

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**



MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN  
PLANTA DE TRATAMIENTO

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO CIVIL**

**ROY MARROQUIN ESTEVES**

Lima - Perú

2008

## INDICE

Resumen.....	3
Lista de Cuadros.....	4
Lista de Figuras.....	4
Introducción.....	6
<b>CAPITULO I: INFORMACION BASICA.....</b>	<b>7</b>
1.1 Ubicación.....	7
1.2 Topografía.....	7
1.3 Clima.....	8
1.4 Geología.....	8
1.5 Suelos.....	8
1.6 Descripción del Sistema Existente.....	10
1.6.1 Sistema de Fuente Superficial.....	10
1.6.2 Sistema de Fuente Subterráneo.....	14
1.6.3 Línea de Aducción.....	15
1.6.4 Redes de Distribución.....	16
1.6.5 Otros componentes.....	16
<b>CAPITULO II: TRATAMIENTO DEL AGUA.....</b>	<b>18</b>
2.1 Procesos de Tratamiento.....	18
2.2 Coagulación.....	20
2.2.1 Partículas Coloidales.....	22
2.2.2 Coagulantes Utilizados.....	22
2.2.3 Factores que Influyen en la Coagulación.....	23
2.3 Floculación.....	25
2.3.1 Floculantes.....	25
2.3.2 Factores que influyen en la floculación.....	26
2.4 Sedimentación.....	28
2.4.1 Tipos de Sedimentación.....	28
2.4.2 Factores que Influyen en la Sedimentación.....	29
2.5 Filtración.....	30
2.5.1 Factores que influyen en la filtración.....	31

2.6	Desinfección.....	33
2.6.1	Factores que influyen en la desinfección.....	34
2.6.2	Cloración.....	35
2.7	Tipos de Planta de Tratamiento.....	36
2.8	Criterios de Selección de Planta de Tratamiento.....	38
<b>CAPITULO III: DATOS BASICOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....</b>		<b>42</b>
3.1	Periodo de Diseño.....	42
3.1.1	Factores que determinan el periodo de diseño.....	42
3.1.2	Selección del periodo de diseño.....	42
3.2	Población de Diseño.....	43
3.2.1	Población Actual.....	43
3.2.2	Cálculo de la Población Futura.....	44
3.3	Dotación de Diseño.....	45
3.4	Caudales de Diseño.....	46
<b>CAPITULO IV DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....</b>		<b>49</b>
4.1	Floculador.....	49
4.1.1	Predimensionamiento del Floculador.....	50
4.2	Sedimentador.....	51
4.2.1	Predimensionamiento del Sedimentador.....	53
4.3	Filtros.....	55
4.4	Mezcla Rápida.....	56
4.5	Evaluación de Estructuras Existentes.....	57
4.5.1	Evaluación del Floculador.....	58
4.5.2	Evaluación del Sedimentador.....	58
4.5.3	Evaluación de los Filtros Rápidos.....	60
4.5	Diseños requeridos.....	61
<b>CAPITULO V COSTOS Y PRESUPUESTOS.....</b>		<b>68</b>
Conclusiones y Recomendaciones.....		71
Bibliografía.....		72

## RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia, desarrolla un proyecto de mejoramiento de una planta de tratamiento de agua potable existente, perteneciente a la Universidad Nacional de Educación, que potabiliza el agua para el consumo de la comunidad universitaria.

En el Capítulo I, se presenta la información básica que ha servido para desarrollar el proyecto, a su vez describe cada uno de los componentes de la planta de tratamiento.

En el Capítulo II, se detalla la parte teórica de los procesos que intervienen en el tratamiento de agua, haciendo mayor énfasis, en los procesos que estamos usando. También se describen los tipos de planta, y los criterios que debemos tener para elegir o verificar el tipo de planta necesaria, basado en los reglamentos vigentes.

En el Capítulo III, se presentan los cálculos y la metodología empleada para obtener nuestros parámetros de diseño, tanto presentes como futuros.

En el Capítulo IV, se desarrolla la forma de diseño de las estructuras involucradas en la planta. Luego en base a esta teoría, se hace la verificación hidráulica. Con estos resultados, se toma la decisión de diseñar las nuevas estructuras requeridas para el mejoramiento de la planta.

En el Capítulo V, finalmente, se presentan los costos necesarios para ejecutar el proyecto.

## LISTA DE CUADROS

	Pag.	
2.1	Características de Materiales filtrantes	33
2.2	Límites para agua cruda	38
2.3	Límites Bacteriológicos	39
2.4	Límites de Sustancias Peligrosas	40
2.5	Límites de DBO y Coniformes	40
3.1	Periodos de Diseño	43
3.2	Población actual	44
3.3	Dotaciones en edificio de Rectorado	45
3.4	Dotaciones edificio de Educación Rural	46
3.5	Dotación total	46
3.6	Caudales de diseño	48
4.1	Criterios de Sedimentación	54
4.2	Características de Filtros	55
4.3	Clasificación de Filtros	55
4.4	Criterios de diseño para Mezcla rápida	56
4.5	Resumen de Evaluación	61

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.	
1.1	Captación	11
1.2	Pre-sedimentador	11
1.3	Tanques	12
1.4	Floculador	12
1.5	Sedimentadores	13
1.6	Cisterna	13
1.7	Filtros	14
1.8	Reservorio Rectangular	14

1.9	Pozo y Arbol Hidráulico	15
1.10	Reservorio Circular	15
1.11	Almacen	16
1.12	Esquema de Agua Potable	17
2.1	Proceso de Coagulación	21
2.2	Relación Gradiente-Tiempo de floculación	27
4.1	Floculador Mecánico	49
4.2	Floculador Hidráulico	50
4.3	Sedimentador	52

## INTRODUCCION

El presente trabajo ha desarrollado un proyecto de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la Universidad Nacional de Educación.

Se ha buscado verificar la calidad de agua cruda de la fuente, que el proceso de tratamiento de esta agua sea el adecuado, que la infraestructura de la planta de tratamiento de agua existente trabaje adecuadamente, y se garantice poder cubrir la demanda en el futuro.

La metodología usada se ha basado en los lineamientos del Sistema Nacional de Inversión Pública, para identificar los problemas y brindar la solución óptima, construyendo cada componente nuevo que se necesita en la planta, en el tiempo oportuno, para el mejor empleo de los recursos.

Dado que el objeto de estudio es una universidad, es difícil pronosticar su crecimiento, ya que puede estar dado por una diversidad de factores. Sin embargo se ha buscado la metodología más conveniente y acorde con la realidad para poder estimar este crecimiento.

## CAPITULO I

### INFORMACION BASICA

#### 1.1.- UBICACIÓN

El proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Universidad Nacional de Educación (U.N.E.), esta localizado dentro de su Campus Universitario:

Departamento /Región	Lima
Provincia	Lima
Distrito	Lurigancho
Localidad	Chosica
Región Geográfica	Costa
Altitud	835 - 905 m.s.n.m.
Area de Terreno	414040 m <sup>2</sup> .

Para llegar a la UNE se requiere viajar por la Carretera Central con rumbo hacia la ciudad de Chosica, hasta el Km. 32, llegando al cruce con la Av. Enrique Guzmán y Valle; luego se toma esta avenida y se cruza el río Rímac hasta llegar a la Universidad.

#### 1.2.- TOPOGRAFIA

La topografía en la Universidad Nacional de Educación, es abrupta en la parte superior colindante con la acequia existente y cotas abajo tiene media pendiente. Es en la parte abrupta es en donde está ubicada la Planta de Tratamiento a mejorar.

El Levantamiento topográfico proporcionó la información necesaria para efectuar los diseños que demanda el Proyecto.

El área levantada comprendió la zona de la Planta de Tratamiento con su reservorio y la acequia de captación. Además contamos con información topográfica del resto de la Universidad, que fue realizada tomando como referencia el BM del IGN ubicado en el km 32 de la Carretera central con cota oficial de 819.173 m.s.n.m.

La cota mínima de la Universidad es de 835.00 m.s.n.m. y la cota máxima 905.00 m.s.n.m lo que implica una diferencia de nivel de 70.00 m.

### **1.3.- CLIMA**

Chosica, titulada la "Villa del Sol" por su hermoso clima, ofrecen dos estaciones bien marcadas: verano e invierno de abril a octubre con sol dominante y una temperatura promedio de 22° y de noviembre a marzo con ligero frío, llovizna y niebla, pero siempre con sol radiante durante el día.

Se afirma que "el clima es uno de los factores ecológicos que mayor influencia ejerce sobre el suelo, la flora y la fauna" de allí que el Valle se presenta siempre verde y colorido gracias al clima y las aguas del Rímac que los alimentan permanentemente.

Sin embargo, es de recordar que en algunas de las temporadas de invierno, se has precipitado abundantes lluvias, ocasionando huaycos que han causado graves daños materiales como los de 1,925, 1,936 y 1,987.

### **1.4.-GEOLOGIA**

En cuanto a orografía, se presume que en tiempos inmemoriales el Valle del Rímac fue el lecho de un gran río o laguna que desaguó al mar, dejando extensas zonas pedrosas y aluviónicas; y en las partes altas laterales del actual río Rímac quedaron zonas aluviales que pronto se convirtieron en cultivables.

Con el correr del tiempo y los deslizamientos y movimientos geológicos fueron sedimentando la quebrada dando lugar a la formación del Valle y al surgimiento de las primeras poblaciones con su consiguiente inicio agrícola.

La roca volcánica predominante está constituida por lavas andesíticas masivas, al estado fresco, son de color grisáceo y de color pardusco cuando son alteradas.

El basamento rocoso intrusivo está constituido por cuerpos de roca de naturaleza tonalítico-diorítico y tonalítico-granodiorítico los cuales abarcan una gran extensión dentro del cuadrángulo de Chosica.

### **1.5.- SUELOS**

El proyecto se desarrolla sobre los siguientes tipos de suelos:

Depósitos aluviales, comprenden conglomerados, conteniendo cantos de diferentes tipos de roca, gravas sub angulosas, arenas de diferente granulometría y en menor proporción limos y arcillas.

Depósitos coluviales, es la acumulación de fragmentos rocosos de diversos tamaños de formas generalmente angulosas, que se depositan al pié de los afloramientos rocosos ayudados por la gravedad, los que a veces se encuentran mezclados con arenas limosas.

Para confirmar la presencia del material y sus características en el área de ubicación de la planta, se excavaron tres calicatas: una en el área de ubicación del reservorio apoyado, otra en el área de ubicación de la cisterna subterránea y la tercera en el alineamiento de la tubería principal de desagüe. En las tres calicatas se encontró prácticamente el mismo tipo de material, escombros con abundantes guijones y bloques de granodiorita con arena gruesa que contiene algo de limo y arcilla

Los escombros del área constituyen buen material para la fundación de nueva estructuras y tendido de tuberías. Una muy importante recomendación a tener en cuenta con este material es que no debe existir la mas mínima infiltración de agua a su masa ya que de ocurrir ella, el agua arrastrara a aquellos de menor granulometría (arenas, limos y arcillas) dejando vacíos que predispondrán al reacomodo de los bloques y guijones con el consiguiente asentamiento o colapso del material y las estructuras que descansan sobre ella.

Capacidad Portante admisible, Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Del ensayo de corte directo remoldeado en el Laboratorio Geotécnico, efectuado en una muestra alterada, extraída de una de las calicatas, la más representativa, se obtuvo los siguientes parámetros:

Cohesión:  $C = 0.12 \text{ kg/cm}^2$

Angulo de fricción:  $\phi = 23^\circ$

Según Terzaghi y Peck:

$$q_{ul} = Sc \cdot C \cdot N_c + 1/2 \cdot S_\tau \cdot \delta \cdot B \cdot N_\tau + S_q \cdot \delta \cdot D_f \cdot N_q$$

$$q_{ad} = q_{ul} / F.S.$$

Donde:

- qui capacidad última de carga en kg/cm<sup>2</sup>.
- qad capacidad portante admisible en kg/cm<sup>2</sup>.
- F.S. factor de seguridad = 3
- δ peso específico total.
- B ancho de la zapata o cimiento corrido en mt
- Δf. profundidad de la cimentación.
- Nc,Nτ,Nq: parámetros que son función de φ
- Sc,Sτ,Sq: factores de forma.
- C : cohesión en (kg/cm<sup>2</sup>)

Zapata corrida (B=1.50 mts)

$$F = 3.00 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\phi = 23^\circ$$

<b>C=</b>	0,12 Kg/cm <sup>2</sup>				
<b>Df</b>	1,20	<b>Nc</b>	18,05	<b>Sc</b>	1,00
<b>B</b>	1,50	<b>N<sub>T</sub></b>	8,20	<b>S<sub>T</sub></b>	1,00
δ	1,75	<b>Nq</b>	8,66	<b>Sq</b>	1,00

Donde se tiene:

$$qu = 3,12 \text{ Kg/cm}^2$$

$$qadm = 1,04 \text{ Kg/cm}^2$$

## 1.6.- DESCRIPCION DEL SISTEMA EXISTENTE

El sistema de agua potable existente en la Universidad Nacional de Educación se abastece con aguas superficiales provenientes de una acequia que corre a lo largo de la cota 905 msnm y con aguas subterráneas provenientes de un pozo perforado dentro de la ciudad universitaria.

### 1.6.1.- Sistema de Fuente Superficial

La infraestructura del sistema tiene más de 30 años de antigüedad, y consta de:

#### a.- Captación Superficial

La captación, esta ubicada dentro de las instalaciones de la U.N.E. Es una toma directa de un canal tierra, cuyo origen inicial fue para riego, que transporta unos 250 l/s. En años anteriores, en época de avenidas el canal sufrió daños, dejando inoperativa esta fuente por días. Se observa además que las aguas del

canal de riego transportan desperdicios. La toma consiste en una compuerta metálica pequeña de 0.20 m de ancho por una altura de 0.30 m., del cual se deriva un caudal de 10 lt/s. No hay mecanismo de regulación del caudal, y este se da por experiencia del operador.



FIG. 1.1 CAPTACION

#### **b.- Pre-Sedimentador**

El Pre-sedimentador consta de tres pozos de concreto de 2.00 x 2.50 m de sección por una altura media de 1.20 m. Actualmente se encuentra en buen estado.

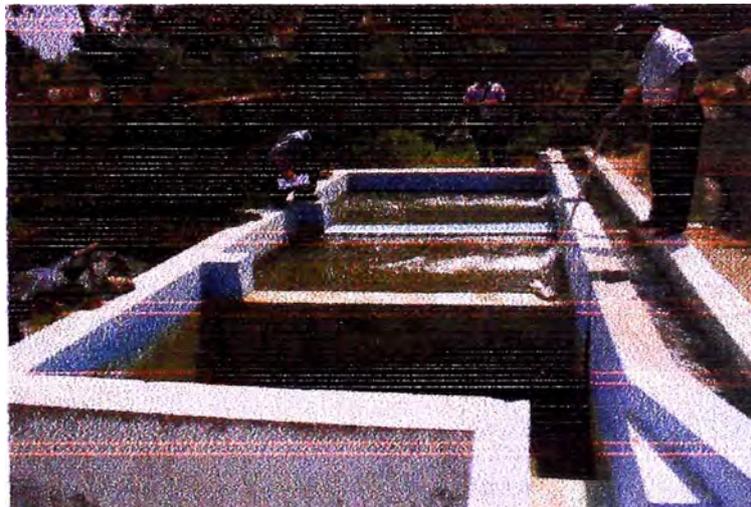


FIG. 1.2 PRE-SEDIMENTADOR

#### **c.- Tanques de Dosificación**

Están constituidos por tanques prefabricados, de 1m. de diámetro, sobre el cual se mezcla manualmente, la cal y el sulfato de alumina, con agua. Luego esta

mezcla se aplica al agua cruda por goteo. Están ubicados a 30 m. del floculador, aguas arriba. Se evidencia su precariedad.



FIG. 1.3 TANQUES

#### d.- Floculador

Constituido por una estructura de pantallas fijas de concreto, losa de fondo y paredes laterales de concreto canalización tipo serpentín. Sus medidas son de 8x12m de sección y tiene 21 canales. Recibe el agua con coagulante a través de un canal, luego la entrega a los sedimentadores



FIG. 1.4 FLOCULADOR

#### e.- Pozas de Sedimentación

Consta de 2 pozas con área de 8x12m.y 1.80m de profundidad cada una, reciben el agua del floculador a través de un canal. El agua una vez sedimentada, es enviada hacia la cisterna.

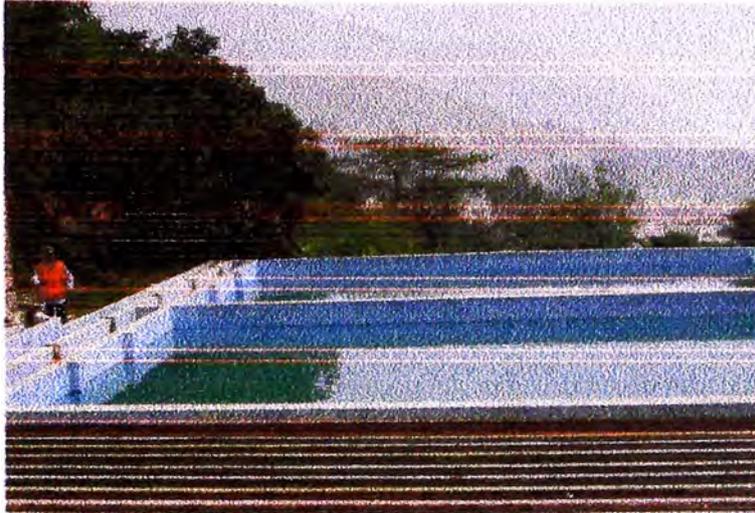


FIG. 1.5 SEDIMENTADORES

#### f.- Cisterna

Tiene una capacidad de  $48\text{m}^3$ , recibe el agua de los sedimentadores a través de una tubería de 6"



FIG. 1.6 CISTERNA

#### g.- Filtros Rápidos a Presión

Conformado por 5 filtros rápidos, los cuales están operativos y en estado regular. La caseta de filtros es una estructura cerrada de albañilería sin acabados y cobertura, con instalaciones eléctricas visibles, constituyendo fuente de peligro de riesgo eléctrico.



FIG. 1.7 FILTROS

### h.- Reservoirio Rectangular

Este reservorio es de dimensiones 14.5x20.0x2.0m, con capacidad de 520m<sup>3</sup>, de concreto y semi enterrado. Recibe el agua proveniente de los filtros a través de una tubería de 6". No existe caseta de válvulas, y algunas de las válvulas están inoperativas.



FIG. 1.8 RESERVORIO RECTANGULAR

### 1.6.2.- Sistema de Fuente Subterráneo

Este sistema es mas reciente que el superficial, tiene una antigüedad de 8 años.

#### a.- Pozo y Línea de Impulsión

El pozo subterráneo es de bomba sumergible, y tiene 50 metros de profundidad. La capacidad de bombeo es de 20 l/s.

El pozo de agua subterráneo existente, impulsa el agua por medio de tuberías PVC clase 10, hacia un reservorio de base circular. La longitud de la tubería es de 640 m y de un diámetro de 6".

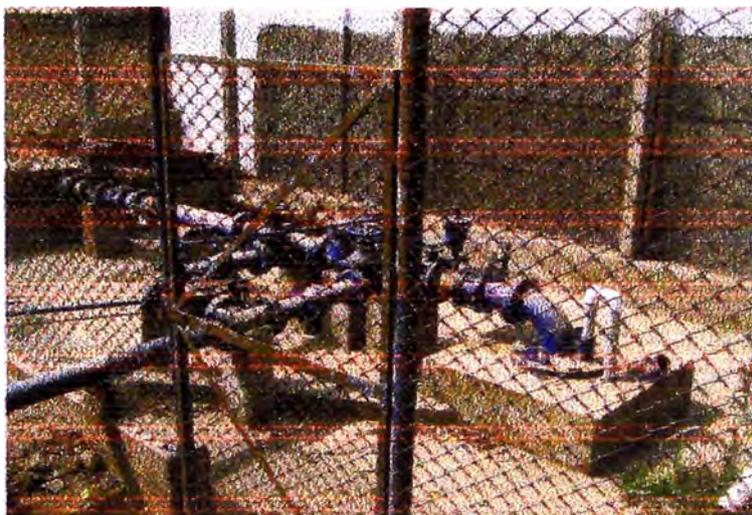


FIG. 1.9 POZO Y ARBOL HIDRAULICO

### b.- Reservoirio Circular

El reservorio de concreto armado de base circular de 6.4m de diámetro construido recientemente se encuentra en buenas condiciones constructivas. Tiene una capacidad de 150 m<sup>3</sup> y recibe el agua proveniente del pozo.

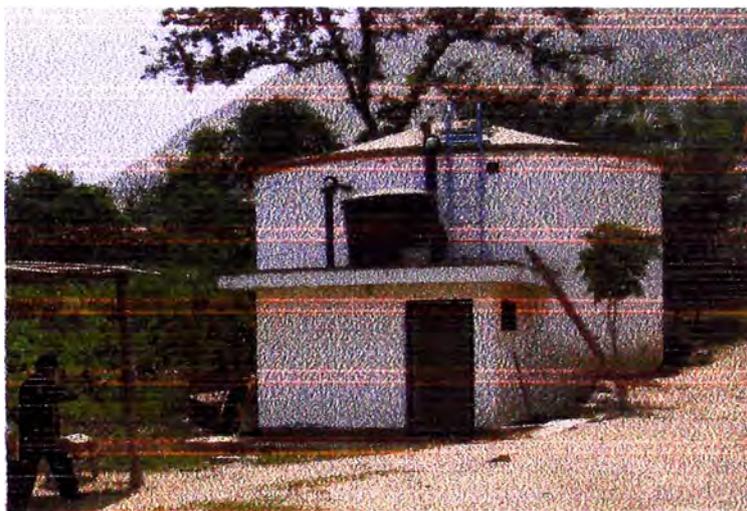


FIG. 1.10 RESERVORIO CIRCULAR

### 1.6.3.- Línea de Aducción

La línea de aducción existente a la red de distribución actual tiene una longitud de 260 m tiene un diámetro de 6", y es de material PVC en algunos tramos y en otros es de fierro fundido el que por su antigüedad se encuentra en mal estado.

#### 1.6.4.- Redes de Distribución

El sistema de tuberías de la red de agua se encuentra conformado por tuberías de fierro fundido y PVC de una manera desordenada. Las tuberías de fierro fundido tienen una antigüedad mayor de 30 años, se encuentran corroídas y presentan altos porcentajes de fugas.

La longitud de tuberías existentes es aproximadamente 3,200 m con diámetros comprendidos entre 2 y 4 pulgadas.

#### 1.6.5.- Otros componentes

- No existe un área de desinfección, se aplica tanto hipoclorito de sodio, e hipoclorito de calcio, pero manualmente, directamente en el reservorio.

-El sistema de evacuación de lodos y reboses en su mayor parte esta inoperativo, y solo se arroja esta aguas a los costados.

-No hay un control de caudales. Existe un medidor Parshall, no utilizado por los operadores.

-El almacén existente es precario, no brinda las condiciones necesarias para conservar los insumos químicos.



FIG. 1.11 ALMACEN

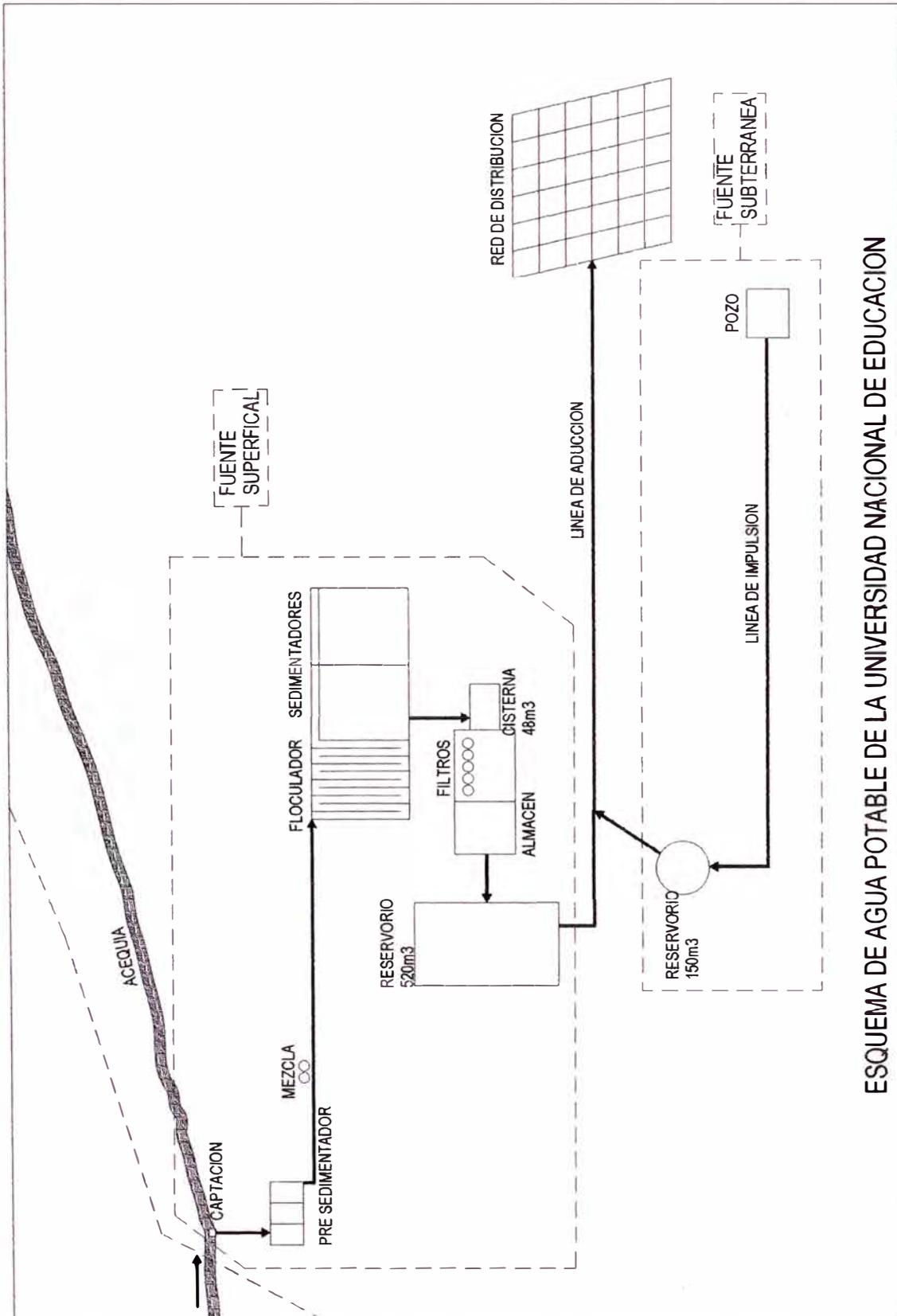


FIG. 1.12

ESQUEMA DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION

## **CAPITULO II**

### **TRATAMIENTO DEL AGUA**

#### **2.1.- PROCESOS DE TRATAMIENTO**

Las actividades agrícolas, ganaderas, industriales y recreacionales del ser humano han traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales con sustancias químicas y microbiológicas, además del deterioro de sus características estéticas.

Para hacer frente a este problema, es necesario someter al agua a una serie de operaciones o procesos unitarios, a fin de purificarla o potabilizarla para que pueda ser consumida por los seres humanos.

Una operación unitaria es un proceso químico, físico o biológico mediante el cual las sustancias objetables que contiene el agua son removidas o transformadas en sustancias inocuas.

Las principales operaciones unitarias utilizadas en el tratamiento del agua para consumo humano, son los siguientes:

#### **A.- Transferencia de Sólidos**

##### **- Cribado o cernido**

Es hacer pasar el agua a través de rejillas o tamices, los cuales retienen los sólidos de tamaño mayor a la separación de las barras, como ramas, palos y toda clase de residuos sólidos.

##### **- Sedimentación**

Consiste en buscar condiciones de reposo en el agua, para remover mediante la gravedad, las partículas en suspensión más densas, por ejemplo partículas coaguladas, limos, arenas, etc.

##### **- Flotación**

Consiste en promover condiciones de reposo, para que los sólidos cuya densidad es menor que la del agua, asciendan a la superficie. Mediante este proceso se remueven especialmente grasas, aceites, turbiedad y color. Los

agentes de flotación empleados son sustancias espumantes y microburbujas de aire.

#### **- Filtración**

Es hacer pasar el agua a través de un medio poroso, normalmente de arena, en el cual actúan una serie de mecanismos de remoción cuya eficiencia depende de las características de la suspensión (agua más partículas) y del medio poroso.

### **B.- Transferencia de Iones**

#### **- Coagulación química**

Es adicionar al agua alguna sustancia que tenga propiedades coagulantes, la cual transfiere sus iones a la sustancia que se desea remover, lo que neutraliza la carga eléctrica de los coloides para favorecer la formación de flóculos de mayor tamaño y peso. Los coagulantes más efectivos son las sales trivalentes de aluminio y hierro.

Este proceso se utiliza principalmente para remover la turbiedad y el color.

#### **- Precipitación química**

Es agregar al agua una sustancia química soluble cuyos iones reaccionan con los de la sustancia que se desea remover, formando un precipitado. Tal es el caso de la remoción de hierro y de dureza carbonatada (ablandamiento), mediante la adición de cal.

#### **- Intercambio iónico**

Consiste en un intercambio de iones entre la sustancia que se desea remover y un medio sólido a través del cual se hace pasar el flujo de agua. Este es el caso del ablandamiento del agua mediante resinas, en el cual se realiza un intercambio de iones de calcio y magnesio por iones de sodio, al pasar el agua a través de un medio poroso constituido por zeolitas de sodio. Cuando la resina se satura de iones de calcio y magnesio, se regenera introduciéndola en un recipiente con una solución saturada de sal.

#### **- Absorción**

La absorción consiste en la remoción de iones y moléculas presentes en la solución, concentrándolos en la superficie de un medio adsorbente, mediante la acción de las fuerzas de interfaz. Este proceso se aplica en la remoción de olores y sabores, mediante la aplicación de carbón activado en polvo.

## **C.- Transferencia de Gases**

### **- Aereación**

Es incrementar el área de contacto del agua con el aire para facilitar el intercambio de gases y sustancias volátiles. La aereación se efectúa mediante caídas de agua en escaleras, cascadas, chorros y también aplicando el gas a la masa de agua mediante aspersion o burbujeo.

Se usa en la remoción de hierro y manganeso, así como también de anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico y sustancias volátiles, para controlar la corrosión y olores.

### **- Desinfección**

Consiste en la aplicación principalmente de gas cloro y ozono al agua tratada, para eliminar los microorganismos patógenos

### **- Recarbonatación**

Consiste en la aplicación de anhídrido carbónico para bajar el pH del agua, normalmente después del ablandamiento.

## **D.- Transferencia molecular**

En el proceso de purificación natural del agua. Las bacterias saprofitas degradan la materia orgánica y transforman sustancias complejas en material celular vivo o en sustancias más simples y estables, incluidos los gases de descomposición.

También los organismos fotosintéticos convierten sustancias inorgánicas simples en material celular, utilizando la luz solar y el anhídrido carbónico producto de la actividad de las bacterias y, a la vez, generan el oxígeno necesario para la supervivencia de los microorganismos aeróbicos presentes en el agua. Este tipo de transferencia se lleva a cabo en la filtración, en la cual los mecanismos de remoción más eficientes se deben a la actividad de los microorganismos.

## **2.2.- COAGULACION**

La coagulación es un proceso que consiste en incrementar la tendencia de las pequeñas partículas en una suspensión acuosa, de agregarse unas a otras.

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

El proceso de coagulación promueve la interacción de las partículas para formar agregadas mayores.

En la figura se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flocúlos.

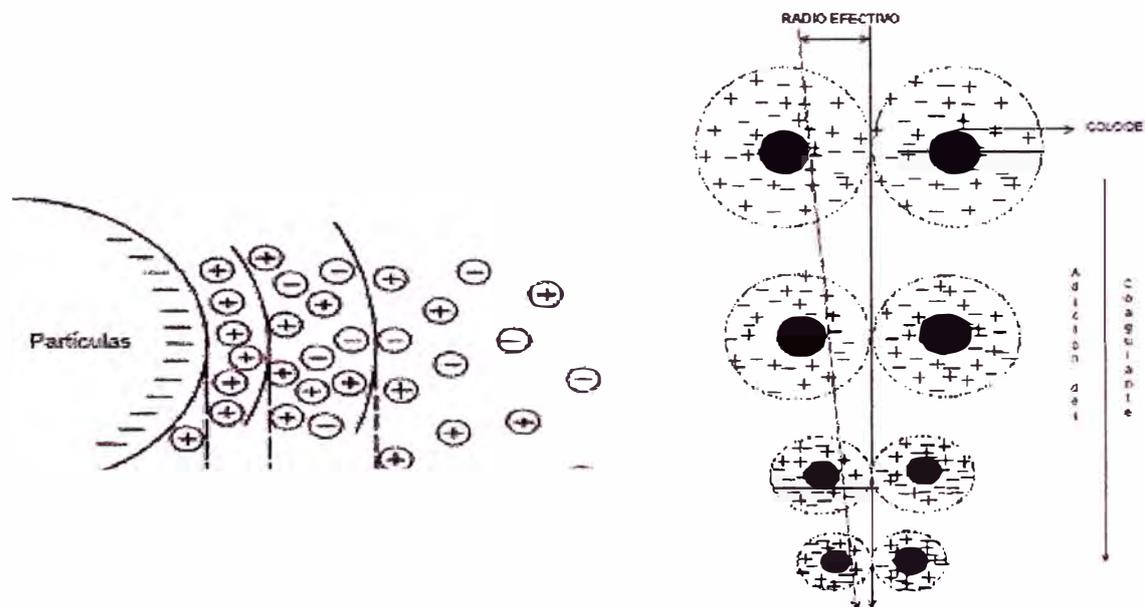


FIG. 2.1 PROCESO DE COAGULACION

La coagulación se lleva a cabo generalmente con la adición de sales de aluminio y hierro. Este proceso es resultado de dos fenómenos:

- El primero, esencialmente químico, consiste en las reacciones del coagulante con el agua y la formación de especies hidrolizadas con carga positiva. Este proceso depende de la concentración del coagulante y el pH final de la mezcla.
- El segundo, fundamentalmente físico, consiste en el transporte de especies hidrolizadas para que hagan contacto con las impurezas del agua.

Este proceso es muy rápido, toma desde décimas de segundo hasta cerca de 100 segundos, de acuerdo con las demás características del agua: pH, temperatura, cantidad de partículas, etc. Se lleva a cabo en una unidad de tratamiento denominada *mezcla rápida*. De allí en adelante, se necesitará una agitación relativamente lenta, la cual se realiza dentro del floculador. En esta unidad las partículas chocarán entre sí, se aglomerarán y formarán otras mayores denominadas flocúlos; estas pueden ser removidas con mayor eficiencia por los procesos de sedimentación, flotación o filtración rápida.

La remoción de las partículas coloidales está relacionada estrictamente con una adecuada coagulación, pues de ella depende la eficiencia de las siguientes etapas: floculación, sedimentación y filtración.

La coagulación está fundamentalmente en función de las características del agua y de las partículas presentes, las mismas que definen el valor de los parámetros conocidos como pH, alcalinidad, color verdadero, turbiedad, temperatura, movilidad electroforética, fuerza iónica, sólidos totales disueltos, tamaño y distribución de tamaños de las partículas en estado coloidal y en suspensión, etc.

### **2.2.1.- Partículas Coloidales**

Las partículas coloidales en el agua por lo general presentan un diámetro entre 1 y 1.000 milimicrómetros y su comportamiento depende de su naturaleza y origen. Estas partículas presentes en el agua son las principales responsables de la turbiedad.

En términos generales, los denominados coloides presentan un tamaño intermedio entre las partículas en solución verdadera y las partículas en suspensión.

### **2.2.2.- Coagulantes Utilizados**

Los principales coagulantes utilizados para desestabilizar las partículas y producir el floc son

- a) Sulfato de Aluminio.
- b) Aluminato de Sodio.
- c) Cloruro de Aluminio.
- d) Cloruro Férrico.
- e) Sulfato Férrico.
- f) Sulfato Ferroso.
- g) Polielectrolitos (Como ayudantes de floculación).

Siendo los mas utilizados las sales de Aluminio y de Hierro; cuando se adiciona estas sales al agua se producen una serie de reacciones muy complejas donde los productos de hidrólisis son mas eficaces que los iones mismos; estas sales reaccionan con la alcalinidad del agua y producen los hidróxidos de aluminio o hierro que son insolubles y forman los precipitados.

### **2.2.3.- Factores que Influyen en la Coagulación**

Es necesario tener en cuenta los siguientes factores con la finalidad de optimizar el proceso de coagulación:

PH, Turbiedad, Sales disueltas, Temperatura del agua, Tipo de coagulante utilizado, Condiciones de Mezcla, Sistemas de aplicación de los coagulantes, Tipos de mezcla y el color. La interrelación entre cada uno de ellos permiten predecir cuáles son las cantidades de los coagulantes a adicionar al agua.

#### **a.- Influencia del PH**

El pH es la variable más importante a tener en cuenta al momento de la coagulación, para cada agua existe un rango de pH óptimo para la cual la coagulación tiene lugar rápidamente, ello depende de la naturaleza de los iones y de la alcalinidad del agua.

El rango de pH es función del tipo de coagulante a ser utilizado y de la naturaleza del agua a tratar; si la coagulación se realiza fuera del rango de pH óptimo entonces se debe aumentar la cantidad del coagulante; por lo tanto la dosis requerida es alta.

Para sales de aluminio el rango de pH para la coagulación es de 6.5 a 8.0 y para las sales de hierro, el rango de pH óptimo es de 5.5 a 8.5 unidades.

#### **a.- Influencia de la Temperatura del Agua**

La variación de 1°C en la temperatura del agua conduce a la formación de corrientes de densidad (variación de la densidad del agua) de diferentes grados que afectan a la energía cinética de las partículas en suspensión, por lo que la coagulación se hace más lenta; temperaturas muy elevadas desfavorecen igualmente a la coagulación.

Una disminución de la temperatura del agua en una unidad de decantación conlleva a un aumento de su viscosidad; esto explica las dificultades de la sedimentación de un floc.

#### **c.- Influencia de la Dosis del Coagulante**

La cantidad del coagulante a utilizar tiene influencia directa en la eficiencia de la coagulación, así:

- Poca cantidad del coagulante, no neutraliza totalmente la carga de la partícula, la formación de los microfloculos es muy escaso, por lo tanto la turbiedad residual es elevada.
- Alta cantidad de coagulante produce la inversión de la carga de la partícula, conduce a la formación de gran cantidad de microfloculos con tamaños muy

pequeños cuyas velocidades de sedimentación muy bajas, por lo tanto la turbiedad residual es igualmente elevada.

- La selección del coagulante y la cantidad óptima de aplicación; se determina mediante los ensayos de pruebas de jarra.

#### **d.- Influencia de Mezcla**

El grado de agitación que se da a la masa de agua durante la adición del coagulante, determina si la coagulación es completa; turbulencias desiguales hacen que cierta porción de agua tenga mayor concentración de coagulantes y la otra parte tenga poco o casi nada; la agitación debe ser uniforme e intensa en toda la masa de agua, para asegurar que la mezcla entre el agua y el coagulante haya sido bien hecho y que se haya producido la reacción química de neutralización de cargas correspondiente.

En el transcurso de la coagulación y floculación, se procede a la mezcla de productos químicos en dos etapas. En la primera etapa, la mezcla es enérgica y de corta duración (60 seg., máx.) llamado mezcla rápida; esta mezcla tiene por objeto dispersar la totalidad del coagulante dentro del volumen del agua a tratar, y en la segunda etapa la mezcla es lenta y tiene por objeto desarrollar los microflóculos.

La mezcla rápida se efectúa para la inyección de productos químicos dentro de la zona de fuerte turbulencia, una inadecuada mezcla rápida conlleva a un incremento de productos químicos.

#### **Tipos de Mezcla**

Las unidades para producir la mezcla pueden ser :

- Mezcladores Mecánicos : - Retromezcladores (agitadores)
- Mezcladores Hidráulicos: - Resalto Hidráulico: Canaleta Parshall y Vertedero Rectangular
- En línea: Difusores (tuberías y canales) Inyectores, etc.

#### **e.- Influencia de la Turbiedad**

La Turbiedad es una forma indirecta de medir la concentración de las partículas suspendidas en un líquido; mide el efecto de la dispersión que estas partículas presentan al paso de la luz; y es función del número, tamaño y forma de partículas.

La turbiedad del agua superficial es gran parte debido a partículas de lodos de sílice de diámetros que varían entre 0.2 a 5  $\mu\text{m}$ . La coagulación de estas partículas es muy fácil de realizar cuando el pH se mantiene dentro del rango

óptimo. La variación de la concentración de las partículas permiten hacer las siguientes predicciones:

- Para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante, con el que se obtiene la turbiedad residual mas baja, que corresponde a la dosis óptima.
- Cuando la turbiedad aumenta se debe adicionar la cantidad de coagulante no es mucho debido a que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo que la coagulación se realiza con facilidad; por el contrario cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la cantidad del coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta.
- Cuando la turbiedad es muy alta, conviene realizar una presedimentación natural o forzada, en este caso con el empleo de un polímero aniónico. (En la Planta de la Átarjea, se realiza este último, en época de alta turbiedad).
- Es siempre más fácil coagular las aguas de baja turbiedad y aquellas contaminadas por desagües domésticos industriales, por que requieren mayor cantidad de coagulante que los no contaminados.

## **2.3.- FLOCULACION**

El objetivo principal de la floculación es reunir las partículas desestabilizadas para formar aglomeraciones de mayor peso y tamaño que sedimenten con mayor eficiencia.

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Los flóculos, son partículas que se forman por el mezclado lento, luego de aplicar el coagulante. Un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos.

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar.

### **2.3.1.- Floculantes**

Los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy elevados moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques

denominados monómeros, repetidos en cadenas larga. Estos floculantes pueden ser :

Floculantes Minerales.- Se encuentra la sílice activada.

Floculantes Orgánicos Naturales.- Son polímeros naturales extraídos de sustancias animales o vegetales.

Floculantes Orgánicos de Síntesis.- Son los más utilizados y son macro moléculas de una gran cadena

### **2.3.2.- Factores que influyen en la floculación**

Los principales factores que influyen en la eficiencia de este proceso son:

La naturaleza del agua; las variaciones de caudal; la intensidad de agitación; el tiempo de floculación, el número de compartimentos de la unidad; el gradiente de Velocidad (energía necesaria para producir la mezcla)

#### **a.- Influencia de la Naturaleza del agua**

La coagulación y, por consiguiente, la floculación son extremadamente sensibles a las características fisicoquímicas del agua cruda, tales como la alcalinidad, el pH y la turbiedad

#### **b.- Influencia del tiempo de floculación**

En todos los modelos propuestos para la floculación, la velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo. Bajo determinadas condiciones, existe un tiempo óptimo para la floculación, normalmente entre 20 y 40 minutos. Mediante ensayos de prueba de jarras (jar tests), se puede determinar este tiempo

La permanencia del agua en el floculador durante un tiempo inferior o superior al óptimo produce resultados inferiores, tanto más acentuados cuanto más se aleje este del tiempo óptimo de floculación.

#### **c.- Influencia del gradiente de velocidad**

En todas las ecuaciones presentadas anteriormente y que caracterizan la velocidad de aglomeración de las partículas en la floculación ortocinética, aparece el parámetro de gradiente de velocidad como un factor de proporcionalidad. Cuanto mayor es el gradiente de velocidad, más rápida es la velocidad de aglomeración de las partículas. Mientras tanto, a medida que los flóculos aumentan de tamaño, crecen también las fuerzas de cizallamiento hidrodinámico, inducidas por el gradiente de velocidad. Los flóculos crecerán

hasta un tamaño máximo, por encima del cual las fuerzas de cizallamiento alcanzan una intensidad que los rompe en partículas menores.

La resistencia de los flocúlos depende de una serie de factores:

De su tamaño, forma y compactación; del tamaño, forma y naturaleza de las micropartículas; y del número y forma de los ligamentos que unen a las partículas

- Diversos proyectos realizados en el Perú realizados por el CEPIS/OPS, permiten generalizar la siguiente ecuación : $G.T=K$

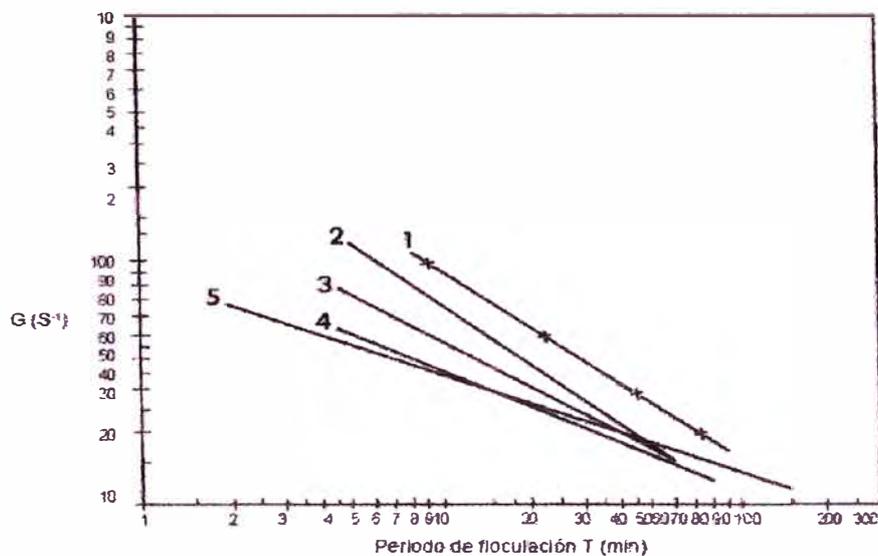


FIG. 2.2 GRADIENTE VS TIEMPO DE FLOCULACION

#### d.- Influencia de la variación del caudal

Es conocido que al variarse el caudal de operación de la planta, se modifican los tiempos de residencia y gradientes de velocidad en los reactores.

El floculador hidráulico es algo flexible a estas variaciones. Al disminuir el caudal, aumenta el tiempo de retención y disminuye el gradiente de velocidad. Al aumentar el caudal, el tiempo de retención disminuye, el gradiente de velocidad se incrementa y viceversa; el número de Camp ( $N_c$ ) varía en aproximadamente 20% cuando la variación del caudal es de 50%.

En el floculador mecánico, el efecto es más perjudicial debido a su poca flexibilidad, ya que la velocidad permanece constante y el tiempo de residencia aumenta o disminuye de acuerdo con la variación del caudal

## 2.4.- SEDIMENTACION

Se entiende por sedimentación, a la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en el agua. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido.

La remoción de partículas en suspensión en el agua puede conseguirse por sedimentación o filtración. De allí que ambos procesos se consideren como complementarios.

La sedimentación remueve las partículas más densas, mientras que la filtración remueve aquellas partículas que tienen una densidad muy cercana a la del agua o que han sido resuspendidas y, por lo tanto, no pudieron ser removidas en el proceso anterior

Las partículas en suspensión sedimentan en diferente forma, dependiendo de las características de las partículas, así como de su concentración.

### 2.4.1.- Tipos de Sedimentación

#### a.- Sedimentación de partículas discretas

Se llama *partículas discretas* a aquellas partículas que no cambian de características (forma, tamaño, densidad) durante la caída.

Se denomina *sedimentación* o *sedimentación simple* al proceso de depósito de partículas discretas. Este tipo de partículas y esta forma de sedimentación se presentan en los desarenadores, en los sedimentadores y en los presedimentadores como paso previo a la coagulación en las plantas de filtración rápida y también en sedimentadores como paso previo a la filtración lenta.

#### b.- Sedimentación de partículas floculentas

*Partículas floculentas* son aquellas producidas por la aglomeración de partículas coloides desestabilizadas a consecuencia de la aplicación de agentes químicos. A diferencia de las partículas discretas, las características de este tipo de partículas —forma, tamaño, densidad— sí cambian durante la caída.

Se denomina sedimentación floculenta o *decantación* al proceso de depósito de partículas floculentas. Este tipo de sedimentación se presenta en la clarificación de aguas, como proceso intermedio entre la coagulación-floculación y la filtración rápida.

#### c.- Sedimentación por caída libre e interferida

Cuando existe una baja concentración de partículas en el agua, éstas se depositan sin interferir. Se denomina a este fenómeno *caída libre*. En cambio,

cuando hay altas concentraciones de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija y ocurre un depósito masivo en lugar de individual. A este proceso de sedimentación se le denomina *depósito* o *caída interferida* o *sedimentación zonal*.

Cuando las partículas ya en contacto forman una masa compacta que inhibe una mayor consolidación, se produce una *compresión* o zona de compresión. Este tipo de sedimentación se presenta en los concentradores de lodos de las unidades de decantación con manto de lodos.

## **2.4.2.- Factores que Influyen en la Sedimentación**

### **a.- Calidad de agua**

Las variaciones de concentración de materias en suspensión modifican, en primer lugar, la forma de sedimentación de las partículas (con caída libre o interferida), así como las propiedades de las partículas modifican la forma de depósito (sedimentación para partículas discretas y decantación para partículas floculentas).

Adicionalmente, variaciones de concentración de partículas o de temperatura producen variaciones de densidad del agua y originan corrientes cinéticas o térmicas que, a su vez, generan cortocircuitos hidráulicos en las unidades.

### **b.- Factores externos**

Los factores externos al proceso de sedimentación tales como acondicionamiento previo, prácticas operacionales y factores ambientales, son los que tienen más influencia en la eficiencia de un sedimentador o decantador.

Buena o inadecuada coagulación y floculación ocasionan, respectivamente, altas o bajas eficiencias en los decantadores. Idéntico comentario cabe realizar acerca de la operación y el estado de la unidad, así como sobre los programas de mantenimiento existentes. A la vez, el viento, al soplar sobre la superficie de los sedimentadores, puede producir corrientes de suficiente intensidad como para inducir cambios en la dirección del flujo y alterar el precario equilibrio de las masas de agua.

En unidades grandes el viento puede crear oleajes de cierta magnitud, lo que interfiere el proceso o desequilibra la distribución del flujo en las canaletas de salida.

## 2.5.- FILTRACION

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En general, la filtración es la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad. Como las fuerzas que mantienen a las partículas removidas de la suspensión adheridas a las superficies de los granos del medio filtrante son activas para distancias relativamente pequeñas (algunos ángstroms), la filtración usualmente es considerada como el resultado de dos mecanismos distintos pero complementarios: transporte y adherencia. Inicialmente, las partículas por remover son transportadas de la suspensión a la superficie de los granos del medio filtrante. Ellas permanecen adheridas a los granos, siempre que resistan la acción de las fuerzas de cizallamiento debidas a las condiciones hidrodinámicas del escurrimiento.

El transporte de partículas es un fenómeno físico e hidráulico, afectado adherencia entre partículas y granos es básicamente un fenómeno de acción superficial, que es influenciado por parámetros físicos y químicos.

La adherencia entre las partículas transportadas y los granos está gobernada, principalmente, por las características de las superficies de las partículas suspendidas y de los granos. Las partículas se pueden adherir directamente tanto a la superficie de los granos como a partículas previamente retenidas.

Los mecanismos que pueden realizar transporte son los siguientes:

- a) cernido;
- b) sedimentación;
- c) intercepción;
- d) difusión;
- e) impacto inercial;
- f) acción hidrodinámica, y
- g) mecanismos de transporte combinados.

Los mecanismos de adherencia son los siguientes:

- a) fuerzas de Van der Waals;
- b) fuerzas electroquímicas;
- c) puente químico.

### **2.5.1.- Factores que influyen en la filtración**

#### **a.- Tipos de partículas suspendidas**

La filtración de flóculos que no sedimentan en una planta de ablandamiento difiere sustancialmente del caso en que se tienen flóculos provenientes de un pretratamiento con un coagulante de una sal de hierro o aluminio. Por otro lado, el tipo de partículas primarias presentes en el agua cruda influye en la eficiencia de la filtración. Por ejemplo, la existencia de algas en el afluente influye en la formación de curvas de pérdida de carga de manera más acentuada que aquellos casos en que el afluente solo posee partículas suspendidas coaguladas de arcilla o sílice.

#### **b.- Tamaño de las partículas suspendidas**

Existe un tamaño crítico de partículas suspendidas, del orden de 1  $\mu\text{m}$ , el cual genera menos oportunidad de contacto entre la partícula suspendida y el grano del medio filtrante. Este hecho se puede observar desde el principio, cuando el medio filtrante está limpio, hasta el final de la carrera de filtración. Algunos productos químicos, como los coagulantes tradicionales y los polímeros, pueden usarse para ajustar el tamaño de las partículas suspendidas de modo de obtener una eficiencia mayor. Las partículas menores que el tamaño crítico serán removidas eficientemente, debido, principalmente, a la difusión; mientras que las mayores también serán removidas eficientemente debido a la acción de otros mecanismos, como la intercepción y la sedimentación

#### **c.- Densidad de las partículas suspendidas**

Cuanto mayor sea la densidad de las partículas suspendidas, mayor será la eficiencia de remoción de las partículas de tamaño superior al tamaño crítico.

#### **d.- Resistencia o dureza de los flóculos**

La dureza de los flóculos es otro factor importante en la filtración rápida, pues los flóculos débiles tienden a fragmentarse y penetrar fácilmente en el interior del medio filtrante, lo que favorece el traspaso final de la turbiedad límite, mientras que los flóculos duros o resistentes no se fragmentan fácilmente, pero producen una pérdida de carga mayor.

#### **e.- Concentración de partículas suspendidas en el afluente**

Después de algún tiempo de filtración, la eficiencia de remoción aumenta con el aumento de la concentración de las partículas suspendidas en el afluente, pues las partículas retenidas hacen de colectoras de otras partículas suspendidas.

#### **f.- Tipo del medio filtrante**

El medio filtrante debe seleccionarse de acuerdo con la calidad que se desea para el agua filtrada. Adicionalmente, debe tenerse en cuenta la duración de la carrera de filtración (capacidad de retención) y la facilidad de lavado. Un medio filtrante ideal es aquel de granulometría determinada y cierto peso específico, que requiere una cantidad mínima de agua para ser lavado de manera eficiente y que es capaz de remover la mayor cantidad posible de partículas suspendidas, para producir un efluente de buena calidad.

#### **g.- Características granulométricas del material filtrante**

Los materiales filtrantes deben ser claramente especificados, de manera que no quede duda alguna sobre su granulometría. Los parámetros que se deben emplear para este fin son los siguientes:

- Tamaño efectivo: en relación con el porcentaje (en peso acumulado) que pasa por las mallas de una serie granulométrica, el tamaño efectivo se refiere al tamaño de granos correspondiente al porcentaje de 10%.
- Coeficiente de uniformidad (CU): en relación con el porcentaje (en peso acumulado) que pasa por las mallas de una serie granulométrica, el coeficiente de uniformidad es igual a la relación entre el tamaño de los granos correspondientes a 60% y el tamaño de los granos correspondiente a 10%. Sería mejor que este coeficiente se llamase *de desuniformidad*, pues su valor se incrementa a medida que el material granular es menos uniforme.
- Forma: la forma de los granos normalmente se evalúa en función del coeficiente de esfericidad ( $C_e$ ). El coeficiente de esfericidad de una partícula se define como el resultado de la división del área superficial de la esfera de igual volumen a la del grano por el área superficial de la partícula considerada. Como es obvio, este valor resulta igual a la unidad para las partículas esféricas y menor de uno para las irregulares.
- Tamaño mínimo: tamaño por debajo del cual no deben encontrarse granos en el medio filtrante.
- Tamaño máximo: tamaño por encima del cual no deben encontrarse granos en el medio filtrante

#### **h.- El peso específico del material filtrante**

Material	Coefficiente de esfericidad	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )
Arena	0,75 - 0,80	2,65 - 2,67
Antracita	0,70 - 0,75	1,50 - 1,70
Granate	0,75 - 0,85	4,00 - 4,20

CUADRO 2.1 CARACTERISTICAS DE MATERIALES FILTRANTES

### i.- El espesor de la capa filtrante

En una planta de tratamiento de agua con filtros de dos o más capas, es relativamente difícil fijar un espesor de medio filtrante para el cual los filtros funcionen constantemente en condiciones ideales, porque la calidad del afluente varía considerablemente durante el año. La experiencia ha demostrado que existe una relación entre el espesor de la capa de arena y la de antracita en un filtro de dos medios; en general, el espesor de la capa de antracita representa de 60 a 80%; y la arena, de 20 a 40% del espesor total del medio filtrante. De este modo, un medio filtrante de 70 cm de espesor tendrá aproximadamente 50 cm de antracita y 20 cm de arena.

Asimismo, para el caso de filtros de lecho simple, la experiencia y diversas investigaciones han permitido establecer espesores recomendados para diferentes casos: filtración de agua decantada, filtración directa o filtración descendente o ascendente.

## 2.6.- DESINFECCION

La desinfección es el último proceso unitario de tratamiento del agua y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor.

Si bien la práctica muestra que los procesos de coagulación, sedimentación y filtración remueven el mayor porcentaje de microorganismos patógenos del agua, la eficiencia de los mismos no llega al 100%.

En términos prácticos, desinfectar el agua significa eliminar de ella los microorganismos existentes, capaces de producir enfermedades.

En la desinfección se usa un agente físico o químico para destruir los microorganismos patógenos, que pueden transmitir enfermedades.

La desinfección es un proceso selectivo: no destruye todos los organismos presentes en el agua y no siempre elimina todos los organismos patógenos. Por eso requiere procesos previos que los eliminen mediante la coagulación, sedimentación y filtración.

### **2.6.1.- Factores que influyen en la desinfección**

#### **a.- Los microorganismos presentes y su comportamiento**

El tipo de microorganismos presentes en el agua tiene influencia definitiva en el proceso de desinfección..

Las bacterias como las del grupo coliforme y las salmonelas son las menos resistentes a la desinfección, pues su respiración se efectúa en la superficie de la célula.

El número de microorganismos presentes en el agua no afecta el proceso de desinfección. Ello quiere decir que para matar una gran cantidad de microorganismos se requiere la misma concentración y tiempo de contacto del desinfectante que para eliminar una cantidad pequeña, siempre y cuando la temperatura y pH del agua sean los mismos.

Cuando las bacterias forman aglomerados celulares, las que se encuentran protegidas en el interior pueden sobrevivir luego del proceso de dosificación del desinfectante. Para evitar que esto ocurra, es necesario favorecer la distribución uniforme de los microorganismos en el agua, lo cual se puede lograr mediante la agitación.

#### **b.- La naturaleza y concentración del agente desinfectante**

Desinfectantes como el cloro y derivados pueden formar en el agua una serie de especies químicas cloradas, de diferente eficiencia desinfectante. Por otro lado, la concentración del desinfectante determinará el tiempo de contacto necesario para destruir todos los microorganismos presentes en el agua.

#### **c.- La naturaleza y calidad del agua**

La materia en suspensión puede proteger a los microorganismos existentes en el agua e interferir en la desinfección.

La materia orgánica puede reaccionar con los desinfectantes químicos y cambiar su estructura.

En ciertos casos, si en el agua persisten compuestos orgánicos que no han sido removidos en los procesos previos a la desinfección, se pueden generar derivados tóxicos o compuestos que confieren sabor u olor al agua, muchos de ellos desagradables, lo que cambiaría su calidad organoléptica.

#### **d.- El pH**

El pH del agua es de suma importancia para la vida de los microorganismos acuáticos, ya que valores muy altos o muy bajos ofrecen a los microorganismos un medio adverso, con excepción de los quistes de amebas, que soportan pH tan altos como 13 ó tan bajos como 1. Por otra parte, la acción de los desinfectantes es fuertemente influenciada por el pH del agua. De acuerdo con su naturaleza, cada desinfectante tiene un rango de pH de mayor efectividad. Sin embargo, la práctica demuestra que cuanto más alcalina es el agua requiere mayor dosis de desinfectante para una misma temperatura y tiempo de contacto.

#### **f.- El tiempo de contacto**

Cuanto mayor es el tiempo de contacto, mayor será la posibilidad de destrucción de los microorganismos para una cierta dosis de cloro aplicado.

#### **Variables controlables en la desinfección**

Las principales variables controlables en el proceso de desinfección son las siguientes:

- 1) La naturaleza y concentración del desinfectante.
- 2) El grado de agitación al que se somete al agua.
- 3) El tiempo de contacto entre los microorganismos y el desinfectante.

#### **2.6.2.- Cloración**

El cloro, oxidante poderoso, es, sin duda alguna, el desinfectante más importante que existe, debido a que reúne todas las ventajas requeridas, incluyendo su fácil dosificación y costo conveniente.

Sin embargo, presenta algunas desventajas:

- a) Es muy corrosivo.
- b) Puede producir sabor desagradable en el agua, incluso en concentraciones que no significan riesgo para el consumidor.
- c) Su manejo y almacenamiento requiere ciertas normas de seguridad, para evitar riesgos en la salud de los operadores.

El cloro, en condiciones normales de presión y temperatura, es un gas verde, dos y media veces más pesado que el aire.

En términos generales, el costo del hipoclorito es más alto que el de la cloración con cloro gaseoso, pero en lugares donde no se pueden transportar cilindros de cloro o en situaciones de emergencia es la única alternativa posible.

### - Características del cloro como desinfectante

- a) Destruye los organismos patógenos del agua en condiciones ambientales y en un tiempo corto.
- b) Es de fácil aplicación, manejo sencillo y bajo costo.
- c) La determinación de su concentración en el agua es sencilla y de bajo costo.
- d) En las dosis utilizadas en la desinfección de las aguas, no constituye riesgo para el hombre ni para los animales.
- e) Deja un efecto residual que protege el agua de una posterior contaminación en la red de distribución.

## 2.7.-TIPOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Las plantas de tratamiento de agua se pueden clasificar, de acuerdo con el tipo de procesos que las conforman, en plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta.

También se pueden clasificar, de acuerdo con la tecnología usada en el proyecto, en plantas convencionales antiguas, plantas convencionales de tecnología apropiada y plantas de tecnología importada o de patente.

### a) De acuerdo con el tipo de procesos que las conforman

#### a.1 Plantas de filtración rápida

Estas plantas se denominan así porque los filtros que las integran operan con velocidades altas, entre 80 y 300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d, de acuerdo con las características del agua, del medio filtrante y de los recursos disponibles para operar y mantener estas instalaciones.

Como consecuencia de las altas velocidades con las que operan estos filtros, se colmatan en un lapso de 40 a 50 horas en promedio. En esta situación, se aplica el retrolavado o lavado ascensional de la unidad durante un lapso de 5 a 15 minutos (dependiendo del tipo de sistema de lavado) para descolmatar el medio filtrante devolviéndole su porosidad inicial y reanudar la operación de la unidad.

#### a.2 Plantas de filtración lenta

Los filtros lentos operan con tasas que normalmente varían entre 0,10 y 0,30 m/h; esto es, con tasas como 100 veces menores que las tasas promedio empleadas en los filtros rápidos; de allí el nombre que tienen. También se les conoce como *filtros ingleses*, por su lugar de origen. Los filtros lentos simulan los

procesos de tratamiento que se efectúan en la naturaleza en forma espontánea, al percolar el agua proveniente de las lluvias, de acuerdo con la tecnología usada en el proyecto.

Una planta de filtración lenta puede estar constituida solo por filtros lentos, pero dependiendo de la calidad del agua, puede comprender los procesos de desarenado, presedimentación, sedimentación, filtración gruesa o filtración en grava y filtración lenta.

Los procesos previos al filtro lento tienen la función de acondicionar la calidad del agua cruda a los límites aceptables por el filtro lento. Con el tren de procesos indicados se puede remover hasta 500 UNT, teniendo en cuenta que el contenido de material coloidal no debe ser mayor de 50 UNT; es decir, que la mayor parte de las partículas deben estar en suspensión para que sean removidas mediante métodos físicos

## **b) De acuerdo con la tecnología usada en el proyecto**

### **b.1 Sistemas de tecnología convencional clásica o antigua.**

Este tipo de sistema es el más antiguo en nuestro medio. Se ha venido utilizando desde principios del siglo pasado (1910–1920). Se caracteriza por la gran extensión que ocupan las unidades, principalmente el decantador rectangular de flujo horizontal, el cual normalmente se diseña con tasas comprendidas entre 10 y 60 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d.

### **b.2 Sistemas convencionales de alta tasa o de tecnología apropiada**

Esta tecnología se empezó a desarrollar en la década de 1970 y se ha ido perfeccionando cada vez más a la luz de las últimas investigaciones realizadas en los países desarrollados. Las unidades son de alta tasa, ocupan una extensión que constituye el 25% ó 30% del área que ocupa un sistema convencional de la misma capacidad. La reducción del área se debe al empleo de floculadores verticales que por su mayor profundidad ocupan menos área que los horizontales y permiten compactar mejor el sistema

Los decantadores son de placas inclinadas a 60 °C, de tal modo que el área de decantación real es la suma de las proyecciones horizontales de todas las placas, lo que equivale a la superficie del fondo del decantador convencional.

Los filtros se proyectan en baterías para ser operados con altura variable y por el principio de tasa declinante, de acuerdo con el cual filtros operan con velocidades decrecientes, entre lavado y lavado, y se desfasan en la operación.

### b.3 Tecnología importada, de patente o plantas paquete

Estas tecnologías están normalmente integradas por decantadores de manto de lodos de suspensión dinámica, unidades que integran la mezcla rápida, la floculación y la decantación en un solo equipo, o cuando menos la floculación y decantación

Esta tecnología es importada de los países desarrollados y se caracteriza por considerar gran cantidad de equipos y alto grado de complejidad en las soluciones.

## 2.8.- CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO

**A) De acuerdo al Reglamento de los Requisitos oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potable Resolución Suprema de 17-diciembre-1946**

Características Físicas y Químicas

				Obtenido (*)
Turbiedad	10	p.p.m.		4,2
Color	20	escala Cobalto		5
Plomo	0,1	p.p.m.	En exceso será rechazada	
Fluor	2	p.p.m.		
Arsénico	0,1	p.p.m.		
Selenio	0,05	p.p.m.		
Cobre	3	p.p.m.		
Fierro mas Manganeso	0,5	p.p.m.		0,18
Magnesio	125	p.p.m.		
Zinc	15	p.p.m.		
Cloruros	250	p.p.m.		61
Sulfatos	250	p.p.m.		182
Sólidos totales	1000	p.p.m.	500 preferible	390
pH	10,6			6,9
Alcalinidad	120	p.p.m.		157

CUADRO 2.2 LIMITES PARA AGUA CRUDA

(\*) Ver Anexo Análisis

**B) De acuerdo a la Ley General de Aguas, las aguas a ser tratadas se clasifican en:**

- I. Aguas de Abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimientos domésticos con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales
- IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).
- V. Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos.
- VI. Aguas de zonas de Preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial.

I.- Límites bacteriológicos (valores en n.p./100 mil)\*

	I	II	III	IV	V	VI	Obtenido
Coliformes Totales	8.8	20,000	5,000	5,000	1,000	20,000	0
Coliformes fecales	0	4,000	1,000	1,000	200	4,000	0

**CUADRO 2.3 LIMITES BACTERIOLOGICOS**

\* Entendidos como valor máximo en 80% de 5 ó más muestras mensuales

II.- Límites de sustancias potencialmente peligrosas valores en mg/m<sup>3</sup>

PARAMETROS	I	II	III	V	VI
Selenio	10	10	50	5	10
Mercurio	2	2	10	0.1	0.2
PCB	1	1	1+	2	2
Esteres Estalatos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cadmio	10	10	50	0.2	4
Cromo	50	50	1,000	50	50
Níquel	2	2	1+	2	**

Cobre	1,000	1,000	500	10	*
Plomo	50	50	100	10	30
Zinc	5,000	5,000	25,000	20	**
Cianuros (CN)	200	200	1+	5	5(*)
Fenoles	0.5	1	1+	1	100
Sulfuros	1	2	1+	2	2
Arsénico	100	100	200	10	50
Nitratos (N)	10	10	100	N.A	N.A

**CUADRO 2.4 LIMITES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

Notas:

\*.-Pruebas de 96 horas LC50 multiplicadas por 0.1

\*\*.-Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02

LC50.-Dosis letal para provocar 50% de muertes o inmovilización de la especie del BIO ENSAYO

1+.-Valores a se determinados. En caso de sospechar su presenciase aplicará los valores de la columna V provisionalmente.

(2).-Para el uso de aguas IV no es aplicable

N.A.-Valor no aplicable.

### C) De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones

Tipo I: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y demás características que satisfagan los patrones de potabilidad.

Tipo II-A: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que cumplan los patrones de potabilidad mediante un proceso de tratamiento que no exija coagulación.

Tipo II-B: Aguas superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que exijan coagulación para poder cumplir con los patrones de potabilidad.

Parametro	TIPO I	TIPO II A	TIPO II B
DBO media (mg/l)	0 -1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 5
DBO máxima (mg/l)	3	4	5
*Coliformes Totales	< 8,8	< 3000	< 2000
*Coliformes Termoresistentes (+)	0	< 500	< 4000

**CUADRO 2.5 LIMITES DE DBO Y COLIFORMES**

- \* En el 80% de un número mínimo de 5 muestras mensuales.
- (+) Anteriormente denominados coliformes fecales.

El tratamiento mínimo para cada tipo de agua es el siguiente:

Tipo I: Desinfección

Tipo II-A: Desinfección y además:

(a) Decantación simple para aguas que contienen sólidos sedimentables, cuando por medio de este proceso sus características cumplen los patrones de potabilidad, o

(b) Filtración, precedida o no de decantación para aguas cuya turbiedad natural, medida a la entrada del filtro lento, es siempre inferior a 40 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), siempre que sea de origen coloidal, y el color permanente siempre sea inferior a 40 unidades de color verdadero, referidas al patrón de platino cobalto.

Tipo II-B: Coagulación, seguida o no de decantación, filtración en filtros rápidos y desinfección.

## **CAPITULO III**

### **DATOS BASICOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

#### **3.1.- PERIODO DE DISEÑO**

El período de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por la capacidad en la conducción del caudal deseado o por la existencia física de las instalaciones. Se le puede definir también como el número de años durante los cuales una obra determinada prestará el servicio para la cual fue diseñada.

##### **3.1.1.- Factores que determinan el periodo de diseño**

Los factores son:

- Vida útil de las estructuras y equipos electromecánicos, considerándose la obsolescencia, el desgaste y daños.
- Factibilidad de la construcción, posibilidad de ampliaciones futuras y/o sustitución y la planeación de las etapas de construcción de la obra.
- Cambios en el desarrollo social, económico y la tendencia de crecimiento de la población.
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad.
- Posibilidades de financiamiento y la tasa de interés. La capacidad del sistema depende del costo total capitalizado.

##### **3.1.2.- Selección del periodo de diseño**

La Norma OS.100, 1.2 del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos dice que, para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el periodo de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas.

Según la Norma Técnica de Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y Urbano-Marginales, de la Dirección General de Salud

Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud, la selección del periodo de diseño debe considerarse según el siguiente cuadro:

Obras de captación	20 a 30 años
Pozos	20 a 30 años
Plantas de tratamiento, reservorios	20 a 30 años
Tuberías de conducción y de distribución	20 a 30 años
Equipo de bombeo	5 a 10 años

CUADRO 3.1 PERIODOS DE DISEÑO

Para el desarrollo del presente informe, se ha elegido un periodo de diseño de 20 años, por tratarse de un sistema de mejoramiento.

### 3.2.- POBLACION DE DISEÑO

Es la cantidad de habitantes que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable o alcantarillado. La determinación de la población futura esta regida por los distintos métodos que existen tales como: interés compuesto, interés simple, incrementos variables, parábola de segundo grado, etc; estos se determinan en razón de crecimiento de área o expansión urbana.

La población actual es de 9448 alumnos .Actualmente esta población es abastecida de agua en su totalidad.

#### 3.2.1.- Población Actual

**Alumnos Matriculados, periodo lectivo 2007 I: (\*)**

Ciencias	1036
Agropecuaria y Nutrición	443
Educación Inicial	631
Pedagogía	997
Ciencias Sociales	1666
Tecnología	1041
<b>Total</b>	<b>5814</b>

**Otros: (\*\*)**

Docentes nombrados y Contratados	804
Administrativos Nombrados y Contratados	442
Escolares	1700
Alumnado por cursos de verano	490
Otros (Vigilancia, Idiomas, asesores, etc.)	200
<b>Total</b>	<b>3636</b>

<b>Población Total</b>	
<b>Actual</b>	<b>9450</b>

**CUADRO 3.2 POBLACION ACTUAL**

(\*) Fuente: Oficina Central de Registro y Servicios Académicos de la U.N.E.

(\*\*) Fuente: Recopilación de datos propia

La población actual es de 9448 alumnos. Actualmente esta población es abastecida de agua en su totalidad

**3.2.2.- Cálculo de la Población Futura**

Definimos

$$D = \frac{P}{Atc}$$

Donde

*D*: Densidad

*P*: Población

*Atc*: Área de terreno construida

Se calculó el Área de terreno construida es  $Atc = 39550 \text{ m}^2$

Entonces:

$$D = 0.2389 \text{ hab./m}^2$$

La Universidad como promedio viene creciendo a razón de 1 pabellón de 500m<sup>2</sup> por año.

Entonces en 20 años habrá 10000m<sup>2</sup> nuevos de Área de terreno construida.

Luego el Area de terreno construida total en 20 años será:

$$Atc' = 39550 + 10000$$

$$Atc' = 49550m^2$$

Finalmente, la Población de diseño a los 20 años será:

$$P' = 0.2389 \times 49550$$

$$P' = 11838hab.$$

### 3.3.- DOTACION DE DISEÑO

La Universidad, esta compuesta por una serie de pabellones cada uno de los cuales, tiene aulas, oficinas, auditorios, laboratorios, áreas verdes, etc.

Procedemos a hallar pabellón por pabellón el consumo en litros por día, según las dotaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (ver cálculos en Anexo)

Por ejemplo:

#### Edificio : Rectorado

#### Nivel 01

Ambiente	Metrado	Dotación	Consumo (l/día)
Unidad de Tesorería	30,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	180,0
Unidad de Contabilidad	70,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	420,0
Jefatura de Finanzas	23,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	138,0
Oficina del Contador	15,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	90,0
Asesoría del Vicerector	16,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	96,0
Secretaría de Finanzas	21,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	126,0
Tesorería	27,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	162,0

CUADRO 3.3 DOTACIONES EN EDIFICIO DE RECTORADO

**Edificio: Facultad de Educación Rural**

**Nivel 01**

<b>Ambiente</b>	<b>Metrado</b>	<b>Dotación</b>	<b>Consumo (l/día)</b>
Cafetería	35,0 m <sup>2</sup>	60 l/día/m <sup>2</sup>	2100,0
Decanato	56,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336,0
AmbientesAdministra.	56,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336,0
Depart.Académico	56,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336,0
Depart.Académico	56,0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336,0

**CUADRO 3.4 DOTACIONES EDIFICIO DE EDUCACION RURAL**

Así, sumando todos los consumos de lo pabellones obtenemos: 310504.7 l/día, (ver Anexo), que divididos entre la población actual (9450), obtenemos 32.87 l/día/ persona.

También el Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice que para locales educacionales la dotación es 50 l/persona

<b>Uso</b>	<b>Dotación (l/día/persona)</b>
Local educacional (aula)	50,00
Oficinas, almacenes, comedor, áreas verdes, centro médico, etc	32,87
<b>TOTAL</b>	<b>82,87</b>

**CUADRO 3.5 DOTACION TOTAL**

**3.4.- CAUDALES DE DISEÑO**

Son aquellos que permiten dimensionar todos los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua. Entre los caudales de diseño tenemos:

- Caudal promedio : Qp
- Caudal máximo diario : Qmd
- Caudal máximo horario : Qmh

Caudal promedio

$$Qp = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86400} \times \frac{1}{(1 - \% \text{perdidas})}$$

Población = N° de habitantes.

Dotación = N° de l/persona/día.

86400 = Factor de conversión de días a segundos.

Caudal Máximo Diario

$$Qmd = K1 \times Qp$$

Caudal Máximo Horario

$$Qmh = K2 \times Qp$$

Para nuestro caso nos basaremos a lo que demanda el Reglamento de Elaboración de Proyectos del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)

$$K1 = 1.3$$

$$K2 = 2.6$$

### **Pérdidas Físicas**

El consumo actual calculado en el día es de 783m<sup>3</sup>.

El consumo real en el día varía entre 1000 a 1200m<sup>3</sup>. (Ver Anexo)

Se evidencia un alto porcentaje de pérdidas, por lo cual tomaremos el valor de 25%

Así, calculamos los caudales:

<b>Año</b>	<b>Población (hab.)</b>	<b>Dotación (l/hab/día)</b>	<b>Qp (l/s)</b>	<b>Qmd (l/s)</b>	<b>Qmh (l/s)</b>
0	9450	82,87	12,09	15,71	31,42
1	9569	82,87	12,24	15,91	31,82
2	9689	82,87	12,39	16,11	32,22
3	9808	82,87	12,54	16,31	32,61
4	9928	82,87	12,70	16,50	33,01
5	10047	82,87	12,85	16,70	33,41
6	10166	82,87	13,00	16,90	33,80
7	10286	82,87	13,15	17,10	34,20
8	10405	82,87	13,31	17,30	34,60
9	10525	82,87	13,46	17,50	34,99
10	10644	82,87	13,61	17,70	35,39
11	10763	82,87	13,76	17,89	35,79
12	10883	82,87	13,92	18,09	36,19
13	11002	82,87	14,07	18,29	36,58
14	11122	82,87	14,22	18,49	36,98
15	11241	82,87	14,38	18,69	37,38
16	11360	82,87	14,53	18,89	37,77
17	11480	82,87	14,68	19,09	38,17
18	11599	82,87	14,83	19,28	38,57
19	11719	82,87	14,99	19,48	38,96
20	11838	82,87	15,14	19,68	39,36

**CUADRO 3.6 CAUDALES DE DISEÑO**

La Norma OS. 020, 4.2.4 del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos dice que la planta de tratamiento se debe diseñar con el caudal máximo diario, mas un adicional menor al 5% para compensar gastos de lavado, perdidas de remoción de lodos, etc.

El caudal máximo diario a los 20 años es de 19.68 l/s. Por limitaciones de la Junta Administradora del Canal de Riego, solo se puede tomar hasta 20 l/s.

Por tanto el caudal de diseño de la Planta de tratamiento será de 20 l/s.

## CAPITULO IV

### DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

#### 4.1.- FLOCULADOR

El objetivo del floculador es proporcionar a la masa de agua coagulada una agitación lenta aplicando velocidades decrecientes, para promover el crecimiento de los flóculos y su conservación, hasta que la suspensión de agua y flóculos salga de la unidad. La energía que produce la agitación del agua puede ser de origen hidráulico o mecánico. En este capítulo trataremos sobre el diseño de unidades de agitación hidráulica.

Floculadores mecánicos, en donde se introduce potencia al agua, mezclándolo lentamente con agitadores mecánicos

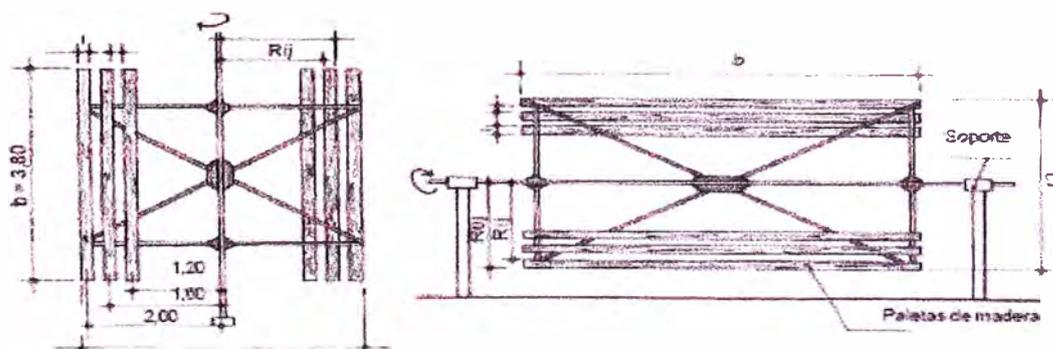


FIG 4.1 FLOCULADOR MECANICO

Floculadores hidráulicos:

Floculadores hidráulicos de flujo horizontal, consiste en un tanque de concreto dividido por tabiques o pantallas de material apropiado, dispuestos de tal forma que el agua haga recorrido ida y vuelta alrededor de los extremos libres de las pantallas. Se usan para caudales menores a 50 l/s

Floculadores Hidráulicos de flujo vertical, en donde el agua fluye de arriba hacia y hacia abajo, y por debajo de las pantallas que divide el tanque. Son mas profundos, y se utilizan para plantas grandes.

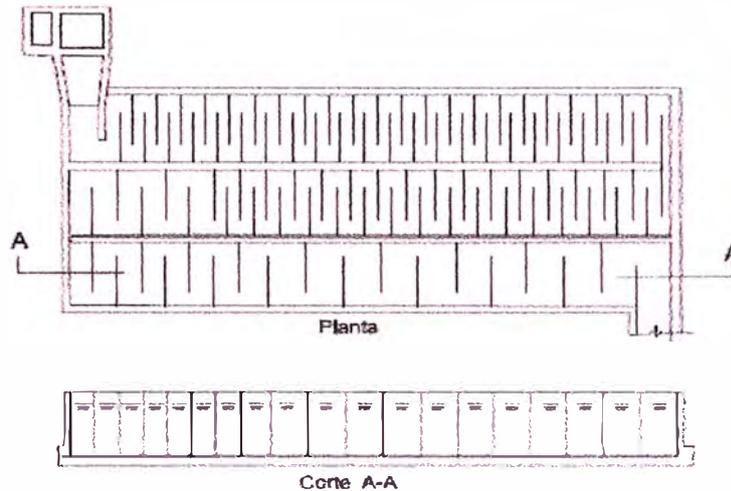


FIG 4.2 FLOCULADOR HIDRAULICO

#### 4.1.1- Predimensionamiento de Floculador

Se suelen hacer dos o tres sectores, incrementando el espaciamiento de los tabiques, para producir una alta velocidad al principio, y baja al final.

Las velocidades altas (0.80m/s) pueden romper el floc, mientras que las bajas (0.10m/s) permiten la sedimentación de los lodos. Cada agua de acuerdo con las fuerzas que mantiene aglutinadas las partículas y los coagulantes que se usen, requiere un estudio especial al respecto.

Para un periodo de mezcla  $t$ , y una velocidad de flujo  $v$ , la distancia recorrida por el agua será

$$L = v \times t$$

-El Volumen a mezclar en cada periodo  $t$  será:

$$V = Q \times t$$

-El área mojada requerida de un canal entre tabiques es:

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

-Asumiendo una profundidad de agua  $h$  y un borde libre  $bl$ . la altura total será

$$H = h + bl$$

-El ancho de la base rectangular de cada canal es

$$b = \frac{a}{h}$$

-El espaciamiento entre la punta del tabique y la pared es

$$l1 = 1.5 \times b$$

-Asumiendo una longitud de floculador  $L_f$ , la longitud efectiva de cada canal es

$$Le = Lf - l1$$

-El número de canales requerido es

$$N = \frac{L}{Le}$$

-Teniendo el espesor  $e$  de cada tabique, el ancho efectivo del floculador es

$$Ae = N \times b + (N - 1) \times e$$

-La pérdida de carga por fricción en tramos rectos  $hf$ , según la fórmula de Manning, es:

$$hf = \frac{(n \times v)^2 \times L}{R^{4/3}}$$

Donde:

$n$ : Coeficiente de Manning (puede tomarse 0.013 para superficies de cemento y 0.012 para asbesto-cemento)

$R$ : Radio medio hidráulico.

-La pérdida de carga en los cambios de dirección, es

$$h = \frac{3 \times (N - 1) \times v^2}{2g}$$

-La pérdida total es

$$H = hf + h$$

-La pérdida de carga  $h$  es la que predomina, y puede representar hasta el 70% del a pérdida total.

-El gradiente de velocidad, es

$$G = \sqrt{\frac{g \times H}{u \times t}}$$

$u$ : Viscosidad Cinemática del agua

## 4.2.- SEDIMENTADOR

El objetivo del sedimentador es separar por gravedad las partículas suspendidas en el agua.

En general los sedimentadores son tanques rectangulares, con vertederos efluentes y generalmente con pantallas de entrada. También existen sedimentadores de placas planas, de tubos, de flujo ascensional y otros tipos de sedimentadores de tasa alta, con el objeto de obtener el mismo grado de

clarificación que en sedimentadores convencionales , pero con menor uso de terreno.

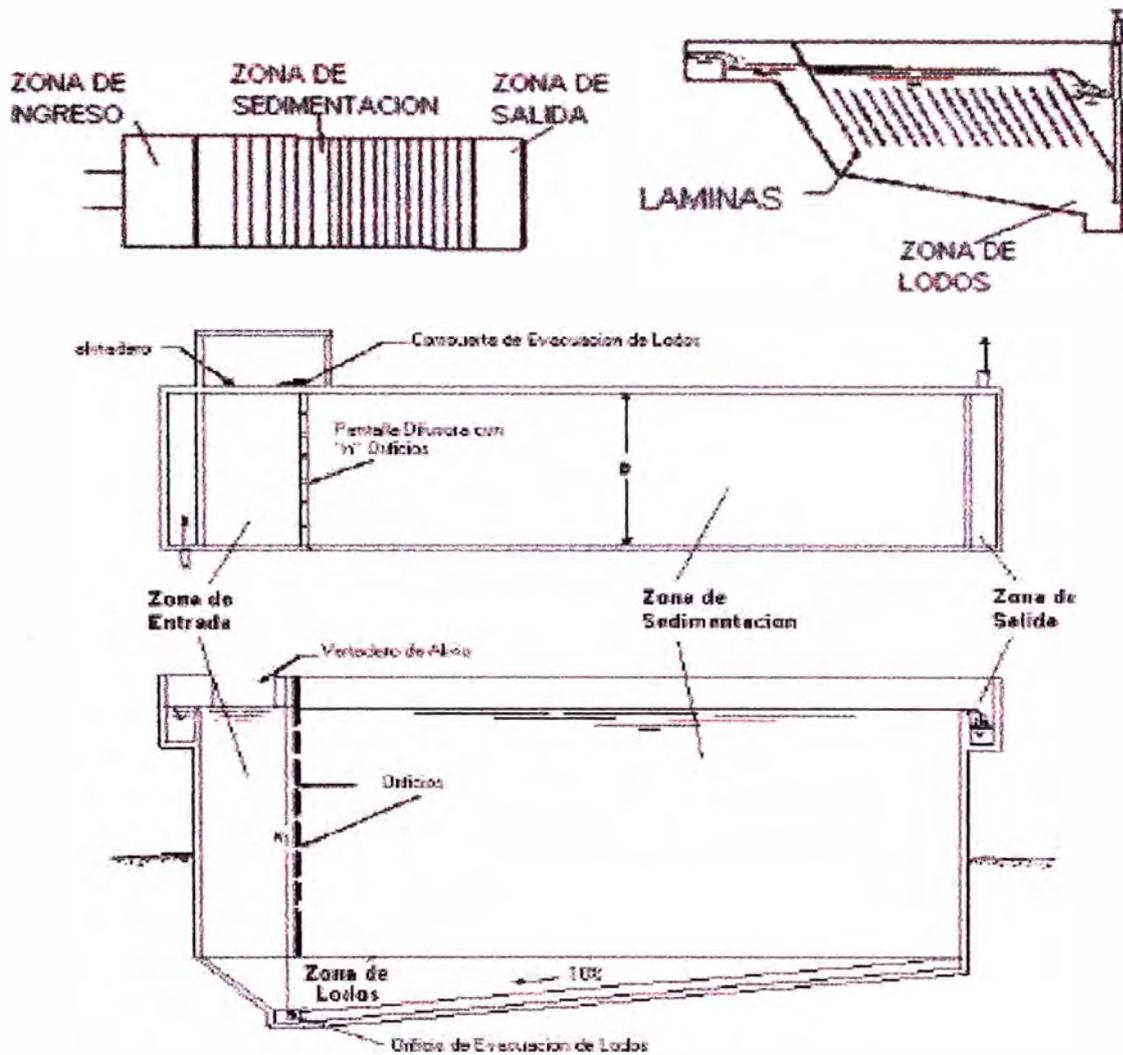


FIG 4.3 SEDIMENTADOR

**Componentes:**

a) Zona de entrada

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

b) 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, flujo pistón.

c) 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.

d) Zona de recolección de lodos

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

**4.2.1.- Predimensionamiento de Sedimentador**

-Teniendo el diámetro d de la partícula a sedimentar, calculamos la velocidad de Sedimentación Vs

RELACION ENTRE EL DIAMETRO DE PARTICULAS Y VELOCIDAD DE SEDIMENTACION					
Material	φ Límite de las partículas (cm)	# de Reynolds	Vs	Régimen	Ley Aplicable
Grava	>1.0	>10 000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{d \cdot g \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right)}$ Newton
Arena Gruesa	0.100 0.080 0.050 0.050 0.040 0.030 0.020 0.015	1000 600 180 27 17 10 4 2	10.0 8.3 6.4 5.3 4.2 3.2 2.1 1.5	Transición	$V_s = 0.22 \left[ \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \cdot g \right]^{2/3} \left[ \frac{d}{(\mu/\rho)^{1/3}} \right]$ Allen

Arena Fina	0.010	0.8	0.8	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} \cdot g \left[ \frac{\rho_s - \rho}{\mu} \right] \cdot d^2$
	0.008	0.5	0.6		
	0.006	0.24	0.4		
	0.005	1.0	0.3		
	0.004	1.0	0.2	Stokes	
	0.003	1.0	0.13		
	0.002	1.0	0.06		
	0.001	1.0	0.015		

CUADRO 4.1 CRITERIOS DE SEDIMENTACION

-Con el caudal de diseño y la velocidad de sedimentación, calculamos el Area Superficial  $A_s$

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

-Teniendo un ancho de sedimentador B, calculamos la longitud de la zona de sedimentación  $L_2$

$$L_2 = \frac{A_s}{B}$$

-Verificar  $2 < \frac{L_2}{B} < 5$

-Con la altura del sedimentador H, verificamos  $5 < \frac{L_2}{H} < 20$

-Calculamos la Velocidad horizontal  $V_H$

$$V_H = \frac{Q}{B \cdot H}$$

$$V_H < 0.55 \text{ cm/s}$$

-El tiempo de retención de la unidad es

$$T_o = \frac{A_s \cdot H}{Q}$$

### 4.3.- FILTROS

Los sistemas de filtración pueden ser clasificados teniendo en cuenta los siguientes parámetros: el lecho filtrante, el sentido del flujo durante la filtración, la forma de aplicar la carga de agua sobre el medio filtrante y la forma de control operacional.

#### Tipos de Filtros y Características

Característica	Filtros Lentos de arena	Filtros rápidos de arena	Filtros da alta tasa
Tasa de filtración	2-5 (<12m/d)	120 m/d	180-480m/d
Medio	Arena	Arena	Arena y antracita
Distribución del medio	No estratificado	Estratificado fino a grueso	Estratificado grueso a fino
Duración carrera	20-60 días	12-36 horas	12-36 horas
Perdida de carga	Inicial: 0,6 m Final: 1,2m	Inicial: 0,3m Final: 2,4 - 3m	Inicial: 0,3m Final: 2,4 - 3m
Agua de lavado	No usa	2-4% del agua filtrada	6% del agua filtrada
Profundidad del medio	0,6 - 1,0m	0,60 - 0,75m	Antracita 0,4 - 0,6m Arena 0,15 -0,3m
Profundidad de grava	0,30m	0,30 - 0,45m	0,30 - 0,45m
Drenaje	Tubería perforada	Tubería perforada Falsos fondos	Tubería perforada Falsos fondos

CUADRO 4.2 CARACTERISTICAS DE FILTROS

#### Clasificación de los Filtros Rápidos

Lecho filtrante	Sentido del Flujo	Carga sobre el lecho	Carga Operacional
Simple (arena o antracita)	Descendente	A gravedad	Tasa constante y nivel variable
Lechos dobles o múltiples	Ascendente	A presión	Tasa constante y nivel constante
	Ascendente-descendente		Tasa declinante

CUADRO 4.3 CLASIFICACION DE FILTROS

#### 4.4.- MEZCLA RAPIDA

Proceso de diseño considerando un agitador mecánico

-Teniendo la dosis de coagulante óptima C, reemplazamos en la expresión

$$G.T = \frac{5.9 \times 10^6}{C^{1.46}}$$

Donde:

G: Gradiente de Velocidad

T: Tiempo óptimo de mezcla rápida, s

C: Dosis de coagulante mg/L

-Asumir G y T, teniendo como referencia la siguiente tabla:

Tiempo de Contacto (s)	G (s-1)
20	1000
30	900
40	790
>40	700

CUADRO 4.4 CRITERIOS DE DISEÑO PARA MEZCLA RAPIDA

-Calculamos el Volumen V de la cámara de mezcla

$$V = Q \times T$$

-La potencia requerida del agitador, es

$$P = G^2 \times V \times \mu \times \rho$$

Donde:

$\mu$ : Viscosidad Cinemática del agua

$\rho$ : Peso específico del agua

-Con la eficiencia n del motor

$$P_n = \frac{P}{n}$$

#### 4.5.- EVALUACION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Esta actividad comprende los siguientes pasos:

- 1) Recopilar información en el sitio.
- 2) Recorrer toda la planta y elaborar una ficha de inspección.
- 3) Recopilar y procesar datos de producción.
- 4) Determinar la capacidad potencial de la planta.
- 5) Elaborar un diagnóstico previo.

##### Paso 1. Recopilar información

La información que es necesario reunir es la siguiente:

- Planos existentes de obra de la planta;
- Esquema de flujo de la planta;
- Manuales de operación y mantenimiento;
- Manuales de los equipos;
- Presupuestos anteriores y el del año en curso;
- Capacidad de la planta.

##### Paso 2. Recorrido por la planta

Se efectúa un recorrido por toda la planta, desde la captación, pasando por la dosificación de químicos y los procesos de tratamiento. Durante este recorrido, se debe preguntar a los operadores acerca de cualquier factor que pueda estar limitando la producción.

Si no hay planos de replanteo de obra de la planta, se puede aprovechar el recorrido para ir tomando las dimensiones de las unidades de los procesos principales: floculadores, decantadores, filtros, etc.

##### Paso 3. Recopilación de datos de control de la operación

Se construirán gráficos a partir de la información histórica de turbiedad de los archivos, de tal modo que podamos identificar problemas de comportamiento

##### Paso 4. Desarrollo del gráfico de potencial de producción

Este gráfico permitirá determinar cómo está siendo utilizada la capacidad física de la planta. Durante este proceso, asignaremos tasas de diseño aceptables para la floculación, la sedimentación y la filtración.

##### Paso 5. Elaboración de un diagnóstico previo

Analizando toda la información obtenida, podemos efectuar un diagnóstico previo que nos permita orientar la evaluación, profundizando en los procesos más críticos.

#### 4.5.1- Evaluación del Floculador

El floculador existente es de flujo horizontal, de pantalla fijas de concreto.

Se apreció problemas de cortocircuitos, e inundación de los últimos canales. (ver anexo fotográfico)

El caudal máximo que pueden tratar estas unidades en función del volumen que presentan, del número de tramos y canales y del tiempo de retención

$$Q = \frac{Le \times b \times h}{t}$$

Del Floculador existente:

$$Le = 11.60\text{m.}$$

$$b = 0.26\text{m.}$$

Se hizo dos tomas de datos, colocando un objeto a lo largo del floculador, y midiendo el tiempo que demora este en recorrer todos los canales, así

-Cuando la altura de agua de los canales:  $h=0.17\text{m}$ , el tiempo que se obtuvo fue  $t=17.0$  min. Entonces reemplazando, se tiene un caudal  $Q=7.8$  l/s

-Cuando la altura de agua de los canales:  $h=0.23\text{m}$ , el tiempo que se obtuvo fue  $t=27.0$  min. Entonces reemplazando, se tiene un caudal  $Q=10.2$  l/s. Sin embargo en este caso, observó cortos circuitos, e inundación en los últimos canales

De lo anterior tomamos como caudal de producción del floculador  $Q= 8$  l/s.

Por tanto el Floculador no está preparado para trabajar con el caudal de diseño proyectado, y es más, en la actualidad estaría trabajando por encima de su capacidad.

#### 4.5.2- Evaluación del Sedimentador

Cuando se tengan partículas de arena muy fina, de tamaño menor a  $0.01$  cm. Se utilizará para el cálculo de  $V_s$  la fórmula de Stokes:

$$V_s = \frac{1}{18} \cdot g \left[ \frac{\rho_s - \rho}{\mu} \right] \cdot d^2$$

$$V_s = \frac{1}{18} \cdot 981 \left[ \frac{2.65 - 0.99823}{1.0105 \cdot 10^{-2}} \right] \cdot (0.0015)^2$$

$$V_s = 0.02 \text{ cm/s}$$

Entonces la carga superficial  $CS = 17.28 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ .

Según R.N.E.  $15 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} < CS < 60 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ , cumple

Verificamos el número de Reynolds

$$Re = \frac{V_s \cdot d}{\mu}$$

$$Re = 0.003$$

$0.882 < 1$  Régimen Laminar, cumple

Tenemos dos sedimentadores de  $11.00 \times 7.80 \text{ m}$  cada uno. Por tanto tenemos  $171.6 \text{ m}^2$  de área. El caudal máximo  $Q_s$ , con el que puede operar el sedimentador, es:

$$Q_s = A_s \times V_s$$

$$Q_s = 171.6 \times 0.0002$$

$$Q_s = 34.3 \text{ l/s} > 20 \text{ l/s}, \text{ cumple}$$

$$V_H = \frac{Q}{B \cdot H}$$

$$V_H = \frac{20}{7.8 \times 1.7} = 0.15 \text{ cm/s}$$

$$V_H < 0.55 \text{ cm/s}, \text{ cumple.}$$

El tiempo de retención

$$T_o = \frac{A_s \cdot H}{Q}$$

$$T_o = \frac{171.6 \times 1.7}{20 \times 3.6} = 4.05 \text{ horas}$$

$$1.5 < T_o < 5, \text{ cumple}$$

Por tanto el Sedimentador, está preparado para trabajar con el caudal de diseño proyectado.

#### 4.5.3.- Evaluación de los Filtros Rápidos

De una cisterna de 3.8x4.20m de sección, de capacidad 48 m<sup>3</sup>, donde por medio de dos electrobombas que funcionan alternadamente, el agua es impulsada a 5 filtros rápidos de arena para posteriormente llegar a un reservorio apoyado de base rectangular de 520. El caudal de bombeo es de 20 l/s.

Los filtros estan en 5 Tanques circulares de fierro de diámetro 1.1 metros, por 1.5 metros de altura.

De los datos proyectados para la planta:

$$Q_{planta} = 20l / s$$

$$Tiempo = 16horas \text{ (Funcionamiento de la Planta)}$$

Con los datos anteriores obtenemos el Volumen de agua tratado en el día:

$$V_{dia} = 1152m^3$$

De la geometría de los filtros existentes, tenemos:

$$Area \text{ Total} : 4.75 \text{ m}^2$$

Luego hallamos la tasa de filtración requerida:

$$Tasa = \frac{1152}{4.75} = 242m^3 / m^2 / día$$

Por tanto es necesario cambiar la arena por un material de filtración que tenga mayor tasa, como la antracita

#### 4.5.4.- Resumen de Evaluación

COMPONENTE	ACCION INMEDIATA	ACCION FUTURA
MEZCLA RAPIDA	Reubicación de tanques	Implementar nuevo sistema mecánico
FLOCULADOR	Regular caudal hasta 8l/s Implementar Sistema de medición	Demolición Construcción de nuevo Floculador
SEDIMENTADOR	Reponer las compuertas faltantes	Cambio de revestimiento interior
FILTROS	Reponer manómetros inoperativos	Cambio de material filtrante Nueva Caseta
ALMACEN	Reposición y cambio de cobertura	Construcción de nuevo Almacen

CUADRO 4.5 RESUMEN DE EVALUACION

### 4.6 DISEÑOS REQUERIDOS

#### 4.6.1.- DISEÑO FLOCULADOR

##### PRIMER TRAMO

Tenemos:

Caudal de diseño  $Q=20$  l/s

Temperatura del agua  $T=20^{\circ}\text{C}$

Considerando:

Periodo de mezcla  $t=10$  min.

Velocidad de flujo  $v=0.18\text{m/s}$

$$L = v \times t$$

$$L = 108\text{m.}$$

El Volumen a mezclar en cada periodo  $t$ , es:

$$V = Q \times t$$

$$V = 0.02 \times 10 \times 60$$

$$V = 12.0\text{m}^3$$

El área mojada requerida de un canal entre tabiques es:

$$a = \frac{V}{L}$$
$$a = 0.111m^2$$

Asumiendo una profundidad de agua  $h=0.70$  y un borde libre  $bl=0.20$ , la altura total será

$$H = h + bl$$
$$H = 0.90m.$$

El ancho de la base rectangular de cada canal es:

$$b = \frac{a}{h}$$
$$b = 0.159m.$$

El espaciamiento entre la punta del tabique y la pared es :

$$l1 = 1.5 \times b$$
$$l1 = 1.5 \times 0.159$$
$$l1 = 0.24m.$$

Las pantallas seleccionadas serán planchas PVC, de 2.44m x 1.20m x 9.80mm  
Asumiendo una longitud de floculador  $L_f=5.12m$ , la longitud efectiva de cada canal es

$$Le = L_f - l1$$
$$Le = 5.12 - 0.24$$
$$Le = 4.88m.$$

El número de canales requerido es:

$$N = \frac{L}{Le}$$
$$N = \frac{108}{4.88}$$
$$N = 23$$

Teniendo el espesor  $e$  de cada tabique, el ancho efectivo del floculador es

$$Ae = N \times b + (N - 1) \times e$$
$$Ae = 23 \times .159 + (23 - 1) \times 0.0098$$
$$Ae = 3.87m.$$

La pérdida de carga por fricción en tramos rectos  $h_f$ , según la fórmula de Manning, es:

$$h_f = \frac{(n \times v)^2 \times L}{R^{4/3}}$$

Donde:

$n$ : Coeficiente de Manning (tomando 0.009 para superficies de PVC)

$R$ : Radio medio hidráulico.

$$R = \frac{0.159 \times 0.70}{2 \times 0.70 + 0.159} = 0.0714m.$$

$$h_f = \frac{(0.009 \times 0.18)^2 \times 108}{(0.0714)^{4/3}}$$

$$h_f = 0.0096m.$$

La pérdida de carga en los cambios de dirección, es

$$h = \frac{3 \times (N - 1) \times v^2}{2g}$$

$$h = \frac{3 \times (22 - 1) \times 0.18^2}{2 \times 9.81}$$

$$h = 0.1090$$

La pérdida total es

$$H = h_f + h$$

$$H = 0.1186m.$$

El gradiente de velocidad, con temperatura de 20°C. y viscosidad  $\mu$  de  $1.0105 \times 10^{-6}$  m/s es

$$G = \sqrt{\frac{g \times H}{\mu \times t}}$$

$$G = \sqrt{\frac{9.8 \times 0.1136}{1.0105 \cdot 10^{-6} \times 10 \times 60}}$$

$$G = 43.80s^{-1}$$

## SEGUNDO TRAMO

Tenemos

Caudal de diseño  $Q=20$  l/s

Temperatura del agua  $T=20^{\circ}\text{C}$

Considerando:

Periodo de mezcla  $t=10$  min.

Velocidad de flujo  $v=0.12$ m/s

$$L = v \times t$$

$$L = 72\text{m.}$$

El Volumen a mezclar en cada periodo  $t$ , es:

$$V = Q \times t$$

$$V = 0.02 \times 10 \times 60$$

$$V = 12.0\text{m}^3$$

El área mojada requerida de un canal entre tabiques es:

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

$$a = 0.167\text{m}^2$$

Asumiendo una profundidad de agua  $h=0.70$  y un borde libre  $bl=0.20$ , la altura total será

$$H = h + bl$$

$$H = 0.90\text{m.}$$

El ancho de la base rectangular de cada canal es:

$$b = \frac{a}{h}$$

$$b = 0.238\text{m.}$$

El espaciamiento entre la punta del tabique y la pared es :

$$l1 = 1.5 \times b$$

$$l1 = 1.5 \times 0.238$$

$$l1 = 0.36\text{m.}$$

Las pantallas seleccionadas serán planchas PVC, de 2.44m x 1.20m x 9.80mm

Asumiendo una longitud de floculador  $L_f=5.12m$ , la longitud efectiva de cada canal es

$$L_e = L_f - l_1$$

$$L_e = 5.12 - 0.36$$

$$L_e = 4.76m.$$

El número de canales requerido es:

$$N = \frac{L}{L_e}$$

$$N = \frac{72}{4.76}$$

$$N = 15$$

Teniendo el espesor  $e$  de cada tabique, el ancho efectivo del floculador es

$$A_e = N \times b + (N - 1) \times e$$

$$A_e = 15 \times .238 + (15 - 1) \times 0.0098$$

$$A_e = 3.70m.$$

La pérdida de carga por fricción en tramos rectos  $h_f$ , según la fórmula de Manning, es:

$$h_f = \frac{(n \times v)^2 \times L}{R^{4/3}}$$

Donde:

$n$ : Coeficiente de Manning (tomando 0.009 para superficies de PVC)

$R$ : Radio medio hidráulico.

$$R = \frac{0.238 \times 0.70}{2 \times 0.70 + 0.238} = 0.1017m.$$

$$h_f = \frac{(0.009 \times 0.12)^2 \times 72}{(0.1017)^{4/3}}$$

$$h_f = 0.00177m.$$

La pérdida de carga en los cambios de dirección, es

$$h = \frac{3 \times (N - 1) \times v^2}{2g}$$

$$h = \frac{3 \times (15 - 1) \times 0.12^2}{2 \times 9.81}$$

$$h = 0.03083$$

La pérdida total es

$$H = hf + h$$

$$H = 0.0326m.$$

El gradiente de velocidad, con temperatura de 20°C. y viscosidad  $\mu$  de  $1.0105 \times 10^{-6}$  m/s es

$$G = \sqrt{\frac{g \times H}{\mu \times t}}$$

$$G = \sqrt{\frac{9.8 \times 0.0326}{1.0105 \cdot 10^{-6} \times 10 \times 60}}$$

$$G = 22.96s^{-1}$$

#### 4.6.2.- DISEÑO DE MEZCLA RAPIDA

Tenemos

Caudal de diseño  $Q=20$  l/s

Temperatura del agua  $T=20^\circ\text{C}$

- Considerando la dosis de coagulante óptima  $C=40\text{mg/l}$ , reemplazamos en la expresión

$$G.T = \frac{5.9 \times 10^6}{C^{1.46}}$$

$$G.T = 27029.9$$

-Damos valores a  $G$  y  $T$ , teniendo como referencia la tabla.

$$G. = 700s^{-1}$$

$$T = 45s$$

-Calculamos el Volumen  $V$  de la cámara de mezcla

$$V = Q \times T$$

$$V = 0.02 \times 45$$

$$V = 0.9m^3$$

-Consideramos  $V = 1m^3$

-La potencia requerida del agitador, es

$$P = G^2 \times V \times \mu \times \rho$$

$$P = 700^2 \times 1 \times 1.01 \cdot 10^{-6} \times 998.23$$

$$P = 494.3 \text{ watts}$$

-Con la eficiencia  $n=80\%$  del motor

$$P_n = \frac{P}{n}$$

$$P_n = \frac{494.3}{0.8}$$

$$P = 0.618 \text{ kw}$$

$$P = 0.84 \text{ hp}$$

Tomamos  $P = 1 \text{ hp}$

## CAPITULO V

### COSTOS Y PRESUPUESTOS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
<b>01</b>	<b>FLOCULADOR</b>					<b>95,270.46</b>
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	50.00	2.32	116.00	
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	50.00	1.28	64.00	
01.02	<b>DEMOLICIONES</b>					
01.02.01	DEMOLICION DE MURO DE CONCRETO	m3	11.66	316.64	3,692.02	
01.02.02	DEMOLICION DE PISO DE CONCRETO	m3	24.49	316.64	7,754.51	
01.03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
01.03.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO	m3	11.00	169.81	1,867.91	
01.03.02	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	m2	11.00	1.73	19.03	
01.03.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	25.00	23.74	593.50	
01.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km	m3	5.00	27.51	137.55	
01.04	<b>CONCRETO SIMPLE</b>					
01.04.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =100 kg/cm <sup>2</sup> PARA SOLADOS	m3	2.50	220.90	552.25	
01.05	<b>CONCRETO ARMADO</b>					
01.05.01	<b>LOSAS</b>					
01.05.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA LOSAS DE FONDO PISO ENCOFRADO Y	m3	9.90	292.95	2,900.21	
01.05.01.02	DESENCOFRADO PARA LOSAS DE FONDO PISO	m2	6.00	32.43	194.58	
01.05.01.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	535.40	3.35	1,793.59	
01.05.02	<b>MURO</b>					
01.05.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA MUROS	m3	6.95	378.27	2,628.98	
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS	m2	68.00	40.07	2,724.76	
01.05.02.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	423.00	3.35	1,417.05	
01.06	<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>					
01.06.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO CANALES	m2	49.20	24.40	1,200.48	

01.06.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS	m2	48.00	24.40	1,171.20
01.07	<b>SUMINISTRO E INSTALACIONES HIDROMECANICAS</b>				
01.07.01	PLANCHA PVC 1x4.96mx9.8mm.	u	22.00	1,717.12	37,776.64
01.07.02	PLANCHA PVC 1x4.88mx9.8mm.	u	14.00	1,717.12	24,039.68
01.07.03	BASTIDORES	u	10.00	313.95	3,139.50
01.07.04	VALVULA COMPUERTA DE FIERRO FUNDIDO BB DE 6"	u	1.00	645.48	645.48
01.07.05	BRIDA DE ACERO PARA SOLDAR-ROMPE AGUA DE 6" (150 mm)	u	1.00	91.54	91.54
01.07.06	MEDIDOR PARSHALL	glb	1.00	750.00	750.00

<b>02</b>	<b>SEDIMENTADOR</b>				<b>9,623.96</b>
02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO CANALES	m2	176.00	24.40	4,294.40
02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS	m2	136.80	24.40	3,337.92
02.02	<b>SUMINISTRO E INSTALACIONES HIDROMECANICAS</b>				
02.02.01	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE DE 0.25x0.40 m	u	6.00	331.94	1,991.64

<b>03</b>	<b>CLORACION</b>				<b>9,296.50</b>
03.01	EQUIPO CLORADOR AL VACIO	glb	1.00	4,522.50	4,522.50
03.02	CILINDROS PARA CLORO 150LBS	u	2.00	2,387.00	4,774.00

<b>04</b>	<b>MEZCLA RAPIDA</b>				<b>5,525.65</b>
04.01	CONCRETO ARMADO				
04.01.01	LOSAS				
04.01.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA LOSAS DE FONDO PISO ENCOFRADO Y	m3	0.68	292.95	199.21
04.01.01.02	DESENCOFRADO PARA LOSAS DE FONDO PISO	m2	1.80	32.43	58.37
04.01.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	24.50	3.15	77.18
04.01.02	MURO				
04.01.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA MUROS	m3	1.80	378.27	680.89
04.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS	m2	22.30	40.07	893.56
04.01.02.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	98.00	3.15	308.7
04.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				
04.02.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO CANALES	m2	2.00	24.40	48.8
04.02.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS	m2	20.00	24.40	488

---

04.03	SUMINISTRO E INSTALACIONES HIDROMECANICAS					
04.03.01	MOTOR AGITADOR 1HP	u	2.00	1,385.47	2770.94	
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>SI. 119,716.57</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se deben renovar los tanques de preparación de coagulantes, y se deben reubicar de tal manera que este mas cerca al floculador. Se debe de incorporar un agitador mecánico a la mezcla para la mejor disolución del coagulante.

El floculador existente, es la estructura limitante en la Planta de Tratamiento, pues es la que tiene menor caudal de producción. Impide que la planta pueda operar con mayo caudal.

El floculador existente en la actualidad no debe operar con caudal mayor a 8 l/s, de lo contrario se pone en duda la calidad del agua.

Se hace necesario la construcción de un nuevo floculador. Del análisis de oferta y demanda, nos arroja que esta construcción debe ser ejecutada en cinco años.

Del análisis de turbiedad, se hace necesario darle mantenimiento inmediato a los filtros, así también la reposición de manómetros inoperativos

Para que los filtros puedan cubrir el incremento de la demanda, se debe cambiar el material filtrante de arena a antracita.

Es imprescindible que la planta tenga un sistema de cloración. En la actualidad no existe zona de desinfección. Solo se agregan hipocloritos directamente al Reservoirio.

Se ha proyectado un medidor Parshall, pero se requiere implementar a la planta de mas equipos de medición de caudal..

Debido a la topografía es inevitable seguir usando el sistema de bombeo en los filtros.

Se debe mejorar la operación del sistema, capacitando al personal que labora en la planta.

## BIBLIOGRAFIA

- American Water Works Association; Calidad y Tratamiento del Agua; Madrid 2002.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); Estudio de la calidad del agua en sistemas de abastecimiento rural; Lima, Perú 1999.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); Guía para diseño de plantas de filtración lenta para el medio rural; 1984.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua; 2002
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de Filtración Rápida;. 2005.
- Evaluación Hidrogeológica de agua potable de la Universidad Enrique Guzmán y Valle; 1997
- Ministerio de Economía y Finanzas; Guías de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos; 2007
- Organización Panamericana de la Salud; Biblioteca virtual <http://www.bvsde.ops-oms.org>;2007
- Reglamento Nacional de Edificaciones; 2006.
- Romero Rojas, Jairo Alberto; Potabilización del Agua; 1999.
- SEDAPAL; Reglamento de Elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima y Callao; 2004.
- SEDAPAL; Tratamiento de agua, coagulación-floculación; 2000.
- Villafranca Aguirre, Artemio; Planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Chuicampa-Huancavelica. Informe UNI-FIC; 2001

## **ANEXO I**

### **CALCULO DE LA DOTACION**

## ANEXO I

Se procede con el cálculo pabellón por pabellón, de la U.N.E., de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

### EDIFICIO : 32 RECTORADO

#### NIVEL 01

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
Unidad de Tesorería	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0						
Unidad de Contabilidad	70.0 m2	6 l/día/m2	420.0						
Jefatura de Finanzas	23.0 m2	6 l/día/m2	138.0						
Oficina del Contador	15.0 m2	6 l/día/m2	90.0						
SS.HH.H.				1	2		1		
SS.HH.M.				1	1				
Asesoría del Vicerector	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0						
SS.HH.H.				1	1				
Secretaría de Finanzas	21.0 m2	6 l/día/m2	126.0						
Tesorería	27.0 m2	6 l/día/m2	162.0						

### EDIFICIO: 32 RECTORADO

#### NIVEL:02

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
Oficina del Rector	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0						
Secretaría del Rector	25.0 m2	6 l/día/m2	150.0						
Oficina	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0						
Secretaría del ViceRec.	15.0 m2	6 l/día/m2	90.0						
Oficina	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0						
Secretaría	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0						
Oficina	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0						
SS.HH.				1	2				
SS.HH.				1	1				
SS.HH.				1	1				

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Auditorio Principal	600.0 asientos	3 l/asiento	1800.0							
SS.HH				1	1					

**EDIFICIO : 33 y 34 CAFETERIA**

**NIVEL : 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Cafetería	84.0 m2	50 l/día/m2	4200.0							
Cocina						4				
SS.HH.				1	1					
Cocina						1				
SS.HH.				1	1					
Cafetería	120.0 m2	40 l/día/m2	4800.0							

**EDIFICIO: 31 OFICINAS ADMINISTRATIVAS**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Oficinas	90.0 m2	6 l/día/m2	540.0							
SS.HH.				2		2				
Oficina	48.0 m2	6 l/día/m2	288.0							
SS.HH.				2		4				
Servicio Social	48.0 m2	6 l/día/m2	288.0							
SS.HH.				1		2				
Patrimonio y Seguridad	67.0 m2	6 l/día/m2	402.0							
SS.HH.				1		2				
SS.HH.				1	1					
SS.HH.				1	1					
Oficina	48.0 m2	6 l/día/m2	288.0							

**EDIFICIO: 27 y 28 HUMANIDADES TALLERES**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Oficina	25.0 m2	6 l/día/m2	150.0							
SS.HH.				1	1					1
Mantenimiento y Ornato	27.0 m2	6 l/día/m2	162.0							
Transp. y Servicio	20.0 m2	6 l/día/m2	120.0							
Taller de Construcción	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0							
SS.HH.				2		3				3
SS.HH.				1		3				
SS.HH.				2		3				
SS.HH.				2		3				
Deposito Lubricantes	30.0 m2	0.5 l/día/m2	15.0							
Depósito Neumáticos	18.0 m2	0.5 l/día/m2	9.0							
Almacén	12.0 m2	0.5 l/día/m2	6.0							
Taller de Gasfitería	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0							
Taller de Carpintería	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0							
Taller de Pintura	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0							
Zona de Caldero	1.0 empld.	80 l/día/m2	15200.0							1

**EDIFICIO : 29 COMEDOR**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Comedor de Docentes	337.5 m2	40 l/día/m2	13500.0							
SS.HH.				2	1					1
SS.HH.				2	1	2				
Lavadero						2				
Of. Cooperativa	17.0 m2	6 m2	102.0							
Almacén	60.0 m2	0.5 m2	30.0							
Almacén	43.0 m2	0.5 l/día/m2	26.5							

**EDIFICIO : 29 COMEDOR**

**NIVEL : 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Comedor Estudiantes	602.0 m2	40 l/día/m2	24080.0							
Lavaplatos						7				
Depósito de alimentos	28.0 m2	0.5 m2	14.0							
Depósito	8.8 m2	0.5 m2	4.4							
Lavadero						1				
SS.HH.				1	1				1	1

**EDIFICIO : 29 COMEDOR**

**NIVEL: 03**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Of. de almacén	40.0 m2	6 l/día/m2	240.0							
Almacén de víveres	160.0 m2	0.5 l/día/m2	80.0							
SS.HH.				1	1					1

**FACULTAD DE TECNOLOGIA - ESPECIALIDAD DE ARTES INDUSTRIALES**

**NIVEL :01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Depósito de RR.PP.	8.0 m2	0.5 l/día/m2	4.0							
SS.HH.				1	1					1
SS.HH.				1	1					
Unidad Programa	29.4 m2	6 l/día/m2	176.4							
Jefe de Compras	15.8 m2	6 l/día/m2	95.0							
Of. Compras y Cont.	32.2 m2	6 l/día/m2	193.2							
Secretaría	8.0 m2	6 l/día/m2	48.0							
Of. ViceRector	19.0 m2	6 l/día/m2	114.0							
SS.HH.				1	1					
SS.HH.				1	1					1
SS.HH.				1	1					
Unidad Programa	29.4 m2	6 l/día/m2	176.4							

**EDIFICIO: 30 MAESTRANZA, OFICINAS**

**NIVEL: 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Of. Imagen Insti.	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0							
Jefatura	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0							
Of. Auditoría	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0							
Jefatura	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0							
Of. Recursos Humanos	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0							
Jefatura	24.0 m2	6 l/día/m2	144.0							
Unid. Remuner.	50.0 m2	6 l/día/m2	300.0							
Remuner. y Pensiones	20.0 m2	6 l/día/m2	120.0							
SS.HH.				1	1					
SS.HH.				1	1					
Asesoría Jurídica	48.0 m2	6 l/día/m2	288.0							
Of. Dirección	100.0 m2	6 l/día/m2	600.0							
SS.HH.				2	2					
SS.HH.				2	2					

**EDIFICIO: 26 BIBLIOTECA**

**NIVEL: SOTANO**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Almacén de Libros	94.0 m2	0.5 l/día/m2	47.0							
Of. Editorial	50.0 m2	6 l/día/m2	300.0							
Of. Admisión	97.6 m2	6 l/día/m2	585.6							
Of. Jefe Humanidades	4.8 m2	6 l/día/m2	28.8							
Almacén	50.0 m2	0.5 l/día/m2	25.0							
Almacén	28.0 m2	0.5 l/día/m2	14.0							
SS.HH.				1	1					
SS.HH.				1	1					

**EDIFICIO: 26 BIBLIOTECA**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
SS.HH.				2	3				
Instituto de Invest.	100.0 m2	6 l/día/m2	600.0						
Of. Informática	53.0 m2	6 l/día/m2	318.0						
Of. Informática	52.0 m2	6 l/día/m2	312.0						
Depósito Servicio	6.2 m2	0.5 l/día/m2	3.1						
Depósito Biblioteca	10.2 m2	0.5 l/día/m2	5.1						
SS.HH.				2	3				
SS.HH.				1	1				1

**EDIFICIO: 26 BIBLIOTECA**

**NIVEL: 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
Hemeroteca	46.0 m2	6 l/día/m2	276.0						
Oficina	10.4 m2	6 l/día/m2	62.4						
Dirección Biblioteca	22.0 m2	6 l/día/m2	132.0						
SS.HH.				1	1		1		
SS.HH.				1	1				1

**NIVEL: AZOTEA**

**SECTOR: H**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
Oficina Archivo	17.2 m2	6 l/día/m2	103.0						

**EDIFICIO: 22 EDUCACION BASICA**

**NIVEL : 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Of. Registro	20.5 m2	6 l/día/m2	122.8							
Servicios Acad.	102.0 m2	6 l/día/m2	612.0							
Depósito	9.6 m2	0.5 l/día/m2	4.8							
Area de Atención	56.3 m2	6 l/día/m2	337.9							
Almacén	56.8 m2	0.5 l/día/m2	28.4							
Almacén	11.0 m2	0.5 l/día/m2	5.5							
Quiosco					1					
05 SS.HH				19	8	1 2		2	3	
02 ½ BC										

**EDIFICIO: 07 CENTRO MEDICO**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Consultorios	5.0 und.	500 l/d/und.	2500.0	1	4					
Odontología	2.0 und.	100 0 l/d/und.	2000.0	1	2					
Enfermería	3.0 camas	600 l/d/cama	1800.0							
Tópico						2				
Farmacia	43.2 m2	6 l/día/m2	259.2							
SS.HH.				3	3					
Oficina	13.5 m2	6 l/día/m2	81.0							
SS.HH.				1	3					
SS.HH.				1	1					
Of.Admin.	21.6 m2	6 l/día/m2	129.6							
Archivo	21.6 m2	6 l/día/m2	129.6							
Triaje										
Depósito	6.0 m2	0.5 l/día/m2	3.0							
02 SS.HH.				9	13		3		3	

**EDIFICIO: 07 RESIDENCIA**

**NIVEL: 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Internado de Srtas.	542.4 m <sup>2</sup>	25 l/día/m <sup>2</sup>	13560.0							
SS.HH.				25	25					25
Cocina						1				
Lavadero						1				

**EDIFICIO: 07 RESIDENCIA**

**NIVEL: 03**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Internado de Srtas.	288.0 m <sup>2</sup>	25 l/día/m <sup>2</sup>	7200.0							
SS.HH.				13	13					13
Cocina						1				
Lavadero						1				

**OTROS EDIFICIOS:**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
LIBRERÍA	56.3 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	337.5							
SS.HH.				1	1					

**EDIFICIO 10 FACULTAD DE EDUCACION RURAL**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Cafetería	35.0 m <sup>2</sup>	60 l/día/m <sup>2</sup>	2100.0							
SS.HH.				2	1					1
SS.HH.				2	1					
Decanato	56.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336.0							
AmbientesAd ministra.	56.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336.0							
Depart.Académico	56.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336.0							
Depart.Académico	56.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	336.0							

**EDIFICIO 14 FACULTAD DE EDUCACION**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Unidad Documentación	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0							
Almacén	31.0 m2	0.5 l/día/m2	15.5							
Taller de Producción	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2780.0			4				
Of. de Profesores	56.5 m2	6 l/día/m2	339.0							
Taller 1										
Taller 2										
Almacén	25.0 m2	0.5 l/día/m2	12.5							
SS.HH.				3	3				1	1
SS.HH.				3	3					1
SS.HH.				1	1					

**EDIFICIO 15 FACULTAD DE TECNOLOGIA, MQUCENTRO**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Of. Profesores	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0							
SS.HH.				1	1					
Oficina	14.4 m2	6 l/día/m2	86.4							
Almacén	21.6 m2	0.5 l/día/m2	10.8							
Taller										

**EDIFICIO 38 GRANJA**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Corral Nro. 01	30.0 anim.	300 l/anim.	9000.0			1				
Corral Nro. 02	30.0 anim.	300 l/anim.	9000.0			1				
Corral Nro.03	30.0 anim.	300 l/anim.	9000.0			1				
Corral Nro 04	30.0 anim.	300 l/anim.	9000.0			1				
Corral Nro.05	30.0 anim.	300 l/anim.	9000.0			1				

**EDIFICIO 41 FACULTAD DE ED. RURAL**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Auditorio Principal	40.0 asientos	3 l/asiento	120.0							

**EDIFICIO 42 LABORATORIO FACULTAD DE ED. RURAL**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Laboratorio de Alimentos	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2670.0			1				
Almacén	8.0 m2	0.5 l/día/m2	4.0							
Oficina de Coordinación	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0							
Oficina de Profesores	8.0 m2	6 l/día/m2	48.0							
Dep. Académico	15.0 m2	6 l/día/m2	90.0							
Preparación de Alimentos	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2670.0			1				
Depósito de Reactivos	5.2 m2	0.5 l/día/m2	2.6							

**EDIFICIO 42 LABORATORIO FACULTAD DE ED. RURAL**

**NIVEL 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Laboratorio de Dietética	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2670.0			1				
Almacén	12.5 m2	0.5 l/día/m2	6.3							
Laboratorio de Procesos	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2670.0			1				
Almacén	13.3 m2	0.5 l/día/m2	6.7							
Laboratorio de Microbio.	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2670.0			1				

**EDIFICIO 42 LABORATORIO FACULTAD DE ED. RURAL**

**NIVEL 03**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Laboratorio de Nutrición	1.0 empld.	80 l/d/empld.	4940.0			4				
Oficina de Agropecuaria	10.0 m2	6 l/día/m2	60.0							
Oficina	13.2 m2	6 l/día/m2	79.2							
Laboratorio de Agro II	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0			5				
Lab.de Microbiología	1.0 empld.	80 l/d/empld.	5580.0			5				

**EDIFICIO 21 FACULTAD DE CIENCIAS**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Dep.Académico CC.BB.	16.3 m2	6 l/día/m2	97.5							
Depósito	10.2 m2	0.5 l/día/m2	5.1							
Escuela Académico	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0							
Decanato	15.0 m2	6 l/día/m2	90.0							
Secretaría	14.0 m2	6 l/día/m2	84.0							
SS.HH.				2	4					
Of.Proyectos	12.8 m2	6 l/día/m2	76.8							
Lab.Química	1.0 empld.	80 l/d/empld.	3680.0			3				
Almacén	28.0 m2	0.5 l/día/m2	14.0							
Oficina	8.0 m2	6 l/día/m2	48.0							
Depósito	8.0 m2	0.5 l/día/m2	4.0							
SS.HH.			0.0	1						1
SS.HH.			0.0	1	1					
Depósito	4.0 m2	0.5 l/día/m2	2.0							
Oficina	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0							
Lab.Física	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2670.0			2				
Lab.Química	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0			1 7				
Depósito	8.0 m2	0.5 l/día/m2	4.0							
Oficina	20.0 m2	6 l/día/m2	120.0							
Oficina	18.0 m2	6 l/día/m2	108.0							
Oficina	40.0 m2	6 l/día/m2	240.0							
Lab.Biología	1.0 empld.	80 l/d/empld.	3680.0			3				

**EDIFICIO 21 FACULTAD DE CIENCIAS**

**NIVEL 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Dep. Académico	20.0 m2	6 l/día/m2	120.0							
Of. Profesores	42.0 m2	6 l/día/m2	252.0							
Of. Profesores	18.2 m2	6 l/día/m2	109.4							
Lab. Anatomía	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0			4				
Depósito	28.0 m2	0.5 l/día/m2	14.0							
Almacén	28.0 m2	0.5 l/día/m2	14.0							
Oficina	8.0 m2	6 l/día/m2	48.0							
Depósito	8.0 m2	0.5 l/día/m2	4.0							
Oficina	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0							

**EDIFICIO 21 FACULTAD DE CIENCIAS**

**NIVEL 03**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Depósito	16.0 m2	0.5 l/día/m2	8.0							
Oficina	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0							
Depósito	16.0 m2	0.5 l/día/m2	8.0							
Lab. Física I	1.0 empld.	80 l/d/empld.	2670.0			2				
Lab. Química	1.0 empld.	80 l/d/empld.	7532.0			8				
Oficina	20.0 m2	6 l/día/m2	120.0							
Oficina	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0							
Oficina	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0							
Lab. Química	1.0 empld.	80 l/d/empld.	7532.0			8				

**EDIFICIO 19 FACULTAD DE HUMANIDADES**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Dep. Académico	47.0 m2	6 l/día/m2	282.0							
Oficina	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0							
SS.HH.				1	1					1
Comisión Permanente	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0							
Oficina	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0							
SS.HH.				1	1					1

**EDIFICIO 19 FACULTAD DE HUMANIDADES**

**NIVEL 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Dep. Académico	45.0 m2	6 l/día/m2	270.0							
Oficinas	25.2 m2	6 l/día/m2	151.2							
Sala de Profesores	42.0 m2	6 l/día/m2	252.0							
Dep. Académico	30.0 m2	6 l/día/m2	180.0							
SS.HH.				1	1					1

**EDIFICIO 23**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
AUDITORIO	100.0 asientos	3 l/asiento	300.0							
Decanato	4.0 m2	6 l/día/m2	24.0							
Secretaría	4.0 m2	6 l/día/m2	24.0							
SS.HH.										
SS.HH.										
Dep. Académico	4.0 m2	6 l/día/m2	24.0							
Comisión de Proy.	4.0 m2	6 l/día/m2	24.0							
Comisión de Asuntos Pedagógico	4.0 m2	6 l/día/m2	24.0							
Secretaría Académica	4.0 m2	6 l/día/m2	24.0							
SS.HH.				1	1					1
SS.HH.				2	2					

**EDIFICIO 36 FACULTAD DE HUMANIDADES**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
SS.HH.				3		2				2
SS.HH.				1		2				
SS.HH.				3		3				2

**EDIFICIO 13 PISCINA**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
PISCINA	325.0 m2	55 l/día/m2	17875.0						
SS.HH.				5		5			5
SS.HH.				5		4		1	5

Volumen de  
piscina =  
 $2.80 \times 325 =$   
 $910 \text{ m}^3$ .

**EDIFICIO 18 GIMASIO**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
Ofic. Profesores	17.0 m2	6 l/día/m2	102.0						
Ofic. Asesoría	17.0 m2	6 l/día/m2	102.0						
Ofic. Profesores	17.0 m2	6 l/día/m2	102.0						
Ofic. Biometría	17.0 m2	6 l/día/m2	102.0						
Lab. Biometría				1	1				1
SS.HH. Profesoras				1	1				1
SS.HH. Alumnas				2	2				3
SS.HH. Profesores				1	2			1	2
SS.HH. Alumnos				2		1		4	8
Oficina	16.0 m2	6 l/día/m2	96.0						
Gimnasio	550.0 m2	10 l/día/m2	5500.0						

**EDIFICIO 22**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
Ofic. Profesores	12.0 m2	6 l/día/m2	72.0						

**EDIFICIO 24 HUMANIDADES**

**NIVEL 01**

AMBIENTE	METRADO	R.N.C.	Dotación (l/día)	APARATOS SANITARIOS						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Oficinas	45.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	270.0							
Depósitos	10.0 m <sup>2</sup>	0.5 l/día/m <sup>2</sup>	5.0							
Oficina	17.3 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	103.5							
Oficina	70.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	420.0							
Oficina	55.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	330.0							

**EDIFICIO 24 HUMANIDADES**

**NIVEL 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Of. Profesores	47.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	282.0							
SS.HH.				2	2		2			
SS.HH.				2	2		2			
SS.HH.				2	2					
SS.HH.				2	2					
Auditorio	300.0 m <sup>2</sup>	3 l/día/m <sup>2</sup>	900.0							

**EDIFICIO 25 EDUCACION BASICA**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Oficina	28.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	168.0							
Cafetería	28.0 m <sup>2</sup>	150 0 l	1500.0		1					
SS.HH.				3	3				1	
SS.HH.				3	3					
Dep. Futbol	28.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	168.0							
Of. Coord.	28.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	168.0							

**EDIFICIO 43 GIMNASIO**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
SS.HH.				2	2					4
SS.HH.				1	2		2			
Oficina	9.2 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	55.4							
Gimnasio	95.0 m <sup>2</sup>	10 l/día/m <sup>2</sup>	950.0							

**EDIFICIO 43 GIMNASIO**

**NIVEL 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Oficina	11.3 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	67.8							
Almacén	15.0 m <sup>2</sup>	0.5 l/día/m <sup>2</sup>	7.5							

**EDIFICIO 20 LIBRERIA**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
SS.HH.				2	2					2
SS.HH.				4	4					
SS.HH.				1	2		1			2
SS.HH.				5	3				1	

**EDIFICIO 16 TECNOLOGIA**

**NIVEL 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Oficinas	36.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	216.0							
SS.HH.				3	3				1	
SS.HH.				4	3					
Oficina	28.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	168.0							
Oficina	12.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	72.0							
Oficina	36.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	216.0							
Oficina	16.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	96.0							
De Ed. Rural										
SS.HH.				1	1					1
SS.HH.				1	1					1

**EDIFICIO 16 TECNOLOGIA**

**NIVEL 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Almacén	72.0 m <sup>2</sup>	0.5 l/día/m <sup>2</sup>	36.0							
Lab.Control										
Lab. Sistemas										
SS.HH.				1	1					1
SS.HH.				1	1					1
Secretaría Académica	20.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	120.0							
Oficinas	36.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	216.0							

**EDIFICIO 12: TALLERES**

**EBANISTERÍA**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Almacén de materiales	37.5 m2	0.5 l/día/m2	18.8							
Depósito	23.0 m2	0.5 l/día/m2	11.5							
Almacén	23.0 m2	0.5 l/día/m2	11.5							
Oficina	11.0 m2	6 l/día/m2	66.0							
SS.HH.				1	3					1
Oficina	15.0 m2	6 l/día/m2	90.0							
Taller de Ebanistería	9.0 empld.	80 l/d/empld.	720.0							

**ARTES INDUSTRIALES**

AMBIENTE	METRADO	R.N.C.	Dotación (l/día)	APARATOS SANITARIOS						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Taller de Serigrafía	2.0 empld.	80 l/d/empld.	160.0							
Almacén	11.0 m2	0.5 l/día/m2	5.5							
SS.HH.				1	4				1	1

**METALURGIA**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Almacén de materiales	37.5 m2	0.5 l/día/m2	18.8							
Depósito	23.0 m2	0.5 l/día/m2	11.5							
Almacén	23.0 m2	0.5 l/día/m2	11.5							
Oficina	11.0 m2	6 l/día/m2	66.0							
Taller Fundición	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0							

**ARTES INDUSTRIALES**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Almacén de materiales	37.5 m2	0.5 l/día/m2	18.8							
Depósito	23.0 m2	0.5 l/día/m2	11.5							
Almacén	23.0 m2	0.5 l/día/m2	11.5							
Oficina	11.0 m2	6 l/día/m2	66.0							

### ELECTRICIDAD

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
SS.HH.				2		3		1		
Almacén	30.0 m <sup>2</sup>	0.5 l/día/m <sup>2</sup>	15.0							
Oficinas	50.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	300.0							
Laboratorio de Medidas										
SS.HH.				1	1					

### INDUSTRIA DEL VESTIDO

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Almacén	23.0 m <sup>2</sup>	0.5 l/día/m <sup>2</sup>	11.5							
Oficina	15.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	90.0							
SS.HH.										

### CONSTRUCCIONES METALICAS

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
SS.HH.				2		3				
Oficinas	40.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	240.0							
Almacén	25.0 m <sup>2</sup>	0.5 l/día/m <sup>2</sup>	12.5							
Taller de Metalistería										

### ESPECIALIDAD DE ELECTRICIDAD

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
SS.HH.				2		3				
Oficinas	40.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	240.0							

### MECANICA DE PRODUCCION

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Oficinas	55.0 m <sup>2</sup>	6 l/día/m <sup>2</sup>	330.0							
SS.HH.				2		3		1		
Almacenes	50.0 m <sup>2</sup>	0.5 l/día/m <sup>2</sup>	25.0							
SS.HH.				2		3		1	1	
Taller de Mecánica										
Taller de Mecánica										

**AUTOMOTRIZ**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
SS.HH.				2		3		1	1
Oficina	8.0 m2	6 l/día/m2	48.0						
Almacén	16.0 m2	0.5 l/día/m2	8.0						
Taller de Automotores	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0						
Depósito	50.0 m2	0.5 l/día/m2	25.0						

**BAÑO 46 (06)**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
SS.HH.				4		3		1	
SS.HH.				4	3				

**EDIFICIO 39 (EXISTENTE)**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
03 SS.HH.				8	1	1 1			
SS.HH.				12	8			1	
SS.HH.				2	2				

**RESIDENCIA DE PROFESORES.**

(Edificios del 53 al 73)

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios					
				WC	L	G	UI	UC	D
Residencia	1110.0 m2	25 l/día/m2	27750.0						
20 SS.HH.				20	20				2 0
Cocina						2 0			
Lavadero						2 0			

**ARCHIVO**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Investigación y estudio	38.5 m2	6 l/d/m2	231.0							
SS.HH.				2	2		1			
Cubiculos	13.7 m2	6 l/d/m2	82.2							
Jefatura y secretaria	40.9 m2	6 l/d/m2	245.4							
SS.HH.				1	1					
Documentos	188.2 m2	6 l/d/m2	1129.2							
SS.HH.				2	4		1			4

**ARCHIVO**

**NIVEL: 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Decanato	26.8 m2	6 l/d/m2	160.8							
SS.HH.				2	2					
Consejo	33.1 m2	6 l/d/m2	198.3							
Sala de Grados	68.0 asientos	3 l/asiento	204.0							
Jefatura y Secretaria	35.1 m2	6 l/d/m2	210.6							
Profesores	54.4 m2	6 l/d/m2	326.4							
Archivo y Docentes	21.5 m2	6 l/d/m2	129.0							
Mesa de Partes	24.7 m2	6 l/d/m2	148.2							
Cafetería	54.9 m2	60 l/d/m2	3292.8							
Museo	89.5	30 l/d/m2	2685.0							
SS.HH.				6	6		3			4

**ARCHIVO**

**NIVEL: 03**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Director y Secretaria	67.1 m2	6 l/d/m2	402.6							
SS.HH.				1	1					
Profesores	160.2 m2	3 l/d/m2	480.7							
Jefatura y Secretaria	111.8 m2	6 l/d/m2	670.8							
SS.HH.				6	6		3			4
	62.3 m2	6 l/d/m2	373.8							
Informática	64.0 m2	6 l/d/m2	384.0							

**AMPLIACION CIENCIAS**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Informática	38.5 m2	6 l/d/m2	231.0							
Of. Profesores	92.6 m2	6 l/d/m2	555.6							
SS.HH.				8	10		4			4

**AMPLIACION CIENCIAS**

**NIVEL: 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Lab. Química	2.0 empld.	80 l/d/empld.	1456.0			2				
Lab. Biología	2.0 empld.	80 l/d/empld.	1456.0			2				
Lab. Física	2.0 empld.	80 l/d/empld.	1456.0			2				
Oficinas	66.3 m2	6 l/d/m2	397.8							
SS.HH.				9	7		4			4

**TALLER DE MECANICA**

**NIVEL: 01**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Talleres	2.0 empld.	80 l/d/empld.	1888.0			2				
Laboratorio Diesel	1.0 empld.	80 l/d/empld.	80.0							
Depósito	13.4 m2	0.5 l/d/m2	6.7							

**TALLER DE MECANICA**

**NIVEL: 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Cubículos	42.5 m2	6 l/d/m2	1983.1							
Depósito	6.2 m2	0.5 l/d/m2	3.1							
SS.HH.				3	5		2			2

**REGISTRO**

**NIVEL: 01**

AMBIENTE	METRADO	R.N.C.	Dotación (l/día)	APARATOS SANITARIOS						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Trabajos	43.5 m2	6 l/d/m2	261.0							
Matrícula y Asesoría	18.3 m2	6 l/d/m2	109.8							
Almacén	34.5 m2	0.5 l/d/m2	17.2							
Jefatura, Secretaría y Dirección	57.2 m2	6 l/d/m2	343.2							
Grados y Títulos	16.0 m2	6 l/d/m2	96.0							
Archivo	62.3 m2	6 l/d/m2	373.8							
Depósito	9.0 m2	0.5 l/d/m2	4.5							
SS.HH.				4	4					

**REGISTRO**

**NIVEL: 02**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Audiviales	57.0 asientos	3 l/asiento	171.0							
Jefe y Datos	48.2 m2	6 l/d/m2	289.2							
Archivos	131.6 m2	0.5 l/d/m2	65.8							
SS.HH.				4	4					

L/d

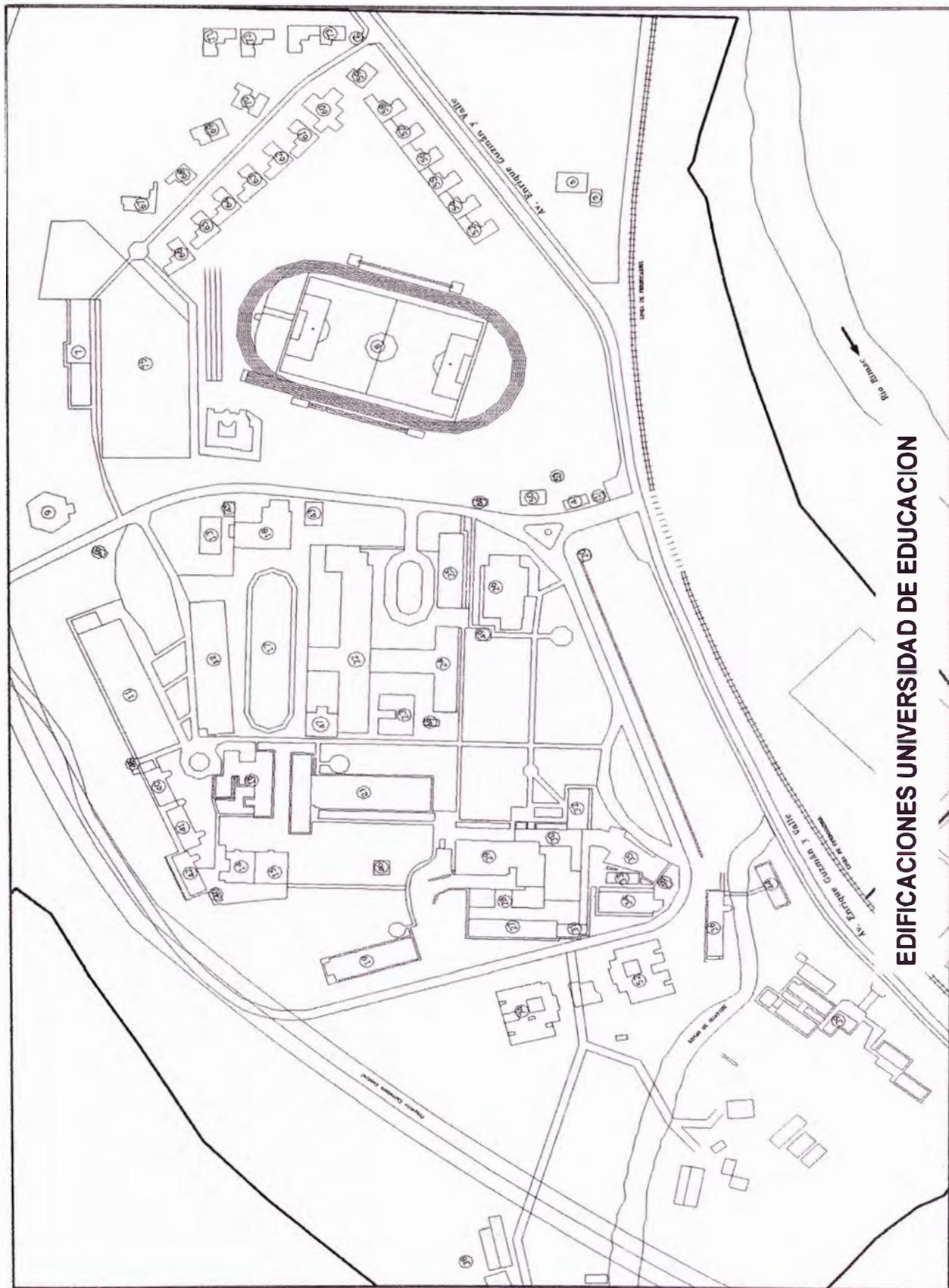
**AREA VERDE**

Ambiente	Metrado	R.N.C.	Dotación (l/día)	Aparatos Sanitarios						
				WC	L	G	UI	UC	D	
Area verde regada con agua potable	7167.8	2 l/m2	14335.7							

Donde:

WC	:	Inodoro
L	:	Lavatorio
G	:	Grifo
UI	:	Urinario Individual
UC	:	Urinario Corrido
D	:	Ducha

La suma total de las dotaciones, nos da : **310507.4 l/día.**



**EDIFICACIONES UNIVERSIDAD DE EDUCACION**

## **ANEXO II**

# **ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0601001	Mejoramiento Planta de Tratamiento				Fecha presupuesto	27/12/2007	
Partida	01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
(001)01.01.01								
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000		Costo unitario directo por :	m2	2.32	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	0.1000	0.0200	12.23	0.24
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.2000	9.85	1.97
								2.21
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	2.21	0.11
								0.11
Partida	01.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km						
(001)01.03.04								
Rendimiento	m3/DIA	MO. 753.8462	EQ. 753.8462		Costo unitario directo por :	m3	27.51	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO			hh	15.0000	0.1592	12.23	1.95
0147010001	CAPATAZ			hh	1.0000	0.0106	13.60	0.14
0147010004	PEON			hh	2.0000	0.0212	9.85	0.21
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0106	10.89	0.12
								2.42
	<b>Equipos</b>							
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3			hm	14.0000	0.1486	161.04	23.93
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3			hm	1.0000	0.0106	109.52	1.16
								25.09
Partida	01.03.02	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL						
(001)01.03.02								
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000		Costo unitario directo por :	m2	1.73	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0067	13.60	0.09
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0667	12.23	0.82
0147010004	PEON			hh	1.0010	0.0667	9.85	0.66
								1.57
	<b>Materiales</b>							
0243160003	MADERA PINO (REGLAS)			p2		0.0300	3.80	0.11
								0.11
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	1.57	0.05
								0.05
Partida	01.05.01.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60						
(001)01.05.01.03	01.05.02.03							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 260.0000	EQ. 260.0000		Costo unitario directo por :	kg	3.35	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0031	13.60	0.04
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0308	12.23	0.38
0147010003	OFICIAL			hh	1.0000	0.0308	10.89	0.34
								0.76
	<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16			kg		0.0600	2.89	0.17
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.0700	2.24	2.40
								2.57
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.76	0.02
								0.02
Partida	01.03.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO						



## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	<b>0601001</b>	<b>Mejoramiento Planta de Tratamiento</b>		Fecha presupuesto	<b>27/12/2007</b>	
<b>Materiales</b>						
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.8500	39.85	33.87
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4900	16.95	8.31
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8.7200	15.12	131.85
0232000029	FLETE TRANSPORTE LOCAL	kg		370.6000	0.22	81.53
0239050000	AGUA	m3		0.2100	1.00	0.21
<b>255.77</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	25.62	0.26
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1.0000	0.3636	6.49	2.36
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.3636	24.60	8.94
<b>11.56</b>						
<b>Partida 01.05.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSAS DE FONDO PISO</b>						
<b>(001)01.05.01.02 (005)04.01.01.02</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>32.43</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	0.8000	0.4571	12.23	5.59
0147010003	OFICIAL	hh	0.8000	0.4571	10.89	4.98
0147010004	PEON	hh	0.4000	0.2286	9.85	2.25
<b>12.82</b>						
<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	2.89	0.75
0202020007	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3/4"	kg		0.1300	2.89	0.38
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	3.80	18.35
<b>19.48</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	12.82	0.13
<b>0.13</b>						
<b>Partida 01.05.02.01 CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA MUROS</b>						
<b>(001)01.05.02.01 (005)04.01.02.01</b>						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m3		<b>378.27</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	0.8000	1.0667	12.23	13.05
0147010002	OPERARIO	hh	0.8000	1.0667	12.23	13.05
0147010003	OFICIAL	hh	0.8000	1.0667	10.89	11.62
0147010004	PEON	hh	4.8000	6.4000	9.85	63.04
<b>100.76</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.8500	39.85	33.87
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4900	16.95	8.31
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8.7200	15.12	131.85
0232000029	FLETE TRANSPORTE LOCAL	kg		370.6000	0.22	81.53
0239050000	AGUA	m3		0.2100	1.00	0.21
<b>255.77</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	100.76	1.01
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	0.5000	0.6667	6.49	4.33
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0.5000	0.6667	24.60	16.40
<b>21.74</b>						
<b>Partida 01.05.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS</b>						
<b>(001)01.05.02.02 (005)04.01.02.02</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>40.07</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	0.8000	0.8000	12.23	9.78
0147010003	OFICIAL	hh	0.9600	0.9600	10.89	10.45
0147010004	PEON	hh	0.3200	0.3200	9.85	3.15

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0601001	Mejoramiento Planta de Tratamiento		Fecha presupuesto	27/12/2007	
		<b>Materiales</b>			<b>23.38</b>	
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1200	2.89	0.35
0202020007	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3/4"	kg		0.2200	2.89	0.64
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.0700	3.80	15.47
						<b>16.46</b>
		<b>Equipos</b>				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	23.38	0.23
						<b>0.23</b>
Partida	01.06.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO CANALES				
(001)01.06.01	(002)02.01.01 (005)04.02.01					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>24.40</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	0.8000	0.3200	12.23	3.91
0147010004	PEON	hh	0.8000	0.3200	9.85	3.15
						<b>7.06</b>
		<b>Materiales</b>				
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0240	16.10	0.39
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.6050	15.12	9.15
0230160032	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE MORTERO CONCRETO CHEMA 1 POLVO	kg		0.3030	6.81	2.06
0232000029	FLETE TRANSPORTE LOCAL	kg		25.7130	0.22	5.66
0239050000	AGUA	m3		0.0090	1.00	0.01
						<b>17.27</b>
		<b>Equipos</b>				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	7.06	0.07
						<b>0.07</b>
Partida	01.06.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS				
(001)01.06.02	(002)02.01.02 (005)04.02.02					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>24.40</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	0.8000	0.3200	12.23	3.91
0147010004	PEON	hh	0.8000	0.3200	9.85	3.15
						<b>7.06</b>
		<b>Materiales</b>				
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0240	16.10	0.39
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.6050	15.12	9.15
0230160032	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE MORTERO CONCRETO CHEMA 1 POLVO	kg		0.3030	6.81	2.06
0232000029	FLETE TRANSPORTE LOCAL	kg		25.7130	0.22	5.66
0239050000	AGUA	m3		0.0090	1.00	0.01
						<b>17.27</b>
		<b>Equipos</b>				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	7.06	0.07
						<b>0.07</b>
Partida	01.07.03	BASTIDORES				
(001)01.07.03						
Rendimiento	u/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : u		<b>313.95</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	12.23	6.12
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.0000	10.89	10.89
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.0000	9.85	9.85
						<b>26.86</b>
		<b>Materiales</b>				
0226050011	ESPARRAGOS 5/8" X 4"	u		8.0000	2.00	16.00
0243040005	MADERA TORNILLO PARA BASTIDORES 4"x6"	p2		26.2500	3.80	99.75



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0601001	Mejoramiento Planta de Tratamiento			Fecha presupuesto	27/12/2007	
0278000052	VALVULA COMPUERTA FIERRO FUNDIDO BRIDA BRIDA DE 6"	u		1.0000	580.00	580.00 600.00	
0337010001	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	3.0000	44.16	1.32 1.32	
Partida (001)01.07.05	01.07.05	BRIDA DE ACERO PARA SOLDAR-ROMPE AGUA DE 6" (150 mm)					
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : u	91.54	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Materiales						
0232000029	FLETE TRANSPORTE LOCAL		kg		7.0000	0.22	1.54
0256010053	BRIDA ACERO PARA SOLDAR ROMPE AGUA DE 6"		u		1.0000	90.00	90.00 91.54
Partida (001)01.07.06	01.07.06	MEDIDOR PARSHALL					
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : glb	750.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Mano de Obra						
0198010149	PARSHALL		glb		1.0000	750.00	750.00 750.00
Partida (004)03.01	03.01	EQUIPO CLORADOR AL VACIO					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb	4,522.50	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Mano de Obra						
0147000035	TECNICO		hh	4.0000	32.0000	12.23	391.36
0198010150	EQUIPO CLORADOR AL VACIO 25 LBS/DIA		glb		1.0000	3,000.00	3,000.00
0198010151	ROTAMETRO DE VIDRIO		glb		1.0000	720.00	720.00 4,111.36
0337010001	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		10.0000	4,111.36	411.14 411.14
Partida (004)03.02	03.02	CILINDROS PARA CLORO 150LBS					
Rendimiento	u/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : u	2,387.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Equipos						
0398010150	CILINDROS PARA CLORO CAPACIDA 150 LBS		u		1.0000	1,519.00	1,519.00
0398010151	SERVICIO DE LLENADO		u		1.0000	868.00	868.00 2,387.00
Partida (001)01.07.01	01.07.01	PLANCHA PVC 1x4.96mx9.8mm.					
Rendimiento	u/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000		Costo unitario directo por : u	1,717.12	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Mano de Obra						
0147000035	TECNICO		hh	1.0000	1.0000	12.23	12.23
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.23	12.23
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	1.0000	10.89	10.89 35.35
	Materiales						
0260000011	PLANCHA DE PVC DE 2.44mx1.20mX9.8mm		pl		2.0000	840.00	1,680.00 1,680.00
0337010001	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	35.35	1.77

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0601001	Mejoramiento Planta de Tratamiento		Fecha presupuesto	27/12/2007		
Partida	01.07.02	PLANCHA PVC 1x4.88mx9.8mm.					
(001)01.07.02							
Rendimiento	u/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : u	1,717.12		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147000035	TECNICO	hh		1.0000	12.23	12.23	
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	12.23	12.23	
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	10.89	10.89	
						<b>35.35</b>	
	<b>Materiales</b>						
0260000011	PLANCHA DE PVC DE 2.44mx1.20mX9.8mm	pl		2.0000	840.00	1,680.00	
						<b>1,680.00</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	35.35	1.77	
						<b>1.77</b>	
Partida	01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO					
(001)01.01.02							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2	1.28		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0200	12.23	0.24	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	10.89	0.22	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0400	9.85	0.39	
						<b>0.85</b>	
	<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg	bis		0.0100	4.00	0.04	
0230990080	WINCHA	u		0.0030	6.00	0.02	
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		0.0200	3.80	0.08	
						<b>0.14</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.85	0.03	
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	0.0200	6.25	0.13	
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0200	6.25	0.13	
						<b>0.29</b>	
Partida	02.02.01	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE DE 0.25x0.40 m					
(002)02.02.01							
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u	331.94		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	12.23	97.84	
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	9.85	78.80	
						<b>176.64</b>	
	<b>Materiales</b>						
0250020008	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE 0.25 X 0.40 m	u		1.0000	150.00	150.00	
						<b>150.00</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	176.64	5.30	
						<b>5.30</b>	
Partida	04.01.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
(005)04.01.01.03	04.01.02.03						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg	3.15		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	12.23	0.35	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	10.89	0.31	
						<b>0.66</b>	

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	<b>0601001</b>	<b>Mejoramiento Planta de Tratamiento</b>			Fecha presupuesto	<b>27/12/2007</b>
		<b>Materiales</b>				
020200007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg	0.0500	2.89	0.14
020302003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kg	1.0500	2.24	2.35
						<b>2.49</b>

## Precios y cantidades de recursos requeridos

Obra	0601001	Mejoramiento Planta de Tratamiento						
Fecha	01/12/2007							
Lugar	150118	LIMA - LIMA - LURIGANCHO						
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Presupuestado S/.		
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	25.0000	12.23	305.75	305.75		
014700023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	28.5100	12.23	348.64	348.76		
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	12.23	12.23	12.00		
014700035	TECNICO	hh	68.0000	12.23	831.64	831.64		
0147010001	CAPATAZ	hh	3.1000	13.60	42.13	40.03		
0147010002	OPERARIO	hh	539.9200	12.23	6,603.27	6,604.52		
0147010003	OFICIAL	hh	285.1800	10.89	3,105.56	3,109.61		
0147010004	PEON	hh	841.3500	9.85	8,287.27	8,286.14		
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.0500	10.89	0.58	0.60		
0198010149	PARSHALL	glb	1.0000	750.00	750.00	750.00		
0198010150	EQUIPO CLORADOR AL VACIO 25 LBS/DIA	glb	1.0000	3,000.00	3,000.00	3,000.00		
0198010151	ROTAMETRO DE VIDRIO	glb	1.0000	720.00	720.00	720.00		
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	63.6300	2.89	183.89	180.08		
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	12.8600	2.89	37.18	37.46		
0202020007	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3/4"	kg	20.8800	2.89	60.34	60.75		
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,154.1100	2.24	2,585.21	2,588.04		
0204000000	ARENA FINA	m3	10.3700	16.10	166.92	168.48		
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3	18.6600	39.85	743.42	743.39		
0205010004	ARENA GRUESA	m3	10.7700	16.95	182.58	182.66		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	445.6700	15.12	6,738.49	6,739.62		
0226050011	ESPARRAGOS 5/8" X 4"	u	80.0000	2.00	160.00	160.00		
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls	0.5000	4.00	2.00	2.00		
0230160032	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE MORTERO CONCRETO CHEMA 1 POLVO	kg	130.9000	6.81	891.40	889.92		
0230990080	WINCHA	u	0.1500	6.00	0.90	1.00		
0232000029	FLETE TRANSPORTE LOCAL	kg	18,278.7100	0.22	4,021.32	4,022.63		
0239050000	AGUA	m3	9.7200	1.00	9.72	10.16		
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	405.2000	3.80	1,539.74	1,540.07		
0243040005	MADERA TORNILLO PARA BASTIDORES 4"x6"	p2	262.5000	3.80	997.50	997.50		
0243160003	MADERA PINO (REGLAS)	p2	0.3300	3.80	1.25	1.21		
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2	1.0000	3.80	3.80	4.00		
0250020008	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE 0.25 X 0.40 m	u	6.0000	150.00	900.00	900.00		
0256010053	BRIDA ACERO PARA SOLD.AR ROMPE AGUA DE 6"	u	1.0000	90.00	90.00	90.00		
0260000011	PLANCHA DE PVC DE 2.44mx1.20mX9.8mm	pl	72.0000	840.00	60,480.00	60,480.00		
0261000013	SOPORTE GALVANIZADO PARA BASTIDORES	u	20.0000	85.00	1,700.00	1,700.00		
0271010030	TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO BB CENT. 6"	m	1.0000	20.00	20.00	20.00		
0278000052	VALVULA COMPUERTA FIERRO FUNDIDO BRIDA BRIDA DE 6"	u	1.0000	580.00	580.00	580.00		
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			792.33	792.33		
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	0.7400	161.04	119.65	119.65		
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	84.5200	34.50	2,916.01	2,915.98		
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.3300	22.09	29.27	29.25		
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.0500	109.52	5.80	5.80		
0349060006	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	169.0400	9.74	1,646.49	1,646.44		
0349060031	CINCEL PARA CORTE DEMOLICION	est	144.6000	4.00	578.40	578.40		
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	9.6800	6.49	62.83	62.84		
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	11.0100	24.60	270.94	270.89		
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	6.25	6.25	6.50		
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	6.25	6.25	6.50		
0398010150	CILINDROS PARA CLORO CAPACIDA 150 LBS	u	2.0000	1,519.00	3,038.00	3,038.00		
0398010151	SERVICIO DE LLENADO	u	2.0000	868.00	1,736.00	1,736.00		
0398010152	MOTOR AGITADOR 1 HP	u	2.0000	1,200.00	2,400.00	2,400.00		
				TOTAL	S/.	119,710.97	119,716.60	
					S/.		119,716.60	

La columna parcial es el producto del precio por la cantidad requerida; y en la última columna se muestra el Monto Real que se está utilizando

## **ANEXO III**

# **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA U.N.E.**  
**PLANTA DE TRATAMIENTO**

**01.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO (m2)**

**Descripción**

Esta partida comprende los trabajos que deben ejecutarse para la eliminación de basura, elementos sueltos, livianos y pesados existentes en el área del terreno, así como de maleza y arbustos de fácil extracción. No incluye elementos enterrados de ningún tipo.

**Unidad de Medida**

Para la eliminación de maleza y arbustos de fácil extracción, la unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), que incluye el corte, la quema y su eliminación, se hará un análisis previo de la cantidad de personal, vehículos y equipo necesario para la limpieza del área. De igual forma se procederá para la eliminación de basura y elementos sueltos y livianos que incluye quema de basura y transporte de desperdicios fuera de la obra.

**Forma de Pago**

El pago se hará por metro cuadrado entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la compensación total por la mano de obra., materiales, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para la ejecución de la partida indicada en el presupuesto.

**01.01.02 TRAZO Y REPLANTEO (m2)**

**Descripción**

Esta partida se refiere al estacado del perímetro total del área a construir, así como la determinación de los diversos niveles requeridos.

El Constructor deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en elementos inamovibles. Los niveles y cotas de referencia indicados en los Planos se fijan de acuerdo a estos y después se verificarán las cotas del terreno, etc.

Los ejes deberán fijarse permanentemente por estacas, balizas, o tarjetas fijas en el terreno, enseguida se marcarán los ejes y a continuación las líneas de ancho de los muros, Así como de la plataforma antisocavante en armonía con los planos que explicitan el número de ejes necesarios para efectuar el trabajo.

El constructor no podrá continuar con los trabajos correspondientes sin que previamente se aprueben los trazos. Esta aprobación debe anotarse en el cuaderno de obra.

El trazo, alineamiento, distancias y otros datos, deberán ajustarse previa revisión de la nivelación de las calles y verificación de los cálculos correspondientes.

Cualquier modificación de los niveles por exigirlos, así circunstancias de carácter local, deberá recibir previamente la aprobación de la supervisión.

#### **Unidad de Medida**

Se medirá por unidad realizada en metros cuadrados ( $m^2$ ). Para el cómputo del área de replanteo no se considerará, las mediciones y replanteo de puntos auxiliares o referenciales.

#### **Forma de Pago**

El pago de la partida se hará metro cuadrado, que incluye los beneficios y leyes sociales de la mano de obra empleada.

<b>01.02.01</b>	<b>DEMOLICION EN MURO DE CONCRETO</b>	<b>(m3)</b>
<b>01.01.02</b>	<b>DEMOLICION DE PISO DE CONCRETO</b>	<b>(m3)</b>

#### **Descripción.**

Se refiere al derribo parcial o total de las estructuras de concreto existentes, incluyendo cimientos y otros bienes que sea necesario eliminar para el desarrollo de los trabajos del proyecto, de acuerdo con lo que indiquen los planos o las especificaciones particulares.

Es necesario cercar los lugares de demolición para salvaguardar la vida de las personas. Por otro lado, se deberá humedecer adecuadamente el material, minimizando las emisiones de polvo que afecten a los trabajadores y las poblaciones aledañas.

#### **Unidad de Medida**

Se medirá por unidad realizada en metros cuadrados ( $m^3$ ). Para el cómputo del área de replanteo no se considerará, las mediciones y replanteo de puntos auxiliares o referenciales.

#### **Forma de Pago**

El pago de la partida se hará metro cúbicos, que incluye los beneficios y leyes sociales de la mano de obra empleada.

<b>03.02.01</b>	<b>EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO ROCOSO</b>	<b>(m3)</b>
-----------------	--	-------------

#### **Descripción.**

Comprenderá toda excavación necesaria para cimentación de estructuras, específicamente para este proyecto la estructura es el floculador.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación sea cual fuese la calidad del material encontrado.

#### **Unidad de Medida**

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ) multiplicando largo, ancho por altura como se muestra al detalle en los planos.

#### **Forma de Pago**

La forma de pago será por metro cúbico excavado, considerando mano de obra incluyéndose beneficios y leyes sociales, el empleo de herramientas manuales expuestas en el presupuesto.

**01.03.02 NIVELACION INT. Y APISONADO (m2)**

**Descripción**

Esta partida consiste en la nivelación con herramientas manuales y apisonado con equipo del fondo de la excavación, según lo indicado en los planos del Proyecto y de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero Supervisor de la Obra.

El Ejecutor realizará los trabajos de nivelación y apisonado, en todo el área excavada y de acuerdo a los niveles indicados en los planos.

El Ejecutor deberá tomar las precauciones necesarias contra derrumbes y deslizamientos, porque de producirse éstos, serán de su entera responsabilidad.

**Unidad de Medida**

El trabajo será medido por metro cuadrado de terreno nivelado y apisonado, el mismo que deberá ser verificado y aceptado por el Ingeniero Supervisor de la Obra. Para tal efecto se calcularán el área que se indica en planos.

**Forma de Pago**

Los trabajos ejecutados se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), aplicando el precio unitario respectivo, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total (mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que sea necesario para la ejecución del trabajo).

**01.03.03 RELLENO CON MATERIAL PROPIO (m3)**

**Descripción**

Comprende la ejecución de trabajos pendientes a rellenar, zanjas o el relleno de zonas requeridas para los niveles de pisos establecidos en los planos.

Se harán rellenos en todos los lugares que los necesitan, siempre y cuando el volumen de lo rellenado no sirva de base o apoyo a un elemento estructural que transmita carga o presiones al suelo y sea, por tanto, susceptible de asentamientos.

Así, deberán rellenarse los costados de las zapatas, pero no sus bases, que en todo caso serán rellenas con un solado de mortero pobre.

La partida relleno con material propio comprende los rellenos a ejecutarse utilizando el material proveniente de las excavaciones de la misma obra.

Como material de relleno se usará el material excedente de excavación, siempre y cuando esté limpio y carezca de materias orgánicas y otras de descomposiciones.

El material de relleno no deberá ser compresible, y en lo posible será homogéneo.

Podrá utilizarse tierra que reúna las cualidades antes mencionadas o tierra con arena, u hormigón del río o canto rodado en caso que no haya material de relleno de excavación que cumpla con las condiciones indicadas.

En todo caso el material de relleno no será más suave que la tierra adyacente y será bien graduada.

**Procedimientos que rigen en el relleno:**

Se verterá el material seleccionado hasta cubrir una capa de 30 cm de espesor como máximo.

Vaciada esta primera capa se apisonará fuertemente y regará abundantemente, hasta lograr que no se produzca hundimientos.

Se irá relleno así en capas sucesivas de 30 cm dejando el volumen bien consolidado.

**Control de calidad:**

La humedad óptima de laboratorio obtenida con la prueba Proctor Modificado, tomando la precaución de que las muestras secadas en el laboratorio antes de efectuar esta prueba, si se verifica que los suelos modifican sus propiedades por efecto del secado. Las pruebas de compactación Proctor serán efectuadas por el inspector o supervisor de la obra. Se hará todo lo posible para que el material tenga la humedad correcta en la cantera antes de la excavación.

Si es necesario añadir más agua, se añadirá al material, regando al terraplén y mezclando uniformemente toda la capa.

**Unidad de Medida**

El trabajo efectuado se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material relleno aprobado por el Inspector o Supervisor de la obra de acuerdo a lo especificado.

**Forma de Pago**

El pago se efectuara al precio unitario del contrato, por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**01.03.04 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/ EQUIPO (m<sup>3</sup>)**

**Descripción**

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesarios para la eliminación del material sobrante proveniente de las excavaciones. En este se incluye la carga del vehículo con el material, su transporte y descarga en el lugar permitido para la acumulación de este material, también se considera el regreso a su puesto de origen.

**Unidad de Medida**

Unidad de Medida: Es el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Forma de Pago**

El pago para la partida eliminación de material sobrante será por metro cúbico (m<sup>3</sup>), aplicando el precio unitario respectivo, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá

compensación total (mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que sea necesario para la ejecución del trabajo).

**01.04.01 CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SOLADO E=4" (m2)**

**Descripción**

Esta partida comprende una cama de apoyo de concreto simple (mezcla 1:8), la misma que sirve para transmitir los esfuerzos al suelo de una manera más uniforme y aislar mejor el refuerzo de acero de la acción oxidante del entorno.

**Método de Medición**

Unidad de Medida: Es en Metros Cuadrados (m<sup>2</sup>)

**Norma de Medición**

Se medirá el volumen del material en sitio antes de excavar.

**Pago**

La obra ejecutada se pagará por Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>), aplicando el costo unitario correspondiente, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total (mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que se requiere para la ejecución del trabajo).

**01.05.01.01 CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 EN LOSA DE FONDO (m3)**

**04.01.01.01**

**01.05.02.01 CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 EN MUROS (m3)**

**04.01.02.01**

**Descripción**

Las especificaciones de este rubro corresponden a las obras de concreto simple y concreto armado, cuyo diseño figura en los planos del proyecto. Complementan estas especificaciones las notas y detalles que aparecen en los planos estructurales así como también, lo especificado en el Reglamento Nacional de Construcciones (NTE-060), en el Reglamento del ACI (ACI 318-99) y las Normas de concreto de la ASTM.

**Materiales:**

**Cemento**

El cemento a utilizarse será el Pórtland tipo V que cumpla con las Normas del ASTM-C 150 e INDECOPI 334.009 Normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.5 Kg (94 lbs/bolsa) en que podrá tener una variación de +/- 1% del peso indicado. Si el contratista lo cree conveniente, podrá usar cemento a granel, para lo cual debe de contar con un almacenamiento adecuado, de tal forma que no se produzcan cambios en su composición y características físicas.

**Agregados**

Las especificaciones concretas están dadas por las normas ASTM-C 33 tanto para los agregados finos como para los agregados gruesos además, se tendrá en cuenta la Norma ASTM-D 448 para evaluar la dureza de los mismos.

**Agregado Fino (Arena)**

Debe ser limpia, silicosa, lavada, de granos duros, resistentes a la abrasión, lustrosa, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves y escamosas, esquistos, pizarras, álcalis y materias orgánicas.

- Se controlará la materia orgánica por lo indicado en ASTM-C 40 y la granulometría por ASTM-C 136, ASTM-C 17 y ASTM-C 117.
- Los porcentajes de sustancias deletéreas en la arena no excederán los valores siguientes:

MATERIAL	PERMISIBLE EN PESO
Material que pasa la malla No. 200 (desig. ASTM C-117)	3
Lutitas, (desig. ASTM C-123, gravedad específica de líquido denso 1.95 )	1
Arcilla (desig. ASTM C-142)	1
Total de otras sustancias deletéreas (tales como álcalis, mica, granos cubiertos de otros materiales, partículas blandas o escamosas y turba) Total de todos los materiales deletéreas.	2
Total de todos los materiales deletéreas.	5

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada y al probarse por medio de mallas Standard (ASTM desig.) C-136, deberá cumplir con los siguientes límites:

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
# 4	100
# 6	95-100
# 8	95-70
# 16	85-50
# 30	70-30
# 50	45-10
# 100	10-0

El módulo de fineza de la arena variará entre 2.50 a 2.90. Sin embargo, la variación entre los valores obtenidos con pruebas del mismo agregado no debe ser mayor a 0.30.

El Ingeniero podrá someter la arena utilizada en la mezcla de concreto, a las pruebas de agregados determinadas por el ASTM, tales como ASTM C-40, ASTM C-128, ASTM C-88 y otras que considere necesario.

El ingeniero hará una muestra y probará la arena según sea empleada en la obra. La arena será considerada apta si cumple con las especificaciones y las pruebas que efectúe el Ingeniero.

### **Agregado Grueso**

- Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto. La piedra deberá estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, marga u otra sustancia de carácter deletérea. En general, deberá estar de acuerdo con las Normas ASTM C-33.
- La forma de las partículas del agregado deberá ser dentro de lo posible angular o semiangular.
- Los agregados gruesos deberán cumplir los requisitos de las pruebas siguientes que pueden ser efectuadas por el Ingeniero cuando lo considere necesario ASTM C-131, ASTM C-88 y ASTM C-127. Deberá cumplir con los siguientes límites

<b>MALLA</b>	<b>% QUE PASA</b>
1 ½"	100
1"	95-100
½"	25-60
# 4	10 máximo
# 8	5 máximo.

El Ingeniero hará muestreo y las pruebas necesarias para el agregado grueso según sea empleado en la obra. El agregado grueso será considerado apto si los resultados de las pruebas están dentro de lo indicado en los Reglamentos respectivos.

En elementos de espesor reducido ó ante la presencia de gran densidad de armadura se podrá disminuir el tamaño de la piedra hasta obtener una buena trabajabilidad del concreto, siempre que cumpla con el slump o revenimiento requerido y que la resistencia obtenida sea la adecuada.

En caso que no fueran obtenidas las resistencias adecuadas, el Contratista tendrá que ajustar la mezcla de agregados por su propia cuenta hasta que los valores requeridos sean los especificados.

### **Agua**

- A emplearse en la preparación del concreto en principio debe ser potable, fresca, limpia, libre de sustancias perjudiciales como aceites, ácidos, álcalis, sales minerales, materias orgánicas, partículas de humus, fibras vegetales, etc.
- Se podrá usar agua del canal adyacente siempre y cuando cumpla con las exigencias ya anotadas y que no sean aguas duras con contenidos de sulfatos. Se podrá usar agua no potable sólo cuando el producto de cubos de mortero (probados a la compresión a los 7 y 28 días) demuestre resistencias iguales ó superiores a aquellas preparadas con agua destilada. Para tal efecto se ejecutarán pruebas de acuerdo con las Normas ASTM C- 109.
- Se considera como agua de mezcla la contenida en la arena y será determinada según las Normas ASTM C-70.

#### **Método de Medición.**

Unidad de Medida: Es el Metro Cúbico (M3)

Norma de Medición: El volumen corresponde al área neta horizontal de contacto del cimientto, multiplicada por la altura media, según corresponda.

**Pago.-** La obra ejecutada se pagará por Metro Cúbico (M3), aplicando el costo unitario correspondiente, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total (mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que se requiere para la ejecución del trabajo).

**01.05.01.02 ENCOFRADOS Y DESENCOFRADOS EN LOSA DE FONDO (m2)**

**04.01.01.02**

**01.05.02.02 ENCOFRADOS Y DESENCOFRADOS EN MUROS (m2)**

**04.01.02.02**

#### **Descripción**

Esta partida se refiere a trabajos de encofrados de la estructura, a fin de dar forma al concreto, que después de haber obtenido esto se reiteraran todos los elementos utilizados.

#### **Método de Ejecución**

El encofrado será típico con madera preparada, de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente con madera para que conserven su rigidez, y el desencofrado se efectuará a los 7 días de vaciado el concreto. El personal no calificado será de la zona.

#### **Método de Medición**

Unidad de Medida: Es el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

Norma de Medición: El trabajo efectuado se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de encofrado y desencofrado, medido directamente sobre la estructura.

### **Pago**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aplicando el costo unitario correspondiente, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total (mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que sea necesario para la ejecución del trabajo).

**01.05.01.03 ACERO F'Y= 4200 KG/CM2 EN LOSA DE FONDO (Kg)**

**04.01.01.03**

**01.05.02.03 ACERO F'Y= 4200 KG/CM2 EN MUROS (Kg)**

**04.01.02.03**

### **Descripción**

El acero es un material obtenido de la fundición en altos hornos para el refuerzo de concreto generalmente logrado bajo las normas ASTM-A-615, A-616, A-617., sobre la base de su carga de fluencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , carga de rotura mínima  $5,900 \text{ kg/cm}^2$ , elongación de 20 cm, mínimo 8%.

### **Varillas de Refuerzo**

Varillas de acero destinadas a reforzar el concreto, cumplirán con las Normas ASTM A-15 (varillas de acero de lingote grado intermedio). Tendrán corrugaciones para su adherencia con el concreto el que debe ceñirse a lo especificado en las normas ASTM A-305.

Las varillas deben ser libres de defectos, dobleces y/o curvas, no se permitirá el redoblado ni endurecimiento del acero obtenido sobre la base de torsiones y otras formas de trabajo en frío.

### **Doblado**

Las varillas de refuerzo se cortarán de acuerdo con lo diseñado en los planos. El doblado debe hacerse en frío. No se deberá doblar ninguna varilla parcialmente embebida en el concreto., las varillas de 3/8", 1/2" y 5/8", se doblarán con un radio mínimo de 2 1/2" diámetro. No se permitirá el doblado ni enderezamiento de las varillas en forma tal que el material sea dañado.

### **Colocación**

Para colocar el refuerzo en su posición definitiva, será completamente limpiado de todas las escamas, óxidos sueltos y de toda suciedad que pueda reducir su adherencia y serán acomodados en las longitudes y posiciones exactas señaladas en los planos respetando los espaciamientos, recubrimientos, y traslapes indicados.

Las varillas se sujetarán y asegurarán firmemente al encofrado para impedir su desplazamiento durante el vaciado de concreto, todas estas seguridades se ejecutarán con alambre recocido de auge 18 por lo menos.

### **Empalmes**

La longitud de los traslapes para barras no será menor de 36 diámetros ni menor de 30 cm. Para las barras lisas será el doble del que se use para las corrugadas.

### **Tolerancia**

Las varillas para el refuerzo del concreto tendrán cierta tolerancia en mayor ó menor, pasada la cual no podrán ser aceptadas.

#### TOLERANCIA PARA SU FABRICACIÓN

En longitud de corte	+/- 2.5 cm
Para estribos, espirales y soportes	+/- 1.2 cm
Para doblado	+/- 1.2 cm

#### TOLERANCIA PARA SU COLOCACIÓN

Cobertura de concreto a la superficie	+/- 6 mm
Espaciamiento entre varillas	+/- 6 mm
Varillas superiores en losas y vigas	+/- 6 mm
Secciones de 20 cm de profundidad ó menos	+/- 6 mm
Secciones de mas de 20 cm de profundidad	+/- 1.2 cm
Secciones de mas de 60 cm de profundidad	+/- 2.5 cm

La ubicación de las varillas desplazadas a más de un diámetro de su posición y/o excediendo las tolerancias anteriormente indicadas ya sea para evitar la interferencia con otras varillas de refuerzo, conduit o materiales empotrados, está supeditada a la autorización del Ingeniero Supervisor.

### **Unidad de Medida**

Es Kilogramos (KG). El peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleados por sus respectivas densidades, según planillas de metrados.

### **Forma de Pago**

La obra ejecutada se pagará por Kilogramo (KG), aplicando el costo unitario correspondiente, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total (mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que se requiere para la ejecución del trabajo).

**01.06.01 TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE EN LOSA DE FONDO**

**02.01.01**

**(m2)**

**04.02.01**

**01.06.02 TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE EN MUROS**

**02.02.02**

**(m2)**

**04.02.02**

### **Descripción**

Esta sección comprende trabajos de acabados factibles de realizar en muros y otros elementos, con el uso de impermeabilizante (aprobado por el Ingeniero Supervisor de la Obra) a fin de evitar toda filtración que se pueda producir por los intersticios del concreto.

### **Método de Construcción**

Las superficies se rascarán, limpiarán de todo tipo de suciedad elementos extraños y fundamentalmente grasas; finalmente se humedecerán antes de aplicar el mortero.

Inicialmente se harán cintas de mortero preparadas con impermeabilizante para conseguir superficies planas y derechas. Serán de mezcla de cemento tipo V – arena, en proporción 1:5, espaciadas cada 1.50m, como máximo, comenzando lo mas cerca de las esquinas. Se controlará el perfecto aplomo de las cintas, empleando plomada de albañil; las cintas sobresaldrán el espesor máximo de tarrajeo.

Se emplearán reglas de madera bien perfiladas que se correrán sobre las cintas. Que harán las veces de guías, comprimiendo la mezcla contra el parámetro a fin de aumentar su compactación, logrando una superficie pareja y completamente plana sin perjuicio de presionar la paleta al momento de allanar la mezcla del tarrajeo.

Las superficies de los elementos estructurales que no garanticen una buena adherencia del tarrajeo, recibirán previamente en toda su extensión un pañeteado con mortero de cemento y arena gruesa en proporción 1:5, preparado con impermeabilizante, que será arrojado con fuerza para asegurar un buen agarre, dejando el acabado rugoso para recibir el tarrajeo final, el cual deberá ser realizado con mortero de cemento y arena fina en proporción 1:3, igualmente preparado con impermeabilizante.

Se preparará cada vez una cantidad de mezcla que pueda ser empleada en el lapso máximo de 1 hora.

La aplicación del mortero se hará siempre de abajo hacia arriba prensándolo fuertemente y en forma continuada con plancha metálica.

La superficie final deberá tener el mejor pulimento, en la que no se pueda distinguir los sitios en que estuvieron las cintas, no apreciar las huellas de la aplicación de la paleta, ni ningún otro defecto que desmejore el buen acabado.

El curado se hará con agua. La humectación se comenzara tan pronto como el tarrajeo haya endurecido lo suficiente como para no sufrir deterioros, aplicándose el agua en forma de pulverización fina, en la cantidad justa para que sea absorbida.

### **Unidad de Medida**

La unidad de medida es metro cuadrado (M2).

Norma de medición: Se computarán todas las áreas netas a vestir o revocar.



**01.07.05 BRIDA DE ACERO PARA SOLDAR Y EMPERNAR ROMPE AGUA DN  
150 MM (Und)**

**Descripción**

**Campo de aplicación**

La presente es parte de la ISO 7005, por la cual se define un sistema único de bridas, tiene por objeto descubrir las características de las bridas circulares de fundición gris, maleable y dúctil para las presiones nominales siguientes:

Serie 1	Serie 2
ISO PN 10	ISO PN 205
ISO PN 16	ISO PN 6
ISO PN 20	ISO PN 25
ISO PN 50	ISO PN 40

Las presiones nominales de la serie 1 corresponden a las presiones nominales básicas, mientras que aquellas de la serie 2 tienen un campo de aplicación limitado.

La presente parte de la ISO 7005 especifica los tipos de bridas y sus asientos de juntas, las dimensiones, las dimensiones de tornillería, los estados de superficie de los asientos de junta, el marcado, los ensayos, los controles y los materiales.

También se indican las relaciones presión/temperatura referentes a estas bridas.

**Notas**

Cable llamar la atención respecto a la necesidad e hacer referencias a las tablas de relaciones presión/temperatura para las presiones máximas admisibles, y fundamentalmente, al tratarse de las bridas ISO PN 20 e ISO PN 50.

Las dimensiones de las juntas de estanqueidad serán ulteriormente objeto de una Norma Internacional.

**Referencias normativas**

Las normas que figuran a continuación contienen disposiciones que, como consecuencia de la referencia mencionada, constituyen disposiciones valederas para la presente parte e la ISO 7005. Al Proceder a la publicación de esta parte de la ISOO 7005, se encontraban vigentes las ediciones indicados. Dado que todas las normas se encuentran sujetas a revisión, los interesados que han tomado parte en los acuerdos relativos a esta parte de la ISO 7005 quedan invitados a tratar de encontrar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las normas que figuran a continuación. Los miembros de la CEI y de la ISO se encuentran en posesión del registro de las Normas Internacionales

vigentes en un momento dado.

ISO 185 : 1988, Fundición gris de modelo - clasificación.

ISO 887: 1983, Arandelas planos para tornillería métrica - Plano general

ISO 1083: 1987, Fundición de grafito esferoidal- clasificación

ISO 2531 : 1986, Tubos, racores y piezas accesorios de fundición dúctil para canalizaciones con presión.

ISO 5922: 1981, Fundición maleable

ISO 6708 : 1980, Elementos de tubería - definición del diámetro nominal.

ISO 7268 : 1983, Elementos de tubería - definición de la presión nominal.

ASTM A 126 1984, Iron castings for valves, flanges, and pipe fittings.

ASTM A 395 1980, Ferrite ductile iron pressure-retaining castings for use at elevated temperature.

#### Definiciones y designaciones

Para todo cuanto se refiere a la presente parte de la ISO 7005 las definiciones del diámetro nominal (DN) y de la presión nominal (PN) tienen aplicación tal como figuran en las Normas ISO 6708 e ISO 7268, respectivamente.

Nota: En esta parte de la ISO 7005, la presión nominal recibe la designación de ISO PN 11, seguida del número de referencia correspondiente.

#### Forma de Medición y Pago

Se medirá contabilizando la cantidad de bridas correspondientes según el caso. La unidad de medida para las partidas de bridas es la unidad (UND). El precio de la partida incluye la mano de obra, materiales, equipo, herramientas, imprevistos, todo lo necesario para la buena ejecución de la actividad indicada en el presupuesto.

## **ANEXO IV ANALISIS DE AGUA**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

### LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

#### INFORME DE ANÁLISIS N°203-07 LAB N° 20

Solicitante : BACHILLER ROY MARROQUIN STEVES  
Tipo de muestra : Agua superficial  
Procedencia : Acequia - La Cantuta - Chosica  
Fecha de muestreo : 18-09-07  
Fecha de recepción : 19-09-07

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	157	Volumétrico
Conductividad	μS/cm	765	Electrodos
Color	U.C.	< 5	Espectrofotometro Apha
Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> /L	61	Volumétricos
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	400	Volumétricos
pH		6,9	Electrodo
Sólidos totales	mg/L	390	Gravimétricos
Sólidos disueltos	mg/L	365	Gravimétricos
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /L	182	Turbidimétrico
Turbiedad	U.N.T.	4,2	Turbidimétrico
Hierro	mg Fe/L	0,155	Espectrofotométricos
Manganeso	mg Mn/L	0,025	Absorción atómica

(\*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición.

Lima, 26 de Setiembre del 2007

  
ING. ARTURO ZAPATA PAYCO  
JEFE DEL LABORATORIO N° 20

\*Muestra tomada por el solicitante.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

### LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

#### INFORME DE ANÁLISIS N°203-07 LAB N° 20

Solicitante : BACHILLER ROY MARROQUIN STEVES  
Tipo de muestra : Agua superficial  
Procedencia : Acequia - La Cantuta - Chosica  
Fecha de muestreo : 18-09-07  
Fecha de recepción : 19-09-07

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Coliforme fecal	NMP/100 mL	$15 \times 10^{-5}$	Tubos múltiples
Coliforme total	NMP/100 mL	$15 \times 10^{-5}$	Tubos múltiples

(\*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición.

Lima, 26 de Setiembre del 2007



ING. ARTURO ZAPATA PAYCO  
JEFE DEL LABORATORIO N° 20

\*Muestra tomada por el solicitante.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

### LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

#### INFORME DE ANÁLISIS N°270-07 LAB N° 20

Solicitante : **ROY MARROQUIN ESTEVES**  
Tipo de muestra : Agua de acequia  
Procedencia : Universidad Nacional de La Cantuta - Chosica  
Fecha de muestreo : 28-11-07  
Fecha de recepción : 28-11-07

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	METODO
Turbiedad	U.N.T.	10,9	10,8	Turbidimétrico

(\*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición.

**PROCEDENCIA:**

M1: Antes del floculador

M2: Después del floculador

Lima, 29 de Noviembre del 2007



ING. ARTURO ZAPATA PAYCO  
JEFE DEL LABORATORIO N° 20

\*Muestra tomada por el solicitante.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

### LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

#### INFORME DE ANÁLISIS N°274-07 LAB N° 20

Solicitante : **ROY MARROQUIN ESTEVES**  
Tipo de muestra : Agua de acequia  
Procedencia : Universidad Nacional de La Cantuta - Chosica  
Fecha de muestreo : 06-12-07  
Fecha de recepción : 06-12-07

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	METODO
Turbiedad	U.N.T.	3,50	12,80	1,30	1,70	Turbidimétrico

(\*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición.

PROCEDENCIA:

M1: Agua Pretratada  
M2: Agua Coagulada  
M3: Agua Sedimentada  
M4: Agua Desinfectada

Lima, 07 de Diciembre del 2007



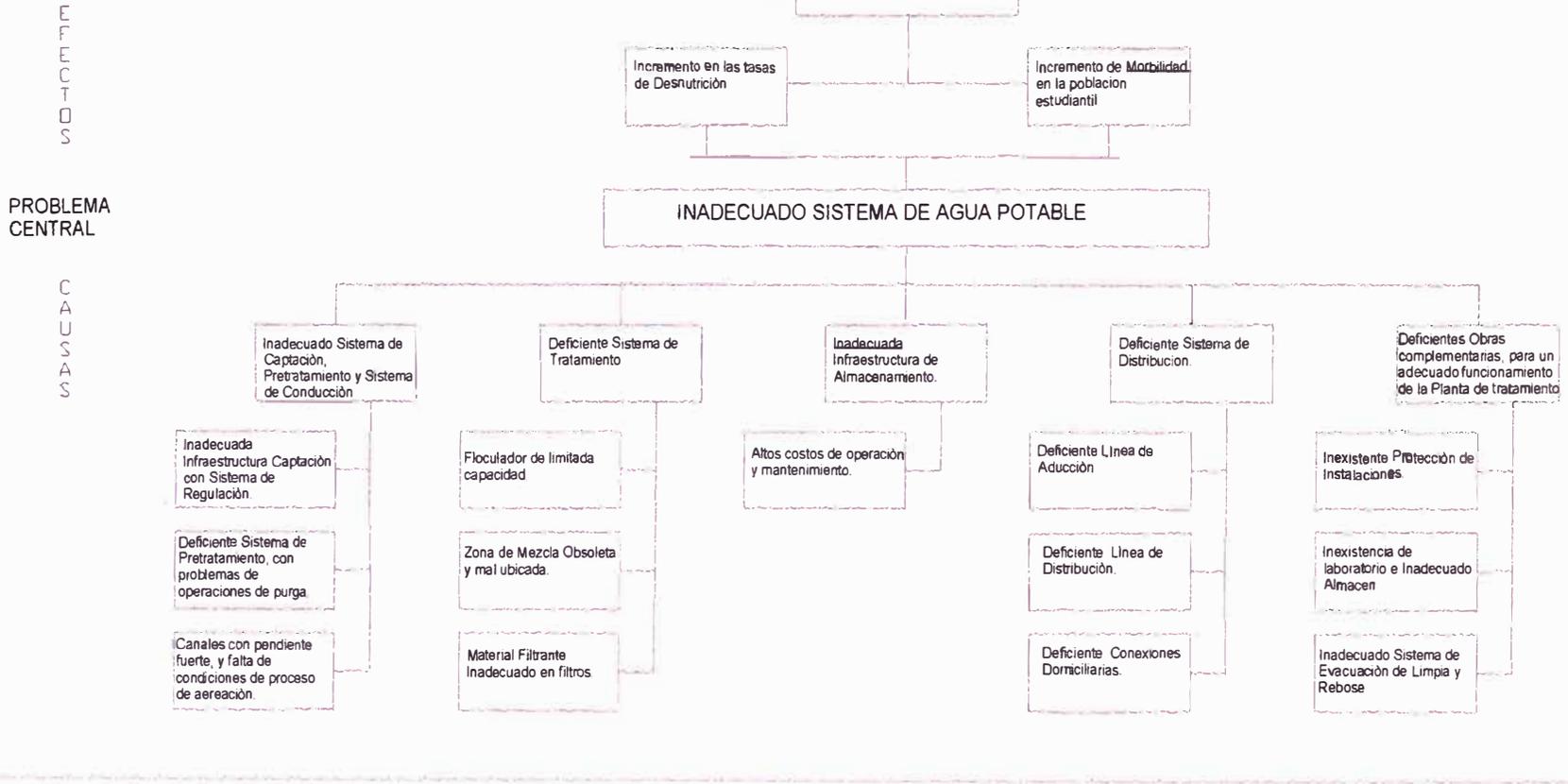
*Arturo Zapata Payco*  
**ING. ARTURO ZAPATA PAYCO**  
**JEFE DEL LABORATORIO N° 20**

\*Muestra tomada por el solicitante.

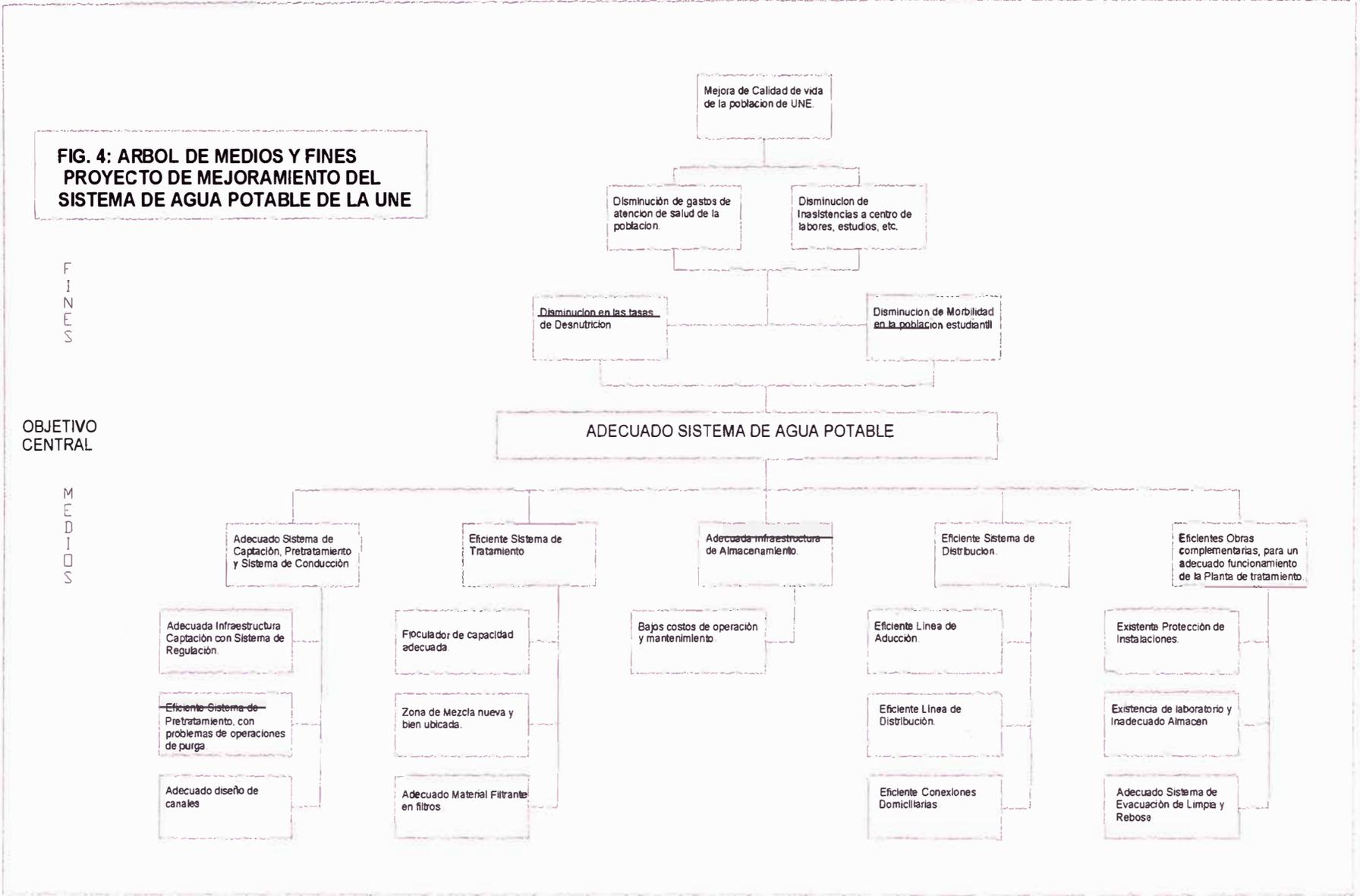
## **ANEXO V**

### **PERFIL EN EL MARCO DEL SNIP**

**FIG. 3: ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS  
PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA UNE**



**FIG. 4: ARBOL DE MEDIOS Y FINES  
PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA UNE**



F I N E S

OBJETIVO CENTRAL

M E D I O S

## FORMULACION Y EVALUACION

### ANALISIS DE LA DEMANDA

#### Dotación

La dotación de agua promedio, calculada por alumno es de 82.87 l/s. El cálculo se presenta en el anexo.

#### Población total

La población actual es de 9448 alumnos. Actualmente esta población es abastecida de agua en su totalidad.

	AÑO	POBLACION
0	2008	9450
1	2009	9569
2	2010	9689
3	2011	9808
4	2012	9928
5	2013	10047
6	2014	10166
7	2015	10286
8	2016	10405
9	2017	10525
10	2018	10644
11	2019	10763
12	2020	10883
13	2021	11002
14	2022	11122
15	2023	11241
16	2024	11360
17	2025	11480
18	2026	11599
19	2027	11719
20	2028	11838

#### Demanda actual

La población actual es atendida completamente a través de la fuente superficial y subterránea

Se utilizó:

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86400} \times \frac{1}{(1 - \% \text{perdidas})}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_m$$

$$Q_{mh} = 2.6 \times Q_m$$

Donde :

$Q_p$  : Caudal promedio (l/s)

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$Q_{mh}$  : Caudal máximo horario (l/s)

### Pérdidas Físicas

El consumo actual calculado en el día es de 783m<sup>3</sup>.

El consumo real en el día varía entre 1000 a 1200m<sup>3</sup>.

Se evidencia un alto porcentaje de pérdidas, por lo cual tomaremos el valor de 25%

Luego la demanda actual es:

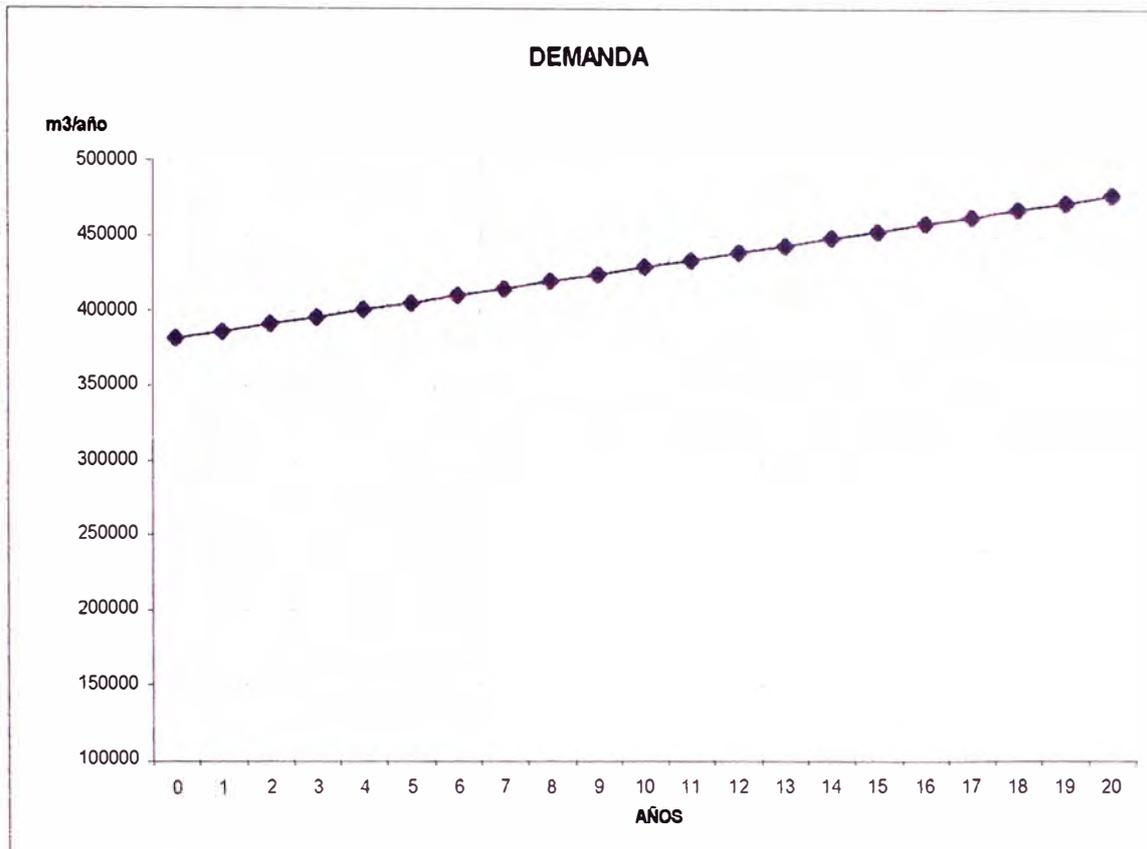
$$Q_p = 12.01 \text{ l/s}$$

$$Q_{md} = 15.61 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 31.23 \text{ l/s}$$

### Proyección de la Demanda:

AÑO	POBLACION (hab.)	DOTACION (l/hab/día)	CONSUMO (l/día)	Qm (l/s)	Qm (m <sup>3</sup> /año)
0	9450	82.87	783121.5	12.1	381119.1
1	9569	82.87	793016.2	12.2	385934.5
2	9689	82.87	802910.9	12.4	390749.9
3	9808	82.87	812805.5	12.5	395565.4
4	9928	82.87	822700.2	12.7	400380.8
5	10047	82.87	832594.9	12.8	405196.2
6	10166	82.87	842489.6	13.0	410011.6
7	10286	82.87	852384.2	13.2	414827.0
8	10405	82.87	862278.9	13.3	419642.4
9	10525	82.87	872173.6	13.5	424457.8
10	10644	82.87	882068.3	13.6	429273.2
11	10763	82.87	891963.0	13.8	434088.6
12	10883	82.87	901857.6	13.9	438904.0
13	11002	82.87	911752.3	14.1	443719.5
14	11122	82.87	921647.0	14.2	448534.9
15	11241	82.87	931541.7	14.4	453350.3
16	11360	82.87	941436.3	14.5	458165.7
17	11480	82.87	951331.0	14.7	462981.1
18	11599	82.87	961225.7	14.8	467796.5
19	11719	82.87	971120.4	15.0	472611.9
20	11838	82.87	981015.1	15.1	477427.3

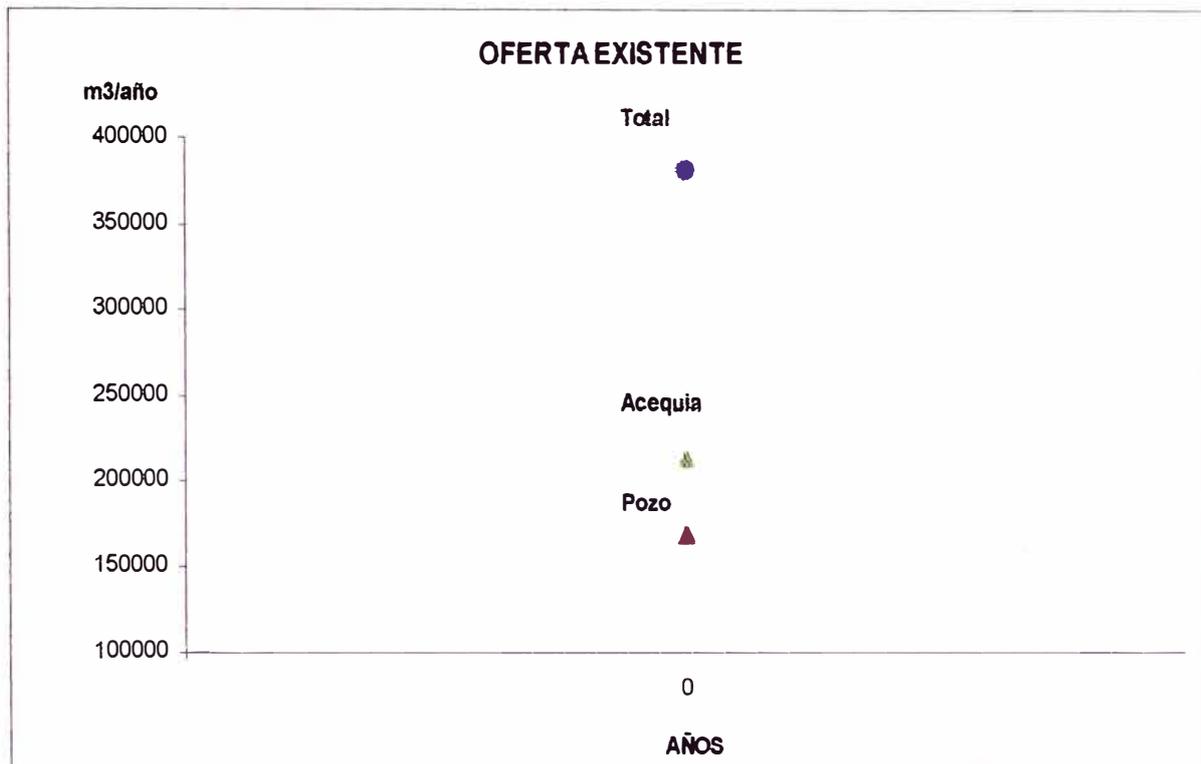


## ANALISIS DE LA OFERTA

### Oferta actual del sistema existente (no optimizado)

Actualmente el sistema de captación está operando de la siguiente manera:

- El pozo funciona 9 horas en el día, con un caudal de producción de 18 l/s
- La planta de tratamiento funciona alrededor de 13.5 horas en el día, con un caudal de producción de 9.5 l/s



Con el tiempo, para poder cubrir la demanda, se va elevando o bien el número de horas de bombeo, o el caudal de captación de la acequia

#### **Oferta del sistema existente optimizado**

A partir del diagnóstico de la infraestructura actual, se determina que:

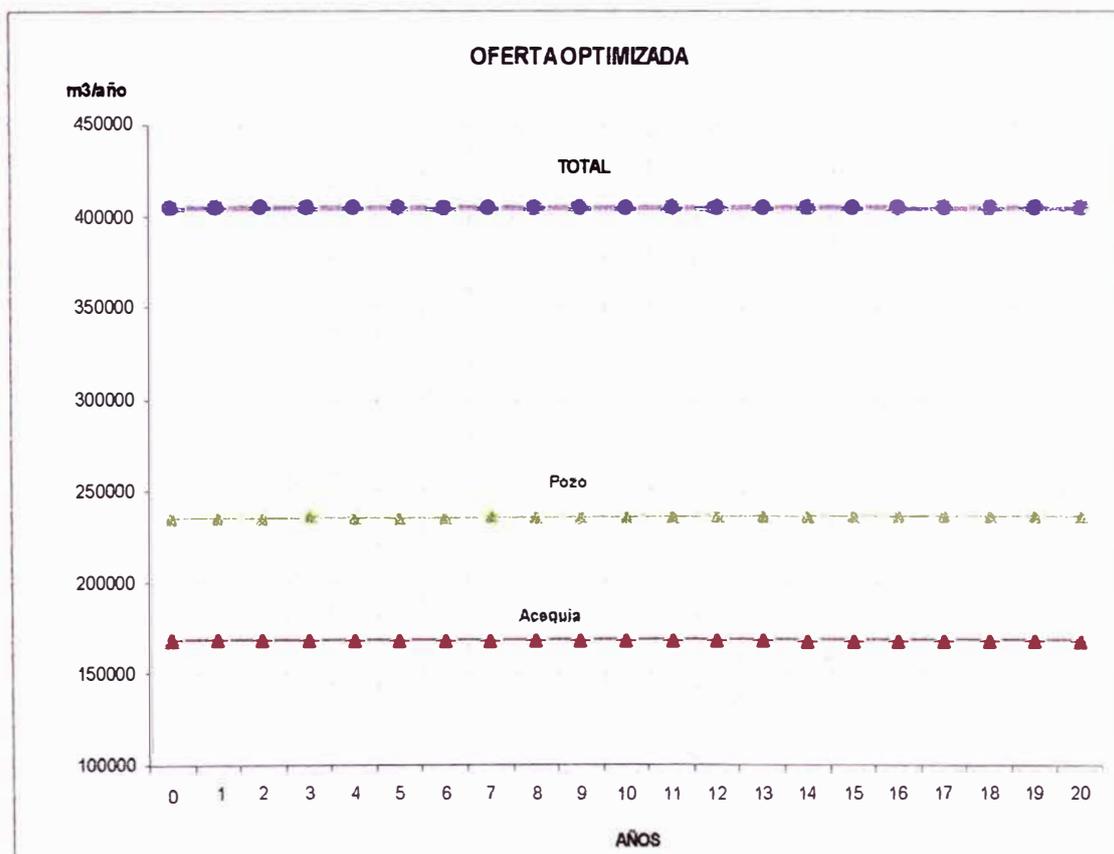
- La Planta de Tratamiento debe trabajar con 8 l/s como máximo, con 16 horas de funcionamiento en el día.
- La bomba del pozo debe trabajar 10 horas en el día, no seguidas, con un periodo de descanso.
- Poner operativo el medidor Parshall, existente en la entrada del floculador.
- Se debe reponer la válvulas y compuertas no operativas.
- Capacitar al personal para utilizar convenientemente todo el sistema.

Bajo estas condiciones, calculamos la oferta existente

AÑO	ACEQUIA (l/s)	ACEQUIA (m3/año)	POZO (l/s)	POZO (m3/año)	TOTAL (m3/año)
0	8	168192	18.00	236520	404712
1	8	168192	18.00	236520	404712
2	8	168192	18.00	236520	404712
3	8	168192	18.00	236520	404712
4	8	168192	18.00	236520	404712
5	8	168192	18.00	236520	404712
6	8	168192	18.00	236520	404712
7	8	168192	18.00	236520	404712
8	8	168192	18.00	236520	404712
9	8	168192	18.00	236520	404712
10	8	168192	18.00	236520	404712
11	8	168192	18.00	236520	404712
12	8	168192	18.00	236520	404712
13	8	168192	18.00	236520	404712
14	8	168192	18.00	236520	404712
15	8	168192	18.00	236520	404712
16	8	168192	18.00	236520	404712
17	8	168192	18.00	236520	404712
18	8	168192	18.00	236520	404712
19	8	168192	18.00	236520	404712
20	8	168192	18.00	236520	404712

Pozo : Q=18 l/s N° horas: 10

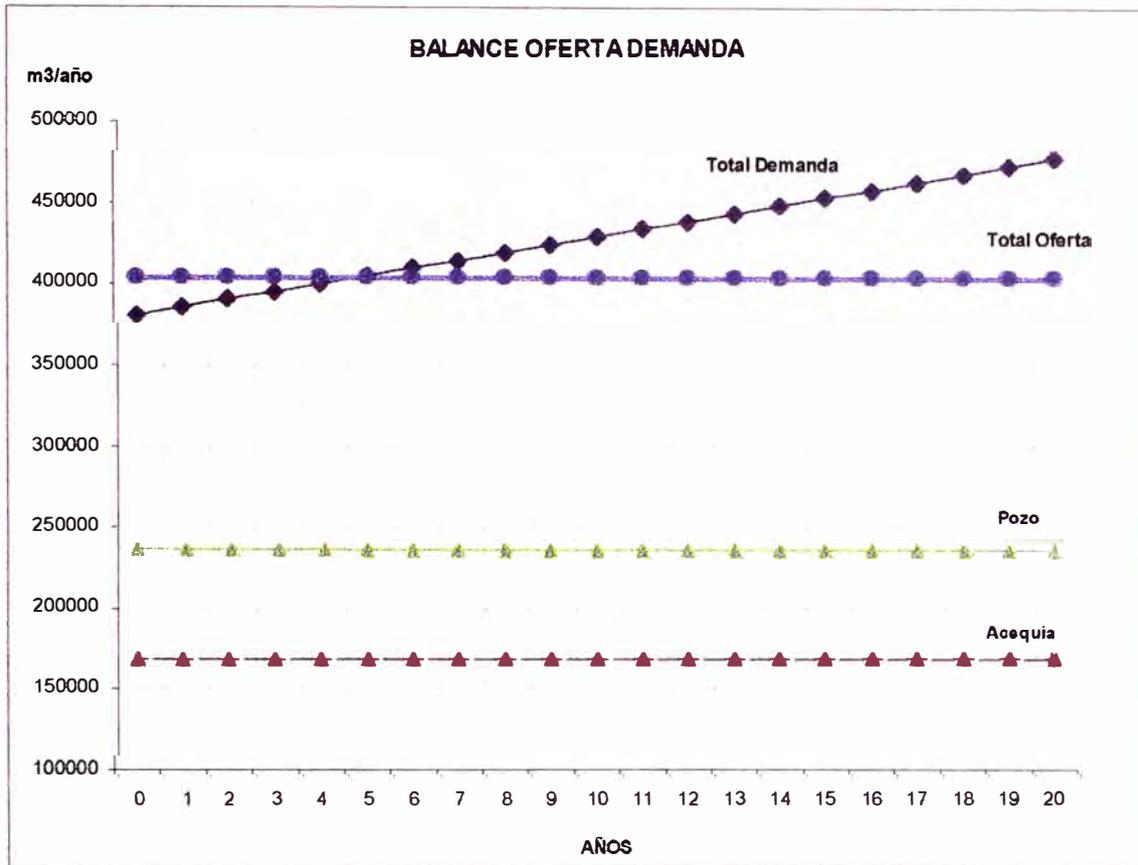
Planta : Q= 8 l/s N° horas: 16



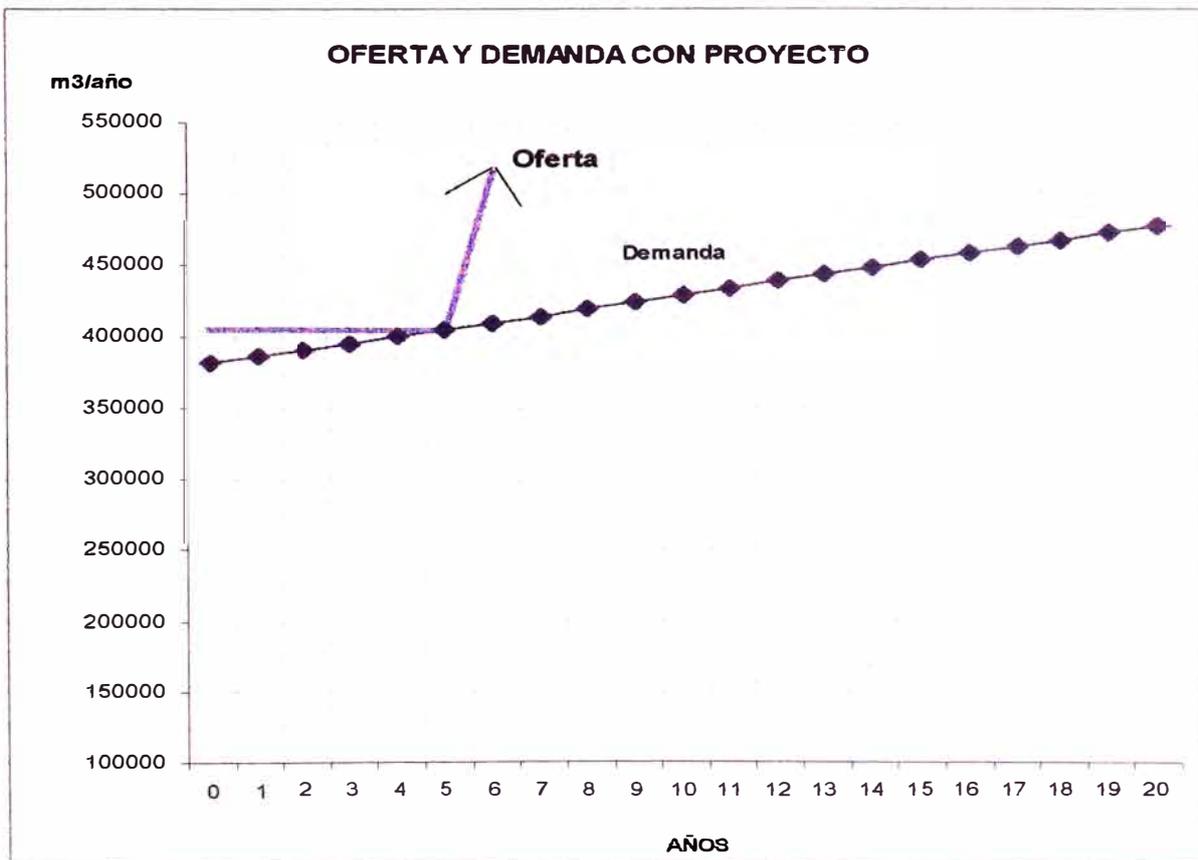
## BALANCE OFERTA DEMANDA

Efectuando la comparación de la oferta y la demanda del servicio actual, y en el horizonte del proyecto, se determina que en el año cinco comenzará a ver un déficit.

<b>AÑO</b>	<b>TOTAL OFERTA (m3/año)</b>	<b>TOTAL DEMANDA (m3/año)</b>	<b>BALANCE DE OFERTA Y DEMANDA (m3/año)</b>
0	404712	381119.1	23592.9
1	404712	385934.5	18777.5
2	404712	390749.9	13962.1
3	404712	395565.4	9146.6
4	404712	400380.8	4331.2
5	404712	405196.2	-484.2
6	404712	410011.6	-5299.6
7	404712	414827.0	-10115.0
8	404712	419642.4	-14930.4
9	404712	424457.8	-19745.8
10	404712	429273.2	-24561.2
11	404712	434088.6	-29376.6
12	404712	438904.0	-34192.0
13	404712	443719.5	-39007.5
14	404712	448534.9	-43822.9
15	404712	453350.3	-48638.3
16	404712	458165.7	-53453.7
17	404712	462981.1	-58269.1
18	404712	467796.5	-63084.5
19	404712	472611.9	-67899.9
20	404712	477427.3	-72715.3



El proyecto buscará cubrir el déficit a partir del año cinco, elevando el caudal de producción de la Planta de Tratamiento, y utilizando el pozo cuando sea necesario.



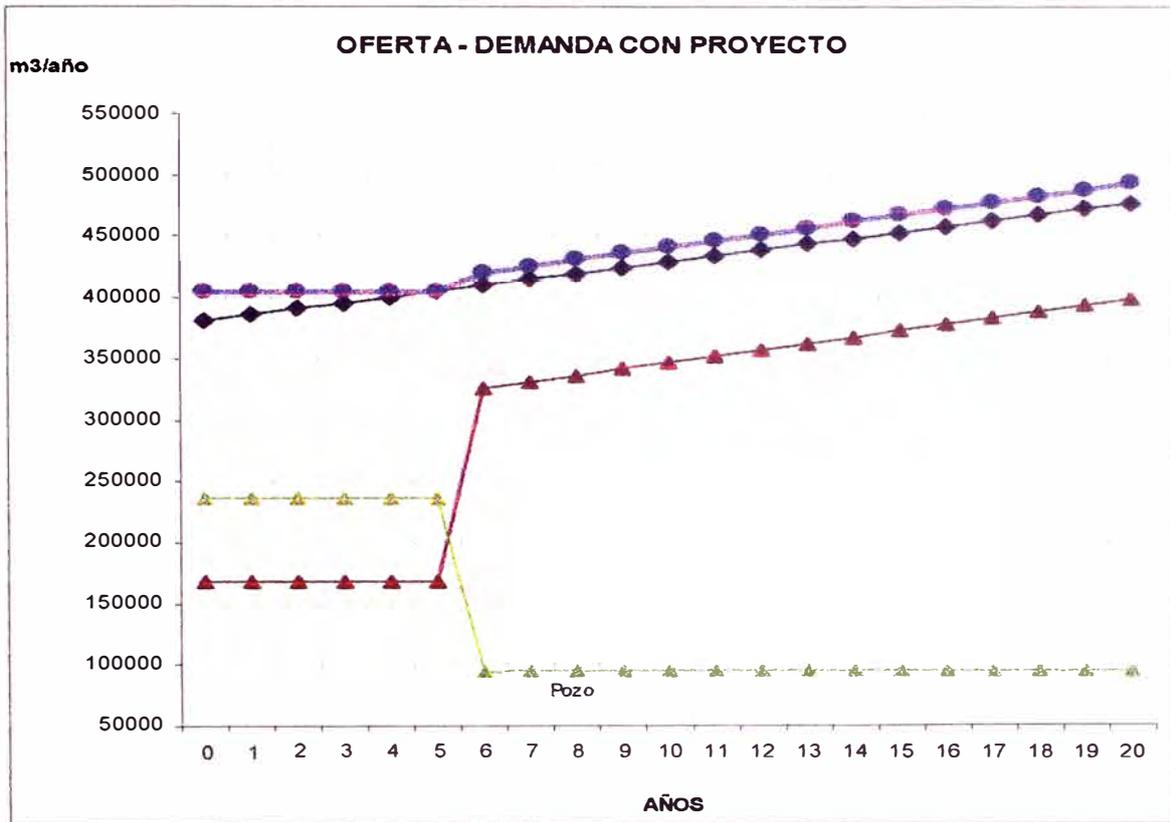
Con el proyecto, la capacidad máxima de producción de la Planta de Tratamiento se elevará 20 l/s, de los cuales se requerirá lo necesario de acuerdo a la demand

AÑO	ACEQUIA (l/s)	ACEQUIA (m3/año)	POZO (l/s)	POZO (m3/año)	TOTAL (m3/año)
0	8	168192	18.00	236520	404712
1	8	168192	18.00	236520	404712
2	8	168192	18.00	236520	404712
3	8	168192	18.00	236520	404712
4	8	168192	18.00	236520	404712
5	8	168192	18.00	236520	404712
6	<b>15.5</b>	<b>325872</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>420480</b>
7	<b>15.8</b>	<b>331128</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>425736</b>
8	<b>16.0</b>	<b>336384</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>430992</b>
9	<b>16.3</b>	<b>341640</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>436248</b>
10	<b>16.5</b>	<b>346896</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>441504</b>
11	<b>16.8</b>	<b>352152</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>446760</b>
12	<b>17.0</b>	<b>357408</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>452016</b>
13	<b>17.3</b>	<b>362664</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>457272</b>
14	<b>17.5</b>	<b>367920</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>462528</b>
15	<b>17.8</b>	<b>373176</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>467784</b>
16	<b>18.0</b>	<b>378432</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>473040</b>
17	<b>18.3</b>	<b>383688</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>478296</b>
18	<b>18.5</b>	<b>388944</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>483552</b>
19	<b>18.8</b>	<b>394200</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>488808</b>
20	<b>19.0</b>	<b>399456</b>	<b>18.00</b>	<b>94608</b>	<b>494064</b>

A partir del año 6:

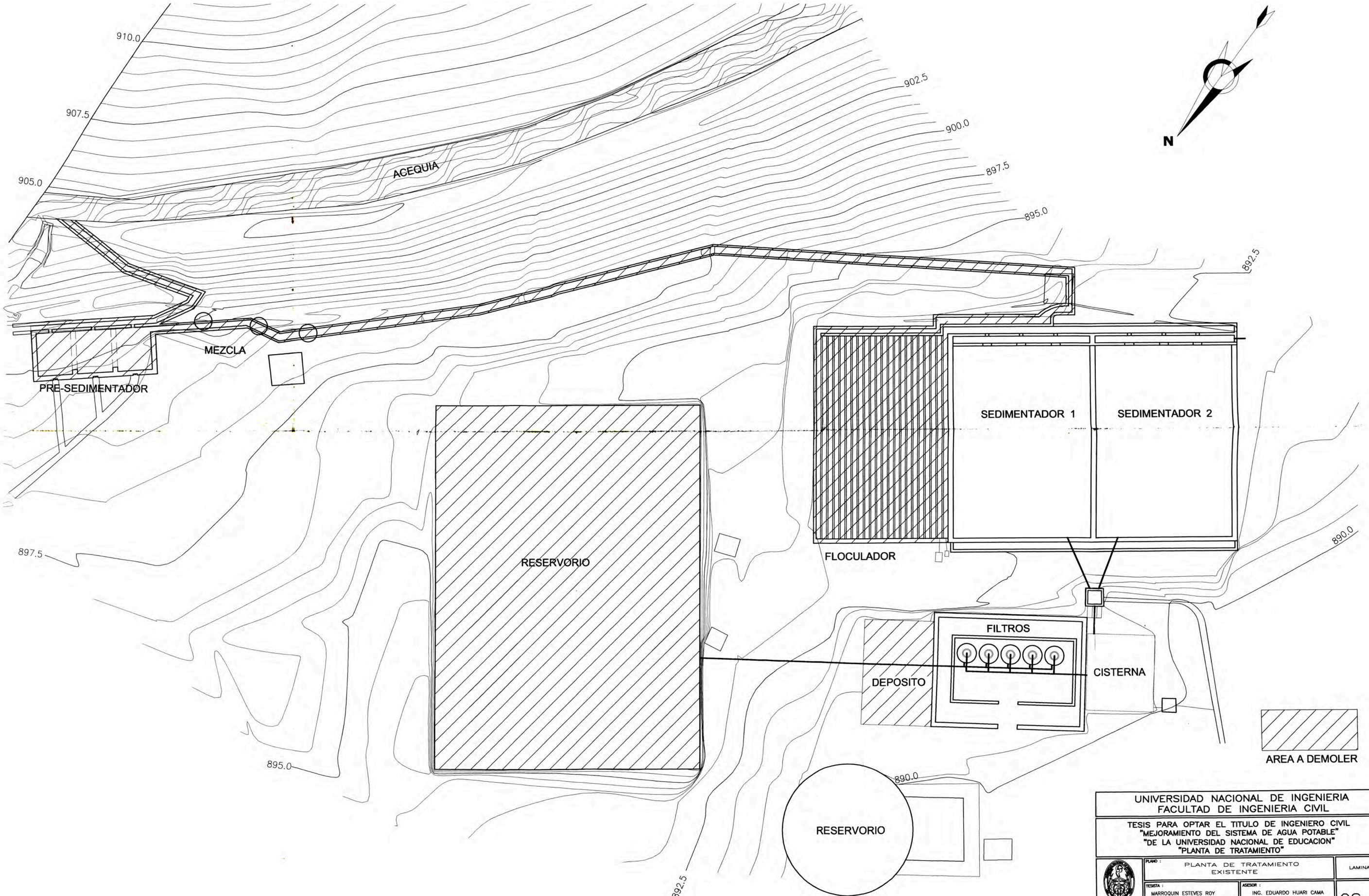
Pozo : Q=18 l/s N° horas: 4

Planta : Q= x l/s Nª horas: 16, donde x varía con la demanda en el tiempo.



## **ANEXO VI**

### **PLANOS**



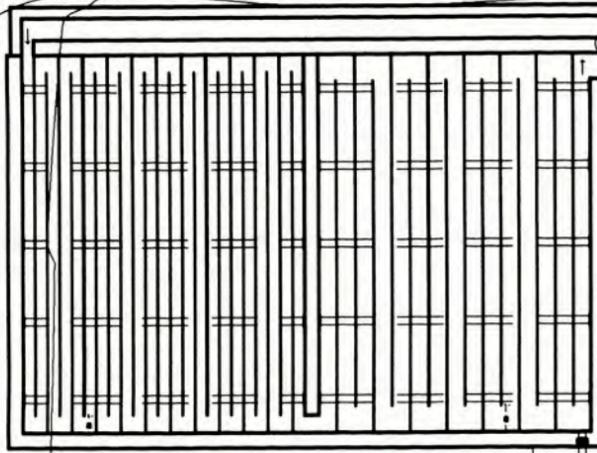
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL "MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE" "DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION" "PLANTA DE TRATAMIENTO"		
PLANO : PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE	LAMINA	
TESISTA : MARROQUIN ESTEVES ROY	ASESOR : ING. EDUARDO HUARI CAMA	
PROFESOR : ROY MARROQUIN ESTEVES	ESCALA : INDICADA	FECHA : DICIEMBRE DEL 2007

OS-1

MEZCLA  
(NUEVO)



892.5



FLOCULADOR  
(NUEVO)

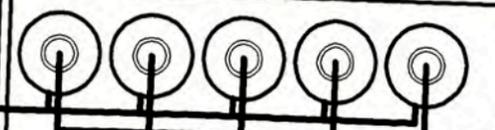


SEDIMENTADOR  
MEJORADO

SEDIMENTADOR  
MEJORADO

890.0

FILTROS MEJORADOS

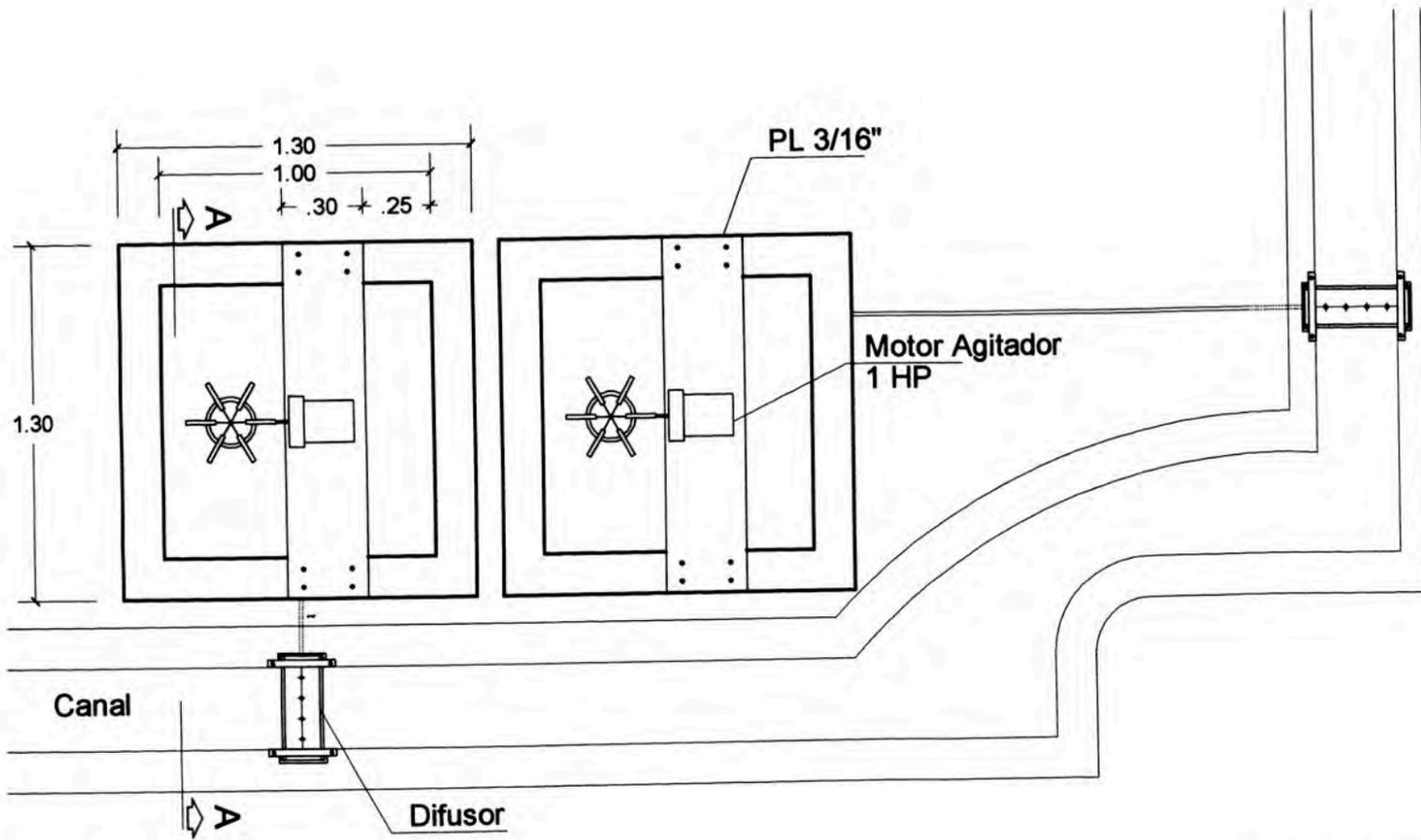


DEPOSITO

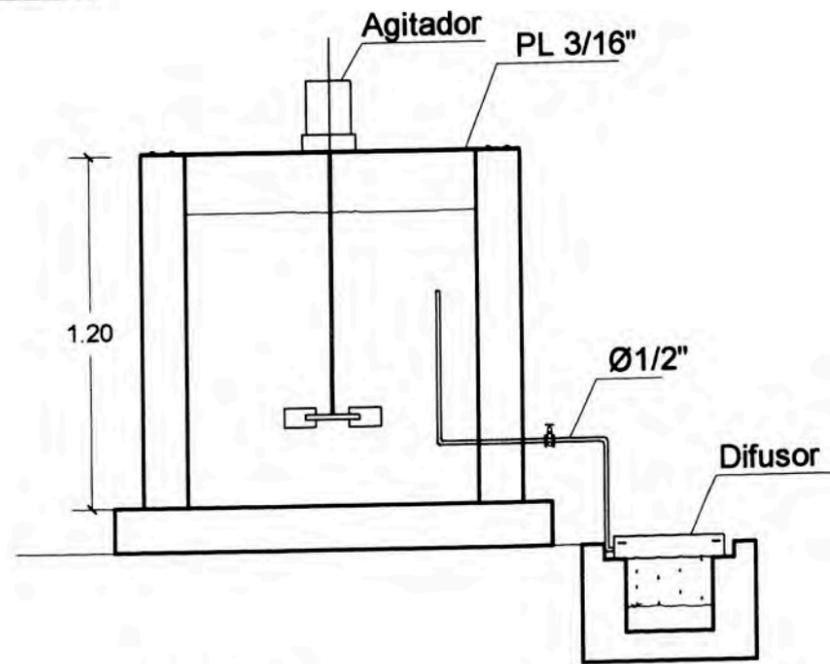
CISTERNA  
48m3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL "MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE" "DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION" "PLANTA DE TRATAMIENTO"		
	PLANO : PLANTA DE TRATAMIENTO PROYECTADA	LAMINA
	TESISTA : MARROQUIN ESTEVES ROY	ASESOR : ING. EDUARDO HUARI C. MA.
PLANTA PROYECTADA	ELABORADO : ROY MARROQUIN ESTEVES	

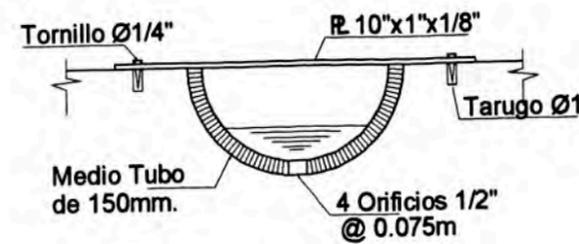
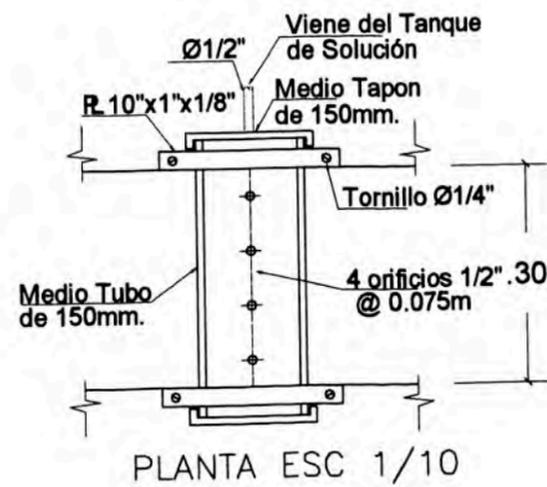




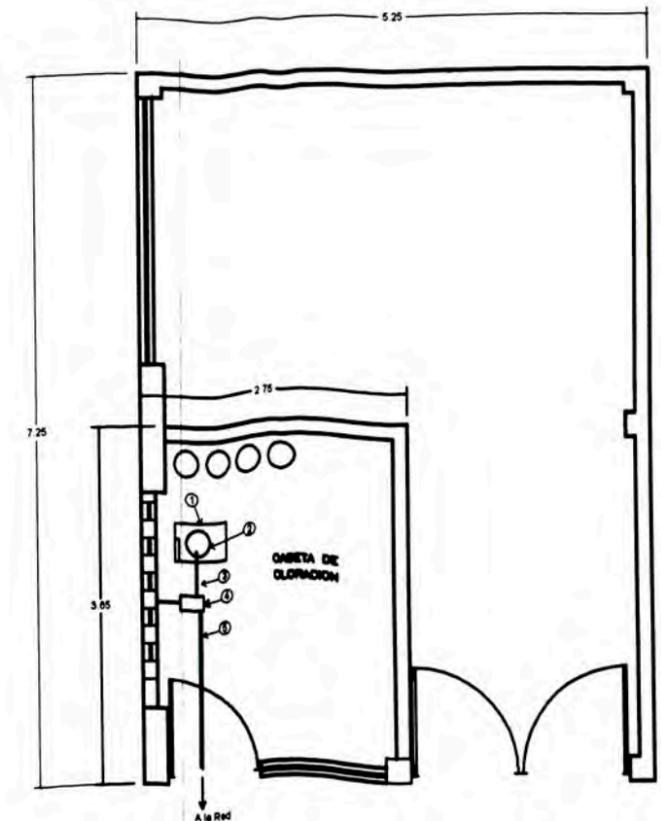
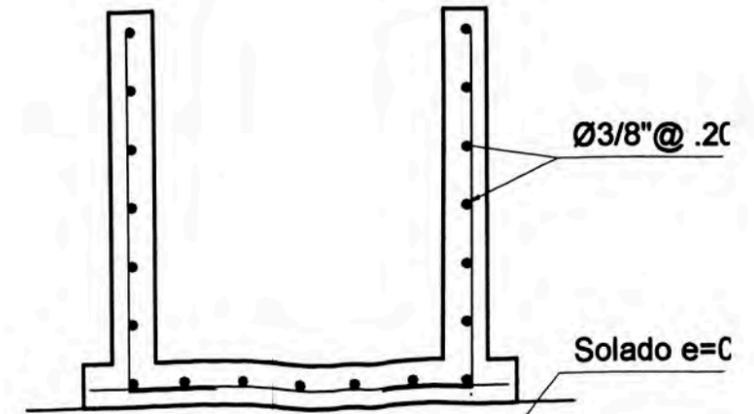
PLANTA  
ESC. 1/25



CORTE A-A  
ESC. 1/25



ELEVACION ESC 1/5  
DETALLE DIFUSOR



NOMENCLATURA

- ① BALANZA 500KG
- ② T. DE CLORO EN USO
- ③ MANGUERA FLEXIBLE 5/8"
- ④ DOSIFICADOR DE CLORO
- ⑤ DIFUSOR DE CLORO

CLORACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL "MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE" "DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION" "PLANTA DE TRATAMIENTO"			
MEZCLADOR	PLANO 1	PLANTA DE TRATAMIENTO MEZCLADOR MECANICO	LAMINA
	TECNICO 1	MAUROQUIN ESTEVES ROY	ASESOR 1 ING. EDUARDO HUARI CAMA
PROFESOR 1	ROY MAUROQUIN ESTEVES	ESCALA 1	INDICADA
		FECHA 1	DICIEMBRE DEL 2007