



PRACTICA SUPERVISADA

PROYECTO DE SISTEMA DE SEDIMENTACION PARA LA COMPAÑIA MINERA EL AGUILAR

Autor: Torres Ramón Eduardo

Tutor: Ing. Araujo Héctor

Supervisor Externo: Ing. Zapana Javier

2014



INDICE

CAPITULO 1:

DISPOSICIONES GENERALES

1.1.	INTRODUCCIÓN	5
1.2.	DESARROLLO DE PRACTICA SUPERVISADA	6
1.2.1.	Lugar	6
1.2.1.1.	<i>Ubicación</i>	6
1.2.1.2.	<i>Accesos</i>	7
1.2.1.3.	<i>Clima</i>	7
1.2.2.	Establecimiento	8
1.2.3.	El Personal	14
1.2.4.	La Empresa	15
1.2.5.	Proceso Productivo	15
1.2.6.	Objetivos De La Practica	22

CAPITULO 2:

ÁREA DE ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN

2.1.	ÁREA DE ESTUDIO	23
2.2.	DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO	24



CAPITULO 3:

RECOPIACIÓN DE DATOS E INVESTIGACIONES

3.1. RECOPIACIÓN DE DATOS	28
3.1.1. Caudal	28
3.1.2. Características Del Agua	28
3.1.3. Temperatura Ambiente	29
3.2. INVESTIGACIONES	30
3.2.1. Estudio Granulométrico	30
3.2.1.1. <i>Objetivo</i>	30
3.2.1.2. <i>Descripción Del Método De Trabajo</i>	30
3.2.1.3. <i>Elementos Utilizados</i>	31
3.2.1.4. <i>Metodología</i>	31
3.2.1.5. <i>Distribución Granulométrica</i>	36
3.2.1.6. <i>Conclusiones Del Muestreo</i>	42
3.2.2. Sólidos Sedimentables	42
3.2.2.1. <i>Informe Del Análisis</i>	43

CAPITULO 4:

LUGAR DE EMPLAZAMIENTO E INVESTIGACIONES TÉCNICAS

4.1. UBICACIÓN DEL SEDIMENTADOR	44
4.2. INVESTIGACIONES TÉCNICAS	46
4.2.1. Concepto De Sedimentador	46



4.2.2. Clasificación	47
4.2.3. Sedimentador De Flujo Horizontal	48
4.2.3.1. <i>Criterio de Diseño</i>	51

CAPITULO 5:

MEMORIA DE CÁLCULO

5.1. CÁMARA DE REJAS	59
5.1.1. Función y Tipo	59
5.1.2. Diseño De La Cámara De Rejas	60
5.2. SEDIMENTADOR	65
5.2.1. Función y Tipo	65
5.2.2. Diseño Del Sedimentador	66
5.2.2.1. <i>Zona De Sedimentación</i>	66
5.2.2.2. <i>Zona De Barro</i>	69
5.2.2.3. <i>Zona De Salida</i>	71
5.2.2.4. <i>Zona De Entrada</i>	74
5.3. CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO	78
5.3.1. Función De La Cámara	78
5.3.2. Diseño De La Cámara	78



CONCLUSIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXO	81



CAPITULO 1

DISPOSICIONES GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

Con el objeto fundamental de promover que el alumno se inserte por primera vez en el mundo laboral, la Facultad de Ciencias Exactas, crea la asignatura PRÁCTICA SUPERVISADA; para la cual se desarrollo el siguiente informe técnico.

El presente informe está orientado a brindar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería civil en la rama de la ingeniería Sanitaria, conjuntamente con la experiencia laboral obtenida.

Este informe se basa en la realización de un proyecto de sistema de sedimentación para la compañía minera el Aguilar de la provincia de Jujuy.

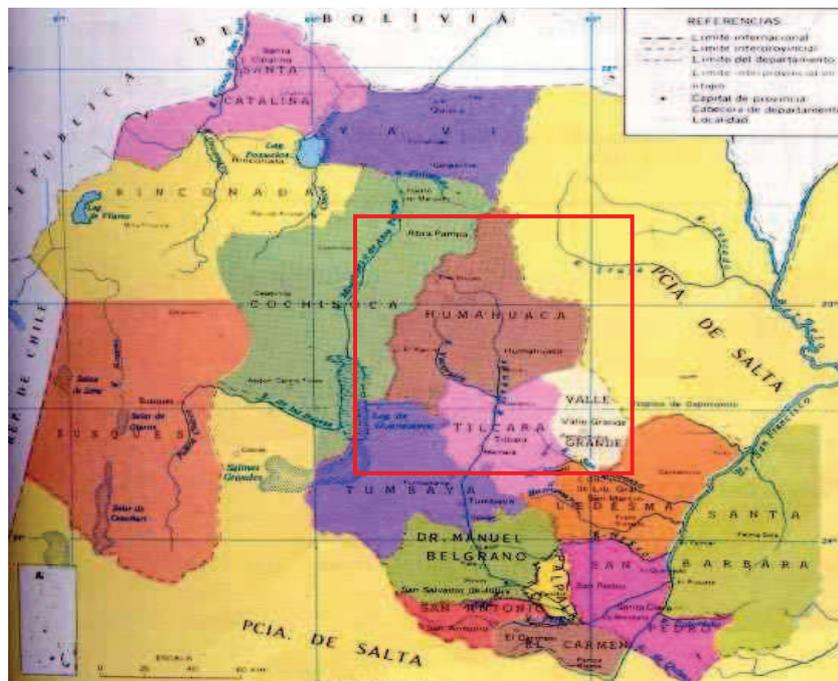


1.2. DESARROLLO DE PRÁCTICA SUPERVISADA

1.2.1. Lugar

1.2.1.1. Ubicación

El Aguilar es un complejo minero ubicado en la zona noroeste de la Provincia de Jujuy, al oeste de la ciudad de Humahuaca, sobre la ladera oriental de la Sierra el Aguilar, a poco más de 100 km. del límite con Bolivia, y aproximadamente 229 km. de la ciudad de San Salvador de Jujuy.



Fuente: <http://norteargentino.galeon.com>



1.2.1.2. Accesos

A este paraje puneño se puede arribar de dos maneras desde San Salvador de Jujuy, la primera es por Ruta Nacional N° 9 hasta la localidad de Humahuaca para luego ingresar en la Ruta Provincial N° 14, esta última es un camino de tierra consolidado, la distancia aproximada de este trayecto es de 182 kilómetros. Y la segunda es llegar hasta Tres Cruces, del cual dista a 47 Km. Si se escoge esta segunda opción se deben recorrer aproximadamente 229 Km. desde la capital provincial.



Fuente: <http://www.losmejoresdestinos.com>

1.2.1.3. Clima

El clima de la de la zona se clasifica como de montaña, árido, con carácter continental intenso. Las precipitaciones se distribuyen en el verano y los inviernos son muy secos. La Quebrada se caracteriza por una acentuada amplitud térmica, tanto estacional como diaria. El régimen térmico está determinado en gran parte por el relieve y por la latitud y altitud. La temperatura ambiente del lugar es de -15°C en invierno (mínima), y una de 28°C en verano (máxima). Con una variación térmica máxima 20°C .



1.2.2. El Establecimiento

Se especula con que el yacimiento ya era conocido por los Incas, en épocas precolombinas. Lo que parece un hecho es que en el siglo XVII los jesuitas fundían su mineral en procura del metal más codiciado por entonces: La plata. Tal hipótesis la probarían los restos de una fundición, hallada a unos 5 kilómetros al sur del yacimiento, abandonada por los jesuitas presumiblemente por no haber contado con la tecnología apropiada para la separación de la plata de los restantes minerales.

En 1929 se constituyó la compañía Minera Aguilar SA De inmediato se abocó a la construcción de caminos, viviendas, labores de desarrollo minero y la planta de concentración.

El complejo minero e industrial El Aguilar se compone de dos centros urbanos que incluyen sus correspondientes núcleos habitacionales. Uno de esos centros es el campamento MINA o VETA, y el otro es el campamento MOLINOS.

Campamento Mina o Veta: Esta ubicado a 4500 metros de altura. Es el dedicado a las operaciones de extracción de mineral. Residían en él los que desarrollaban allí sus actividades sociales, quienes laboran en el interior de la mina o se encargaban de los servicios mineros complementarios. Hoy éste personal reside en el campamento Molinos.

Campamento Molino: Emplazado a 4100 metros de altura y distante a 4 kilómetros del anterior, el campamento Molinos concentra las instalaciones industriales destinadas a beneficiar el mineral: planta de trituración, molienda y concentración, también se encuentra allí los depósitos generales, los servicios auxiliares, la administración, las viviendas y las distintas áreas previstas para la recreación y la comunicación social y cívica de la comunidad residente.



Campamento Veta y Campamento Los Molinos: Fuente Google Earth



Campamento Veta: Fuente Revista Panorama Minero



Campamento Molinos: Fuente Google Earth



Zona De Administración



Zona De Administración



Vivienda Del Personal



Vivienda Del Personal



Viviendas De Los Obreros: Fuente Google Earth



Zona De Taller



Área De Servicios Auxiliares



Área De Servicios Auxiliares

Por otra parte en la localidad de Tres cruces, el complejo minero el Aguilar cuenta con instalaciones adecuadas para despachar los concentrados y, al mismo tiempo, recibir las mercaderías e insumos para el funcionamiento de la mina y las necesidades de la población.

1.2.3. El Personal

En su mayoría, los pobladores están empleados en la planta, el resto se reparte en el empleo público.
Las clases sociales están muy marcadas. Jefes, profesionales y administrativos residen en un sector bien diferenciado del ocupado por los mineros, al punto que según la jerarquía de sus padres, los chicos asisten a escuela pública o privada emplazadas en la localidad.
Las casas son de material, y la mayoría mantienen el estándar arquitectónico. Cuentan con un hospital bien equipado y una iglesia en honor a Santa Bárbara, patrona de los mineros. Los servicios están a cargo de la Municipalidad.
Desde 1936 que se registra su primer despacho de concentrados, la empresa viene operando sin interrupción.



1.2.4. La Empresa

GLENCORE INTERNACIONAL AG es una compañía privada con casa central establecida en Baar, Suiza, con presencia global sobre 60 oficinas en más de 50 países. Es uno de los principales participantes en el mercado mundial de recursos naturales. Provee a consumidores industriales tales como el sector automotriz, de la construcción, metalúrgico, energético y alimenticio, quienes confían en su consolidada red global de operaciones como fuente de metales, minerales, petróleo y sus derivados, carbón y productos agrícolas.

La operación del GRUPO GLENCORE INTERNATIONAL AG en Argentina, en el área de metales y minerales, la conforman AR ZINC S.A. junto a COMPAÑIA MINERA AGUILAR S.A., con el yacimiento minero ubicado en El Aguilar Concesionada en 1929 a la Compañía Minera Aguilar, en 1936 se comenzaron a extraer sus minerales de plata, plomo y zinc. En febrero del año 1988 el control de Minera Aguilar fue adquirido por el grupo MINERA AGUILAR SA. La Compañía Minera Aguilar, cuyas principales minas son Aguilar y La Esperanza, es la productora más importante de minerales metálicos de Jujuy.

Mina Aguilar, explotada por más de 77 años, produce concentrados de zinc y de plomo-plata. El concentrado de zinc se procesa en la empresa ARZinc SA (antes Sulfacid) en la provincia de Santa Fe, donde se convierte en zinc metálico y ácido sulfúrico. El concentrado de plomo y plata se trata en la fundición que tiene Minera Aguilar en la zona de Pálpala (provincia de Jujuy).

En la compañía trabajan 1400 personas de las cuales más de 800 trabajan en mina el Aguilar.

La mina tiene una usina que genera alrededor de 1,2 MW, la energía necesaria para una población de cerca de 10.000 personas, alimentada a gas natural mediante una prolongación de gasoducto Norandino que alimenta también mineras del norte de Chile.

1.2.5. Proceso Productivo

Desde la mina se extrae el mineral desde las entrañas de la tierra, empleando para ello fundamentalmente la perforación con equipamiento electrohidráulico como son los "Jumbos", utilizando explosivos de alta seguridad en el manipuleo para realizar la voladura, movimiento de carga por medio de palas cargadoras y camiones de bajo perfil y posteriormente a través de locomotoras eléctricas (trolle) y carros mineros se transporta a hacia la Planta Molino para su posterior trituración.



Perforador Jumbo



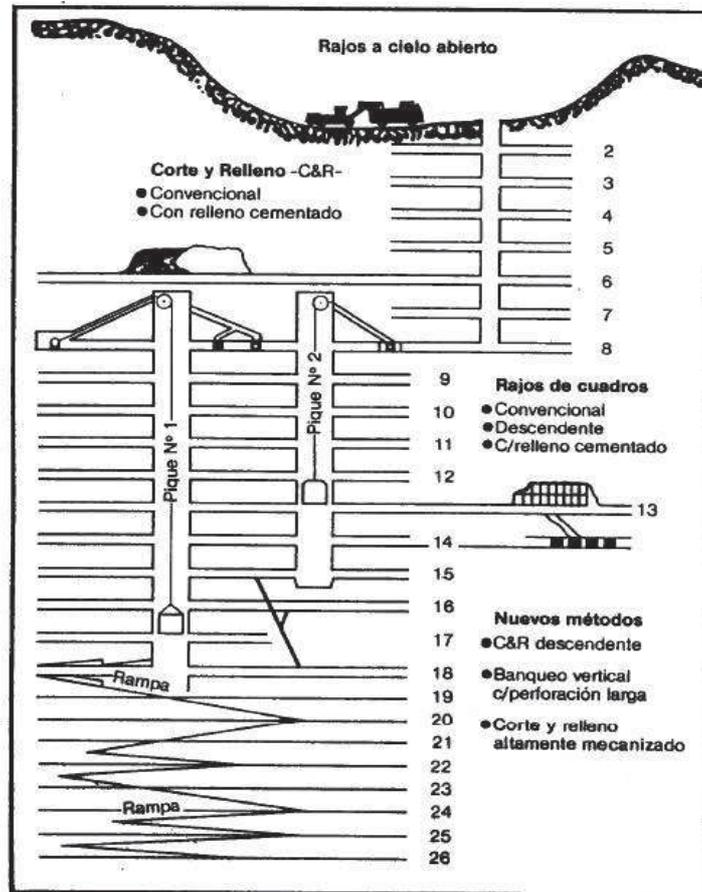
Palas Cargadoras De Bajo Perfil



Trolle y Carros Mineros

La Superintendencia de Geología y Control de calidad; se encarga de generar la información de base para planificar el desarrollo económico de la mina, controlar la calidad del mineral, el proceso y los productos finales. Minera Aguilar ha desarrollado desde sus comienzos más de 450.000 metros de perforación diamantina. Cuenta con modernos equipos para realizar trabajos de exploración desde superficie e interior de la mina, para llegar a profundidades de hasta 2.300 metros de la superficie. Las labores superiores se han distribuidos en 32 niveles, estando el nivel 1 a ubicado a 4800 metros de altitud sobre el nivel del mar.

El Aguilar cuenta con laboratorios con equipamiento moderno de absorción atómica de última generación para realizar análisis químicos de muestras de exploración, mina y planta.



Esquema de explotación y extracción: Fuente Revista Panorama Minero

La planta Minera Aguilar tiene una capacidad para procesar más de 2.200 toneladas de mineral bruto y de producir unas 17.000 toneladas de concentrado de plomo/plata y 73.000 toneladas de concentrado de zinc anuales. El mineral de las minas ingresa a planta para su primera reducción de tamaño en trituradoras de mandíbulas, luego de lo cual queda almacenado en una pila (Stock Pile). La carga acopiada en la pila de mineral es alimentada a un molino tipo SAG.



Planta De Trituración Primaria: Fuente Google

En este molino de más de 6 metros de diámetro, el mineral continúa su proceso de conminución (reducción de tamaño) hasta alcanzar un tamaño inferior a los 6 milímetros. Posteriormente es clasificado en una batería de hidrociclones y las partículas finas pasan al circuito de flotación y las de mayor tamaño a un molino de bolas de 3,5 metros de diámetro.

La separación del mineral valioso comienza con la flotación de galena, principal portador de plomo y plata, y termina con la flotación de esfalerita y/o marmatita, sulfuros portadores de zinc. El proceso de separación se realiza por el método de flotación por espuma y se utilizan celdas de flotación tipo flash, convencionales de gran volumen, y tipo columna en las distintas etapas del circuito. Las colas finales son llevadas a deposición final en el dique de colas, luego son transportadas a una planta de efluentes para su posterior almacenamiento en tanques y desde ahí su vertido en ríos.



Planta Trituración Primaria



Dique De Cola



Para la obtención de los concentrados se realiza un proceso de separación sólido-líquido. Los concentrados de plomo-plata y de zinc, respectivamente, se llevan en sendos tanques espesadores y posteriormente a filtros tipo prensa o de discos para que el mineral alcance la humedad requerida para su transporte a las fundiciones. El mineral concentrado de plomo-plata es enviado a la fundición Palpalá (Jujuy) y el concentrado de zinc es enviado a la planta AR Zinc, en las inmediaciones de la ciudad de Rosario, Santa Fe.

El proceso descrito es monitoreado y controlado mediante un sistema Scada Top Kapi, que a través de sensores e instrumentos instalados en forma local y remota permite automatizar muchas de las variables, como las toneladas alimentadas al molino, porcentaje de sólidos en distintas etapas, dosificación de reactivos, etc. Esto colabora para obtener una eficiente supervisión y evaluación de las variables involucradas, herramientas necesarias para una mejora continua del proceso.

Cumpliendo la legislación vigente, Minera Aguilar cuenta con un departamento interno de Seguridad e Higiene Industrial y Medio Ambiente cuya función principal es la responsabilidad de hacer cumplir y aplicar la política de seguridad y preservación del medio ambiente. Teniendo como objetivo que haya “seguridad para todos en todo momento y en todo lugar”, se dictan las normas pertinentes y se controla su cumplimiento.

El departamento de seguridad determina, adquiere y entrega ropa de trabajo y los elementos de protección personal necesarios para que en una correcta práctica de las tareas el personal disponga de aquellos elementos que le permitan un desempeño seguro. Además, brinda permanente capacitación motivacional para que el ejercicio de la seguridad por convicción y el autocontrol de cada uno de los trabajadores continúe siendo el motor en la campaña de prevención de Minera Aguilar.

En resguardo de nuestro patrimonio ambiental, Minera Aguilar realiza tareas de prevención en las etapas de diseño, control en las etapas de operación, gestión de residuos y mitigación de posibles impactos ambientales, teniendo como objetivo claro el cumplimiento de las leyes de protección al ambiente.



1.2.6. Objetivos De La Práctica Supervisada

La Compañía Minera Aguilar S.A. (CMA SA) dentro de su plan de mejoramiento continuo en su proceso productivo, así también buscando minimizar el impacto ambiental reutilizando los recursos naturales; propone utilizar el agua industrial proveniente del interior de la mina del Nivel 18. Esta será destinada como sistema de enfriamiento para las maquinarias de perforación “jumbos”, utilizadas durante el proceso de extracción de minerales en el interior de la mina.

Para ello se elaborara un sistema de tratamiento para el agua cruda; la cual una vez tratada será almacenada en tanques existentes en la cercanía de la zona del nivel 18.



CAPITULO 2

ÁREA DE ESTUDIO Y DESCRIPCION

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

Mina el Aguilar cuenta con 32 niveles en donde se realizan trabajo de superficie correspondiente a la minería.

El área en estudio se encuentra en el nivel 18 ubicado en campamento Molinos; este nivel se encuentra a 4100 metros de altitud sobre el nivel del mar, y a unos 900 metros aproximadamente de la zona de central del campamento.



Nivel 18: Fuente Google Earth



Nivel 18: Fuente Google Earth

2.2. DESCRIPCIÓN EL ÁREA DE ESTUDIO

La zona correspondiente al nivel 18 es un área ubicada en campamento los Molinos. La topografía del lugar es montañosa, con zonas regulares previstas para el desarrollo de los trabajos de superficie en el proceso de producción de la mina; el suelo predominante en la zona es del tipo duro.

El nivel 18 cuenta con una boca de entrada al interior de la mina por la cual se produce el ingreso de las maquinarias y el transporte, por medio de los trolle y carros mineros, de los minerales extraídos.

Desde el interior de la mina escurre agua proveniente de la montaña; esta es recolectada por un canal en todo el recorrido del túnel hasta el exterior de la boca.

En las cercanías a la boca de la mina se encuentra el área de almacén y deposito de maquinarias.



Boca Nivel 18



Almacenes y Depósito De Maquinaria



A unos 240 metros de la boca se encuentran dos tanques de almacenamiento, los cuales serán utilizados para el agua proveniente de la mina una vez tratada. En inmediaciones a estos se encuentra la usina generadora de energía eléctrica alimentada a gas.



Tanques Industriales y Usina



Tanques Industriales



En el nivel 18 se halla a unos 300 metros aproximadamente de la boca de entrada se encuentra la planta de trituración primaria.



Planta Trituración: Fuente Google



Planta Trituración



CAPITULO 3

RECOPIACIÓN DE DATOS E INVESTIGACIONES

3.1. RECOPIACIÓN DE DATOS

Los siguientes datos fueron suministrados por la Compañía Minera El Aguilar.

3.1.1. Caudal

El caudal del flujo que proviene del interior de la mina es de 350 m³/h. Este escurre a través de un canal de sección rectangular.

Para medir el caudal se utilizo un caudalimetro electromagnético marca Seedmech, modelo GW 111. Con el cual se registra la velocidad promedio de la corriente ft/seg o m/seg, con esta y la sección del canal se obtiene el caudal. La toma de la medición se realizo en entrada de la mina del nivel 18.

3.1.2. Características Del Agua

- pH

El pH es un parámetro que mide la concentración del ion de hidrogeno presentes en el agua.

El agua en estudio presenta un pH de 7.21, es decir que es un fluido alcalino. Se determino in situ con un pHmetro el cual consta de un electrodo de vidrio que genera una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución y que se mide en un galvanómetro. Los resultados se registran en unidades de pH o mV.

- Temperatura

La temperatura promedio del fluido es de 12 °C.

La medición se lleva a cabo in situ con un termómetro de mercurio.



- Total sólidos en suspensión

La determinación de los sólidos suspendidos totales (SST) se basa en el incremento de peso que experimenta un filtro de fibra de vidrio tras la filtración al vacío, de una muestra que posteriormente es secada a temperatura constante a 103 - 105 °C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.

La diferencia entre los sólidos totales y los disueltos totales, puede emplearse para la determinación de los sólidos totales en suspensión.

El fluido presenta un total de sólido en suspensión de 200 mg/l.

3.1.3. Temperatura Ambiente

La temperatura ambiente del lugar es de -15°C en invierno (mínima), y una de 28 °C en verano (máxima). Con una variación térmica máxima 20 °C.



Agua Proveniente De La Mina



3.2. INVESTIGACIONES

3.2.1. Estudio Granulométrico

3.2.1.1. *Objetivos*

Determinar las cantidades en peso de las partículas correspondientes a cada clase granulométrica presentes en las muestras analizadas.

Determinar los porcentajes pasantes para los tamaños especificados y graficar.

3.2.1.2. *Descripción Del Método De Trabajo*

- El análisis granulométrico es la medición y gradación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.
- La clasificación por tamaños se realiza utilizando distintos métodos que están basados en propiedades específicas de los materiales y tienen un rango de aplicación definido.
- Para las partículas grandes el método adecuado es el tamizado; el cual es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo en sus diferentes tamaños, esto se lleva a cabo utilizando una serie de tamices normalizados en orden decreciente. La cantidad de suelo retenida indica el tamaño de la muestra. Este análisis se realiza a las partículas con diámetro superiores a 0.075 mm (Tamiz N° 200).

Para la fracción fina usaremos la clasificación hidráulica por el Método de la Pipeta de Andreasen, este método se basa en la sedimentación gravitacional intermitente que permite caracterizar la mezcla, determinando el tamaño de partícula. Consiste en obtener una muestra de una suspensión de sólidos con una pipeta a diferentes tiempos a una misma altura. Es utilizado para calcular diámetros del orden de las micras.

- Conocidas la composición granulométrica del material se representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica del mismo.



3.2.1.3. Elementos Utilizados

- Balanza 8 Kg (precisión 0,1 grs.)
- Balanza 2,2 Kg (precisión 0,1 grs.)
- Balanza 220 grs. (precisión 0,0001 grs.)
- Cuarteador splitter
- Serie de tamices
- Matraz aforado de 500 ml
- Pipeta de Andreassen
- Erlenmeyer
- Frasco de Lechatellier
- Cronómetro
- Probeta de 50 ml
- Pipeta de 10 ml
- Vasos de precipitado
- Termómetro de mercurio
- Estufas eléctricas
- Baño termostático
- Pesafiltros

3.2.1.4. Metodología

a) Recepción de la muestra

El día jueves 14 de Febrero del 2013 se recibió tres (3) muestras (en bolsas plásticas) con sus correspondientes identificaciones.

- Muestra 1 DESLAMADOR NIVEL 21: la muestra se presenta en forma húmeda. Peso: 10.268,1 g.
- Muestra 2 BOCA NIVEL 18 SEDIMENTO: la muestra se presenta en forma húmeda. Peso: 9.789 g.
- Muestra 3 TANQUE MEDIA LUNA: la muestra se presenta en forma húmeda. Peso: 10.141 g.

El día miércoles 27 de Febrero del 2013 se recibe la nueva Muestra 2. La misma fue requerida a la empresa ya que la original se apreció contaminada.

- Nueva Muestra 2 BOCA MINA NIVEL 18 SEDIMENTO: la muestra se presenta en forma de pulpa. Peso: 17.907 g.



b) Cuarteo

Antes del cuarteo se procede a homogenizar la muestra.

Para obtener muestras representativas se procede al CUARTEO MANUAL.

Para pequeñas cantidades el cuarteo se realiza con el SPLITER.

c) Determinación del peso específico de las muestras

Se realiza la determinación del peso específico de la cabeza con el método del Frasco de Lechatellier. Este procediendo se realiza con las tres muestras.

Muestra	γ (tn/m ³)
1	2,77
2	2,76
3	2,77

d) Determinación del peso específico de la muestra del tamiz N° 400

Se realiza la determinación del peso específico de malla N° 400 con el método del Frasco de Lechatellier. Este procediendo se realiza con las tres muestras.

Muestra	γ (tn/m ³)
1	2,92
2	2,76
3	2,85

e) Determinación de la densidad del agua destilada

f) Determinación de humedad

g) Análisis granulométrico con serie de tamices



El análisis granulométrico con tamices se realiza hasta malla N° 400. La serie utilizada es la siguiente:

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
10 mm		-
Tamiz N° 3	-	-
Tamiz N° 5	-	-
Tamiz N° 10	Tamiz N° 10	-
Tamiz N° 18	Tamiz N° 18	Tamiz N° 18
Tamiz N° 35	Tamiz N° 35	Tamiz N° 35
Tamiz N° 60	Tamiz N° 60	Tamiz N° 60
Tamiz N° 100	Tamiz N° 100	Tamiz N° 100
Tamiz N° 140	Tamiz N° 140	Tamiz N° 140
Tamiz N° 200	Tamiz N° 200	Tamiz N° 200
Tamiz N° 270	Tamiz N° 270	Tamiz N° 270
Tamiz N° 325	Tamiz N° 325	Tamiz N° 325
Tamiz N° 400	Tamiz N° 400	Tamiz N° 400

h) Lavado de las muestras

Se realiza para evitar la presencia de químicos que alteren la normal sedimentación de las partículas.

i) Selección del dispersante adecuado

Se realiza el análisis para tres situaciones: sin dispersante, con hexa metil fosfato de sodio y con silicato de sodio.

Para cada muestra se determina el dispersante adecuado.

j) Determinación del tamaño máximo de partícula a determinar con la Pipeta.

Muestra	d. máx (μ)
1	32,14
2	32,63
3	31,26

k) Tamaño mínimo para evitar movimiento Browniano: 0,5 μ .



l) El análisis granulométrico con la Pipeta de Andreassen

Se realiza para los siguientes tamaños:

18,50 μ
13,00 μ
09,30 μ
06,50 μ
04,60 μ
02,30 μ
01,50 μ

Procediéndose a calcular para cada muestra y para estos tamaños de partículas los tiempos de muestreo.

m) Resultados

muestra N°	peso húmedo recibido	Humedad %	Pe Tamiz N° 400	Disp. usado	
				HMPS	Silicato
1 (DESLAMADOR NIVEL 21)	10.268,10 g	13,44	2.92	si	-----
2 (BOCA NIVEL 18 SEDIMENTO)	17.907,00 g	Pulpa	2,76	si	-----
3 (TANQUE MEDIA LUNA)	10.141,00 g	16,46	2.85	si	-----

n) Características de la muestras

En la Muestra 2 recibida el 14 de Febrero del 2013 se pudieron identificar trozos de hormigón y la presencia de algún aglutinante que impedía la realización de la clasificación granulométrica.

En la Nueva Muestra 2, que se recibe en forma de pulpa, se aprecia que contiene material grueso, algún producto aceitoso y un material extraño (a la lupa aparece como producto fino similar a pegamento o cola).



En el estudio granulométrico interesa agrupar a los componentes de la muestra por rango de tamaño (clasificación granulométrica) y determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños. Por tal motivo lograr la reducción de todos los grumos a partículas elementales mediante el lavado es un factor muy importante. Con este objeto se procede a lavar la Nueva Muestra 2 y llevarla a ebullición, este ciclo se repite tres veces.



3.2.1.5. Distribución granulométrica

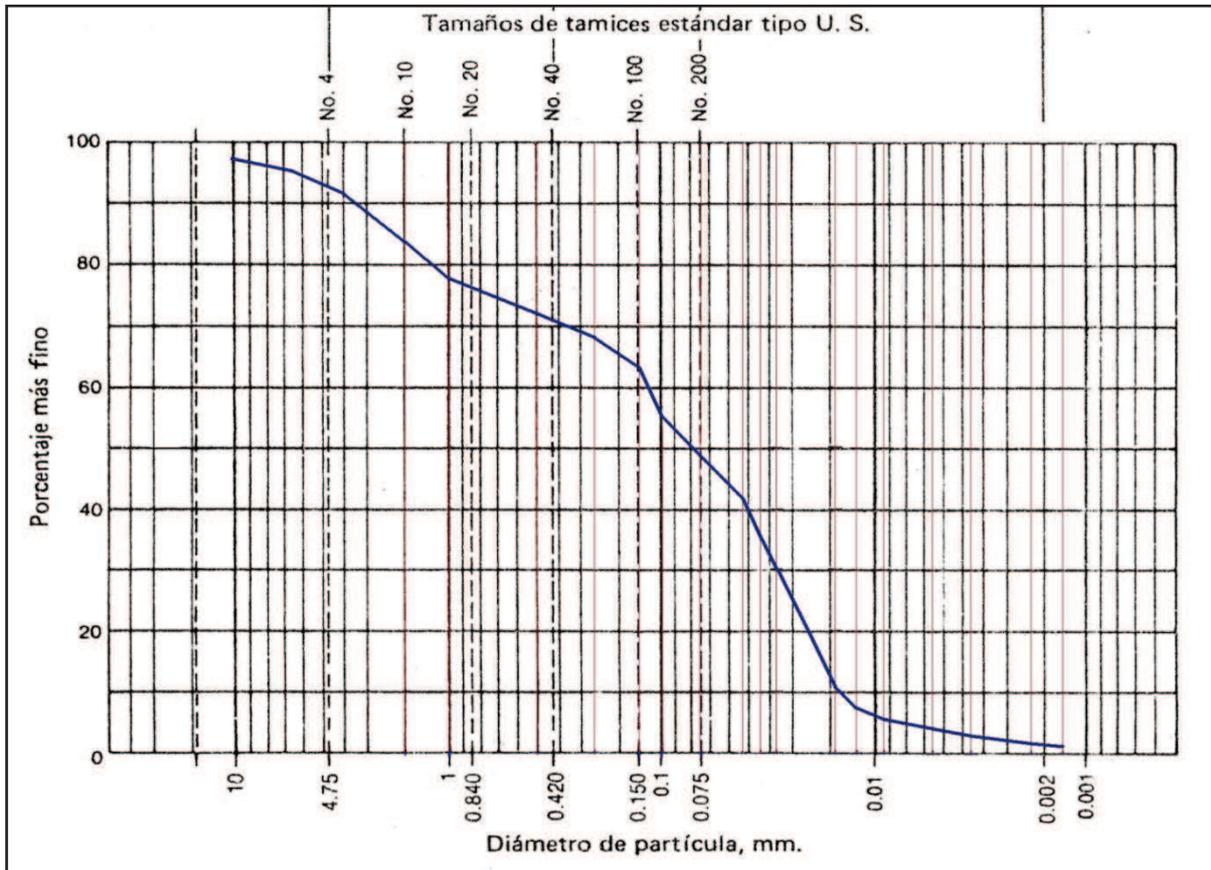
MUESTRA N° 01

FECHA: 01 de Marzo de 2013

N°	N° TAMIZ	d	Δd %Pasa P	Ad Peso R	Ad % Ret	Δd %Pasa
1	10 mm	10000		117,03	2,78	97,22
2	3	6730		78,76	1,87	95,35
3	5	4000		154,48	3,67	91,68
4	10	2000		343,46	8,15	83,53
5	18	1000		239,20	5,68	77,85
6	35	500		251,03	5,96	71,89
7	60	250		164,50	3,90	67,99
8	100	149		209,35	4,97	63,02
9	140	105		338,02	8,02	55,00
10	200	74		269,55	6,40	48,60
11	270	53		289,54	6,87	41,73
12	325	44		283,14	6,72	35,01
13	400	37		209,32	4,96	30,05
14		18,5	36,01	46,81	1,11	10,82
15		13	24,03	151,70	3,60	7,22
16		9,3	18,01	76,28	1,81	5,41
17		6,5	12,80	65,88	1,56	3,85
18		4,6	9,17	45,94	1,09	2,76
19		2,3	5,00	52,88	1,25	1,50
20		1,5	3,15	23,40	0,56	0,95
		-1,5			0,95	0,00



CURVA N° 01





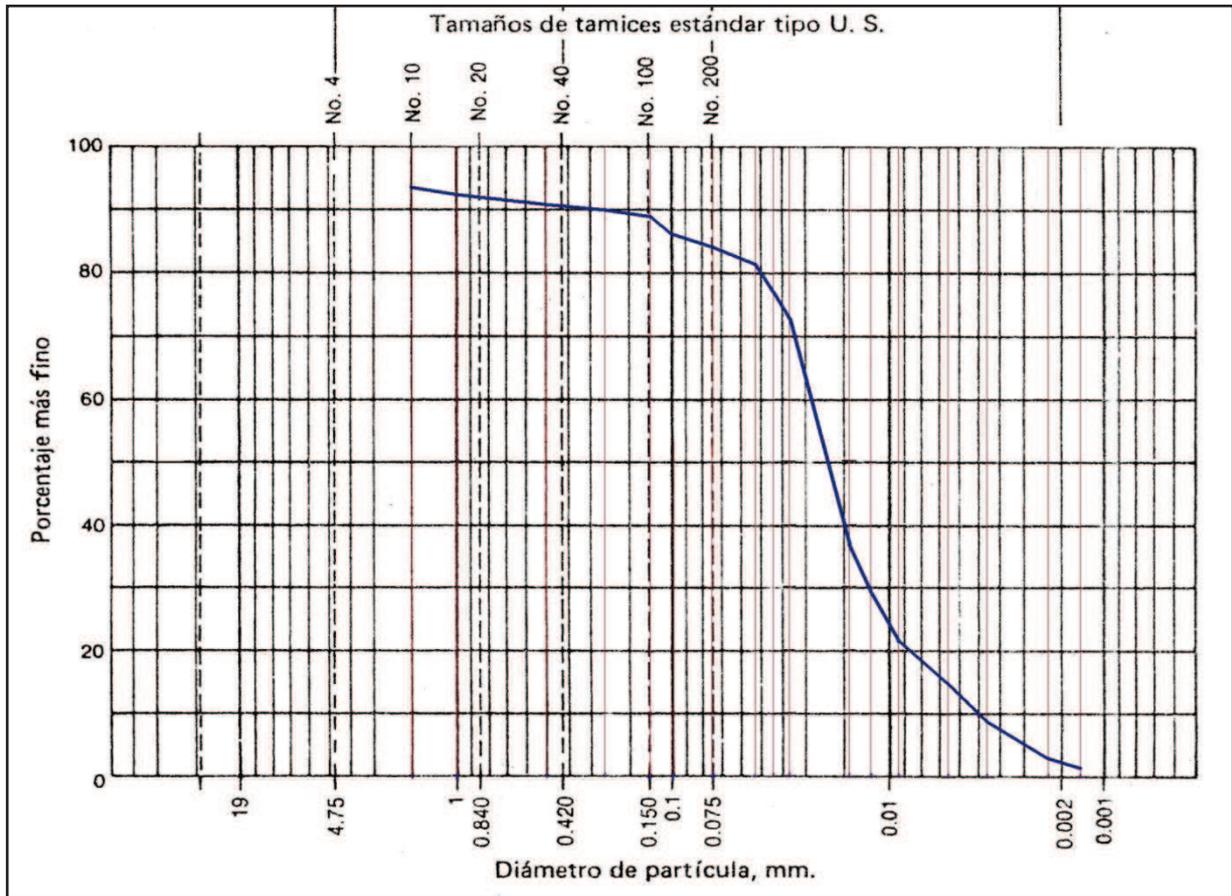
MUESTRA N° 02

FECHA: 15 de Marzo de 2013

N°	N° TAMIZ	d	Δd %Pasa P	Ad Peso R	Ad % Ret	Δd %Pasa
1	10	2000		151,35	6,35	93,65
2	18	1000		26,78	1,12	92,53
3	35	500		37,02	1,55	90,98
4	60	250		22,27	0,93	90,05
5	100	149		25,63	1,07	88,97
6	140	105		62,99	2,64	86,33
7	200	74		51,47	2,16	84,17
8	270	53		66,16	2,77	81,40
9	325	44		103,00	4,32	77,08
10	400	37		99,97	4,19	72,89
11		18,5	44,50	13,56	0,57	36,89
12		13	35,51	122,50	7,45	29,44
13		9,3	26,02	129,42	7,87	21,57
14		6,5	17,83	111,64	6,79	14,78
15		4,6	10,58	98,79	6,01	8,77
16		2,3	3,48	96,82	5,89	2,88
17		1,5	1,38	28,65	1,74	1,14
		-1,5	1,79		1,14	



CURVA N° 02





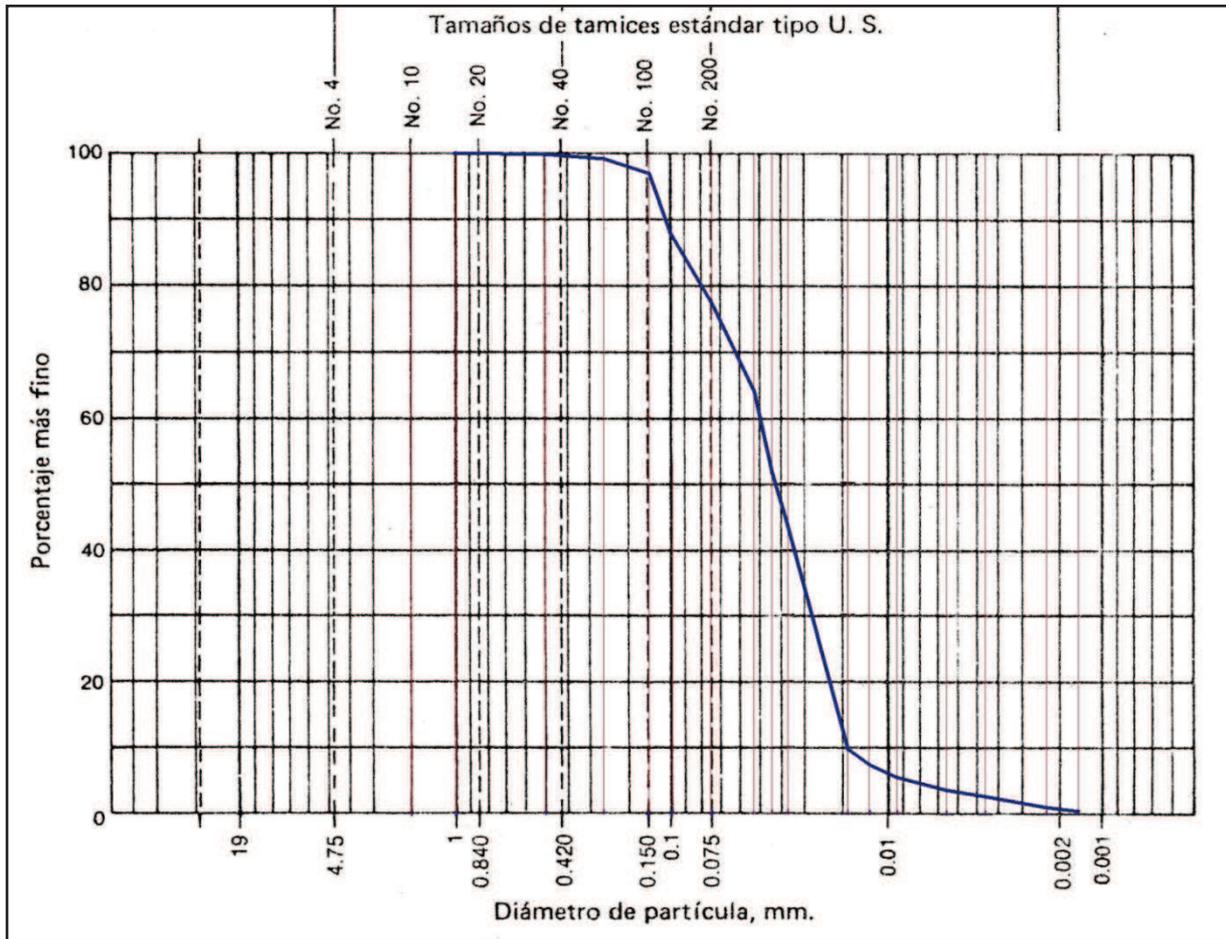
MUESTRA N° 03

FECHA: 01 de Marzo de 2013

N°	N° TAMIZ	d	Δd %Pasa P	Ad Peso R	Ad % Ret	Δd %Pasa
1	18	1000		0,92	0,03	99,97
2	35	500		5,08	0,15	99,82
3	60	250		22,28	0,66	99,16
4	100	149		77,73	2,30	96,86
5	140	105		302,15	8,94	87,92
6	200	74		361,85	10,71	77,21
7	270	53		450,62	13,34	63,87
8	325	44		418,50	12,39	51,48
9	400	37		268,41	7,94	43,54
10		18,5	22,25	79,50	2,35	9,69
11		13	16,78	49,08	2,38	7,30
12		9,3	12,21	40,90	1,99	5,32
13		6,5	7,79	39,64	1,93	3,39
14		4,6	5,47	20,76	1,01	2,38
15		2,3	1,75	33,35	1,62	0,76
16		1,5	0,42	11,96	0,58	0,18
		-1,5			0,18	0,00



CURVA N° 03





3.2.1.6. Conclusiones Del Muestreo

Se observa que en las tres muestras el porcentaje de finos (% que pasa el tamiz 200) es mayor al 35% (48,60% para la muestra 1; 84,17% para la muestra 2 y 77,21% para la muestra 3) por lo que, según el sistema de clasificación AASHTO, se trata de materiales finos.

Según la "Guía de Manejo de Relaves Mineros" los relaves arenosos son materiales predominantemente más grandes que 0,074 mm, lo que significa que menos del 50% son más finos que ese tamaño. La misma guía define las lamas como el material predominantemente del tamaño del limo, por lo cual, más del 50% es menor que 0,074 mm.

Atendiendo a estas definiciones la muestra 1 es relave arenoso, la muestra 2 son lamas y la muestra 3 son lamas.

De ser necesario el uso de coagulante, para la determinación de la dosis óptima se empleara el método o prueba de jarras.

El mismo se basa en colocar cinco o seis vasos de precipitado o frascos de boca ancha de 1 a 3 litros de agua de la muestra, seguidamente se agregan diversas dosis de coagulantes a cada recipiente y se agita fuertemente, luego se suspende la agitación violenta y se deja por 10 a 30 minutos una agitación lenta, durante la cual se observa el aspecto y tamaño del floc formado en cada vaso.

Se escogerá la dosis que produzca el floc más grande, de mayor asentamiento aparente, y que deje ver un agua más cristalina entre las partículas coaguladas.

3.2.2. Sólidos Sedimentables

Los sólidos sedimentables es la cantidad de material que sedimenta de una muestra en un periodo de tiempo. Pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (ml/l), o de una masa (mg/l), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.

Para su determinación se uso el cono de Imhoff, en el cual se mide los sólidos sedimentables para un tiempo de 10 minutos, una hora y 2 horas. Los cuales representan una medida aproximada de la cantidad de barro que se obtendrá en el proceso de decantación.



3.2.2.1. Informe De Análisis

El día miércoles 12 de Marzo del 2014; se tomo una muestra compuesta de 2 litros del agua proveniente del nivel 18. Se la derivó para su análisis al lavatorio Reyes II de Aguas de los Andes de la provincia de Jujuy, ubicada en los molinos de dicha ciudad.

El análisis de sólidos sedimentables, método código 2540 F, se realizó el lunes 17 de Marzo del 2014.

Resultados

Tiempo de sediment.	Limites de deteccion	Limites maximos permisibles	Resultados	Unidades
10 minutos	0,100	No reglado	2,90	ml/l
1 hora	0,100	No reglado	2,95	ml/l
2 hora	0,100	No reglado	3,00	ml/l



CAPITULO 4

LUGAR DE EMPLAZAMIENTO E INVESTIGACIONES TÉCNICAS

4.1. UBICACIÓN DEL SEDIMENTADOR

El sedimentador estará ubicado a unos 100 metros de la boca del nivel 18. La zona de emplazamiento elegida presenta una superficie amplia y regular que permite que la construcción del mismo tenga factibilidad económica y operacional.

Existe en la zona de emplazamiento una construcción de hormigón, destinada para la sedimentación. Esta unidad se encuentra fuera de servicio actualmente.



Emplazamiento Del Sedimentador: Fuente Google



Zona De Emplazamiento Del Sedimentador



Zona De Emplazamiento Del Sedimentador



El agua tratada que proviene del sedimentador será impulsada por una bomba, a unos tanques ubicados a unos 150 metros de la zona de emplazamiento.



Obra Existente

4.2. INVESTIGACIONES TÉCNICAS

El sistema de tratamiento propuesto para el agua proveniente del nivel 18 es un SEDIMENTADOR.

4.2.1. Concepto De Sedimentador

Es la unidad mediante la cual se realiza la separación de los sólidos más denso que el agua y que tienen una velocidad de caída tal que pueden llegar al fondo del sedimentador en un tiempo económicamente aceptable.



4.2.2. Clasificación

Los sedimentadores pueden clasificarse en dos tipos de baja y alta velocidad; en función de la carga superficial.

- Baja velocidad

Estos pueden ser de flujo horizontal y de flujo vertical, los primeros son para cargas superficiales comprendidas entre 15 a 30 m³/m²dia; los segundos son para cargas superficiales entre 30 a 120 m³/m²dia.

- Alta velocidad

Pueden clasificarse en sedimentadores de pantalla y de celdas. Siendo aplicables para carga superficial comprendida entre 120 a 300 m³/m²dia.

El sedimentador elegido como sistema de tratamiento para el nivel 18 es el de baja velocidad a flujo horizontal.

Como criterio de selección preliminar se utilizó una carga superficial en función de la clasificación de Azevedo Netto.

Tabla N°1

Tipo de instalación	Carga superficial m ³ /m ² dia
Instalaciones pequeñas y precarias.	20 - 30
Instalaciones con nueva tecnología, con operación razonable.	30 - 40
Instalaciones con nueva tecnología, con operación buena.	35 - 45
Instalaciones grandes con buena tecnología, operación excelente.	40 - 60

Tabla De Azevedo Netto: Fuente Apunte Cátedra De Ing. Sanitaria

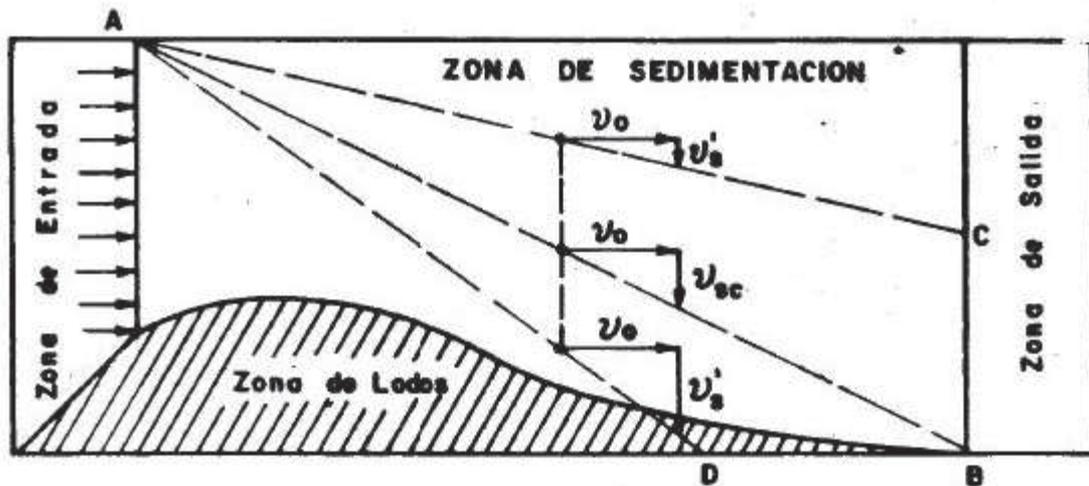
Se supone una instalación pequeña y precaria con una carga superficial de 20 m³/m²dia.

SE PROPONE UN SEDIMENTADOR A FLUJO HORIZONTAL.



4.2.3. Sedimentador De Flujo Horizontal

La sedimentación con flujo horizontal se realiza en tanques rectangulares o circulares, en los cuales las masas líquidas se trasladan de un punto a otro con una velocidad V_0 mientras las partículas caen con una velocidad V_s .



Zona de un sedimentador: Fuente Apunte cátedra de Ing. Sanitaria

Pueden considerarse cuatro zonas:

a) Zona de entrada

El diseño de la zona de entrada es más importante que la zona de salida, para prevenir que se produzcan grandes perturbaciones en el flujo durante la sedimentación.

El propósito de la zona de entrada es:

- Distribuir el afluente uniformemente como sea posible en toda el área transversal del sedimentador.
- Evitar chorros de agua que puedan provocar movimientos rotacionales de la masa líquida, u otras corrientes cinéticas.
- Disipar la energía que trae el agua.
- Evitar altas velocidades que puedan perturbar los sedimentos del fondo.



b) Zona de sedimentación

Las partículas en la zona de sedimentación de un decantador se asientan independientemente unas a otras, cuando la concentración en ellas en el flujo no excede de un determinado límite crítico. Cuando la concentración supera dicho límite; se presenta una reducción apreciable de la velocidad de asentamiento, que recibe el nombre de sedimentación autointerferida.

En decantadores horizontales casi nunca se presentan condiciones de sedimentación autointerferida, al menos en la zona de sedimentación.

Dada la complejidad del problema se introdujo el concepto de tanque ideal, en el cual la sedimentación se realiza exactamente de la misma manera que en un recipiente de igual profundidad que contenga un líquido en reposo.

Se establecen tres principios básicos:

- La dirección del flujo horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos de la zona de sedimentación.
- La concentración de partículas de cada tamaño es la misma en todos los puntos de la sección vertical, al comienzo de la zona de entrada.
- Una partícula queda removida cuando llega a la zona de lodo.

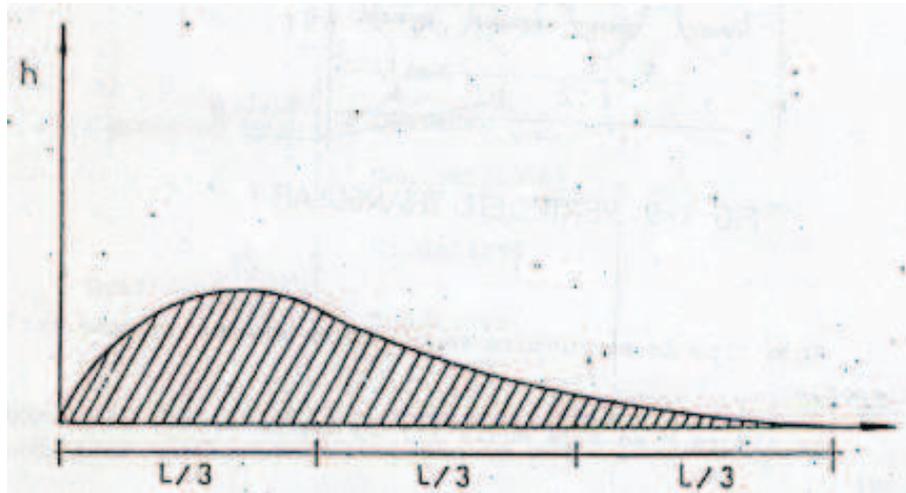
Teniendo en cuenta estas simplificaciones se puede decir que una partícula queda removida cuando tiene una velocidad de caída V_{sc} , tal que si entra en la zona de sedimentación a nivel con la superficie del líquido, sale de ella cuando la lamina de agua que la transportaba pasa de la zona de sedimentación a la zona de salida. (Línea A-B), esta partícula se llama "partícula crítica". Las partículas con velocidad menor que V_{sc} quedaran removidas en proporción V_s/V_{sc} . (Línea A-C), las de velocidad mayor que V_{sc} quedaran en cambio todas removidas. (Línea A-D).

c) Zona de lodos

Los lodos se depositan en el fondo del sedimentador de manera no uniforme. Entre el 60% y el 90% queda almacenado al comienzo del mismo, es decir en el primer tercio de su longitud.

La cantidad de lodos varía en proporción directa con la cantidad de coagulantes usados. La zona de lodos debe almacenar entre el 90% y el 99% de este material, el cual sufre un proceso de contracción cuando esta sedimentado, que disminuye su volumen. Por eso se sugiere que se deje un volumen adicional del 10 al 20% en el tanque sedimentador, para el almacenamiento de lodos.

La remoción puede hacerse de forma intermitente o continua



Zona De Lodos: Fuente Apunte Cátedra De Ing. Sanitaria

d) Zona de salidas

El tipo de estructura de salida determina con buena parte la mayor o menor proporción de partículas que pueden ser resuspendidas en el flujo. Sin embargo estas perturbaciones solo afectan a la masa de agua que esta al final del decantador en cambio la de la entrada pueden afectar a toda la masas liquida. De allí que es más importante un buen diseño de esta última.

Las estructuras de salidas pueden clasificarse en:

- Vertederos: lisos o dentados.
- Canaletas: lisas, dentadas o con orificios.
- Orificios: circulares o cuadrados.

Los más simples son los vertederos lisos, en ellos hay que cuidar la horizontalidad para evitar divergencias en el flujo.

La longitud del vertedero surgirá de dividir el caudal de diseño por la velocidad del fluido adoptado.

Debido que, al ser la vena liquida de muy pequeño espesor, 1 a 2 cm resulta muy difícil lograr una buena horizontalidad, es que se prefiere el vertedero tipo triangular.

Con respecto a los orificios, se puede decir que tienen la ventaja de producir una menor perdida de carga y el floc no se rompe.

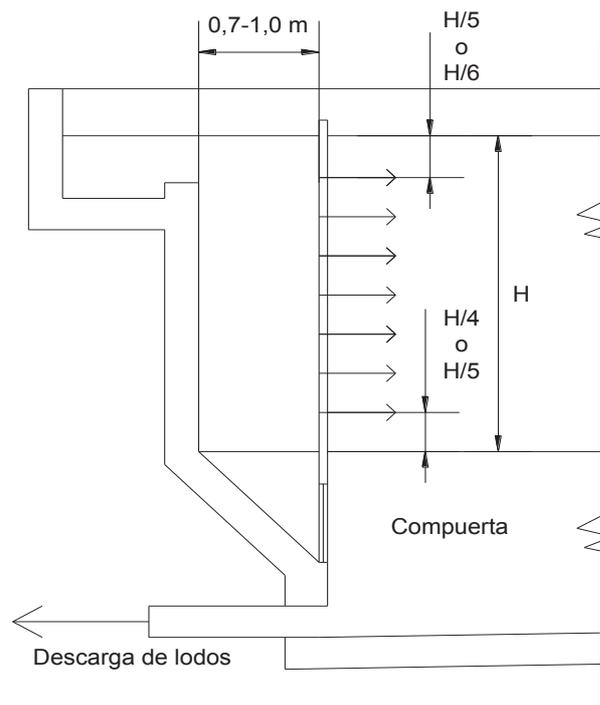


4.2.3.1. Criterios de diseño

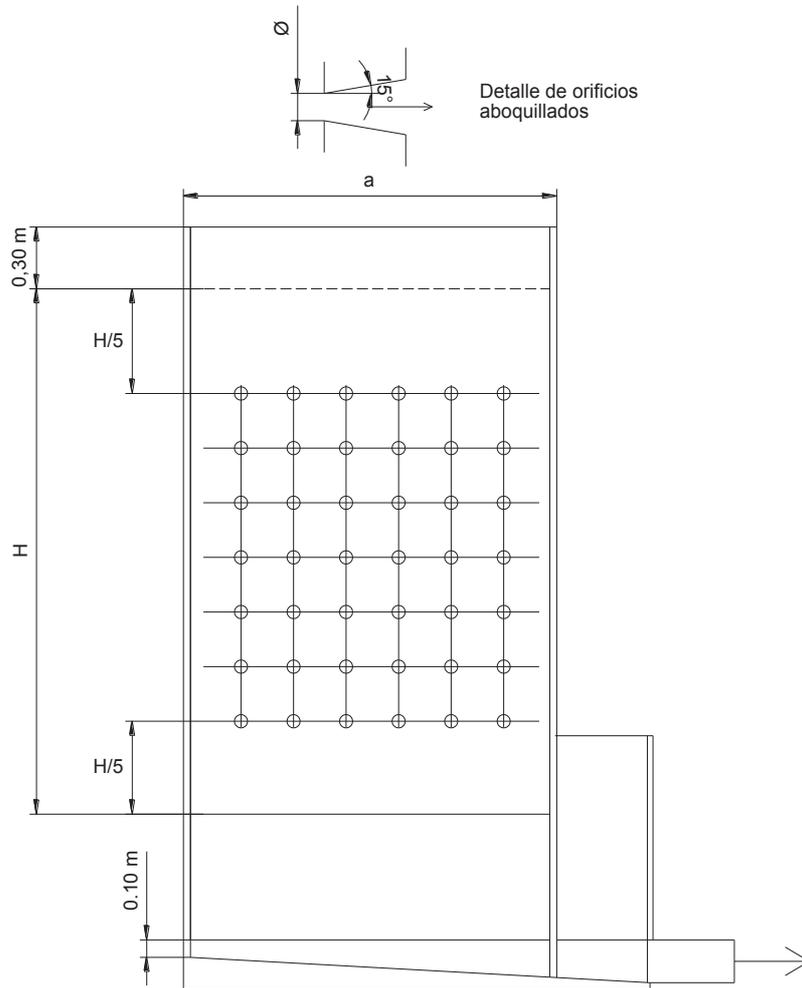
a) Zona de entrada

Los tabiques difusores deben cumplir los siguientes requisitos:

- Deben hacerse un gran número de orificios pequeños.
- La forma ideal es la circular y después la cuadrada.
- Si no hay remoción mecánica de lodos, los orificios más bajos deberán estar a $h/4$ o $h/5$ por encima del fondo.
- Los orificios más altos deberán estar a $h/5$ o $h/6$ de la superficie del agua.
- El tabique deberá estar a 0.80 metros de la pared frontal del decantador para permitir la limpieza.



Tabique Difusor



Tabique Difusor



b) Zona de sedimentación

Factores a tener en cuenta en el diseño de la zona de sedimentación.

- Carga superficial

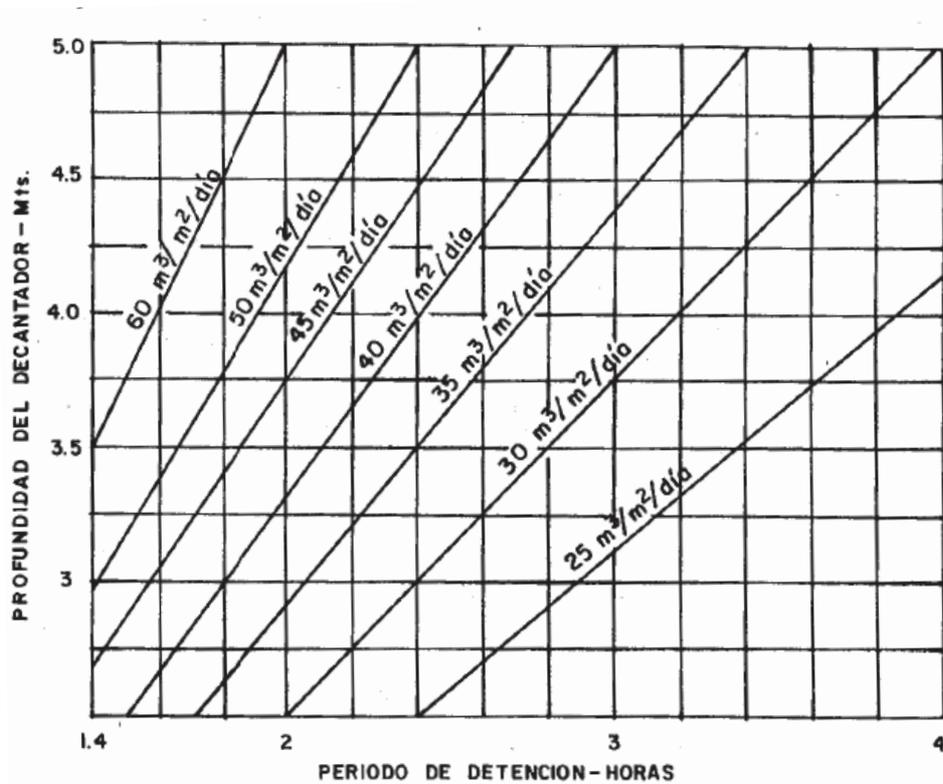
La carga superficial no es sino la velocidad crítica mínima de sedimentación Q/A , que se espera que en promedio tenga un cierto porcentaje (70% – 80%) de partículas de la suspensión. Su determinación puede hacerse experimentalmente mediante ensayo de sedimentación; o puede adoptarse especificaciones del tipo general, como el criterio de Azevedo Netto (Tabla N°1).

- Periodo de detención y profundidad

El periodo de detención es el tiempo máximo que la partícula con la mínima velocidad de sedimentación escogida, tarda en llegar hasta el fondo. Por lo tanto, es dependiente de la profundidad del tanque. Cuando menor sea la profundidad, menor será el periodo de detención necesario para recolectar dicha partícula.

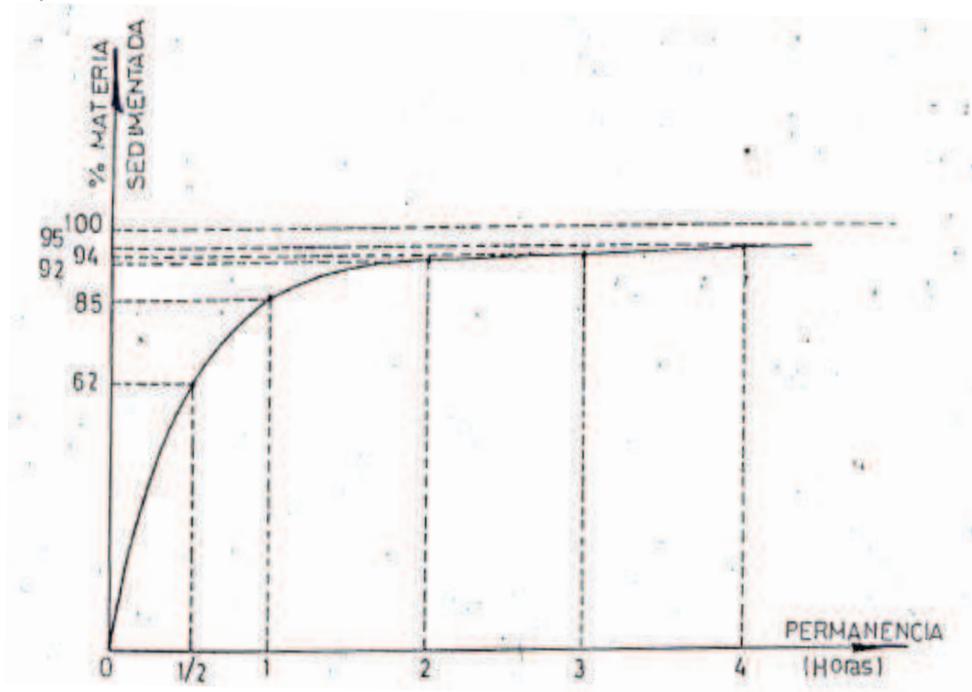
Las profundidades del sedimentador varían entre 3 y 5 metros con más frecuencia 3.50 y 4.50 metros. Estos valores son debido a que la velocidad horizontal del flujo no puede hacerse muy alta; interferencias que revuelven el sedimentador; condiciones estructurales y de operación.

Se puede determinar el periodo de detención en función de la profundidad y carga superficial.



Curva profundidad-detención: Fuente Apunte cátedra de Ing. Sanitaria

Para estas cargas superficiales la permanencia varía entre 1.5 y 2.5 horas, tiempos de retención mayores no se justifican.



Curva De Sedimentación: Fuente Apunte Cátedra de Ing. Sanitaria

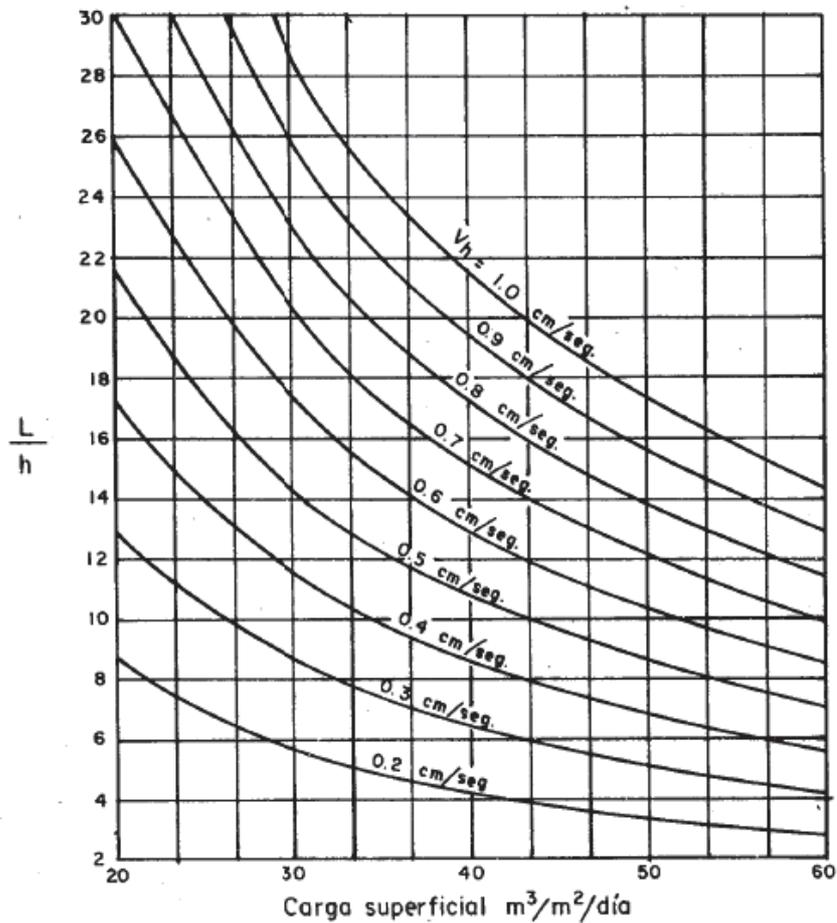
- Formas de los sedimentadores

Los sedimentadores pueden tener forma rectangular o circular. Los primeros son los que se usan más frecuentemente en planta de tratamiento. Los tanques largos suelen dar los mejores resultados. La relación ancho-largo varía entre 1/2.5 y 1/10. Más frecuentemente entre 1/3 y 1/6. Para conservar esta relación, cuando la forma del tanque tiene una relación a/L diferente, suelen intercalar tabiques longitudinales, hasta 2/3 de la profundidad. Los sedimentadores horizontales circulares se usan preferentemente en el tratamiento de aguas servidas y ocasionalmente en las aguas potables.

- Relación largo profundidad

La relación longitud-profundidad del sedimentador, dependerá de la relación, velocidad horizontal sobre la velocidad V_{sc} que se escojan. En otras palabras a igualdad de carga superficial, la relación L/h determinara la velocidad horizontal V_h .

La velocidad horizontal puede cambiarse escogiendo diferente relación de ancho-largo.



Curva L/h-carga Superficial: Fuente Apunte Cátedra De Ing. Sanitaria

- Número de unidades

En toda planta debe haber por lo menos dos unidades de sedimentadores, de tal forma que cuando se suspenda una, se pueda seguir operando con la otra. Teniendo en cuenta esta eventualidad, el área total de los sedimentadores debe incrementarse en un porcentaje como se especifica en la siguiente tabla.



Tabla N° 2

Número de unidades	Carga superficial m ³ /m ² /día				
	20	30	40	50	60
2	0	0	33	67	100
3	0	0	11	22	33
4	0	0	8.5	17	25
5 ó más	0	0	7	13	20

Números De Unidades: Fuente Internet; Diseño De Sedimentador.

c) Zona de barro

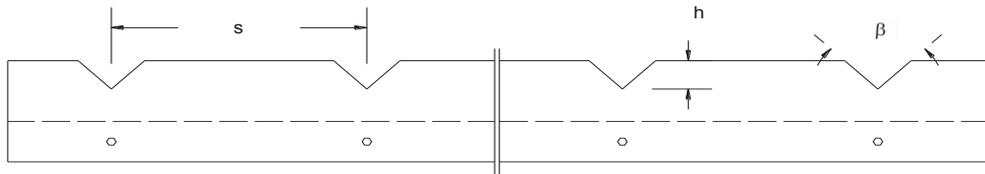
La remoción de lodos puede ser intermitente o continua, en el primer caso debe prever una tolva para el depósito de los barros, debiendo ubicarse en el primer tercio de la longitud del decantador. En la parte interior debe prever una cañería de desagüe para la evacuación de los lodos. La limpieza se debe realizar en periodos no mayores de 15 días, para evitar la putrefacción del material retenido.

Cuando se realiza en forma continua se utilizan cadenas barreadoras de lodo, las que van empujando a estos lentamente, por medio de zapatas a un concentrador desde donde se extrae periódicamente por gravedad. También puede utilizarse el mismo equipo con espumador superficial, o bien un puente barrelos.

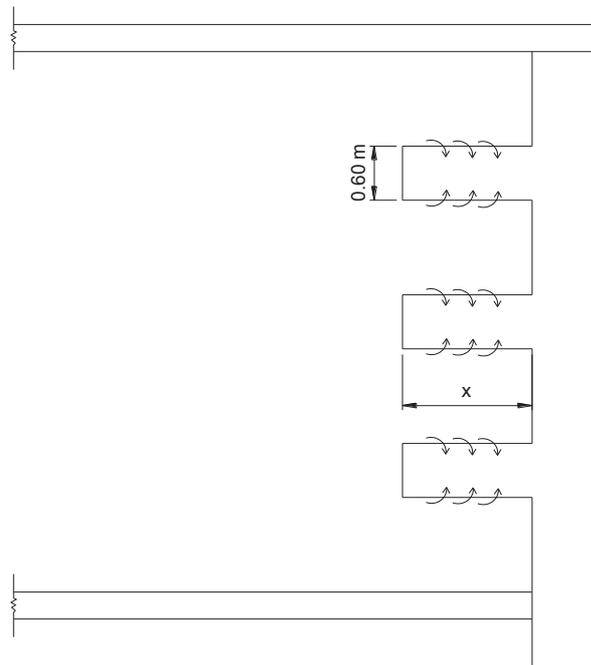
d) Zona de salida

En el diseño de vertederos triangulares tipo Thomson se debe tener en cuenta:

- La altura h del vertedero se fija entre 7 y 15 cm
- El caudal que evacua cada ranura es $q = 1.34 \cdot h^{2.47}$
- El número de vertederos por decantador será $n = Q / (q \cdot N)$; siendo Q el caudal de diseño y N el número de unidades.
- En caso de que la longitud sea mayor que el ancho del decantador, se practica el dispositivo denominado "pico de pato".



Vertedero Tipo Thomson De Acero Inoxidable



Pico De Pato



CAPITULO 5

MEMORIA DE CÁLCULO

5.1. CÁMARA DE REJAS

5.1.1. Funciones y Tipos

Tienen como objetivo separar los residuos más gruesos, proteger el funcionamiento de elementos como válvulas, bombas, etc.

Las rejas están constituidas por una serie de barrotes paralelos, verticales o inclinados colocados a través de un canal por la que circula el líquido.

Es el primer elemento en el sistema de tratamiento.

Por la separación libre de las barras, las rejas se clasifican en:

- Gruesas, separación de 5 a 15 cm.
- Medias, separación de 2.5 a 5 cm.
- Finas, separación de 1 a 2.5 cm.

Las rejas gruesas son casi sin excepción de limpieza manual, las rejas medianas y finas pueden ser de limpieza manual o mecánica.

Las rejas pueden ser fijas o móviles, las primeras son en general inclinadas, formando con la horizontal un ángulo entre 35 y 90°. Las móviles están constituidas por rejas jaulas y dispuestas de a pares de manera que al levantarse una para ser limpiada, automáticamente desciende la otra en el mismo canal.

La velocidad aguas arriba de las rejas debe cuidarse que no baje de 0.60 m/seg, para evitar que el canal actúe como desarenador o que se deposite material orgánico. La velocidad de pasaje a través de las rejas es un valor importante en cuanto a la eficiencia de la misma, a menor velocidad mayor eficiencia, por lo tanto hay que conciliar estas dos situaciones para lograr una velocidad óptima de funcionamiento. Se adoptan velocidades de pasaje comprendido entre 0.60 y 1.20 m/ seg.

Se dispondrán de dos unidades, para permitir la limpieza de las cámaras de rejas. El material recolectado de la cámara de reja es llevado al dique de cola previo tratamiento, ubicado a unos 7 kilómetros de este.



5.1.2. Diseño De La Cámara De Rejas

a) Datos para el diseño

- Caudal de diseño $Q= 350 \text{ m}^3/\text{h}$
- Velocidad de paso $V_p= 0.60 \text{ m/s}$
- Coeficiente de Manning $n= 0.012$ (Hormigón)
- Pendiente de fondo $S_0=0.004 \text{ m/m}$

b) Calculo de la superficie neta (S_n)

$$S_n = \frac{Q}{V_p}$$

$$S_n = \frac{0.0972 \text{ m}^3/\text{s}}{0.6 \text{ m/s}}$$

$$S_n = 0.17 \text{ m}^2$$

c) Calculo de las dimensiones netas

- Calculo de altura neta (h_n)
La altura neta será igual al del tirante normal de la sección del canal rectangular.
- Tirante normal

$$Q \cdot n / S_0^{1/2} = A \cdot R^{(2/3)}$$

$Q \cdot n / S_0^{1/2} =$	0,018
---------------------------	-------



Y [m]	A [m ²]	P [m]	R [m]	A*R ^(2/3)
0,150	0,08	0,8	0,094	0,015
0,160	0,08	0,82	0,098	0,017
0,170	0,09	0,84	0,101	0,018

Y: tirante normal
A: área del canal
P: perímetro mojado
R: radio hidráulico

Se adopta una altura neta: **$h_n = 0.20 \text{ m}$**

- Calculo del ancho neto (bn)

$$bn = \frac{Sn}{h_n}$$

$$bn = \frac{0.17 \text{ m}^2}{0.20 \text{ m}}$$

$$\mathbf{bn = 0.90 \text{ m}}$$

d) Calculo de rejas

- Adoptamos una separación (sep) 4 cm para retener objetos flotantes, y ser removido de forma manual.
- Calculo del número de espacio entre barras Ne.

$$Ne = \frac{bn}{Sep}$$

$$Ne = \frac{0.90 \text{ m}}{0.04 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Ne = 23 \text{ espacios}}$$



- Calculo del número de barras N_b

$$N_b = N_e - 1$$

$$N_b = 23 - 1$$

$$N_b = 22 \text{ barras}$$

- La inclinación de la barra de 60°

- e) Calculo de el ancho de la cámara bc

$$bc = N_e * sep + D_b * N_b$$

- Diámetro de la barra $D_b = 10 \text{ mm}$

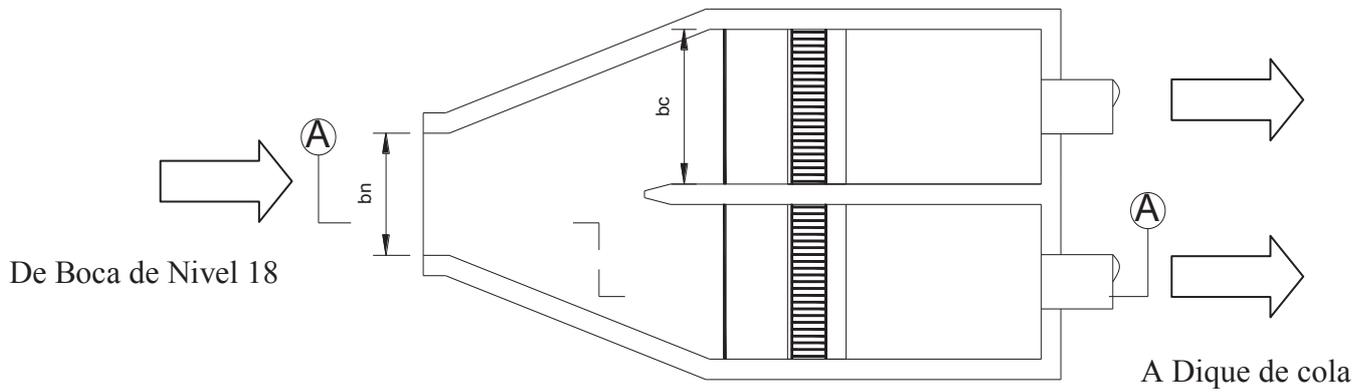
$$bc = 23 * 4 \text{ cm} + 1 \text{ cm} * 22$$

$$bc = 1.14 \text{ m}$$



CAMARA DE REJA

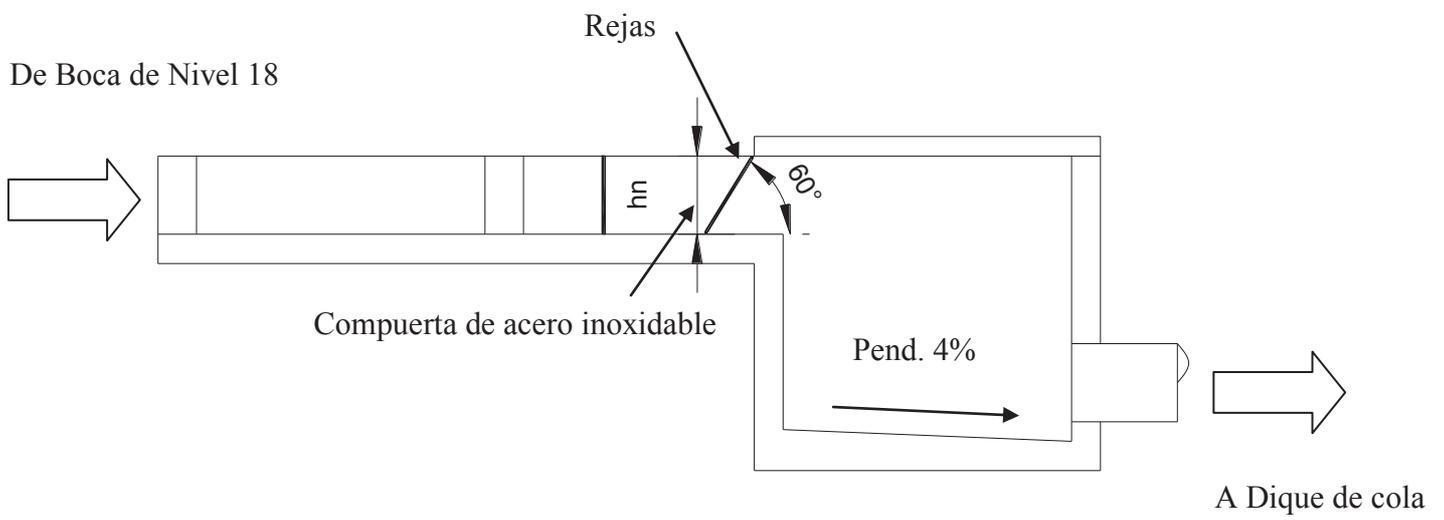
PLANTA



Planta De Cámara De Rejas



CORTE A-A





5.2. SEDIMENTADOR

5.2.1. Función y Tipo De Sedimentador

Tiene como objetivo separar los sólidos presentes en el líquido, y que tienen una densidad mayor a este.

Esta unidad se puede dividir en cuatro zonas:

- Zona de entrada:

Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.

- Zona de sedimentación:

Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos.

- Zona de de lodos:

Constituida por una tolva con capacidad para depositar los lodos sedimentados, y una tubería y válvula para su evacuación periódica.

- Zona de salida:

Constituida por un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

EL sedimentador propuesto es de BAJA VELOCIDAD Y PARA FLUJO HORIZONTAL. La forma del mismo es rectangular.



5.2.2. Diseño Del Sedimentador

5.2.2.1. Zona De Sedimentación

a) Datos para el diseño

- Caudal de diseño $Q = 350 \text{ m}^3/\text{h}$
- Viscosidad dinámica $\mu = 0.001236 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$
- Temperatura del agua $T = 12^\circ\text{C}$
- Densidad de la partícula $\rho_p = 2760 \text{ kg/m}^3$
- Densidad del agua $\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Diámetro de partícula $D = 0.037 \text{ mm}$

b) Calculo de la velocidad de sedimentación v_s

$$v_s = \frac{1}{18} \times g \times \frac{(\rho_p - \rho_a)}{\mu} \times \phi^2 \quad \text{Ley de Stokes}$$

Donde v_s es la velocidad de sedimentación, g es aceleración de la gravedad, ρ_p es la densidad de la partícula, ρ_a es la densidad del agua, μ es la viscosidad dinámica y ϕ el diámetro de la partícula.

$$v_s = \frac{1}{18} \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times \frac{(2760 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3)}{0.001236 \text{ kg/m} \cdot \text{s}} \times (0.00037 \text{ m})^2$$

$$V_s = 0.00106 \text{ m/s}$$

- Verificación de aplicación de formula de Stokes

$$Re < 0.5 \quad \text{Número de Reynolds}$$

$$Re = \frac{v_s \times D \times \rho_a}{\mu}$$



Donde Re es el número de Reynolds, v_s es la velocidad de sedimentación, μ es la viscosidad dinámica y D es el diámetro de la partícula.

$$Re = \frac{0.00106 \text{ m/s} \times 0.000037 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3}{0.001236 \text{ kg/m} \cdot \text{s}}$$

$$Re = 0.032 \text{ verifica}$$

Es aplicable la ley de Stokes

c) Cálculo del área del sedimentador A_s

$$A_s = \frac{Q}{v_s}$$

$$A_s = \frac{0.0972 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00106 \text{ m/s}}$$

$$A_s = 91.72 \text{ m}^2$$

d) Cálculo de las dimensiones del sedimentador

- Cálculo del ancho (a)

Adoptamos un ancho:

$$a = 6 \text{ m}$$

- Cálculo del largo (L)

$$L = \frac{A_s}{a}$$

$$L = \frac{91.72 \text{ m}^2}{6 \text{ m}}$$

$$L = 15.29 \text{ m}$$

Adoptamos un factor de 2 por razones estructurales y constructivas

$$L = 2 \times 15.29 \text{ m}$$

$$L = 30.58 \text{ m}$$



Adoptamos:

$$L = 30 \text{ m}$$

- Verificación relación largo-ancho L/a

Los tanques largos son lo que dan los mejores resultados.

$$3 < \frac{L}{a} < 6$$

$$\frac{L}{a} = \frac{30}{6}$$

$$\frac{L}{a} = 5 \text{ verifica}$$

- Calculo de la profundidad H

Adoptamos una profundidad en función a su carga superficial:

$$H = 4.5 \text{ m}$$

- Verificación relación L/H

Esta relación está en función de la velocidad horizontal del flujo, la cual debe ser lo suficientemente alta para que estimule la floculación, pero sin que llegue a perjudicar el proceso de separación.

$$3 < \frac{L}{H} < 20$$

$$\frac{L}{H} = \frac{30 \text{ m}}{4.5 \text{ m}}$$

$$\frac{L}{H} = 7 \text{ verifica}$$

- e) Calculo de velocidad horizontal v_h

$$v_h = \frac{Q}{At}$$

- Calculo del área transversal At

$$At = a \times H$$



$$At = 6 \text{ m} \times 4.50 \text{ m}$$

$$At = 27 \text{ m}^2$$

- Velocidad horizontal

Esta velocidad debe ser inferior a 1 m/ seg, para evitar turbulencia y arrastre de material.

$$vh = \frac{0.0972 \text{ m}^3/\text{s}}{27 \text{ m}^2}$$

$$vh = 3.6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

- Verificación

$$Vh < 1 \text{ m/s}$$

$$vh = 0.0036 \text{ m/s} < 1 \text{ m/s} \text{ verifica}$$

- f) Pendiente de la zona de sedimentación

$$Pend = 7 \%$$

La pendiente de fondo debe ser menor al 10 % para facilitar el deslizamiento del sedimento.

5.2.2.2. Zona De Barro

- a) Datos de diseño

- Caudal de diseño $Q = 350 \text{ m}^3/\text{h}$
- Solido en suspensión $SS = 200 \text{ mg/l}$
- Tiempo de operación de lodo $T = 6 \text{ días}$
- Porcentaje de sedimentación $r = 0.8$
- Numero de sedimentadores $N_s = 2$
- Porcentaje de humedad del barro $\mu = 0.96$
- Peso especifico del barro del efluente $\gamma_b = 1040 \text{ kg/m}^3$



b) Peso de barro P

$$P = \frac{SS \times Q \times r}{Ns \times 1000}$$

$$P = \frac{200mg/l \times 8400m^3/dia \times 0.8}{2 \times 1000}$$

$$P = 672 \text{ kg/día}$$

c) Volumen de barro

$$Vb = \frac{P \times T}{(1 - \mu) \times \gamma_b}$$

$$Vb = \frac{672kg/dia \times 6dias}{(1 - 0.96) \times 1040kg/m^3}$$

$$Vb = 97 m^3$$

d) Dimensiones de la tolva de barro de forma piramidal

- Altura de la tolva ht

$$ht = \frac{3 \times Vb}{a \times \frac{L}{3}}$$

$$ht = \frac{3 \times 97m^3}{6m \times \frac{30m}{3}}$$

$$ht = 4.85 m$$

- Longitud de la tolva Lt

$$Lt = \frac{L}{3}$$

$$Lt = \frac{30m}{3}$$

$$Lt = 10 m$$



- Ancho de la tolva (a_t) igual al del sedimentador:

$$a_t = 6 \text{ m}$$

- El material recolectado en la tolva de barros, son depositado previo tratamiento en un dique denominado DE COLA, este se encuentra a unos 7 kilómetros del lugar de emplazamiento del sedimentador.

5.2.2.3. Zona De Salida

- a) Datos de diseño

- Vertedero triangular tipo Thomson
- Caudal de diseño $Q = 350 \text{ m}^3/\text{h}$
- Altura del vertedero $h = 0.07 \text{ m}$
- Numero de sedimentadores $N_s = 2$
- Caudal máximo por metro lineal $Q_m = 300 \text{ m}^3/\text{día} \times \text{m}$

- b) Caudal por vertedero triangular (q)

$$q = 1.34 \times h^{2.47} \quad \text{Ec. de caudal para vertedero triangular } \beta = 90^\circ$$

$$q = 1.34 \times 0.07 \text{ m}^{2.47}$$

$$q = 1.88 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

- c) Numero de vertederos N_v

$$N_v = \frac{Q}{q \times N_s}$$

$$N_v = \frac{0.0972 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00188 \text{ m}^3/\text{s} \times 2}$$

$$N_v = 26$$

- d) Longitud del vertedero L_v

$$L_v = \frac{Q \times 86400}{Q_m \times N_v}$$



$$Lv = \frac{0.0972m^3/s \times 86400}{300m^3/dia * m \times 2}$$

$$Lv = 14 m$$

e) Separación entre vertedero sv

$$sv = \frac{Lv}{Nv}$$

$$sv = \frac{14 m}{26}$$

$$Sv = 0.54 m$$

f) Se adoptan dos picos de patos $Np=2$ debido a que la longitud del vertedero es mayor al ancho del sedimentador.

Longitud de pico de pato X

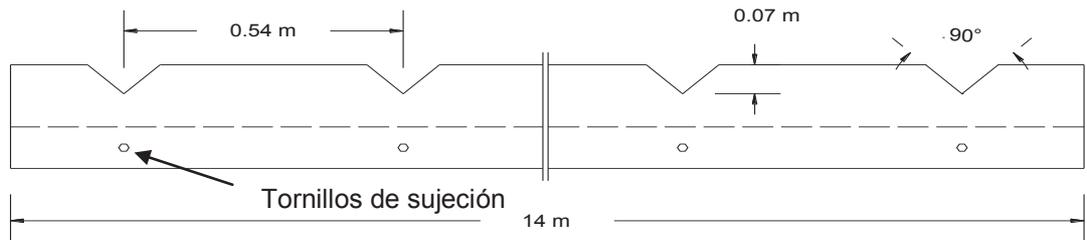
$$X = \frac{Lv - a}{2 \times Np}$$

$$X = \frac{14m - 6m}{2 \times 2}$$

$$X = 2 m$$

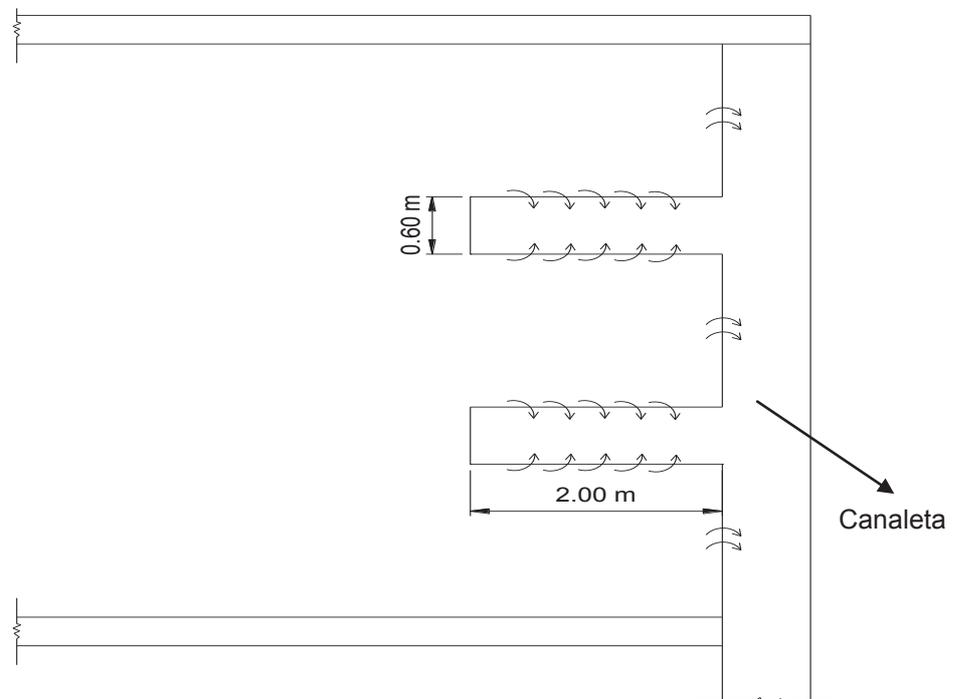


VERTEDERO TRIANGULAR TIPO THOMSON DE ACERO



Croquis De Vertedero Triangular Tipo Thomson

PICO DE PATO



Croquis De Pico De Pato



5.2.2.4. zona de entrada

TABIQUE DIFUSOR

a) Datos para el diseño

- Velocidad en el orificio $v_o = 0.30$ m/s
- Caudal de diseño $Q = 350$ m³/h
- Numero de sedimentadores $N_s = 2$
- Ancho de vertedero $a = 6$ m
- Altura de vertedero $H = 4.5$ m

b) Sección total S_o

$$S_o = \frac{Q}{N_s \times v_o}$$

$$S_o = \frac{0.0972 \text{ m}^3/\text{s}}{2 \times 0.30 \text{ m/s}}$$

$$S_o = 0.162 \text{ m}^2$$

c) Calculo de h_d

- $1/6H < h_1 < 1/5H$

$$h_1 = 0.2H$$

$$h_1 = 0.2 \times 4.5 \text{ m}$$

$$h_1 = 0.9 \text{ m}$$

- $1/5H < h_2 < 1/4H$

$$h_2 = 0.25H$$

$$h_2 = 0.25 \times 4.5 \text{ m}$$

$$h_2 = 1.1 \text{ m}$$

- $h_d = H - (0.2H + 0.25H)$

$$h_d = 0.55 H$$



$$hd = 0.55 \times 4.50 \text{ m}$$

$$hd = 2.50 \text{ m}$$

d) Cantidad de espacios horizontales eh

$$eh = \frac{a}{X}$$

- Adopto $X = 0.6 \text{ m}$

$$eh = \frac{6 \text{ m}}{0.6 \text{ m}}$$

$$eh = 10$$

e) Cantidad de espacios verticales ev

$$ev = \frac{hd}{Y}$$

- Adoptamos $Y = 0.5 \text{ m}$

$$ev = \frac{2.5 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$ev = 5$$

f) Cantidad total de orificios No

$$No = (eh-1) \times (ev-1)$$

$$No = (10-1) \times (5-1)$$

$$No = 36$$

g) Sección del orificio Ao

$$Ao = \frac{So}{No}$$

$$Ao = \frac{0.162 \text{ m}^2}{36}$$



$$A_o = 0.0045 \text{ m}^2$$

h) Diámetro del orificio D_o

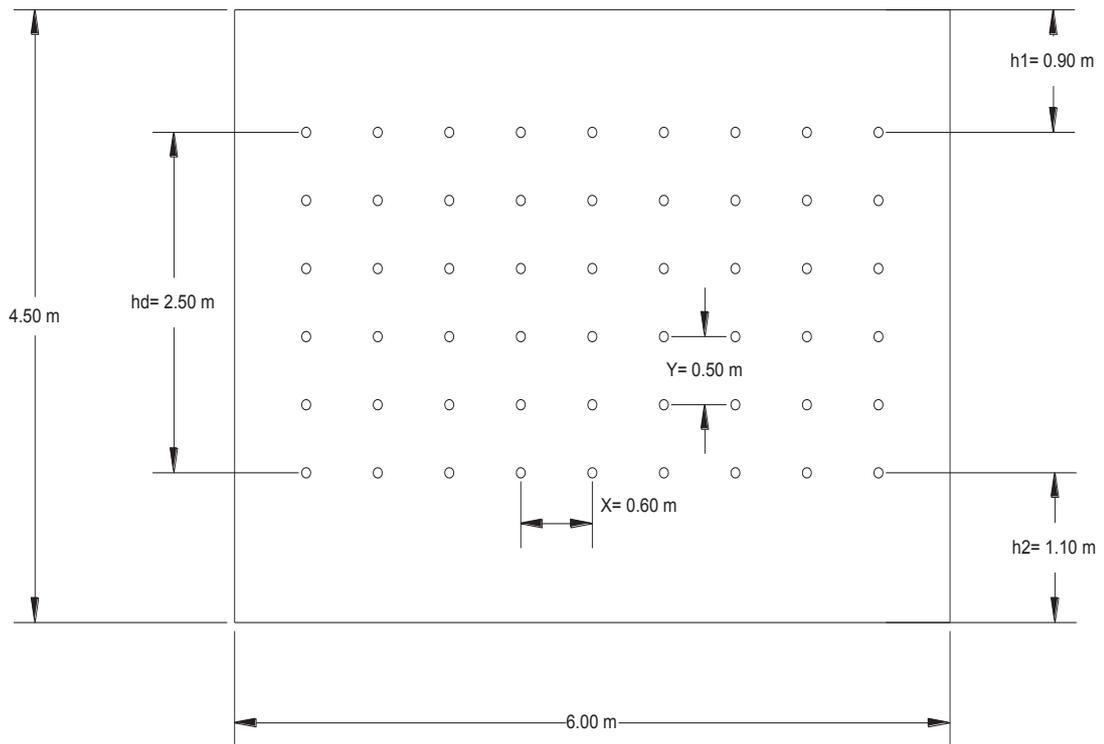
$$D_o = \left(\frac{4 \times A_o}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$D_o = \left(\frac{4 \times 0.0045 \text{ m}^2}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$D_o = 0.076 \text{ m}$$



TABIQUE DIFUSOR



Vista Frontal De Tabique Difusor S/Escala: Fuente De Elaboración Propia



5.3. CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO

5.3.1. Función De La Cámara

Tiene como objetivo permitir el aquietamiento del flujo del agua que llega al sedimentador, como así también permitir la formación de los floc; en caso de la utilización de coagulantes; que producen la agrupación de las partículas en pequeñas masas con densidad mayor a la del agua. Este proceso permite la remoción de turbiedades que no pueden sedimentar rápidamente.

5.3.2. Diseño De La Cámara De Acondicionamiento

a) Datos para el diseño

- Caudal de diseño $Q= 350 \text{ m}^3/\text{h}$
- Permanencia $P= 45 \text{ minutos}$
- Ancho de cámara $a_c= 6\text{m}$
- Altura de cámara $H_c= 4.5 \text{ m}$
- Numero de sedimentadores $N_s= 2$

b) Volumen de la cámara V_c

$$V_c = \frac{Q \times P}{N}$$

$$V_c = \frac{0.0972 \text{m}^3/\text{S} \times 2700 \text{s}}{2}$$

$$V_c = 132 \text{ m}^3$$

c) Largo de la cámara L_c

$$L_c = \frac{V_c}{a \times H_c}$$

$$L_c = \frac{132 \text{m}^3}{6 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}}$$

$$L_c = 5 \text{ m}$$



CONCLUSIÓN

Atendiendo la necesidad de la compañía minera al Aguilar se propone como solución: Para el agua proveniente del interior de la mina del nivel 18 y que proviene de la montaña; se plantea como sistema de tratamiento un SEDIMENTADOR DE FLUJO HORIZONTAL.

Dicho sistema se elije en base al uso para la cual estará destinada el agua una vez tratada y de las características que presenta el agua industrial.

El agua será utilizada como sistema de enfriamiento de los equipos de perforación llamados jumbos. Este proceso no requiere un tratamiento riguroso a nuestro criterio. Se adopta como parámetros de control criterios propios, debido a que la compañía no exigía ninguno. Como parámetro de control se utiliza la de sólidos en suspensión, con estándares similares a los adoptados para el agua potable.

Atendiendo las características presente en el agua industrial según los ensayos realizados y lo obtenidos pos tratamiento, como ser el ensayo cono de imhoff; se deduce que el SEDIMENTADOR DE FLUJO HORIZONTAL permitirá obtener una agua idónea para su destino final.

Esta agua una vez tratada será llevada mediante bombas ubicadas en cercanía del sedimentador, a dos tanques de reserva ubicados en la zona.

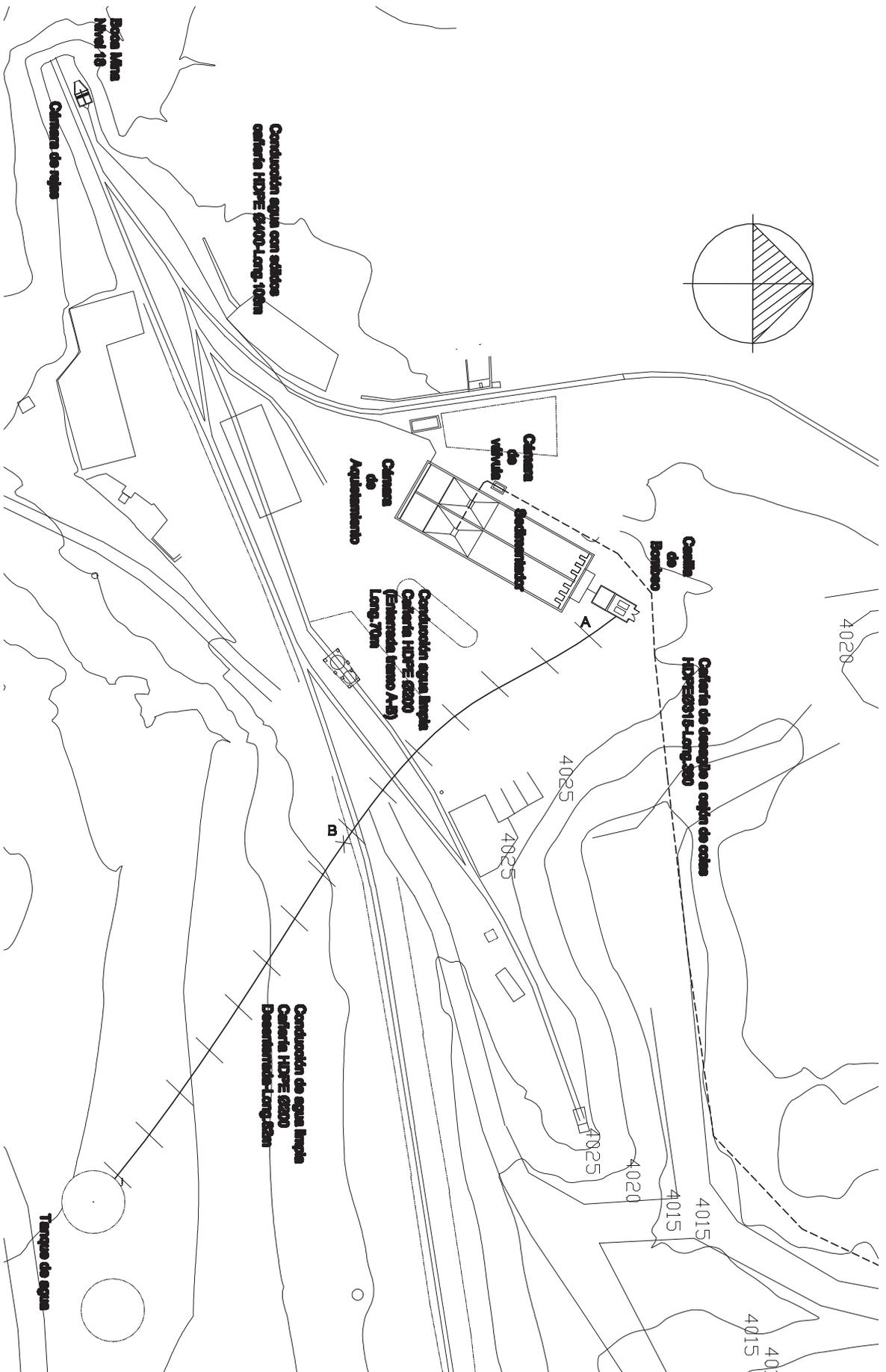


BIOGRAFÍA

- Química del Agua; J. Catalan Lafuente.
- Manual Técnico del Agua; Degremont.
- Química analítica; ing Muhana Julio
- Apunte de la Cátedra de Ingeniería Sanitaria de FCEyFN, "Planta Potabilizadora" Capitulo 8; Ing. Porchietto.
- Tratamiento General del Agua y su Distribución; Purschell.
- Revista Panorama Minero edición 134 "Minera Aguilar".

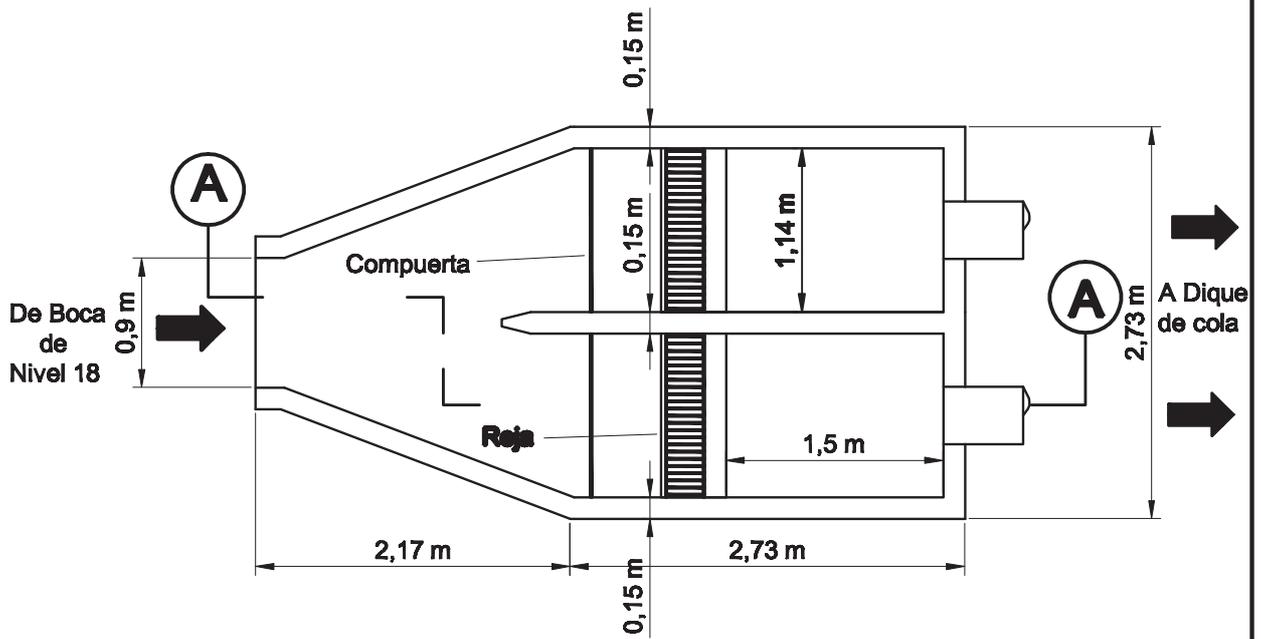


ANEXO

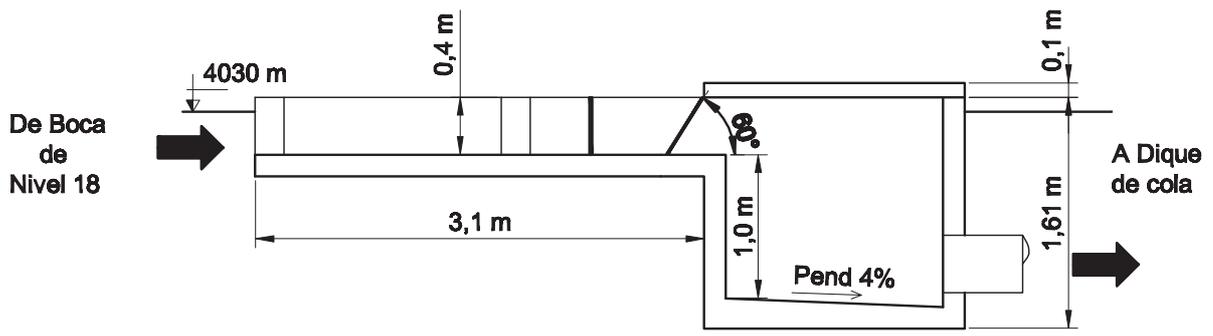


 UNC FOE/FN		PRACTICA SUPERVISADA		PLANO Nº 1					
				Diseño	Eduardo Torres	Proyecto:	PROYECTO DE SISTEMA DE BIODIVERSIDAD BOCA MINVA - NIVEL 16 - CAUSA	Formato:	A3
				Tuber Ext.	Ing. Javier Zapana	Planos:	PLANO DE UBICACIÓN	ESCALA:	1:700
Tuber Int.	Ing. Héctor Arevalo								

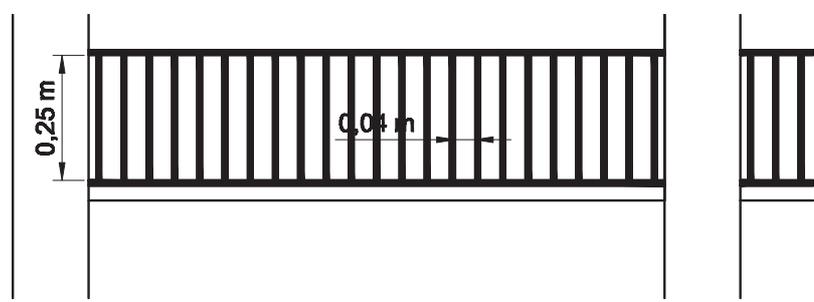
PLANTA



CORTE A-A

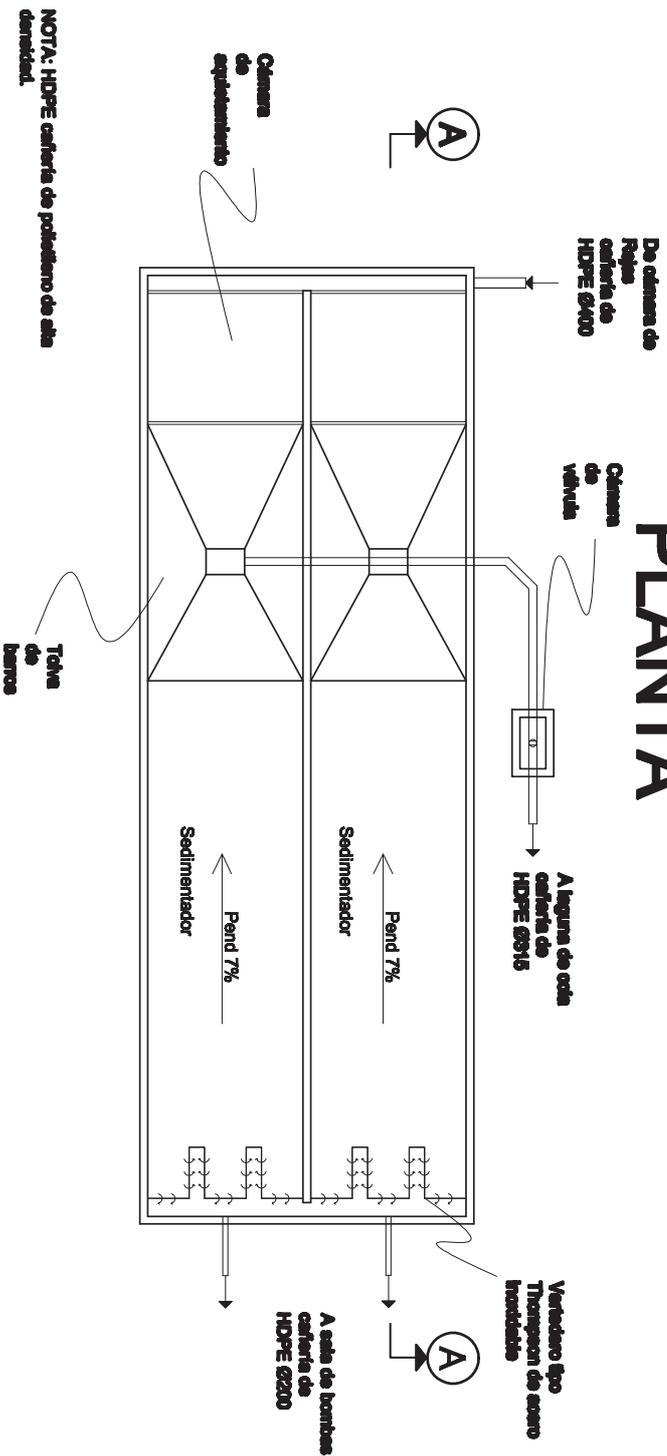


DETALLE DE REJAS

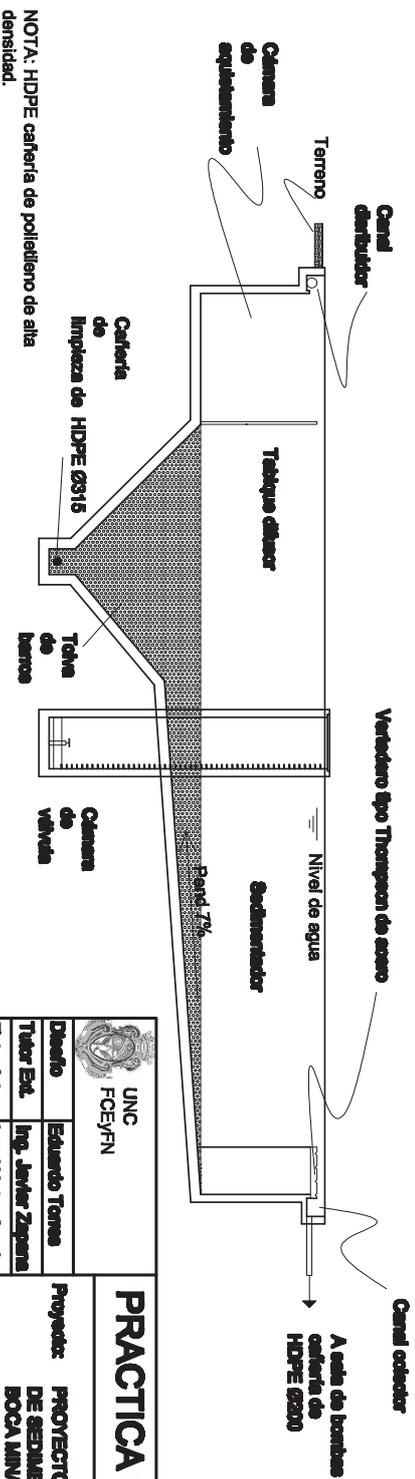


 UNC FCEPyN		<h2>PRACTICA SUPERVISADA</h2>		PLANO Nº 2
Diseño	Eduardo Torres	Proyecto: PROYECTO DE SISTEMA DE SEDIMENTACIÓN BOCA MINA - NIVEL 18 - CMASA	Formato: A4	
Tutor Ext.	Ing. Javier Zapana			
Tutor Int.	Ing. Héctor Araujo			
Cliente		Plano: CÁMARA DE REJAS	ESC. 1:50	

PLANTA



CORTE A-A



UNC
FCEYFN

PRACTICA SUPERVISADA

PLANO Nº 3

Proyecto: PROYECTO DE SISTEMA

DE SEDIMENTACIÓN
BOCA MINVA - NIVEL 16 - CAUSA

Plano: PLANTA Y CORTE DEL SEDIMENTADOR

Diseño: Eduardo Torres

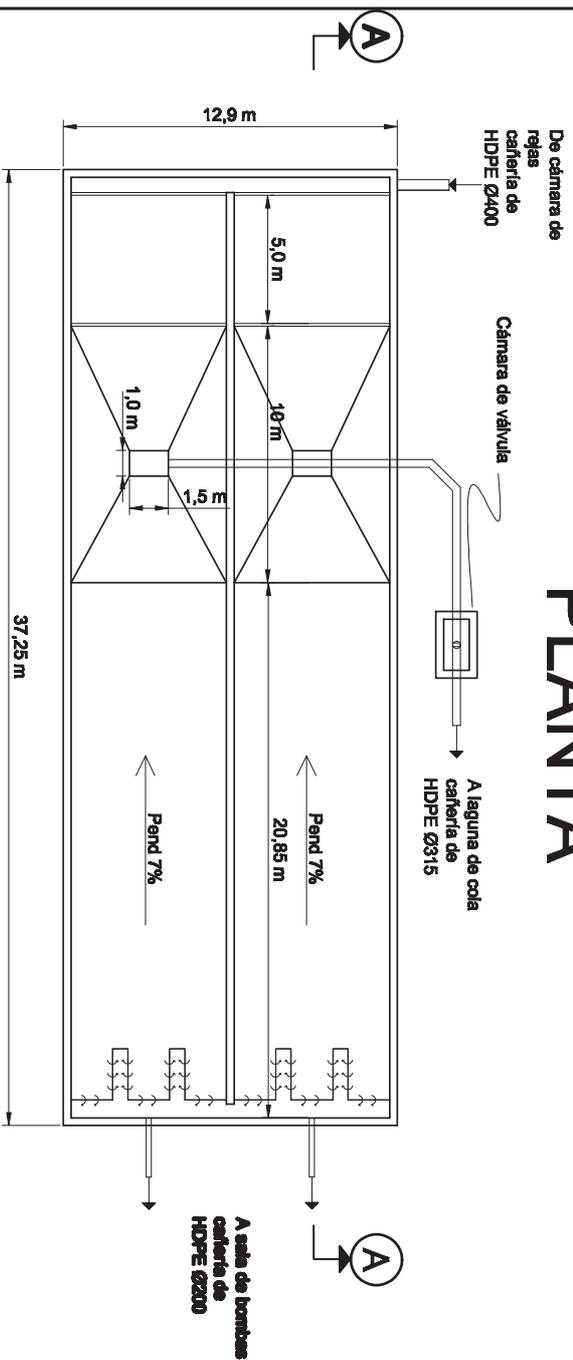
Tuber Ext. Ing. Javier Zapana

Tuber Int. Ing. Héctor Araujo

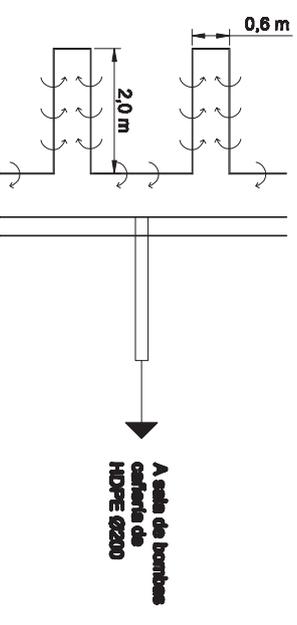
Formador: AS

ESC. 1200

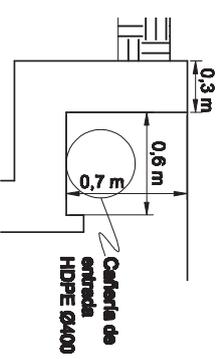
PLANTA



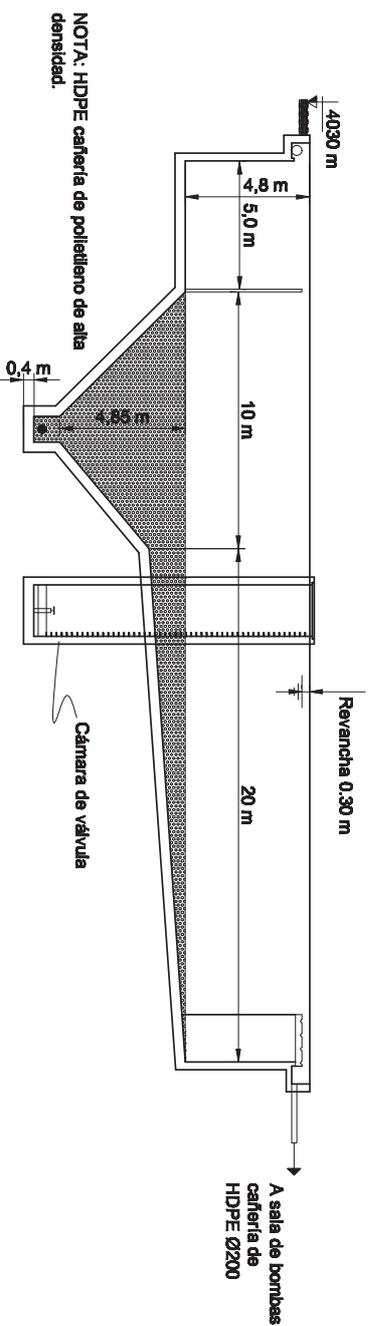
DETALLE PICO DE PATO



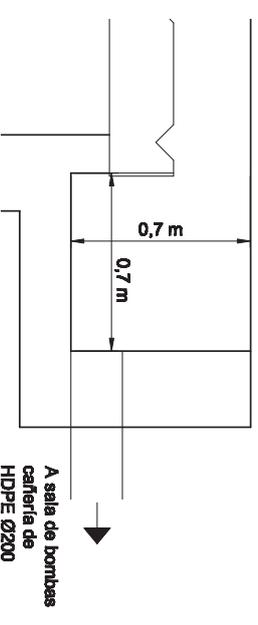
CANAL DE ENTRADA



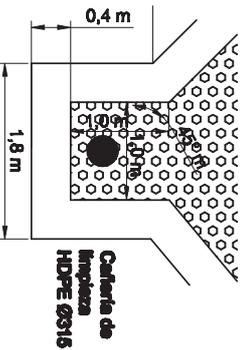
CORTE A-A



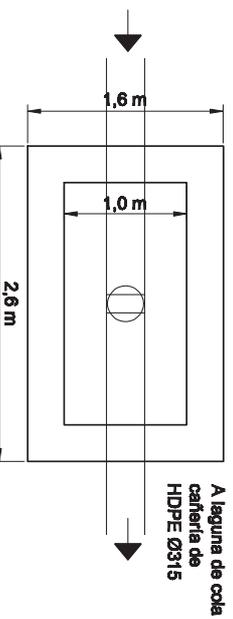
DETALLE DE COLECTOR DE SALIDA



RECOLECTOR DE TOLVAS

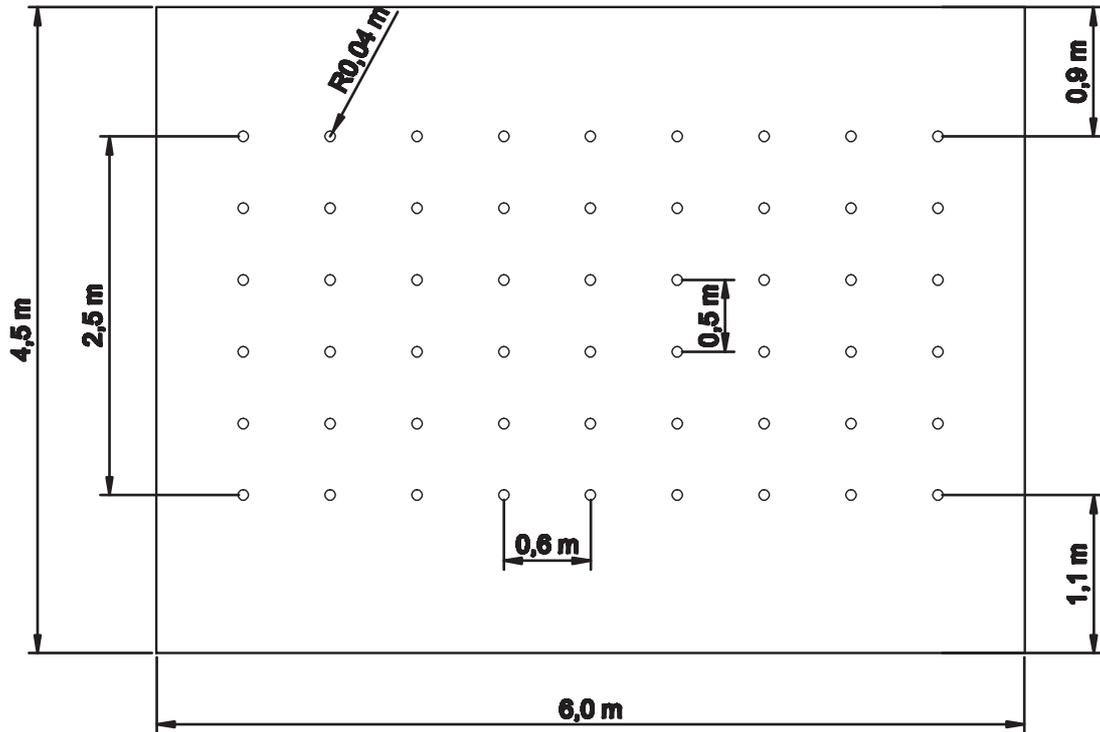


DETALLE DE CÁMARA DE VALVULA



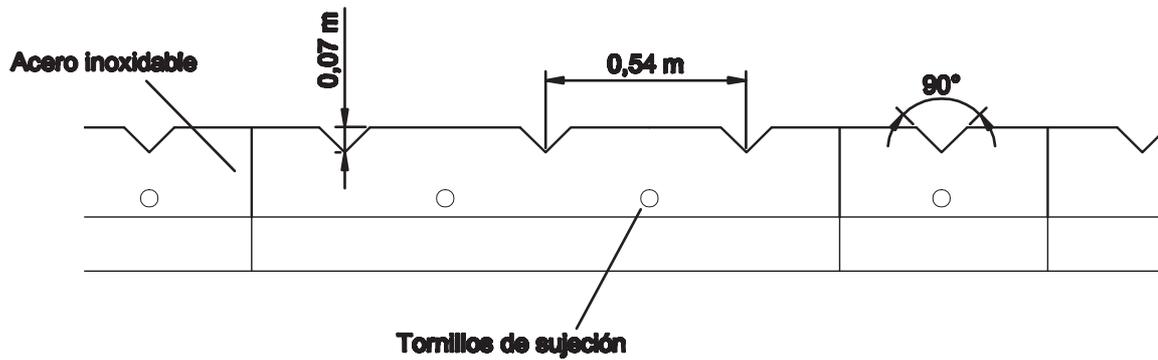
 UNC FCEVFN		PROYECTO DE SISTEMA DE SEDIMENTACIÓN BOCA MINVA - NIVEL 16 - CAUSA		PLANO N° 4
		PROYECTO DE SEDIMENTACIÓN BOCA MINVA - NIVEL 16 - CAUSA		
Diseño TUTOR Ext.	Eduardo Torres	PROYECTO DE SEDIMENTACIÓN BOCA MINVA - NIVEL 16 - CAUSA		Formador: AS
Tutor Int. Ing. Héctor Araujo	Ing. Héctor Araujo	DIMENSIONES DEL SEDIMENTADOR		ESC. 1:200

TABIQUE DIFUSOR



Esc. 1:50

VERTEDERO TRIANGULAR TIPO THOMPSON



Esc. 1:20



UNC
FCEyFN

PRACTICA SUPERVISADA

PLANO Nº 5

Diseño	Eduardo Torres
Tutor Ext.	Ing. Javier Zapana
Tutor Int.	Ing. Héctor Araujo

Proyecto: PROYECTO DE SISTEMA
DE SEDIMENTACIÓN
BOCA MINA - NIVEL 18 - CMASA

Formato: A4

Plano: TABIQUE DIFUSOR Y VERTEDERO

ESC. 1:20 - 1:50