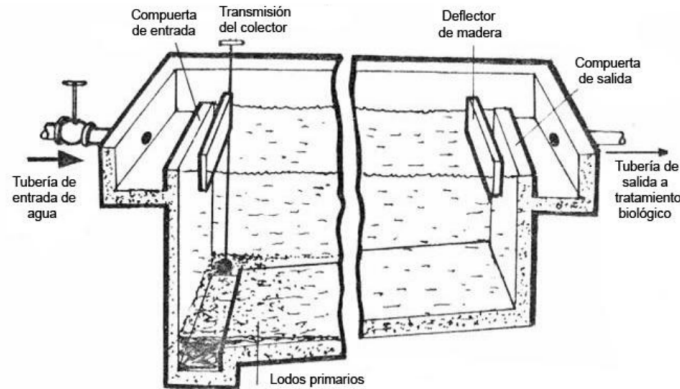


FIGURA 4 TANQUES DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA RECTANGULAR (HORAN, 2003)

Las espumas que se generan en los tanques de sedimentación son recolectadas por medio de desnatadores que se mueven sobre la superficie del líquido. En instalaciones donde la cantidad de espuma es considerable, los pozos para espuma están equipados con agitadores que promueven una mezcla homogénea antes del bombeo.

Tabla 9. Información típica para el diseño de tanques de sedimentación primario rectangular (Metcalf & Eddy, 1996)

Tipo de Tanque	Intervalo	Típico
Rectangular		
Profundidad, m	3-4.5	3.6
Longitud, m	15-90	25-40
Anchura, m	3-25	5-10
Velocidad de los rascadores, m/min	0.6-1.2	0.9

6. INSTRUMENTACIÓN

El Contratista, deberá proveer en el sistema de auscultación para las siguientes variables:

- Medida del Caudal
- Medidores de Presión
- Medidores de Temperatura

PROYECTO PASTA DE CONCHOS

CLAVE PAS-CD-LA-001	CRITERIO TÉCNICO PARA EL DISEÑO EJECUTIVO TÍTULO: LUMBRERAS DE ACCESO Y VENTILACION			PÁGINA 15 de 15
SUBGERENCIA DE GEOTÉCNIA Y MATERIALES				
ELABORÓ/REVISÓ CRAC/RUPF	VERIFICÓ JIIQ	VALIDÓ VCP	FECHA 15/04/2021	REVISIÓN 0

7. BIBLIOGRAFÍA

Arana, A. M. H. (2005). Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Andrés Cholula.

Barzola, R., & Erik, J. (2019). Implementación de un sistema de bombeo integral para la evacuación de aguas subterráneas en Minera Kolpa SA.

DE BOMBEO, E. L. E. (2006). *DIAGNOSTICO OPERATIVO DEL SISTEMA DE DESALOJO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO "LA ESPERANZA", CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, ESTADO DE MÉXICO*. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL,

DEBE, C. Y. T. A. Q., & SU, S. E. A. P. (1994). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994," SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO- LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION". INTRODUCCIÓN.

DOMÉNECH, I. J. M. d. A. P. C. (2014). Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades, Alcantallado Pluvial.

Herrera Herbert, J., & Pla Ortiz de Urbina, F. (2007). Elementos de Minería.

Hun, C. P. (2016). Manual de diseño y construcción de túneles de carretera. In: Mexico: dgst.

López, C. (1984). Manual de perforación y voladura de rocas, instituto geológico y minero. In: España.

Ortíz Ramírez, G. E. (2014). Diseño e implementación del sistema de bombeo principal del Sector A-Mina Calenturitas propiedad de C: I PRODECO SA, La Loma, Cesar.

Valdez, E. C. Abastecimiento de agua potable/por Enrique César Valdez.

Bruni, M. & Spuhler, D. (2020). *Pozos perforados (pozo profundo)*. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/pozos-perforados-%28pozo-profundo%29>

