# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

# "OPTIMIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL TRATAMIENTO ODONTOLÓGICO EN LA CLÍNICA DENTAL DE LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA"

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**:

## INGENIERO MECÁNICO

**JOSÉ LUIS YARMA HUARCAYA**

**PROMOCIÓN 1990 – II**

**LIMA - PERÚ**

**2003**

A mis padres por todo el amor que me dan y por la educación que me han dado muchas gracias y los quiero con toda mi alma.

A mis hermanos por nuestro amor y unidad incondicional y que dure para toda la vida.

A mi esposa e hijos gracias por quererme, por alegrar mis días y por contenerme en los momentos difíciles, sin ustedes yo pierdo el camino, que la vida nos siga manteniendo juntos.

INDICE


| | Pag. |
|---|---|
| PROLOGO | 1 |
| 1.0 INTRODUCCION | |
| 1.1 Antecedentes | 7 |
| 1.2 Objetivo | 12 |
| 1.3 Alcances | 12 |
| 1.4 Limitaciones | 13 |
| 2.0 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA | |
| 2.1 Definición del agua | 16 |
| 2.2 Estado del Agua | 17 |
| 2.3 Propiedades del Agua | 17 |
| 2.3.1 Físicas | 17 |
| 2.3.2 Químicas | 18 |
| 2.4 Características de la molécula del Agua | 19 |
| 2.5 Impurezas y problemas más comunes del agua | 20 |
| 3.0 EQUIPO DE BOMBEO | |
| 3.1 Definiciones Preliminares | 21 |
| 3.1.1 Propiedades de los fluidos | 21 |
| 3.1.2 Leyes Generales | 27 |
| 3.1.3 Relación Presión – Altura | 29 |
| 3.1.4 Ecuación de Continuidad | 30 |
| 3.1.5 Ecuación de Bernoulli | 30 |

3.1.6 Ecuación de la Energía para una bomba 32

3.1.6.1 Ecuación de Darcy – Weisbach 33

3.1.6.2 Ecuación de Hazen – Williams 34

3.1.6.3 Pérdidas de los accesorios 36

3.1.6.3.1 Longitud equivalente 37

3.2 Ventaja de los equipos hidroneumáticos 38

3.3 Principales elementos de los equipos hidroneumáticos 39

3.3.1 Electrobombas 39

3.3.2 Tablero de Control 39

3.3.3 Tanque 40

3.4 Funcionamiento del Sistema Hidroneumático 41

3.5 Bomba en el sistema de tubería 43

3.5.1 Curva de un sistema Bomba – Tubería 45

3.5.1.1 Curva de la Bomba 45

3.5.1.2 Curva del Sistema 46

3.5.2 Punto de Operación de la Bomba 49

3.5.3 Limitaciones en la altura de Succión 50

3.6 Recomendaciones para la construcción del tanque hidroneumático 53

3.6.1 Definición de los volúmenes utilizados 54

3.6.2 Definición de las presiones utilizadas 56

3.6.3 Definición de las alturas utilizadas 56

3.6.4 Relación de volúmenes recomendados para tanque hidroneumático 58

3.6.5 Aspectos Eléctricos 61

3.7 Esfuerzos en recipientes a presión 62

3.7.1 Presión de Operación 64

3.7.2 Presión de Diseño 64

3.7.3 Máxima presión de operación permitida 65

3.7.4 Presión de la Prueba Hidrostática 66

3.7.5 Valores del esfuerzo máximo permitido 66

3.7.6 Eficiencia de las juntas 67

4.0 SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DEL AGUA

4.1 Intercambio Iónico (ablandador de agua) 70

4.2 Regeneración del ablandador 73

4.3 Funcionamiento del Ablandador del Agua 75

4.4 Problemas que el ablandador de agua puede resolver 76

5.0 DETERMINACION DE LA UTILIZACION DE LA TUBERIA DE COBRE

5.1 Uso del cobre en las instalaciones domiciliarias 79

5.2 Cualidades 80

5.2.1 Versatilidad 80

5.2.2 Variedad 81

5.2.3 Uniformidad 81

5.2.4 Relación: Precio / Calidad 82

5.2.5 Caudal/Velocidad de Flujo 82

5.2.6 Estética 83

5.2.7 Rigidez 83

5.2.8 Calificación Profesional 83

5.3 El cobre y el agua potable 84

5.3.1 El cobre y el sabor del agua 85

5.3.2 Efecto bactericida 86

5.4 Diseño de sistemas de tuberías 87

5.5 Especificaciones de la tubería de cobre 90

5.5.1 Tuberías de temple rígido 90

5.5.1.1 Tuberías de cobre rígido tipo "M" 90

5.5.1.2 Tuberías de cobre rígido tipo "L" 91

5.5.1.3 Tuberías de cobre rígido tipo "K" 91

5.5.2 Tuberías de temple flexible 92

5.6 Ventajas de las tuberías de cobre 92

5.6.1 Tuberías de cobre de temple rígido 92

5.6.2 Características generales del tubo de cobre 93

6.0 DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS A UTILIZAR

6.1 Utilización del material de la tubería 97

6.2 Cálculos y Selecciones de Equipos 100

6.2.1 Selección del equipo de bombeo 100

6.2.2 Cálculo del Volumen Total del Tanque Hidroneumático 110

6.2.3 Cálculo del volumen útil 112

6.2.4 Cálculo de las dimensiones de Tanques Hidroneumáticos 113

6.2.5 Volumen Ocupado por la Cámara de Aire en el Arranque y Parada de la Bomba 113
6.2.6 Niveles de Operación del Agua en el Interior del Diámetro Hidroneumático 115
6.2.7 Cálculo del Espesor del Tanque 115
6.2.8 Cálculo de la cabeza ASME Bombeada 118
6.2.9 Selección del Tablero de Alternancia 119
6.2.10 Selección del sistema ablandador 120
6.2.11 Selección del equipo ultravioleta 121
7.0 BENEFICIOS GLOBALES EN EL CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO
7.1 Gastos Iniciales realizados antes del cambio del equipamiento 122
7.2 Análisis de la recuperación de la Inversión a efectuar 126
7.2.1 Demanda 126
7.2.2 Información General 126
7.2.3 Información Específica 129
7.2.4 Oferta 133
7.2.5 Balance Oferta Demanda 137
7.2.6 Competencia 140
7.3 Recuperación de la Inversión para efectuar el cambio de Infraestructura 140
7.3.1 Egresos 140
7.3.2 Ingresos 142
7.3.3 Valor Actual Neto (VAN) 142

7.3.3.1 Regla de Decisión 142

7.3.3.2 COK (Costo de Oportunidad de Capital) 143

7.3.4 Tasa Interna de Retorno 143

7.3.5 Cálculo del VAN y TIR 144

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

APENDICE

PLANOS

# PROLOGO

Es importante conocer y analizar el proceso de desarrollo de los problemas odontológicos en el transcurrir del tiempo. Las costumbres, creencias y los conceptos tradicionales han sido las fuentes de solución de los problemas de salud, cuya existencia perdura en las tribus de la zona selvática, las zonas rurales andinas, los pueblos jóvenes ó barriadas. Sólo han transcurrido 132 años desde que en el Perú se formalizara la odontología como especialidad médica; influencia occidental cuyo desarrollo ha sido realmente vertiginoso.

Las atenciones médicas odontológicas se han convertido hoy en día en la manera de convivir muy importante para los seres humanos debido a las dolencias que resultan por no ser asistido por un especialista, además siendo la estética facial una manera de con llevar la vida juegan un rol protagónico en la sociedad.

La Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) fundada el 22 de setiembre de 1961, como Universidad Peruana de Ciencias Médicas y Biológicas, con carácter de Universidad Particular bajo autorización del Gobierno con Decreto Supremo Nº 18. La Universidad conmemora LXII Aniversario de vida institucional, habiendo logrado un reconocido prestigio y liderazgo en el segmento al cual direcciona sus servicios.

Actualmente la universidad tiene las siguientes Facultades y carreras:

- MEDICINA

  Medicina Humana

  Tecnología Médica:

  Laboratorio Clínico

  Terapia Física y Rehabilitación

  Radiología

  Urgencias Médicas

  Terapia Ocupacional

  Terapia de Audición, voz y lenguaje

  Biomecánica

- CIENCIAS Y FILOSOFIA

  Biología

  Farmacia y Bioquímica

  Ingeniería Informática

  Estadística

  Estadística para la Gestión en Servicios de Salud

  Química

  Física

  Matemáticas aplicadas

  Tecnología en Ciencias:

  Equipos Electromédicos

Ciencias del deporte y Cultura Física

- ESTOMATOLOGIA

  Estomatología (Odontología)

- PSICOLOGIA

  Psicología

- ENFERMERIA

  Enfermería

- EDUCACION

  Educación (sólo en Postgrado)

- SALUD PUBLICA Y ADMINISTRACION

  Administración con Mención en Salud

- VETERINARIA Y ZOOTECNIA

  Medicina Veterinaria y Zootecnia

- CURSOS

  Laboratorio de Tecnología Dental

  Asistente Dental

La Facultad de Estomatología es una unidad estratégica de gestión de la UPCH, que brinda servicios a la comunidad desde su fundación en 1969. En todos estos años de labor interrumpida ha logrado posicionarse en un lugar de vanguardia en el país, en lo que a la especialidad se refiere. La

especialidad de Estomatología abarca el diagnóstico integral de la boca, incluyendo los dientes (Odontología), los labios, la lengua y las encías.

La estructura del Mercado de la educación actual, está fuertemente influenciada por las tendencias mundiales de globalización, de apertura de mercados, de desarrollo incesante de la tecnología y de las comunicaciones, con un fuerte componente de competitividad nacional e internacional.

Esto obliga a las entidades universitarias y a sus facultades a rediseñar y redefinir roles y compromisos, con un nuevo ámbito de acción que comprende una dimensión global.

Las normas de bioseguridad[9] las cuales surgieron para controlar y prevenir el contagio de enfermedades infecto-contagiosas las cuales cobraron mayor importancia con la aparición del virus de inmunodeficiencia humana, también son todas aquellas normas, procedimientos y cuidados que se deben tener a la hora de atender pacientes y/o manipular instrumental contaminado para evitar el riesgo de infectarnos o enfermarnos. Etimológicamente Bioseguridad viene de BIO = vida y SEGURIDAD = libre o exento de riesgo.

Los profesionales de la Odontología están expuestos a una gran variedad de microorganismos desde esporas, bacterias, hongos, virus y protozoarios que pueden estar en la sangre y saliva de los pacientes. Cualquiera de los microorganismos mencionados anteriormente ocasiona una enfermedad infecto-contagiosa, a saber: desde la simple gripe hasta neumonía, hepatitis B, tuberculosis, herpes y el síndrome de inmunodeficiencia adquirida.

El uso de normas efectivas de control y prevención, así como las medidas de protección universal permitirán evitar la contaminación cruzada entre pacientes, personal auxiliar del consultorio y profesional de la Odontología o viceversa.

El presente trabajo está enmarcado para dar atención odontológica utilizando el tratamiento de agua blanda en el paciente dando como resultado una seguridad en asepsia, utilizando las normas de bioseguridad y un alto grado de confiabilidad para evitar los microorganismos que pueda digerir el usuario externo e interno durante la atención.

Se describe en forma breve conceptos básicos durante los capítulos iniciales para luego ser empleados en el Capitulo VI “Diseño y Selección

del Equipos a Utilizar" posteriormente se realiza un análisis de mercado y económico para tomar la decisión sobre la ejecución del proyecto.

# CAPITULO 1

## 1.0 INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

La Facultad de Estomatología dentro de su estrategia de crecimiento viene ampliando la cobertura de sus servicios, implementando nuevos desarrollos, ofertando nuevos servicios y consolidando sus servicios actuales. Este crecimiento mayor, de un lado, posibilita que los servicios se brinden a un número mayor de personas, y de otro lado los obliga a expandir la oferta.

En este contexto se torna imprescindible dotar a la Facultad de Estomatología un marco de renovación en sus instalaciones, que a su vez posibiliten contar con infraestructura adecuada a las particulares características de la Facultad, creando las condiciones que permitan

generar un mayor desarrollo, así como el cumplimiento de sus objetivos estratégicos y de sus ideas rectoras. Inicialmente la Clínica Dental realizaba las atenciones odontológicas por medio del abastecimiento de agua hacia las unidades dentales con dos electrobombas de volumen variable de caudal 140 GPM (galones por minuto) altura dinámica 120 pies y potencia 9 HP y tubería de hierro galvanizado siendo filtrado antes del consumo, creando un clima de desconfianza durante la atención odontológica concluyendo en la deserción de paciente en el número de 66 mensuales haciendo decaer las 8,000 atenciones mensuales (ver Capitulo VII; 7.2.4) sumando además las condiciones escasas de asepsia y bioseguridad dando como resultado problemas económicos, figura N° 1.

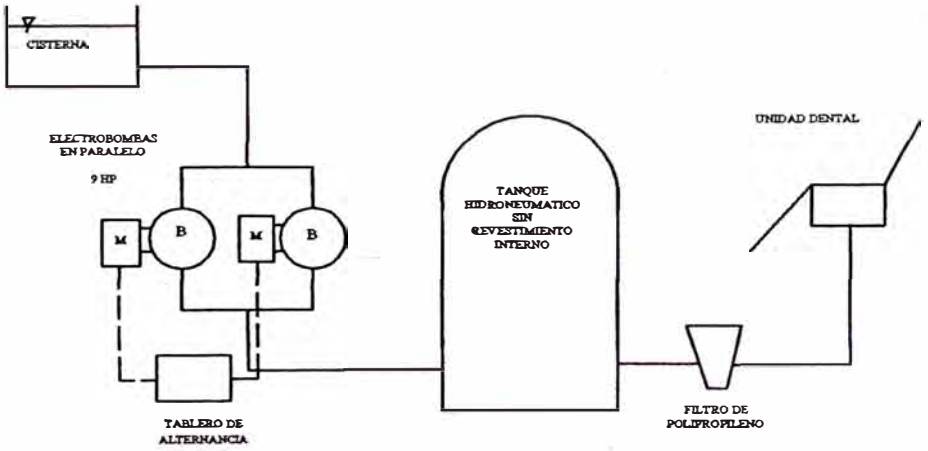



Figura N° 1

Instalación de agua blanda para el tratamiento odontológico que no cumple con las condiciones de asepsia

El informe comprende resolver el problema de incrustación en implantar un sistema de ablandamiento del agua transportando a través de tubería de cobre hacia las unidades dentales y dar como resultado final la construcción de instalaciones modernas para los servicios académicos superando el problema de los constantes atoros, obstrucciones producidos en los instrumentos de atención del médico odontólogo según la instalación descrita anteriormente; la ventaja esencial es dar una atención óptima al cliente interno y externo. El presente informe se enmarca en función de los lineamientos del Plan Estratégico Institucional de la Facultad de Estomatología.

Los instrumentos y equipos utilizados por el odontólogo, durante la atención se describen a continuación:

- Unidad Dental

  Es un sillón con estructura metálica en donde descansa el paciente, las especificaciones técnicas. Apéndice I, figura N° 1.1.

- Caja de Control

  Es la parte fundamental en donde se ubican las conexiones, cañerias y se deposita la pieza de mano de alta velocidad, la pieza de mano baja velocidad y jeringa triple, las especificaciones técnicas. Apéndice I, figura N° 1.2.

- Pieza de mano alta velocidad

  Instrumento ubicado en la caja de control utilizado por el odontólogo para la realización de las obturaciones, perforaciones y luego para la posterior curación o recubrimiento, las especificaciones técnicas. Apéndice I, figura N° 1.3.

- Pieza de mano baja velocidad ( micromotor )

  Instrumento utilizado por el odontólogo para realizar pequeñas curaciones, remodelaciones, desgaste de piezas para luego ser incrustadas, la ubicación es en la caja de control, las especificaciones técnicas. Apéndice I, figura N° 1.4.

- Jeringa Triple

  Instrumento ubicado en la caja de control, utilizado para la limpieza cuando se está realizando la curación y el enjuague durante la atención en la cavidad oral.

- Escupidera

  Es la parte en donde el paciente arroja el esputo cuando se está realizando la curación, las especificaciones técnicas. Apéndice I, figura N° 1.5.

- Lámpara Dental

  Es una lámpara incandescente en el cual ayuda a visualizar al odontólogo la operación o atención al paciente, las especificaciones técnicas. Apéndice I, figura N° 1.6.

- Taburete

  Es la silla en donde el odontólogo se sienta para la comodidad en atención al paciente, las especificaciones técnicas. Apéndice I, figura N° 1.7.

## 1.2 Objetivo

El objetivo principal es implantar un sistema moderno de bombeo del agua blanda para el tratamiento odontológico con el propósito principal de eliminar las obstrucciones y atoros, evitando la incomodidad en la atención del cliente interno y externo procediendo a la realización de una infraestructura adecuada, moderna, y con características particulares a la Facultad de Estomatología de UPCH.

## 1.3 Alcances

El presente informe tendrá los siguientes alcances:

- Tratará sobre los puntos resaltantes para la realización de una especificación técnica del tanque hidroneumático y selección que tendrá el equipamiento estratégico (equipos electromecánicos) para la implementación de la red de agua blanda en la Clínica Dental.

- Se tendrá en base a la infraestructura que actualmente tiene la tubería de hierro galvanizado, cambiando toda la red de agua blanda por tubería de cobre tipo K, los beneficios se encuentran en el capitulo 5 página 79.

- Para la instalación se tendrá en cuenta las Normas de Bioseguridad[9] que se tiene en estos casos.

- Se renovará el equipamiento antiguo para obtener mejoras económicas globales.

- La electrobomba seleccionada será capaz de suministrar agua dura y blanda en toda la clínica, el agua dura será para los servicios higiénicos, jardines, lavaderos que no tengan contacto directo con el paciente y la blanda para el enjuague bucal en la atención.

- Para la selección de la electrobomba se realiza el cálculo durante el abastecimiento de agua dura que sale de la cisterna y llega al tanque hidroneumático, el agua dura y blanda se dividen después en la salida del tanque hidroneumático.

## 1.4 Limitaciones

El presente informe tendrá las siguientes limitaciones:

- No se tratará de tratamientos odontológicos ya que no es parte del estudio de la presente (Ortodoncia, Endodoncia, Exodoncia, Rehabilitación Oral, etc)

- Para el funcionamiento de la Unidad Dental se requiere de aire comprimido para la utilización de los instrumentos odontológicos, red de electricidad para la lámpara dental, red de agua dura utilizado en la escupidera, red de desagüe para el discurrimiento del agua desechada durante la atención ello no será tratado.

- El presente informe comprenderá su estudio desde la salida del agua en la cisterna de almacenamiento ubicado en el sótano siguiendo la red de agua dura a través de las electrobombas, tanque hidroneumático, tanques ablandadores, equipo esterilizador de agua ultravioleta hasta la llegada final en la unidad dental, ver figura Nº 2.

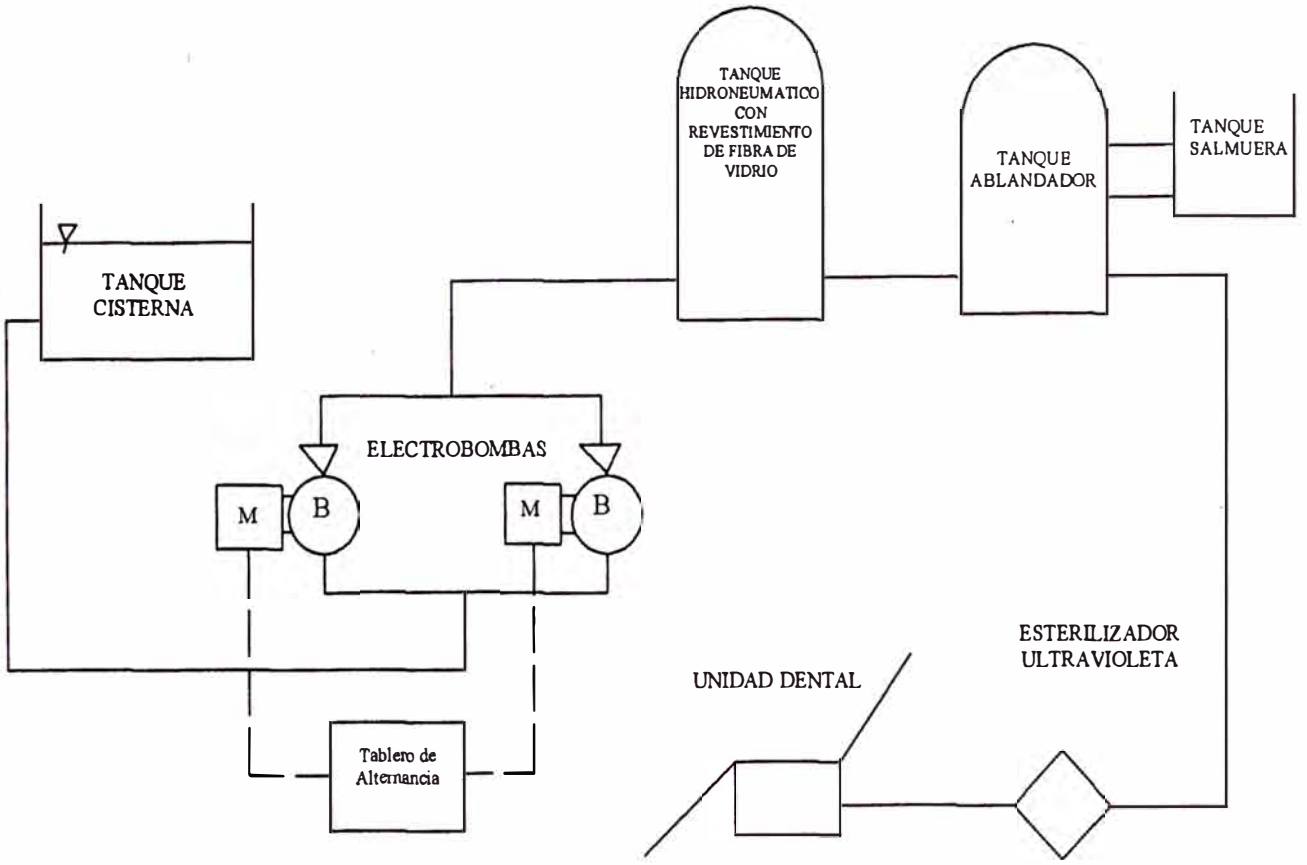



Figura Nº 2 Instalación de producción de agua blanda renovada para el tratamiento odontológico cumpliendo con las condiciones de asepsia

# CAPITULO 2

## 2.0 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA.

### 2.1 Definición del Agua

Agua, sustancia líquida formada por la combinación de dos volúmenes de hidrógeno y un volumen de oxígeno, que constituye el componente más abundante en la superficie terrestre.

Hasta el siglo XVIII se creyó que el agua era un elemento, fue el químico inglés Henry Cavendish (años 1731-1810 D.C.) quien sintetizó agua a partir de una combustión de aire e hidrógeno. Sin embargo los resultados de este experimento no fueron interpretados hasta años más tarde, cuando Lavoisier (años 1743-1794 D.C.) propuso que el agua no era un elemento sino un

compuesto formado por oxígeno y por hidrógeno, siendo su formula

## 2.2 Estado del Agua

El agua es la única sustancia que existe a diferentes temperaturas en los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso, en el planeta se presenta como:

| SÓLIDO | LÍQUIDO | GAS |
|---|---|---|
| Glaciares | Lluvia | |
| Hielo en las superficies de | Rocío | |
| agua en invierno | Lagos | Niebla |
| Nieve | Ríos | Nubes |
| Granizo | Mares | |
| Escarcha | Océanos | |

Tabla N° 1 Estados en que se encuentra el agua en el universo.

## 2.3 Propiedades del Agua

### 2.3.1 Físicas

El agua es un líquido inodoro, incoloro e insípido. A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de fusión del agua pura es de 0ºC y el punto de ebullición es de 100ºC, cristaliza en el sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande al

congelarse, es decir aumenta de volumen, de ahí que la densidad del hielo sea menor que la del agua y por ello el hielo flota en el agua líquida. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4ºC, es de 1g/cc.

Su capacidad calorífica es superior a la de cualquier otro líquido o sólido, siendo su calor específico de 1 cal/g, esto significa que una masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, sin experimentar apenas cambios de temperatura, lo que tiene gran influencia en el clima (las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre. Sus calores latentes de vaporización y de fusión (540 a 100 °C y 80 cal/g 0°C, respectivamente).

### 2.3.2 Químicas

El agua es el compuesto químico más familiar para nosotros, el más abundante y el de mayor significación para nuestra vida. Su excepcional importancia, desde el punto de vista químico, reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en

la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es en solución acuosa. Normalmente se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella.

No posee propiedades ácidas ni básicas, combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas.

## 2.4 Características de la molécula de agua

La molécula de agua libre y aislada, formada por un átomo de Oxigeno unido a otros dos átomos de Hidrogeno es triangular. El ángulo de los dos enlaces (H-O-H) es de 104,5º y la distancia de enlace O-H es de 0,96 A°. Puede considerarse que el enlace en la molécula es covalente, con una cierta participación del enlace iónico debido a la diferencia de electronegatividad entre los átomos que la forman.

La atracción entre las moléculas de agua tiene la fuerza suficiente para producir un agrupamiento de moléculas. La fuerza de atracción entre el hidrógeno de una molécula con el oxígeno de otra es de tal magnitud que se puede incluir en los denominados enlaces de PUENTE DE HIDRÓGENO. Estos enlaces son los que dan lugar al aumento de volumen del agua sólida y a las estructuras hexagonales de que se habló más arriba.

## 2.5 Impurezas y problemas más comunes del agua

Según la Tabla del Apéndice II tabla N° 1 al realizar el sistema de ablandamiento se combatirá la dureza, alcalinidad, sólidos disueltos principales gestores de la fuente de incrustación en las tuberías además para evitar el crecimiento orgánico se realizará anualmente una limpieza química para las resinas.

El agua es utilizada en diferentes procesos en la industria, Apéndice II, tabla 2, se enumera los más utilizados.

# CAPITULO 3

# 3.0 EQUIPOS DE BOMBEO

## 3.1 Definiciones preliminares

### 3.1.1 Propiedades de los fluidos

Son todas aquellas características que identifican a un fluido mediante las cuales se puede identificar y comparar para diferenciar unos fluidos con otros. Dentro de las principales propiedades tenemos:

a) Densidad (ρ)

Es la relación entre la masa y el volumen de un fluido. Su unidad es kilogramo masa por metro cúbico ($kgm/m^3$).

$$\rho = \text{Masa} / \text{Volumen} \qquad (1)$$

b) Peso específico ($\gamma$)

Es la relación entre el peso y el volumen de un fluido. Su unidad es kilogramo fuerza por metro cúbico ($kgf/m^3$).

$$\gamma = \text{Peso} / \text{Volumen} \qquad (2)$$

La relación entre las propiedades anteriores también es a través de la ley de Newton:

$$\gamma = \rho \times g \qquad (3)$$

En donde:

g: Aceleración local de la gravedad.

c) Presión (P)

Se denomina a todo efecto de una fuerza actuando perpendicularmente sobre una superficie a la cual trata de comprimir. Su unidad es el kilogramo fuerza por metro cuadrado ($kgf/m^2$).

d) Temperatura (T)

Es un índice del movimiento molecular del fluido.

Las propiedades mencionadas están muy relacionadas en el comportamiento de los fluidos siendo mucho más

significativo en el comportamiento de los gases o fluidos compresibles. Su unidad es el grado Kelvin (°K).

e) Fuerza (F)

Es la acción de un cuerpo sobre otro, lo cual ocasiona una aceleración sobre el segundo cuerpo, menos que sobre esté se encuentre actuando una acción igual pero puesta, que contrarreste el efecto del primer cuerpo. Su unidad es kilogramo fuerza (kgf).

f) Tiempo (t)

Es una medida en el acontecer de los fenómenos o sucesos. Su unidad es el segundo (s).

g) Inercia

Es la propiedad de la materia que opone resistencia a cualquier cambio en el movimiento del cuerpo.

h) Masa ($m_i$)

Es una medida cuantitativa de la inercia. Su unidad es la masa (kgm).

i) Aceleración de la gravedad (g)

La aceleración en un punto es la razón de cambio de la velocidad con respecto al tiempo, o sea, a = dv / dt. Su unidad es el metro por segundo cuadrado ($m/s^2$).

j) Peso

Es la fuerza que resulta de la atracción que sobre la masa de un cuerpo ejerce un campo gravitacional. Su unidad es kilogramo fuerza (kgf).

k) Energía

Se define como la capacidad de un cuerpo de realizar trabajo, debido a su movimiento o a su configuración. Su unidad es el Joule (J).

l) Caudal (Q)

Es la relación entre el volumen del fluido en una unidad del tiempo. Su unidad es el metro cúbico por el tiempo ($m^3/s$).

$$Q = \text{Volumen} / t \qquad (4)$$

m) Flujo

Se denomina al movimiento de un fluido o también a un fluido en movimiento a través de una reacción y puede ser clasificado en muchas formas siendo las principales:

- Flujo permanente, estacionario o estable

  Es cuando en un punto cualquiera del flujo la velocidades de la sucesivas partículas que ocupa dicho punto es constante e igual en cualquier instante. Se hace extensivo a las propiedades del fluido.

- Flujo permanente, no estacionario, no estable o inestable

  Es cuando sucede todo lo contrario al caso anterior.

- Flujo uniforme

  Es cuando el módulo, la dirección y el sentido de la velocidad no cambia entre un punto a otro dentro de un flujo.

- Flujo no uniforme

  Es cuando sucede todo lo contrario al caso anterior.

- Flujo laminar

  Es cuando las partículas se mueven siguiendo trayectorias paralelas sin cruzarse ni entre cruzarse entre

ellas. El flujo se comporta como si se movieran en planos paralelos adyacentes.

- Flujo turbulento

  Es cuando las partículas se desplazan siguiendo trayectorias caóticas que se cruzan y entrecruzan continuamente.

- Flujo ideal

  Es aquel flujo en donde no existe o no se considera los esfuerzos cortantes por efectos de la viscosidad.

- Flujo Real

  Es cuando sucede todo lo contrario al caso anterior.

- Flujo unidireccional, bidimensional y tridimensional

  Es unidireccional cuando la velocidad puede expresarse en una sola coordenada espacial. Es bidimensional cuando las partículas se desplazan en planos paralelos existiendo la necesidad de utilizar dos ejes coordenados para la identificación de la necesidad y es tridimensional cuando su comportamiento debe analizarse utilizando necesariamente tres ejes coordenados.

- Flujo rotacional

  Es cuando se admite que las partículas fluidas además de su traslación tiene movimiento de rotación alrededor de

sus ejes lo cual origina esfuerzos cortantes adicionales en el flujo.

- Flujo no rotacional

  Cuando solo existe movimiento de traslación de las partículas fluidas.

### 3.1.2 Leyes generales

a) Ley conservación de la masa

La masa de un cuerpo permanece constante durante cualquier cambio químico o físico ordinario al cual se vea sometido dicho cuerpo.

b) 1ra ley de la termodinámica (Ley conservación de la energía)

El principio de la conservación de la energía exige que la energía mecánica total de un sistema permanezca constante en el caso en el que se le someta solamente a fuerzas que dependen de la posición o de la configuración.

c) 2da ley de la termodinámica

Establece que la conservación de calor en trabajo se ve limitada por la temperatura a la que ocurre la transformación. Puede demostrarse que:

1. Ningún ciclo puede ser de mayor eficiencia que un ciclo reversible que funcione entre los límites dados de temperatura.
2. La eficiencia de todos los ciclos reversibles que solamente absorben calor a una sola temperatura constante superior, $T_1$ , y desprenden calor solamente a una única temperatura constante inferior , $T_2$ , debe ser el mismo.
3. Para todos los ciclos de esta clase, la eficiencia es:

$$e = W / Q_1 = ( T_1 - T_2 ) / T_1$$

Donde :

e : eficiencia

W : trabajo externo efectuado sobre el medio circundante durante el cambio de estado

Q : cantidad de calor absorvida por el sistema de los medios circundantes.

d) Ley de la conservación de la cantidad de movimiento

La cantidad del movimiento de un sistema de cuerpos permanece sin cambios, si no hay fuerza externa resultante sobre el sistema.

e) Ley de la atracción mutua ( Gravitación )

Dos partículas se atraen recíprocamente con una fuerza F, directamente proporcionalmente a sus masas m1 y m2, e inversamente proporcionalmente al cuadrado de la distancia r, que las separa ; o sea $F=G\ m_1\ m_2\ /\ r^2$, en la cual, G es la constante gravitacional. El valor de esta constante es $G = 6.673 \times 10^{-11}\ m^3\ /\ kgm\ .\ s^2$ en unidades internacionales.

3.1.3 Relación presión – altura

Para un fluido incompresible en reposo y sometido solamente a la acción de la gravedad, se puede expresar así:

$$Z = P\ /\ \gamma \qquad (5)$$

Donde:

P : Presión a la que está sometida el fluido en estudio ($Kgf/m^2$).

γ : Peso específico del fluido ($Kgf/m^3$).

Z : Altura medida a partir de la superficie del líquido (m).

### 3.1.4 Ecuación de continuidad

Es un caso especial de la ley de la conservación de la masa y se cumple que para flujo permanente e incompresible, es:

$$Q = V A = Cte \qquad (6)$$

Donde:

Q : Caudal ($m^3/s$)

V : Velocidad promedio del fluido (m/s)

A : Area de la sección recta considerada ($m^2$)

### 3.1.5 Ecuación de Bernoulli

Es una forma de la ley de conservación de energía a pesar de las limitaciones que tiene la Ecuación de Bernoulli se emplea cuando el flujo es permanente, no viscoso, unidireccional, las pérdidas son despreciables, incompresible, debe de aplicarse en una misma línea de flujo, debiendo ser además un flujo no rotacional.

La representación de está ecuación expresada en metros es:

$$Z + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} = Cte. \qquad (7)$$

En donde:

Z : Altura medida teniendo como base una línea referencial (m).

V : Velocidad del fluido. (m/s).

g : Gravedad local. ($m/s^2$).

P : Presión del fluido en un punto ($Kgf/m^2$).

γ : Peso específico de fluido ($Kgf/m^3$).

El primer sumando representa la energía debido a la posición de un punto del flujo con respecto a un nivel de referencia se denomina energía potencial, altura geométrica o altura geodésica.

El segundo representa energía de velocidad o energía cinética o altura de velocidad representando la energía que tiene el flujo debido a la velocidad que tiene en el punto considerado, normalmente se utiliza la velocidad media.

El tercer sumando representa la energía de presión, altura de presión o altura estática equivale a la energía que tiene el flujo

en el punto considerado por efectos de la presión que existe en la región considerada.

### 3.1.6 Ecuación de la energía para una bomba

Considerando flujo permanente y con fricción es enunciada de la siguiente manera en dos puntos diferentes del flujo, figura N° 3.

$$Z_1+\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+H_T=Z_2+\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+\quad h_p \qquad (8)$$

En donde:

$Z_1$, $Z_2$ : Altura geodésica de los puntos 1 y 2.

$V_1^2/2g$ , $V_2^2/2g$ : Altura de la energía cinética del punto 1 y 2.

$P_1/\gamma$ , $P_2/\gamma$ : Altura de presión del punto 1 y 2.

$H_T$ : Altura de bombeo.

$h_p$ : Sumatoria de las pérdidas originadas por la tubería y accesorios de la instalación

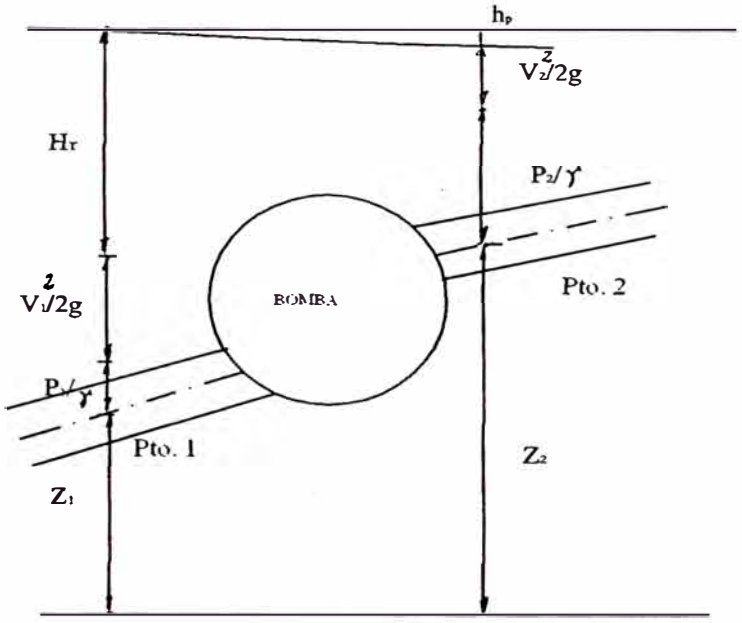



Figura N°3 Diagrama de energía para una bomba

### 3.1.6.1 Ecuación de DARCY – WEISBACH

Cuando se trata de conductos cerrados o tuberías, el único tipo de energía que puede perderse por razón del movimiento del fluido es la energía de presión, ya que la energía cinética debe permanecer constante si el área es invariable (Según la ecuación de continuidad), y la energía potencial solo depende de la posición.

Está pérdida de energía de presión expresada como energía por unidad de peso de fluido es:

$$h_p = f \frac{L}{2gD} V^2 \qquad (9)$$

Donde:

$h_p$ : Energía por unidad de peso pérdida por fricción (m).

$f$ : Factor de fricción de DARCY.

L : Longitud equivalente del tramo de la tubería y accesorios en el cual se pierde $h_p$. (m)

V : Velocidad media del fluido (m/s)

D : Diámetro de la tubería (m)

g : Aceleración de la gravedad ($m/s^2$)

3.1.6.2 Ecuación de HAZEN – WILLIAMS

Una de las ecuaciones empíricas, independientes del análisis de DARCY, más exitosas fue la de HAZEN – WILLIAMS. La forma de está ecuación, planteada en unidades del sistema internacional, es la siguiente:

$$h_p = \frac{10.669 \cdot L \cdot Q^{1.85}}{D^{4.867} \cdot C_{HW}^{1.851}} \qquad (10)$$

Donde:

L : Longitud de la tubería en estudio y de los accesorios del sistema (m).

Q : Caudal del fluido ($m^3/s$)

D : Diámetro de tubería (m)

$C_{HW}$ : Coeficiente de rugosidad de la tubería (ver Apéndice III, Tabla 1).

El coeficiente $C_{HW}$ es una rugosidad relativa media, este coeficiente no es una característica física del tubo. Es por este motivo que la ecuación anterior tiene que estar limitada a ciertas características del fluido y del flujo.

Los límites, establecidos claramente por los dos investigadores son los siguientes:

- El fluido debe ser agua a temperaturas normales.
- El diámetro debe ser superior o igual a 2".
- La velocidad en las tuberías se debe limitar a 3 m/s.

3.1.6.3 Pérdidas de los accesorios

La ecuación para el cálculo de las pérdidas menores de energía causada por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma:

$$h_m = k \frac{V^2}{2g} \qquad (11)$$

Donde:

$h_m$ : Energía por unidad de peso perdida por el accesorio en metros (m).

K : Coeficiente de pérdida menor del accesorio.

V : Velocidad media del flujo en la tubería en metro / segundo (m/s).

g : Aceleración a la gravedad en metro / segundo cuadrado ($m/s^2$).

Por lo general, el valor del coeficiente de pérdidas menores (K) es una constante adimensional cuyo valor refleja la resistencia que posee el fluido con los accesorios.

3.1.6.3.1 Longitud equivalente (Leq)

Al comparar la ecuación de DARCY – WEISBACH y pérdida de accesorios, se sugiere que la relación:

$$k = f \frac{L}{D} \qquad (12)$$

Produce la misma caída de presión en tubo recto que dentro de la conexión o válvula de que se trate. Por lo tanto, la relación L/D, que se puede denominar longitud equivalente expresada en diámetros de tubo de forma recta, puede usarse como otro método para estimar la pérdidas que ocasionan las conexiones y válvulas. En pruebas de laboratorio se ha demostrado que mientras el valor K disminuye a medida que se aumenta el tamaño de las válvulas y conexiones la relación L/D permanece casi constante.

Al multiplicar el valor de la relación L/D por el diámetro (Apéndice IV, tablas 4 al 11), se obtiene como resultado la longitud equivalente

resultado la longitud equivalente de tubo recto que provoca la misma caída de presión.

## 3.2 Ventajas de los equipos hidroneumáticos

Entre los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución de agua a edificios e instalaciones, los equipos hidroneumáticos han demostrado ser una opción eficiente y versátil, con grandes ventajas sobre otros sistemas.

Excelente presión en toda la red hidráulica, mejorando el funcionamiento de lavadoras, filtros, regaderas, llenado rápido de depósitos en excusados, operación de fluxómetros, riego por aspersión, entre otros. Así mismo evita la acumulación de sarro en las tuberías por flujo a baja velocidad.

- No requiere tanques en las azoteas que dan mal aspecto a las fachadas y sobrecarguen la estructura de la construcción.
- No requiere red hidráulica de distribución en las azoteas, quedando libres para diferentes usos, evitando humedades por fugas en la red.

- Totalmente higiénicos ya que no hay tanques abiertos en contacto con el polvo, microbios, insectos y pequeños animales.

## 3.3 Principales elementos de los equipos hidroneumáticos

### 3.3.1 Electrobombas

Las electrobombas utilizadas para abastecer en las industrias y edificios son las centrifugas de alta eficiencia, tienen impulsor cerrado y sello mecánico. Los motores son de marca de reconocida calidad.

### 3.3.2 Tablero de control

Incluyen interruptor termomagnético y arrancador magnético para cada electrobomba. Selector para operar el equipo manual o automáticamente de acuerdo al programa ejecutado por una confiable selección de contactores intercambiable que alterna el trabajo de las electrobombas obteniendo un desgaste uniforme, y coordina las mismas haciendo que trabajen todas al mismo tiempo en caso de que el gasto de agua así lo requiera.

La protección por bajo nivel evita que el equipo funcione cuando no hay agua en la cisterna. Las luces de información permiten un fácil diagnóstico de la operación del equipo. Todo dentro de un gabinete de plancha galvanizada, que protege y permite un fácil acceso.

### 3.3.3 Tanque

Del tipo precargado (membrana) tiene numerosas ventajas sobre los obsoletos tanques tradicionales. No requieren mantenimiento; el agua y el aire están separados por la membrana, al no mezclarse no existe pérdida de aire, por lo que no requiere ningún sistema de reposición de aire tal como compresor o supercargador. Es higiénico y de larga vida, ya que agua y plancha galvanizada no están en contacto, no hay corrosión ni oxidación debido a que existe un revestimiento de fibra de vidrio. En suma, estos tanques son el resultado de una alta tecnología obtenida a través de la evolución y el desarrollo.

## 3.4 Funcionamiento del sistema hidroneumático

Está constituido básicamente por un tanque herméticamente cerrado en el cual se almacena agua y aire a presión con valores convenientes para su distribución y utilización en una red sanitaria.

El aire a presión actúa como elemento elástico (resorte) impulsando la salida del agua contenida en el tanque conforme a los requerimientos de un consumo que se alimenta desde el mismo.

Como consecuencia de la salida del agua contenida en el tanque disminuye la presión interior en el mismo hasta que un proceso de inyección de agua repone la consumida llevando la presión a un nuevo valor y cerrando un ciclo.

Si se agrega una bomba para inyectar agua en el tanque queda configurado el funcionamiento del sistema hidroneumático según la siguiente descripción:

1.- La bomba inyecta agua a presión en el tanque comprimiendo el aire contenido en el mismo.

En un ciclo inicial el tanque está lleno solamente de aire a la presión atmosférica y la entrada de agua comprime el aire interior aumentando la presión hasta llegar a un valor máximo previamente establecido, en donde el presostato (interruptor accionado por la presión en el tanque) detiene el funcionamiento de la bomba.

2.- La salida de agua del tanque (debido a la necesidad del personal ya sea por utilización o consumo) se produce a expensas de la presión acumulada en el mismo (disminución). Cuando se llega a un valor mínimo prefijado, sensado por el presostato, se pone nuevamente en marcha la bomba.

3.- Se completa en esta forma el ciclo del Sistema Hidroneumático, entre la presión máxima en que el presostato detiene la bomba y la presión mínima en la que el presostato la vuelve a poner en marcha comenzando así un nuevo ciclo.

Puede decirse que toda instalación para distribución de agua (uso sanitario, incendio, riego, etc.) puede ser abastecida desde un hidroneumático.

## 3.5 Bomba en el sistema de tubería

De acuerdo con la forma de sus rotores (impulsores), las bombas rotodinámicas se clasifican en:

- Bombas centrifugas (flujo radial).
- Bombas de flujo axial.
- Bombas de flujo mixto.

Para la potencia de entrada y para igual eficiencia, las bombas centrifugas se caracterizan por presentar una presión relativamente alta con un caudal bajo, las bombas de flujo axial generan un caudal alto con una baja presión y las de flujo mixto tiene características que las ubican en un rango intermedio con respecto a los dos casos anteriores.

Tales tipos de bombas pueden ser definidos en forma más explicita utilizando un parámetro dimensional llamado "velocidad específica" (Nq), el cual se expresa como:

$$Nq = (N\ Q^{0.5)} / H^{0.75} \qquad (13)$$

Donde:

Q : Caudal en galones americanos por minuto (gpm)

H : Altura total de la bomba en pies

N : Velocidad rotacional en revoluciones por minuto (rpm)

La expresión para la velocidad específica se encuentra teniendo en cuenta consideraciones de similaridad dinámica, junto con análisis dimensional, dicha velocidad especifica se puede interpretar como la velocidad en revoluciones por minuto para la cual modelos geométricos similares a prototipos de las diferentes clases de bombas operarían para mover un caudal unitario (por ejemplo, 1 gpm) cuando se genera una altura unitaria (por ejemplo, 1 pie). En la siguiente tabla se muestra una clasificación general de las bombas rotodinámicas, tomando como criterio la velocidad específica.

| Tipo de Bomba | Rango de Nq |
|---|---|
| Centrifuga | 500 a 2000 |
| Flujo Mixto | 2000 a 7000 |
| Flujo Axial | 7000 a 15000 |

Tabla N° 2 Tipo de bomba según el número adimensional Nq.

Los rangos anteriores no constituyen límites rígidos; por ello deben interpretarse siempre como una guía rápida para establecer que tipo de flujo es el más probable en una determinada bomba.

Para un diseño de bomba dado, la velocidad específica puede cambiarse si se aumenta o disminuye la velocidad de rotación de la bomba, cuyo valores típicos están dados por las velocidades de los motores: 450, 900, 1800, 3600 rpm.

Para seleccionar la velocidad del motor que mejor se adapte a una determinada bomba, se debe balancear dos factores opuestos. Por un lado, una alta velocidad de rotación implica problemas de desgaste en los cojinetes de ejes, cavitación y trasientes hidráulicos. Sin embargo, ésta velocidad alta podría producir una velocidad específica alta no conveniente, siendo recomendable valores de Nq menores de 2000 (bombas rotodinámicas centrífugas rápidas) se logra un aumento en la eficiencia [6].

### 3.5.1 Curva de un sistema bomba-tubería

#### 3.5.1.1 Curva de la bomba

Las curvas de caudal contra la altura total y contra eficiencia son suministradas por los fabricantes de las bombas. La primera de éstas (Q vs H) se conoce como la curva de la bomba. En la figura Nº 4 se muestra la curva general de la bomba.

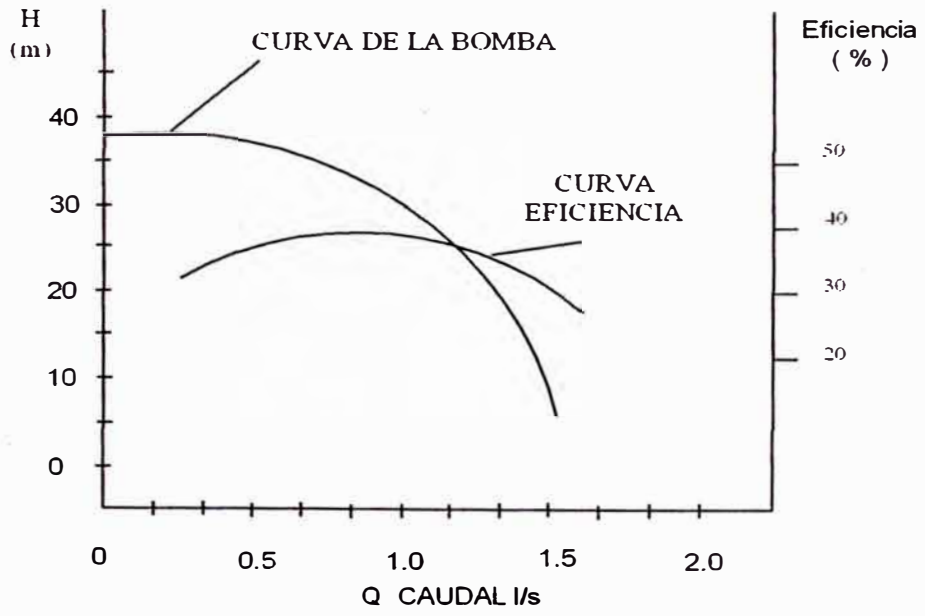



Figura Nº4 Curva de la bomba dada por el fabricante

### 3.5.1.2 Curva del sistema

Cuando queremos seleccionar correctamente una bomba centrifuga, deberemos calcular con precisión la resistencia al flujo del líquido que ofrece el sistema completo a través de todos sus componentes (tuberías + accesorios).

La bomba debe de suministrar la energía necesaria para vencer ésta resistencia que está formada por la altura estática total más las pérdidas en las tuberías y accesorios. La altura estática total es una magnitud que generalmente permanece constante para diferentes caudales, mientras que la resistencia de las tuberías y accesorios varía con el caudal.

La curva del sistema es una representación gráfica de la energía que se necesita proporcionar al fluido para originar diferentes caudales por el sistema de tuberías y accesorios. Tomando como referencia la figura Nº 9, de la ecuación N°8 y 10 para una bomba en el caso del presente informe se tiene:

$$Z_1+\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+H_T=Z_2+\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+\quad h_p$$

En donde:

$Z_1, Z_2$ : Altura geodésica de los puntos 1 y 2, $Z_1 = Z_2$.

$V_1^2/2g, V_2^2/2g$ : Altura de la energía cinética del punto 1 y 2. $V_1^2/2g = V_2^2/2g$

$P_1/\gamma$ : Altura de presión del punto 1.

$P_2/\gamma$ : Altura de presión del punto 2.

$H_T$ : Altura de bombeo.

$h_p$ : Sumatoria de las pérdidas originadas por la tubería y accesorios de la instalación.

La ecuación de Hazen Williams será utilizada para obtener las pérdidas $h_p$

$$H_T = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{10.669 \cdot L \cdot Q^{1.85}}{D^{4.87} \cdot C_{HW}^{1.851}} \qquad (14)$$

La anterior ecuación indica que altura de bombeo ($H_T$) crece en forma exponencial con el caudal (Q). La forma final de la ecuación depende de las características físicas de la tubería (longitud, accesorios, diámetro, rugosidad absoluta, etc.). Para construir la curva del sistema, el diseñador selecciona una serie de valores de $H_T$ y de la última ecuación obtiene los valores correspondientes de caudal. Las parejas de puntos se llevan a un gráfico de H vs Q, la cual se conoce como la curva del sistema.

Su forma general se muestra en la figura Nº 5.

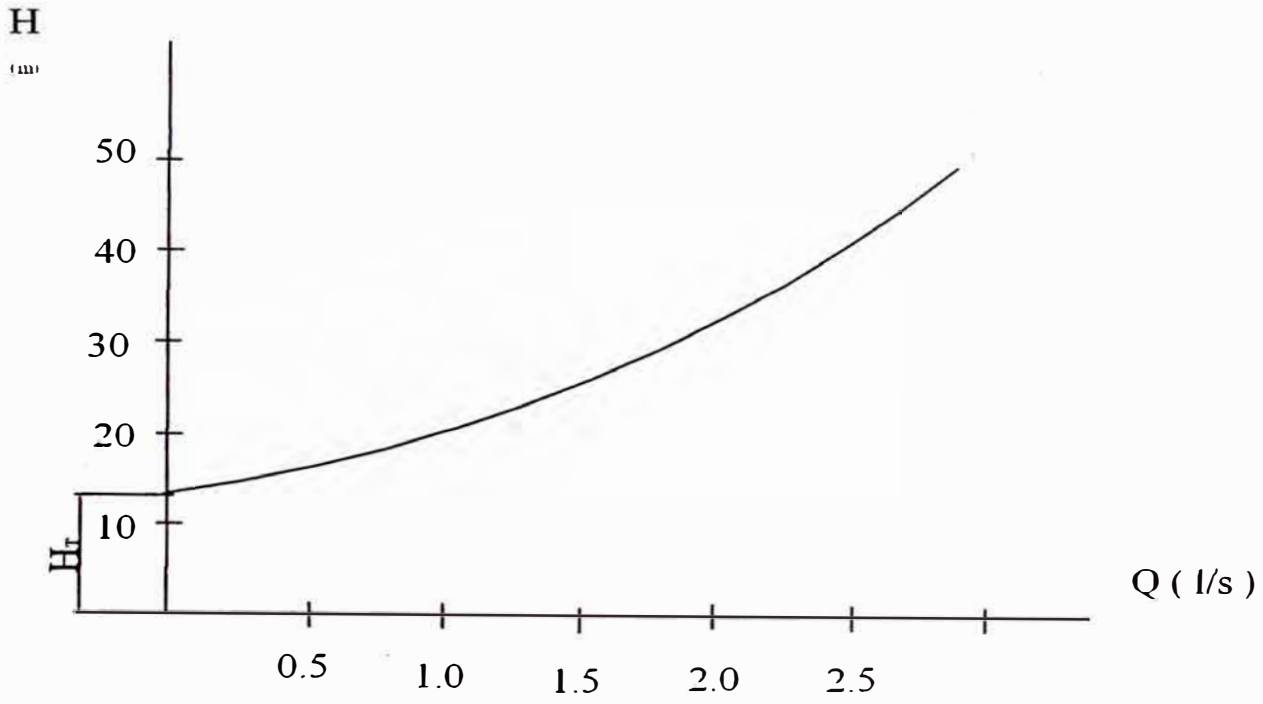



Figura Nº5 Curva del Sistema en estudio

### 3.5.2 Punto de operación de la bomba

Una vez construidas las curvas de la bomba y la del sistema es fácil encontrar el punto de operación de ésta, es decir. El caudal que está siendo enviado y la altura suministrada por la bomba.

Dicho punto de operación es el corte de las 2 curvas anteriores, tal como se muestra en la figura Nº 6

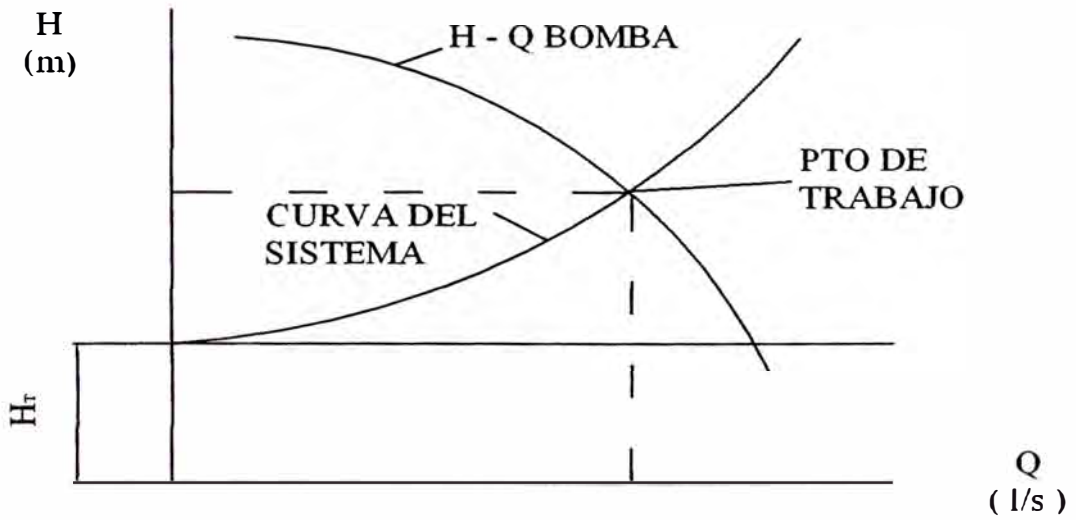



Figura Nº6 Relación entre las curvas del sistema y de la Bomba

### 3.5.3 Limitaciones en la altura de succión

En el caso de las bombas, el fenómeno de cavitación puede ocurrir tanto en la tubería de succión como en los álabes del impulsor debido a que en esos lugares la presión tiende a ser menor que la atmosférica. Esto es particularmente grave cuando se trata de bombas localizadas por encima del nivel de succión.

La cavitación, además de producir daños físicos y ruidos molestos, puede llegar a reducir de manera considerable el caudal descargado. Con el fin de evitar todos estos efectos es necesario "impedir" que la presión en la entrada de la bomba sea menor que un cierto límite, el cual a su vez es influido por una posterior reducción adicional de presión a dicha entrada. Para establecer ese límite se debe mencionar el NPSH siglas en inglés de "Net Positive Suction Head" que significa Altura Neta de Succión Positiva.

Debemos diferenciar los dos valores de NPSH que se consideran en el campo de las bombas: NPSH disponible y NPSH requerido.

- El NPSH disponible ($NPSH_D$): Es la cantidad de Energía disponible (referido al eje de la bomba) sobre la presión de vapor que dispone el líquido en la brida de succión de la bomba a la altura de bombeo. Se expresa en metros de columna del líquido bombeado.

  El NPSH disponible depende de las características del sistema en el que opera la bomba, del caudal y de las condiciones del líquido que se bombea, tales como:

clase de líquido, temperatura, gravedad específica, entre otras.

$$NPSH_D = (P_s - P_v) +/- S - h_{fs} \qquad (15)$$

En donde:

$P_s$ : Presión absoluta en el recipiente de succión (m), ver Apéndice V

$P_v$ : Presión de vapor absoluta del líquido a la temperatura de bombeo (m), ver Apéndice VI.

S : Altura de succión estática (+) o altura de elevación estática (-) en metros (m).

$h_{fs}$ : Pérdida de energía por fricción en la línea de succión expresada en metros (m) del líquido bombeado.

Definiendo a la altura de succión estática como la distancia vertical en metros a la que se encuentra el nivel del líquido en el reservorio de succión por encima del eje de la bomba, y a la altura de elevación estática como la distancia vertical en metros a la que se

encuentra el nivel del líquido en el reservorio de succión por debajo del eje de la bomba

- NPSH requerido ($NPSH_R$): Es el valor mínimo de la energía disponible sobre la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, requerida en la brida de succión de la bomba, para permitir que opere satisfactoriamente (sin cavitar) a una determinada velocidad de rotación del impulsor. Se expresa en metros de columna del líquido bombeado.

  El NPSH requerido depende exclusivamente del diseño de la bomba y de las condiciones de operación, siendo su valor proporcionado por el fabricante.

  Para que no cavite una bomba el NPSH disponible requerido debe superar al NPSH requerido, es decir debe cumplirse la siguiente relación.

$$NPSH_D > NPSH_R \qquad (16)$$

## 3.6 Recomendaciones para la construcción del tanque hidroneumático

En la técnica de tanques Hidroneumáticos definiremos los siguientes parámetros básicos; con la ayuda de la figura N° 7.

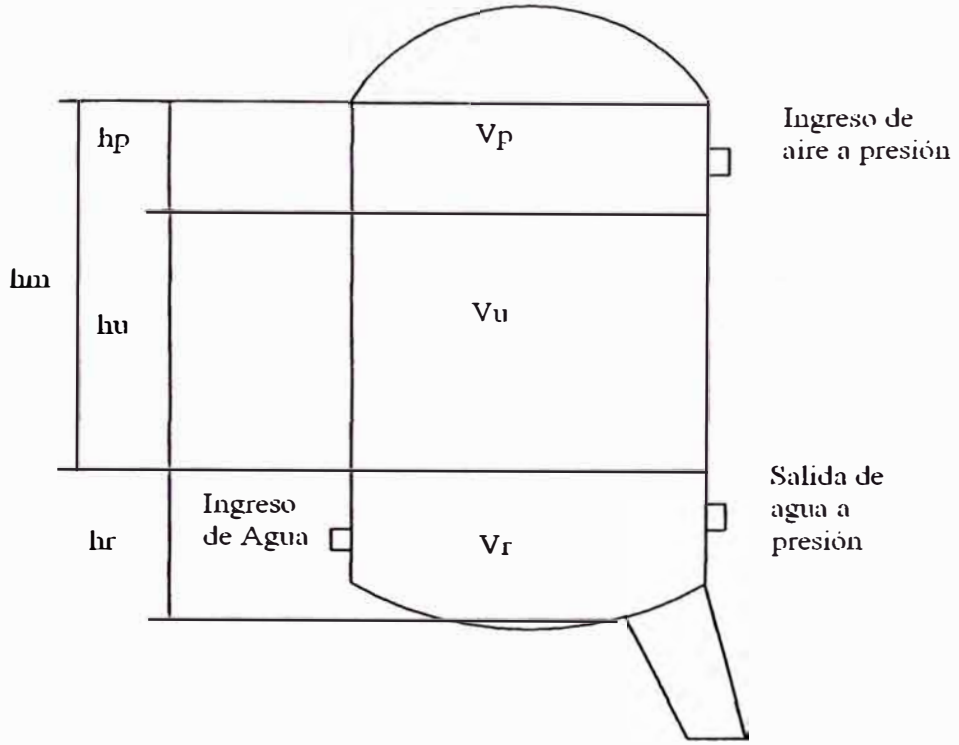



Figura Nº 7 Dimensiones básicas para el dimensionamiento del tanque hidroneumático

3.6.1 Definición de los volúmenes utilizados

a) Volumen útil (Vu)

Es el volumen de agua aprovechable, del tanque que es restituido automáticamente para las bombas, desde el nivel bajo de agua, hasta un nivel alto. El tanque alcanza una altura hu.

b) Volumen de parada (Vp)

Es el volumen de aire con tanque presurizado y se alcanza a la presión de parada. En el tanque se traduce en una altura hp.

c) Volumen efectivo o volumen de arranque (Vm)

Es alcanzado a la presión de arranque de la bomba de agua y es la suma del volumen de aire o de parada, más el volumen útil. En el tanque se traduce por una altura hm. Por definición:

$$Vm = Vp + Vu \qquad (17)$$

d) Volumen remanente (Vr)

Es el volumen de agua no utilizado del tanque hidroneumático.

e) Volumen total (Vt)

Es la suma del volumen de aire más el Volumen útil, más el volumen remanente.

$$Vt = Vp + Vu + Vr \qquad (18)$$

3.6.2 Definición de las presiones utilizadas

a) Presión de arranque (Pm)

Es la presión interna en el tanque hidroneumático ajustado para el arranque automático de la bomba. Además es la mínima presión del sistema requerida para abastecer el servicio, ocurre en el nivel bajo del tanque, cuando se efectúa una presurización previa.

b) Presión de parada Pp

Es la presión en el tanque a la cual se detiene la bomba representa la máxima permisible por el sistema, ocurre en el nivel alto del agua en el tanque.

3.6.3 Definiciones de las alturas utilizadas

a) Altura útil (hu)

Es la altura de agua desde el nivel de arranque de las bombas hasta el nivel de parada o nivel superior de agua que corresponda al volumen útil.

$$hu = \frac{\text{Vol útil (Vu)}}{\text{Area de Sección Neta (A)}} \qquad (19)$$

b) Altura de parada (hp)

Es la altura correspondiente al volumen de aire desde el nivel superior de agua.

$$hp = hm - hu \qquad (20)$$

c) Altura de arranque (hm)

Es la obtenida sumando la altura útil más la altura de parada.

$$hm = \frac{\text{Vol de Arranque (Vm)}}{\text{Area de Sección Neta (A)}} \qquad (21)$$

d) Altura remanente (hr)

Es la correspondiente al volumen remanente de agua en el tanque.

$$hr = ht - hm \qquad (22)$$

e) Altura total (ht)

Es la obtenida sumandolas alturas de parada, altura útil y la altura remanente.

### 3.6.4 Relación de volúmenes recomendados para tanque hidroneumático

Siendo los niveles recomendados en porcentaje de volúmenes[6] para el mejor procedimiento de los tanques Hidroneumáticos como se muestra en la siguiente figura N° 8.

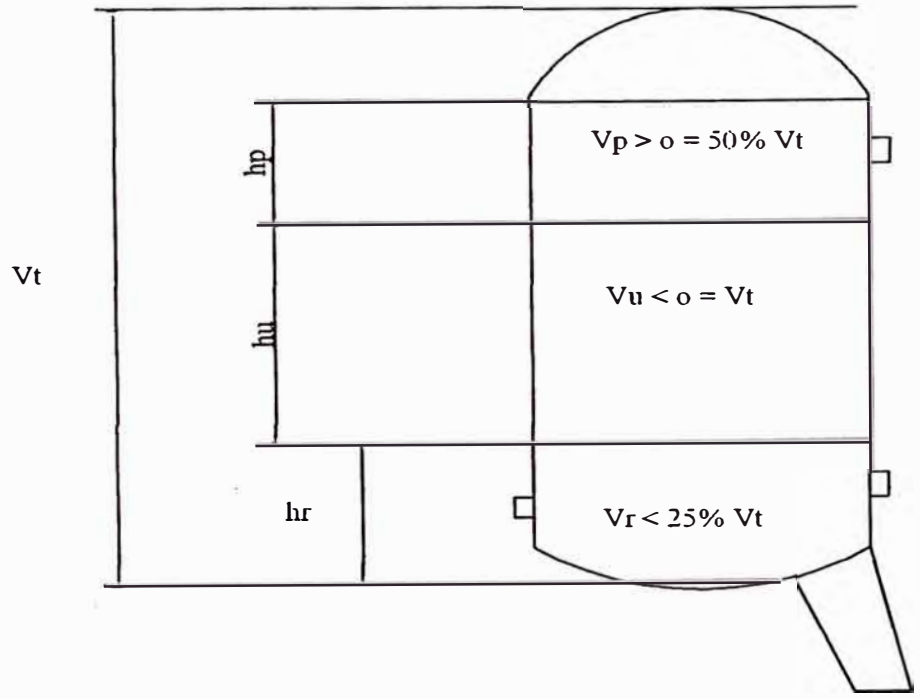



Figura N° 8 Recomendaciones para el diseño del tanque hidroneumático

El nivel inferior del agua dentro del tanque deberá producir la mínima presión que se genera del sistema calculado para abastecer el servicio. A este nivel corresponde la presión de arranque Pm para regular el arranque de la bomba, de modo que al llenarse nuevamente el tanque con agua, ésta comprima al aire hasta que alcance la presión de parada Pp, que corresponde a la máxima presión del sistema.

La capacidad de almacenamiento o volumen útil Vu del tanque es la diferencia de los volúmenes existentes entre el nivel alto obtenido cuando el agua alcanza la presión de parada Pp y el nivel bajo producido al consumir el agua hasta alcanzar la presión de arranque Pm.

La relación entre el volumen útil y volumen total del tanque depende de los valores límites escogidos para la presión de arranque y la presión de parada. Esta relación varía de acuerdo a las cantidades que a continuación son recomendadas.

| Pm (PSI) | 14 | 21 | 28 | 36 | 43 | 50 | 57 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pp (PSI) | Relación Vu / Vt | | | | | | |
| 28 | 0.27 | 0.13 | | | | | |
| 43 | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | | | |
| 57 | | 0.40 | 0.32 | 0.24 | 0.16 | 0.08 | |
| 71 | | | 0.40 | 0.33 | 0.26 | 0.20 | 0.13 |
| 85 | | | | 0.40 | 0.34 | 0.29 | 0.23 |
| 100 | | | | | 0.40 | 0.35 | 0.32 |

Tabla N° 3 Relación Vu / Vt en función de bajas presiones de arranque Pm y de parada Pp[6].

El funcionamiento óptimo de un tanque hidroneumático se puede lograr haciendo que la capacidad de almacenamiento o volumen útil guarde con el volumen total del tanque y las presiones requeridas en el sistema, la siguiente relación:

$$Vu = \frac{0.8\ Vt\ (Pp - Pm)}{Pp + 1} \qquad (23)$$

Además, un gráfico, mostrado en el Apéndice IV Tabla Nº 2, que relacionan el número máximo permitido de arranque por hora, las presiones las presiones limites utilizadas en el sistema y la relación de caudal, a volumen total por Vt del tanque, nos dará rangos recomendados para comprobar la selección en nuestro sistema.

También podemos utilizar en este caso a manera de comprobación, la relación ejecutada que proporcione el Manual Práctico de cálculos del Ing. Tyler Hicks.

$$\% Vu = \left(1 - \frac{Pm}{Pp}\right)(1 - U) \qquad (24)$$

En donde:

% Vu : Volumen útil como porcentaje del volumen total del tanque.

Pm : Presión de Arranque.

Pp : Presión de Parada.

U : Volumen no usado como porcentaje del volumen total del tanque, rango recomendado de 10% a 20%.

### 3.6.5 Aspectos eléctricos

Es recomendable utilizar el uso de un motor eléctrico, pues es una máquina eficiente, segura y fácil de controlar.

Sin embargo durante el lapso que rige en cada arranque, todo motor eléctrico absorbe elevada corriente de la red, las que se transforman en calor; y de producirse arranque muy continuos se elevará la temperatura en los bobinados y como el sistema de

ventilación del propio motor no será capaz de disipar en igual proporción cuando el motor está detenido, la acumulación de calor termina por dañar la bobina.

Por este motivo, es muy importante que el tamaño del tanque sea calculado teniendo en cuenta el número de arranques por hora que pueda soportar el motor a fin de que la temperatura no exceda lo permitido y los contactos del arrancador no se desgasten en forma prematura evitando que el bobinado pierda su aislamiento prematuramente.

## 3.7 Esfuerzos en recipientes a presión

Los recipientes a presión están sujetos a diversas cargas, que causan esfuerzos de diferentes intensidades en los componentes del recipiente. El tipo e intensidad de los esfuerzos es una función de la naturaleza de las cargas, de la geometría del recipiente.

La presión uniforme, interna o externa, induce en la costura longitudinal un esfuerzo unitario igual al doble del que obra en la costura circunferencial, por la geometría misma del cilindro.

Cuando otras fuerzas (de viento, sísmicas, etc.) no son factores importantes, un recipiente sujeto a presión externa, debe diseñarse para resistir sólo la deformación circunferencial. Las normas establecen el método de diseño para llenar tal requisito. Cuando actúan además otras cargas, la combinación de las mismas puede ser la que rija, y podrá requerirse una placa de mayor espesor que el necesario para resistir únicamente la deformación circunferencial.

El esfuerzo a la compresión debido a la presión externa y el esfuerzo a la presión interna se determinarán mediante las formulas siguientes:

- Junta Circunferencial

$$S_1 = P\ D\ /\ (4\ t) \qquad (25)$$

- Junta Longitudinal

$$S_2 = P\ D\ /\ (2\ t) \qquad (26)$$

En donde:

D : Diámetro medio del recipiente, pulgadas,( ver fig Nº 10)

P : Presión interna o externa, $lb/pulg^2$

$S_1$ : Esfuerzo longitudinal, $lb/pulg^2$

$S_2$ : Esfuerzo circunferencial, $Lb/pulg^2$

t : Espesor del casco, sin margen de corrosión, pulg.

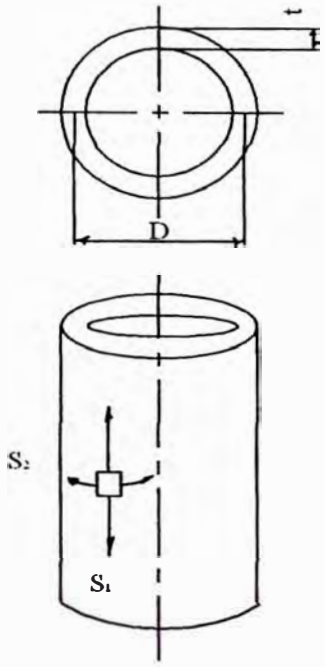



Figura Nº 10 Representación del Esfuerzo Longitudinal y Circunferencial

### 3.7.1 Presión de operación

Es la presión que se requiere en el proceso del que forma parte el recipiente, a la cual trabaja normalmente éste.

### 3.7.2 Presión de diseño

Presión que se emplea para diseñar el recipiente. Se recomienda diseñar un recipiente y sus componentes para una presión mayor que la de operación. Este requisito se satisface utilizando una presión de diseño de 30 Lb/pulg$^2$ o 10% más que la presión de trabajo[4], la que sea mayor.

### 3.7.3 Máxima presión de operación permitida

La presión interna a la que está sujeto el elemento más débil del recipiente correspondiente al esfuerzo máximo admisible, cuando se supone que el recipiente está:

- En estado de desgaste por corrosión.
- A una temperatura determinada
- En posición normal de trabajo
- Bajo el efecto de otras cargas (carga de viento, presión externa, presión hidrostática, etc.) que son aditivas a la presión interna.

Una práctica común que siguen muchos usuarios y fabricantes de recipientes sujetos a presión es considerar la presión máxima de trabajo permitida de la cabeza o del casco, y no la de elementos pequeños como bridas, aberturas, etc.

Se emplea muy a menudo la expresión máxima presión permitida "nuevo" y "frío". Esta es la presión a la cual está sujeto el elemento más débil del recipiente al punto máximo admisible, cuando el recipiente:

- No está corroido (es nuevo).
- La temperatura no afecta su resistencia (temperatura ambiente) (frío).

### 3.7.4 Presión de la Prueba Hidrostática

La presión de prueba hidrostática es una y media veces la máxima presión de operación permitida o la presión de diseño cuando no se hacen los cálculos para determinar la presión máxima permitida de trabajo.

Si el valor del esfuerzo del material del recipiente a la temperatura de diseño es menor que la temperatura de prueba, la presión de prueba hidrostática debe incrementarse proporcionalmente.

Para nuestro caso, la presión de prueba[4] será:

$$Ph = 1.5 \text{ (Presión de Diseño)}$$

### 3.7.5 Valores del esfuerzo máximo permitido

Los valores de esfuerzo de tensión máximo permitido para diferentes materiales se presentan en el Apéndice IV la Tabla Nº.13.

3.7.6 Eficiencia de las juntas

La eficiencia de los diferentes tipos de juntas soldadas se visualiza en el Apéndice IX tabla Nº 3[4].

A continuación se muestra las formulas que se emplean para calcular el espesor de pared requerido y la presión máxima de trabajo permitida para los tipos de casco y de cabeza de uso más frecuente. Las fórmulas para casco cilíndrico se dan para la costura longitudinal, ya que es la que rige generalmente.

Fórmulas expresadas en función de las dimensiones interiores:

- Casco cilíndrico ( costura longitudinal)

$$t = \frac{Pd \cdot R}{SE - 0.6\,Pd} + C.A. \qquad (27)$$

En donde:

Pd : Presión de diseño o presión máxima permitida de trabajo lb/pulg$^2$.

S : Valor del esfuerzo de tracción del material, lb/pulg$^2$.

R : Radio interior en pulgadas

S : Valor del esfuerzo de tracción del material[7], para una plancha A – 36 se tiene:

S = 12650 Psi ver Apéndice IV Tabla N° 13

E : Eficiencia de la junta[4] ver Apéndice IX Tabla N° 3 (E=1)

C.A: Margen por corrosión[4], pulgadas (Generalmente es 0.125 pulg.)

Además se debe de cumplir que:

$$Pd < 0.385\ SE$$

$$P_d = \frac{SE \cdot t}{R + 0.6\ t} \qquad (28)$$

- Para cabeza ASME[3] bridada y alabeada (ver figura Nº 12)

  Si se cumple que D.R. / KR < 16 2/3 entonces:

  KR: Radio de rebordeo Apéndice X Tabla N° 1

$$t = \frac{Pd \times D.R. \times M}{2\ SE - 0.2\ Pd} \qquad (29)$$

Pd : Presión de diseño.

D.R. : Radio De bombeo

M : Factor[4] M = 1.75 (Apéndice IX Tabla N° 2)

S : Valor de esfuerzo del material, Psi (S = 12650 Psi)

E : Eficiencia de la junta (E = 1) ver Apéndice IX Tabla 3

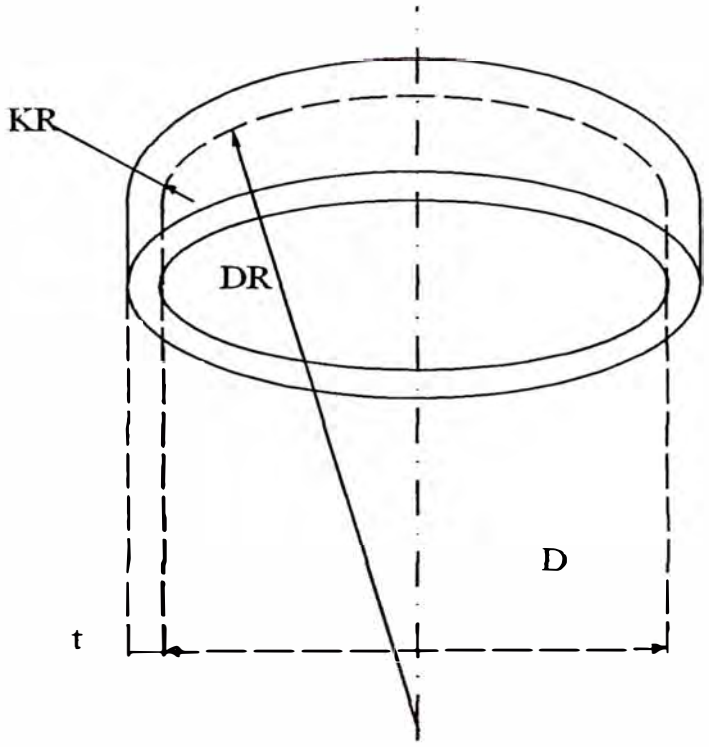



Figura Nº 12 Dimensiones Generales de la tapa bombeada del tanque hidroneumático

# CAPITULO 4

## 4.0 SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DEL AGUA.

### 4.1 Intercambio Iónico (ablandador de agua)

Este término es empleado para describir el proceso de remoción de calcio y magnesio del agua. El agua que contiene más de 52 mg/L de calcio y/o magnesio como CaCO3 es considerada como "agua dura". El agua dura presenta diversos problemas para el usuario. El primero es que el agua dura reacciona con los detergentes y jabones para formar películas anti-espumantes que se acumulan en vuelta de las piletas y bañeras, decanta en las ropas, dándoles una apariencia gris opaco. El agua dura simplemente no limpia bien, sean ellos platos, pisos o gente. Posiblemente el aspecto más peligroso del agua dura en las tuberías es que ella puede crear incrustaciones a tal extremo

de hacer colapsar y creando daños irreversibles, especialmente aquellos que conducen agua caliente.

Lo que ocurre es que cuando el agua es calentada, algo del calcio y magnesio disuelto en el agua dura, precipita y se deposita en las cañerías y elementos calentadores. Este precipitado de calcio y magnesio es llamado "incrustación". Las investigaciones muestran que un espesor de incrustación medido en 3 mm sobre los elementos de la tubería y accesorios puede aumentar la energía consumida por la unidad hasta un 25%, y un espesor de 9 mm podrá aumentar la energía consumida por la unidad hasta un 55% según http://www.filtrar.net/preguntas/problemas-agua.htm. La incrustación no solamente daña los accesorios y las tuberías físicamente, también los hace energéticamente menos eficaces, y ambos factores pueden ser sentidos directamente en dinero perdido por el usuario.

¿Como opera el ablandador? la unidad trabaja bajo el principio químico del "intercambio iónico". Los iones son átomos con cierta carga eléctrica, que puede ser tanto positiva como negativa. Los iones con carga positiva son llamados "cationes", en tanto que las iones con carga negativa son llamadas "aniones". En el proceso de ablandamiento del agua, el agua dura pasa a través de un medio de

intercambio iónico (en general de resina y en la forma de pequeñas perlas).

Así como el agua pasa a través del lecho de resina, los cationes de calcio y magnesio en el agua intercambian sus lugares con cationes (en general de sodio) que se encuentran en el lecho de resina. En el proceso, dos iones de sodio del lecho de resina son liberados por cada ion de calcio o magnesio que es intercambiado en el lecho de resina.

Como puede verse, el agua que sale del lecho de resina será exenta de la "dureza" mineral, pero el propio lecho de resina podrá, en algún momento, no tener más iones de sodio para continuar el proceso. Esto dependerá del grado de dureza del agua, así como también del volumen de agua utilizado. Los ablandadores modernos tienen un método de "regeneración" de la resina con una solución de salmuera (agua salada).

La salmuera encharca la resina por tiempo suficiente para permitir la substitución por el sodio del calcio y magnesio fijados en el lecho de resina. El calcio y magnesio son lavados y removidos, dejando el lecho de resina regenerado y listo para ser nuevamente utilizado. Los

ciclos de regeneración son establecidos en el momento de la instalación y son basados en la demanda de agua, la calidad del agua de alimentación (por ej.: dureza, hierro y manganeso, etc.), y el caudal máximo de servicio necesario para atender al usuario.

## 4.2 Regeneración del ablandador

Los ablandadores de agua requieren un método de 6 etapas para la regeneración del lecho de resina:

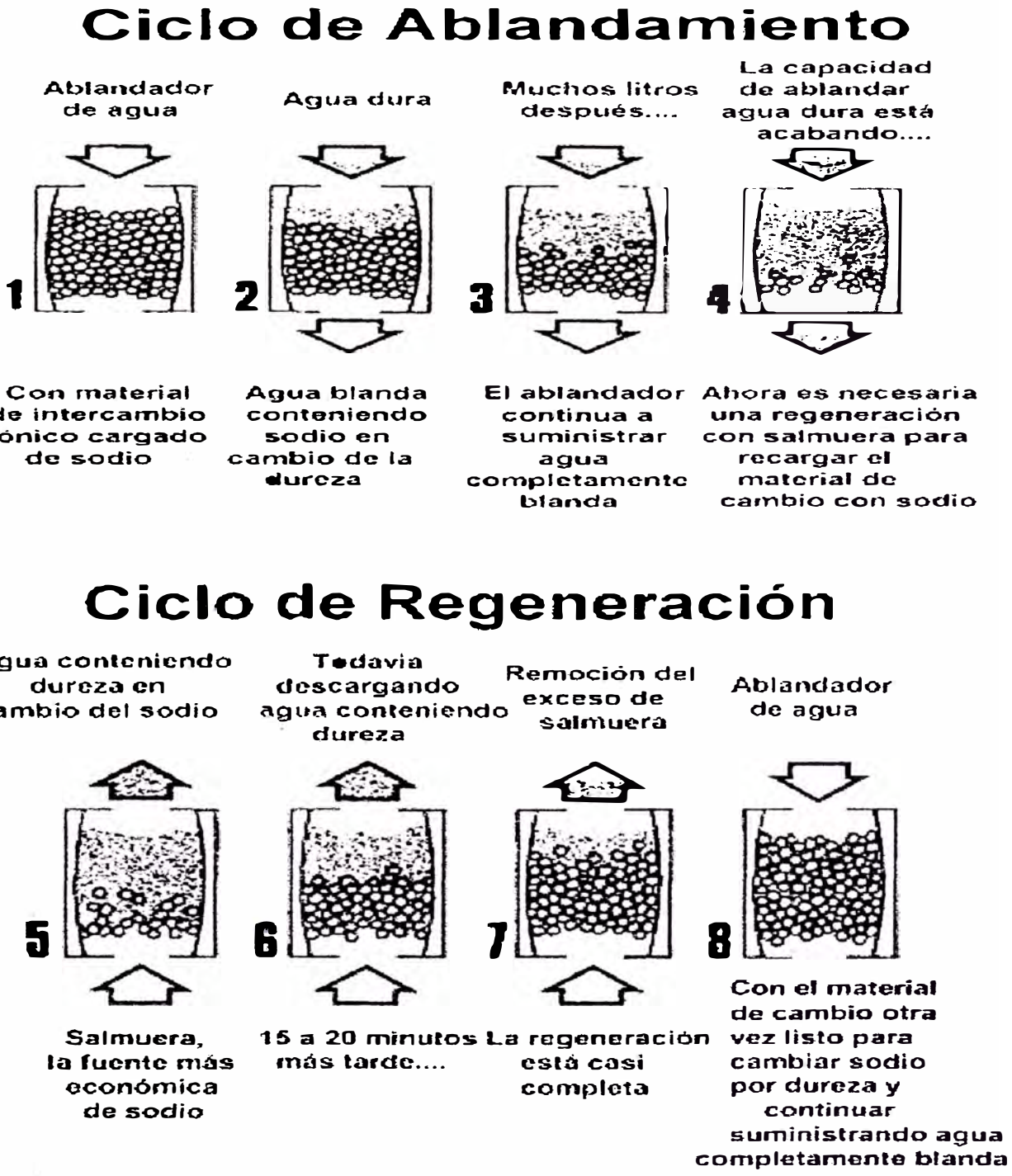
a- Servicio: los minerales de la dureza, calcio y magnesio son removidos por el intercambio catiónico.

b- Retro-lavado: la primer etapa de la regeneración durante la cual el lecho de resina es retro-lavado para liberarlo de la turbidez y del hierro.

c- Aspiración de la salmuera: la solución de salmuera es aspirada del tanque de almacenamiento de la salmuera y entra en el lecho de resina.

d- Enjuague lento: el enjuague de salmuera es lentamente forzado a través del lecho de resina, permitiendo que el sodio haga desprender los iones de calcio y magnesio e inducirlo fuera del lecho de la resina.

## 4.3 Funcionamiento del Ablandador del Agua




Extraído de la página web http:// www.filtrar.net/preguntas/ problemas-agua.htm

## 4.4 Problemas que el ablandador de agua puede resolver

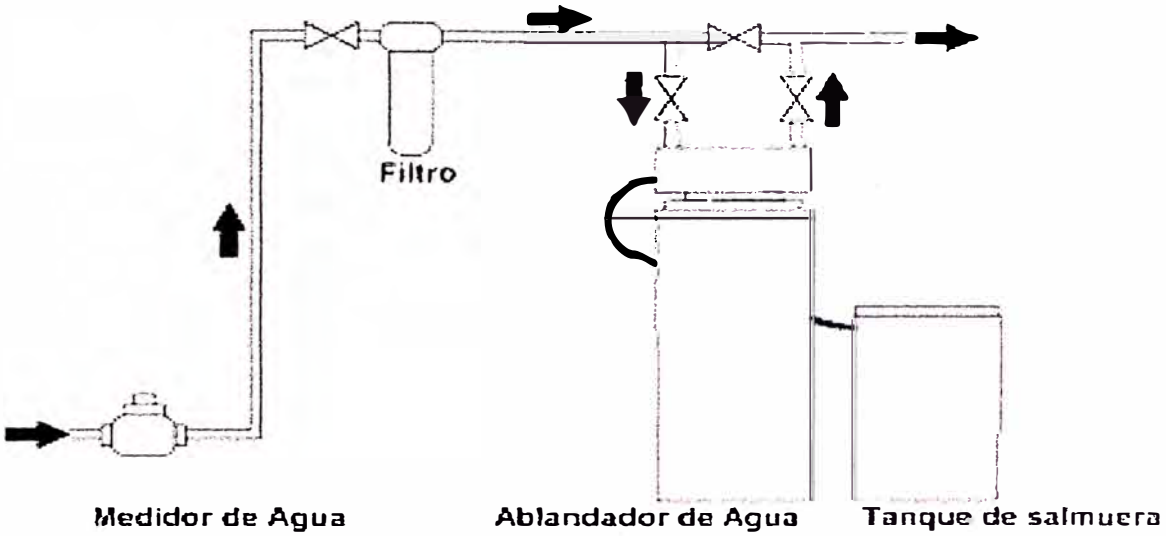
El ablandador de agua elimina la formación de incrustaciones y las dificultades de limpieza relacionadas con el agua dura, también remueven bajos niveles de hierro y manganeso. Existen, en tanto, algunas limitaciones en los ablandadores de agua. El principal de estos límites es la presencia de niveles moderados para altos niveles de hierro y/o manganeso en el agua dura. El problema es que, al igual que el calcio y el magnesio, el hierro y el manganeso también hacen intercambio iónico con el lecho de resina. Con bajos niveles, el hierro y/o manganeso pueden ser enjuagados del lecho de resina en el retro-lavado.

A niveles elevados, el hierro y el manganeso se transforman en un problema por el hecho de adherirse en las partes internas del lecho de resina, donde ellos son oxidados por el oxigeno disuelto en el agua. Cuando ocurre esto, el hierro y el manganeso precipitan sobre el lecho de resina y pueden hacerse persistentemente resistentes a los retro-lavados. Eventualmente, la capacidad de intercambio iónico del lecho puede ser seriamente saturada y el no podrá ser regenerado.

Cuando el agua es probada y muestra un elevado nivel de hierro y/o manganeso (más de 2 ppm), es recomendable que sea instalado un sistema de remoción de hierro antes de la unidad de ablandamiento de agua.

Otra precaución relacionada con los ablandadores de agua tiene que ver con los niveles de turbidez del agua. Partículas de tamaño grande y/o elevada turbidez pueden bloquear mecánicamente la superficie de intercambio del lecho de resina, y así reducir su capacidad de ablandamiento del agua que pasa a través de él. En tales casos, es recomendable la instalación de filtros removedores de partículas/sedimentos en la línea de agua antes de la unidad ablandadora de agua.

Instalación del ablandador




Extraído de la página web http:// www.filtrar.net/preguntas/ problemas-agua.htm

# CAPITULO 5

# 5.0 DETERMINACION DE LA UTILIZACION DE LA TUBERIA DE COBRE

## 5.1 Uso del cobre en las instalaciones domiciliarias

Tanto el profesional proyectista (arquitecto e ingeniero) como el instalador, saben que su responsabilidad no termina cuando la instalación sanitaria y/o de calefacción está finalizada. El profesional de hoy día necesita tranquilidad a largo plazo y requiere ver a sus clientes satisfechos.

Hoy se viene utilizado el cobre en una gran variedad y amplia gama de aplicaciones en instalaciones de agua fría y caliente, de calefacción, desagües secundarios, y gases medicinales. Durante

muchos años, ha demostrando una eficacia no superada por ningún otro material de los conocidos en plaza.

El cobre no solo ofrece calidad y versatilidad. En un mundo cada vez más preocupado por la ecología, es un material que no solo ofrece unas excelentes ventajas para la salud, sino que también se puede reciclar para ayudar a conservar los recursos naturales del planeta.

Durante muchos años el cobre ha sido el material preferido para las instalaciones mencionadas al inicio del presente escrito, y aún sigue siéndolo por su flexibilidad, adaptabilidad y excelentes resultados.

## 5.2 Cualidades

### 5.2.1 Versatilidad

Los tubos y accesorios de cobre se pueden utilizar con plena confianza en todas las partes de las instalaciones sanitarias y de calefacción, tanto en construcciones de carácter unifamiliar, multifamiliar, hospitalarias, comerciales, e industriales. Es

resistente, se curva con facilidad y las instalaciones se pueden montar tanto fuera como dentro de la obra.

### 5.2.2 Variedad

El tubo de cobre y accesorios para estos usos está disponible en una variedad de tamaños. El tubo se produce en diferentes estados de dureza, incluyendo rollos en distintos grados de recocido y largos. El cobre y sus aleaciones ofrecen la oportunidad de usar un solo material para toda la instalación.

### 5.2.3 Uniformidad

Obtenido el material bajo ciertas características siempre se encontrará similar fabricado por otro fabricante, podemos estar seguro de que todos los componentes que se utilice en una instalación de cobre serán compatibles aunque sean provistos por distintos fabricantes, pudiéndolos sustituirse sin problemas.

### 5.2.4 Relación: Precio / Calidad

En nuestro país, las tuberías de cobre para estos usos están fabricadas bajo los sistemas del control de calidad Normas Nacionales según la dirección www.procobreperu.org/pub_tub_

ntps.htm. En el intercambio de piezas y tubos para sus respectivos ensayos y estudios se ha comprobado que el estándar de calidad de los mismos, es uno de los más altos del mundo.

El cobre es competitivo en instalación sanitaria frente a otros productos (hierro galvanizado, acero inoxidable) en términos de costo de material e instalación.

Los instaladores pueden usar un solo tipo de material para todos los servicios de agua y desagüe, ahorrando tiempo y costos y evitando el almacenaje de existencias.

### 5.2.5 Caudal/Velocidad de Flujo

El cobre ofrece excelentes ventajas en la velocidad de flujo. Esta depende del diámetro del tubo, de la presión de los fluidos y de los coeficientes de fricción.

### 5.2.6 Estética

No hay ningún otro material que tenga una apariencia tan atractiva y limpia como el cobre. Este es un factor muy importante en las tuberías vistas, algo común en muchos edificios, especialmente cuando se realizan obras de reciclaje.

### 5.2.7 Rigidez

La rigidez del cobre tipo K (ver página 91) permite que se pueda instalar tanto vertical como horizontalmente sin que se deforme y con los mínimos puntos de sujeción.

### 5.2.8 Calificación profesional

Cuando cuenta la calidad y durabilidad de la instalación, el usuario elige al cobre y con ello, requerirá de profesionales calificados para su diseño e instalación.

## 5.3 El Cobre y el agua potable

De acuerdo a informes emitidos por el National Bureau of Standars (http://www.construir.com/Econsult/Construr/Nro59/document/cobre.htm) de EE.UU., la susceptibilidad al deterioro por corrosión del cobre por ataque bacteriológico y biológico es mínima. En cambio, en ciertas condiciones no usuales, se ha observado corrosión microbiológica (MIC) en sistemas de tuberías de níquel, de acero inoxidable e incluso de titanio.

Estudios llevados a cabo durante el último medio siglo confirman la inocuidad química del cobre. Un tratado amplio sobre la importancia sanitaria del cobre en la cocción y conservación de alimentos y en gasfitería, que data de 1939, notó que el agua normal contiene hasta 0.5mg/l o 0.5 ppm de cobre, (ppm=partes por millón) mientras que aguas más agresivas (no definidas de otro modo) contienen hasta 5 mg/l, los cuales, al ser incorporados a alimentos, pueden hacer que se alcancen a ingerir 1 mg/ldía de cobre. Esta cantidad no produce daño a la salud, puesto que la ingesta diaria de cobre que puede ser absorbido por adultos debe estar entre 2 y 3 mg.

Otro estudio pionero en este campo, establece que el empleo del cobre y latón en tuberías de agua potable es absolutamente inofensivo e indica que la cantidad de cobre máxima permisible en el agua potable es de 2 mg/l, pero anota que cantidades superiores solamente producen un sabor desagradable.

### 5.3.1 El cobre y el sabor del agua

Las aguas naturales contienen muy poco cobre. Un análisis de 39 pozos y manantiales de aguas minerales en Alemania mostraron un promedio de 0.1 mg/l de cobre, con un máximo de 1.5 mg mientras que otra investigación, de muestras tomadas de una planta de agua potable, también en Alemania, encontró concentraciones sólo en el rango de mg/l (ppm). http://www. construir. com/Econsult/Construr/Nro59/document/cobre.htm.

Un catastro llevado a cabo por la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU. encontró cobre en 65,5% de 380 muestras de agua potable procesadas, con una concentración media de 0.043 mg/l y un rango de 0.001 a 1.060 mg/l. http://www. construir. com/Econsult/Construr/Nro59/document/cobre.htm

El cobre contenido en el agua de la llave tomada de sistemas de tuberías de cobre contendría una mayor proporción de ese metal si el agua es blanda y baja en pH, que cuando es dura y/o con un pH cercano al valor neutro.

### 5.3.2 Efecto bactericida

Recientes investigaciones han demostrado que el cobre posee propiedades bactericidas y que un número importante de bacterias no pueden proliferar, y aún más, sus colonias se reducen después del contacto con superficies de cobre. Esto permite alcanzar un cierto grado de control en la contaminación bioquímica del agua potable cuando se utilizan tuberías de cobre.

Por otra parte el Centro de Investigación Aplicada para Microbios, del Servicio de Laboratorios para la Salud, de Inglaterra (Public Health Laboratory Service, PHLS), vigiló el crecimiento de la bacteria 'Legionella' y otros microorganismos en cañerías para instalaciones sanitarias de diversos materiales que transportaban agua de diversas durezas a temperaturas

entre 20 y 60ºC. Los resultados fueron elocuentes, los niveles de bacterias se vieron sensiblemente reducidos en las superficies de cobre comparadas con todas las demás.

## 5.4 Diseño de sistemas de tuberías

En el diseño de un sistema de tuberías, se deben considerar los siguientes factores:

- Presión inicial del fluido que se conducirá por la red.
- Volumen de fluido.
- La longitud de la línea.
- Pérdidas de presión por rozamiento con la pared interior.

Cuando el líquido que se conduce es agua, los aditivos y las sales contenidas en la misma pueden causar adherencias e incrustaciones en las paredes interiores del tubo, ocasionando con esto la pérdida de capacidad de flujo por fricción.

Las pérdidas por fricción dependen de la rugosidad, de acuerdo al material con que están fabricadas las distintas tuberías se clasifican en rugosas, semirugosas y lisas.

De acuerdo a la instalación de la tubería, se deben considerar los aspectos de corrosión y protección de las mismas. Las tuberías pueden ser instaladas en tres maneras:

- Instalación subterránea (bajo tierra).
- Empotradas en muros o pisos.
- Instalación interior o exterior visible.

La tendencia de un metal a la corrosión se debe a la presencia de oxígeno el cuál ataca a los metales por oxidación y por ácidos con desprendimiento de hidrógeno que afectan al metal.
El cobre, dentro de los metales comúnmente usados en la fabricación de tuberías, es el que presenta menor tendencia a la corrosión y permanece sin ser afectado por las condiciones que hacen que otros metales se corroan.

Cuando las tuberías de cobre conducen fluidos a temperaturas diferentes a las del medio ambiente sufren el fenómeno de expansión o contracción, por lo cual en la colocación y fijación de tuberías de cobre se deben tomar las medidas necesarias para la libre contracción y dilatación de los tubos, realizar uniones que sean

perfectamente herméticas, sin remiendos de ninguna clase, así como, apoyar las tuberías de modo que el peso de los tubos cargue sobre los soportes y no sobre las uniones.

En cuanto a la rugosidad, la tubería de cobre está considerada como lisa en comparación con otros materiales, por lo que en igualdad de circunstancias una red hidráulica de tubería de cobre reduce el diámetro en comparación con otra elaborada de otro material, debido a que es menor la pérdida de carga. El uso de la tubería de cobre ocasiona la aparición de una débil coloración verdosa en el agua, que hace frecuente la asociación de ideas cobre - cardenillo - veneno. Dicha coloración solamente indica que aún no se ha formado completamente la capa de óxido protector (pátina); por lo tanto, la coloración verdosa nada tiene que ver con el cardenillo, que es una combinación del cobre con el ácido acético, cuya presencia en una tubería de agua es prácticamente imposible. Por lo anterior podemos concluir que la cantidad de cobre que podemos ingerir con el agua transportada por una tubería de este material, es de la décima a la centésima parte de la alimentación diaria. Así que, ni en los casos más extremos, el cobre ingerido por medio de agua puede resultar nocivo para la salud humana.

## 5.5 Especificaciones de la tubería de cobre

### 5.5.1 Tuberías de temple rígido

Las tuberías de cobre rígido tienen las características de ser ideales en la conducción de fluidos en las instalaciones fijas, utilizándose en una amplia gama de servicios que van desde las redes de agua potable o ventilación, hasta redes de tipo industrial que conduzcan líquidos o gases a temperaturas y presiones considerablemente elevadas. Los tipos de tuberías rígidas son:

#### 5.5.1.1 Tubería de cobre rígido tipo "M"

Es utilizada para instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente en casas, edificios habitacionales y comerciales, en la calefacción a base de paneles solares y en general, donde las presiones de servicio van de 15.5 kgf/cm2 y hasta 53.0 kgf/cm2, dependiendo del diámetro nominal del tubo, así como, de las velocidades del fluido. Se fabrica en diámetros comerciales de 3/8" hasta 4", en tramos de 6.10 m.

5.5.1.2 Tubería de cobre rígido tipo "L"

Es utilizada en toma domiciliaria, instalaciones de gas, redes de agua fría y caliente, en líneas principales de edificios de gran altura o que requieran bastante presión. El rango de presión de trabajo va desde 21.0 kg/cm2 y hasta 62.43 kg/cm2. Se fabrica en diámetros comerciales que van de 3/8" hasta 6" y en tramos de 6.10m y 3.05 m.

5.5.1.3 Tubería de cobre rígido tipo "K"

Su uso se recomienda en servicios de gas, oxígeno, vapor y agua a grandes presiones, así como en la industria en general. Las presiones de trabajo van desde 31.0 kg/cm2 hasta 81.0 kg/cm2.; Esta se fabrica en diámetros comerciales de 3/8" hasta 6" y en tramos de 6.10 m. Tubería de cobre rígido tipo "DWV" Se recomienda usar este tipo de tuberías en instalaciones sanitarias, de ventilación y bajadas de aguas pluviales, en construcciones que requieran de un servicio óptimo con poco mantenimiento. Su diámetro va de 1 ¼ " a 5 " y se fabrica en tramos de 6.10 m.

### 5.5.2Tuberías de temple flexible

Las características de las tuberías de cobre flexible difieren de las tuberías rígidas precisamente en el temple dado en su proceso de fabricación, por lo tanto, las condiciones de uso serán diferentes aún cuando ambas sean parte de una misma instalación. Los usos para este tipo de tuberías son dados por la capacidad de movimiento de éstas, siendo muy utilizadas principalmente en instalaciones de gas, tomas domiciliarias, aparatos de refrigeración y aire acondicionado, sin embargo pueden emplearse en cualquier instalación que requiera de movilidad o en donde se requieren curvados especiales, no se tratará en éste informe.

## 5.6 Ventajas de las tuberías de cobre

### 5.6.1 Tuberías de cobre de temple rígido

Esta tubería presenta una excelente resistencia a la corrosión tanto interna, generada por el fluido que transporta; como externa, provocada por el material utilizado en la construcción.

Facilidad de unión dada por el sistema de soldadura capilar que permite efectuar con rapidez y seguridad las uniones de la

tubería. La tubería de cobre se fabrica sin costura, por lo cual resiste sin dificultad las presiones internas de trabajo, permitiendo el uso de tubos de pared delgada e instalándose en espacios reducidos. La tubería de cobre tiene paredes lisas, lo que permite ofrecer continuidad en el flujo, disminuyendo la pérdida de carga.

El proceso de cortado y unión de los tubos es sencillo, aunado a la ligereza del material, permiten la prefabricación de gran parte de las instalaciones, repercutiendo en rapidez y calidad de la instalación, además de mayor control de los materiales, pudiendo reducir los costos.

### 5.6.2 Características generales del tubo de cobre

Las siguientes son características comunes aplicables a tuberías de Cobre Rígido tipo "M", "L", "K" y tuberías de Cobre Flexible tipo "L" y "UG".

- Maleabilidad.

  Permite gran variedad de hechuras y formas que dan como resultado menores pérdidas de eficiencia y energía.

- Capacidad de flujo.

  La sección del tubo es perfectamente circular y su pared interior completamente lisa, lo que permite un mejor flujo de agua y menos pérdidas de carga.

- Resistencia.

  Siendo delgada la pared, resiste grandes presiones de agua.

- Facilidad de Instalación.

  El tubo de cobre es unido por soldadura capilar mediante uniones del mismo material, proceso que requiere menor tiempo de montaje y ahorro en mano de obra. La unión es hermética y tan o más fuerte que el propio tubo, en efecto

las uniones soldadas presentan una gran resistencia a los esfuerzos térmicos y vibración.

- Ligereza.

El peso reducido comparado con otros materiales (hierro galvanizado y acero inoxidable) facilita el transporte a menor costo y el manejo en obra, con el ahorro subsiguiente en mano de obra. Este ahorro se refuerza en el caso de viviendas de tipo popular en las que es factible la pre–fabricación en el taller.

- Resistencia a la Corrosión

El cobre resiste la corrosión producida por el agua circulante tanto en instalaciones interiores como en medios externos (intemperie) de acuerdo a la necesidad que se está requiriendo en el presente informe. Por otra parte, el cobre no es atacado por el cemento, concreto, cal o yeso, las tuberías de cobre son completamente impermeables.

- Higiénico.

El cobre es un material con propiedades fungicidas y bactericidas, lo que lo hace un medio de conducción y almacenaje de agua en que no proliferan los gérmenes patógenos.

- Térmico.

El cobre es muy buen conductor de calor lo que lo convierte en el material ideal para la conducción de agua fría o caliente. En donde el coeficiente de dilatación térmica es $9.2\ 10^{-6}\ 1/^{o}F$ y la densidad 0.32 $lb/pulg^{3}$.

- Reciclable.

Los tubos de cobre y aleaciones tienen alto valor residual. El material rescatado se convierte en chatarra que puede ser reciclada y tiene casi el mismo valor y calidad que el cobre primario.

# CAPITULO 6

# 6.0 DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS A UTILIZAR

## 6.1 Utilización del material de la tubería

Actualmente en las industrias alimentarias y en empresas que prestan servicios de salud posee gran importancia lo que es bioseguridad debe entenderse como una doctrina de comportamiento encaminada a lograr actitudes y conductas que disminuyan el riesgo del trabajador de la salud de adquirir infecciones en el medio laboral. Compromete también a todas aquellas otras personas que se encuentran en el ambiente asistencial, ambiente éste que debe estar diseñado en el marco de una estrategia de disminución de riesgos.

Las normas de bioseguridad[9] están destinadas a reducir el riesgo de transmisión de microorganismos de fuentes reconocidas o no reconocidas de infección en servicios de salud vinculadas a accidentes por exposición a sangre y fluidos corporales.

Los objetivos de estas recomendaciones son establecer:

1) Las medidas de prevención de accidentes del personal de salud que está expuesto a sangre y otros líquidos biológicos.

2) La conducta a seguir frente a un accidente con exposición a dichos elementos.

Se debe tener presente que debido al desarrollo científico técnico se deben prever revisiones periódicas de estas normas a los efectos de asegurar la actualización de las mismas.

Para el cumplimiento de estas normas la clínica dental ha optado por instalar un equipo de esterilización ultravioleta saliendo ya del equipo

ablandador, especificaciones técnicas en el Apéndice Nº XII Tabla Nº 1.

Sobre el transporte del fluido (agua) existen tres maneras de transportarlos a través de tubería cuyo material sería hierro galvanizado, cobre y acero inoxidable.

La tubería galvanizada para agua era utilizada en la mayoría de las viviendas, esta tubería se oxidará gradualmente de adentro para afuera y el diámetro se va reduciendo. La tubería galvanizada situada en el sótano con gran acumulación de óxido en las uniones o con remiendos puede estar deteriorada y necesita ser reemplazada. La tubería galvanizada puede necesitar ser reemplazada si tiene mas de 40 años, es por ello que ésta opción queda descartada.

El cobre es considerado el mejor. La tubería de cobre ha sido usada en viviendas de calidad desde 1935 y casi exclusivamente desde la Segunda Guerra Mundial. La tubería de cobre tiene diferentes grados de espesor pero por lo general dura toda la vida de la vivienda y por las propiedades enunciadas anteriormente en el capitulo 5.

La tubería de acero inoxidable posee propiedades de asepsia inigualables pero su costo es elevado teniendo los mismos resultados.

En conclusión se utilizará tubería de cobre para la línea de agua blanda hasta la utilización del fluido en la unidad dental.

## 6.2 Cálculos y selecciones de equipos

Se procederá a realizar los cálculos de construcción y selección de equipos:

- Selección de electrobomba a utilizar.
- Diseño del tanque hidroneumático que abastecerá a la clínica.
- Selección de tablero eléctrico de alternancia.
- Selección de tanques ablandadores.
- Selección de equipo esterilizador ultravioleta.

### 6.2.1 Selección del equipo de bombeo

Las unidades dentales tanto en las escupideras como en los instrumentos odontológicos (piezas de mano, etc.) requieren de una presión mínima de 30 PSI en el punto de suministro del tanque hidroneumático.

Está electrobomba es la que abastecerá a toda la clínica dental tanto en agua dura como en agua blanda tenemos como dato inicial 25 m³ para agua dura (utilizada en los SSHH, lavaderos, escupideras, riego de áreas verdes, etc.) y 5 m³ de agua blanda medido a través de medidores de consumo en una jornada de trabajo de 8 horas; entonces:

$$Q = 30\ m^3 / 8\ hr = 1.041\ lt/seg = 0.001041\ m^3 / s$$

Se tendrá como premisa que se utilizará bombas centrífugas, diseñadas bajo conceptos hidráulicos siendo de aplicación diversa como en la industria , agricultura, minería, talleres, edificios, suministro de agua potable, alimentación de calderas, riego por aspersión, sistema de enfriamiento, sistema de calentamiento, buques, procesos, líquidos viscosos, compuestos químicos, generación de presión.

La bomba centrífuga posee la característica de disminuir en forma gradual su caudal de régimen desde Qa (Caudal de Arranque) que corresponde a la presión de arranque Pm, hasta Qp (Caudal de Parada) que corresponde a la presión de parada Pp.

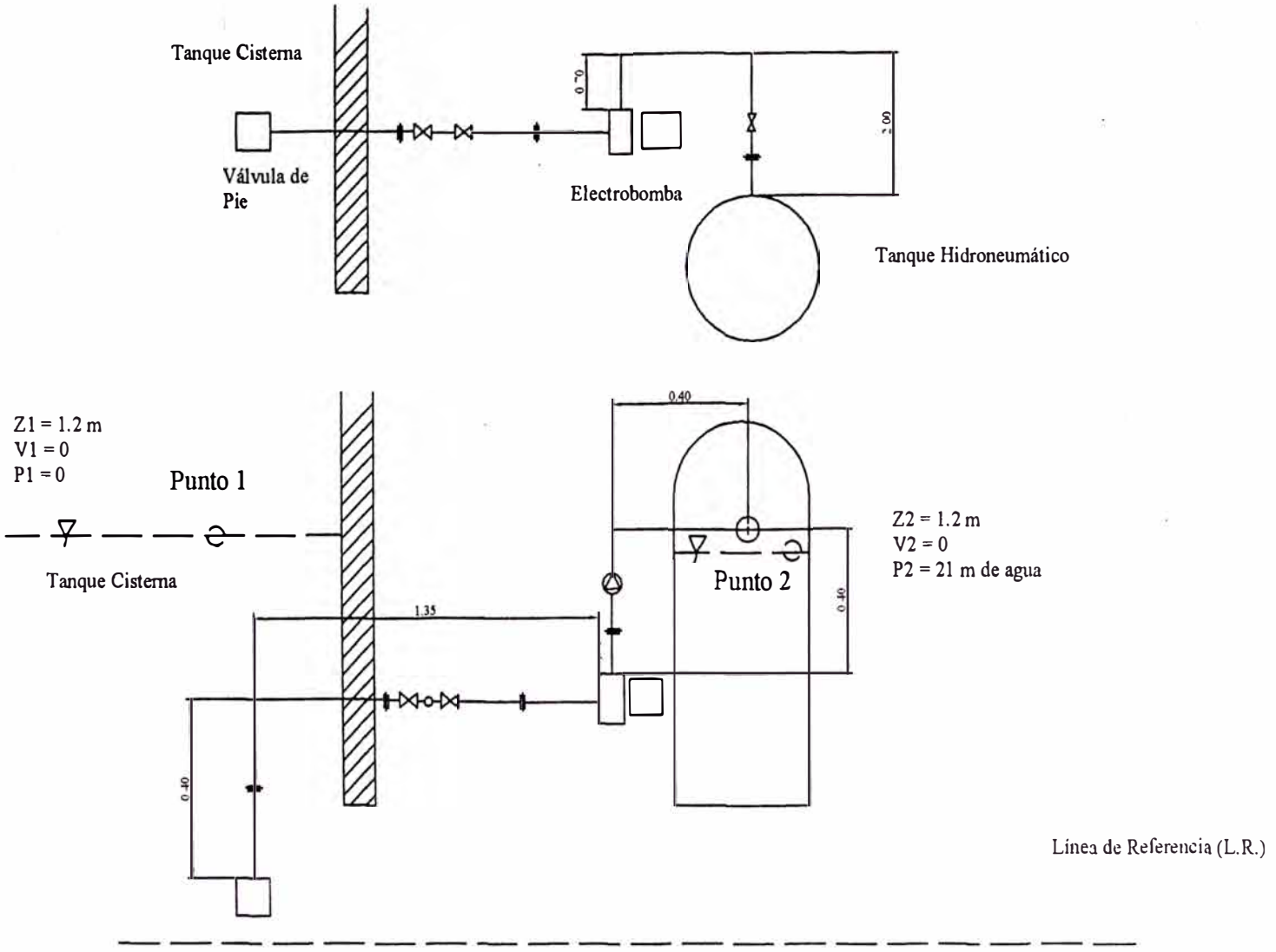



Figura N° 9 Diagrama de instalación de la Electrobomba

La instalación para la red de agua inicia desde la toma de la cisterna hasta el tanque hidroneumático, tal como se describe en la figura N° 9 y en ello se puede obtener:

| Cantidad | Descripción de Accesorio |
|---|---|
| 1 | Entrada con bordes cuadrados en la válvula de pie con filtro |
| 1 | Llegada con bordes redondeados en el tanque hidroneumático. |
| 1 | Válvula de pie 2'' |
| 5 | Unión universal 2'' |
| 4 | Codos 2" |
| 3 | Válvulas de compuerta 2" |
| 1 | Válvula check horizontal 2" |

Aplicando la ecuación de conservación de energía para una bomba, teniendo como referencia L.R. (Línea Referencia), según párrafo 3.1.6. ecuación (8)

$$Z_1+\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+H_T=Z_2+\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+\quad h_p$$

Teniendo en cuenta la figura N° 9, se tiene que:

Z1: 1.20 m.

Z2: 1.20 m.

P1: 0

V1, V2: 0 m/s por ser considerada reservorio.

P2: 60 PSI ó 42 m de agua, tomando como referencia el punto de parada.

Reemplazando se tiene:

$$H_T = \frac{P_2}{\gamma} + h_p \qquad \ldots\ldots(30)$$

Se tomará la ecuación de Hazen – Williams teniendo en cuenta los límites establecidos.

$$h_p = \frac{10.669 \cdot L \cdot Q^{1.85}}{D^{4.867} \cdot C_{HW}^{1.851}}$$

En donde:

L : Longitud de tubería incluyendo la longitud equivalente de pérdidas por accesorios (m).

Q : Caudal $m^3/s$ (0.001041 $m^3/s$)

D : Diametro interno de la tubería[7]

(D = 0.0525 m) Apéndice Nº IV Tabla 12.

$C_{HW}$ : Coeficiente de Hazen Williams[1] (ver Apéndice III, Tabla 1).

Además se tiene que la longitud total se hallará por medio de la ecuación:

$$L = Ls + Ld + Leq \qquad (31)$$

L : Longitud total considerando la tubería y los accesorios.

Ls : Longitud de tubería de succión (1.75 m.)

Ld : Longitud de tubería de descarga (3.50 m.).

Leq : Longitud equivalente de los accesorios.

Teniendo el diámetro de 2", entonces se tiene:

D = 2.067 pulg. = 0.0525 m. Apéndice IV tabla N° 12

Leq = k D/*f* Apéndice IV tabla N° 12

Reemplazando se tiene: Leq = 2.76 k

Longitud equivalente por los accesorios

Teniendo en cuenta los valores del Apéndice IV Tabla N° 9, 10, 11 y 12.

| Accesorios | Cant | k | Leq = 2.76 k (m) | L pies Apéndice IV tabla N° 12 | Leq (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| Tubo de Entrada | 1 | 0.78 | 2.15 | - | 2.15 |
| Tubo de Salida | 1 | 1.00 | 2.76 | - | 2.76 |
| Válvula de pie con Filtro | 1 | 8.0 | 22.08 | - | 22.08 |
| Unión Universal | 5 | 0.5 | 1.38 | - | 6.90 |
| Codo 2" | 4 | - | - | 5.17 | 6.30 |
| Válvula de Compuerta | 3 | - | - | 1.38 | 1.26 |
| Válvula check Horizontal | 1 | - | - | 17.2 | 5.24 |

Tabla N° 4 Pérdida en los accesorios utilizando la longitud equivalente

$$Leq = 46.69 \text{ m}$$

$$L = Ls + Ld + Leq$$

$$L = 51.94 \text{ m.}$$

Reemplazando en la ecuación de Hazen – Williams se tiene:

$$hp = 133059.49.\ Q^{1.85}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.001041 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$hp = 0.404 \text{ m.}$$

Reemplazando en la ecuación ( 30 )

$$H_T = 42.40 \text{ m.}$$

Teniendo los valores de: $H_T$ y Q

Seleccionaremos la bomba según los catálogos de Hidrostal[11] sería la más conveniente: (muestra de la curva en el Apéndice Nº VIII Tabla 3)

Modelo de la Bomba : 2BI-1½-3.4T

Revoluciones : 3400 RPM

Potencia : 3.4 HP

- Curva del sistema

Para el gráfico de la curva del sistema de bombeo se empleará como referencia la Pm = 21 m de agua y se considera las pérdidas por la longitud de la tubería y accesorios, se tiene:

De la ecuación (30)

$$H_T = 21 + 133059.49\ Q^{1.85} \qquad (32)$$

Haciendo variar el caudal para luego graficar la curva del sistema.

| Q l/s | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_T$ (m) | 0 | 21.10 | 21.37 | 21.79 | 22.35 | 23.04 |

Tabla N° 5 Relación de datos para dibujar la curva del sistema

De la bomba seleccionada debemos de verificar que el caudal mínimo requerido lo estará suministrando, del Apéndice VIII Tabla N° 3.

Se tiene:

H = 21 m. de H2O Qa = 1.91 l/s

H = 42 m. de H2O Qp = 1.45 l/s

Estos son los caudales de arranque y de parada cumpliendo con el abastecimiento mínimo de agua requerido.

Caudal de arranque 1.91 l/s.

Caudal de parada 1.45 l/s.

- Cálculo $NPSH_D$

Según el enunciado en 3.5.3 y ecuación ( 15 )

$$NPSH_D = (P_s - P_v) +/- S - h_{fs}$$

En donde:

$P_s$ : Presión absoluta en el recipiente de succión, 10.33 m (ver Apéndice V)[11].

$P_{v:}$ : Presión de vapor absoluta del líquido[11] a la temperatura de bombeo, 1.76 m (ver Apéndice VI).

S : Altura de succión estática (+) +1.2 m.

$h_{fs}$ : Pérdida de energía por fricción en la línea de succión expresada en metros (m) del líquido bombeado.

Cálculo del $h_{fs}$ :

Para el cálculo se necesitará utilizar la longitud equivalente debido a las pérdidas de la tubería y de los accesorios teniendo en cuenta la fig Nº 9 se tiene la siguiente tabla:

| Accesorios | Cant | k | Leq = 2.76 k (m) | L pies Apéndice IV tabla N° 12 | Leq (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| Tubo de Entrada | 1 | 0.78 | 2.15 | | 2.15 |
| Válvula de pie con Filtro | 1 | 8.0 | 22.08 | | 22.08 |
| Unión Universal | 3 | 0.5 | 1.38 | | 4.14 |
| Codo 2" | 1 | | | 5.17 | 1.58 |
| Válvula de Compuerta | 2 | | | 1.38 | 0.84 |

Tabla N° 4 Pérdida de los accesorios empleando la longitud equivalente

La longitud de la tubería de succión = 1.75 m se tiene una longitud total a:

L = 30.79

$h_{fs}$ = hp se calculará con la ecuación de Hazen – Williams teniendo en cuenta los límites establecidos.

$$h_p = \frac{10.669 \cdot L \cdot Q^{1.85}}{D^{4.867} \cdot C_{HW}^{1.851}}$$

Reemplazando se tiene:

$$h_{fs} = hp = 0.24 \text{ m}$$

Remplazando en la ecuación de $NPSH_D$, se tiene:

$$NPSH_D = 9.53 > NPSH_R$$

Se concluye que no habrá ningún problema de cavitación.

6.2.2 Cálculo del volumen total del tanque hidroneumático

Utilizando los gráficos del Apéndice IV Tabla N° 2 e iterativamente para valores de N iguales a 3, 4, 5, 6, 7 y 8 arranque/hora y con los valores hallados de presión de arranque 30 PSI (1.2 kgf/cm²) y presión de parada 60 PSI (2.4 Kgf/cm²); además se utilizarán el valor del caudal Qa = 1.91 l/s que es el mayor caudal que es el capaz de suministrar la bomba, construimos el cuadro siguiente:

| Número de Arranque N | Intermitencia de arranques en minuto en un hora | Relación $Qm^3/h / Vtm^3$ | Vt con Q = 1.91 l/s Q = 6.84 m³/h |
|---|---|---|---|
| 3 | 20 | 3.7 | 1.85 |
| 4 | 15 | 5 | 1.37 |
| 5 | 12 | 6.2 | 1.10 |
| 6 | 10 | 7.4 | 0.92 |
| 7 | 8.6 | 8.8 | 0.78 |
| 8 | 7.5 | 9.9 | 0.69 |

Tabla N° 6 Cuadro de iteraciones para N y Vt.

Tomando en consideración que a mayor volumen, mayores son los costos de inversión y si la tendencia es de menor volumen, implica que el número de arranques por hora de la electrobomba aumenta y como consecuencia la vida útil del motor eléctrico de la electrobomba disminuye.

Por lo tanto consideramos que con un número de arranques por hora de cuatro (cada 15 minutos) será razonable tomando en cuenta que el sistema contará con otra electrobomba idéntica instalada para funcionar alternadamente en el sistema.

Así tendremos que el volumen total a calcular será de 1.37 m³ de agua.

6.2.3 Cálculo del volumen útil

Con la presión de arranque de 30 PSI (2.1 Kg/cm.²), utilizando la recomendación de la tabla sección 3.6.4, obtendremos la relación óptima siguiente:

$$\frac{Vu}{V_T} = 0.32$$

Sabemos que $V_T$ = 1.37 m³ por lo tanto:

$$V_u = 0.32 \times 1.37$$

$$V_u = 0.438 \text{ m}^3$$

Cálculo que comprobamos con las ecuaciones:

$$Vu = \frac{0.8 \times 1.37 (4.2 - 2.1)}{4.2 + 1}$$

$$Vu = 0.443 \text{ m}^3$$

Así también con las presiones absolutas de arranque y parada

$$\% Vu = \frac{1 - (30 + 14.7) (60 + 14.7)}{(1 - 0.20)}$$

$$\% Vu = 0.32$$

Así:

$$Vu = 0.44 \ m^3$$

Por lo tanto comparando los resultados, el volumen útil calculado como óptimo será de 0.44 $m.^3$

6.2.4 Cálculo de las dimensiones del tanque hidroneumático

De la Tabla anterior, nuestra capacidad del tanque es de 1.37$m.^3$ (361.96 Gal USA) es recomendable usar un diámetro normalizado de 36" según Apéndice IV Tabla N° 1, por lo tanto:

VT = Altura Total x Area de la Sección

$$1.37 = \frac{\text{Altura Total} \ \pi \ (0.914)^2}{4}$$

ht = Altura Total = 2.09 m.

Diámetro = 36 pulgadas

6.2.5 Volumen ocupado por la cámara de aire en el arranque y parada de la bomba

Se determinará los volúmenes de arranque y de parada considerando que durante el funcionamiento del tanque hidroneumático las variaciones en el volumen y la presión de la cámara de aire se realiza a temperaturas constantes, por ello aplicando la ley de Boyle.

$$Pm \times Vm = Pp \times Vp \qquad (33)$$

En donde:

Pm: Presión absoluta de arranque.

$$Pm = 30 + 14.7 \; ; \; Pm = 44.7 \text{ PSI}$$

Pp: Presión absoluta de parada

$$Pp = 60 + 14.7$$

$$Pp = 74.7 \text{ PSI}$$

Vm: Volumen de arranque, por definición:

$$Vm = Vp + Vu$$

Remplazando en la ecuación ( 33 )

$$Vu = 0.44 \text{ m}^3$$

$$Vm = Vp + 0.44$$

Vp = Volumen de parada; $Vp = 0.66 \text{ m}^3$

$$Vm = 1.10 \text{m}^3$$

6.2.6 Niveles de operación del agua en el interior del tanque Hidroneumático.

| | |
|---|---|
| Diámetro | : 36" |
| ht | : 2.09 m. |
| Area | : 0.66 $m^2$ |
| Vm | : Volumen de Arranque 1.10 $m^3$ |
| Vp | : 0.66 $m^3$ |
| Vu | : 0.44 $m^3$ |
| Vr | : 0.27 $m^3$ |
| hp | : 1 m. |
| hu | : 0.66 m. |
| hr | : 0.43 m. |

Teniendo las dimensiones, el diagrama del tanque sería, ver figura N° 11.

6.2.7 Cálculo del espesor del tanque

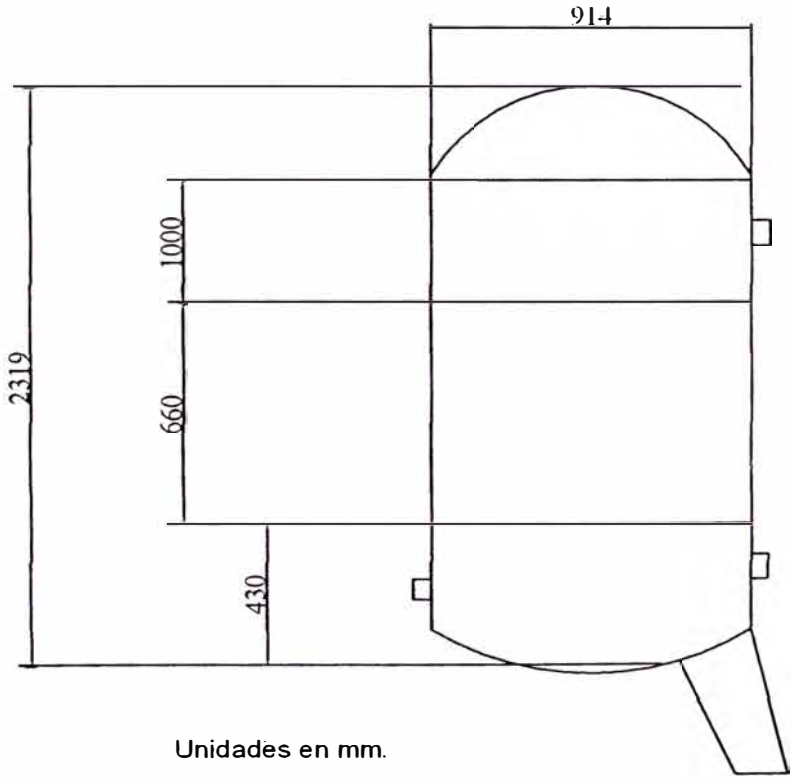
El tanque hidroneumático al realizar su funcionamiento presión de arranque (Pm) y parada (Pp) realizada en las siguientes presiones:

$$Pm = 30PSI \text{ y } Pp = 60 \text{ PSI}$$

En donde:

Pp nos indicará la presión de trabajo mayor, según lo descrito en el párrafo 3.7.2, se tiene que la presión de diseño es:

$$Pd = 90\ PSI$$




Unidades en mm.

Figura Nº 11 Dimensiones Generales del Tanque Hidroneumático

Entonces el espesor estará determinado por, (ver párrafo 3.7.6)

$$t = \frac{Pd \cdot R}{SE - 0.6\,Pd} + C.A.$$

Pd : Presión de diseño (90 PSI)

R : Radio interior en pulgadas (18 pulg.)

S : Valor del esfuerzo de tracción en el material, para una plancha A – 36 se tiene:

S = 12650 PSI

ver Apéndice IV Tabla N° 13

E : Eficiencia de la junta ver Apéndice IX Tabla N° 3 (E=1)

C.A : Margen por corrosión, pulgadas (0.125 pulg.) por seguridad.

Reemplazando:

$$t = 0.25 \text{ pulg.}$$

El espesor será ¼", además debe cumplir:

$$P < 0.385\ SE$$

$$P = \frac{SE \cdot t}{R + 0.6\ t}$$

$$P = 174.24 \text{ libras/pulg}^2$$

En donde cumple con la condición.

6.2.8 Cálculo de la cabeza ASME bombeada (ver figura N° 12)

Del Apéndice X Tabla N° 1 con diámetro 36''.

Se tiene DR = 36 y KR = 2.25, dividiendo:

$$DR / KR = 16$$

Con está condición tenemos:

$$t = \frac{Pd \times D.R. \times M}{2\,SE - 0.2\,Pd}$$

Pd : Presión de diseño (Pd = 90 PSI)

DR : Radio De bombeo (D.R. = 36)

M : Factor M = 1.75

(Apéndice IX Tabla N° 3)

S : Valor de esfuerzo del material, PSI

(S = 12650 PSI)

E : Eficiencia de la junta (E = 1)

Reemplazando se tiene:

$$t = 0.22 \text{ pulg.}$$

Se requiere plancha de ¼" con las medidas del Apéndice X Tabla N° 1.

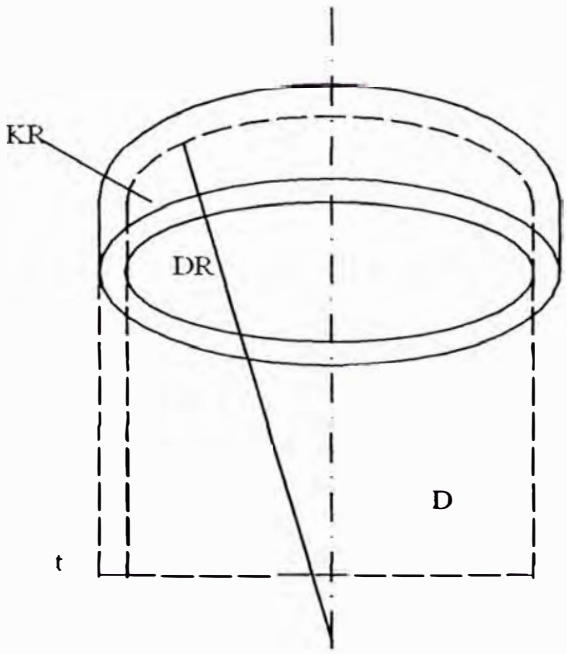



Figura Nº 12 Dimensiones Generales de la tapa bombeada del tanque hidroneumático

6.2.9 Selección del tablero de alternancia

Se considerará 02 electrobombas en paralelo modelo: 2B1 – 1 ½" – 3,4T

El motor que funciona con la bomba es de 3.4 Hp monofásico

Apéndice VIII Tabla N° 2.

$$P_{elect} = \frac{V\ I\ Cos\phi}{746} \qquad (34)$$

En donde:

Pelect : Potencia eléctrica

V : Voltios (V = 220 Voltios)

I : Intensidad de corriente

(I = amperios)

$Cos\phi = 0.8$

Reemplazando:

I = 14. 4Amp.

Según el catálogo de selección de tableros alternados de bombas se seleccionará el tablero código 614655. Apéndice XI Tabla N° 1

6.2.10 Selección del sistema ablandador:

Teniendo como dato inicial que el abastecimiento a toda la clínica deberá ser a través del caudal:

Q = 0.35 l/s

Q = 5.5 Gal/min.

Según el catálogo de selección de ablandadotes con regeneración automática, se escogería el modelo KS60; ver Apéndice XII Tabla N° 1.

6.2.11 Selección del equipo ultravioleta.

Teniendo un Q = 5.5 Gal/min.

Se seleccionará un equipo modelo IUV – 6 ver Apéndice VII .

# CAPITULO 7

## 7.0 BENEFICIOS GLOBALES EN EL CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO

### 7.1 Gastos iniciales realizados antes del cambio del equipamiento

Energía eléctrica consumida por las electrobombas de 9 HP, ver Tabla N° 7. Esta energía es considerada como un gasto constante durante los años siguientes y considerada como una inversión.

Energía eléctrica = $ 590.72

Otra inversión inicial es la adquisición del nuevo equipamiento para la realización del tratamiento de agua en las atenciones odontológicas. ver tablas N° 8 y 9.

Adquisición e instalación del nuevo equipamiento = $20,228.01

Siendo el monto total de la inversión inicial = $ 20,818.73

TABLA N° 7

Costo del Consumo de la Electricidad en la Electrobomba de 3.4 HP

| VARIABLES | ECUACION | RESULTADO | OBSERVACION |
|---|---|---|---|
| Potencia (HP) | Dato | 3.4 | |
| Potencia (kw) | HP * 746 / 1000 | 2.5364 | |
| Vu del tanque ($m^3$) | Dato | 0.44 | |
| Caudal del Sistema (lt/s) | Dato | 1.041 | |
| Tiempo Prendido (min) | t=Vu/Q | 7 | |
| # Veces prendido por hora | Dato | 4 | |
| Tiempo total prendido por hora | t * # Veces | 28 | |
| Potencia por Tiempo kwh | (kw) * Tiempo Total | 71 | |
| Costo del kw-hr (S/. / kwh) | Dato | 0.14 | |
| Costo del kw-hr/mes (S/. / kw-mes) | 71 * 0.14 * 8 * 26 | 2,067.52 | $/ kw-mes 590.72 |

T.C. $ 1= S/. 3.50

TABLA N° 8

COSTO DE LA TUBERIA DE COBRE Y ACCESORIOS
PARA LA INSTALACION DEL AGUA BLANDA
CLINICA DENTAL CAYETANO HEREDIA

| ITEM | DESCRIPCION | UNID. | CANT. | COSTO UNIT. $ | COSTO TOTAL $ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.00.00 | Tubería | | | | |
| 1.01.00 | Tubería de 1" Diám. | m | 93.20 | 32.50 | 3,029.00 |
| 1.02.00 | Tubería de 3/4" Diám. | m | 131.20 | 23.00 | 3,017.60 |
| 1.03.00 | Tubería de 1/2" Diám. | m | 188.40 | 13.20 | 2,486.88 |
| 2.00.00 | Accesorios | | | | |
| 2.01.00 | Codo | | | | |
| 2.01.01 | Codo c/rosca de 1" Diám. | Unid. | 14.00 | 1.00 | 14.00 |
| 2.01.02 | Codo c/rosca de 3/4" Diám. | Unid. | 13.00 | 0.49 | 6.37 |
| 2.01.03 | Codo c/rosca de 1/2" Diám. | Unid. | 50.00 | 0.20 | 10.00 |
| 2.02.00 | Tee | | | | |
| 2.02.01 | Tee c/rosca de 1" Diám. | Unid. | 2.00 | 2.60 | 5.20 |
| 2.02.02 | Tee c/rosca de 3/4" Diám. | Unid. | 6.00 | 1.00 | 6.00 |
| 2.02.03 | Tee c/rosca de 1/2" Diám. | Unid. | 53.00 | 0.50 | 26.50 |
| 2.03.00 | Unión | | | | |
| 2.03.01 | Unión c/rosca de 1" Diám. | Unid. | 7.00 | 3.50 | 24.50 |
| 2.03.02 | Unión c/rosca de 3/4" Diám. | Unid. | 3.00 | 2.05 | 6.15 |
| 2.03.03 | Unión c/rosca de 1/2" Diám. | Unid. | 7.00 | 1.40 | 9.80 |
| 2.04.00 | Reducción | | | | |
| 2.04.01 | Reducción de 2" a 1" | Unid. | 2.00 | 10.00 | 20.00 |
| 2.04.02 | Reducción de 1" a 3/4" | Unid. | 6.00 | 8.00 | 48.00 |
| 2.04.03 | Reducción de 3/4" a 1/2" | Unid. | 61.00 | 6.00 | 366.00 |
| | SUB TOTAL | | | | 9,076.00 |
| | Mano de Obra 15% | | | | 1,361.40 |
| | SUB TOTAL | | | | 10,437.40 |
| | Servicios Generales 15% | | | | 1,565.61 |
| | | | TOTAL | $ | 12,003.01 |

TABLA N° 9

COSTO DEL EQUIPAMIENTO A SUMINISTRARSE INCLUIDO
LA MANO DE OBRA DE INSTALACION

| ITEM | DESCRIPCION | UNID | CANT | COSTO UNIT. $ | COSTO TOTAL $ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.01 | ELECTROBOMBA 3,4 HP | UNID | 2 | 2,200.00 | 4,400.00 |
| 1.02 | TANQUE HIDRONEUMATICO | UNID | 1 | 500.00 | 500.00 |
| 1.03 | TABLERO ELECTRICO ALTERNADOR | UNID | 1 | 435.00 | 435.00 |
| 1.04 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE COBRE | UNID | 1 | 12,003.01 | 12,003.01 |
| 1.05 | EQUIPO ABLANDADOR | UNID | 1 | 2,290.00 | 2,290.00 |
| 1.06 | SISTEMA ESTERILIZADOR ULTRAVIOLETA DE AGUA | UNID | 1 | 600.00 | 600.00 |
| | | | TOTAL | $ | 20,228.01 |

TABLA N° 10

Monto de Ganancias por las Pensiones Anuales de los nuevos Alumnos
al cambio de Infraestructura realizado
Pregrado

| Año | Cantidad de Alumnos | Pensión * Alumno | Pensión Mensual | Pensión Anual * 10 meses |
|---|---|---|---|---|
| Año 2001 | 2 | 1,500.00 | 3,000.00 | 30,000.00 |
| Año 2002 | 4 | 1,500.00 | 6,000.00 | 60,000.00 |
| Año 2003 | 6 | 1,500.00 | 9,000.00 | 90,000.00 |
| Año 2004 | 8 | 1,500.00 | 12,000.00 | 120,000.00 |

Monto de Ganancias por las Pensiones Anuales de los nuevos Alumnos
al cambio de Infraestructura realizado
Técnicos Dentales

| Año | Cantidad de Alumnos | Pensión * Alumno | Pensión Mensual | Pensión Anual * 10 meses |
|---|---|---|---|---|
| Año 2001 | 2 | 70.00 | 140.00 | 1,400.00 |
| Año 2002 | 4 | 70.00 | 280.00 | 2,800.00 |
| Año 2003 | 6 | 70.00 | 420.00 | 4,200.00 |
| Año 2004 | 8 | 70.00 | 560.00 | 5,600.00 |

Monto de las atenciones a los nuevos pacientes por el cambio
de infraestructura

| Año | Cantidad de Pacientes Nuevos/día | Utilidad Neta por Paciente | Utilidad Neta Mensual | Utilidad Neta Anual * 12 meses |
|---|---|---|---|---|
| Año 2001 | 2 | 20.00 | 1,040.00 | 12,480.00 |
| Año 2002 | 2 | 20.00 | 1,040.00 | 12,480.00 |
| Año 2003 | 2 | 20.00 | 1,040.00 | 12,480.00 |
| Año 2004 | 2 | 20.00 | 1,040.00 | 12,480.00 |

## 7.2 Análisis de la recuperación de la inversión a efectuar

### 7.2.1 Demanda

Se desarrolló un estudio de investigación de mercados, expongo a continuación algunos avances de las investigaciones.

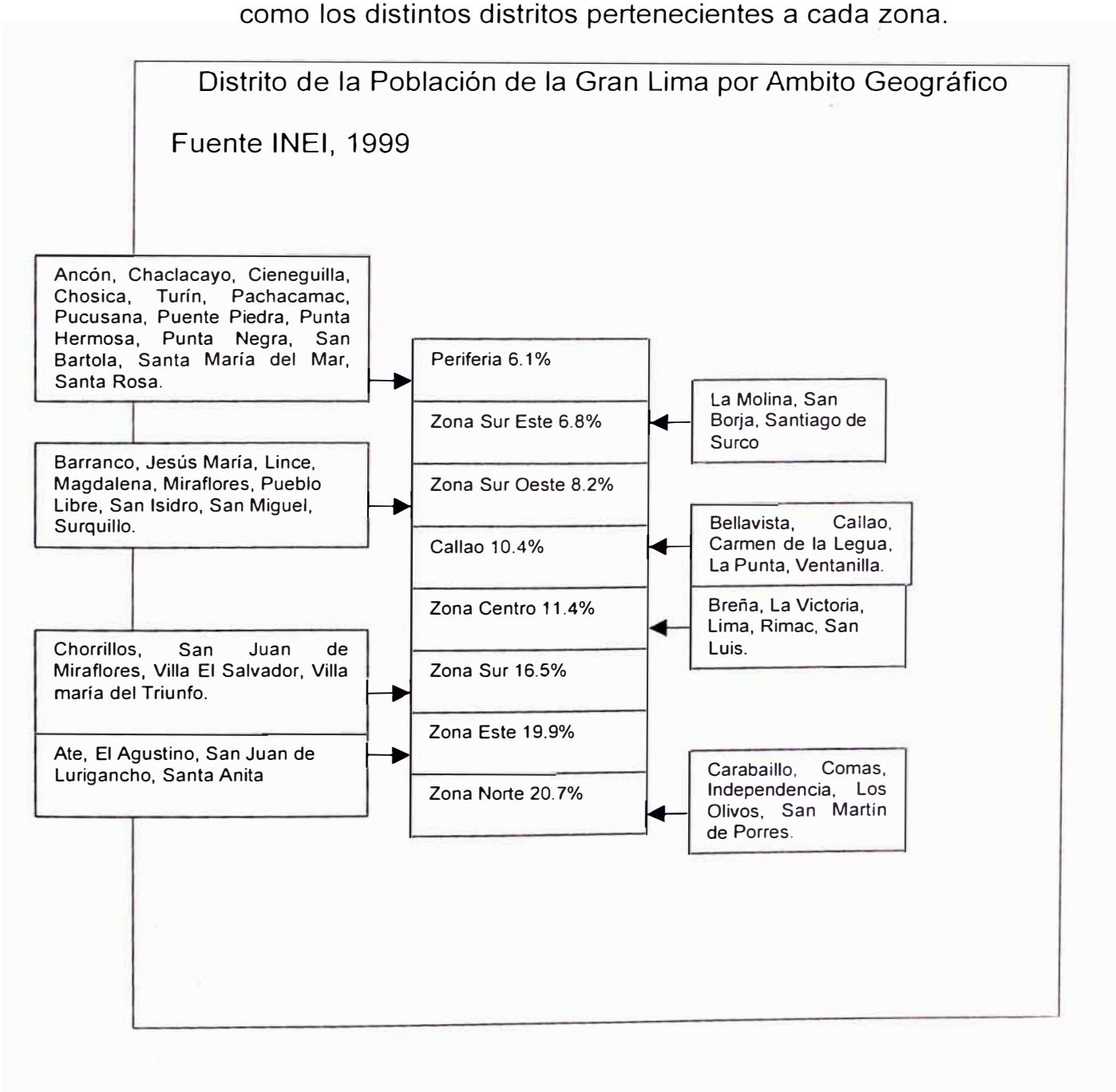
### 7.2.2 Información general

La población total de residentes en Lima Metropolitana es de siete millones 270 mil habitantes. Representa el 28.8% de la población del Perú y el 41.1% de la población urbana. En el año 1999 se registró como el distrito más poblado de la ciudad capital a San Juan de Lurigancho, ubicado en la zona este. Otros distritos importantes demográficamente son Comas, Callao, San Martín de Porres, Lima, San Juan de Miraflores.

La población de hogares se proyecta en un millón 400 mil aproximadamente, que se encuentran distribuidos en diferentes niveles socio económicos (NSE), el área de Lima Metropolitana de Lima, que incluye a las provincias de Lima y Callao registra un crecimiento de 2.1% anual, según proyecciones realizadas por el INEI sobre la base de los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de

1993[10], lo que significa incrementar alrededor de 140 mil nuevos habitantes cada año.

La población limeña presenta mayor porcentaje en la zona norte, este y sur de la capital. El cuadro siguiente permite percibir la distribución en porcentaje de dicha población así como los distintos distritos pertenecientes a cada zona.



El conjunto de jóvenes entre 15 y 19 años viene a ser de 809,400 personas aproximadamente, y de 787,800 las personas entre 20 y 24 años.

La población de Lima Metropolitana (incluidos cada uno de sus distritos) desde 1998 al 2000 ha evolucionado; además se incluye una estimación con respecto al año 2001.

A efectos de definir nuestro marco geográfico hemos denominado Ciudad de Lima, a la provincia de Lima exceptuando los distritos de Ancón, Santa Rosa, Chaclacayo, Chosica, Lurín, Cieneguilla, Pachacamac y los Balnearios del Sur.

En la mayor parte de las viviendas existe un solo hogar (1.2 en promedio) y un promedio de cinco personas. El tamaño de la familia es mayor en los NSE C y D, mientras que la proporción de menores de edad es más elevada en los NSE D y E.

Un 78% de los jefes de hogar cuenta con algún empleo remunerado y el 10% vive de su jubilación o de sus rentas. El restante 12% lo integran aquellos que están al cuidado de su

hogar y los que están buscando trabajo o trabajan ayudando a algún familiar.

Las principales ocupaciones de los Jefes de Hogar del NSE A son empresario, gerente, profesional independiente y dependiente. En el NSE B lo son profesional independiente, dependiente y empleado de mando medio. En el NSE C, obrero especializado (mecánico, chofer o electricista) y pequeño comerciante. En el NSE D las ocupaciones son más diversas: obreros, pequeños comerciantes, empleados, no especializados y eventuales. En el NSE E el jefe de hogar es fundamentalmente obrero eventual o vendedor ambulante.

La actividad económica independiente es desarrollada por el 61% de los jefes de hogar; la mayor parte de los cuales son trabajadores informales. De estos, los informales se encuentran mayormente en los NSE D y E, en tanto que los formales son mayoría en el NSE A.

### 7.2.3 Información específica

En cuanto a la formación académica la Facultad de Estomatología está posicionada mayoritariamente en los

niveles socioeconómicos A y B y en menor proporción en los niveles socioeconómicos C y D. Los estudiantes de pregrado provienen fundamentalmente de los distritos de San Borja, La Molina, San Isidro, Miraflores, Lima, Pueblo Libre, Lince, Jesús María, San Luis, etc. y de provincias.

Ante la pregunta ¿Por qué prefieren estudiar Odontología en la Facultad de Estomatología de la UPCH? Responden en orden de prioridades: por imagen institucional, por que brinda servicios integrales, por calidad de atención, por plana docente, por tecnología de punta, por infraestructura y otros.

En los servicios odontológicos nuestra mayor demanda se ubica en los distritos de San Martín de Porres, Los Olivos, Lima Cercado y otros distritos.

En el estudio de análisis realizado en la Clínica Estomatológica, con una base total de 352 personas en un lapso de 30 días (Julio 2000), en lo referido al análisis de la calidad de servicios de salud "ideal", de un total de 21 variables, las personas entrevistadas señalaron como las más importantes:

- En una empresa de servicios de salud "ideal", los empleados son siempre amables con los clientes.
- En una empresa de servicios de salud "ideal", realizan bien su trabajo desde la primera vez.
- En una empresa de servicios de salud "ideal", muestran interés por solucionar los problemas de los pacientes.
- En una empresa de servicios de salud "ideal", dan a sus clientes atención individualizada.
- En una empresa de servicios de salud "ideal", los empleados siempre están dispuestos a ayudar a los pacientes.

En cuanto a las características mínimas requeridas en los servicios de salud, los entrevistados señalan: el nivel de profesionalismo de las personas que conforman la institución (32%), condiciones de infraestructura y tecnología (25%); amabilidad de empleados a pacientes (15%) y atención personalizada al paciente (14%).

Con referencia a la Clínica Estomatología los entrevistados calificaron de acuerdo a su percepción las siguientes características:

- Los empleados de la Clínica Estomatológica son amables con los pacientes.
- Los pacientes se sienten seguros con las transacciones que realizan con la institución.
- El comportamiento de los empleados de la Clínica Estomatológica trasmiten confianza.
- Los empleados de la Clínica Estomatológica brindan trato individualizado.

Los entrevistados también perciben que los empleados de la Clínica Estomatológica no brindan los servicios con la rapidez debida, que los horarios no resultan convenientes a los intereses de los pacientes y que los servicios culminan fuera del tiempo ofrecido debido a las continuas obstrucciones durante la atención asistencial.

### 7.2.4 Oferta

La Facultad de Estomatología en la actualidad ofrece dentro de sus principales servicios: la formación académica, investigación, servicios odontológicos y extensión universitaria. Brinda servicios de formación académica a 410 alumnos de pregrado, 153 maestrandos, 7 en el programa de doctorado,

34 diplomados, 52 residentados, 190 tecnólogos dentales, brinda servicios de salud odontológica por aproximadamente 8,000 atenciones mensualmente. Cuenta con una plana docente compuesta por 132 profesores y con 212 trabajadores como personal no docente.

En el cuadro a continuación mostramos las poblaciones de estudiantes en la actualidad de la Facultad de Estomatología son:

Para Pregrado

| Alumnos de Pregrado | 1er Año | 2do Año | 3er Año | 4to Año | 5to Año | Total Año 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Con Categoría | 94 | 104 | 66 | 53 | 64 | 381 |
| Becados | 4 | 10 | 5 | 5 | 5 | 29 |
| Total | 98 | 114 | 71 | 58 | 69 | 410 |

Para Postgrado

| Modalidad | Año 2000 |
|---|---|
| Post grado: | |
| Maestrías | 153 |
| Doctorados | 7 |
| Diplomados | 34 |
| Residentazo | 52 |
| Total | 283 |

Para técnicos dentales

| Modalidad | Año 2000 |
|---|---|
| Tecnólogos | 190 |

Se tiene un concepto elevado de la plena satisfacción del cliente, por lo tanto procuramos brindar servicios cumpliendo con los más altos estándares de calidad.

Esta oferta de servicios actual comprende la atención de hasta 85 pacientes simultáneamente, para ello se cuenta con la misma cantidad de unidades dentales. En la Clínica Estomatológica Central se cuenta actualmente con 85 unidades dentales.

Las unidades dentales están subdivididas por servicios, e interactúan entre sí de acuerdo al nivel de complejidad y grado de especialización requerida por los pacientes, constituyéndonos una alternativa de servicios integrales de toda la especialidad para los clientes.

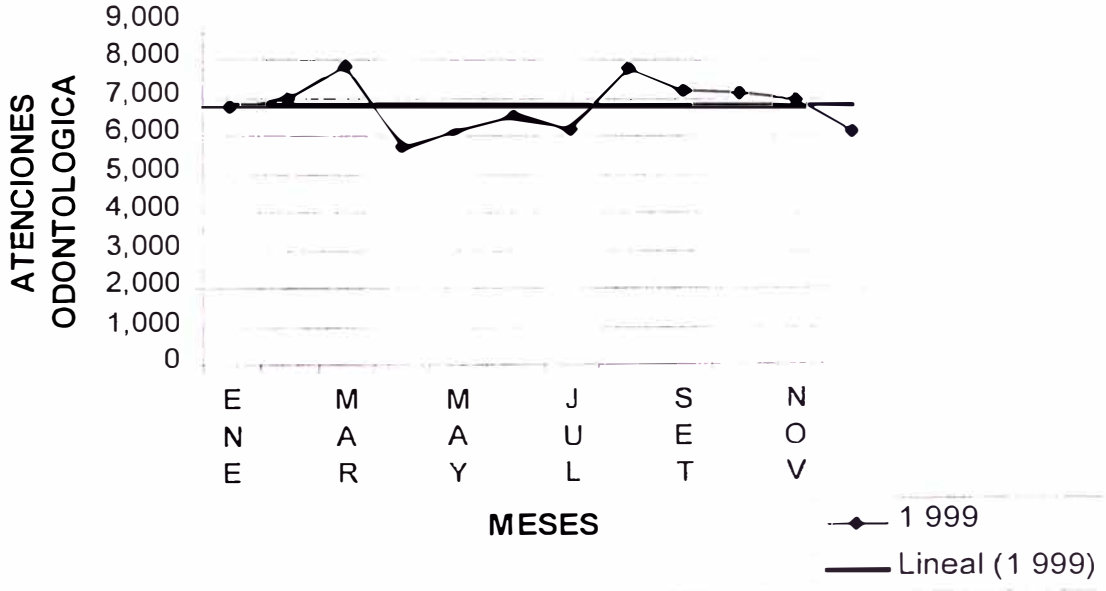
El Nivel de cobertura por número de atenciones odontológicas se muestra en el siguiente cuadro:

| Meses | 1999 | 2000 |
|---|---|---|
| Enero | 6,776 | 8,244 |
| Febrero | 7,007 | 8,072 |
| Marzo | 7,881 | 8,980 |
| Abril | 5,749 | 6,631 |
| Mayo | 6,147 | 7,444 |
| Junio | 6,518 | 7,372 |
| Julio | 6,206 | 6,806 |
| Agosto | 7,796 | 8,787 |
| Setiembre | 7,251 | 7,589 |
| Octubre | 7,153 | |
| Noviembre | 7,015 | |
| Diciembre | 6,114 | |

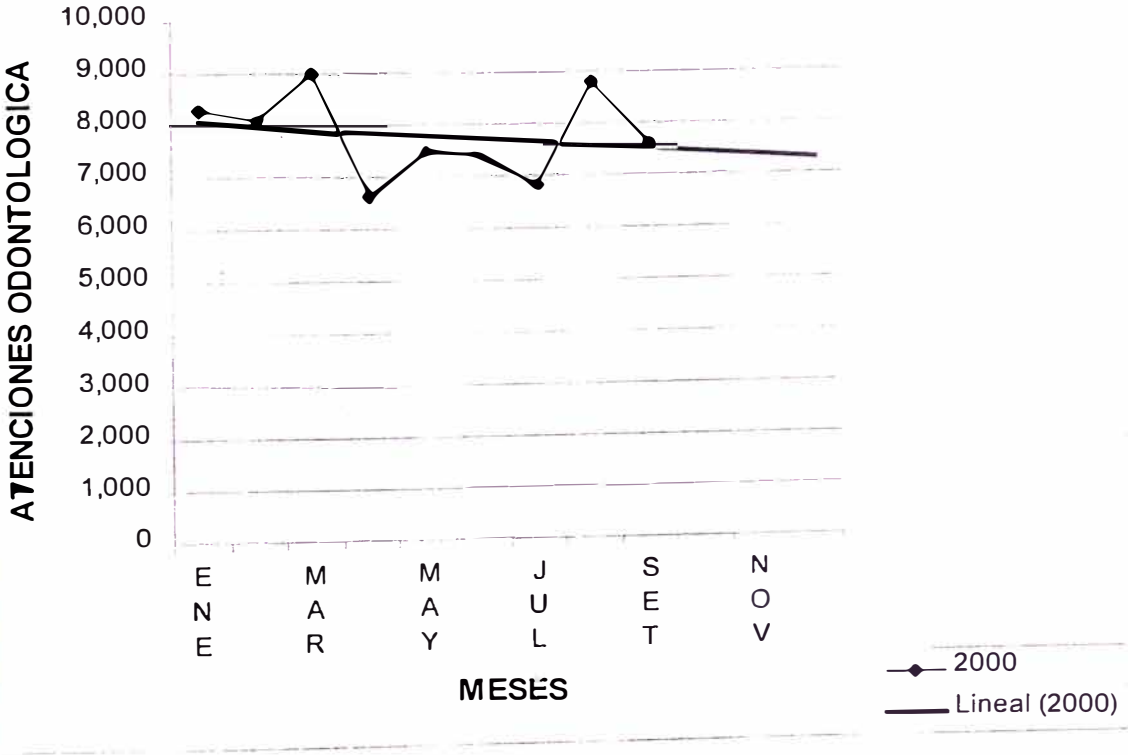
Tabla N° 11 Número de atenciones odontológicas

Graficando y mostrando la curva de tendencia para los años 1999 y 2000.

## CUADRO DE ATENCIONES AÑO 1 999




## CUADRO DE ATENCIONES AÑO 2 000



En los anteriores gráficos se muestra el comportamiento de los servicios odontológicos y las atenciones que realizan en el año 1999 y 2000 en donde se puede observar que al realizar la curva de tendencia (Lineal 1999) para el año 1999 se mantiene invariable. Ahora para el año 2000 el número de atenciones la tendencia es decreciente (Lineal 2000) y preocupante para la Clínica es por esta razón que se toma las medidas correctivas.

Del gráfico último se tiene el número de deserción estimada de pacientes:

# pacientes / mes = ( 8000 – 7200) / 12 = 66

diario sería:

# pacientes / día = 2

### 7.2.5 Balance oferta - demanda

Haciendo una estimación de la cantidad de personas que se han retirado por el malestar ocasionado por las obstrucciones y atoros en los instrumentales odontológicos sería de 2 pacientes por día haciendo las modificaciones de infraestructura llevaría a la recuperación de estos, trayendo además consigo 2 alumnos para pregrado y el mismo número para tecnólogo médico.

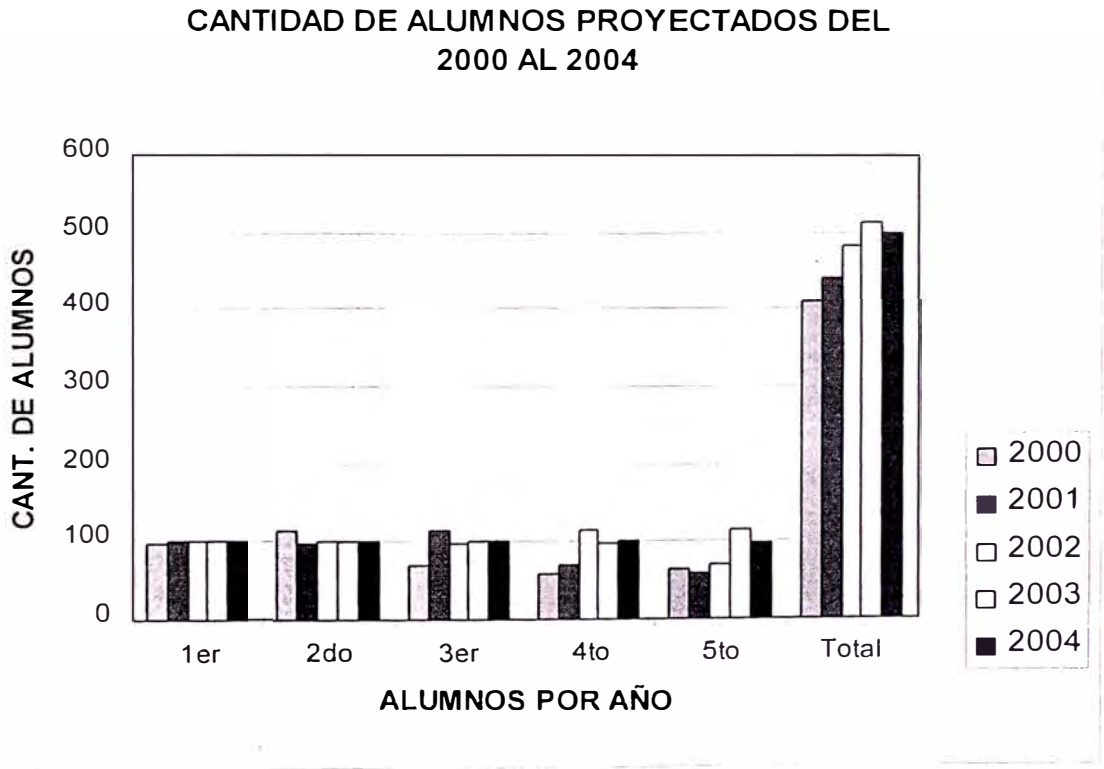
En la actualidad la asistencia de alumnos para pregrado para sus prácticas de servicios odontológicos (los cuales son cubiertos a partir del tercer año de estudios) a una totalidad de 198 estudiantes con dos turnos diarios.

Para el caso de pregrado en la actualidad se tiene 410 estudiantes en los diferentes años de estudios, la proyección del total de estudiantes de pregrado de la Facultad de Estomatología segmentada por años de estudio para el periodo 2000 -2004 se muestra en el siguiente cuadro:

| Año | 1er Año | 2do Año | 3er Año | 4to Año | 5to Año | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000 | 98 | 114 | 71 | 58 | 64 | 410 |
| 2001 | 100 | 98 | 114 | 71 | 58 | 441 |
| 2002 | 100 | 100 | 98 | 114 | 71 | 483 |
| 2003 | 100 | 100 | 100 | 98 | 114 | 512 |
| 2004 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 498 |

Tabla N° 12 Número de alumnos de Pregrado de la Facultad de Estomatología por años de Estudios proyectada 2000-2004

La evolución del crecimiento se muestra en el gráfico a continuación




En lo que respecta a postgrado las proyecciones son mas conservadoras, manteniendo en promedio el mismo número de postgraduados para maestrías: 153 estudiantes de programas de maestrías, 07 estudiantes de programas de doctorado (pagantes a partir del año 2003), 34 diplomados, y 52 residentados, para los años subsiguientes.

### 7.2.6 Competencia

La Clínica Estomatológica está considerada dentro del cargo del Cuarto nivel de complejidad, actuando como un sistema de referencia y contrareferencia a nivel nacional. Presenta ventajas comparativas en cuanto a diferenciación, servicios integrales, servicios de complejidad mayor, servicios de intervenciones quirúrgicas.

Otras clínicas que ofrecen similar complejidad de servicios, pertenecen al sector privado y están ubicadas en distritos diferentes a nuestra cobertura geográfica.

Sin embargo, en el área de influencia de la Clínica Estomatológica existen diversas clínicas dentales y consultorios, quienes ofertan servicios odontológicos. La mayor parte de estos casos, presentan ventajas comparativas en cuanto a precios.

## 7.3 Recuperación de la inversión para efectuar el cambio de infraestructura.

### 7.3.1 Egresos

Los costos de los materiales y equipos, incluido la instalación del mismo son costos del mercado estos datos son proporcionados por proveedores de empresas del rubro, los cuales son muy necesarios para nuestro estudio:

ver tabla Nº 7,8,9.

| Gasto por Concepto ($) | Año 2000 | Año 2001 | Año 2002 | Año 2003 | Año 2004 |
|---|---|---|---|---|---|
| Energía Eléctrica Electrobomba 3.4 HP | 590.72 | 590.72 | 590.72 | 590.72 | 590.72 |
| Electrobombas 3-4 HP | 4,400.00 | - | - | - | - |
| Tanque Hidro-Neumático | 500.00 | - | - | - | - |
| Tablero Eléctrico | 435.00 | - | - | - | - |
| Suministro e Instalación de Tubería de Cobre | 12,003.01 | - | - | - | - |
| Equipo Ablandador | 2,290.00 | - | - | - | - |
| Sistema Esterilizador UV | 600.00 | - | - | - | - |
| Total de Egresos ($) | 20,818.82 | 590.72 | 590.72 | 590.72 | 590.72 |

Tabla N° 13 Egresos debido a la inversión por equipamiento nuevo.

Considerando un tipo de cambio T.C $ 1 = S/. 3.50

7.3.2 Ingresos

ver tabla Nº 10

| Ingresos por Concepto ($) | Año 2000 | Año 2001 | Año 2002 | Año 2003 | Año 2004 |
|---|---|---|---|---|---|
| Alumno de Pregrado | - | 8,571.43 | 17,142.86 | 25,714.28 | 34,285.71 |
| Técnico Dentales | - | 400.00 | 800.00 | 1,200.00 | 1,600.00 |
| Recuperación de pacientes | - | 3,565.71 | 3,565.71 | 3,565.71 | 3,565.71 |
| Total de Ingresos ($) | - | 12,537.14 | 21,508.57 | 30,479.99 | 39,451.42 |

Tabla N° 14 Ingresos debido a recuperación de alumnado y de pacientes

7.3.3 Valor actual neto (VAN)

El criterio del valor actual neto indica la variación de la riqueza cuando el inversionista distrae recursos de una actividad económica para asignarlos a una prueba alternativa de inversión (Proyecto).

7.3.3.1 Regla de Decisión:

- Si VAN > 0

  Entonces es recomendable ejecutar el proyecto.

- Si VAN = 0

  Entonces es indiferente ejecutar el proyecto no hay ganancia.

- Si VAN < 0

  Entonces no es recomendable ejecutar el proyecto.

7.3.3.2 El COK (costo de oportunidad de capital)

Es la renuncia a la renta de la mejor alternativa desechada cuando el inversionista distrae recursos de alguna actividad económica en funcionamiento para asignarlo a una alternativa del proyecto. El COK se mide en porcentaje (algunas veces el COK coincide con la tasa de interés bancario, con la Renta de Bonos de Tesoro Público).

7.3.4 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o tasa de rentabilidad es aquella que aplicada al flujo de fondos netos convierte el VAN en cero.

- Si COK > TIR

  Entonces no es recomendable ejecutar el proyecto.

- Si COK = TIR

  Entonces es indiferente ejecutar el proyecto no hay ganancia.

- Si COK < TIR

Entonces es recomendable ejecutar el proyecto.

7.3.5 Cálculo del VAN y el TIR

Teniendo el cuadro:

| Años | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Egresos | - 20,818.82 | - 590.72 | -590.72 | -590.72 | -590.72 |
| Ingresos | - | +12537.14 | +21508.57 | +30479.99 | +39451.42 |

Se considera el COK = 30%

Cálculo del VAN

$$VAN = -20{,}818.82 + (11{,}946.42/1.3) + (20{,}917.85/1.3^2) + (29{,}889.27/1.3^3) + (38{,}860.70/1.3^4)$$

$$VAN = +27{,}958.95$$

Cálculo del TIR

$$VAN = 0.00$$

$$20{,}818.82 = (11{,}946.42/TIR) + (20{,}917.85/TIR^2) + (29{,}889.27/TIR^3) + (38{,}860.70/TIR^4)$$

$$TIR = 64\%$$

Teniendo como resultado:

$$VAN > 0 \text{ y,}$$

$$TIR > COK$$

Según la Regla de Decisión conviene realizar el proyecto

# CONCLUSIONES

- El presente informe contempla una infraestructura moderna de tal manera que ofrece bioseguridad, seguridad e higiene industrial al personal de servicio y a los pacientes.
- Al cumplirse con todo los beneficios que poseen los equipos, materiales descritos en la presente, éstos fueron utilizados en la instalación cumpliendo con el objetivo primordial de obtener la asepsia[9].
- De acuerdo al análisis financiero (párrafo 7.3.5) se determina que la inversión logrará una recuperación de los pacientes y ganancia muy mejorada.
- Se realiza un estudio estadístico para saber que está fallando en el servicio de tratamiento odontológico, saber la incomodidad de los pacientes y el por que de la deserción de los mismos, y así poder tener criterios para contrarrestar este problema.
- La tubería de cobre posee propiedades inigualables de asepsia para el consumo masivo de agua potable para el ser humano.
- Se ha previsto que toda la red de tuberías serán instaladas en el sótano y ductos, con el fin de que, cuando se realice cualquier cambio debido a su envejecimiento y/o ampliación, éste no interfiera a los servicios que presta la Clínica.

- Considerando a la Clínica Dental moderna, se ha previsto que todos los equipos y/o accesorios tenga en lo posible toda la información necesaria para poder llevar a cabo un mantenimiento preventivo.
- Actualmente en la Clínica Dental el personal que trabaja en mantenimiento son de baja capacidad técnica, por lo que se ha previsto a las autoridades sugerir que, profundice la capacitación para dar resultados de personal técnico altamente calificado.
- Exigiendo mejor capacidad técnica para la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos, garantizamos un buen servicio a la comunidad.
- El equipo hidroneumático es versátil, práctico y eficiente para suministrar agua a la presión de servicio requerido por la industria, comercio, vivienda, hospitales, etc.
- La selección del equipamiento involucrado se obtiene por medio de catálogos, confiables de empresas constituidas en el rubro del que se está determinando.

# BIBLIOGRAFIA

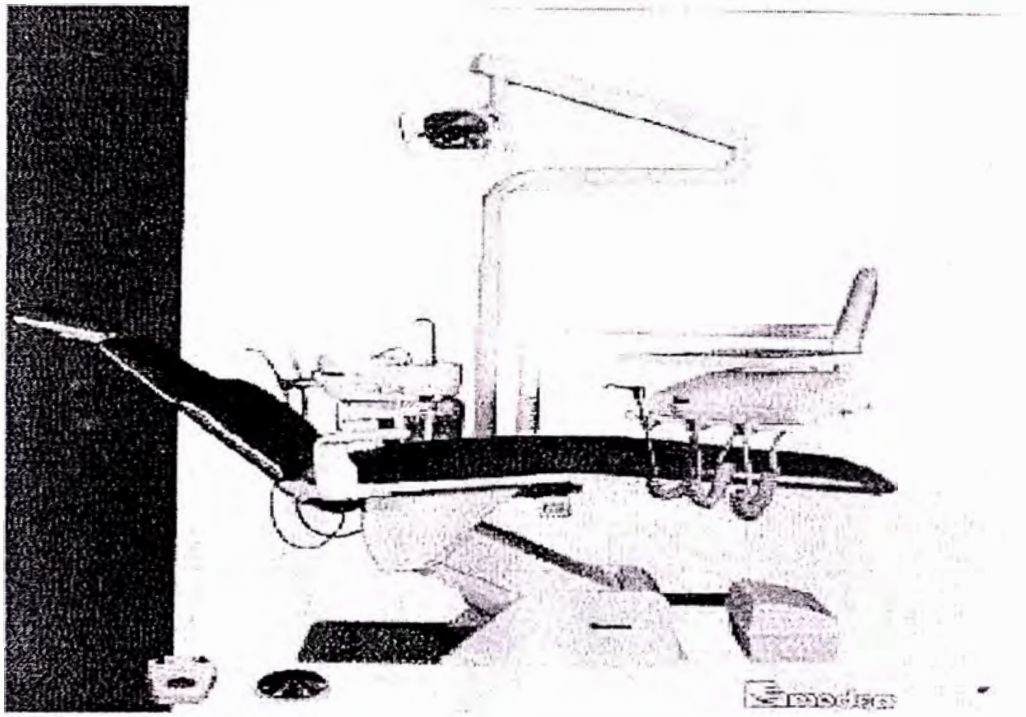

1. "Hidráulica de Tuberías" por Juan G. Saldarriaga Ejemplar impreso en el Mes de Septiembre de 1998 Edición de Mc Graw Hill.
2. "Tratamiento de Aguas Industriales" por el Ing. Químico Francisco Vergara Yayón impreso por la Editorial Kavi Editores SA del 1984
3. "Aplicaciones y Recomendaciones prácticas para tanques" American Petroleum Institute – American Society of Mechanical Engineering (API – ASME) edición 1978.
4. "Manual de Recipientes a Presión" por Eugene F. Megyesy impreso Limusa Noriega Editores en el año 1 998.
5. "Manual Práctico de Cálculos" del Ing. Tyler Hicks, edición 1981, Editorial Reverte SA
6. "Normas Electromecánicas que influyen en el Diseño de Tanques Neumáticos", por Ing. A. Ferreccio Nosiglia edición 1976.
7. "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand editado por C.R. Westaway 16° edición 1979.
8. "Manual del Ingeniero Mecánico Marks" por Theodore Baumeister, Eugene A. Avallone, Theodore Baumeister III 8° edición en inglés año 1986.
9. "Normas de Bioseguridad en el Consultorio Odontológico" por la Fundación Acta Odontológica Venezolana Volumen N° 40 año 2002.

10. “Proyecciones del Censo Nacional” del Instituto Nacional de Estadística año 1993.
11. “Manual de Bombas Centrifugas” por Hidrostal SA 1ra. edición publicado año 1994.
12. “Manual Técnico Comercial de Equipos Eléctricos” Trianon SA Publicado Año 1997.
13. “Manual de Equipos para Agua Blanda” por Interin SA Publicada Año 2000
14. “Manual de Equipos Dentales” por Emedsa Publicada Año 2000

APENDICE I

Figura N° 1.1

UNIDAD DENTAL



- Motores electromecánicos alemanes de 6000 y 3000 N, 24V
- Capacidad de carga hasta 240 kg,
- Base revestimiento inoxidable.
- Movimiento del asiento: hacia arriba y hacia abajo.
- Movimiento de inclinación del respaldar: Desde posición vertical a horizontal (de 90º a 180º).
- Apoyo de cabeza articulado, con desplazamiento de arriba y hacia abajo, cabezal para niños.

- Respaldar con apoyo brazo integrado.
- Capacidad de peso, hasta 240 kg.
- Movimiento de respaldar y asiento controlados por pedal, retorno a 0, parada de emergencia.
- Tapizado sin costuras.
- Vinil protector para el Sillón Dental.

Extraído del manual de Equipos Dentales de Emedsa[14].

Figura N° 1.2

CAJA DE CONTROL

- 2 bandejas porta instrumentos de acero quirúrgico.
- 03 soportes inoxidables para 2 instrumentos (piezas de alta de alta y de baja) y jeringa triple.
- Brazo móvil, altura regulable.
- Conectores de piezas de mano Borden.
- Mangueras espiralazas, asépticas USA, válvula reguladora de presión de aire. Manómetro, válvula retractora, llave de spray, válvula de cambio de vía, reostato neumático (accesorios USA).

Extraído del manual de Equipos Dentales de Emedsa[14].

Fig. N° 1.3

PIEZA DE MANO DE ALTA VELOCIDAD

La pieza de mano Concentrix III, incorpora sustancialmente mejoras en asepcia y mantenimiento ya que se eliminaron los tubos externos de spray e internos de silicona. Estas mejoras junto a la durabilidad probada de su fabricación en acero inoxidable templado, la hacen una pieza de mano sumamente ligera y compacta, que facilita el trabajo continuo del Doctor a un costo muy eficiente.

Características y Beneficios

- Peso Ligero: Reduce la fatiga del operador y mejora la maniobrabilidad.
- Compacta: Provee fácil acceso dentro de la cavidad bucal.
- Spray Interno: Facilita la asepsia, eliminando áreas de difícil limpieza

- Alta Velocidad: Permite la eliminación rápida y precisa de la estructura del molar cariado. La velocidad mejora calidad del trabajo al no traumatizar el órgano dental.
- Mantenimiento Mínimo: Diseñada para trabajar para una adecuada limpieza y lubricación.
- Seguridad de Esterilización: Puede ser esterilizada a 121° C (Cámara Estándar) o 135° C (Cámara de Cassette ).
- Antideslizable: Mango innovador con surcos de agarre que eliminan las ranuras donde se albergan frecuentemente el polvo y las bacterias. El nuevo diseño permite un preciso control de agarre antideslizable y reduce el tiempo de preparación en la pre-esterilización, cepillado y limpieza.
- Construcción Durable de Acero Inoxidable: La construcción de acero inoxidable permite fuerza y durabilidad; en comparación a otros tipos de piezas de mano construidas y enchapadas en bronce o aluminio, Concentrix III provee una resistencia superior que sí aguanta daños.
- TUBOS INTERNOS DE ACERO: En su diseño nuevo, todos los tubos internos son de acero, eliminado completamente su mantenimiento.
- Reparable en el Mismo Consultorio: Minimiza el tiempo fuera de uso y reduce el costo respecto a otras piezas de mano.

- SILENCIOSA: Con la incorporación de anillos de suspensión en el rotor, el nivel de sonido se ha disminuido en gran proporción, haciéndola mas silenciosa.

Especificaciones Técnicas:

Tipo: Pieza de Mano de Alta Velocidad de Acero Inoxidable con Turbina reemplazable.

Operación de la Presión de Aire:

2.11 a 2.23 kg/cm² (30 a 32 lb/pg²)

Consumo de Aire:

896.8 cm³/seg. (1.9 SCFM) a 2.11 kg/cm² (30 lb/pulg²)

Velocidad sin Carga:

300,000 r.p.m.

Conexión:

Configuración ISO de 2- ó 2/3- líneas fija

Poder:

12 Wats

Peso:

46 grms.

Esterilización:

Esterilizarse a 121° C o 135° C

Extraído del manual de Equipos Dentales de Emedsa[14].

Fig. N° 1.4

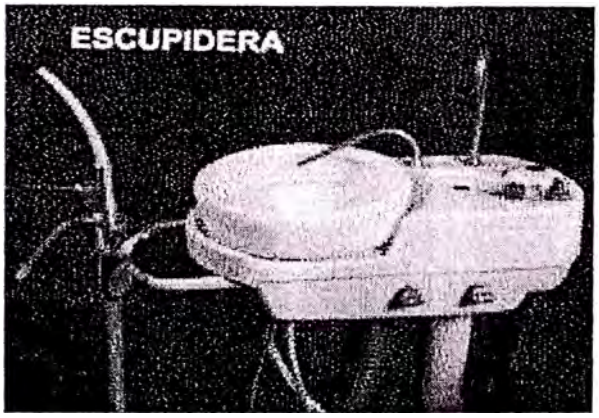
PIEZA DE MANO DE BAJA VELOCIDAD (MICROMOTOR)

- Neumático de larga vida útil.
- Para uso clínico, con rotación variable entre 5.000 y 20.000 r.p.m desde el anillo de mando.
- Posibilidad de adaptación de contra ángulos o piezas de mano recta tipo INTRA.
- Permite el giro de 360º.
- Refrigeración externa.

Extraído del Manual de Equipos Dentales de Emedsa[14]

Figura N° 1.5

ESCUPIDERA




- De porcelana con trampa para sólidos.
- Flujo de agua regulable.
- Filtro en caja de conexiones.
- Llave de paso de agua y aire en caja de conexiones.
- 220 voltios, 60 Hz.

Extraído del manual de Equipos Dentales de Emedsa[14].

Figura N° 1.6.

LAMPARA DENTAL

- Luz halógena de 12 V, 55 W.
- Reflector dicroico (parabólico) de luz fría sin, sombra, doble intensidad (18 000 y 25000 Lux)
- Giro de cabezal de 360º (Sin tope).

Extraído del manual de Equipos Dentales de Emedsa[14].

Figura N° 1.7.

TABURETE

- Taburete ergonómico.
- Altura regulable con pistón a gas.
- Base de aluminio fundido, revestido con cuerina.
- Base con 5 garruchas.

Extraído del manual de Equipos Dentales de Emedsa[14].

APENDICE II

Tabla Nº 1

| TIPO | FORMULA QUIMICA | DIFICULTADES QUE CAUSA | TRATAMIENTO |
|---|---|---|---|
| Turbidez | Ninguna, expresada en análisis en ppm, como $SiO_2$ o NTU, JTU (unidades) | Imparte el agua degradable apariencia, depositos en tuberías de agua, calderos, etc. Interferie los procesos. | Coagulación Sedimentación Filtración |
| Color | Ninguna expresada análisis como unidades | Espumaje en calderos. Enmarca los métodos de precipitación de $FePO_4$.En proceso puede manchar producto. | Coagulación y filtración. Clorinación, absorción por carbón activado. |
| Dureza | Sales de calcio y magnesio expresadas como $CaCO_3$ | Principal fuente de incrustaciones en intercambiador de calor, calderos y tuberías. Forma coágulos con jabón. | Ablandamiento. Destilación Tratamiento Interno para caldero. Agentes tensioactivos. Complexómetros. Quelantes. |
| Alcalinidad | Bicarbonato $HCO_3$. Carbonato $CO_3$ e Hidrato (OH) expresada como0 $CaCO_3$ . | Espumaje y arrastre de sólidos en el vapor. Fragilidad metálica. Producción de $CO_2$ en vapor, fuente corrosiva . | Ablandamiento por cal y cal sosa. Tratam. Ácido. Ablandamiento por zeolitas H. Desmineraliz. Osmosis Inversa. Intercambio lónico y Destilación. |
| Acido Mineral Libre | $H_2SO_4$, HCL, etc. | Corrosión. | Neutralización con álcalis |

| TIPO | FORMULA QUIMICA | DIFICULTADES QUE CAUSA | TRATAMIENTO |
|---|---|---|---|
| Dioxido de Carbono | $CO_2$ | Corrosión en líneas de agua: vapor, condensado. | Aereación, Neutralización con álcalis. Aminas peliculares. Neutras. |
| pH | Concentración de iones Hidrogeno. Sus unidades. | pH varía con el contenido de sol. Acidos y alcalinos en el agua, aguas naturales pH 6 – 8. | pH aumenta con álcalis y disminuye con ácido |
| Sulfatos | $(SO_4)^{=}$ | No tiene importancia en sí mismo. Con Ca forma incrustación. | Desmineraliz. Destilación. O.I. |
| Cloruros | $CL^-$ | Aumenta el contenido de sólidos y la corrosividad del agua. | Desmineraliz. Destilación. O.I. |
| Nitratos | $(NO_3)^-$ | Aumenta el contenido de sólidos. Sin importancia industrial. | Desmineraliz. Destilación. O.I. |
| Fluoruros | $F^-$ | Vetea el esmalte de los dientes. Controla el envejecimiento dental. Sin importancia industrial. | Absorción con $Mg(OH)_2$, Fosfato Ca y Coagulación por alumitos. |
| Sílice | $SiO_2$ | Incrustación en calderos y sistemas de enfriamiento. Depósitos insolubles en paletas de turbinas. | Remoción en proceso caleiente con sales de Mg. Absorción por intercambio Iónico. Desmineraliz. Destilación. O.I. |

| TIPO | FORMULA QUIMICA | DIFICULTADES QUE CAUSA | TRATAMIENTO |
|---|---|---|---|
| Conductividad | Expresado en micromhos-cm (Microsiemens). Conductancia específica | La conductividad es el resultados de los sólidos ionizables en agua. La alta conductividad aumenta la corrosividad del agua | Cualquier proceso que disminuya el contenido de sólidos. Ejem. Desmineraliz. Ablandamiento por cal. |
| Sólidos Disueltos | Ninguna | Altas concentraciones de sólidos disueltos. Causa espumaje en calderos | Diferentes procesos de ablandamiento, Desmineraliz. Destilación. O.I. |
| Sólidos en suspensión | Ninguna | Atora las líneas. Causa depositos en calderos, etc. | Subsidencia. Filtración precedida por coagulación |
| Sólidos totales | Ninguna | Suma de sólidos disueltos y en suspensión. | O.I. y Electrodialisis |
| Crecimientos Orgánicos | Clasificación Biológica: Algas, Hongos, Limos, bacterias | "Fouling". Ensuciamiento pérdidas de calor, deterioridad de equipos. | Limpieza química, bioacidas y bioestáticos (cationicos, Pentaclor., $CuSO_4$, etc.) |

Extraído "Tratamiento de Aguas Industriales" del Ing. Químico Francisco Vergara Yayón[2].

APENDICE II
Tabla Nº 2

PROCESOS UTILIZADOS EL AGUA EN LA INDUSTRIA

| USUARIOS | Calderos | Torres de Enfriamiento | Proceso | General | Interc.Nac.Cat. | Inter.H.Cat. | Cal.fría Proc. | Cal.Fos. Cal. | Desmineralización | Filtración | Fe y Mn Rem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fábrica de cigarrillos | X | | | X | X | | | | | X | X |
| Limpieza y Tintorería | X | | X | | X | | | | | X | X |
| Fabricantes de ropa | X | | X | X | X | | | | | X | X |
| Minas de Industria de carbón | X | X | X | X | X | | | X | X | X | X |
| Fabricantes de café soluble (Inst) | X | | X | X | X | | | | X | X | |
| Planta frigoríficas (almacén) | X | X | X | X | X | | X | | | X | X |
| Colegios | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Cobre, Minas y refinerías | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Algodón, industria textil | X | | X | X | X | X | | | | X | X |
| Lecherías | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| Plantas de poder tipo Diesel | X | X | | | X | | | | X | X | |
| Fábrica de desinfectantes | X | | | X | X | | | | | X | |
| Destilerias (alcoholes) | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X |
| Plantas de poder y luz eléctrica | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Planta electro-químicas | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| Planta de elctroplateado | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fabricantes de explosivos | X | X | X | X | X | | X | | X | X | X |
| Haciendas y plantaciones | X | X | X | X | X | | | | | X | X |
| Molinos para alimentos | X | X | | X | X | X | | | | X | X |
| Plantes de fertilizantes | X | X | X | X | X | | | | | X | |
| Pesquerías | X | | X | X | X | | | | | X | X |
| Molinos de harina (Trigo,etc) | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Industrias alimenticias | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Enlatadores y empacadores de frutas | X | | X | X | X | | | | X | X | X |

Extraido de "Tratamiento de Aguas Industriales" por el Ing. Químico Francisco Vergara Yayón[2]

| USUARIOS | Calderos | Torres de Enfriamiento | Proceso | General | Interc.Nac.Cat. | Inter.H.Cat. | Cal.fría Proc. | Cal.Fos. Cal. | Desmineralización | Filtración | Fe y Mn Rem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productores de asfalto | X | X | | X | X | | | | | X | X |
| Plantas de energía atómica | X | X | X | X | X | | | | X | X | |
| Industria automotriz | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Panaderías y pastelerías | X | | X | X | X | | | X | | X | X |
| Fabricantes de baterías | X | | X | X | X | | | | X | | |
| fabricantes de biscochos y galletas | X | | X | X | X | | | | | X | X |
| Barcos de vapor | X | X | | X | X | | | | | X | |
| Fabricantes de caldero | X | | | | X | | | X | X | X | |
| Plantas de calderos | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Plantas embotelladoras | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fabricantes de cajas | X | | | | X | | X | | | X | |
| Cervecerías | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| Ladrilleras | X | | | | X | | | | X | X | |
| Edificios:Públicos, Privados, Oficina | X | | X | X | | | | | X | X | |
| Fabrica de latas | X | | | X | X | | | | X | | |
| Fabricantes de velas | X | | | | X | | | | X | | |
| Fabrica de caramelos | X | | X | X | X | | | | | X | |
| Envasadoras de verduras, frutas, etc. | X | | X | X | X | X | X | | | X | |
| Fabricantes de catalizadores | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Centrales de fuerza, calor y luz | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Plantas de cerámica | X | | X | X | X | | | X | X | X | X |
| Molinos de cereales | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Fabricantes de queso | X | | | X | X | | | | | X | X |
| Plantas químicas de todo tipo | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Planta empacadora de carne | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X |
| Plantas de mercerización | X | | X | X | X | | | | | X | X |
| Molinos: varios | X | X | | X | X | X | X | X | | X | X |
| Mina: Varias | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Marina:Barcos, bases,hospitales,etc. | X | | | X | X | | X | | | X | X |

Extraído de "Tratamiento de Aguas Industriales" por el Ing. Químico Francisco Vergara Yayón[2]

| USUARIOS | Calderos | Torres de Enfriamiento | Proceso | General | Interc.Nac.Cat. | Inter.H.Cat. | Cal.fría Proc. | Cal.Fos. Cal. | Desmineralización | Filtración | Fe y Mn Rem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fab. Gases líquidos y comprimidos | X | X | X | X | X | | X | | X | X | X |
| Fabricantes de gelatinas | X | X | X | X | X | | | | X | X | |
| Fabricas de vidrio | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fabrica de pegamentos | X | X | X | X | X | | | | | X | X |
| Minas de Oro | X | X | X | | X | | | | | X | |
| Hospitales | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Hoteles | X | | | X | X | | | | | X | X |
| Planta de hidrogenación | X | | | | X | | | | X | | |
| Plantas de hielo | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Fabricas de helado | X | X | X | X | X | X | | | | X | X |
| fabricantes de insecticidas | X | | X | X | X | | | | X | X | |
| Hierro, fundiciones, molinos, minas | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fabrica de embutidos y jaleas | X | | X | X | X | | | | | X | |
| Laboratorios, varios | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| Lavanderías | X | | X | X | X | | | | | X | X |
| Plomos, minas y refinerías | X | | X | X | X | | | | X | X | X |
| Cueros, fabricantes de curtiembres | X | | X | X | X | X | | | | X | X |
| Fabrica de fósforo | X | | X | X | X | | X | X | | X | X |
| Fabricantes de abrasivos | X | | X | X | X | | | | X | X | X |
| Plantas de acidos | X | X | X | X | X | | | | X | X | |
| Fabricantes de adhesivos | X | | | X | X | | | | | | |
| Destilerías de alcohol | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X |
| Plantas de alcalis | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | |
| Fabrica de aluminios | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Plantas de amoniaco | X | X | X | X | X | | | | X | X | |
| Fabricantes de anilina | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| Plantas de minas de asbesto | X | X | | X | X | | | | | | |

Extraído de "Tratamiento de Aguas Industriales" por el Ing. Químico Francisco Vergara Yayón[2]

| USUARIOS | Calderos | Torres de Enfriamiento | Proceso | General | Interc.Nac.Cat. | Inter.H.Cat. | Cal.fría Proc. | Cal.Fos. Cal. | Desmineralización | Filtración | Fe y Mn Rem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nitratos, Salitres: Minas y plantas | X | | | | X | | | | | X | |
| Pozos de petróleo:perforación y otros | X | | | | X | | X | | | X | X |
| Fabricantes de pinturas y pigmento | X | | X | X | X | | X | | X | X | X |
| Fabrica de papel: varios | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Plantas petroquímicas | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Laboratorios farmaceútico | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X |
| Fosfato: minas, y transformación | X | | X | | X | | | X | X | X | |
| Fábrica: cerámica | X | | X | | X | | | | X | X | X |
| Textiles: trabajo de impresión | X | | X | X | X | | | | | X | X |
| Pulpa de papel | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Ferrocarril: Vapor, diesel, electr. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fabricante rayón | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Refinerias de aceite comestible | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| Refineria de petróleo | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fabricantes de refractarios | X | | | X | X | | | | X | X | X |
| Plantas de refrigeración | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fabricantes de refrigeradores | X | | | X | X | | | X | | X | |
| Fabricantes de caucho | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Productores de sal | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Talleres de laminados metálicos | X | | | X | X | | | | | X | |
| Fábrica de zapatos | X | | X | X | X | | | | | X | |
| Fabricantes de artículo de plata | X | | X | X | X | | | | X | X | |
| Fábrica de jabones | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| Fábrica de Soda Caústica | X | | X | X | X | | | | X | | X |
| Fábrica de almidón | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Acerias | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Azucarera: plantaciones y refinerías | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fábrica de detergentes (sintéticos) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fábrica de fibra sintética | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Curtiembres | X | | X | X | X | X | | | | X | X |
| Plantas textiles : varios | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Fábrica de llantas | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Refienrias de Uranio | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | |
| Fábrica de levadura | X | | | X | X | X | | | | | |
| Zinc: minas y refienerías | X | | | X | X | X | | X | | X | |

Extraido de "Tratamiento de Aguas Industriales" por el Ing. Químico Francisco Vergara Yayón[2]

APENDICE III
Tabla Nº 1

Valor del Coeficiente $C_{HW}$ de Hazen - Williams

| Material | Condición | Diámetro (pulg) | $C_{HW}$ |
|---|---|---|---|
| Hierro Dulce | Nuevo | Todos | 130 |
| | 5 años de edad | d ≥ 12 | 120 |
| | | 8 ≤ d ≤ 10 | 119 |
| | | 4 ≤ d ≤ 6 | 118 |
| | 10 años de edad | d ≥ 24 | 113 |
| | | 12 ≤ d ≤ 20 | 111 |
| | | 4 ≤ d ≤ 10 | 107 |
| | 20 años de edad | d ≥ 24 | 100 |
| | | 12 ≤ d ≤ 20 | 96 |
| | | 4 ≤ d ≤ 10 | 89 |
| | 30 años de edad | d ≥ 30 | 90 |
| | | 16 ≤ d ≤ 24 | 87 |
| | | 4 ≤ d ≤ 14 | 75 |
| | 40 años de edad | d ≥ 30 | 83 |
| | | 16 ≤ d ≤ 24 | 80 |
| | | 4 ≤ d ≤ 14 | 64 |
| | 50 años de edad | d ≥ 40 | 77 |
| | | 24 ≤ d ≤ 36 | 74 |
| | | 4 ≤ d ≤ 20 | 55 |
| Acero Soldado | Constante | d ≥ 24 | 120 |
| | | 8 ≤ d ≤ 10 | 119 |
| | | 4 ≤ d ≤ 6 | 118 |
| Acero Bridado | Constante | d ≥ 24 | 113 |
| | | 12 ≤ d ≤ 20 | 111 |
| | | 4 ≤ d ≤ 10 | 107 |
| Madera | Constante | Todos | 120 |
| Concreto | Formaleta de Acero | Todos | 140 |
| | Formaleta de Madera | Todos | 120 |
| | Centrifugado | Todos | 135 |
| Arcilla vitrificada | Buenas condiciones | Todos | 100 |
| PVC | Constante | Todos | 150 |
| Asbesto - Cemento | Constante | Todos | 140 |
| Mamposteria | Constante | Todos | 100 |
| Cobre | Constante | Todos | 130 -140 |
| Hierro Galvanizado | Constante | Todos | 120 |
| Latón | Constante | Todos | 130 |
| Vidrio | Constante | Todos | 140 |

Extraído de "Hidraúlica de Tuberías" por Juan G. Saladarriaga

APENDICE IV
Tabla Nº 1

RELACION DE MEDIDAS RECOMENDADAS PARA TANQUES

| CAPACIDAD Vt (Gal. USA) | DIMENSIONES Diám. (Pulg.) | = - | Long. (Pies) |
|---|---|---|---|
| 12 | 12 | | 2 |
| 20 | 14 | | 2.5 |
| 30 | 16 | | 3 |
| 42 | 16 | | 4 |
| 66 | 20 | | 4 |
| 85 | 20 | | 5 |
| 120 | 24 | | 5 |
| 140 | 24 | | 6 |
| 180 | 30 | | 5 |
| 220 | 30 | | 6 |
| 300 | 30 | | 8 |
| 350 | 36 | | 6 |
| 450 | 36 | | 8 |
| 560 | 36 | | 10 |
| 550 | 42 | | 7 |
| 770 | 42 | | 10 |
| 900 | 42 | | 12 |
| 1050 | 42 | | 14 |
| 1000 | 48 | | 10 |
| 1200 | 48 | | 12 |
| 1500 | 48 | | 15 |
| 1800 | 48 | | 18 |
| 1900 | 48 | | 20 |
| 2350 | 60 | | 16 |
| 2940 | 60 | | 20 |
| 3525 | 60 | | 24 |

Extraído de "Normas Electromecánicas que influyen en el Diseño de Tanques Neumáticos" por Ing. A. Ferreccio Nosiglia[6]

# APENDICE IV
## Tabla Nº 2

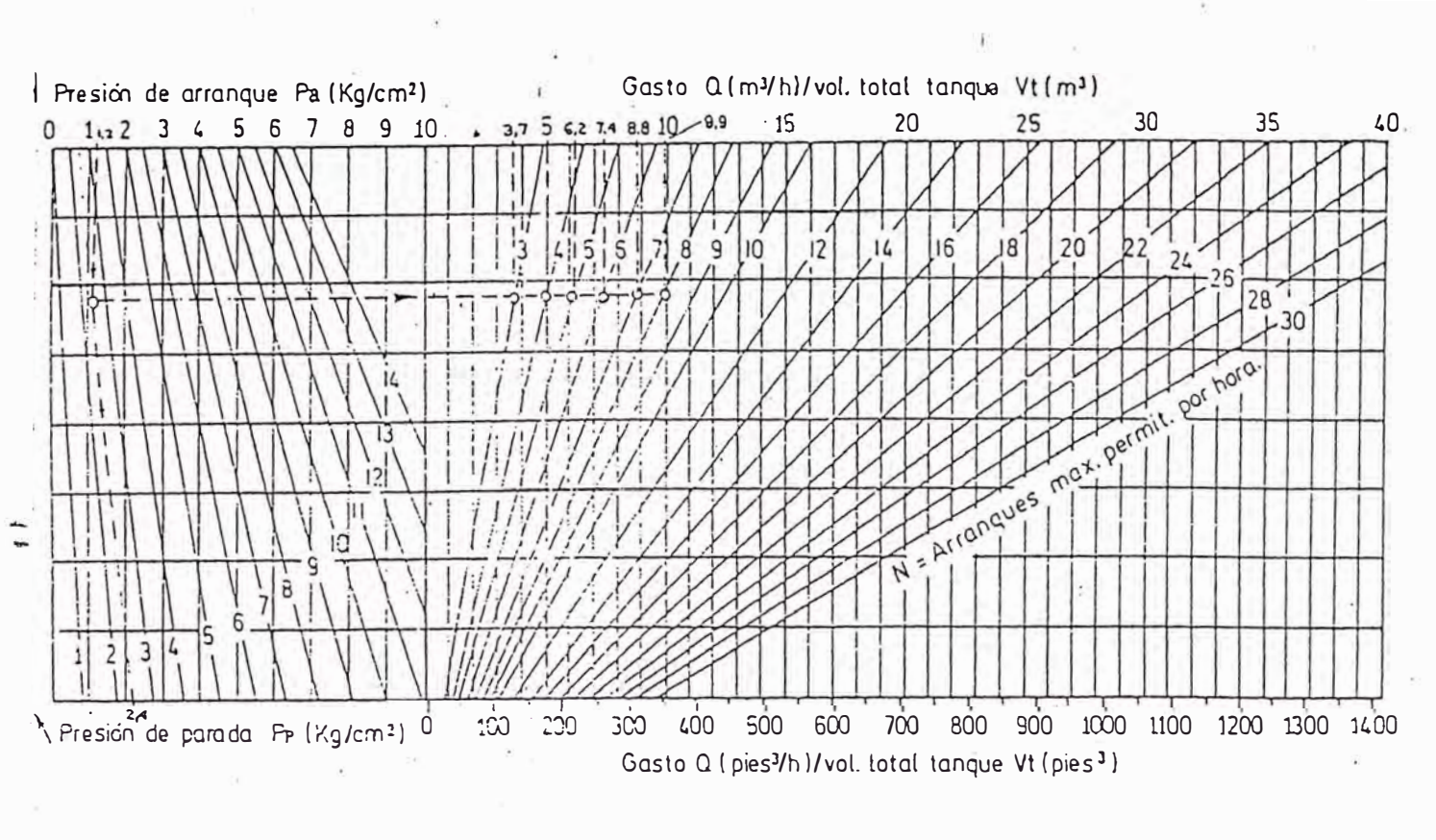



GRAFICO PARA LA SELECCION DE TANQUES NEUMATICOS EN FUNCION DEL NUMERO MAXIMO PERMITIDO DE ARRANQUES POR HORA (N).

Extraído de “Normas Electromecánicas que influyen en el Diseño de Tanques Neumáticos”, por Ing. A. Ferreccio Nosiglia edición 1976.

# APENDICE IV
# Tabla Nº 3

## CAMERON HYDRAULIC DATA

### Hazen and Williams—Friction Factor C*

| Type of pipe | Values of C: Range—High = best, smooth, well laid—Low = poor or corroded | Values of C: Average value for clean, new pipe | Values of C: Commonly used value for design purposes |
|---|---|---|---|
| Cement – Asbestos | 160–140 | 150 | 140 |
| Fibre | — | 150 | 140 |
| Bituminic-enamel-lined iron or steel centrifugally applied | 160–130 | 148 | 140 |
| Cement lined iron or steel centrifugally applied | — | 150 | 140 |
| Copper, brass, lead, tin or glass pipe and tubing | 150–120 | 140 | 130 |
| Wood stave | 145–110 | 120 | 110 |
| Welded and seamless steel | 150–80 | 130 | 100 |
| Interior riveted steel (no projecting rivets) | — | 139 | 100 |
| Wrought iron, Cast iron | 150–80 | 130 | 100 |
| Tar coated cast iron | 145–50 | 130 | 100 |
| Girth riveted steel (projecting rivets in girth seams only) | — | 130 | 100 |
| Concrete | 152–85 | 120 | 100 |
| Full riveted steel (projecting rivets in girth and horizontal seams) | — | 115 | 100 |
| Interior spiral riveted steel (flow with lap) | — | 110 | 100– |
| Spiral riveted steel (flow against lap) | — | 100 | 90 |
| Corrugated steel | — | 60 | 60 |

| Value of C | 150 | 140 | 130 | 120 | 110 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (100/C)^1.85 | .47 | .54 | .62 | .71 | .84 | 1.0 | 1.22 | 1.50 | 1.93 | 2.57 |

Multiplier (Base C = 100)

* Note: The Hazen and Williams friction factor "C" must not be confused with the Darcy-Weisbach-Colebrook friction factor "f". These two friction factors are not in any way related to each other.

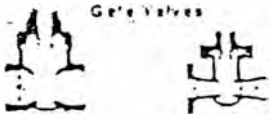
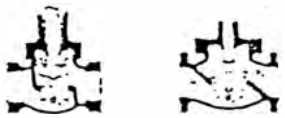
Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
# Tabla Nº 4

## Friction of Water
## Friction Loss in Pipe Fittings

Resistance coefficient K

Note: Fittings are standard with full openings.

| Fitting | L/D | Nominal pipe size | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ½ | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½-3 | 4 | 6 | 8-1 |
| | | K value | | | | | | | | | |
| Gate Valves  | 8 | 0.22 | 0.20 | 0.18 | 0.18 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.1 |
| Globe Valves  | 340 | 9.2 | 8.5 | 7.8 | 7.5 | 7.1 | 6.5 | 6.1 | 5.8 | 5.1 | 4.8 |
| Angle Valves | 55 | 1.48 | 1.38 | 1.27 | 1.21 | 1.16 | 1.05 | 0.99 | 0.94 | 0.83 | 0.77 |
| Angle Valves | 150 | 4.05 | 3.75 | 3.45 | 3.30 | 3.15 | 2.85 | 2.70 | 2.55 | 2.25 | 2.10 |
| Ball Valves | 3 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 |

Calculated from data in Crane Co. Technical Paper No. 410.



Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
## Tabla Nº 5

### Friction of Water
### Friction Losses in Pipe Fittings

Resistance coefficient K

Note. Fittings are standard with full openings.

| Fitting | | $L/D$ | Nominal pipe size ½ | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½–3 | 4 | 6 | 8–10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | K value | | | | | | | | | |
| Butterfly Valve | | | | | | | | 0.86 | 0.81 | 0.77 | 0.68 | 0.63 |
| Plug Valve straightway | | 18 | 0.49 | 0.45 | 0.41 | 0.40 | 0.38 | 0.34 | 0.32 | 0.31 | 0.27 | 0.25 |
| Plug Valve 3-way thru-flo | | 30 | 0.81 | 0.75 | 0.69 | 0.66 | 0.63 | 0.57 | 0.54 | 0.51 | 0.45 | 0.42 |
| Plug Valve branch-flo | | 90 | 2.43 | 2.25 | 2.07 | 1.98 | 1.89 | 1.71 | 1.62 | 1.53 | 1.35 | 1.26 |
| Standard elbow | 90° | 30 | 0.81 | 0.75 | 0.69 | 0.66 | 0.63 | 0.57 | 0.54 | 0.51 | 0.45 | 0.42 |
| | 45° | 16 | 0.43 | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.34 | 0.30 | 0.29 | 0.27 | 0.24 | 0.22 |
| | long radius 90° | 16 | 0.43 | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.34 | 0.30 | 0.29 | 0.27 | 0.24 | 0.22 |

Calculated from data in Crane Co., Technical Paper No. 410.

Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
## Tabla Nº 6

### Friction of Water
### Friction Losses in Pipe Fittings

...sistance coefficient K

Note: Fittings are standard with full openings.

| Fitting | Type of bend | L/D | Nominal pipe size | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ½ | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½–3 | 4 | 6 | 8–12 |
| | | | K value | | | | | | | | | |
| Close Return Bend | | 50 | 1.35 | 1.25 | 1.15 | 1.10 | 1.05 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.75 | 0.72 |
| Standard Tee | thru flo | 20 | 0.54 | 0.50 | 0.46 | 0.44 | 0.42 | 0.38 | 0.36 | 0.34 | 0.30 | 0.28 |
| | thru branch | 60 | 1.62 | 1.50 | 1.38 | 1.32 | 1.26 | 1.14 | 1.08 | 1.02 | 0.90 | 0.84 |
| 90° Bends, Pipe bends, flanged elbows, butt welded elbows | r/d = 1 | 20 | 0.54 | 0.50 | 0.46 | 0.44 | 0.42 | 0.38 | 0.36 | 0.34 | 0.30 | 0.28 |
| | r/d = 2 | 12 | 0.32 | 0.30 | 0.28 | 0.26 | 0.25 | 0.23 | 0.22 | 0.20 | 0.18 | 0.17 |
| | r/d = 3 | 12 | 0.32 | 0.30 | 0.28 | 0.26 | 0.25 | 0.23 | 0.22 | 0.20 | 0.18 | 0.17 |
| | r/d = 4 | 14 | 0.38 | 0.35 | 0.32 | 0.31 | 0.29 | 0.27 | 0.25 | 0.24 | 0.21 | 0.20 |
| | r/d = 6 | 17 | 0.46 | 0.43 | 0.39 | 0.37 | 0.36 | 0.32 | 0.31 | 0.29 | 0.26 | 0.24 |
| | r/d = 8 | 24 | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.53 | 0.50 | 0.46 | 0.43 | 0.41 | 0.36 | 0.34 |
| | r/d = 10 | 30 | 0.81 | 0.75 | 0.69 | 0.66 | 0.63 | 0.57 | 0.54 | 0.51 | 0.45 | 0.42 |
| | r/d = 12 | 34 | 0.92 | 0.85 | 0.78 | 0.75 | 0.71 | 0.65 | 0.61 | 0.58 | 0.51 | 0.48 |
| | r/d = 14 | 38 | 1.03 | 0.95 | 0.87 | 0.84 | 0.80 | 0.72 | 0.68 | 0.65 | 0.57 | 0.53 |
| | r/d = 16 | 42 | 1.13 | 1.05 | 0.97 | 0.92 | 0.88 | 0.80 | 0.76 | 0.71 | 0.63 | 0.59 |
| | r/d = 18 | 46 | 1.24 | 1.15 | 1.06 | 1.01 | 0.97 | 0.87 | 0.83 | 0.78 | 0.69 | 0.64 |
| | r/d = 20 | 50 | 1.35 | 1.25 | 1.15 | 1.10 | 1.05 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.75 | 0.70 |
| Mitre Bends | α = 0° | 2 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| | α = 15° | 4 | 0.11 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 |
| | α = 30° | 8 | 0.22 | 0.20 | 0.18 | 0.18 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.11 |
| | α = 45° | 15 | 0.41 | 0.38 | 0.35 | 0.33 | 0.32 | 0.29 | 0.27 | 0.26 | 0.23 | 0.21 |
| | α = 60° | 25 | 0.68 | 0.63 | 0.58 | 0.55 | 0.53 | 0.48 | 0.45 | 0.43 | 0.38 | 0.35 |
| | α = 75° | 40 | 1.09 | 1.00 | 0.92 | 0.88 | 0.84 | 0.76 | 0.72 | 0.68 | 0.60 | 0.56 |
| | α = 90° | 60 | 1.62 | 1.50 | 1.38 | 1.32 | 1.26 | 1.14 | 1.08 | 1.02 | 0.90 | 0.84 |

Calculated from data in Crane Co. Technical Paper No. 410

3-113

Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
# Tabla Nº 7

## Friction of Water
## Friction Losses in Pipe Fittings

Resistance coefficient K*

Note: Fittings are standard with full port openings

| Fitting stop-check valves | L/D | Minimum velocity for full disc lift: general (ft/sec) | Minimum velocity for full disc lift: water (ft/sec) | Nominal pipe size: ½ | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½ | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | K value† | | | | | | | | | | |
| | 400 | 55 $\sqrt{v}$ | 6.96 | 10.8 | 10 | 9.2 | 8.8 | 8.4 | 7.6 | 7.2 | 6.8 | 6.0 | 5.6 | |
| | 200 | 75 $\sqrt{v}$ | 9.49 | 5.4 | 5 | 4.6 | 4.4 | 4.2 | 3.8 | 3.6 | 3.4 | 3.0 | 2.8 | |
| | 350 | 60 $\sqrt{v}$ | 7.59 | 9.5 | 8.8 | 8.1 | 7.7 | 7.4 | 6.7 | 6.3 | 6.0 | 5.3 | 4.9 | |
| | 300 | 60 $\sqrt{v}$ | 7.59 | 8.1 | 7.5 | 6.9 | 6.6 | 6.3 | 5.7 | 5.4 | 5.1 | 4.5 | 4.2 | |
| | 55 | 140 $\sqrt{v}$ | 17.7 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 94 | 83 | 77 | |

Calculated from data in Crane Co. Technical Paper No. 410.
* These K values for flow giving full disc lift. K values are higher for low flows giving partial disc lift.
† In these formulas $V_s$ is specific volume—ft³/lb

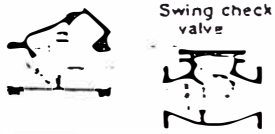
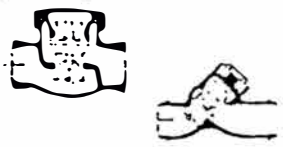
Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
# Tabla Nº 8

## Friction of Water
## Friction Loss in Pipe Fittings

### Resistance coefficient K

Note: Fittings are standard with full port openings.

| Fitting | L/D | Minimum velocity for full disc lift | | Nominal pipe size | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | general ft/sec† | water ft/sec | ½ | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½–3 | 4 | 6 | 8–10 |
| | | | | K value* | | | | | | | | | |
|  Swing check valve | 100 | 35 $\sqrt{V}$ | 4.43 | 2.7 | 2.5 | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.5 | 1.4 |
| | 50 | 48 $\sqrt{V}$ | 6.08 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | .75 | .70 |
|  Lift check valve | 600 | 40 $\sqrt{V}$ | 5.06 | 16.2 | 15 | 13.8 | 13.2 | 12.6 | 11.4 | 10.8 | 10.2 | 9.0 | 8.4 |
| | 55 | 140 $\sqrt{V}$ | 17.7 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | .94 | .83 | .77 |
| Tilting disc check valve | 5° | 80 $\sqrt{V}$ | 10.13 | | | | | | .76 | .72 | .68 | .60 | .56 |
| | 15° | 30 $\sqrt{V}$ | 3.80 | | | | | | 2.3 | 2.2 | 2.0 | 1.8 | 1.7 |
| Foot valve with strainer poppet disc | 420 | 15 $\sqrt{V}$ | 1.90 | 11.3 | 10.5 | 9.7 | 9.3 | 8.8 | 8.0 | 7.6 | 7.1 | 6.3 | 5.9 |
| Foot valve with strainer hinged disc | 75 | 35 $\sqrt{V}$ | 4.43 | 2.0 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.1 |

Calculated from data in Crane Co. Technical Paper No. 410.
* These K values for flow giving full disc lift. K values are higher for low flows giving partial disc lift
† In these formulas, V is specific volume—ft³/lb

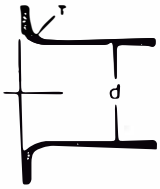
Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
## Tabla Nº 9

Friction of Water

Friction Loss in Pipe Fittings

Resistance coefficient $\left(\text{use in formula } h_f = K \frac{V^2}{2g}\right)$

| Fitting | Description | All pipe sizes K value |
|---|---|---|
| Pipe exit | projecting | 1.0 |
| | sharp edged | |
| | rounded | |
| Pipe entrance | inward projecting | 0.78 |
| Pipe entrance flush | sharp edged | 0.5 |
|  | r/d = 0.02 | 0.28 |
| | r/d = 0.04 | 0.24 |
| | r/d = 0.06 | 0.15 |
| | r/d = 0.10 | 0.09 |
| | r/d = 0.15 & up | 0.04 |

From Crane Co. Technical Paper 410.

# APENDICE IV
## Tabla Nº 10

The K factors in the table below are given for use in making estimates of friction loss for fittings not covered in the preceding pages.

| Type of fitting | K value |
|---|---|
| Disk or wobble meter | 3.4 to 10 |
| Rotary meter (star or cog-wheel piston) | 10 |
| Reciprocating piston meter | 15 |
| Turbine wheel (double-flow) meter | 5 to 7.5 |
| Bends having corrugated inner radius | 1.3 to 1.6 times value for smooth bend |

# APENDICE IV
## Tabla Nº 11

| Pipe size inches sch. 40 | D Feet | f | Pipe size inches sch. 40 | D Feet | f | Pipe size inches sch. 40 | D Feet | f | Pipe size inches | D Feet | f |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ½ | 0.0518 | 0.027 | 2½ | 0.2058 | 0.018 | 10 | 0.835 | 0.014 | 24 | 1.8857 | 0.012 |
| | | | 3 | 0.2557 | 0.018 | 12 | 0.9948 | 0.013 | 30" | 2.3333 | 0.011 |
| ¾ | 0.0687 | 0.025 | 4 | 0.3355 | 0.017 | 14 | 1.0937 | 0.013 | 36" | 2.8333 | 0.011 |
| 1 | 0.0874 | 0.023 | 5 | 0.4206 | 0.016 | 16 | 1.250 | 0.013 | 42" | 3.3333 | 0.010 |
| 1¼ | 0.115 | 0.022 | 6 | 0.5054 | 0.015 | 18 | 1.4063 | 0.012 | 48" | 3.8333 | 0.010 |
| 1½ | 0.1342 | 0.021 | 8 | 0.6651 | 0.014 | 20 | 1.5678 | 0.012 | | | |
| 2 | 0.1723 | 0.019 | | | | | | | | | |

Based on .1" thick wall.

Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
## Tabla Nº 12

Friction loss in pipe fittings in terms of equivalent length—(L)—feet of straight pipe

| Nominal pipe size | Actual inside diameter inches d | Friction factor f | Gate valve — full open | 90° elbow | Long radius 90° or 45° std elbow | Std tee — thru flow | Std tee — branch flow | Close return bend | Swing check valve — full open | Angle valve — full open | Globe valve — full open | Butterfly valve | 90° Welding elbow | | Mitre bend | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | r/d = 1 | r/d = 2 | 45° | 90° |
| ½ | .622 | .027 | .41 | 1.55 | .83 | 1.04 | 3.11 | 2.59 | 5.18 | 7.77 | 17.6 | | | | | |
| ¾ | .824 | .025 | .55 | 2.06 | 1.10 | 1.37 | 4.12 | 3.43 | 6.86 | 10.3 | 23.3 | | | | | |
| 1 | 1.049 | .023 | .70 | 2.62 | 1.40 | 1.75 | 5.25 | 4.37 | 8.74 | 13.1 | 29.7 | | | | | |
| 1¼ | 1.380 | .022 | .92 | 3.45 | 1.84 | 2.30 | 6.90 | 5.75 | 11.5 | 17.3 | 39.1 | | | | | |
| 1½ | 1.610 | .021 | 1.07 | 4.03 | 2.15 | 2.68 | 8.05 | 6.71 | 13.4 | 20.1 | 45.6 | | | | | |
| 2 | 2.067 | .019 | 1.38 | 5.17 | 2.75 | 3.45 | 10.3 | 8.61 | 17.2 | 25.8 | 58.6 | 7.75 | 3.45 | 2.07 | 2.58 | 10.3 |
| 2½ | 2.469 | .018 | 1.65 | 6.17 | 3.29 | 4.12 | 12.3 | 10.3 | 20.6 | 30.9 | 70.0 | 9.26 | 4.12 | 2.47 | 3.08 | 12.3 |
| 3 | 3.068 | .018 | 2.04 | 7.67 | 4.09 | 5.11 | 15.3 | 12.8 | 25.5 | 38.4 | 86.9 | 11.5 | 5.11 | 3.07 | 3.84 | 15.3 |
| 4 | 4.026 | .017 | 2.68 | 10.1 | 5.37 | 6.71 | 20.1 | 16.8 | 33.6 | 50.3 | 114 | 15.1 | 6.71 | 4.03 | 5.03 | 20.1 |
| 5 | 5.047 | .016 | 3.36 | 12.6 | 6.73 | 8.41 | 25.2 | 21.0 | 42.1 | 63.1 | 143 | 18.9 | 8.41 | 5.05 | 6.31 | 25.2 |
| 6 | 6.065 | .015 | 4.04 | 15.2 | 8.09 | 10.1 | 30.3 | 25.3 | 50.5 | 75.8 | 172 | 22.7 | 10.1 | 6.07 | 7.58 | 30.3 |
| 8 | 7.981 | .014 | 5.32 | 20.0 | 10.6 | 13.3 | 39.9 | 33.3 | 33.3 | 99.8 | 226 | 29.9 | 13.3 | 7.98 | 9.98 | 39.9 |
| 10 | 10.02 | .014 | 6.68 | 25.1 | 13.4 | 16.7 | 50.1 | 41.8 | 41.8 | 125 | 284 | 29.2 | 16.7 | 10.0 | 12.5 | 50.1 |
| 12 | 11.938 | .013 | 7.96 | 29.8 | 15.9 | 19.9 | 59.7 | 49.7 | 49.7 | 149 | 338 | 34.8 | 19.9 | 11.9 | 14.9 | 59.7 |
| 14 | 13.124 | .013 | 8.75 | 32.8 | 17.5 | 21.8 | 65.6 | 54.7 | 54.7 | 164 | 372 | 38.3 | 21.8 | 13.1 | 16.4 | 65.6 |
| 16 | 15.00 | .013 | 10.0 | 37.5 | 20.0 | 25.0 | 75.0 | 62.5 | 62.5 | 188 | 425 | 31.3 | 25.0 | 15.0 | 18.8 | 75.0 |
| 18 | 16.876 | .012 | 16.9 | 42.2 | 22.5 | 28.1 | 84.4 | 70.3 | 70.3 | 210 | 478 | 35.2 | 28.1 | 16.9 | 21.1 | 84.4 |
| 20 | 18.814 | .012 | 12.5 | 47.0 | 25.1 | 31.4 | 94.1 | 78.4 | 78.4 | 235 | 533 | 39.2 | 31.4 | 18.8 | 23.5 | 94.1 |
| 24 | 22.628 | .012 | 15.1 | 56.6 | 30.2 | 37.7 | 113 | 94.3 | 94.3 | 283 | 641 | 47.1 | 37.7 | 22.6 | 28.3 | 113 |
| 30 | 28 | .011 | 18.7 | 70 | 37.3 | 46.7 | 140 | 117 | | | | | 46.7 | 28 | 35 | 140 |
| 36 | 34 | .011 | 22.7 | 85 | 45.3 | 56.7 | 170 | 142 | | | | | 56.7 | 34 | 43 | 170 |
| 42 | 40 | .010 | 26.7 | 100 | 53.3 | 66.7 | 200 | 167 | | | | | 66.7 | 40 | 50 | 200 |
| 48 | 46 | .010 | 30.7 | 115 | 61.3 | 76.7 | 230 | 192 | | | | | 76.7 | 46 | 58 | 230 |
| UD | | | 8 | 30 | 15 | 20 | 60 | 50 | ½ to 6 = 100 24 to 48 = 50 | 150 | 340 | | 20 | 12 | 15 | 60 |

Calculated from data in Crane Co.—Technical Paper 410. $K = f\frac{L}{D}$; $f = \frac{KD}{L}$, $L = \frac{KD}{f}$ where D is inside pipe diameter in feet

Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

# APENDICE IV
# Tabla Nº 13



TABLE UCS-23
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR CARBON AND LOW-ALLOY STEEL, IN POUNDS PER SQUARE INCH
(See Par. UW-12(c) for vessels constructed under Part UW that include welded joints that are neither fully radiographed nor spot radiographically examined)

| Material and Spec. Number | Grade | Nominal Composition | P-Number | Spec Min Tensile | Notes | For Metal Temperatures Not Exceeding Deg F: -20 to 650 | 700 | 750 | 800 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PLATE STEELS** | | | | | | | | | |
| *Carbon Steels* | | | | | | | | | |
| A-7 | | ... | 1 | 60,000 | (1)(3)(19) | 12,650 | ... | ... | ... |
| A-36 | | ... | 1 | 58,000 | (1)(3)(19) | 12,650 | ... | ... | ... |
| A-113 | C | ... | 1 | 48,000 | (1)(3) | 11,050 | ... | ... | ... |
| A-203 | A | ... | 1 | 45,000 | (1)(3) | 10,350 | ... | ... | ... |
| A-203 | B | ... | 1 | 50,000 | (1)(3) | 11,500 | ... | ... | ... |
| A-203 | C | ... | 1 | 55,000 | (1)(3) | 12,650 | ... | ... | ... |
| A-203 | D | ... | 1 | 60,000 | (1)(3) | 12,650 | ... | ... | ... |
| A-285 | A | ... | 1 | 45,000 | (2)(4) | 11,250 | 11,000 | 10,250 | 9,000 |
| A-285 | B | ... | 1 | 50,000 | (2)(4) | 12,500 | 12,100 | 11,150 | 9,600 |
| A-285 | C | ... | 1 | 55,000 | (2)(4) | 13,750 | 13,250 | 12,050 | 10,200 |
| A-299 | | C-Mn-Si | 1 | 75,000 | ... | 18,750 | 17,700 | 15,650 | 12,600 |
| A-300 | | ... | ... | ... | (13) | ... | ... | ... | ... |
| A-414 | A | ... | 1 | 45,000 | (4) | 11,250 | 11,000 | 10,250 | 9,000 |
| A-414 | B | ... | 1 | 50,000 | (4) | 12,500 | 12,100 | 11,150 | 9,600 |
| SA-414 | C | ... | 1 | 55,000 | (4) | 13,750 | 13,250 | 12,050 | 10,200 |
| SA-133 | LF- | 1/4 Pb | 1 | 45,000 | (25) | ... | ... | ... | ... |
| SA-133 | LF- | 1/4 Pb | 1 | 50,000 | (25) | ... | ... | ... | ... |
| SA-133 | LF- | 1/4 Pb | 1 | 55,000 | (25) | ... | ... | ... | ... |
| SA-133 | LF-55 | 1/4 Pb C-Si | 1 | 55,000 | (25) | ... | ... | ... | ... |
| SA-133 | LF-60 | 1/4 Pb C-Si | 1 | 60,000 | (25) | ... | ... | ... | ... |
| SA-133 | LF-65 | 1/4 Pb C-Si | 1 | 65,000 | (25) | ... | ... | ... | ... |
| SA-133 | LF-70 | 1/4 Pb C-Si | 1 | 70,000 | (25) | ... | ... | ... | ... |
| SA-442 | 55 | C-Si | 1 | 55,000 | ... | 13,750 | 13,250 | 12,050 | 10,200 |
| SA-442 | 60 | C-Si | 1 | 60,000 | ... | 15,000 | 14,350 | 12,950 | 10,800 |
| SA-455 | A | ... | 1 | 75,000 | (29) | 18,750 | ... | ... | ... |
| SA-455 | B | ... | 1 | 73,000 | (29) | 18,250 | ... | ... | ... |
| SA-515 | 55 | C-Si | 1 | 55,000 | (27) | 13,750 | 13,250 | 12,050 | 10,200 |
| SA-515 | 60 | C-Si | 1 | 60,000 | (27) | 15,000 | 14,350 | 12,950 | 10,800 |
| -515 | 65 | C-Si | 1 | 65,000 | (27) | 16,250 | 15,500 | 13,850 | 11,400 |
| -515 | 70 | C-Si | 1 | 70,000 | (27) | 17,500 | 16,600 | 14,750 | 12,000 |
| -516 | 55 | C-Si | 1 | 55,000 | (27) | 13,750 | 13,250 | 12,050 | 10,200 |
| -516 | 60 | C-Si | 1 | 60,000 | (27) | 15,000 | 14,350 | 12,950 | 10,800 |
| -516 | 65 | C-Si | 1 | 65,000 | (27) | 16,250 | 15,500 | 13,850 | 11,400 |
| -516 | 70 | C-Si | 1 | 70,000 | (27) | 17,500 | 16,600 | 14,750 | 12,000 |
| *Low-Alloy Steels* | | | | | | | | | |
| -202 | A | Cr-Mn-Si | 4 | 75,000 | ... | 18,750 | 17,700 | 15,650 | 12,600 |
| -202 | B | Cr-Mn-Si | 4 | 85,000 | ... | 21,250 | 19,900 | 17,700 | 12,800 |
| -203 | A | 2-1/2 Ni | 9A | 65,000 | ... | 16,250 | 15,500 | 13,850 | 11,400 |
| -203 | B | 2-1/2 Ni | 9A | 70,000 | ... | 17,500 | 16,600 | 14,750 | 12,000 |
| -203 | D | 3-1/2 Ni | 9B | 65,000 | ... | 16,250 | 15,500 | 13,850 | 11,400 |
| -203 | E | 3-1/2 Ni | 9B | 70,000 | ... | 17,500 | 16,600 | 14,750 | 12,000 |
| -204 | A | C-1/2 Mo | 3 | 65,000 | (20) | 16,250 | 16,250 | 16,250 | 15,650 |
| -204 | B | C-1/2 Mo | 3 | 70,000 | (20) | 17,500 | 17,500 | 17,500 | 16,900 |
| -204 | C | C-1/2 Mo | 3 | 75,000 | (20) | 18,750 | 18,750 | 18,750 | 18,000 |

Extraído de "Hydraulic Data" por Cameron Ingersoll Rand[7].

APENDICE V

PRESION ATMOSFERICA A VARIAS ALTITUDES

| ALTITUD METROS (m) | PRESION ATMOSFERICA PASCAL (Pa) | PRESION ATMOSFERICA EN METROS DE COLUMNA DE AGUA A 15.6°C (60°F) |
|---|---|---|
| 0 | 101,751 | 10.33 |
| 400 | 96,826 | 9.83 |
| 800 | 91,901 | 9.33 |
| 1000 | 89,931 | 9.13 |
| 1200 | 87,961 | 8.93 |
| 1400 | 85,991 | 8.73 |
| 1800 | 82,051 | 8.33 |
| 2000 | 80,081 | 8.13 |
| 2400 | 76,141 | 7.73 |
| 2600 | 74,171 | 7.53 |
| 3000 | 70,231 | 7.13 |
| 3200 | 68,261 | 6.93 |
| 3600 | 65,306 | 6.63 |
| 2800 | 63,636 | 6.43 |
| 4000 | 62,351 | 6.33 |
| 4200 | 60,381 | 6.13 |
| 4700 | 56,441 | 5.73 |
| 5000 | 54,471 | 5.53 |

*Extraído del "Manual de Bombas Centrífugas" por Hidrostal SA*

APENDICE VI

PROPIEDADES DEL AGUA A VARIAS TEMPERATURAS

| TEMPERATURA °C | DENSIDAD $kgf/m^3$ | GRAVEDAD ESPECIFICA (GE) REFERENCIA 15.6°C (60°F) | PRESION DE VAPOR ABSOLUTA PASCAL (Pa) |
|---|---|---|---|
| 0 | 999.8 | 1.0007 | 611 |
| 5 | 1000 | 1.0009 | 872 |
| 7 | 999.9 | 1.0008 | 1001 |
| 10 | 999.7 | 1.0006 | 1227 |
| 13 | 999.4 | 1.0003 | 1401 |
| 15.6 | 999.1 | 1 | 1761 |
| 18 | 998.7 | 0.9995 | 2062 |
| 21 | 998.1 | 0.9989 | 2485 |
| 24 | 997.4 | 0.9982 | 2982 |
| 27 | 996.6 | 0.9975 | 3564 |
| 30 | 995.7 | 0.9966 | 4241 |
| 32 | 995.1 | 0.996 | 4753 |
| 35 | 994 | 0.9949 | 5622 |
| 37 | 993.3 | 0.9942 | 6274 |
| 43 | 991.1 | 0.992 | 8639 |
| 48 | 988.9 | 0.9898 | 11162 |
| 54 | 986.2 | 0.987 | 15002 |
| 60 | 983.2 | 0.9841 | 19920 |
| 65 | 980.5 | 0.9814 | 25010 |
| 70 | 977.7 | 0.9786 | 31160 |
| 77 | 973.5 | 0.9744 | 41890 |
| 82 | 970.4 | 0.9713 | 51330 |
| 88 | 967.5 | 0.9674 | 64950 |
| 90 | 965.2 | 0.966 | 70110 |

Extraído del "Manual de Bombas Centrífugas" por Hidrostal SA

# APENDICE VII

## ALTERNATIVA A LA DESINFECCION QUIMICA

### QUE ES LA ENERGIA ULTRA VIOLETA?

Es un rango de luz que cae justo bajo el espectro de luz visible. La lámpara UV germicida de baja presión se encuentra en el interior del equipo INTERIN UV, produce irradiación UV en forma concentrada de 30,000 microwatt/seg/cm$^2$ la cual es letal para los microorganismos.

### COMO TRABAJA EL IUV?

La lámpara UV va colocada dentro de un tubo o manga de cuarzo que la aisla del contacto directo con el agua. El tubo o manga va instalado dentro del recipiente de acero inoxidable AISI 316L. Los rayos UV pasan a través del tubo y por el agua envolvente, estos rayos UV golpean y destruyen el ADN de los virus, algas y bacterias comunes que es lo que les permite vivir y reproducirse.

### POR QUE SE USA UV PARA LA DESINFECCION DEL AGUA?

Las lámparas UV reemplazan eficientemente la desinfección química. Los productos químicos causan corrosión y producen sub-productos como las cloraminas que son dañinas para la salud. La luz UV no añade nada al agua.
Las unidades de desinfección INTERIN UV no cambian el pH, color, sabor, olor o temperatura del agua.

### QUE CLASE DE AGUA ES ACEPTABLE PARA USAR EL IUV?

En el agua la contaminación no es visible. Cualquier agua, inclusive las aguas servidas que tienen una fuente de contaminación permanente, son aceptables para descontaminarlas mediante la luz UV.
Se recomienda que el agua a tratar mediante rayos UV debe ser previamente filtrada, para eliminar los sólidos totales que contiene, para garantizar la esterilización eficiente.
El agua debe ser analizada por una compañía competente con equipos adecuados para obtener resultados seguros.

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

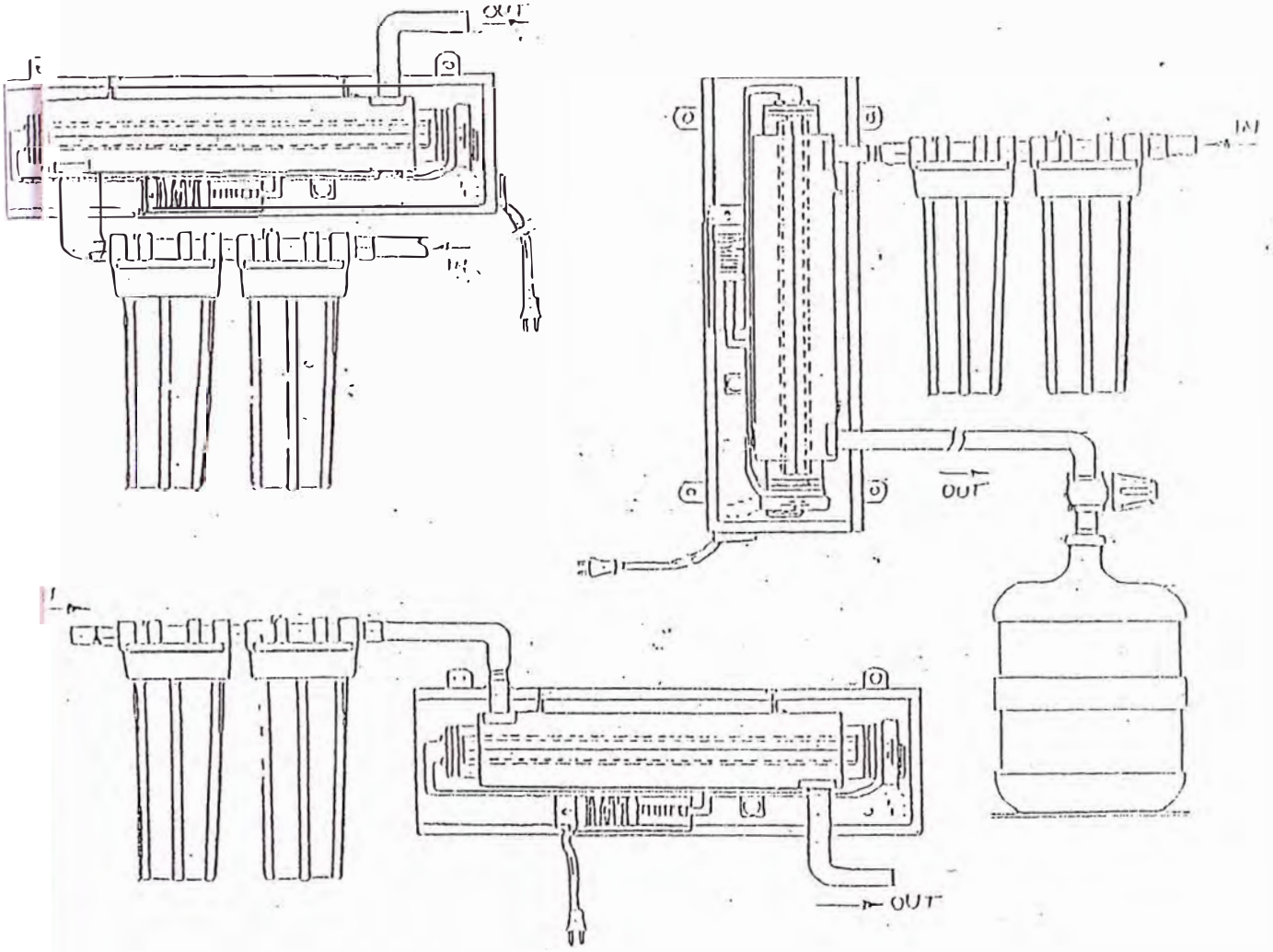
| MODEL | GPM-LPM | IN-OUT | Kw | AMP | PRESION | DIMENSIONES | PESO Kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IUV-3 | 3 – 12 | ½" Ø | 0.015 | 0.08 | 120 PSI | 59 X 12 X 6 cm. | 6.0 |
| IUV-6 | 6 – 24 | ¾" Ø | 0.030 | 0.16 | 120 PSI | 100 X 12 X 8 cm. | 7.0 |
| IUV-10 | 10 – 38 | ¾" Ø | 0.060 | 0.32 | 120 PSI | 100 X 18 X 24 cm. | 8.0 |
| IUV-20 | 20 – 76 | 1" Ø | 0.120 | 0.64 | 120 PSI | 100 X 20 X 24cm. | 10.0 |
| IUV-32 | 32 – 120 | 1½" Ø | 0.180 | 0.96 | 120 PSI | 100 X 25 X 30 cm. | 35.0 |
| IUV-50 | 50 – 190 | 2" Ø | 0.270 | 1.50 | 120 PSI | 100 X 30 X 30 cm. | 40.0 |

APLICACIONES: Aquacultura, aquariums, casas, campamentos, clínicas, clubs, comedores, edificios, embotelladoras, estudios fotográficos, hidromasajes, hoteles, hospitales, laboratorios, lavanderías, piscinas.

Interin S.R.L.
INGENIERIA AMBIENTAL

# ESTERILIZADOR ULTRA VIOLETA

*Alternativas de Instalación*




# ESPECIFICACIONES TECNICAS

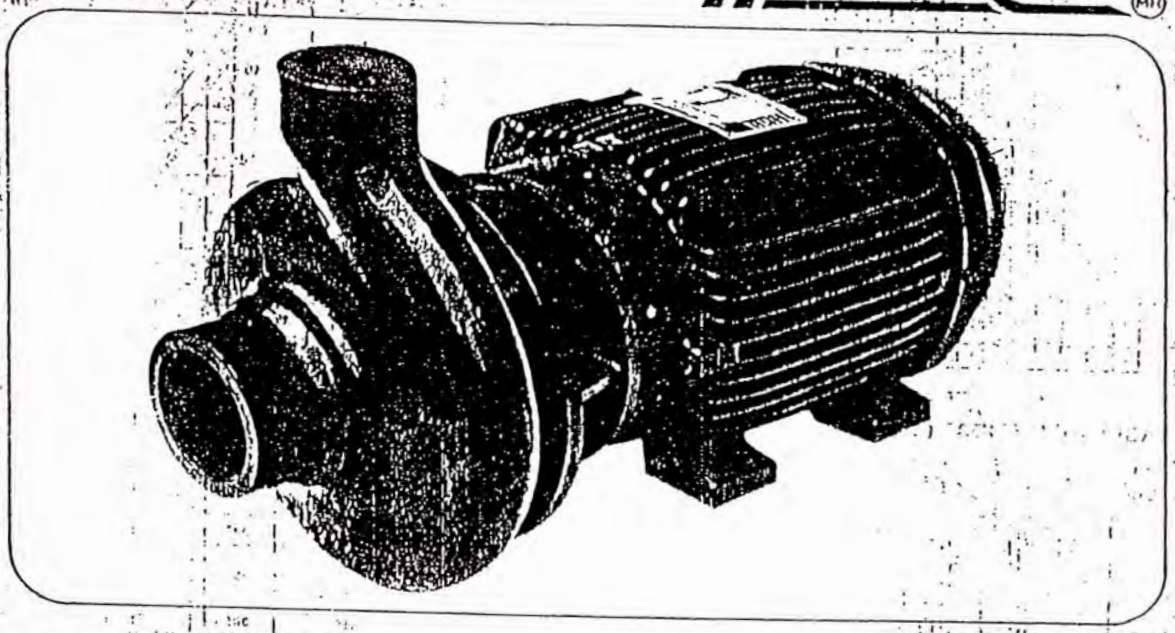
- Modelo : IUV - 3 IUV - 6 IUV - 10
- Capacidad LPM : 12 22 38
- Recipiente de Agua : ☐ Acero inoxidable AISI 316L ☐ PVC
- Un filtro : Con cartucho de carbón activado
- Un filtro : Con cartucho de celulosa de 5.0 micrones.

Av. Enrique Meiggs Nº 273 - Callao Telfs.: 452-4901 • 332-0119 • 330-3864 Fax (01) 452-4901

APENDICE VIII
Tabla Nº 1

# ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS MONOBLOCK

Hidrostal



## 1. Descripción General

Diseñadas bajo conceptos hidraúlicos avanzados, eminentemente funcionales. Un mínimo de componentes garantiza un servicio eficiente y libre de mantenimiento gracias a su construcción simple y robusta. El impulsor está montado sobre el eje del motor especialmente diseñado para esta aplicación, evitando vibraciones y asegurando un perfecto alineamiento.

## 2.1 Motor Monofásico

Standard Bomba Jet Nema Frame 56 J tipo C, aplicable para corriente monofásica de 50/60 ciclos, 115/230 voltios, 2850/3450 RPM. Con ventilación abierta a prueba de goteo, rodamientos sellados prelubricados, con protéctor térmico contra sobrecarga.

## 2.2 Motor Trifásico

Norma IEC, aplicables para corriente eléctrica de 60 ciclos 220/440 voltios o alternativamente 50 ciclos 380 voltios, girando a 3450 RPM ó 2850 RPM; con rodamiento sellados prelubricados, con aislamiento Clase B.

## 3. Caja

De fierro fundido gris (A48CL30B), alternativamente se suministran en bronce o acero inoxidable.

## 4. Impulsor

De fierro fundido gris (A48CL30B) de alta calidad, diseñado para la máxima eficiencia de bombeo. Maquinado y balanceado electrónicamente para evitar vibraciones.
Alternativamente se suministra en bronce o acero inoxidable.

## 5. Sello Mecánico

Marca John Crane, construído con elementos de acero y buna, caras de cerámica y carbono, permitiendo las operaciones en condiciones severas hasta de 90° C y presiones hasta 75 PSI. No requiere ajuste o mantenimiento.

## 6. Pruebas

Cada bomba HIDROSTAL, es sometida a diversas pruebas en fábrica para garantizar un rendimiento satisfactorio en el lugar de aplicación.

## 7. Aplicaciones

Edificios, Viviendas, Industrias, Minería, Suministro de agua potable, Recirculación, Piscinas, sistemas de enfriamiento, Generación de presión.

# APENDICE VIII
# Tabla Nº 2

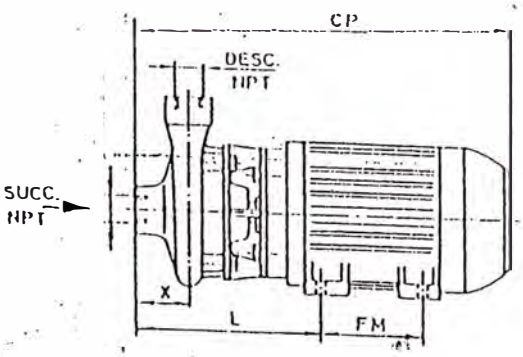
## TABLA DE RENDIMIENTO (60 CICLOS)

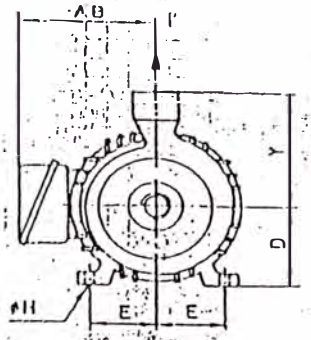
| MODELO | CAUDAL LITROS / SEGUNDO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,5 | 10 | 15 | 25 |
| | ALTURA DINAMICA TOTAL METROS | | | | | | | | | | | | |
| A 1E-1,9T | 31,1 | 33,1 | 29,0 | 26,3 | 23,5 | 19,7 | | | | | | | |
| B 1 x 1 1/2-3,4 T | 42,5 | 41,5 | 39,8 | 37,1 | 33,0 | 26,0 | | | | | | | |
| B 1 1/2 x 2-0,8 M | | | | 13,0 | 12,0 | 11,2 | 8,0 | 3,0 | | | | | |
| B 1 1/2 x 2-1,4 M | | | | 17,5 | 17,0 | 16,0 | 13,0 | 9,0 | | | | | |
| B 1 1/2 x 2-1,9 T | | | | | 23,1 | 22,5 | 20,0 | 16,0 | 11,5 | | | | |
| B 1 1/2 x 2-3,4 T | | | | | 31,0 | 30,0 | 28,0 | 25,0 | 21,5 | | | | |
| 2 B 1 x 1 1/2-3,4 T | 59,9 | 52,5 | 40,0 | 17,5 | | | | | | | | | |
| 2 C - 1/2 x 2-5,7 T | | 81,0 | 78,0 | 73,0 | 67,0 | 57,0 | | | | | | | |
| 2 C-1 1/2 x 2-8,6 T | | | 100,0 | 96,0 | 90,0 | 80,0 | | | | | | | |
| 2 C-1 1/2 x 2-11,5 T | | | | 100,0 | 97,0 | 95,0 | 87,0 | 74,0 | 54,0 | | | | |
| B 1 1/2 x 2 5,7 T | | | | | 43,5 | 43,0 | 41,5 | 39,0 | 37,0 | 30,0 | | | |
| B 1 1/2 x 2 1/2-1,4 M | | | | | 13,0 | 12,5 | 12,0 | 11,0 | 10,0 | 7,0 | | | |
| B 1 1/2 x 2 1/2-1,9 T | | | | | 16,2 | 16,0 | 15,0 | 14,4 | 13,0 | 11,0 | | | |
| B 1 1/2 x 2 1/2-3,4 T | | | | | | 24,0 | 23,7 | 23,2 | 22,0 | 20,0 | 14,5 | | |
| B 1 1/2 x 2 1/2-5,7 T | | | | | | 32,2 | 32,1 | 31,7 | 31,0 | 29,0 | 25,0 | | |
| B 1 1/2 x 2 1/2-8,6 T | | | | | | | 43,7 | 43,1 | 42,5 | 41,0 | 37,2 | 25,5 | |
| C 1 1/2 x 2-5,7 T | | | | 62,0 | 60,5 | 58,5 | 50,0 | | | | | | |
| C 1 1/2 x 2-8,6 T | | | | | 65,0 | 64,0 | 61,0 | 56,7 | 48,0 | 31,8 | | | |
| C 1 1/2 x 2 1/2-11,5 T | | | | | | 55,5 | 55,6 | 55,5 | 55,0 | 53,3 | 47,5 | 21,5 | |
| C 2 x 3-11,5 T | | | | | | | 42,5 | 42,4 | 42,3 | 42,0 | 40,8 | 35,2 | 12,5 |

## DATOS TECNICOS

| Diametro Eje (pulgadas) | | MOTOR | | |
|---|---|---|---|---|
| Impulsor | Sello | Factor Servicio | HP | Frame |
| NF 7/16 | 5/8 | 1,0 | 1,9 | NEMA D56 |
| | | | 3,4 | NEMA F56H |
| | | | 0,8 | NEMA C56 |
| | | | 1,4 | NEMA D56 |
| | | | 1,9 | |
| | | | 3,4 | NEMA F56H |
| NF 7/8 | 1 1/8 | | 5,7 | IEC 100L |
| | | | 8,6 | IEC 112M |
| | | | 11,5 | IEC 132S |
| NF 7/16 | 5/8 | | 5,7 | IEC 100L |
| | | | 1,4 | NEMA D56 |
| | | | 1,9 | |
| | | | 3,4 | NEMA F56H |
| NF 7/8 | 1 1/8 | | 5,7 | IEC 100L |
| | | | 8,6 | IEC 112M |
| | | | 5,7 | IEC 100L |
| | | | 8,6 | IEC 112M |
| | | | 11,5 | IEC 132C |

## TABLA DE MEDIDAS (mm.)




| MODELO | SUC | DES | AB | CP | D | E | ØH | L | X | Y | Peso Kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A 1E-1,9T | 1" | 1" | 83 | 287 | 90 | 25 | 11 | 72 | 55 | 110 | 14,0 |
| B 1 x 1 1/2-3,4 T | 1 1/2" | | | 441 | 95 | 70 | | 115 | 50 | 150 | 26,2 |
| B 1 1/2 x 2-0,8 M | 2" | 1 1/2" | 95 | 385 | 108 | | | 130 | 70 | 155 | 20,0 |
| B 1 1/2 x 2-1,4 M | | | | | | | | | | | 25,0 |
| B 1 1/2 x 2-1,9 T | | | | 427 | | | | | | | 24,6 |
| B 1 1/2 x 2-3,4 T | | | | 457 | | | | | | | 28,1 |
| B 1 1/2 x 2 1/2-1,4 M | 2 1/2" | 1 1/2" | | 447 | 95 | | | 150 | 80 | | 28,0 |
| B 1 1/2 x 2 1/2-1,9 T | | | | | | | | | | | 27,1 |
| B 1 2/2 x 2 1/2-3,4 T | | | | 477 | | | | | | | 30,7 |
| 2 B 1 x 1 1/2-3,4 T | 1 1/2" | 1" | | 490 | | | | 163 | 96 | 150 | 33,1 |

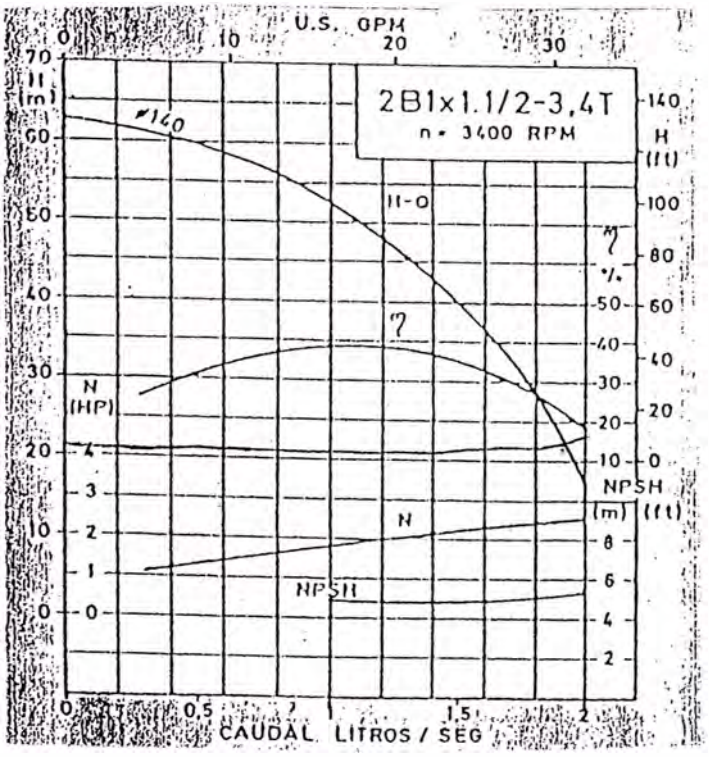
| MODELO | SUC | DES. | AB | CP | D | E | FM | ØH | L | X | Y | Peso Kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 1/2 x 2-5,7 T | 2" | 1 1/2" | 160 | 482 | 100 | 80 | 140 | 12 | 241 | 70 | 155 | 42,8 |
| B 1 1/2 x 2 1/2-5,7 T | 2 1/2" | | | 502 | 113 | | | | 261 | 90 | | 46,3 |
| B 1 1/2 x 2 1/2-8,6 T | | | 175 | 523 | 112 | 95 | | | 268 | | | 53,0 |
| C 1 1/2 x 2-5,7 T | 2" | | 160 | 482 | 113 | 80 | | | 241 | 70 | 170 | 47,6 |
| C 1 1/2 x 2-8,6 T | | | 175 | 503 | 112 | 95 | | | 221 | | | 54,3 |
| C 1 1/2 x 2 1/2-11,5 T | 2 1/2" | | 205 | 556 | 132 | 100 | | | 282 | 85 | 180 | 75,9 |
| C 2 x 3-11,5 T | 3" | 2" | | 571 | | | | | 297 | 100 | 200 | 76,2 |
| 2 C-1 1/2 x 2-5,7 T | 2" | 1 1/2" | 160 | 527 | 113 | 80 | | | 286 | 115 | 180 | 55,6 |
| 2 C-1 1/2 x 2-8,6 T | | | 175 | 548 | 112 | 95 | | | 293 | | | 62,4 |
| 2 C-1 1/2 x 2-11,5 T | | | 205 | 588 | 132 | 108 | | | 312 | | | 81,7 |


Hidrostal MR

TELEFAX 810310 TELEFONO 812920
CASILLA 5734 LIMA 1 - PERU


DISTRIBUIDO POR:

APENDICE VIII
Tabla Nº 3



APENDICE IX

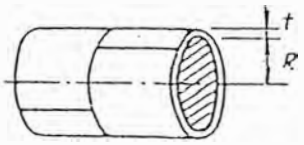
Tabla Nº 1

# PRESION INTERNA

FORMULAS EXPRESADAS EN FUNCION DE LAS DIMENSIONES INTERIORES

P = Presión de diseño o presión máxima de trabajo permitida, lb/pulg²
S = Valor del esfuerzo del material, lb/pulg², página 159
E = Eficiencia de la junta, página 142
R = Radio interior, pulgadas
D = Diámetro interior, pulgadas
t = Espesor de pared, pulgadas
C.A. = Margen por corrosión, pulgadas

A

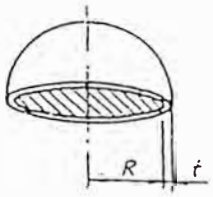



CASCO CILINDRICO (COSTURA LONGIT.)[1]

| $t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$ | $P = \frac{SE\,t}{R + 0.6t}$ |
|---|---|

1. Generalmente rige el esfuerzo en la costura longitudinal. Ver página anterior.
2. Cuando el espesor de pared exceda de la mitad del radio interior o P exceda de 0.385 SE, se aplicarán las fórmulas dadas en el Apéndice del Código, 1-2.

B

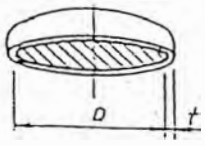



ESFERA Y CABEZA HEMISFERICO

| $t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$ | $P = \frac{2SE\,t}{R + 0.2t}$ |
|---|---|

1. Para las cabezas sin brida recta, úsese la eficiencia de la junta de la cabeza al casco si es menor que la eficiencia de las costuras de la cabeza.
2. Cuando el espesor de pared exceda de 0.356 R, o P exceda de 0.665 SE, se aplicarán las fórmulas dadas en el Apéndice 1-3 de las normas.

C




CABEZA ELIPSOIDAL 2:1

| $t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$ | $P = \frac{2SEt}{D + 0.2t}$ |
|---|---|

1. Para las cabezas elipsoidales cuya relación del eje mayor al eje menor sea diferente de 2:1, véase el Apéndice 1-4 (c) de las normas.

Extraído del "Manual de Recipientes a Presión" por Eugene F. Megyesy [4].

APENDICE IX
TABLA N° 2

VALORES DEL FACTOR "M"

| L/r | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.75 | 3.00 | 3.25 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | 1.00 | 1.03 | 1.06 | 1.08 | 1.10 | 1.13 | 1.15 | 1.17 | 1.18 | 1.20 | 1.22 | 1.25 | 1.28 | 1.31 | 1.34 | 1.36 | 1.39 |

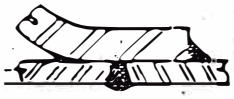
| L/r | 7.00 | 7.50 | 8.00 | 8.50 | 9.00 | 9.50 | 10.00 | 10.50 | 11.00 | 11.50 | 12.00 | 13.00 | 14.00 | 15.00 | 16.00 | 16 2/3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | 1.41 | 1.44 | 1.46 | 1.48 | 1.50 | 1.52 | 1.54 | 1.56 | 1.58 | 1.60 | 1.62 | 1.65 | 1.69 | 1.72 | 1.75 | 1.77 |

LA MAXIMA RAZON PERMITIDA ES : L=D

Extraído del "Manual de Recipientes a Presión" por Eugene F. Megyesy[4]

# APENDICE IX

## Tabla Nº 3

| TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TIPOS NORMA UW-12 | | EFICIENCIA DE LA JUNTA, E Cuando la junta es: a. Radiografiada totalmente | b. Examinada por zonas | c. No Examinada |
| 1 | Juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad de metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza. Si se emplea placa de respaldo, debe quitarse ésta después de terminar la soldadura. | 1.00 | 0.85 | 0.70 |
| 2 En juntas circunferenciales únicamente | Junta a tope de un solo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar | 0.90 | 0.80 | 0.65 |
| 3 | Junta a tope de un solo cordón sin tira de respaldo | — | — | 0.60 |
| 4 | Junta a traslape de doble filete completo | — | — | 0.55 |
| 5  | Junta a traslape de un solo filete completo con soldaduras de tapón | — | — | 0.50 |
| 6 | Junta a traslape de un solo filete completo sin soldaduras de tapón | — | — | 0.45 |

Extraído del "Manual de Recipientes a Presión" por Eugene F. Megyesy [4].

Tabla Nº 1

# TAPAS BOMBEADAS Y REBORDEADAS

PARA CALDEROS Y RECIPIENTES A PRESION NO TERMICOS.

## API-ASME

DIMENSIONES Y VOLUMENES.

Diámetros estandard son empleados para los fines de esta tabulación
Sin embargo cualquier otro diám. intermedio entre 12" y 132" es utilizable.

Todas las dimensiones están en pulgadas

| Diámetro exterior | Espesor calibrado | Radio de bombeo | Radio de reborde | Máx. pestaña recta | Profundidad interior del bombeo | Diámetro del desarrollo | Peso del diám de desarrollo | Volúmen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OD | t | DR | KR | SF | D | | lb | cu in. | gal |
| 28 | 1/4 | 24 | 13 1/4 | 3 | 5.263 | 33.33 | 62.4 | 1871.4 | 8.101 |
| | 5/16 | 24 | 13 1/4 | 3 1/2 | 5.224 | 33.33 | 78.0 | 1842.7 | 7.977 |
| | 3/8 | 24 | 13 1/4 | 4 | 5.184 | 33.33 | 93.7 | 1814.4 | 7.854 |
| | 7/16 | 24 | 13 1/4 | 5 | 5.145 | 33.33 | 109.3 | 1786.5 | 7.734 |
| | 1/2 | 24 | 13 1/4 | 5 | 5.106 | 33.33 | 124.9 | 1758.9 | 7.614 |
| | 9/16 | 24 | 13 1/4 | 5 | 5.099 | 33.42 | 156.1 | 1742.5 | 7.543 |
| | 5/8 | 24 | 21 1/4 | 5 | 5.237 | 33.67 | 192.9 | 1800.9 | 7.796 |
| | 3/4 | 24 | 23 5/8 | 5 | 5.380 | 33.92 | 225.1 | 1857.8 | 8.042 |
| | 1 | 24 | 3 | 5 | 5.533 | 35.17 | 280.4 | 1913.2 | 8.282 |
| | 1 1/8 | 23 | 3 3/8 | 5 | 5.028 | 35.51 | 324.5 | 1994.4 | 8.634 |
| 30 | 1/4 | 30 | 1 7/8 | 3 | 4.995 | 35.50 | 70.1 | 2100.6 | 9.093 |
| | 5/16 | 30 | 1 7/8 | 3 1/2 | 4.963 | 35.50 | 87.6 | 2072.2 | 8.971 |
| | 3/8 | 30 | 1 7/8 | 4 | 4.931 | 35.50 | 105.2 | 2044.1 | 8.849 |
| | 7/16 | 30 | 1 7/8 | 5 | 4.899 | 35.50 | 122.7 | 2016.4 | 8.729 |
| | 1/2 | 30 | 1 7/8 | 5 | 4.868 | 35.50 | 140.2 | 1989.0 | 8.611 |
| | 9/16 | 30 | 1 7/8 | 5 | 4.805 | 35.50 | 175.3 | 1935.2 | 8.378 |
| | 5/8 | 24 | 21 1/4 | 5 | 5.860 | 35.75 | 216.3 | 2278.1 | 9.862 |
| | 3/4 | 24 | 23 5/8 | 5 | 5.962 | 36.00 | 252.3 | 2333.7 | 10.102 |
| | 1 | 24 | 3 | 5 | 6.112 | 37.25 | 312.9 | 2388.4 | 10.339 |
| | 1 1/8 | 24 | 3 3/8 | 5 | 6.246 | 37.63 | 361.5 | 2442.0 | 10.572 |
| | 1 1/4 | 24 | 3 3/4 | 5 | 6.391 | 38.00 | 401.7 | 2494.5 | 10.799 |
| | 1 3/8 | 24 | 4 1/8 | 5 | 6.543 | 38.38 | 453.5 | 2545.5 | 11.019 |
| | 1 1/2 | 23 | 4 1/2 | 5 | 6.837 | 38.75 | 507.7 | 2622.9 | 11.355 |
| 32 | 1/4 | 30 | 2 | 3 | 5.609 | 37.67 | 80.3 | 2656.2 | 11.499 |
| | 5/16 | 30 | 2 | 3 1/2 | 5.574 | 37.67 | 100.4 | 2621.8 | 11.350 |
| | 3/8 | 30 | 2 | 4 | 5.539 | 37.67 | 120.5 | 2587.8 | 11.203 |
| | 7/16 | 30 | 2 | 5 | 5.504 | 37.67 | 140.6 | 2554.2 | 11.057 |
| | 1/2 | 30 | 2 | 5 | 5.469 | 37.67 | 160.7 | 2520.9 | 10.913 |
| | 9/16 | 30 | 2 | 5 | 5.401 | 37.67 | 200.8 | 2455.5 | 10.630 |
| | 5/8 | 30 | 2 1/4 | 5 | 5.483 | 37.83 | 241.0 | 2495.2 | 10.802 |
| | 3/4 | 30 | 2 5/8 | 5 | 5.646 | 38.08 | 288.6 | 2585.0 | 11.190 |
| | 1 | 30 | 3 | 5 | 5.813 | 39.32 | 347.2 | 2672.1 | 11.567 |
| | 1 1/8 | 30 | 3 3/8 | 5 | 5.987 | 39.71 | 400.6 | 2756.5 | 11.933 |
| | 1 1/4 | 30 | 3 3/4 | 5 | 6.166 | 40.08 | 456.3 | 2838.0 | 12.286 |
| | 1 3/8 | 24 | 4 1/8 | 5 | 7.125 | 40.46 | 501.9 | 3116.0 | 13.489 |
| | 1 1/2 | 24 | 4 1/2 | 5 | 7.259 | 40.83 | 561.1 | 3164.5 | 13.699 |

| Diámetro exterior | Espesor calibrado | Radio de bombeo | Radio de reborde | Máx. pestaña recta | Profundidad interior del bombeo | Diámetro del desarrollo | Peso del diám de desarrollo | Volúmen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OD | t | DR | KR | SF | D | | lb | cu in. | gal |
| 34 | 1/4 | 30 | 2 1/8 | 3 | 6.270 | 39.83 | 89 | 3321.4 | 14.378 |
| | 5/16 | 30 | 2 1/8 | 3 1/2 | 6.231 | 39.83 | 111 | 3280.0 | 14.199 |
| | 3/8 | 30 | 2 1/8 | 4 | 6.193 | 39.83 | 134 | 3239.0 | 14.021 |
| | 7/16 | 30 | 2 1/8 | 5 | 6.155 | 39.83 | 156 | 3198.5 | 13.845 |
| | 1/2 | 30 | 2 1/8 | 5 | 6.118 | 39.83 | 178 | 3158.4 | 13.671 |
| | 9/16 | 30 | 2 1/8 | 5 | 6.043 | 39.83 | 223 | 3079.5 | 13.331 |
| | 5/8 | 30 | 2 1/4 | 5 | 6.040 | 39.92 | 267 | 3058.9 | 13.242 |
| | 3/4 | 30 | 2 5/8 | 5 | 6.185 | 40.17 | 319 | 3150.7 | 13.639 |
| | 1 | 30 | 3 | 5 | 6.335 | 41.42 | 383 | 3240.5 | 14.028 |
| | 1 1/8 | 30 | 3 3/8 | 5 | 6.492 | 41.79 | 442 | 3328.1 | 14.407 |
| | 1 1/4 | 30 | 3 3/4 | 5 | 6.653 | 42.17 | 502 | 3413.4 | 14.777 |
| | 1 3/8 | 30 | 4 1/8 | 5 | 6.821 | 42.54 | 566 | 3496.1 | 15.135 |
| | 1 1/2 | 30 | 4 1/2 | 5 | 6.995 | 42.92 | 617 | 3576.2 | 15.481 |
| 36 | 1/4 | 36 | 2 1/4 | 3 | 6.020 | 42.00 | 98 | 3662.8 | 15.856 |
| | 5/16 | 36 | 2 1/4 | 3 1/2 | 5.988 | 42.00 | 123 | 3621.6 | 15.678 |
| | 3/8 | 36 | 2 1/4 | 4 1/2 | 5.956 | 42.00 | 147 | 3580.7 | 15.501 |
| | 7/16 | 36 | 2 1/4 | 6 | 5.924 | 42.00 | 172 | 3540.2 | 15.326 |
| | 1/2 | 36 | 2 1/4 | 6 | 5.892 | 42.00 | 196 | 3500.3 | 15.153 |
| | 9/16 | 36 | 2 1/4 | 6 | 5.829 | 42.00 | 245 | 3421.4 | 14.811 |
| | 5/8 | 36 | 2 1/4 | 6 | 5.767 | 42.00 | 294 | 3344.0 | 14.476 |
| | 3/4 | 30 | 2 5/8 | 6 | 6.781 | 42.25 | 352 | 3821.9 | 16.545 |
| | 1 | 30 | 3 | 6 | 6.913 | 43.50 | 421 | 3911.6 | 16.933 |
| | 1 1/8 | 30 | 3 3/8 | 6 | 7.051 | 43.88 | 485 | 3999.7 | 17.315 |
| | 1 1/4 | 30 | 3 3/4 | 6 | 7.195 | 44.25 | 551 | 4086.2 | 17.689 |
| | 1 3/8 | 30 | 4 1/8 | 6 | 7.345 | 44.63 | 620 | 4170.8 | 18.054 |
| | 1 1/2 | 30 | 4 1/2 | 6 | 7.500 | 45.00 | 676 | 4253.4 | 18.412 |
| | 1 5/8 | 30 | 4 7/8 | 6 | 7.661 | 45.38 | 749 | 4333.7 | 18.760 |
| | 1 3/4 | 30 | 5 1/4 | 6 | 7.829 | 45.75 | 824 | 4411.7 | 19.098 |
| | 1 7/8 | 24 | 5 5/8 | 6 | 8.921 | 46.13 | 902 | 4762.2 | 20.616 |
| 38 | 3/8 | 36 | 2 3/4 | 3 1/2 | 6.597 | 44.17 | 138 | 4407.8 | 19.082 |
| | 7/16 | 36 | 2 3/4 | 4 1/2 | 6.562 | 44.17 | 165 | 4359.9 | 18.874 |
| | 1/2 | 36 | 2 3/4 | 6 | 6.528 | 44.17 | 193 | 4312.4 | 18.668 |
| | 9/16 | 36 | 2 3/4 | 6 | 6.494 | 44.17 | 220 | 4265.3 | 18.465 |
| | 5/8 | 36 | 2 3/4 | 6 | 6.426 | 44.17 | 275 | 4172.6 | 18.063 |
| | 3/4 | 36 | 2 3/4 | 6 | 6.358 | 44.17 | 330 | 4081.5 | 17.669 |
| | 7/8 | 36 | 2 3/4 | 6 | 6.443 | 44.33 | 386 | 4139.5 | 17.920 |
| | 1 | 36 | 3 | 6 | 6.606 | 45.58 | 451 | 4268.7 | 18.479 |

- Todas las dimensiones están sujetas a las tolerancias de fabricación normales. (Según código ASME)
- Los tapas pueden ser suministrados con dimensiones KR mayores o menores

- La máx dimensión SF puede ser incrementada

Extraído del "Aplicaciones y Recomendaciones prácticas para tanques" API – ASME[3].

# APENDICE XI
## Tabla Nº 1

### TABLERO ALTERNADOR DE BOMBAS

- Se utiliza:
  - Para arranque y control de 02 electrobombas, en forma automática y alternada, posibilitando el desgaste parejo de los dos equipos, evitando el recalentamiento de los motores.
- Operación automática con interruptor de nivel en la cisterna o interruptores de nivel (1 ó 2) en tanque alto ó presostátos.
- Selector: Manual ó Automático
- Selector: Bomba 1 - Bomba 2 - Alternado
- Protección contra cortocircuito:
  - 6 Fusibles DZ ó
  - 2 Interruptores Termomagnéticos. (10KA - BOLT- ON)

| Código | Tipo | Intensidad Empleo (A) AC3 - 440V | Regulación Relé Térmico (A) | c / Fusibles Precio Lista $ | IGV | Precio Venta $ | c / Interruptor Precio Lista $ | IGV | Precio Venta $ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 614405 | P1 - M (*) | 9 | 4 - 6 | 231.00 | 41.58 | 272.58 | 230.00 | 41.40 | 271.40 |
| 614450 | P1 - 1 | 9 | 2.8 - 4.2 | 262.50 | 47.25 | 309.75 | 310.00 | 55.80 | 365.80 |
| 614604 | P3 - 1.2 | 9 | 4 - 6 | 262.50 | 47.25 | 309.75 | 310.00 | 55.80 | 365.80 |
| 614559 | P3 - 1.8 | 9 | 4 - 6 | 262.50 | 47.25 | 309.75 | 310.00 | 55.80 | 365.80 |
| 614603 | P3 - 2.4 | 9 | 5 - 8 | 262.50 | 47.25 | 309.75 | 310.00 | 55.80 | 365.80 |
| 614658 | P5 - 3.6 | 17 | 9 - 13 | 315.00 | 56.70 | 371.70 | 350.00 | 63.00 | 413.00 |
| 755399 | P5 - 4.8 | 17 | 12 - 18 | 315.00 | 56.70 | 371.70 | 350.00 | 63.00 | 413.00 |
| 613767 | P7 - 6.6 | 30 | 18 - 26 | 357.00 | 64.26 | 421.26 | 400.00 | 72.00 | 472.00 |
| 613811 | P7 - 7.5 | 30 | 18 - 26 | 357.00 | 64.26 | 421.26 | 400.00 | 72.00 | 472.00 |
| 613866 | P9 - 9 | 37 | 24 - 31 | 399.00 | 71.82 | 470.82 | 450.00 | 81.00 | 531.00 |

*(*) Para electrobombas monofásicas.*

Diagrama de Mando: Ver Generalidades Técnicas - Sección T, pág. T - 10

TRIANON

APENDICE XII
Tabla Nº 1

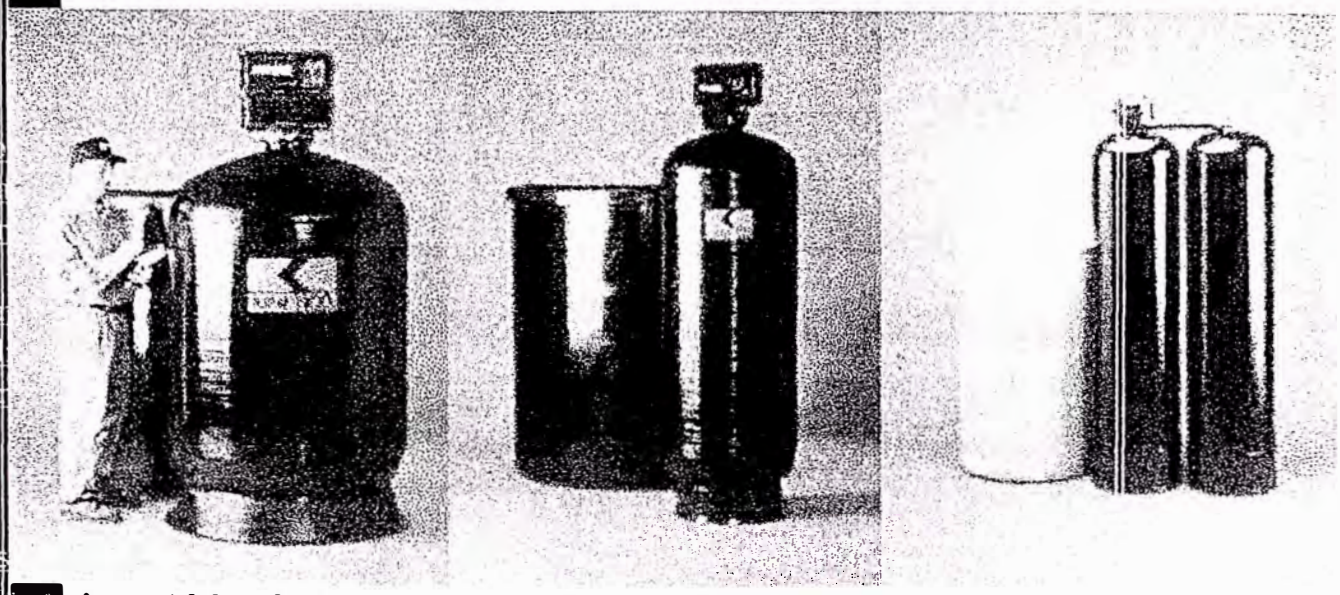
1800agua.com Ablandadores

Aquapro

Inicio

Filtros
Portafiltros
Multimedio
Ultravioleta
Ozonizador
Osmosis
Ablandador
Desmineral
Dosificador
Sopladores
Análisis

Referencias
Contáctenos



**uipos Ablandadores de agua (Descalcificadores).**

Tecnologia

Equipos TWIN para uso residencial flujos menores a 20 galones por minuto.

Equipos Simplex con Timer para flujos menores a 180 galones por minuto.

Equipos Duplex con PLC y contador electronico para flujos menores de 360 galones por minut

Equipos Triplex con PLC y contador electronico para flujos menores de 540 galones por minut

**Tecnología**

Los ablandadores son también conocidos como descalcificadores o intercambiadores ionicos, su aplicación es para la remoción de iones de calcio y magnesio conocidos generalmente como co dureza en el agua.

En su interior nuestros equipos cuentan con la resina de tipo cationica que se encarga de interca sodio por los iones componentes de la dureza así como otros componentes minerales como hier

Disponemos de unidades Simples, Dobles y Triples, de 1, 2 y 3 tanques cada una que están inte si a un PLC central de control, es decir que en las unidades dobles y triples en vez de tener 3 un

independientes se dispone de un cerebro que controla el funcionamiento coordinado de el siste se suma a nuestro contador de galones de agua producido que inicia la secuencia de regeneraci indicado, no antes ni después de que sea necesario convirtiéndolos esto en los equipos mas efic consumo de agua, energía y sal proveyendo un optimo rendimiento y un bajo costo operativo.

Hemos catalogado nuestras unidades según el caudal que producen en galones por minuto, para ficha técnica de cada equipo basta presionar el código de la unidad en que este interesado, para por favor contáctenos.

Retorno al Inicio

## Unidades Twin.

Incluyen : Dos tanques, diseño duplex con funcion alternante, operacion automatica y regeneración en base a demanda iniciada por el contador de galones incorporado.

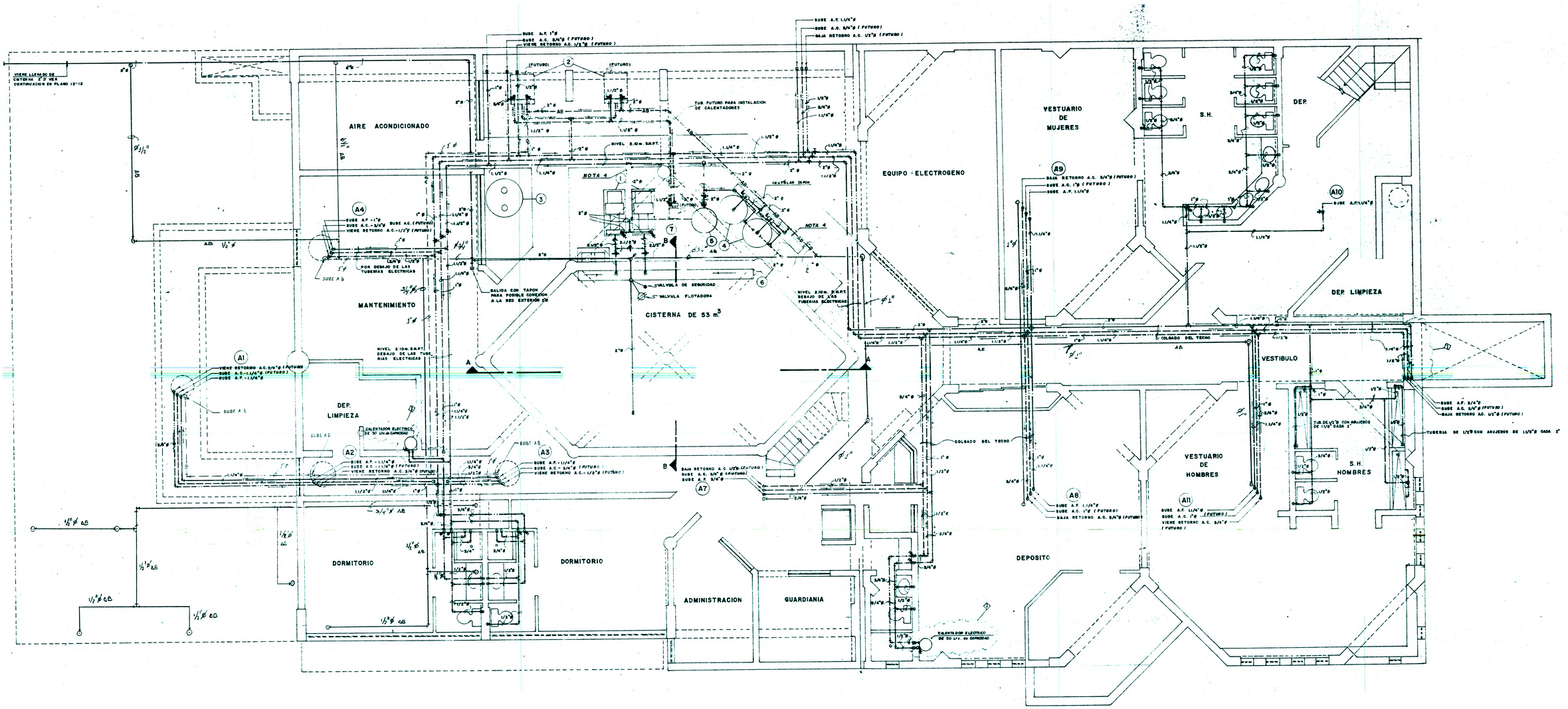
| Modelos & ficha tecnica | Caudal | Capacidad. | Resina en pies3 | PDF |
|---|---|---|---|---|
| KS60 | 8 gpm | 29,336 granos | 1.4 cu/ft | 275KB |
| KS100 | 12 gpm | 74,544 granos | 3 cu/ft | 273KB |
| KS2000 | 20 gpm | 117,500 granos | 4.5 cu/ft | 283KB |
| KS4000c | 36 gpm | 235,000 granos | 9 cu/ft | 458KB |
| KS6000c | 54 gpm | 352,500 granos | 13.5 cu/ft | 515KB |
| KS8000c | 72 gpm | 470,000 granos | 18 cu/ft | 590KB |
| KS10000c | 90 gpm | 587,500 granos | 22.5 cu/ft | 642KB |
| KS12000c | 108 gpm | 705,500 granos | 27 cu/ft | 704KB |
| KS14000c | 126 gpm | 822,500 granos | 31.5 cu/ft | 760KB |
| KS16000c | 144 gpm | 940,000 granos | 36 cu/ft | 814KB |

Retorno al Inicio

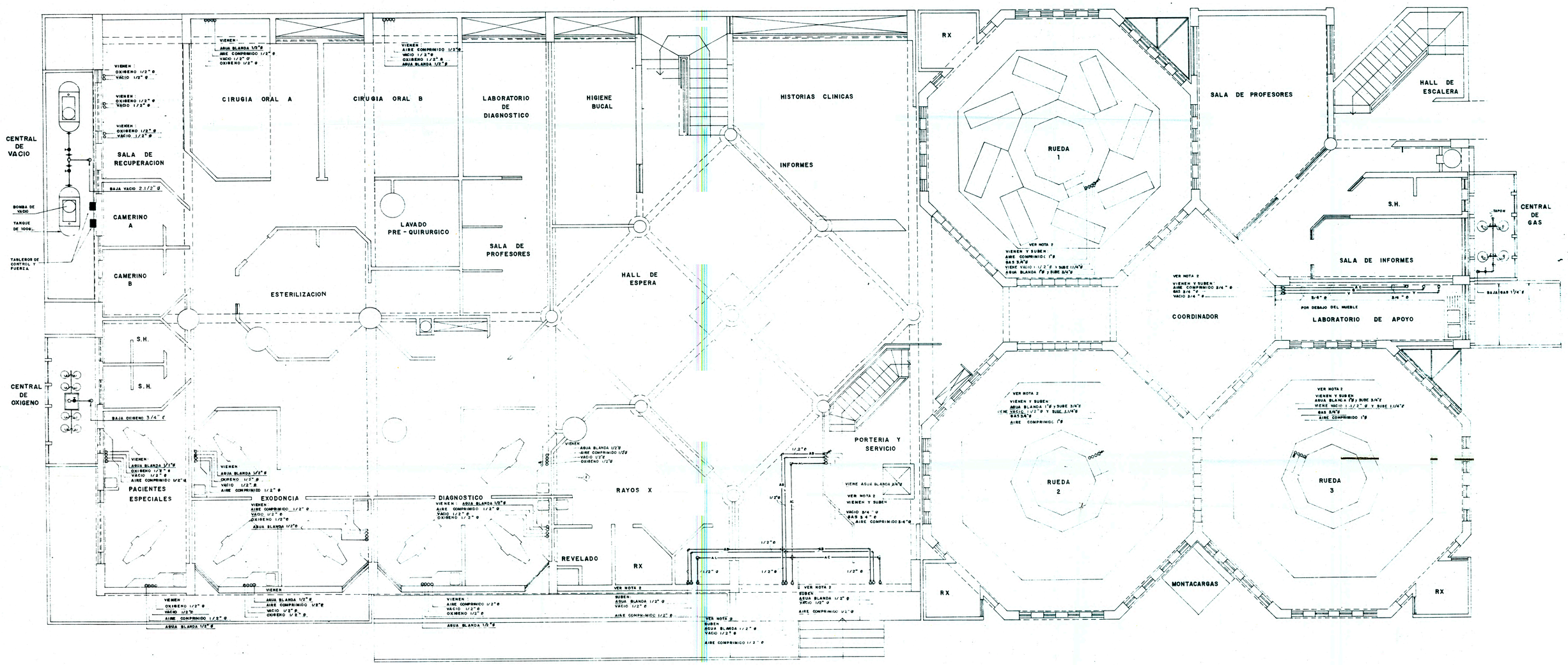
## Unidades Simplex

Incluyen : Tanque inoxidable, operacion automatica y regeneracion iniciada en base a timer electronico.

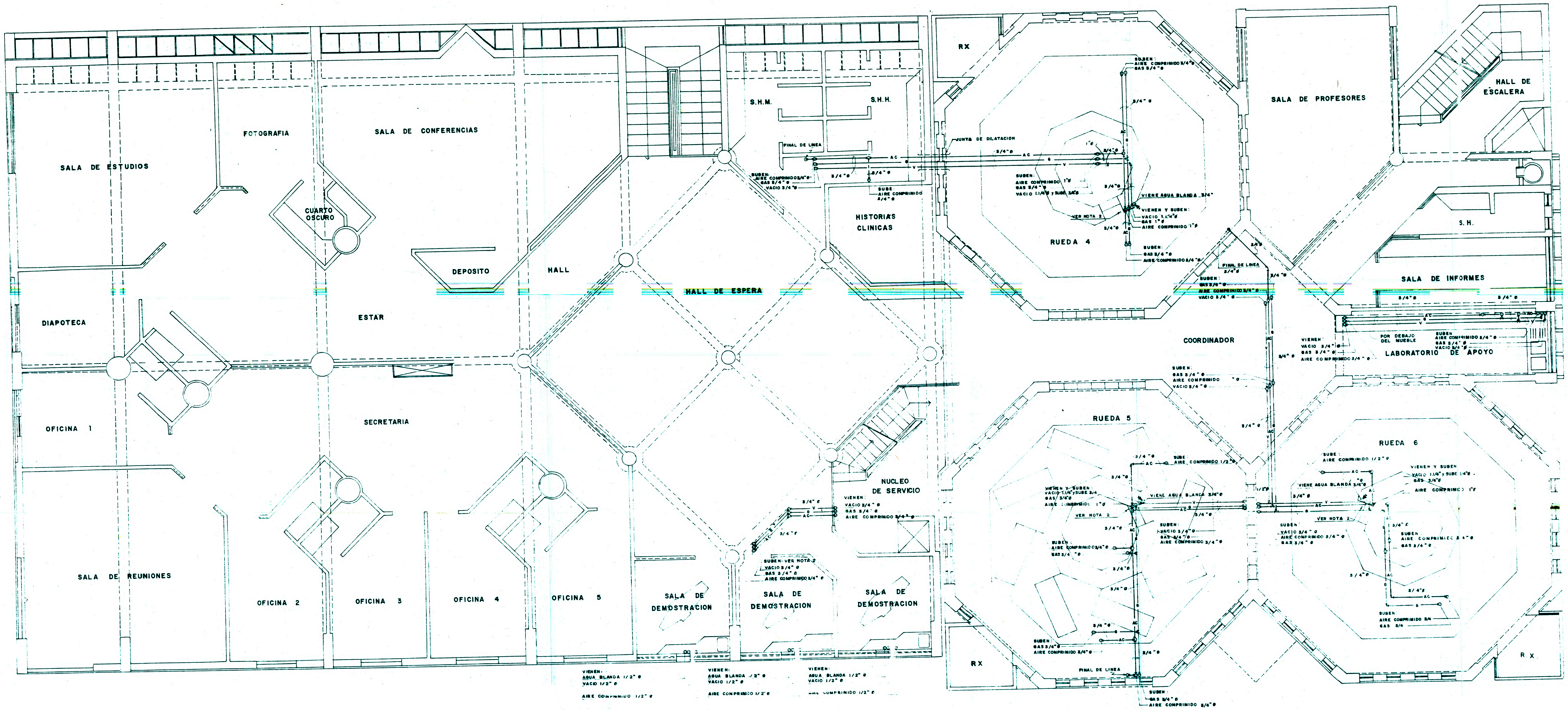
| Modelos & ficha tecnica | Descripcion | Caudal | Resina | Capacidad |
|---|---|---|---|---|



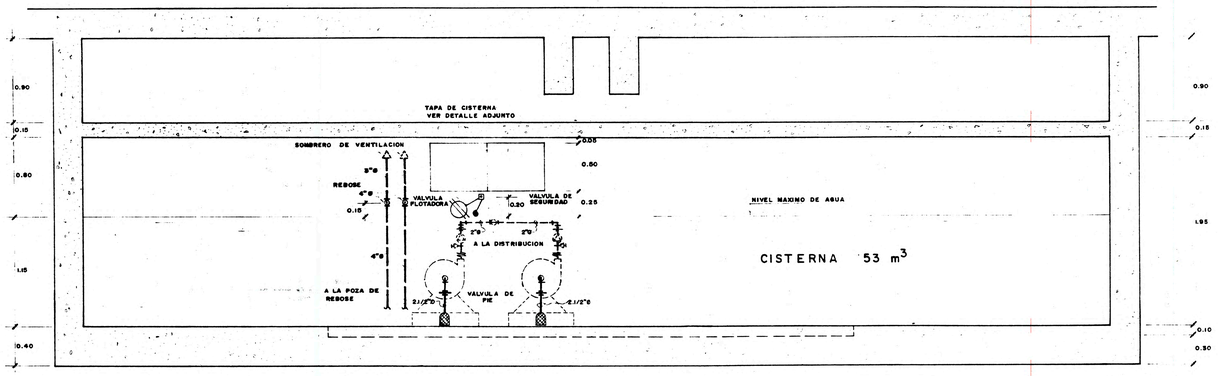

| | |
|---|---|
| PROPIETARIO | UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA |
| PROYECTO | SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA BLANDA |
| TITULO | DISTRIBUCION DE LA LINEA DE AGUA BLANDA SOTANO |
| FECHA | MARZO 2000 |
| ESCALA | 1/50 |
| PLANO | 1 |
| DIBUJADO | JOSE YARMA H |
| DISEÑADO | JOSE YARMA H |
| V°B | |




| | | | |
|---|---|---|---|
| PROPIETARIO: UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA | | | |
| PROYECTO: SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA BLANDA | | | |
| TITULO: DISTRIBUCION DE LA LINEA DE AGUA BLANDABLANDA 1er PISO | | | |
| FECHA: MARZO 2000 | | ESCALA: 1/50 | PLANO: 2 |
| DIBUJADO: JOSE YARMA H | DISEÑADO: JOSE YARMA H | | |
| V° B° | | | |

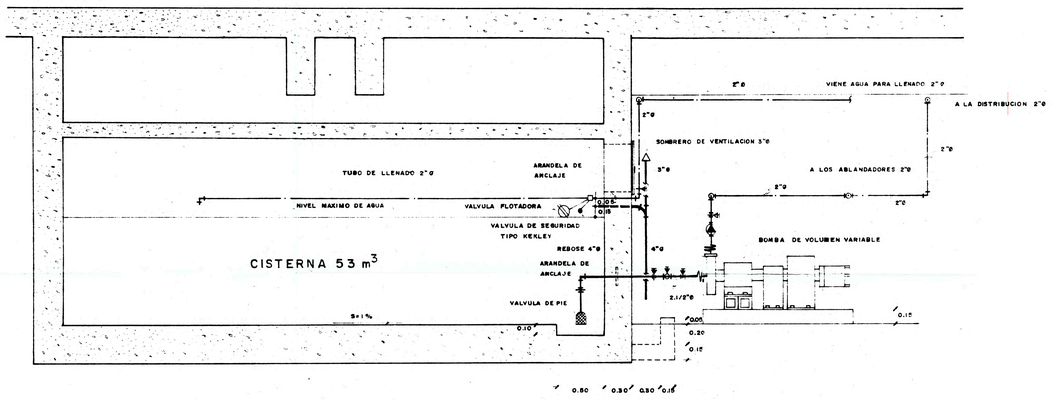



| | | | |
|---|---|---|---|
| PROPIETARIO UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA | | | |
| PROYECTO SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA BLANDA | | | |
| TITULO DISTRIBUCION DE LA LINEA DE AGUA BLANDA 2do PISO | | | |
| FECHA MARZO 2000 | | ESCALA 1/50 | PLANO 3 |
| DIBUJADO JOSE YARMA H | DISEÑADO JOSE YARMA H | | |
| B | | | |

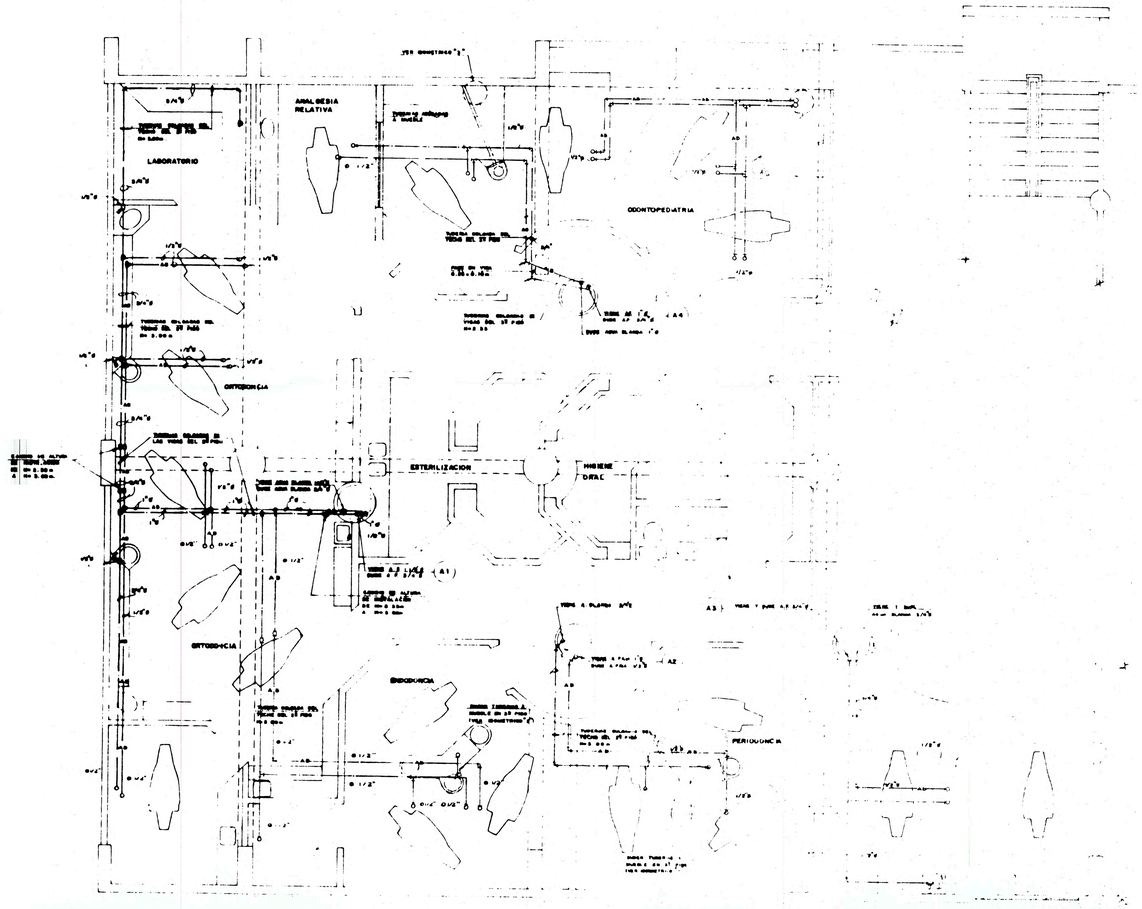



## CORTE A-A

ESC: 1/25




## CORTE B-B




## PLANTA 3º PISO

PROPIETARIO:
UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

PROYECTO:
SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA BLANDA

TITULO:
DISTRIBUCION DE LA LINEA DE AGUA BLANDA
CORTES Y DETALLES DE CISTERNA
3er PISO

| FECHA | ESCALA | PLANO |
|---|---|---|
| MARZO 2000 | 1/50 | 4 |
| DIBUJADO: JOSE YARMA H | DISEÑADO: JOSE YARMA H | |
| V° B | | |