

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**« Evaluación y Diseño de las Instalaciones
Sanitarias de una Industria
Textil en Perú »**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO

Victor Rodriguez Vargas

Lima - Perú - 1991

Mi agradecimiento a mi madre Obdulia Ines Llanco G, a mi señora Carmen Perez V. y a todos mis hermanos, por la ayuda incondicional que me dieron para la culminación de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias al Ing. Otto Rosasco Gerkes y a mi Facultad de Ingeniería Ambiental (Escuela de Ingeniería Sanitaria). sin los cuales no hubiera sido posible la realización de la presente tesis, para optar el título de Ing. Sanitario.

INTRODUCCION

Siendo el sector empresarial e industrial textil uno de los campos más importantes que influyen en la economía y al la vez uno de los pilares del desarrollo de nuestro país, me siento impulsado en dar un aporte un tanto significativo para nuestra industria textil.

En la oportunidad que tuve de realizar mis prácticas pre-profesionales en una empresa textil durante dos meses pude observar y a la vez evaluar la situación crítica que se encuentra una de las pocas empresas textiles de nuestro país; respecto a las instalaciones sanitárias en general, es así como me decidí realizar este proyecto en la cual e realizado una revisión minuciosa para luego establecer un diagnóstico evaluativo de sus instalaciones sanitárias en la cual especifico detalladamente la ANTECEDENTES a la descripción del PROYECTO y su desarrollo total.

En el proyecto propongo diseños sanitários que puedan dar soluciones a problemas en cuanto a la capacitación de agua; como su estudio y tratamiento para empresas típicas textiles de acuerdo a nuestras posibilidades y realidad nacional.

**EVALUACION Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS
DE UNA INDUSTRIA TEXTIL EN EL PERU.**

1.- EVALUACION DE UNA EMPRESA TEXTIL EN EL PERU

1.1.- Descripción de una planta textil en el Perú...	19
1.2.- Descripción de la fuente y sistemas de regulación de agua en la planta textil.	22
1.2.1.- Fuente de agua	22
1.2.2.- Caseta de Bombeo	23
1.2.3.- Reservorio de almacenamiento de agua dura	23
1.2.4.- Cisterna de agua dura	25
1.2.5.- Cisterna de agua Blanda	25
1.3.- Descripción de los sistemas de distribución de agua dura, agua blanda, y redes de distribución de vapor en la industria textil.....	26
1.3.1.- Descripción de la red de agua dura ...	26
1.3.2.- Descripción de la red de agua blanda..	27
1.3.3.- Descripción de la red de Distribución de vapor	28
1.4.- Descripción de la redes de desagües domésticos e industriales, en la industria textil....	29
1.5.- Descripción General de las secciones, maquinarias de consumo de agua respectivamente. en la industria textil proyectada.	32
1.5.1.- Sección tintorería	32
1.5.2.- Sección Acabados	35
1.5.3.- Sección de Calderos	36
1.5.4.- Sección de Ablandadores	37

1.6.7.- Evaluación del consumo de agua para riego de jardines.	57
1.7.- Estudio sobre las fugas de agua producida en la industria textil proyectada.	61
1.7.1.- Evaluación de las fugas de agua en el baño principal	61
1.7.2.- Evaluación de las fugas de agua en los baños internos	64
1.7.3.- Evaluación de las fugas de agua en la sección de tintorería	68
1.7.4.- Evaluación de las fugas de agua en riego de jardines	74
2.- Diseño de las instalaciones de agua, procesos y operaciones de tratamiento de agua para uso doméstico e industrial en una planta textil.	
2.1. Introducción	78
2.2. Cálculo de rendimiento de producción en las máquinas del proceso de teñido y proceso de acabados en la industria textil proyectada....	81
2.2.1.- Rendimiento de producción en la sección de tintorería	81
2.2.1.1.- Tina " Barcas "	
2.2.1.2.- Tinas Chicas	
2.2.1.3.- Tinas Ramas	
2.2.1.4.- Tinas (T3 T4)	
2.2.1.5.- Tinas (T5 T6)	
2.2.1.6.- Obem	

2.2.1.7.-	Madejera	
2.2.2.-	Rendimiento de producción en la sección de acabados	83
2.2.2.1.-	Lavadora de cuerda	
2.2.2.2.-	Tobera	
2.2.2.3.-	Lavadora de ancho	
2.2.2.4.-	Batanes	
2.2.2.5.-	Contricap	
2.3.-	Consumo de agua en cada sección y maquina- rias de producción de tintorería y acabado de la industria textil.	86
2.3.1.-	Consumo de agua en la sección de tintorería.	86
2.3.1.1.-	Tinas Barcas	
2.2.1.2.-	Tinas Chicas	
2.2.1.3.-	Tinas Ramas	
2.2.1.4.-	Tinas (T4 T3)	
2.2.1.5.-	Tinas (T5 T6)	
2.2.1.6.-	Obem	
2.2.1.7.-	Contricap	
2.3.2.	sección de acabados	94
2.2.2.1.-	Lavadora de cuerda	
2.2.2.2.-	Tobera	
2.2.2.3.-	Lavadora de ancho	
2.2.2.4.-	Batanes	
2.2.2.5.-	Contricap	

2.3.3.- Consumo de agua de los sistemas adicionales a producción	100
2.3.3.1.- Definición	
2.3.3.2.- Lizadora	
2.3.3.3.- Cuarto de Humifijado	
2.3.3.4.- Aire Acondicionado	
2.3.3.5.- Requerimiento de agua dura para el lavado de los ablandadores	
2.3.3.6.- Consumo de agua del personal	
2.3.3.7.- Consumo de agua en riego de jardines	
2.3.4.- Balance General del consumo de agua industrial	103
2.3.4.1.- Balance del consumo de agua dura	
2.3.4.2.- Balance del consumo de agua blanda	
2.4.- Diseño de las redes e instalaciones sanitarias de almacenamiento de agua en la industria textil proyectada	105
2.4.1.- Sistema de almacenamiento y regulación de agua	105
2.4.2.- Diseño de la línea de conducción. (Reservorio - Cisterna)	105
2.4.3.- Dimensionamiento de la cisterna de agua dura industrial	108
2.5.- Diseño de los sistemas de ablandadores y almacenamiento de agua blanda	110
2.5.1.- Dimensionamiento de la cisterna de agua blanda	110

2.5.2.-	Diseño de los ablandadores de agua dura	110
2.5.3.-	Diseño de la red de ingreso y salida de agua en los ablandadores y bomba respectiva.	112
2.6.-	Evaluación del consumo de agua dura, agua blanda para el diseño de la red de distribución	120
2.6.1.-	Consumo de agua dura en la sección de tintorería	120
2.6.1.1.-	Consumo de agua dura industrial en las máquinas del proceso de teñido.	
2.6.2.-	Consumo de agua dura en la sección de acabados	123
2.6.2.1.-	Consumo de agua dura industrial en las máquinas del proceso de acabados	
2.6.3.-	Consumo de agua blanda en la sección de tintorería	126
2.6.3.1.-	Consumo de agua blanda industrial en las máquinas respectivas del proceso de teñido	
2.6.4.-	Consumo de agua blanda en la sección de acabados	129
2.6.4.1.-	Consumo de agua blanda industrial en las máquinas del proceso de acabados.	
2.6.4.2.-	Consumo de agua blanda industrial en los procesos adicionales en la industria textil	

2.7.-	Diseño del diámetro de la red de alimentación de agua dura industrial	134
2.7.1.-	Diseño del Diámetro, pérdida de carga y velocidades respectivas en la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de teñidos	134
2.7.2.-	Diseño del Diámetro, pérdida de carga y velocidades respectivas en la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de acabados.	157
2.7.3.-	Cálculo de presión de trabajo, para el diseño del tanque Hidroneumático y bomba respectiva, en la red de alimentación de agua dura para los procesos de la industria textil proyectada.	172
2.7.3.1.-	Cálculo de la presión de trabajo, en los puntos desfavorables de la sección de tintorería y acabados respectivamente.	
2.7.3.2.-	Cálculo de la potencia de la bomba requerida, para la alimentación de agua dura industria en el tanque Hidroneumático.	
2.7.3.3.-	Diseño del sistema sanitario del tanque Hidroneumático para la alimentación de agua dura industrial	
2.8.-	Diseño del diametro de la red de alimentación del agua blanda industrial	186
2.8.1.-	Diseño del diámetro, Pérdida de carga y velocidades respectivas, en la red de alimentación de agua blanda industrial en los procesos de teñidos.	186

2.8.2.-	Diseño del diámetro, pérdida de carga y velocidades respectivas en la red de alimentación de agua blanda industrial en los procesos de acabados.....	210
2.8.3.-	Cálculo de la presión de trabajo para el diseño del tanque Hidroneumático y bomba respectiva, en la red de alimentación de agua blanda para los procesos de la industria textil proyectada.	222
2.8.3.1.-	Cálculo de la presión de trabajo, en los puntos más desfavorables de las secciones de tintorería y acabados respectivamente.	
2.8.3.2.-	Cálculo de la potencia de la bomba requerida, para la alimentación de agua blanda industrial en el tanque Hidroneumático, para los procesos de industriales requeridos en la industria textil proyectada.	
2.8.3.3.-	Diseño del sistema sanitario del tanque Hidroneumático para la alimentación de agua blanda industrial en los procesos respectivos en la industria textil proyectada.	
2.9.-	Diseño de los sistemas de almacenamiento de agua, para consumo humano, riego de jardín y sistemas contra incendio "externo"...	236
2.9.1.-	Capacidad de almacenamiento del sistema proyectado para consumo humano, riego de jardín y sistema contra incendio "externo". En la industria textil proyectada.	236
2.10.	Diseño de la red de distribución de agua dura para el consumo humano y riego de jardines.	240

2.10.1.-	Número de aparatos sanitarios abastecidos de agua, para cada punto de salida de la red de distribución de agua para el consumo humano y riego de jardines.	240
2.10.2.-	Cálculo el diámetro en cada punto de salida de la red de distribución de agua para el consumo humano y riego de jardines.	244
2.10.3.-	Cálculo del diámetro, velocidad y pérdidas de cargas respectivas en la red de distribución de agua para el consumo humano y riego de jardines...	245
2.10.4.-	Cálculo de la presión de diseño en la red de distribución de agua dura, para consumo humano y riego de jardines.	246
2.10.5.-	Cálculo de la potencia de la bomba requerida para el abastecimiento de agua para el consumo humano.	247
2.10.6.-	Cálculo del "NPSH" de las bombas ..	250
2.11.-	Diseño del sistema de producción de vapor, redes de distribución de vapor, retorno de condensado y descripción de equipos adicionales en la red de vapor,	252
2.11.1.-	Diseño de los sistemas de producción de vapor	252
2.11.1.1.-	Diseño de la red de alimentación de agua blanda al sistema de producción de vapor.	
2.11.2.-	Diseño de la red principal de distribución de vapor, retorno de condensado y caída de presión en los procesos industriales.	258

2.11.2.1.-	Diseño de la red principal de distribución de vapor y retorno de condensado desde los sistemas de calderos, hasta la sección de acabados y caída de presión respectiva.	258
2.11.2.2.-	Diseño de la red de distribución de vapor y retorno de condensado, desde los sistemas de calderos hasta la sección de tintorería y caída de presión respectiva.	264
2.11.2.3.-	Descripción de equipos adicionales en la red de vapor.	273.
	I) Trampas de vapor	
	II) Aislamiento	
	III) Sostenes de resortes precalculados	
3.-	Diseño de los sistemas de recolección de aguas servidas domésticas e industriales. En la industria textil.	
3.1.-	Diseño de la red de aguas servidas domésticas	289
3.2.-	Diseño de la red de aguas servidas industriales	295
3.2.1.-	Diseño de la red de aguas servidas industriales de la sección de acabados.....	295
3.2.2.-	Diseño de la red de aguas servidas industriales de la sección de tintorería	314
3.3.-	Diseño de la red de aguas servidas industriales de la sección de ablandadores de agua.	359

4.-	Diseño de los sistemas de regulación de agua y redes contra incendios. En la industria textil proyectado.	
4.1.-	Diseño del sistema contra incendio	363
4.1.1.-	Cálculo del volúmen de regulación de agua para uso del sistema contra incendio "interno".	363
4.1.2.-	Cálculo del sistema de red contra incendio "interno"	364
4.2.-	Diseño del sistema contra incendio "externo".	377
4.2.1.-	Cálculo del volúmen de regulación de agua para uso del sistema contra incendio "externo".....	377
4.2.2.-	Cálculo del sistema de red contra incendio "externo"	378
5.-	Características y tratamiento de los desagües industriales textiles	
5.1.-	Introducción	382
5.2.-	Características de las aguas servidas industriales	391
5.2.1.-	Características Generales	391
5.2.2.-	Características Típicas de las aguas servidas en cada sección de producción	396
5.2.3.-	Carga orgánica de residuos líquidos en las industrias textiles.	397

5.3.- Tratamientos de los desagües textiles	398
5.3.1.- Características del desagüe	398
5.3.2.- Tratamiento de los desagües	400
5.3.3.- Esquema General de Caracterización y Tratamiento	402
5.4.- Tratamiento convencional	405
Bibliografía	410

1. EVALUACION DE UNA PLANTA TEXTIL EN EL PERU

1.1 DESCRIPCION DE UNA PLANTA TEXTIL EN EL PERU

La planta textil que estoy proyectando se encarga de la producción de telas de lana, desde la materia prima traída en conos de lana para su posterior teñido y tratamiento en hilos, hasta las telas terminadas.

También la planta textil que estoy evaluando se encarga de la producción de frazadas de lana, desde la materia prima traída en conos de lana, hasta el producto terminado como frazado.

La Planta Textil que estoy estudiando consta de los siguientes secciones:

I) SECCIONES DE PRODUCCION DE TELAS

La presente sección esta constituida, por las siguientes Sub-secciones:

- Depósito de materia prima
- Tintoreria
- Peinaduria
- Hilanderia Peinada
- Almacen de Hilados
- Cuarto de Humifijado.
- Pasados

Urdiembre

Tejeduria

Acabados.

II) SERVICIOS DE PRODUCCION DE FRAZADAS.

La sección de Producción de Frazadas está constituido por las siguientes Sub-secciones.

Depósito de Materia Prima

Hilanderia Cardada

Acabados.

III) TALLER DE MAESTRANZA

Este taller se encarga del Mantenimiento General de los Sistemas de producción (Equipos y Maquinarias). Así como también de la Limpieza total de toda la planta textil, sistemas de redes de agua, desague y redes de vapor de la industria textil.

Dicho taller de maestranza está a cargo de una Ingeniero Mecánico y debido a su amplio campo de mantenimiento relega en segundo plano los sistemas de redes de agua, desague y vapor.

Como consecuencia de ello estos sistemas se encuentran en pésimo estado de mantenimiento.

IV) OFICINA TECNICA

Esta oficina se encarga del estudio técnico para manejar el sistema de producción, mediante un seguimiento estadístico de producción, así como también los estudios técnicos del consumo de agua (opcionales) en toda la planta textil.

V) SECCION DE COMPUTO

La sección de computo se encarga de almacenar datos sobre los volúmenes de producción sea tanto en telas, como frazadas y además tiene también el control del pago del personal.

VI) SECCION DE RELACIONES INDUSTRIALES

La sección de relaciones industriales esta encargada del control del pago de remuneraciones, así como también los contratos con el nuevo personal. Además de mantener la comunicación de las operaciones industriales con las oficinas de ventas fuera de la planta textil.

VII) TALLER DE CARPINTERIA

El taller de carpintería es la encargada de abastecer de muebles de oficina a las diferentes secciones y departamentos de la planta textil

Observaciones:

De acuerdo al estudio de las diferentes secciones de producción de la planta textil, he observado que, las secciones que consumen agua y que serán mencionadas en estudios son las siguientes:

Sección de Tintorería

Sección de Acabados

Sala de Ablandadores

Sala de Calderos

* Volúmenes adicionales:

- . Lizadora
- . Encoladora
- . Aire acondicionado.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y SISTEMAS DE REGULACIÓN DE AGUA EN LA PLANTA TEXTIL EVALUADA.

1.2.1. Fuente de Agua.

La planta Textil que estamos evaluando se abastece de un pozo profundo, por medio de una bomba sumergible, que produce mensualmente a la empresa un volumen de 28,638 m³

- Además la entrada del pozo no está cubierta. Por lo tanto, esta propenso a infiltraciones de objetos extraños.

1.2.2. Caseta de Bombeo

Se observa en la planta textil estudiado lo siguiente:

- Pésimo estado de mantenimiento de la Caseta de Bombeo
- No funciona el equipo de apagado automático (control de nivel de agua) del tanque de almacenamiento.
- La línea de impulsión se encuentra en pésimo estado de mantenimiento.
- Existen conexiones eléctricas innecesarias y peligrosas.
- En líneas generales la caseta de bombeo a sido improvisada.

1.2.3 Reservorio de almacenamiento de Agua Dura.

El sistema de almacenamiento y regulación tiene siguientes características:

- La capacidad volumétrica del tanque es de 1000 m³

El techo del tanque no es el apropiado para preservar el agua de interperie, parcialmente se encuentra aligerada y el resto del techo es de calamina mal ordenada.

En el fondo del agua no presenta signos de limpieza, al momento de la inspección encontré gran cantidad de algas y basura en el interior del tanque.

El diseño del tanque a sido de tal forma que separa dicho tanque en dos sub-tanques, unidos solamente ambos sub-tanques por un solo tubo de concreto de 6 pulgadas de diámetro. Esta unión se encuentra cubierta de algas y barro.

Cada subtanque esta dividido en 4 y 2 compartimientos, cada uno en forma desordenada y no es recomendable para su buen funcionamiento.

Asi como esta trabajando el tanque funciona como un gran sedimentador y con una sola salida, asi como también una salida de evacuación de agua para limpieza.

La válvula de salida de agua es de fierro galvanizado y esta totalmente oxidado y presenta fuga de agua en sus uniones. Además le falta la llave de la válvula.

Existe una válvula de compuerta secundaria al costado de al salida de agua y que abas-

tece actualmente a dos caños que esporádicamente riegan el jardín. pero los caños se encuentran generalmente malogrados o abiertas, produciendo pérdida de agua.

- El tanque presenta pequeñas filtraciones de agua en sus estructuras

1.2.4 CISTERNA DE AGUA DURA

El sistema de almacenamiento y regulación tiene las siguientes características:

- Capacidad volumétrica de la cisterna es de 100 m³
- El estado actual de la cisterna, se encuentra en pésimas condiciones tanto higiénicas como sanitarias.
- En el interior de la cisterna se encuentran gran cantidad de tierra y basura.
- El sistema de bombeo de la cisterna funciona las 16 horas diarias interrumpidamente.
- No presenta algún dispositivo de control de nivel de agua, por lo tanto hay continuos derrames de agua.

1.2.5. CISTERNA DE AGUA BLANDA

Descripción de la cisterna de almacenamiento de agua blanda.

La capacidad volumetrica de la cisterna es de 300 m³

No presenta algún dispositivo de control de nivel de agua, dando origen a pérdidas de agua blanda.

No se realiza un control de la calidad de dicha agua blanda almacenada.

1.3. DESCRIPCION DE LOS SSITEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA DURA, AGUA BLANDA Y REDES DE DISTRIBUCION DE VAPOR, EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

1.3.1. DESCRIPCION DE LA RED DE AGUA DURA

Desde el reservorio de almacenamiento de agua dura hasta la cisterna de almacenamiento de agua dura, la tubería de conducción es de PVC de 8" pulgadas de diámetro -clase A.7.5.

El diámetro de la tubería de impulsión de la cisterna hasta la sección de tintoreria es de fierro galvanizado de 4 pulgadas.

La red de distribución de agua dura en la sección de tintoreria es de fierro galvanizado de 3 pulgadas de diámetro, y las salidas a las respectivas máquinas de teñido son de fierro galvanizado de 1/2 pulgada de

diámetro.

La tubería de impulsión de la cisterna de agua dura a la sección de acabados es de fierro galvanizado de 4 pulgadas de diámetro.

La red de distribución de agua dura en la sección de acabados es de fierro galvanizado de 3 pulgadas de diámetro, y las salidas a las respectivas máquinas de acabados es de fierro galvanizado de 1 1/2 y 2 pulgadas de diámetro.

La tubería de salida a los baños es de PVC, de 3/4 de pulgadas de diámetro.

1.3.2. DESCRIPCION DE LA RED DE AGUA BLANDA.

Las características de la red de agua blanda de la empresa textil evaluada es:

La tubería de salida de los ablandadores de agua a la cisterna de almacenamiento de agua blanda es de fierro galvanizado de pulgadas de diámetro.

La red de impulsión que va a la sección de tintorería de fierro galvanizado de 6 pulgadas de diámetro.

La red de distribución de agua blanda en la sección de tintorería, es de fierro galvanizado de 4 pulgadas de diámetro, y las

tuberías de salidas a las máquinas respectivas es de 1 1/2 pulgadas de diámetro

- La red de impulsión de cisterna de agua blanda, a la sección de acabados es de fierro galvanizado de 4 pulgadas de diámetro. Así mismo en la sección de acabados la red de distribución es del mismo material. Y las salidas a las máquinas respectivas son de 1 1/2 y 2 pulgadas de diámetro

1.3.3 DESCRIPCION DE LA RED DE DISTRIBUCION DE VAPOR

CARACTERISTICAS DE LA RED DE DISTRIBUCION DE VAPOR:

- La red de distribución de vapor a la sección de tintorería es de fierro de 6 pulgadas de diámetro
- La red de distribución interna en la sección de tintorería es de fierro de 4 pulgadas de diámetro y las salidas a las máquinas respectivas son de 1 1/2" pulgadas de diámetro
- La red de distribución en la sección de acabados es de fierro de de 6 pulgadas de diámetro y otra adicional de 3 pulgadas de diámetro

La red de distribución a las máquinas, respectivas de acabados son de fierro de 2 y 1 1/2 pulgadas de diámetro

En general la red de retorno de vapor son de fierro y su diámetro entre 3 y 1/2 pulgadas.

1.4. DESCRIPCION DE LAS REDES DE DESAGUES DOMESTICOS E INDUSTRIALES EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

I) La presente descripción cubre las redes exteriores e interiores de desagues domésticos e industriales de toda la planta textil.

a) **Desagues domésticos.** - Entre la caja de conexión del departamento de la administración y la trampa "U" del tunel, está constituido por tuberías de 6 pulgadas de diámetro, de concreto normalizado - etermit.

Entre la caja de conexión de la sección tintorería y la trampa "U" es de tubería de 6 pulgadas de diámetro de concreto normalizado.

Entre la trampa "U" y los pozos de percolación de desagues está comprendido por tuberías de concreto normalizado de 8 pulgadas de diámetro.

b) Desagues Industriales.- Comprende tuberías de concreto normalizado de 12 pulgadas de diámetro, desde los buzones BDI.1 y BDI.8 comprendido desde el interior de la sección de tintorería hasta el exterior del mismo.

- El colector existente es de 12 pulgadas de diámetro de concreto normalizado. Entre BDI.7 y BDI.8. Entre el buzón BDI.1 y el buzón BDI.2 comprende una tubería de concreto reforzado clase IV de 12 pulgadas de diámetro

- Entre la caseta de control y el buzón BDI.4, la tubería es de concreto normalizado de 6" - 8" - 10" - 14" de diámetro. Así mismo la tubería entre buzón BDI.14 y BDI.13, es de concreto normalizado de 12 pulgadas de diámetro. Apenas la tubería entre buzón BDI.4 y BDI.7, es de concreto normalizado de 16 pulgadas de diámetro

II BUZONES

- Los buzones son de secciones circulares de 1.50 mt de diámetro con marco y tapa de fierro de 24" de diámetro y bizaqra y en algunos con charnela para apertura.

Los buzones de más de 1.50 mt. de profundidad llevan en sus paredes escalines de fierro de 5/8 de pulgada y están espaciados a cada 0.30 mt.

III) CAJAS DE CONEXIONES

Todas las cajas de conexiones que no sean de buzones cuadrados son de 1 mt. x 1 mt. de fierro, generalmente se encuentran en el interior de la sección de tintorería y cuya profundidad estén en los planos respectivos.

IV) APOYOS PARA TUBERIAS

Los apoyos para tuberías de 12 pulgadas en el túnel son de concreto de 100 kg/cm² y con abrazadores de plancha de fierro y trenos de anclaje.

V) SOPORTES PARA TUBERIA

Los soportes para tubería de 6 pulgadas en el túnel son de colgadores para tuberías de **desagues** de 6 pulgadas de diámetro, formados por una platina de fierro y pernos para colgar dichas tuberías.

1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS SECCIONES Y MAQUINARIAS DE CONSUMO DE AGUA RESPECTIVAMENTE EN LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA.

1.5.1 Sección Tintorería.

Es la sección de proceso textil que se encarga del teñido de toda la materia prima, para la producción de hilos requeridos para el proceso de telas, así como también el teñido de telas. Generalmente se tiñen en piezas de telas o en tops. Los tops son paquetes de conos de lana en forma de soqas gruesas formando así un cono aproximadamente de 7 kilos de peso por cono.

Los pasos básicos para el teñido son;

- Cargar el material
- Mojar el material
- Lavar el material
- Enjuagar el material
- Proceso de teñido
- Suavizado
- Enjuagar
- Descargar el material teñido
- Secado

Esta sección es la principal fuente de contaminación de los desagues industriales, tanto en carga orgánica, como elementos tóxicos y ácidos.

El secado se realiza mediante máquinas centrífugas.

Nota.- Las piezas de telas son cocidas al inicial de la tela con el final formando una sola pieza de tela cerrada de 50 mts. de circunferencia y son teñidos en el interior de las barcas.

Descripción de las Maquinas en la sección de tintorería.-

Barcas.-

Dichas máquinas se encargan del proceso de teñido en telas por piezas. cada pieza de tela es de aproximadamente 1.50 de ancho por 50 mts. de largo respectivamente.

Básicamente estas barcas funcionan con agua dura, agua blanda y el hervido es a vapor.

La capacidad de estas barcas son de 4.25 pieza/tanda.

Tinas chicas, Ramas, Obem.-

Todas estas máquinas en si tienen el mismo principio de funcionamiento para el teñido en tops y la diferencia en cada una esta en sus respectivos rendimientos de tops teñidos en cada tanda. (en general todas son tinas)

El principio de funcionamiento de teñido es agua dura, agua blanda y vapor.

Las formas de la tinas son iguales, las ollas comunes solo que son mucho más grandes y debido a esta varían en función de su capacidad de teñido de tops y van desde las tinas chicas = 9 Kgs/tanda hasta 75 Kgs/tanda la tinas grandes.

Madejera.-

Esta máquina también es para teñido, pero su forma de cargar el material es en madejas de lana diferentemente a la anterior tina.

El principio de funcionamiento de teñido es con agua dura, agua blanda y vapor.

Nota.- La diferencia en cada máquina de teñido esta en la capacidad de cada una de ellas y la forma de cargar el material para el teñido respectivo.

1.5.2 SECCION ACABADOS.-

Es la sección encargada del lavado y planchado final de los productos (telas, frazadas), es otra de las secciones que principalmente consume agua durante el proceso.

En dicha sección el desague industrial no produce contaminación fuerte, pues la contaminación es debido al detergente empleado en el lavado y residuos de pelos de lana en el lavado (mínimo).

Los pasos básicos para el lavado son:

- Cargar el material (tela o frazada)
- Mojar el material
- Lavar el material
- Enjuagar
- Descargar
- Secado (en máquinas centrífugas)

Descripción de la máquinas en las sección acabados.-

- Lavadora en cuerda, tobera, lavadora en Ancho, Batan

Todas estas máquinas en conjunto son similares y poseen el mismo principio de las lavadoras domésticas, y la diferencia entre cada una de ellas sólo radica en el modelo de cada máquina y su capacidad de lavado por tanda, todos estos lavados son actividades previas y secados en secadoras centrífugas.

El lavado final se hace en la lavadora llamada CONTRICAP la principal diferencia de esta máquina respecto a las anteriores es que, mientras las lavadoras en general lavan la pieza internamente en la máquina y sacado en la secadoras centrífugas, la contricap lava externamente a su sistema, formando un gran círculo de 50 mts. de largo.

1.5.3 SECCIÓN CALDEROS.-

Esta sección se encarga de abastecer de vapor a todas las secciones y máquinas que requieren el uso de vapor especialmente la sección de tintorería y vapor.

La producción de vapor es a base de agua blanda.

El suministro de combustible para la producción de vapor es mediante el tanque de petróleo residual # 5

Dicha sección posee tres calderos de las siguientes marcas y capacidades:

Caldero marca ECLIPSE requerimiento de agua blanda es de 10m³/hora.

Caldero marca BUKER-HORSE POWER, requerimiento de agua es de 8 m³/hora.

Caldero marca POWERMASTER, requerimiento de agua blanca es de 4 m³/hora

Sus respectivos funcionamientos son alternados de acuerdo a los requerimientos de vapor en la producción.

Mensualmente se hace el lavado de los calderos con ácido acético diluido para los carbonatos presentes en los calderos.

Aproximadamente el volumen requerido de agua blanda para los calderos es de 220 m³ diarias.

1.5.4 SECCION ABLANDADORES.-

Esta sección consta de 2 tanques de ablandamientos de agua, cuyas dimensiones de cada tanque es de 2.50 mts. de diámetro por 3

mts. de altura.

La capacidad de ablandamiento de agua es de 800 m³. Asimismo tiene un dispositivo para la SALMUERA (depósito circular) cuyo diámetro es de 2 mts. y 1.10 mt. de altura cuyo consumo de Sal por lavado es de 10 bolsas, cada una de 50 Kgs.

Cada ablandador funciona 8 horas (un turno), 6 horas ablanda el agua y 2 horas para el lavado; funcionando alternadamente.

El proceso de regeneración de los ablandadores con la salmuera y cuyo tiempo de llenado a los ablandadores es de 1 hora.

La marca del ablandador es AQUAMATIC
ROCKERFORD

1.5.5. Descripción de Volúmenes adicionales en los procesos industriales .

Los Volúmenes adicionales en los procesos industriales esta cosntituído por:

LIZADORA.- Esta máquina es usada para el lavado de los conos (TOPS) teñidos, y está compuesto por 4 tinas interconectadas entre

si para el proceso de lavado de dichos conos.

Además el lavado en una tina es con jabón y en las otras 3 tinas restantes es el enjuague y en las 4 tinas se usan agua blanda y vapor.

ENCOLADORA.- Este dispositivo se usaba para el encolado en el procesado de las telas. Actualmente no se usa, pero el consumo de la encoladora es similar al cuarto de humifijado.

VAPORIZADOR DE AIRE ACONDICIONADO.- Este sistema alimenta la sección de hilandería peinada y continuas. Para proporcionarles la humedad requerida para los conos de lana. Pues necesario darle la humedad requerida para los conos de lana.

1.6. EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA EN CADA SECCION Y MAQUINAS DE PRODUCCION RESPECTIVA EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

1.6.1. Evaluación del consumo de agua en la sección Tintorería.

Calculo del consumo de agua en la máquinas respectivas del proceso de teñido:

1.6.1.1 Tinajas "BARCAS" (1-7)

- V_1 : Volumen de cada barca = $(2/3) \times 1.55 \times 2.40$
= 2.46 m³

- Número de barcas = 7

- Máximo 13 veces lavado o usos de agua en cada tina por tanda

- Mínimo 7 veces lavado o usos de agua en cada tina por tanda.

- Consumo diario de agua en las barcas

Volumen Mínimo : $2.46 \times 7 \times 7 = 120.54$ m³

Volumen Máximo : $2.46 \times 7 \times 13 = 223.90$ m³

- Consumo Mensual de agua en las Barcas

Volumen Mínimo : $120.54 \times 6 \times 4.3 = 3,110$ m³

Volumen Máximo : $223.54 \times 6 \times 4.3 = 5,802$ m³

1.6.1.2 Tinajas CHICAS (19-114)

- Volumen de una Tina = $(3.141 \times 0.54^2) \times 0.65$
4
= 0.149 m³

- Número de tanda por día : 3 - 4 tandas

- Usos de agua en una tina: 3 veces por tanda

- Número de Tinajas = 6

- Consumo diario de agua en las Tinajas

Volumen Mínimo : $(6 \times 0.149) \times 6 = 5.36$ m³

Volumen Máximo : $(9 \times 0.149) \times 6 = 8.046$ m³

- Consumo Mensual de agua en las Tinajas

$$\text{Volumen M\u00ednimo} : 5.36 * 6 * 4.3 = 138.29 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen M\u00e1ximo} : 8.046 * 6 * 4.3 = 207.58 \text{ m}^3$$

1.6.1.3 Tinajas RAMAS

$$\text{- Volumen de una Tinaja} : \frac{(3.14 * 1.2^2)}{4} * 1.10$$

$$= 1.24 \text{ m}^3$$

- N\u00famero de tanda por d\u00eda : 4 - 6 tandas

- Usos de agua en cada tanda: 3 tinajas .

- N\u00famero de Tinajas : 3

- Consumo diario de agua en las Tinajas

$$\text{Volumen M\u00ednimo} : (12 * 1.24) * 3 = 44.64 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen M\u00e1ximo} : (18 * 1.24) * 6 = 66.96 \text{ m}^3$$

- Consumo Mensual de agua en las Tinajas

$$\text{Volumen M\u00ednimo} : 44.64 * 6 * 4.3 = 1151.71 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen M\u00e1ximo} : 66.96 * 6 * 4.3 = 1727.57 \text{ m}^3$$

1.6.1.4 Tinajas (T3-T4)

$$\text{- Volumen de una Tinaja} : \frac{(3.14 * (0.80)^2)}{4} * 1.16$$

$$= 0.58 \text{ m}^3$$

- N\u00famero de tanda por d\u00eda : 6 - 4 tandas

- Llenado de agua en la tina x tan: 3 tinajas

- N\u00famero de Tinajas : 2

- Volumen de una línea : $(3.14*(0.57)^2)*1.50$
- Número de tanda por día : 2 = 3 veces
- Cada cilindro se llena 3 veces por tanda.
- Número de Cilindros : 8

1.6.1.6.08em

- Consumo Mensual de agua en las líneas
- Volumen Mínimo : $73.0 * 6 * 4.3 = 1883.4 \text{ m}^3$
- Volumen Máximo : $97.3 * 6 * 4.3 = 2510.34 \text{ m}^3$

- Consumo diario de agua en las líneas
- Volumen Mínimo : $(6+3*2.028)*2 = 73 \text{ m}^3$
- Volumen Máximo : $(8+3*2.028)*2 = 97.3 \text{ m}^3$

- Número de líneas : 2
- Llenado de agua en la tina x tan: 3
- Número de tanda por día : 6 = 8 veces
- Volumen de una línea : $1.56*1.30*1 = 2.028 \text{ m}^3$
- 1.6.1.5 líneas (15-16)

- Consumo Mensual de agua en las líneas
- Volumen Mínimo : $18.56 * 6 * 4.3 = 478.85 \text{ m}^3$
- Volumen Máximo : $27.84 * 6 * 4.3 = 718.58 \text{ m}^3$

- Consumo diario de agua en las líneas
- Volumen Mínimo : $(4*4*0.58)*2 = 18.56 \text{ m}^3$
- Volumen Máximo : $(6*4*0.58)*2 = 27.84 \text{ m}^3$

- Consumo diario de agua en las Obem

$$\text{Volumen M\u00ednimo : } (2*3*0.528)*8 = 25.34 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen M\u00e1ximo : } (3*3*0.528)*8 = 38.016 \text{ m}^3$$

- Consumo Mensual de agua en la Obem

$$\text{Volumen M\u00ednimo : } 25.34 *6*4.3 = 653.80 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen M\u00e1ximo : } 38.016 *6*4.3 = 980.80 \text{ m}^3$$

1.6.1.7 Madejera

$$\begin{aligned} \text{- Volumen de la Madejera : } & 1.05*0.95*1.40 \\ & = 1.39 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- N\u00famero de tanda por d\u00eda : 3 - 4 veces

- Llenado de agua en la Madejera por tanda: 3

- Al mes la madejera funciona 6 veces

- Consumo diario de agua en la Madejera

$$\text{Volumen M\u00ednimo : } (3*3*1.39)*1 = 12.31 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen M\u00e1ximo : } (3*4*1.39)*1 = 16.68 \text{ m}^3$$

- Consumo Mensual de agua en la Madejera

$$\text{Volumen M\u00ednimo : } 12.31*6 = 75 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen M\u00e1ximo : } 16.68*6 = 100 \text{ m}^3$$

1.6.2 EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LA SECCION DE ACABADOS.

- Cálculo del consumo de agua en las máquinas respectivas del proceso de acabados:

1.6.2.1. LAVADORA DE CUERDA

Lectura y cálculo previos de una lavadora de cuerda

Número de orificio : 130

Volumen de depósito de medida : 0.229 lt

Número de lavadoras de cuerda : 3

Número de horas de funcionamiento al día
2.5 a 4.5 hrs.

Lecturas basadas en 5 orificios "para una lavadora"

Ti : Numero de Orificio de lectura, donde i: 1 hasta 5, Leído en centésimas de segundos.

T1	T2	T3	T4	T5
17	10	14	15	17
19	14	14	15	17
20	15	15	15	17

12	9	9	9	10.12 seg.

Tiempo promedio de un orificio:

$$\frac{12*6+4*33+9*32+9*33+16*2}{130}$$

tiempo promedio de un orificio: 9.5 seg.

Caudal promedio/orificio : $\frac{0.229}{9.5}$

: 0.024 lt/seg

Caudal para toda la tubería (130 orificios) :
(Qtp)

Qtp : $0.024 * 130 = 3.13$ lt/seg.

Caudal para cada hora en la tubería :

11.28 m³/hora

Consumo de Agua Diario en la lavadora de cuer-
da para cada lavadora:

Volumen Mínimo : $11.28 * 2.5 = 28.2$ m³

Volumen Máximo : $11.28 * 4.5 = 50.76$ m³

Consumo de agua diario total de las lavadoras:

Volumen Mínimo : $28.2 * 3 = 84.6$ m³

Volumen Máximo : $50.76 * 3 = 152.28$ m³

Consumo Mensual de agua para las lavadoras

Volumen Mínimo : $84.6 * 6 * 4.3 = 2182.6$ m³

Volumen Máximo : $152.28 * 6 * 4.3 = 3928.82$ m³

1.6.2.2. TOBERA

- La tobera consume similar a la lavadora de
Cuerda

- Número de Tobera : 1

- Número de Horas de funcionamiento al día :

2.5 a 4.5 hrs.

Consumo diario de agua :

Volumen Mínimo : 28.2 m³

Volumen Máximo : 50.78 m³

Consumo Mensual de agua :

Volumen Mínimo : 28.2 *6*4.3 = 727.56 m³

Volumen Máximo : 50.78*6*4.3 = 1309.61 m³

1.6.2.3. Lavadoras en Ancho:

- EL consumo de agua es similar a la lavadora de Cuerda

- Número de Lavadoras de Ancho : 2

Consumo diario de agua :

Volumen Mínimo : 28.2 *2 = 56.4 m³

Volumen Máximo : 50.78*2 = 101.52 m³

Consumo Mensual de agua :

Volumen Mínimo : 56.4 *6*4.3 = 1455.12 m³

Volumen Máximo : 101.52*6*4.3 = 2619.22 m³

1.6.2.4. BATAN :

- EL consumo de agua es similar a la lavadora de Cuerda

- Número de Batanes : 2

Consumo diario de agua :

Volumen Mínimo : 28.2 *2 = 56.4 m³

Volumen Máximo : 50.78*2 = 101.52 m³

Consumo Mensual de agua :

Volumen Mínimo : $56.4 * 6 * 4.3 = 1455.12 \text{ m}^3$

Volumen Máximo : $101.52 * 6 * 4.3 = 2619.22 \text{ m}^3$

1.6.2.5. CONTRICAP :

- EL consumo de agua en La Contricap es aproximadamente 1.4 veces el consumo en las Lavadoras de Cuerda.

- Número de Maquinas : 1

Consumo diario de agua :

Volumen Mínimo : $1.4 * 28.2 = 39.48 \text{ m}^3$

Volumen Máximo : $1.4 * 50.78 = 71.06 \text{ m}^3$

Consumo Mensual de agua :

Volumen Mínimo : $39.48 * 6 * 4.3 = 1018.58 \text{ m}^3$

Volumen Máximo : $71.06 * 6 * 4.3 = 1833.45 \text{ m}^3$

1.6.3 **EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LOS CALDEROS.**

- Según la evaluación llevada a cabo en la sección de calderos tenemos que el consumo de agua y las características de los calderos son:

El número de calderos a la industria textil son tres.

Los calderos de Marcas Eclipse y Aleman respectivamente funcionan alternadamente entre 20 y 11 horas. Cualesquiera de estos dos calderos trabajan conjuntamente con un caldero chico a la vez.

- A continuación tenemos el requerimiento de agua de los calderos:

TIPO DE CALDERO	Requerimiento de Agua
Caldero marca Eclipse: E(10)	-----10 m3/hra.
Caldero marca Aleman : E8	----- 8 m3/hra.
Total requerimiento de agua de los calderos:	----- 18 m3/hra.

Caldero chico (power Master), Requerimiento de agua:

4 m3/hra

- Repartiendo proporcionalmente el número de horas trabajadas para cada caldero de acuerdo a su requerimiento

Tipo de Caldero	% de horas de funcionamiento
Caldero Marca Eclipse 55%
Caldero Marca Aleman 45%

De acuerdo a la evaluación práctica de las horas de funcionamiento de los calderos, tenemos que dichos calderos funcionan entre 20 y 11 horas diarias respectivamente a la vez.

De acuerdo al inciso anterior tenemos dos casos para el funcionamiento de los calderos:

Caso A: (Para 20 horas de funcionamiento diario de los calderos)

Repartiendo proporcionalmente el número de horas de funcionamiento de los calderos, en función del % de horas de funcionamiento tenemos lo siguiente:

CALDERO MARCA ECLIPSE : $0.55 * 20 = 11$ horas de funcionamiento diarios.

CALDERO MARCA ALEMAN : $0.45 * 20 = 9$ horas de funcionamiento diario.

- Consumo diario de agua de los calderos:

Caldero Marca Eclipse : $10 * 11 = 110$ m³

Caldero Marca Aleman : $8 * 9 = 72$ m³

- Consumo Mensual de agua de los calderos:

Caldero Marca Eclipse: $110.6 * 6 * 4.3 = 2832$ m³

Caldero Marca Aleman : $72 * 6 * 4.3 = 1857.6$ m³

* Consumo de agua del caldero Chico:

Funcionando el calderos chico entre : 8 hra/d
tenemos los siguiente:

- Consumo Diario de Agua : $4 \times 8 = 32 \text{ m}^3$

- Consumo mensual de agua: $32 \times 6 \times 4.3 = 825.6 \text{ m}^3$

- Finalmente tenemos que el consumo de agua
total en la sección de Calderos es:

Consumo Diario de agua de los Calderos: (C1)

C1 : $110 + 72 + 32 = 214 \text{ m}^3$

Consumo Mensual de agua de los Calderos (C2)

C2 : $214 * 6 * 4.3 = 5,521.4 \text{ m}^3$

LASU (B): (Cuando funciona 11 horas/día, de
calderos)

Repartiendo proporcionalmente el número de
horas de funcionamiento de los calderos en
función del % de horas de funcionamiento tene-
mos lo siguiente:

Caldero Marca Eclipse: $0.55 \times 11 \times 6$ horas de
funcionamiento diarios.

Caldero Marca Aleman $0.45 \times 11 \times 5$ horas de
funcionamiento diarios.

- Consumo Diario de agua de los calderos:

Caldero Marca Eclipse : $10 \times 6 = 60 \text{ m}^3$

Caldero Marca Aleman : $8 \times 5 = 40 \text{ m}^3$

- Consumo Mensual de agua de los calderos:

Caldero Marca Eclipse : $60 \times 6 \times 4.3 = 1548 \text{ m}^3$

Caldero Marca Aleman : $40 \times 6 \times 4.3 = 1038 \text{ m}^3$

* Requerimiento de agua del caldero chico de
agua total en la sección de calderos es:

- Finalmente tenemos que el consumo de agua
total en la sección de caldero es:

- Consumo diario de agua de los calderos :
 $60 + 40 + 32$

- Consumo diario de agua de los calderos: 132 m^3

- Consumo mensual de agua de los calderos:
 $132 \times 6 \times 4.3$

Consumo mensual de agua de los calderos:
 $3,405.6 \text{ m}^3$

R E S U M E N

CONSUMO DE AGUA DE LOS CALDEROS (M3)

C A L D E R O S	D i a r i o		M e s	
	Min	Max	Min	Max
E 10	60	110	1548	2838
A 8	40	72	1038	1857.6
CHICO	32	32	825.6	825.6
Requerimiento Total de agua de los calderos (M3)	132	214	3411.6	5521.2

1.6.4.- EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LOS
SISTEMAS DE ABLANDADORES.

1) Evaluación del tiempo de regeneración de
los ablandadores..

A continuación presentare dos evalauciones
llevadas a cabo con dicho proceso de
regeneración:

- CASO (A):

<u>Inicio del proceso de regeneración</u>	<u>Variación del tiempo</u>
Enjuague de 17 horas hasta 17.18 horas	18 minutos
Aqua con sal 17.18 horas hasta 18.25 horas	1.07 horas
Enjuague de 18.25 horas hasta 18.45 horas	20 minutos

- CASO (B):

<u>Inicio del proceso de regeneración</u>	<u>Variación del tiempo</u>
Enjuague 3.25 horas hasta 3.38 pm.	14 minutos
Aqua con sal 3.57 horas hasta 5.06 pm.	1.49 horas
Enjuague 5.06 horas hasta 5.21 pm.	15 minutos

Variación de tiempo promedio

$$\text{Enjuague} : \frac{18 + 14}{2} = 16 \text{ minutos}$$

$$\text{Aqua con sal} : \frac{67 + 109}{2} = 88 \text{ minutos}$$

$$\text{Enjuague} = \frac{20 + 15}{2} = 17.5 \text{ minutos}$$

Tiempo total de regeneración: 120 minutos =
2 horas

II) Evaluación del consumo de agua en los
ablandadores (Regeneración)

Volumen de muestra para

$$\text{cálculo de enjuague} = 235 * 55 * .36 = 0.0465 \text{ m}^3$$

Tiempo de llenado del volumen de la muestra:
5.4 seg

$$\text{Caudal de enjuague} = \frac{0.0465}{5.4} + 0.0086 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Tiempo total de enjuague: 33.5 minutos

- Volumen de agua usado en un ciclo:

$$0.0086 * 33.5 * 60 = 17.28 \text{ m}^3$$

NOTA.- Los ablandadores funcionan alternados
(3 turnos)

Volumen de enjuague día : $17.28 * 3 = 51.859 \text{ m}^3/\text{día}$

Volumen de enjuague mensual: $51.85 * 6 * 4.3 = 1337.9 \text{ m}^3/\text{mes}$

Calculo del volumen de agua en la salmuera
usado en la regeneración:

Depósito de salmuera, Dimensiones:

Diámetro: D : 2 mts.

Altura : h : 1.10 mt

Volumen del depósito
de salmuera. : $\frac{3.14 \cdot (2.2)^2 \cdot 1.10}{4} = 3.45 \text{ m}^3$

- Para cada ciclo se usa todo este volumen de salmuera en la regeneración de la resina.
- Al día se hacen 3 regeneraciones con salmuera.
- Volumen total de salmuera: $3.45 \cdot 3 = 10.35 \text{ m}^3$
- Volumen mensual de salmuera : $10.35 \cdot 6 \cdot 4.3 = 267.03 \text{ m}^3/\text{mes}$

RESUMEN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL PROCESO DE
REGENERACION DE LOS ABLANDADORES:

Total consumo enjuague al mes : 1,337.9 m³/mes
Total consumo salmuera al mes : 267.03
1,604.93 m³/mes
=====

**1.6.5. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA USADO EN
LOS PROCESOS INDUSTRIALES ADICIONALES.**

- De acuerdo a la evaluación llevada a cabo en dichos procesos, tenemos los siguientes estudios sobre el consumo de agua requerida:

I.- HILANDERÍA = LIZADORA

- Volumen : $47 \times 1 \times 1.32 = 62.24 \text{ m}^3$

- # de tinas : 4

- 1 tina no cambia de agua (agua con jabón)

- 3 tinas captan de agua.

- Número de cambio de agua en la tina al día: 2

- Consumo de agua al día: $62.24 \times 3 \times 2 = 373.44 \text{ m}^3$

- Consumo de agua mensual: $373.44 \times 6 \times 4.3 = 961.87 \text{ m}^3$

II. ENCOCLADORA

$Q = 3.14 \times \frac{(0.52)^2}{4} \times 1.32 = 0.85 \text{ m}^3/\text{día}$

- Volumen mensual : $0.85 \times 6 \times 4.3 = 22.2 \text{ m}^3/\text{mes}$

III. FANERIZADOR con AIRE CONDICIONADO DE HILANDERÍA

(MEDIDAS: $1.495 \times 2.56 \times 4 = 15.67 \text{ m}^3$)

Hora de prueba : 1.33 p.m. ----- 2.26 p.m.

- Diferencia de nivel de agua: 1.5 cm

- Tiempo : 51.6 minutos

- tiempo de funcionamiento normal : 24 horas

- Volumen consumido por día : $\frac{0.153 \times 24 \times 60}{55.8} =$

$= 3.95 \text{ m}^3/\text{día}$

- Volumen consumido al mes : $3.95 \times 4.3 \times 6 =$

$= 101.86 \text{ m}^3/\text{mes}$

1.6.6. EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA DEL PERSONAL

- De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcción tenemos que la dotación de agua para uso de personal es de 80 lt/persona/turno
- El número de trabajadores es : 232
- Volumen requerido de agua: $0.08 + 232$
: 18.56 m³/día
- Volumen mensual de agua requerido: $18.56 * 6 * 4.3$
: 479 m³

1.6.7. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA PARA RIEGO DE JARDINES.

De acuerdo a la evaluación llevada a cabo. Para el consumo de agua de riego de jardines tenemos lo siguiente:

1) RIEGO DE JARDIN ENTRE TUBERIA Y CALDEROS

$$\text{Volumen muestreado: } \frac{3.14(.15)^2}{4} - 0.0063 \text{ m}^3$$
$$= 6.35 \text{ lt}$$

Tiempo: 16.8 seg.

$$\text{Caudal: } \frac{6.35}{16.8} = 9.377 \text{ lt/seg.}$$

Volúmen por hora: $0.377 \times 3.6 = 1.36 \text{ m}^3/\text{h}.$
Volúmen diario : $1.37 \times 7.5 = 10.20 \text{ m}^3/\text{día}$
Volúmen por mes : $10.20 \times 6 \times 4.3 = 263.3 \text{ m}^3/\text{mes}$
=====

II RIEGO DE JARDIN ESPALDA DE CALDEROS

- Tiene características similares que el
jardín anterior.

Volúmen por hora: $1.36 \text{ m}^3/\text{h}.$
Volúmen diario : $10.20 \text{ m}^3/\text{día}$
Volúmen por mes : $10.20 \times 6 \times 4.3 : 263.3 \text{ m}^3/\text{mes}$
=====

III) RIEGO DE JARDIN EXTERIOR FRENTE A RR. II (7.5 hrs de Trabajo)

- En este caso se riega con el agua de caño 3
veces por semana.

Volumen muestreado: 6.35 lt
Tiempo: $34.8 \text{ seg}.$

$$Qa: \frac{6.35}{34.8} = 0.182 \text{ lt/seg}.$$

Volúmen por hora: $0.182 \times 3.6 = 0.65 \text{ m}^3/\text{h}.$
Volúmen diario : $0.65 \times 7.5 = 4.87 \text{ m}^3/\text{día}$
Volúmen por mes : $4.87 \times 3 \times 4.3 = 62.82 \text{ m}^3/\text{mes}$

- El número de caños usado para el riego del
jardín exterior es de 2 caños.

Entonces el volumen total mensual: $62.62 \times 2 =$

125.64 m³/mes

RESUMEN DEL CONSUMO DE AGUA EN RIEGO DE JARDINES

- Riego de Jardín entre tejeduría y calderos = 263.3

- Riego de Jardín espalda de calderos = 263.3

- Riego de Jardín exterior = 125.6

Total riego de Jardines 625.2 m³/mes

BALANCE DE CONSUMO DE AGUA
EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

SECCION	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO	
	Cons.Parcial m3	Cons.por Secc. m3
TINTORERIA		9759.031
- Tinajas barcas (1-7)	4456.21	
- Tinajas chicas (T9-T14)	172.93	
- Tinajas (3-4)	598.58	
- Tinajas (5-6)	2196.87	
- Obem	817.3	
- Ramas	2979.29	
ACABADOS		9754.68
- Lavadora de cuerda	3055.75	
- Tobera	1018.54	
- Lavadora de ancho	2037.17	
- Batan	2037.17	
- Contricap	1425.85	
CALDEROS		5521.20
- Eclipse (E10)	2838	
- Aleman (A8)	1857	
- Powermaster (chico)	823.6	
ABLANDADORES		1604.93
- Enjuague	1337.9	
- Salmuera	267.03	
RIEGO DE JARDINES		652.90
- Entre tejeduría y caldero	263.3	
- Espalada de caldero	263.3	
- Externo frente a RRII	125.6	
VOLUMENES ADICIONALES		236.10
- Hilandería-Lizadora	112	
- Encoladora	22.2	
- Vap. de aire acondicionado. (hilandería)	101.90	
CONSUMO DE PERSONAL	479	479
TOTAL DE CONSUMO PROMEDIO INDUST.	28017.83	28017.83

1.7. ESTUDIOS SOBRE LAS FUGAS DE AGUA PRODUCIDA EN LA INDUSTRIA PROYECTADA.

1.7.1. EVALUACIÓN DE LAS FUGAS DE AGUA EN EL BAÑO PRINCIPAL:

Nota.- Considerando que dejen abierto a partir de la 2.30 p.m. a 7.30 a.m. Esta suposición esta basada en que después de las 2.30 p.m. no hay personal emcargado para el cierre de la llave principal del vestuario.

(Datos recopolados en los 3 días de inspección)

A) Orinario: (corrido)

Número de horas de funcionamiento del orinario: 16 horas

Volúmen de muestra: .229 lt

Tiempo de llenado del volúmen de muestra : 60seg

Número de orificios de la tubería perforada: 176

Caudal de salida: $\frac{.229}{60} = 0.0038$ lt/seg

Consumo Total : $0.0038*176 = 0.671$ lt/seg.

Consumo por hora: $0.671 *3.6 = 2.418$ m3

Consumo por día : $2.418 *16 = 38.69$ m3

Consumo por mes : $38.56*6*4.3 = 928.25$ m3

B) Duchas:

Considerando 1 ducha a medio abierto por día
(fuera de trabajo de la persona encargada del
mantenimiento = 16 horas/día

Volúmen de muestra: 6.35 lt

Tiempo de llenado : 63.6 seg

Caudal de salida: $Q = \frac{6.35}{63.6} = 0.099 \text{ lt/seg}$

Consumo por hora : $0.099 * 3.6 = 0.36 \text{ lt/seg.}$

Consumo por día : $0.36 * 16 = 5.75 \text{ m}^3$

Consumo por mes : $5.57 * 6 * 4.3 = 148.37 \text{ m}^3$
=====

C) Caños:

Considerando 2 caños semi-abiertos

Tiempo de llenado: $T = 34.2 \text{ seg}$

Volúmen de muestra: $V = .229 \text{ lt}$

Caudal de salida: $Q = \frac{.229}{34.2} = 0.0067 \text{ lt/seg}$

Consumo por hora : $0.0067 * 3.6 = 24.10 \text{ lt.}$

Consumo por día : $24.10 * 24 = 578.52 \text{ m}^3$

Consumo por mes: $0.578 * 6 * 4.3 = 15 \text{ m}^3$

Consumo por día de los dos caños: $0.578 * 2$
: 1.15 m^3

Consumo por mes de los dos caños: $1.15 * 6 * 4.3$
: 30 m^3

D) Baños:

Dos baños: uso del agua: Durante 24 horas

Tiempo de llenado: $T = 1.8$ seg

Volúmen de muestra: $V = .229$ lt

Caudal de salida: $Q = \frac{.229}{1.8} = 0.127$ lt/seg

Consumo por hora : $0.127 * 3.6 = 0.458$ lt.

Consumo por dia: $0.458 * 24 = 10.97$ m3

Consumo por mes: $10.27 * 6 * 4.3 = 283.0$ m3

Consumo Total mensual: $283 * 2 = 556.0$ m3
=====

RESUMEN DE FUGAS BAÑO PRINCIPAL (m3/mes)

Orinario 998.25

Duchas 148.37

Caños 30

Baños 556

Fuga total baño
principal hombres 1742.6 m3/mes
=====

1.7.2 EVALUACION DE LAS FUGAS DE AGUA EN LOS
BAÑOS INTERNOS:

Fuga Baños internos (considerando 24 horas)

Nota .- Solo se tomará como referencia los
baños que al momento de la inspección se
encontraban produciendo fuga de agua.

A) Baño de Obreros al costado de Hilandería
Feinada

- Caño dejado abierto por los mismos obreros :
(para 1 solo caño).

Los tiempos han sido tomados a diferentes
horas y días sucesivos.

T₁ : 108 seg.
1
T₂ : 34.2 seg.
2
T₃ : 12 seg.
3
T₄ : 9 seg.
4

Tomando el tiempo promedio = $(108 \times 34.2 \times 12 \times 9)^{1/4}$
= 25.13 s

Volumen de muestreo : 0.229 lts

$$Q = \frac{0.229}{25.13} = 0.009 \text{ lts/seg}$$

Consumo por hora = $0.009 * 3.6 = 0.033 \text{ m}^3$
 Consumo por día = $0.033458 * 24 = 0.78 \text{ m}^3$
 Consumo por mes = $0.78 * 6 * 4.3$
 = 20.31 m³/ por caño

- Orinarig: (Corrido)

Número de orificios = 22

Tiempo de llenado : T = 60 seg.

Volumen de muestra: V = 0.229 lts

Caudal de salida: Q = $\frac{0.229}{60} = 0.0038 \text{ lts/seg}$

Caudal Total = $0.0038 * 22 = 0.0839 \text{ lts/seg}$

Consumo por hora: $0.0839 * 3.6 = 302.28 \text{ lts/seg}$

Consumo por día : $302 * 24 = 7.248 \text{ m}^3$

Consumo por mes : $7.248 * 6 * 4.3 = 186.99 \text{ m}^3$
 por Orinario

Total de fuga en baños de obreros

= $186.99 + 20.31 = 207.3 \text{ m}^3/\text{mes}$
 =====

B) Baño de Acabados (hombres)

- Orinarig:

Número # de orificios = 36

Tiempo de llenado: T = 60 seg.

Volumen de Muestra: V = 0.229 lts

Caudal de salida: $Q = \frac{0.229}{60} = 0.0038$ lts/seg

Caudal Total: $0.038 \times 36 = 0.1368$ lts/seg

Consumo por hora : $0.1368 \times 3.6 = 0.492$ m³

Consumo por día : $0.492 \times 24 = 11.82$ m³

Consumo por mes : $11.82 \times 6 \times 4.3 = 304.94$ m³
=====

Total de fuga en baños en
baños de acabados: 304.94 m³/m
=====

C) Baño de mujeres (zurcido)

1 baño malogrado (pasa continuamente agua durante las 24 horas al día).

Tiempo de llenado : $T = 1.8$ seg

Volumen de Muestra: $V = 0.229$ lts.

Caudal de salida : $Q = \frac{0.229}{1.8} = 0.127$ lts/seg.

Consumo por hora : $0.127 \times 3.6 = 0.458$ m³

Consumo por día : $0.458 \times 24 = 10.97$ m³

Consumo por mes : $10.97 \times 6 \times 4.3 = 283$ m³
=====

Total de fuga de agua en Zurcidos = 283 m³/mes
=====

D) Baño de Hilandería Cardada

- Hombres

Mujeres

En ambos casos se encontro un caño abierto similar al baño de obreros

Consumo diario : $0.78 \times 2 = 1.56 \text{ m}^3$

Consumo mensual : $1.56 \times 6 \times 4.3 = 40.25 \text{ m}^3$

Total de fuga de agua en Hilanderia Cardada = 40.25 m³

RESUMEN FUGA DE AGUA EN BAÑOS TOTALES

Total de fuga de agua en

A.- Baños de Obreros :	207.3 m ³ /mes
B.- Baño de acabados :	304.94 m ³ /mes
C.- Baño de Zurcido :	283.0 m ³ /mes
D.- Hilanderia Cardada :	40.25 m ³ /mes

Fuga de agua Total en Baños Internos : 835.49 m³/mes

Total Fuga de agua de Baño Principal : 1742.6 m³/mes

Total Fuga de agua de Baños Internos : 835.49 m³/mes

Total Fuga de agua de Baños 2578.09 m³/mes

1.7.3 EVALUACION DE LAS FUGAS DE AGUA EN LA SECCION DE TINTORERIA

De acuerdo a la evaluación llevada a cabo en las máquinas respectivas del proceso de teñido, tenemos que las fugas debido a las llaves malogradas en dichas máquinas es:

1) Tops (agua blanda)

Tiempo de llenado : $T = 54$ seg.

Volumen de muestra: $V = 0.229$ lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{54} = 0.0042$ lts/seg.

Consumo por hora : $0.0042 * 3.6 = 0.015$ m³

Consumo diario : $0.015 * 15 = 0.229$ m³

Consumo por mes : $0.229 * 6 * 4.3 = 5.9$ m³

2) Tinas Grandes

Tina # 1

Llave de Agua Blanda:

Tiempo de llenado : $T = 3.6$ seg.

Volumen de muestra: $V = 0.229$ lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{3.6} = 0.0636$ lts/seg.

Consumo por hora : $0.0636 * 3.6 = 0.228$ m³

Consumo por día : $0.228 * 15 = 3.43$ m³

Consumo por mes : $3.43 * 6 * 4.3 = 88.62$ m³

Llave de Agua Dura

$$T = 216 \text{ seg.}$$

$$V = 0.229 \text{ lts.}$$

$$Q = \frac{0.229}{216} = 0.0010 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Consumo por hora} = 0.0010 * 3.6 = 0.0038 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por día} = 0.0038 * 15 = 0.057 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por mes} = 0.057 * 6 * 4.3 = 1.47 \text{ m}^3$$

Tina # 2

Llave de Agua Blanda :

$$\text{Tiempo de llenado: } T = 9 \text{ seg.}$$

$$\text{Volumen de Muestra: } V = 0.229 \text{ lts.}$$

$$\text{Caudal: } Q = \frac{0.229}{9} = 0.025 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Consumo por hora} = 0.025 * 3.6 = 0.09 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por día} = 0.09 * 15 = 1.37 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por mes} = 1.37 * 6 * 4.3 = 35.45 \text{ m}^3$$

Llave de Agua Dura:

$$\text{Tiempo de llenado: } T = 216 \text{ seg.}$$

$$\text{Volumen de Muestra: } V = 0.229 \text{ lts.}$$

$$\text{Caudal: } Q = \frac{0.229}{216} = 0.0010 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Consumo por hora} = 0.0010 * 3.6 = 0.0038 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por día} = 0.0038 * 15 = 0.057 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por mes} = 0.057 * 6 * 4.3 = 1.47 \text{ m}^3$$

Tina # 3

Llave de Agua Blanda: No hay consumo - 0

Llave de Agua dura:

Tiempo de Llenado: T = 90 seg.

Volumen de muestra: V = 0.229 lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{90} = 0.0025$ lts/seg.

Consumo por hora = $0.0025 * 3.6 = 0.009$ m3

Consumo por día = $0.009 * 15 = 0.135$ m3

Consumo por mes = $0.135 * 6 * 4.3 = 3.48$ m3

TOTAL DE FUGAS en las TINAS:
(por mes)

Agua Blanda: $88.62 + 35.45$: 124.07 m3/mes

Agua Dura : $1.47 + 1.47 + 3.54$: 6.48 m3/mes

Fuga total en Tinias 130.55 m3/mes

3) Barcas

Barca # 2

Llave de Agua Blanda:

Tiempo de Muestra: T = 24 seg.

Volumen de Muestra: V = 0.229 lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{24} = 0.0095$ lts/seg.

Consumo por hora = $0.0095 * 3.6 = 0.034$ m3

Consumo por día = $0.034 * 15 = 0.513$ m3

Consumo por mes = $0.513 * 6 * 4.3 = 13.23$ m3

Llave de Agua Dura:

Tiempo de Muestra: T = 13.8 seg.

Volumen de Muestra: V = 0.229 lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{13.8} = 0.0165$ lts/seg.

Consumo por hora = $0.0165 * 3.6 = 0.059$ m³

Consumo por día = $0.059 * 15 = 0.89$ m³

Consumo por mes = $0.89 * 6 * 4.3 = 23.11$ m³
=====

Barca # 4

Llave de Agua blanda:

Tiempo de Muestra: T = 8.4 seg.

Volumen de Muestra: V = 0.229 lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{8.4} = 0.027$ lts/seg.

Consumo por hora = $0.027 * 3.6 = 0.098$ m³

Consumo por día = $0.098 * 15 = 1.47$ m³

Consumo por mes = $1.47 * 6 * 4.3 = 37.98$ m³
=====

Llave de Agua dura no hay consumo = 0

Barca # 5

Agua Blanda:

Tiempo de Muestra: T = 3.6 seg.

Volumen de Muestra: V = 0.229 lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{3.6} = 0.0636$ lts/seg.

$$\text{Consumo por hora} = 0.0636 * 3.6 = 0.229 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por día} = 0.229 * 15 = 3.43 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por mes} = 3.43 * 6 * 4.3 = 88.62 \text{ m}^3$$

Llave de Agua Dura : no hay consumo = 0

Barca # 6

Llave de Agua Blanda:

$$T = 20.4 \text{ seg.}$$

$$V = 0.229 \text{ lts.}$$

$$Q = \frac{0.229}{20.4} = 0.011 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Consumo por hora} = 0.011 * 3.6 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por día} = 0.04 * 15 = 0.606 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por mes} = 0.606 * 6 * 4.3 = 15.64 \text{ m}^3$$

Llave de agua dura : 0

Barca # 7

Llave de Agua Blanda:

$$T = 6.6 \text{ seg.}$$

$$V = 0.229 \text{ lts.}$$

$$Q = \frac{0.229}{6.6} = 0.034 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Consumo por hora} = 0.034 * 3.6 = 0.124 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por día} = 0.124 * 15 = 1.86 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo por mes} = 1.86 * 6 * 4.3 = 48.34 \text{ m}^3$$

Total de fugas de agua en las Barcas:

Agua Blanda

13.23+37.98+88.62+15.64+48.34 = 203.8 m3/mes

Agua Dura = 23.11 m3/mes

Total Fugas Barcas 226.91

TOTAL DE FUGAS EN TINTORERIA POR LLAVES MALOGRADAS (MENSUAL)

<u>EQUIPO</u>	<u>AGUA BLANDA</u>	<u>AGUA DURA</u>	<u>TOTAL</u> <u>AGUA BLANDA</u> <u>+</u> <u>AGUA DURA</u>
TOPS	5.9		5.9
TINAS GRANDES	124.07	6.48	130.55
BARCAS	203.8	23.11	226.91
	-----	-----	-----
TOTAL (m3/mes)	333.77	29.59	363.36
	=====	=====	=====

1.7.4 EVALUACION DE FUGAS DE AGUA EN EL RIEGO DE JARDINES

I) Jardín entre Itegeduria y Calderos

Segun evaluación se encuentra dicho caño abierto generalmente 3 veces por semana

Tiempo abierto el caño diario = 16.5 horas

Volumen Muestreado = 6.35 lts.

Tiempo = 16.8 seg

Caudal: $Q = \frac{6.35}{16.8} = 0.377 \text{ lt/seg.}$

Volumen por hora = $0.377 * 3.6 = 1.36 \text{ m}^3$

Volumen por día = $1.36 * 16.5 = 22.44 \text{ m}^3$

Volumen por mes = $22.44 * 3 * 4.3 = 289.5 \text{ m}^3$

II) Jardín espalda de Calderos

Se encuentra generalmente abierto dicho caño 2 veces por semana. Dicho caño posee características similares al anterior caño descrito.

Volumen por hora = 1.36 m^3

Volumen por día = $1.36 * 16.5 = 22.44 \text{ m}^3$

Volumen por mes = $22.44 * 2 * 4.3 = 192.98 \text{ m}^3$

III) Jardin Exterior caño malogrado

Posee características similares a los otros caños dejado abierto por los obreros.

Tiempo de llenado: $T = 25.13$ horas

Volumen Muestreado = 0.229 lts.

Caudal: $Q = \frac{0.229}{25.13} = 0.009$ lt/seg.

Volumen por hora = $0.009 * 3.6 = 0.033$ m³

Volumen por día = $0.033 * 24 = 0.78$ m³

Volumen por mes = $0.78 * 3 * 4.3 = 20.31$ m³

RESUMEN DE LAS FUGAS DE AGUA POR RIEGO DE JARDINES:

Jardin entre Tejeduria y Calderos	289.5 m ³ /mes
Jardin espalda de Calderos	193.0 m ³ /mes
Jardin Exterior caño malogrado	20.3 m ³ /mes
Total Fuga (Jardines)	<u>502.8 m³/mes</u>

BALANCE DE FUGAS (m³/mes)

U N I D A D	P A R C I A L	T O T A L
BAÑO PRINCIPAL		1742.620
- Orinario	998.25	
- Duchas	148.37	
- Caños	30.00	
- Baños	566.00	
BAÑOS INTERNOS	835.49	835.49
TINTORERIA		363.36
- Tope	5.90	
- Tinajas Grandes	130.55	
- Barcas	226.91	
MANGUERA (JARDINES)		502.89
- J. Entre tejeduría y Calderos	289.50	
- J. Espalda de Calderos	193.08	
- J. Externo	20.31	
TOTAL DE FUGAS LOCALIZADAS	3444.36	3444.36
TOTAL DE FUGAS NO LOCALIZADAS (*)		3372.90
TOTAL DE FUGAS		6817.26

(*) NOTA.- Las fugas no localizadas pueden producirse debido :

- (*) Nota - Las fugas pueden producirse debido:
- Fugas internas en los lavadores de la sección Acabados, que no puede ser medido por válvulas que no cierran hermeticamente.
 - Derrame en los equipos de agua de la sección Tintorería en la producción.
 - Exceso o defecto en los procesos respectivos tanto en Tintorería como en Acabados.
 - Fuga interna en la Lizadora por llaves malogradas que no cierran y ocasionan pérdidas de agua.
 - Las cantidades de fugas calculadas pueden ser mayores debido al uso inadecuado de los servicios higiénicos, riego de jardines, inodoros y caños malogrados, etc.
 - Posible falla del medidor de agua de producción del Pozo # 1.
 - Este estudio preliminar debido al corto período de evaluación esta sujeto a errores que posteriormente puede ajustarse con el estudio definitivo.

2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE AGUA, PROCESOS Y OPERACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL EN UNA PLANTA TEXTIL

2.1. INTRODUCCION

- De los trabajos de campo realizado se ha observado que una planta textil con una producción promedio mensual de 95,940 mt. de tela, e igualmente las pruebas de fugas contabilizadas muestran volúmenes de agua igual a 6,817.26 m³/mes.

Si tomamos en cuenta el consumo neto industrial de 23,760.52 m³/mes. Las empresas textiles requeriran de una fuente de agua que produzca no menos de 920.25 m³/día, lo que equivale a 10.67 litros/segundo. Esta última implica que deben contar con fuente propia de agua.

- Las actividades en las plantas textiles se desarrollan generalmente 6 días por semana, lo que en producción y consumo equivale a 4.3 semanas por mes.

- El tema de tesis trata no solamente del diseño de las instalaciones sanitarias sino de un estudio de consumos, operación, mantenimiento y en especial el análisis y la investigación para determinar los parámetros básicos de producción y consumo de agua.

CUADRO DE PRODUCCION DE LA SECCION TINTORERIA
EN LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA

TINTORERIA	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	PROMEDIO mensual
RAMAS (Kg)	2184	3173	3680	3082	3031
TOPS (Kg)	3900	8129	7305	7028	6590.5
PIEZAS (kg)	1183	2221	1356	2621	1845.2
(barcas-pza)	(48)	(110)	(70)	(118)	(86.5)
HILADOS madejas Kg.	251	150	.	78	119.7
PRODUCCION TOTAL (Kg)	7523	13673	12341	12084	

2.2. CALCULO DEL RENDIMIENTO DE PRODUCCION EN LAS MAQUINAS DEL PROCESO DE TEJIDO Y PROCESO DE ACABADOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA.

2.2.1 RENDIMIENTO DE PRODUCCION EN LA SECCION DE TINTORERIA:

2.2.1.1.- Tinas (1 = 7) - Barcas:

Numero de piezas promedio semanal: 86.5 piezas

Capacidad promedio de c/Barca: 4.25 pzas/tanda

de tandas/semana = $\frac{86.5 \text{ pzas/semana}}{4.25 \text{ pzas/tanda}}$: 20.35

de tanda/dia = $\frac{20.35 \text{ pzas/semana}}{6 \text{ dias/semana}}$: 3.40

2.2.1.2. Tinas Chicas (T₉ - T₁₄)

Cantidad de tops teñido promedio semanal : 499.3 kg.

Capacidad promedio de cada tina : 9 kg./tanda

de tandas / semana : $\frac{499.3 \text{ Kg/semana}}{9 \text{ Kg/tanda}}$ = 55.48

de tandas/dia : $\frac{55.48 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}}$ = 9.24

2.2.1.3.- Ramas (# 3)

Cantidad de tops teñidos promedio semanal : 3031.3 kg/semana

capacidad promedio de c/rama: 75 kg./tanda

de tandas/semana : $\frac{3031.3 \text{ kg./semana}}{75 \text{ kg/tandas}} = 40.41$

de tanda/dia : $\frac{40.41 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 6.75$

2.2.1.4.- linas (3 - 4)

Cantidad de tops teñido
promedio semanal : 499.3 kg

capacidad promedio de c/tina : 30 kg./tanda

de tandas/semana : $\frac{499.3 \text{ kg/semana}}{30 \text{ kg/tanda}} = 16.64$

de tanda/dia = $\frac{16.64 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 2.8$

2.2.1.5.- Tinas (5 - 6)

Cantidad de tops
promedio semanal : 1,797.4 kg/semana

capacidad promedio de cada tina: 108 kg/tanda

de tandas/semana : $\frac{1797.4 \text{ kg/semana}}{108 \text{ kg/tanda}} = 16.64$

de tanda/dia : $\frac{16.64 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 2.77$

2.2.1.6. Obem :

Cantidad de tops teñido
promedio semanal : 3,790.5 kg.

capacidad promedio de c/tina : 76 kg./tanda

de tandas/semana = $\frac{3790.5 \text{ Kg/semana}}{76 \text{ kg/tanda}} = 49.88$

de tanda/día = $\frac{49.88 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 8.34$

2.2.1.7. Madejera

de tandas diarias : 1

Volúmen de la madejera: 1.39 m³

2.2.2 RENDIMIENTO DE PRODUCCION EN LA SECCION
DE ACABADOS

2.2.2.1. Lavadora de cuerda (3)

de pzas de la tela lavada promedio semanal: 70.75

Capacidad promedio de c/lavadora: 6.5 piezas/tanda

de tandas / semana: $\frac{70.75 \text{ piezas/semana}}{6.5 \text{ piezas/tanda}} = 10.88$

de tandas / día: $\frac{10.88 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 1.8$

2.2.2.2.- Tobera (1)

de pzas de la tela lavada promedio semanal: 70.75

Capacidad promedio de c/tobera : 6.5 piezas/tanda

de tandas / semana: $\frac{70.75 \text{ piezas/semana}}{6.5 \text{ piezas/tanda}} = 10.88$

de tandas / día: $\frac{10.88 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 1.8$

2.2.2.3.- Lavadora de Ancho (2)

de pzas de la tela lavada promedio semanal: 70.75

Capacidad promedio de c/batan : 6.5 piezas/tanda

de tandas / semana: $\frac{70.75 \text{ piezas/semana}}{6.5 \text{ piezas/tanda}} = 10.88$

de tandas / día: $\frac{10.88 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 1.8$

2.2.2.4.- Batanes (2)

de pzas de la tela lavada promedio semanal: 10.88

Capacidad promedio de c/batan : 1 piezas/tanda

#s de tandas / semana: $\frac{10.88 \text{ piezas/semana}}{1 \text{ piezas/tanda}} = 10.88$

de tandas / día: $\frac{10.88 \text{ tandas/semana}}{6 \text{ días/semana}} = 1.8$

2.2.2.5.- Contricap

de pzas lavada promedio mensual: 1572.62

Capacidad promedio de la Contricap: 1 pzas/7.14 min

de horas de funcionam. al mes : $\frac{1572.62 \text{ pzas/mes}}{1 \text{ pzas}/7.14 \text{ min.}}$

= 11,228.50

de horas de funcionam. diario: $\frac{187.14}{4.3*6} = 7.25$

Δ Volumen diario de agua usado en las tinajas : $(108.73) \times 9.49 = 2805.28 \text{ m}^3$
 Volumen max

Δ Volumen mensual de agua usado en las tinajas : $(108.73) \times 9.49 = 108.73 \text{ m}^3$
 Volumen max

Δ Volumen diario de agua usado en las tinajas : $(108.73) \times 9.49 = 108.73 \text{ m}^3$
 Volumen min

Δ Volumen mensual de agua usado en las tinajas : $(108.73) \times 9.49 = 58.55 \text{ m}^3$
 Volumen min

Volumen de cada tinaja : 2.46 m³
 Número de tinajas lavadas : 3.40
 tejido (completo) por tinaja.
 Mínimo : veces lavado en cada tinaja (Proceso de
 de tejido (completo) por tinaja.
 Máximo : veces lavado en cada tinaja (Proceso
 2.5.1.1 tinajas (1-7) "barcas".

TINTORERIA

2.3.1 CONSUMO DE AGUA EN LA SECCION

2.3. CONSUMO DE AGUA EN CADA SECCION Y MAQUINARIAS DE PRODUCCION EN LA SECCION DE TINTORERIA Y ALACRAN DE LA INDUSTRIA TEXTIL.

2.3.1.2 Tinas Chicas (T₉ - T₁₄)

Maximo 4 veces lavado en cada tina (proceso de teñido completo) por tanda.

Mínimo 3 veces lavado en cada tina (proceso de teñido completo) por tanda

Número de tandas diarias : 9.24

Volumen en cada tina: 0.149 m³

Volumen mínimo diario de agua usado en las tinas : $(3 \times 0.149) \times 9.24 = 4.13 \text{ m}^3$

Volumen mínimo mensual de agua usado en las tinas : $4.13 \times 6 \times 4.3 = 106.55 \text{ m}^3$

Volumen máximo diario de agua usado en las tinas : $(4 \times 0.149) \times 9.24 = 5.50 \text{ m}^3$

Volumen máximo mensual de agua usado en las tinas : $5.50 \times 6 \times 4.3 = 141.90 \text{ m}^3$

2.3.1.3 Tinas (Ramas) (3):

Maximo 4 veces lavado en cada tina (proceso de teñido completo) por tanda.

Mínimo 3 veces lavado en cada tina (proceso de teñido completo) por tanda

Número de tandas diarias : 6.73

Volumen en cada tina: 1.24 m³

Volumen mínimo diario de agua usado en las
 tinajas : $(3 \times 1.24) \times 6.73 = 25 \text{ m}^3$

Volumen mínimo mensual de agua usado en las
 tinajas : $25.03 \times 6 \times 4.3 = 645.97 \text{ m}^3$

Volumen máximo diario de agua usado en las
 tinajas : $(4 \times 1.24) \times 6.73 = 33.38 \text{ m}^3$

Volumen máximo mensual de agua usado en las
 tinajas : $33.38 \times 6 \times 4.3 = 861.2 \text{ m}^3$

2.3.1.4 Tinajas (15 - 14)

Máximo 5 veces lavado en cada tina (proceso de
 teñido completo) por tanda.

Mínimo 3 veces lavado en cada tina (proceso de
 teñido completo) por tanda

Número de tandas diarias : 2.8

Volumen en cada tina: 0.58 m³

Volumen mínimo diario de agua usado en las
 tinajas : $(3 \times 0.58) \times 2.8 = 4.87 \text{ m}^3$

Volumen mínimo mensual de agua usado en las
 tinajas : $4.87 \times 6 \times 4.3 = 125.64 \text{ m}^3$

Volumen máximo diario de agua usado en las
 tinajas : $(5 \times 0.58) \times 2.8 = 8.12 \text{ m}^3$

Volumen máximo mensual de agua usado en las
 tinajas : $8.12 \times 6 \times 4.3 = 209.50 \text{ m}^3$

Volumen en cada tina: 1.028 m³
 Número de tandas diarias: 8.31
 tiempo completo por tanda
 mínimo 3 veces lavado en cada tina (proceso de
 tiempo completo por tanda.
 Máximo 4 veces lavado en cada tina (proceso de
 2.3.1.6. (b)

tinas: $22.47 \times 8.31 = 186.74 \text{ m}^3$
 volumen máx
 V: tiempo manual de agua usado en las

tinas: $10 \times 2.028 \times 2.77 = 56.47 \text{ m}^3$
 volumen máx
 V: tiempo de agua usado en las

tinas: $16.85 \times 8.31 = 139.93 \text{ m}^3$
 volumen máx
 V: tiempo manual de agua usado en las

tinas: $10 \times 2.028 \times 2.77 = 56.47 \text{ m}^3$
 volumen máx
 V: tiempo de agua usado en las

Volumen en cada tina: 2.028 m³
 Número de tandas diarias: 2.77
 tiempo completo por tanda
 mínimo 3 veces lavado en cada tina (proceso de
 tiempo completo por tanda.
 Máximo 4 veces lavado en cada tina (proceso de
 2.3.1.7 (a) - (b)

Volumen mínimo diario de agua usado en las
tinas : $(3 \times 0.528) \times 8.31 = 13.16 \text{ m}^3$

Volumen mínimo mensual de agua usado en las
tinas : $13.16 \times 6 \times 4.3 = 339.53 \text{ m}^3$

Volumen máximo diario de agua usado en las
tinas : $(5 \times 0.528) \times 8.31 = 17.55 \text{ m}^3$

Volumen máximo mensual de agua usado en las
tinas : $17.55 \times 6 \times 4.3 = 452.80 \text{ m}^3$

2.3.1.7. Tinas para "Madejeras"

Maximo 12 veces lavado en cada tina (proceso de tejido completo) por tanda.

Mínimo 9 veces lavado en cada tina (proceso de tejido completo) por tanda

Número de tandas diarias : 1

Volumen en cada tina: 1.39 m^3

En promedio se usa una semana por mes.

Volumen mínimo diario de agua usado en las
tinas : $(9 \times 1.39) \times 1 = 12.51 \text{ m}^3$

Volumen mínimo mensual de agua usado en las
tinas : $12.51 \times 6 = 75 \text{ m}^3$

Volumen máximo diario de agua usado en las
tinas : $(12 \times 1.39) \times 1 = 16.68 \text{ m}^3$

CONSUMO TOTAL DE TINTORERIA

UNIDADES	VOLUMEN DIARIO m ³		VOLUMEN MENSUAL m ³	
	Vmin	Vmax	Vmin	Vmax
1. Barcas	58.55	108.73	1521.13	2805.28
2. Tinajas Chicas	4.13	5.50	106.55	141.90
3. Tinajas Ramas	25.03	33.38	645.97	861.20
4. Tinajas (3 - 4)	4.87	8.12	125.64	209.50
5. Tinajas (5 - 6)	16.85	22.47	434.73	579.70
6. Obem	13.16	17.55	339.53	452.80
7. Madejera	12.51	16.68	75	100.
Consumo Total Tintorería	135.1	212.43	3248.55	5150.38

CANTIDAD DE AGUA DURA Y BLANDA QUE REQUIERE
UNA PLANTA TEXTIL EN LA SECCIÓN DE TINTORERÍA.

Se observa que en el proceso de teñido el consumo de agua blanda en promedio es del 75% del consumo total en cada máquina respectiva del proceso de teñido, y como consecuencia del 25% es consumo de agua dura, en cada máquina respectiva. Por lo tanto:

El consumo de agua Blanda 3862.78 m³

El consumo de agua Dura - 1287.60 m³

El estudio e investigación que se ha hecho, de los procesos operativos en la sección de teñido muestran que los consumo de agua blanda y dura en cada máquina del proceso de teñido son las siguientes.

CUADRO CONSUMOS RESPECTIVOS EN TINTORERIA
(agua dura y agua blanda)

CONSUMOS RESPECTIVOS EN TINTORERIA

(Aqua Dura y Aqua Blanda)

UNIDADES	VOLUMEN MENSUAL		TOTAL VOLUMEN MENSUAL
	AGUA DURA	AGUA BLANDA	
1. Barcas	701.32	2013.96	2805.28
2. Tinas Chicas	35.48	106.42	141.90
3. Tinas Ramas	215.30	645.90	861.20
4. Tinas (3 - 4)	52.38	157.12	209.50
5. Tinas (5 - 6)	144.90	431.80	579.70
6. Obem	-----	452.80	452.80
7. Madejera	25.00	75.00	100.00
TOTAL DE CONSUMO TINTORERIA (M3)	1287.50	3862.78	5150.38

2.3.2 CONSUMO DE AGUA EN LA SECCION DE ACABADOS

2.3.2.1 Lavadora en Cuerda (3)

- Caudal para cada hora en la tubería de ingreso a la lavadora: 11.28 m³
- Número de horas de funcionamiento de la lavadora /tanda : 3
- consumo de agua por tanda : 11.28×3
 $= 33.84 \text{ m}^3$
- Número de tandas/día : 1.8
- Número de tanda/día para las 3 lavadoras :
 $1.8 \times 3 = 5.43$
- Consumo de agua Diario de la lavadora:
 $5.43 \times 33.84 = 183.75 \text{ m}^3$
- Consumo de agua Mensual de las lavadoras:
 $183.75 \times 6 \times 4.3 = 4740.78 \text{ m}^3/\text{mes}$

2.3.2.2 Tobera (1)

- Caudal para cada hora en la tubería de ingreso a la lavadora: 11.28 m³
- Número de horas de funcionamiento de la lavadora /tanda : 3
- Consumo de agua/tanda: $11.28 \times 3 = 33.84 \text{ m}^3$
- Número de tandas/día : 1.81

- Consumo de agua Diario de la lavadora:
 $1.81 \times 33.84 = 61.25 \text{ m}^3$

- Consumo de agua Mensual de las lavadoras:
 $61.25 \times 6 \times 4.3 = 1580.25 \text{ m}^3$

2.3.2.3 Lavadora en ancho (2)

- Caudal para cada hora en la tubería de ingreso a la lavadora: 11.28 m^3

- Número de horas de funcionamiento de la lavadora /tanda : 3

- consumo de agua/tanda : $11.28 \times 3 = 33.84 \text{ m}^3$

- Número de tandas/día : 1.81

- Número de tandas/día para las 2 lavadoras:
 $1.81 \times 2 = 3.62$

- Consumo de agua Diario de la lavadora:
 $3.62 \times 33.84 = 122.50 \text{ m}^3$

- Consumo de agua Mensual de las lavadoras :
 $122.5 \times 6 \times 4.3 = 3150.30 \text{ m}^3$

2.3.2.4 Batán (2)

Procesos en el batanado para el consumo de agua

- Enjuague : 10 minutos

- Batanada: 200 lts = 0.2 m^3

- Enjuague: 1/2 hora

- Total de tiempo de enjuague/tanda: 40 minutos
- Caudal para cada hora en la tubería de ingreso a la lavadora: 11.28 m³
 - Número de tandas/diarias del batan : 1.81
 - Número de tandas/día para las 2 batanes :
1.81*2 = 3.62
 - Consumo de agua Diario en el enjuague:
 $\frac{1128*40*1}{60} = 7.52 \text{ m}^3$
 - Consumo de agua diario en el enjuague:
7.52*3.62 = 27.22 m³
 - Consumo de aqua mensual en el enjuague :
27.22*6*4.3 = 702.276 m³
 - Consumo en el proceso de Batonado:
0.2*3.7*6*4.3 = 19.092 m³
- Total consumo mensual del batan:
7.02.276+19.092 = 721.368 m³

2.3.2.5 Contricap

Tubería perforada externa de la contricap
"consumo de agua"

Número de de orificio = 52

Volumen de la muestra llenado a la tubería
externa: 0.229 lts.

Tiempo por orificio para llenar el volumen de
muestra: 120 segs.

Caudal por orificio $\frac{0.229}{120} = 0.0019$ lts/seg.

Caudal total de la tubería externa: 0.0019×52
 $= 0.099$ lts/seg

Número de horas de funcionamiento de la
Contricap = 7.25 horas

Consumo de agua por día tubería externa:
 $0.099 \times 7.25 \times 3.6 = 2.57$ m³

Consumo de agua mensual, tubería externa:
 $2.57 \times 6 \times 4.3 = 66.36$ m³

* Tubería Perforada Interna de la Contricap
"consumo de agua":

Número de tubería interna: 3

de orificios en cada tubería interna: 32

Volumen de la muestra llenado a la tubería
interna: 0.229 lts.

Tiempo por orificio para llenar el volumen
de muestra: 32 segs.

Caudal por orificio $\frac{0.229}{32} = 0.0071$ lts/seg.

Caudal total de la tubería interna:
 $0.0071 \times 32 = 0.229$ lts/seg

Número de horas de funcionamiento diario de
la Contricap = 7.25 horas

Consumo de agua por día tubería interna:

$$0.229 \times 7.25 \times 3.6 = 5.97 \text{ m}^3$$

Consumo de agua para las tres tuberías internas: $5.97 \times 3 = 17.93 \text{ m}^3$

Consumo de agua mensual tuberías internas:

$$17.93 \times 8 \times 4.3 = 462.61 \text{ m}^3$$

Resumen del consumo de agua en la contricapa

Consumo de agua por día = $2.57 + 17.93 = 20.5 \text{ m}^3$

Consumo de agua por mes = $66.36 + 462.61 = 528.97 \text{ m}^3$

CONSUMO TOTAL EN ACABADOS

UNIDADES	CONSUMO MENSUAL	CONSUMO DIARIO
- Lavadora de Cuerda	4740.780	183.75
- Tobera	1580.260	61.25
- Lavadora de ancho	3160.520	122.50
- Batan	721.368	27.96
- Contricap	528.970	20.56
TOTAL DE CONSUMO (M3)	10731.898	416.02

Observación.- Del total del consumo en acabados el 75% es agua blanda y el 25% agua dura.

CONSUMO RESPECTIVO EN ACABADOS
(Agua Dura y Agua Blanda)

UNIDADES	VOLUMEN MENSUAL		TOTAL VOLUMEN MENSUAL
	AGUA DURA	AGUA BLANDA	
Lavadora de Cuerda	1185.195	3555.585	4740.78
Tobera	345.065	1185.195	1580.26
Lavadora de ancho	790.130	2370.390	3260.52
Batan	180.342	541.026	721.368
Contricap	132.243	396.727	528.970
TOTAL DE CONSUMO ACABADOS (M3)	2682.975	8.048.923	10731.898

2.3.3 CONSUMO DE AGUA DE LOS SISTEMAS ADICIONALES DE PRODUCCION.

2.3.3.1 Definición.

Los siguientes volúmenes adicionales son sistemas que intervienen en el sistema de producción pero no están incluidos en los procesos de teñido ni en acabados.

Lizadora .- Es un sistema de máquina que consta de 4 líneas en las cuales se lavan los lops (conos de lana), el lavado es con vapor, con agua blanda y jabón en una sola tina; las 3 restantes son para el lavado y enjuague.

Aire Acondicionado.- Este sistema es esencialmente para darle la humedad requerida en el medio ambiente para los hilos de lana. Este sistema funciona con agua blanda, especialmente en la sección de hilandería.

Cuarto de Humifijado.- Es el almacén de hilos terminados en conos, en la cual un dispositivo eléctrico automático mantiene la humedad requerida en el medio ambiente, para el buen estado de almacenamiento.

Nota.- El consumo de agua blanda de la Encoladora es similar al del cuarto Humifijado.

2.3.3.2 Lizadora

Segun estudios técnicos del consumo de agua de la lizadora en el Capítulo 1.

Volumen de agua Blanda diaria = 4.34 m³/día

Volumen de agua Blanda mensual= 112 m³/mes

2.3.3.3 Cuarto de Humidizado

El consumo de agua blanda es similar al consumo de la encoladora cuyo estudio de consumo de agua se ha evaluado en el Cap 1.

Volumen diario = 0.86 m³/día

Volumen mensual= 22.2 m³/mes

2.3.3.4 Aire Acondicionado

El consumo de agua blanda se evalua en el Capítulo 1.

Volumen diario = 3.95 m³/día

Volumen mensual= 101.86 m³/mes

2.3.3.5 Requerimiento de agua Dura para el lavado de los ablandadores.

El consumo de agua requerida se evalua en el Capítulo 1.

Volumen de agua Dura por día = 62.20 m³/día

Volumen de agua dura por mes = 1604.92 m³/mes

2.3.3.6 Consumo del Personal

Segun el Reglamento Nacional de Construcción

Consumo de agua Dura : 80 lts/trabajador
(8 h/día)

Consumo de agua/día : 0.08x252 = 18.56 m³/día

Consumo por mes : 18.56 * 6 * 4.3 = 479 m³

2.3.3.7 Riego de Jardines

Area del lote total = 18,572.66 m²

Area del Jardín = 717 m²

Segun el Reglamento Nacional de Construcción

Dotación = 2 lts/día/m²

Consumo diario = 717 * 2.10⁻³ = 1.434 m³

Consumo Mensual = 1.434 * 6 * 4.3 = 37 m³

2.3.4 CUADRO BALANCE GENERAL DEL CONSUMO DE
AGUA INDUSTRIAL

SECCION	N° de unidades	CONSUMO MENSUAL	
		CONS. PARCIAL m3	CONS POR SEC m3
TINTORERIA			5150.38
- Barcas	6	2705.28	
- tinas Chicas	6	141.90	
- Ramas	3	861.20	
- Tinas (3-4)	2	209.50	
- Tinas (5-6)	2	579.70	
- Obem	8	452.80	
- Madejera	1	100.00	
ACABADOS			10731.90
Lavadora de Cuerda	3	4740.78	
Tobera	1	1580.26	
Lavadora de Ancho	2	3160.52	
Batan	2	721.368	
Contricap	1	528.970	
CALDERO		5521.26	5521.26
VOLUMENES ADICIONALES			1840.98
Hilanderia-Lizadora		112.00	
Humifijado		22.20	
Vaporizador		101.86	
Requerimiento de agua para los ablandadores		1604.92	
CONSUMO DEL PERSONAL		479.00	479.00
RIEGO DE JARDINES		37.00	37.00
TOTAL DE CONSUMO INDUSTRIAL		23760.52	23760.52

2.3.4.1 BALANCE DE CONSUMO DE AGUA DURA

S E C C I O N	VOLUMEN MENSUAL m3
TINTORERIA	1174.380
ACABADOS	2682.975
CALDERO	-----
VOLUMENES ADICIONALES	1604.92
CONSUMO DEL PERSONAL	479.00
RIEGO DE JARDINES	37.00
TOTAL DE CONSUMO AGUA DURA	5612.475

2.3.4.2 BALANCE DEL CONSUMO DE AGUA BLANDA

S E C C I O N	VOLUMEN MENSUAL m3
TINTORERIA	3976.000
ACABADO	8048.923
CALDERO	5521.260
VOLUMENES ADICIONALES	236.060
CONSUMO DEL PERSONAL	-----
RIEGO DE JARDINES	-----
TOTAL DE CONSUMO AGUA BLANDA	17669.043

2.4 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

2.4.1 RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Volumen de Agua industrial
Calculado 1 920.25 m³/día

Periodo de retención: La experiencia práctica y operativa de la planta estan proyectados en función de la energía eléctrica.

Se ha determinado que como máximo la falta de corriente alcanza dos días como máximo. Se tomara para el diseño del almacenamiento de agua el mismo periodo

Volumen de Almacenamiento por 2 días
 $= 2 * 920.25 = + 2000 \text{ m}^3$

Dimensiones del Reservorio Cuadrado

Largo = 20 mts.

Ancho = 20 mts.

Alto = 5 mts.

2.4.2 DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION ("RESERVORIO - CISTERNA") DE AGUA DURA INDUSTRIAL . Ver fig. 1

- Cálculo de la línea de Conducción del Reservoirio a la cisterna de aqua dura.

Según parametros de diseño de campo de la industria textil tenemos.

Larga minima = 2.5 mts.

Longitud de la línea de conducción= 270 mts.

Pendiente= 9.26 mts/Kms.

Caudal máximo: $2 \times 920.25 \times 1000 : 16 \times 3600 = 37.95 \text{ lt/seg.}$

- Cálculo del Diametro (Ø) de la tubería de conducción:

Aplicando Hazen y Willians

tubería pvc; $c = 120$

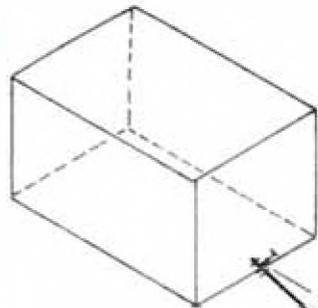
$$u = 0.000426 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$D = 8" \quad \text{Clase A5.}$$

LINEA DE CONDUCCION RESERVORIO CISTERNA

GRAFICO N° 1



RESERVORIO
(2,000 m³)

LLave de compuerta

L = 20 m
PVC = 8 A5
s = 2.5 %

h = 0.5 m

L = 215 m
PVC = 8 A5
s = 0.6 %

CISTERNA
(270 m³)

h = 1.50 m

h = 1.31 m

L = 30 m
PVC = 8 A5
s = 0.8 %

ESC 1/1,000

2.4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA CISTERNA DE AGUA DURA INDUSTRIAL VER FIG. 2

- Según evaluación de la Industria Textil el Volumen de la cisterna es aproximadamente $\frac{1}{5}$ del consumo máximo diario.

5

(No incluyendo Vol. de Contra incendio)

V_1 = Volumen de agua para consumo industrial en la cisterna.

$$V_1 = \frac{1000}{5} = 200 \text{ m}^3$$

Volumen Contra Incendio (V C I)

(Según evaluación del Capítulo 1.) Cisternas Contra Incendio.

Tenemos lo siguiente:

$$V_{CI} = 60 \text{ m}^3$$

Volumen Total de la cisterna de agua dura industrial es:

$$V = V_t + V_{CI}$$

$$V = 200 + 60 = 260 \text{ m}^3$$

Dimensiones de la cisternas de agua dura para uso industrial tenemos:

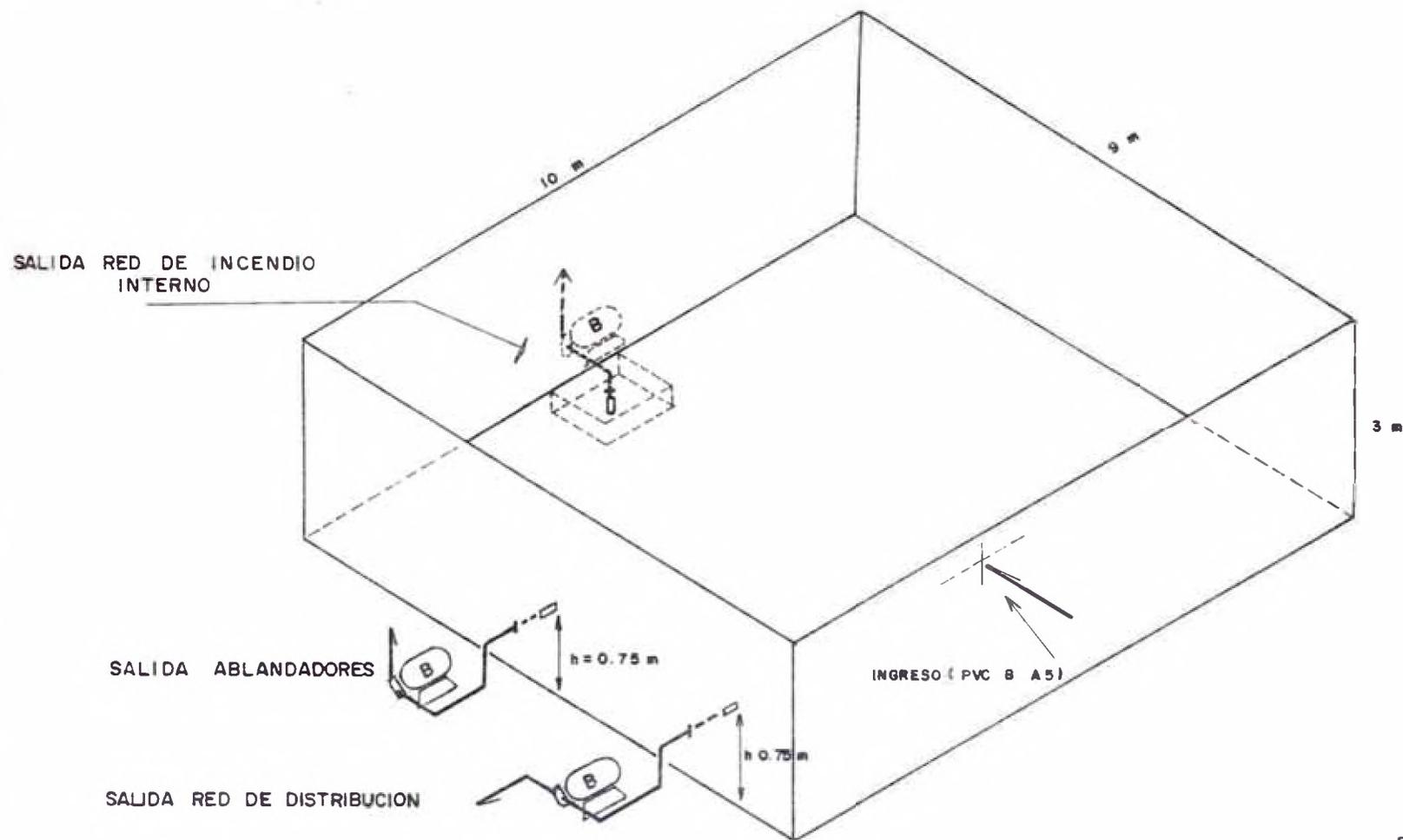
$$\text{Largo} = 10 \text{ mts.}$$

$$\text{ancho} = 9 \text{ mts.}$$

$$\text{alto} = 3 \text{ mts.}$$

CISTERNA DE AGUA DURA

GRAFICO N° 2



ESC 1 / 100

2.5 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABLANDADORES Y ALMACENAMIENTO DE AGUA BLANDA EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

2.5.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA CISTERNA DE AGUA BLANDA.

Segun el Capitulo 2.3.4.2 balance del consumo de aqua blanda tenemos que la necesidad de aqua blanda es:

Volumen Mensual de Aqua Blanda : 17,669.043 m³

Volumen Diario de Aqua Blanda : $\frac{17,669.043}{6 \times 4.3}$

Dimensiones de la Cisterna de Aqua Blanda Industrial:

Altura = 4.60 mts

Largo = 15 mts

Ancho = 10 mts.

2.5.2 DISEÑO DE LOS ABLANDADORES DE AGUA DURA (ver Fig.4)

Capacidad de intercambio de la Ceolita es de 30,000 gramos/galón

- 1 gramo/galón - 17.1 ppm.

- Volumen de Agua diario para ablandar = 684.85 m³

- Usando 2 Ablandadores tenemos :

Cada Ablandador Funciona 8 Horas /ciclo.

Por día de trabajo tenemos 3 turnos de 8 Horas c/turno

Volumen de agua Ablandado por Turno =
$$\frac{684.84}{3} = 228.28 \text{ m}^3/\text{Turno.}$$

Segun el análisis de dureza del agua usada en el proceso Industrial es de =
300 ppm. = 300 gramos / m³

Dureza total = 300 x 228.28 = 68,484
gramos de dureza

transformando:

1 gramo/galón: 17.1 mg/lit * 3.78 lit/galón

1 gramo : 64.38 mg = 0.064 gramos

- Capacidad de la Resina de Intercambio =
1920 gramos / pie³

- Volumen de Resina = $\frac{68,484 \text{ gr de dureza}}{1920 \text{ grs/pie}^3}$

= Volumen de Resina = 35.67 pie³

Altura de Resina = 3 pies.

- Diametro de Ablandador = 3.84 pie = 1.19 mts.

**2.5.3. DISEÑO DE LA RED DE INGRESO Y SALIDA EN
LOS ABLANDADORES DE AGUA Y BOMBA
RESPECTIVA DE LA INDUSTRIA TEXTIL.**

**2.5.3.1 Cálculo de la línea de impulsión de
la Cisterna de agua dura a los
Ablandadores.**

- Punto A-B (Cisterna - Ablandador): Ver Fig.3
Caudal Máximo Horario: 7.93 lps.

Tubería de Fierro Galvanizado ; C = 100

- Cálculo de diámetro de la red de Impulsión
de agua dura - de la cisterna de agua dura
Industrial a la Entrada de los ablandadores

Aplicando Hazen y Williams; tenemos que :

Caudal Máximo horario : 7.93 lps.

Coefficiente de Hozen y Williams C = 100

Carga Hidráulica Mínimo : 6 mts

Longitud de la Red de Impulsión = 89.5 mt.

Pendiente Hidráulica : $\frac{6}{89.5} = 67.039 \text{ m/Km.}$
0.0895

$$D = \left(\frac{0.54}{0.000426 \times C \times S} \right)^{0.54}$$

Reemplazando valores,

$$D = \sqrt[5]{\frac{2.63 \times 10^8}{7.98 \times 0.000426 \times 100 \times (67.039)^{1.49}}}$$

Finalmente el diámetro de la Red de Impulsión a la Entrada de los Ablandadores es de :

$$D = 3 \text{ Pulgadas}$$

2.5.3.2 Diseño de la Bomba Centrífuga de Impulsión de agua dura Industrial. (ver Fig.3)

CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA (HFC) a la Entrada del Ablandador "Ruta A - B"

CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L.e. mts.) en la línea de Impulsión de la cisterna de agua dura industrial a la Entrada de los ablandadores :

ACCESORIOS (F.SALV)	Le (mt.)
= 2 llaves Compuerta de 3" (abierta)	1.296
= 7 Codos de 90° x 3"	29.827
= 1 valvula check de 3"	8.523
	<hr/>
Longitud equivalente total en la Red de Impulsión	= 39.646 mt.

CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA (H F), a la entrada del Ablandador

Caudal Máximo Horario : 7.93 lps

Longitud Total : 89.5 + 39.646 = 129.646 mts.
= 0.129 Kms.

Reemplazando valores tenemos que :

$$HF = \frac{1.7 * 10^6 * (7.93)^2 * 0.129}{100 * 1.85 * 3 * 4.87} = 9.56 \text{ mt}$$

Según Catálogos de Ablandadores Marca AQUANATIC la presión a la entrada del Ablandador es de : 2 mt.

CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA (HFT) A LA SALIDA DEL ABLANDADOR

"Punto H - j" (Ablandador - Cisterna de Agua Blanda) :

Calculo de la Longitud equivalente (Le.mt.), en la línea de Impulsión de los Ablandadores a la Cisterna de Agua Blanda.

	Le (mt)
1 Valvula compuerta de 3" =	0.648 mts.
5 codos de 90° * 3" =	23.105 mts.
Longitud Equivalente Total en la Red de Salida =	<u>23.753 mts</u>

**CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA (HF) SALIDA DEL
ABLANDADOR.**

Caudal Máximo Horario : 7.93 lps

Caudal Máximo Total : 35 + 23.75 = 58.75 mt.
= 0.05875 km.

Reemplazando valores tenemos que :

$$H_f = \frac{1.7 * 10^6 * (7.93)^2 * 0.0587^5}{1.85 * 4.87 * 100} = 4.356 \text{ mt}$$

h_g : Altura geométrica de la salida del
Ablandador, al nivel de la red de
salida de agua Blanda "Punto mas alto"

h_g : 1.5 mt .

Finalmente tenemos que la pérdida de carga
(hft) es de :

$h_{ft} : h_f + h_g$

$h_{ft} : 4.356 + 1.5 = 5.85 \text{ mt.}$

Observacion:

Para salir el agua blanda de los ablandadores y llegar a la cisterna de almacenamiento de agua blanda, necesitamos una presión adicional sobre los ablandadores de 5.85 mt.

- Altura Dinamica total : (ADT), Para impulsar el agua dura a los ablandadores es de :

$$ADT : H_f + h_{IT} + \text{Presion de entrada a los ablandadores}$$

$$ADT : 9.56 + 5.85 + 2 = 17.41 \text{ mt}$$

Finalmente tenemos que la potencia de la bomba (Pot.B) Centrifuga para impulsar el agua a los ablandadores es de:

$$Pot.B : \frac{\rho * Q * ADT}{76 * e}$$

tenemos que :

$$\text{Caudal maximo horario : } Q = 7.93 \text{ lps}$$

$$\text{Altura dinamica total : } ADT = 17.41 \text{ mt}$$

$$e : \text{Eficiencia de la Bomba Centrifuga} = 0.6$$

Nota:

De acuerdo a los fabricantes de electrobombas "Hidrostal", seleccionariamos la bomba centrifuga para la impulsión de aqua dura a los sistemas de ablandadores de aqua,son los siguientes características:

h : 17.5 mt

Caudal : 8.1 lps

Eficiencia : 67%

Potencia : 3 HP

NPSHd > NPSHr (ver pag. N)

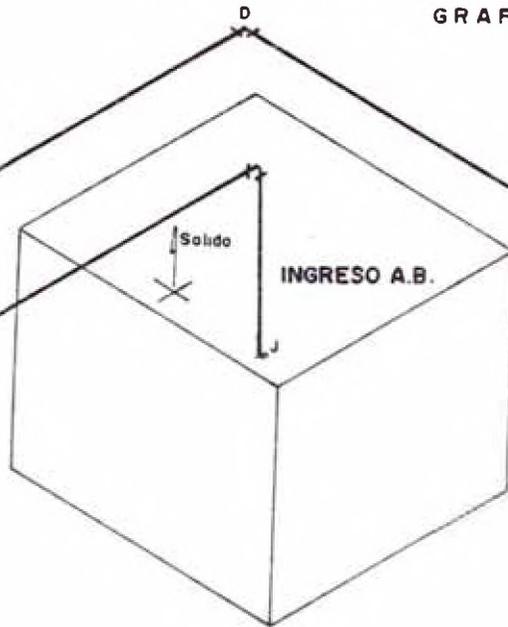
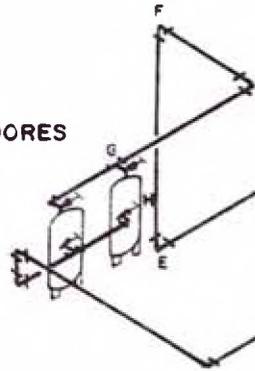
Modelo : 40 - 125

Velocidad = 2,880 r.p.m.

SISTEMA DE ABLANDADORES

GRAFICO N° 3

ABLANDADORES

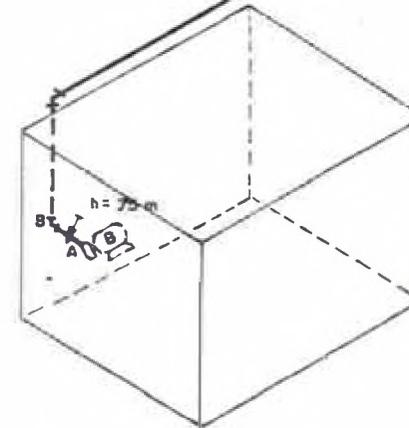


CISTERNA A3
(V = 690 m³)

q = 7.93 lps

f_g = Ø 3"

hierro galvanizado



CISTERNA A.D.
(V = 260 m³)

ESC - h : 1 / 500

ESC - v : 1 / 100

ABLANDADOR CON VALVULA MULTIPOINT

GRAFICO N° 4

**VALVULA MULTIPORT
AGUA BLANDA
SALMUERA**

TANQUE SALMUERA

③

DESAGUE

PURGA DE AIRE

/ MANOMETRO

ENTRADA AGUA
DURA

Ⓟ

21



VALVULA
MULTIPOINT

N.P.T.

2.6. EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA DURA, AGUA BLANDA PARA EL DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION.

2.6.1.- Consumo de agua dura en la sección de tintorería:

De acuerdo a la evaluación del consumo de agua en el capítulo 2, y el estudio llevado a cabo en el capítulo 2.2.1 "Rendimiento de Producción en la sección de Tintorería", observamos que la Máquina del proceso de teñido, en promedio están trabajando al 50% de su capacidad Productiva. Para el diseño de las redes de distribución de agua dura industrial, tenemos como capacidad Productiva de la máquina del proceso de teñido el 100% de producción y por lo tanto tenemos que el consumo de AGUA DURA sera:

Consumo máximo mensual de agua dura en la sección de tintorería es:

$$\frac{2348.76}{6 * 4.3} = 91.03 \text{ m}^3$$

Caudal máximo horario de agua dura industrial en la sección de tintorería es :

$$\frac{91.03}{84.4} = 1.05 \text{ lps}$$

2.6.1.1.- Consumo de agua industrial en las máquinas respectivas del proceso de teñido.

I) Tinas (1-7) "barbas" (7)

Consumo máximo mensual: $2 \times 701.3 = 1,402.64 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{1,402.64}{6 \times 4.3} = 54.36 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{54.36}{86.4} = 0.63 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para cada tina: $\frac{0.63}{6} = 0.105 \text{ lps}$

II) Tinas "Ramas" (3)

Consumo máximo mensual: $2 \times 219.3 = 438.6 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{438.6}{6 \times 4.3} = 16.689 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{16.689}{86.4} = 0.193 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para cada tina: $\frac{0.193}{3} = 0.064 \text{ lps}$

III) Obem:

Consumo de agua dura : 0

IV) Tinajas chicas: (19-114)

$$\text{Consumo máximo mensual: } 2 * 35.48 = 70.96 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo diario: } \frac{70.96}{6*4.3} = 2.75 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo horario: } \frac{2.75}{86.4} = 0.03 \text{ lps}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo máximo horario para cada tina: } & \frac{0.03}{6} \\ & = 0.005 \text{ lps} \end{aligned}$$

V) Tinajas: (13-14)

$$\text{Consumo máximo mensual: } 2 * 52.38 = 104.76 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo diario: } \frac{104.76}{6*4.3} = 4.060 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo horario: } \frac{4.060}{86.4} = 0.047 \text{ lps}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo máximo horario para cada tina: } & \frac{0.047}{2} \\ & = 0.0235 \text{ lps} \end{aligned}$$

VI) Tinajas: (15-16)

$$\text{Consumo máximo mensual: } 2*144.90 = 289.8 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo diario: } \frac{289.8}{6*4.3} = 11.23 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo horario: } \frac{11.23}{86.4} = 0.13 \text{ lps}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo máximo horario para cada tina: } & \frac{0.13}{2} \\ & = 0.065 \text{ lps} \end{aligned}$$

VIII. Maquinaria:

Consumo máximo mensual: $2 * 25 = 50 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{50}{6*4.3} = 1.93 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{1.93}{86.4} = 0.021 \text{ lps}$

2.6.2.- Consumo de agua dura en la sección de acabados:

Según la evolución llevada a cabo en el capítulo 2, y el estudio llevado a cabo en el capítulo 2.2.2. Rendimiento de Producción en la sección de acabados, observamos que el rendimiento de la Máquina del proceso de acabado es de 50% de su capacidad productiva para el diseño de las redes de distribución de agua dura en la sección de acabados. Tomaremos la misma capacidad de Producción en dicha sección. Como consecuencia de ello, el consumo de agua dura en la sección de acabados es de :

Consumo máximo mensual de agua dura industrial en la sección de acabados es de : $2*2682.97 = 5.365.94 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario de agua dura industrial en la sección de acabados es de : $\frac{5,365.94}{6*4.3} = 207.98 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario de agua dura industrial
en la sección de acabados es de: $\frac{207.98}{86.4} =$
2.41 lps

2.6.2.1.- Consumo de agua dura industrial en las máquinas de proceso de acabados

1) Lavadoras de Cuerda (3)

Consumo máximo mensual: $2*1,185.195 = 2370.39 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{2370.39}{6*4.3} = 91.875 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{91.875}{86.4} = 1.067 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para c/lavadora: $\frac{1.067}{3}$
= 0.53 lps

11) Toberas (1)

Consumo máximo mensual: $2*355.065 = 790.13 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{790.13}{6*4.3} = 30.60 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{30.60}{86.4} = 0.354 \text{ lps}$

III) Lavadora de Ancho (2)

Consumo máximo mensual: $2 * 790.13 = 1580.63 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{1580.63}{6 * 4.3} = 61.25 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{61.25}{86.4} = 0.708 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para c/lavadora: $\frac{0.708}{2}$
 $= 0.236 \text{ lps}$

IV) Batanes (2)

Consumo máximo mensual: $2 * 180.34 = 360.68 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{360.68}{6 * 4.3} = 13.98 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{13.98}{86.4} = 0.162 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para c/batanes: $\frac{0.162}{2}$
 $= 0.081 \text{ lps}$

VI) Contricap

Consumo máximo mensual: $2 * 132.24 = 264.49 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{264.49}{6 * 4.3} = 10.25 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{10.25}{86.4} = 0.12 \text{ lps}$

2.6.3.- Consumo de agua blanda en la sección de tintorería:

Según el estudio elevado a cabo en el capítulo "2" y el estudio llevado a cabo en el capítulo 2.2.1 "Rendimiento de Producción en la sección de Tintorería", se ha llegado a conclusión que la capacidad productiva de las máquinas de proceso de teñido están trabajando al 50% de su capacidad, y por lo tanto para el diseño de las redes de alimentación de agua blanda, tomaremos el 100% de su capacidad productiva de dicha sección.

Consumo máximo mensual de agua Blanda en la sección de tintorería es:

$$2 * 3,976 = 7,952 \text{ m}^3$$

Consumo máximo diario de agua Blanda en la sección de tintorería es:

$$\frac{7,952}{6 * 4.3} = 308.217 \text{ M}^3$$

Caudal máximo horario de agua blanda en la sección de tintorería es :

$$\frac{308.217}{86.4} = 3.567 \text{ lps}$$

2.6.3.1.- Consumo de agua blanda industrial en las máquinas respectivas del proceso de teñido.

I) Tinajas (1-7) "Barcas" :

Consumo máximo mensual: $2 * 2,103.96 = 4,207.92 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{4,207.92}{6 * 4.3} = 163,097 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{163,097}{86.4} = 1.889 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para cada tina: $\frac{1.889}{6} = 0.315 \text{ lps}$

II) Tinajas "Ramas" (3)

Consumo máximo mensual: $2 * 645.9 = 1,241.8 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{1,121.8}{6 * 4.3} = 50.07 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{50.07}{86.4} = 0.579 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para cada tina: $0.579 = 0.193 \text{ lps}$

III - Uben:

$$\text{Consumo máximo mensual: } 2 * 452.8 = 905.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo diario: } \frac{905.6}{6 * 4.3} = 35.10 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo horario: } \frac{35.1}{86.4} = 0.406 \text{ lps}$$

IV - tinas: (13 - 114)

$$\text{Consumo máximo mensual: } 2 * 106.42 = 212.84 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo diario: } \frac{212.84}{6 * 4.3} = 8.249 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo horario: } \frac{8.249}{86.4} = 0.095 \text{ lps}$$

$$\text{Consumo máximo horario para cada tina: } \frac{0.095}{6} = 0.016 \text{ lps}$$

V) tinas: (13 - 14)

$$\text{Consumo máximo mensual: } 2 * 157.12 = 314.24 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo diario: } \frac{314.24}{6 * 4.3} = 12.179 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo máximo horario: } \frac{12.179}{86.4} = 0.141 \text{ lps}$$

$$\text{Consumo máximo horario para cada tina: } \frac{0.141}{2}$$

= 0.07 lps

VII) Tinas (13 ts)

Consumo máximo mensual: $7 * 434.2 = 3039.6 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{3039.6}{364.3} = 8.3705 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{8.3705}{36.4} = 0.230 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para cada tina: $\frac{0.230}{2}$
= 0.125 lps

VIII) Madepera:

Consumo máximo mensual: $2 * 75 = 150 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{150}{364.3} = 0.414 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{0.414}{36.4} = 0.067 \text{ lps}$

2.6.4.- CONSUMO DE AGUA BLANDA EN LA SECCIÓN DE ACABADOS.

= De acuerdo a la evolución llevada a cabo en el capítulo "2", el estudio llevado a cabo en el capítulo 2.2.2. Rendimiento en la sección de acabados. He llegado a la conclusión que esta sección está trabajando al 50% de su capacidad productiva, y por

ello para diseñar las redes de distribución de agua blanda en la sección de acabados, tomare como capacidad productiva de dicha sección al 100%.

- Consumo máximo mensual de agua blanda en la sección de acabados: $2 * 8048.923 = 16,097,846$ m³

- Consumo máximo diario de agua blanda en la sección de acabados: $\frac{16,097,846}{6 * 4.3} = 623,947$ m³

- Caudal máximo horario de agua blanda en la sección de acabados: $\frac{623,947}{36.4} = 17,141$ lps

2.6.4.1.* Consumo de agua blanda industrial en las máquinas de proceso de acabados

1) Lavadoras de Cuerda (3)

Consumo máximo mensual: $3 * 2,370,585 = 7,111,755$ m³

Consumo máximo diario: $\frac{7,111,755}{6 * 4.3} = 275,626$ m³

Consumo máximo horario: $\frac{275,626}{36.4} = 7,572$ lps

Consumo máximo horario para 07 lavadora: $7,572 * 3 = 22,716$ lps

= 1.063 lps

III) Lavadora: (1)

Consumo máximo mensual: $2 \times 1.185.195 = 2.370.39$

Consumo máximo diario: $\frac{2370.39}{6 \times 4.3} = 91.875 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{91.875}{66.4} = 1.063 \text{ lps}$

III) Lavadora de Ancho: (2)

Consumo máximo mensual: $2 \times 2370.39 = 4.740.78 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{4.740.78}{6 \times 4.3} = 183.75 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{183.75}{66.4} = 2.126 \text{ lps}$

Consumo máximo horario para 2 lavadora: $\frac{2.126}{2} = 1.063 \text{ lps}$

IV) Batanes: (2)

Consumo máximo mensual: $2 \times 2370.39 = 4.740.78 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{4.740.78}{6 \times 4.3} = 183.75 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{183.75}{66.4} = 2.126 \text{ lps}$

VI. Cofinerías

Consumo máximo mensual: $2 \times 396.727 = 793.454 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{793.454}{6 \times 4.3} = 30.75 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{30.75}{86.4} = 0.35 \text{ lps}$

2.6.4.2.- Consumo de Agua Blanca Industrial en los procesos adicionales en la industria textil.

1) Cizadora (máquinas de lavados)

Consumo máximo mensual: $2 \times 112 = 224 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{224}{6 \times 4.3} = 8.68 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{8.68}{86.4} = 0.10 \text{ lps}$

III sistema de aire acondicionado

Consumo máximo mensual: $2 \times 101.86 = 203.72 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario: $\frac{203.72}{6 \times 4.3} = 7.89 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{7.89}{86.4} = 0.091 \text{ lps}$

III) Cuarto de Humificado

Consumo máximo mensual: $2 \times 22.2 = 44.4 \text{ m}^3$

Consumo máximo diario : $\frac{44.4}{6 \times 24} = 1.72 \text{ m}^3$

Consumo máximo horario: $\frac{1.72}{86.4} = 0.02 \text{ lps}$

2.7 DISEÑO DEL DIÁMETRO DE LA RED DE ALIMENTACION DE AGUA DURA INDUSTRIAL.

2.7.1 Diseño del diámetro, pérdida de agua y velocidades respectivas en la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de teñido: VER F 6.5

1) - TRAMO I-A (Salida del anque hidroneumático hasta el punto común "A", a la sección de Tintorería y acabados)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo I-A:

Caudal de salida del tanque hidroneumático :
3.46 Lps

Longitud del tramo I-A : 27.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo I-A

Aplicando la fórmula de Hazen y Willians obtenemos que:

Diámetro de la tubería de fierro galvanizado: 2 pulg.

Velocidad en el tramo I-A : 1.75 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-A:

Accesorios (F. Galv.)	Longitud equivalente (mt)
1 codo de 90° * 2"	2.841
1 llave compuesta de 2"	12.270
Total de longitud equivalente	15.111 mt
Longitud total : 27.5 + 15.111 =	42.61 mt

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo I-A es :
h_{IA}: 4.22 mt.

II) → TRAMO A-N (Red principal de la sección de Tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo A-N:

Caudal de salida : 1.05 Lps

Longitud del tramo A-N : 45 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo A-N

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería de fierro galvanizado: 1 1/2 pulg.

Velocidad en el tramo A-N : 0.79 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo A-N:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)	
1 "T" con salida bilateral de 2"	4.091
1 Reducción de 2" a 1 1/2"	0.432
Longitud Total equivalente	4.523 mt
Longitud total : 45 + 4.523 =	49,523

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo A-N es h_{AN} :
1.49 mt.

III) - TRAMO N-O (Red principal de la sección de Tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo N-O:

Caudal de salida en el tramo N-O: 1.05 Lps

Longitud del tramo N-O : 4 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo N-O

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería de fierro galvanizado:

1 1/2 pulg.

Velocidad en el tramo N-O 0.79 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo N-O:

Accesorios (F. Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Codo de 90° * 1 1/2"	2.159
1 llave compuerta de 1 1/2"	9.673
Longitud Total equivalente :	11.832 mt
Longitud total : 4 + 11.832 =	15,832

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo N-O es : h_{NO} :
0.47 mt.

IV) - TRAMO O-E (Red principal de la sección de Tintorería)

- Cálculo del diametro y velocidad en el Tramo O-P:

Caudal de salida en el tramo O-P : 1.05 Lps

Longitud del tramo O-P : 22.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo O-P

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería de fierro galvanizado:

1 1/2 pulg.

Velocidad en el tramo O-P : 0.79 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo O-F:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Codo de 90° * 1 1/2" 2.159

Longitud total : 22.5 + 2.159 = 24,659 mt

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo O-F es : h_{OF}: 0.74 mt.

V) - TRAMO F-Q (Red principal-inicio de la sección de Tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo F-Q:

Caudal de salida en el tramo F-Q : 1.05 Lps

Longitud del tramo F-Q : 4 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo F-Q

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería de fierro galvanizado:

1 1/2 pulg.

Velocidad en el tramo F-Q : 0.79 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo P-Q:

Accesorios (F. Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Codo de 90° * 1 1/2"	2.159
Longitud total : 4 + 2.159 =	6,159 mt

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo P-Q es : h_{PC}: 0.18 mt.

VI) - TRAMO Q-R (Red principal entre los Tops y las tinas en la sección de tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo Q-R:

Caudal de salida en el tramo Q-R : 1.02 Lps

Longitud del tramo Q-R : 5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo Q-R

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería de hierro galvanizado: 1 1/2 pulg.

Velocidad en el tramo Q-R : 0.79 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo Q-R:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud total : 5+3.109	= 8,109 mt

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo Q-R es : h_{QR}: 0.24 mt.

VII)- TRAMO R-S (Red principal entre las Tinajas de la sección tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo R-S:

Caudal de salida en el tramo R-S : 0.827 Lps

Longitud del tramo R-S : 5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo R-S

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería de fierro galvanizado: 1 1/2 pulg.

Velocidad en el tramo R-S : 0.66 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo R-S:

Accesorios (F. Galv) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2" 3.109

Longitud total $5 + 3.109 = 8,109$ mt

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo R-S es : hRS 0.16 mt.

VIII - TRAMO S-T (Red principal inicio de entrada a las barcas)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo S-T:

Caudal de salida en el tramo S-T 0.631 Lps

Longitud del tramo S-T : 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo S-T

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería de fierro galvanizado:

1 1/2 pulg.

Velocidad en el tramo S-T 0.48 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo S-T:

Accesorios (F.Galv)	Longitud equivalente (mt)
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
1 Codo de 90° * 1 1/2"	2.159
Llave compuerta de 1 1/2"	9.673
Total Longitud equivalente	14.941
Longitud total : 2.5+14.941 =	17.941

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo S-T es :
h_{ST} 0.24 mt.

IX)- TRAMO T'-T" (Red final de las barcas sección Tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo T'-T"

Caudal de salida en el tramo T'-T" 0.105 Lps
Longitud del tramo S-T : 5 mt.
Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo T'-T"

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo T'T", según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo T'T": 1 1/2"

Velocidad en el tramo T'-T" 0.09 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo T'-T" :

Accesorios (F.Galy)	Longitud equivalente (mt)
Llave compuerta de 1 1/2"	9.673
1 Codo de 90° * 1 1/2"	2.159
Total Longitud equivalente	11.832
Longitud total 5+11.832 =	16.832

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo T'-T" es $h_{T'-T''} = 0.10$ mt.

X)- TRAMO T"-T'" (Red de distribución entre las barcas - sección tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo T"-T'"

Caudal de salida en el tramo T"-T'" : 0.210 Lps

Longitud del tramo T"-T'" : 5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo T"-T'"

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo T"-T'", según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo T"-T'" : 1 1/2" pulg.

Velocidad en el tramo T"-T'" 0.20 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo T''-T' :

Accesorios (F.Galv)	Longitud equivalente (mt)
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2	3.109
Total Longitud :	3 + 3.109 = 6.109

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo T''-T' es :

$$h_{T''-T'} = 0.02 \text{ mt.}$$

XI)- IBANQ (I) - Caudal de distribución entre las barcas - sección (intermedia)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo T''-T

Caudal de salida en el tramo T''-T : 0.315 Lps

Longitud del tramo T''-T : 2.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo T''-T

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería del tramo T''-T, según diseño de las barcas es:

Diametro de la tubería del tramo T''-T:

1 1/2" pulg.

Velocidad en el tramo T''-T : 0.28 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I''-I :

Accesorios (F. Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
1 Llave Compuerta de 1 1/2"	9.673
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Total longitud equivalente :	15.891
Total Longitud : 2.5 + 15.891	= 18.391

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo I''-I es :
 $h_{I''-I} = 0.10$ mt.

XII).- TRAMO S'-S'' (Red de distribución entre las barcas - sección tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo S'-S''

Caudal de salida en el tramo S'-S'' : 0.13 Lps

Longitud del tramo S'-S'' : 5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo S'-S''

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo S'-S'', según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo S'-S'' :
1 1/2" pulg.

Velocidad en el tramo S'-S'' : 0.11 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo S'-S'' :

<u>Accesorios (E.Galy.)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 Llave Compuerta de 1 1/2"	9.673
1 Codo de 90° * 1 1/2"	2.159
Total longitud equivalente :	11.832
Total Longitud : 5 + 11.832	= 16.832

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo S'-S'' es : $h_{S'-S''} = 0.02$ mt.

XIII)- TRAMO S''-S''' (Red de distribución a las barcas - sección tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo S''-S'''

Caudal de salida en el tramo S''-S''' : 0.15 Lps
Longitud del tramo S''-S''' : 5 mt.
Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo S''-S'''

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo S''-S''', según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo S''-S''' :
1 1/2" pulg.

Velocidad en el tramo S''-S''' : 0.13 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo S'-S'' :

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Total Longitud : 5 + 3.109	= 8.109

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo S''-S''' es : h S''-S''' = 0.01 mt.

XIV)- TRAMO S'''-S (Red de distribución en las tinajas - sección tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo S'''-S

Caudal de salida en el tramo S'''-S : 0.197 Lps

Longitud del tramo S'''-S : 5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo S'''-S

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería del tramo S'''-S ,según diseño de las barcas es:

Diametro de la tubería del tramo S'''-S:

1 1/2" pulg.

Velocidad en el tramo S'''-S: 0.17 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo S''-S :

<u>Accesorios (F.Galy)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
2 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	6.218
1 llave compuerta de 1 1/2"	9.673
Longitud Total equivalente:	15.891
Longitud total : 5 + 15.891 mt	= 20.891

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo S''-S es : h
S''-S = 0.05 mt.

XV)- TRAMO R3-R2 (Red de distribución a las ramas - sección tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo R3-R2

Caudal de salida en el tramo R3-R2: 0.064 Lps

Longitud del tramo R3-R2 : 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo R3-R2

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo R3-R2 ,según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo R3-R2:

1 1/2" pulg.

Velocidad en el tramo R3-R2: 0.06 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo R3-R2:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)

1 llave compuerta de 1 1/2" 9.673

1 codo de 90° * 1 1/2" 2.159

Longitud Total equivalente: 11.832

Longitud total : 2.5 + 11.832 mt = 14.332

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo R3-R2 es :
 $h_{R3-R2} = 0.00429$ mt.

XVI)- TRAMO R2-R1 (Red de distribución a las ramas - sección tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo R2-R1

Caudal de salida en el tramo R2-R1: 0.128 Lps

Longitud del tramo R2-R1 : 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo R2-R1

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo R2-R1 ,según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo R2-R1:

1 1/2" pulg.

Velocidad en el tramo R2-R1: 0.11 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo R2-R1:

Accesorios (F.Galy) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
-----------------------------------	-------

Longitud Total equivalente: 3.109

Longitud total 2.5 + 3.109 mt = 5.609

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo R2-R1 es :

$h_{R2-R1} = 0.01$ mt.

XVII)- TRAMO R1-R (Red de distribución de las ramas)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo R1-R

Caudal de salida en el tramo R1-R: 0.193 Lps

Longitud del tramo R1-R : 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo R1-R

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo R1-R ,según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo R1-R:
1 1/2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:
Velocidad en el tramo R1-R: 0.17 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo R1-R:

<u>Accesorios (f. Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
2 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	6.298
1 llave compuerta de 1 1/2"	9.673
Longitud total equivalente:	15.891
Longitud total : 2.5 + 15.891 mt =	18.391

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo R1-R es $h_{R1-R} = 0.04$ mt.

XVIII1)- TRAMO 06-05 (Red de distribución a los tops - sección tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo 06-05

Caudal de salida en el tramo 06-05: 0.005 Lps
Longitud del tramo 06-05 : 1.25 mt.
Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo 06-05

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo 06-05 ,según diseño de las barcas es:

Diámetro de la tubería del tramo 06-05: 1 1/2"

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo 06-05: 0.004 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo Q6-Q5:

Accesorios (F.Galy)	Longitud equivalente (mt)
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total : 1.25 + 3.109 mt =	4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo Q5-Q6 es :
 $h_{Q5-Q6} = 0.27$

XIX)- TRAMO Q5-Q4 (Ped de distribución de las ramas)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo Q5-Q4

Caudal de salida en el tramo Q5-Q4: 0.01 lps

Longitud del tramo Q5-Q4 : 1.25 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado. $C = 100$. Para el tramo Q5-Q4

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo Q5-Q4 ,según el diseño de los Taps tenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo Q5-Q4:

1 1/2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo Q5-Q4: 0.008 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo Q5-Q4:

Accesorios (F.Galy): Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud total equivalente:	3.109
Longitud total : 1.25 + 3.109 mt =	4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : Q5-Q4 = 0 mt

XX)- TRAMO Q4-Q3 (Red de distribución a los tops)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo Q4-Q3

Caudal de salida en el tramo Q4-Q3: 0.015 Lps

Longitud del tramo Q4-Q3 : 1.25 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo Q4-Q3

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo Q4-Q3 ,según diseño de los Tops es:

Diámetro de la tubería del tramo Q4-Q3:

1 1/2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo Q4-Q3: 0.013 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo Q4-Q3:

Accesorios (F. Galv): Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total : 1.25 + 3.109 mt =	4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : Q4-Q3 = 0 mt.

XXI)- TRAMO Q3-Q2 (Red de distribución a los fops)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo Q3-Q2

Caudal de salida en el tramo Q3-Q : 0.02 Lps

Longitud del tramo Q3-Q2 : 1.25 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, C = 140. Para el tramo Q3-Q2

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo Q3-Q2 ,según diseño de los fops es:

Diámetro de la tubería del tramo Q3-Q2:

1 1/2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo Q3-Q2: 0.017 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 03-02:

<u>Accesorios (F.Galy)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total : 1.25 + 3.109 mt =	4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : 03-02 = 0 mt.

XXID) - TRAMO 02-01 (Red de distribución de los Tops)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo 02-01

Caudal de salida en el tramo 02-01: 0.025 Lps

Longitud del tramo 02-01 : 1.25 mt.

Tubería de Hierro galvanizado, C = 100. Para el tramo 02-01

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo 02-01 ,según diseño de los Tops es:

Diámetro de la tubería del tramo 02-01: 1 1/2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo 02-01: 0.022 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 02-01:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2" 3.109

Longitud Total equivalente: 3.109

Longitud total : 1.25 + 3.109 mt = 4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : 02-01 = 0 mt.

XXIII)- TRAMO 01-0 (Entrada a la red de distribución de los tops)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo 01-0

Caudal de salida en el tramo 01-0 : 0.03 Lps

Longitud del tramo 01-0 : 1.25 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo 01-0

Aplicando la fórmula de Hazen y Willians obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo 01-0 ,según diseño de los Tops es:

Diámetro de la tubería del tramo 01-0: 1 1/2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo 01-0: 0.03 mt/seg

obtenemos que:

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams

el tramo I-A

Tubería de Hierro galvanizado, $C = 100$. Para

Longitud del tramo I-A : 27.5 mt.

Caudal de salida en el tramo I-A: 0.46 Lps

Tramo I-A

- Cálculo del diámetro y velocidad en el

de acabados y tintorerías

coy, hasta el punto "A", como a la sección

1) - TRAMO I-A (salida del tanque hidroneumático)

LOS PROCESOS DE ACABADOS: Ver fig. 5

ALIMENTACION DE AGUA DURA INDUSTRIAL EN

VELOCIDADES RESPECTIVAS EN LA RED DE

2.7.2 DISEÑO DEL DIÁMETRO, PERDIDA DE CARGA Y

0 m/s

Perdida de carga en el tramo es 1.01-0 a

Aplicando Hazen y Williams tenemos que se

Longitud total : 1.25 + 15.891 = 17.141

Longitud total equivalente:

1 llave compuerta de 1 1/2" 9.678

2 "1" de paso bilateral de 1 1/2" 6.218

Accesorios (Elbow) longitud equivalente (mts)

Tramo 01-02:

- Cálculo de la pérdida de carga en el

Diametro de la tubería del tramo I-A: 2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo I-A: 1.55 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-A:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)

1 codo de 90° * 2" 2.841

1 Llave compuerta de 2" 12.270

Longitud Total equivalente: 15.11

Longitud total: 27.5 + 15.11 mt = 42.61

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{I-A} = 4.22$ mt.

II)- TRAMO A-B (Red principal hacia la seccion de acabados)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo A-B

Caudal de salida en el tramo A-B : 2.41 Lps

Longitud del tramo A-B : 5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo A-B

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería del tramo A-B: 2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo A-B: 1.17 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo A-B:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 2"	4.091
Longitud Total equivalente:	4.091
Longitud total: 50 + 4.09	= 54.091

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es: $h_{A-B} = 8.25$ mt.

III)- TRAMO B-C (Red Principal hacia la sección de acabados)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo B-C

Caudal de salida en el tramo B-C : 2.41 Lps

Longitud del tramo B-C : 5.05 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo B-C

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo B-C: 2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo B-C: 1.17 mt/seg

= Cálculo de la pérdida de carga en el tramo B-C:

Accesorios (F. Galv)	Longitud equivalente (mt)
1 codo de 90° x 2"	2.841
Longitud total equivalente:	2.841
Longitud total: $0 + 2.841$ mt =	7.841

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{B-C} = 0.47$ mt.

IV) - Tramo C-D (Red principal hacia la sección de abastecido)

= Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo C-D

Caudal de salida en el tramo C-D : 2.41 Lps

Longitud del tramo C-D : 19 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo C-D

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería del tramo C-D: 2" pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo C-D: 1.17 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo C-D:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 codo de 90°*2"	2.841
Longitud Total equivalente:	2.841
Longitud total: 19 + 2.841:	21.841

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{C-D} \equiv 1.31$ mt.

V)- TRAMO D-F (Red principal hacia la seccion de acabados)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo D-F

Caudal de salida en el tramo D-F : 0.292 Lps

Longitud del tramo D-F : 15 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo D-F

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo D-F: 1"pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo D-F: 0.52 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo D-F:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 2"	4.091
1 reducción de 2" * 1"	0.750
1 llave compuerta de 1"	6.364
1 codo de 90° * 1"	1.420
Longitud total equivalente:	12.625
Longitud total: 15 + 12.625	= 27.625

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{D-F} \equiv 0.80$ mt.

VI)- TRAMO E-F' (Red de salida a los batanes)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo E-F'

Caudal de salida en el tramo E-F' : 0.162 Lps

Longitud del tramo E-F' : 7.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo E-F'

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo D-F: 3/4 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo E-F' : 0.48 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo F-F':

<u>Accesorios (f. Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 1"	2.045
1 reducción de 1" * 3/4"	0.216
Longitud Total equivalente:	2.261
Longitud total: 7.5 + 2.261	= 9.761

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{F-F'} = 0.34$ mt.

VII)- TRAMO F-G' (Red de salida a la Contricap)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo F-G'

Caudal de salida en el tramo F-G' : 0.13 Lps

Longitud del tramo F-G' : 17.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo F-G'

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo F-G': 1/2 pulg

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo F-G': 0.68 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo F-G:

Accesorios (F.Galv)	Longitud equivalente (mt)
1 "T" de paso bilateral de 1"	2.043
1 codo de 90° x 3/4"	1.090
Longitud Total equivalente:	3.959
Longitud total: 17.5 + 3.959	= 21.499

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo $h_{F-G} = 1.91$ mt.

VIII)- ISAGO F-G: (Red de salida a la Contricap)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo F-G:

Caudal de salida en el tramo F-G: 0.13 Lps

Longitud del tramo F-G: 17.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo F-G:

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo F-G: 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo F-G: 0.68 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo F-G:

<u>Accesorios (ft. Galvi)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 1"	2.045
1 reducción de 3/4" * 1/2"	0.854
1 codo de 90° * 3/4"	1.090
Longitud Total equivalente:	3.999
Longitud total: 17.5 + 3.999	= 21.499

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : h F-G' = 1.91 mt.

VIII) TRAMO G-H = 1 tubería de distribución a las lavadoras

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo H-I

Caudal de salida en el tramo H-I : 0.13 Lps

Longitud del tramo H-I : 2.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo H-I

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo H-I: 1 1/2".

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo H-I: 0.40 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo H-I

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 Llave compuerta de 1 1/2"	9.673
1 codo de 90° * 1 1/2"	2.159
Longitud Total equivalente:	11.832
Longitud total: 2.5 + 11.832	= 14.332

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{H-I} = 0.14$ mt.

IX) TRAMO "I-J" (Red de distribución a las lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo I-J

Caudal de salida en el tramo I-J : 1.06 Lps

Longitud del tramo I-J 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo I-J

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo I-J: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo I-J: 0.80 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-J:

Accesorios (F. Galv) Longitud equivalente (mt)

1 "1" de paso Bilateral de 1 1/2	3.109
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total: 2.5 + 3.109	= 5.609

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : h_{I-J} 0.21 mt.

X)- TRAMO "J-O" (Fed de entrada inicial a las lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo J-O

Caudal de salida en el tramo J-O : 1.41 Lps

Longitud del tramo J-O : 1.50 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo J-O

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería del tramo J-O: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo J-O: 1.05 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo J-0:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)

2 "T" de paso bilateral de 1" 6.218

1 Llave compuerta de 1 1/2" 9.673

Longitud total equivalente: 15.891

Longitud total: 1.5 + 15.81 = 17.391

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{J-0} \cong 1.06$ mt.

XI) TRAMO "M-L" (Red final de distribución de las lavadoras)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo M-L

Caudal de salida en el tramo M-L : 0.256 Lps

Longitud del tramo M-L : 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo M-L

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo M-L: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo M-L: 0.17 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo M-L:

<u>Accesorios (F.Galy)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 llave compuerta de 1 1/2"	9.673
1 codo de 90° * 1 1/2	2.159
Longitud Total equivalente:	11.832
Longitud total: 2.5 + 11.832	= 14.332

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : hM-L
0.04 mt.

XII - TRAMO "L-K" (Red de distribución a las lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo L-K

Caudal de salida en el tramo L-K 0.472 Lps

Longitud del tramo L-K : 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo L-K

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo L-K: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo L-K: 0.36 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo L-K:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2 3.109

Longitud Total equivalente: 3.109

Longitud total: 2.5 + 3.109 = 5.609

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{L-K} \equiv 0.05$ mt.

XIII)- TRAMO "K-D" (Red inicial las lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo K-D'

Caudal de salida en el tramo K-D': 0.708 Lps

Longitud del tramo K-D': 1.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo K-D'

Aplicando la fórmula de Hazen y Willians obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo K-D': 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo K-D': 0.53 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo K-D':

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt.)</u>
2 "T" de paso bilateral de 1"	6.218
1 Llave compuerta de 1 1/2"	9.673
Longitud Total equivalente:	15.891
Longitud total: 1.5 + 15.81	17.391

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{K-D'} = 0.31$ mt.

XIV) TRAMO "D-D'" (Entrada de la red principal a las lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo D-D'

Caudal de salida en el tramo D-D' 2.118 Lps

Longitud del tramo D-D' 0.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo D-D'

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo D-D': 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo D-D': 1.60 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo D-D':

Accesorios (K-valve)	Longitud equivalente (m)
1 "T" de paso bilateral de 2"	4.091
1 reducción de 2" a 1 1/2"	0.432
Longitud total accesorios:	4.523
Longitud total: 4.5×0.127	= 5.023

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : HD-D' 0.88 mt.

2.7.3 CALCULO DE LA PRESION DE TRABAJO, PARA EL DISEÑO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO Y BOMBA RESPECTIVA, EN LA RED DE ALIMENTACION DE AGUA DURA PARA LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA. Ver Fig. 5

2.7.3.1 Cálculo de la presión de trabajo en los puntos más desfavorables de las secciones de Tintorería y Acabados respectivamente.

I) Cálculo de la presión en los puntos más desfavorables de las reacciones de tintorería :

Punto "I-T'" (Salida del tanque hidroneumático a las barcas)

Ps: Presión de trabajo de las barcas = 2 mt

De acuerdo a los diseños realizados en el capítulo 2.7.1.- diseño del diametro, pérdida de carga y velocidades respectivas en la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de teñidos" Tenemos que la pérdida de carga respectivas en la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de teñido es de:

Pérdida de carga en el tramo "I-A" : $h_{IA} = 4.22$ mt

Pérdida de carga en el tramo "A-N" : $h_{AN} = 1.49$ mt

Pérdida de carga en el tramo "N-O" : $h_{NO} = 0.47$ mt

Pérdida de carga en el tramo "O-P" : $h_{OP} = 0.74$ mt

Pérdida de carga en el tramo "P-Q" : $h_{PQ} = 0.18$ mt

Pérdida de carga en el tramo "Q-R" : $h_{QR} = 0.24$ mt

Pérdida de carga en el tramo "R-S" : $h_{RS} = 0.16$ mt

Pérdida de carga en el tramo "S-T" : $h_{ST} = 0.24$ mt

Pérdida de carga en el tramo "T-T'" : $h_{TT'} = 0.13$ mt

Altura geometrica tramo "N-O" = 4 mt

Presión final en la red I-T' es igual:

$$P = h_{IA} + h_{AN} + h_{NO} + h_{OP} + h_{OQ} + h_{OR} + h_{RS} + h_{ST} \\ + h_{T'} + 4 + P_s$$

$$P = 4.22 + 1.49 + 0.47 + 0.74 + 0.24 + 0.18 + 0.24 \\ + 0.16 + 0.24 + 0.13 + 4 + 2 = 13.87$$

Presión en el punto I-T'

$$P : 13.87 \text{ mt}$$

Punto "I-S' (Salida del tanque hidroneumático hacia la salida a las tinas)

P_s : Presión de trabajo de las tinas = 2 mt

Las pérdidas de carga evaluados en el capítulo 2.7.1, en la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de teñidos" . es de:

Pérdida de carga en el tramo "I-A" : $h_{IA} = 4.22$ mt

Pérdida de carga en el tramo "A-N" : $h_{AN} = 1.49$ mt

Pérdida de carga en el tramo "N-O" : $h_{NO} = 0.47$ mt

Pérdida de carga en el tramo "O-P" : $h_{OP} = 0.74$ mt

Pérdida de carga en el tramo "O-R" : $h_{OR} = 0.24$ mt

Pérdida de carga en el tramo "P-RQ" : $h_{QR} = 0.18$ mt

Pérdida de carga en el tramo "R-S" : $h_{RS} = 0.16$ mt

Pérdida de carga en el tramo "S-S'" : $h_{SS'} = 0.06$ mt

Altura geométrica en la sección de tintorería:

4mt

Presión final en la red I-S' es igual:

$$P = h_{IA} + h_{AN} + h_{No} + h_{OP} + h_{OR} + h_{FO} + h_{RS} + h_{SS'} + 4 + P_s$$

$$P = 4.22 + 1.49 + 0.47 + 0.74 + 0.24 + 0.18 + 0.16 + 0.06 + 4 + 2$$

$$P = 13.56 \text{ mt}$$

Presión en el punto I-S'

$$P : 13.56 \text{ mt}$$

II) Cálculo de la presión de trabajo en los puntos más desfavorables de la sección en acabados:

Punto "I-G'" (desde salida del tanque hidroneumático, hasta la salida de las contricap)

$$P_s \quad \text{Presión de trabajo en la Contricap} = 2 \text{ mt}$$

De acuerdo a los diseños realizado en el capítulo 2.7.2.- diseño del diametro, pérdida de carga y velocidades respectivas en la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de acabados". Tenemos que la pérdida de carga respectivas en la red de alimentación en la sección "I-G'" es:

Pérdida de carga en el tramo "I-A" : $h_{IA} = 4.22$ mt

Pérdida de carga en el tramo "A-B" : $h_{AB} = 3.25$ mt

Pérdida de carga en el tramo "B-C" : $h_{BC} = 0.47$ mt

Pérdida de carga en el tramo "C-D" : $h_{CD} = 1.31$ mt

Pérdida de carga en el tramo "D-F" : $h_{DF} = 0.90$ mt

Pérdida de carga en el tramo "F-G" : $h_{FG} = 1.91$ mt

Altura geométrica de la sección de lavadoras:
5 mt.

Presión final en la red debe ser igual:

$$P = h_{IA} + h_{AB} + h_{BC} + h_{CD} + h_{DF} + h_{FG} + 5 + P_s$$

$$P = 4.22 + 3.25 + 0.47 + 1.31 + 0.90 + 1.91 + 5 + 2$$

$$P = 18.96 \text{ mt}$$

Presión en el punto "I-S'":

$$P = 18.96 \text{ mt}$$

= Punto "I-S'" (salida del tanque hidroneumático hasta la salida de las lavadoras)

P_s : Presión de trabajo de las barcas = 2 mt

Las pérdidas de cargas en el capítulo 2.7.2.

de la red de alimentación de agua dura industrial en los procesos de acabados" es de :

Pérdida de carga en el tramo "I-A" : $h_{IA} = 4.22$ mt

Pérdida de carga en el tramo "A-B" : $h_{AB} = 3.25$ mt

Pérdida de carga en el tramo "B-C" : $h_{BC} = 0.47$ mt

Pérdida de carga en el tramo "C-D" : $h_{CD} = 1.31$ mt

Pérdida de carga en el tramo "D-D'": $h_{FD} = 0.68$ mt

Pérdida de carga en el tramo "D'-H": $h_{HD} = 1.06$ mt

Altura geométrica tramo "I-H" = 5 mt

Presión final en la red I-H es igual:

$$P = h_{IA} + h_{AB} + h_{BC} + h_{CD} + h_{DD'} + h_{D'H} + P_s + 5$$

$$P = 4.22 + 3.25 + 0.47 + 1.31 + 0.68 + 1.06 + 2 + 5$$

$$P = 17.99 \text{ mt}$$

Presión en el punto I-H

$$P : 17.99 \text{ mt}$$

III) Presión de trabajo en el sistema de tanque hidroneumáticos, para la alimentación de agua dura industrial, en los procesos de tintorería y acabados respectivamente. En la industria textil proyectada.

Se observa la evaluación que he llevado a cabo en el presente capítulo se observa que la mayor presión de trabajo requerido en los puntos más desfavorables (Punto I-T', Punto I-S', Punto I-G', Punto I-H)

De los procesos de teñido y acabados es la referida al punto I-G' y pertenece a la sección de acabados y en las salidas de la CONTRICAP. Por lo tanto la presión mínima de trabajo del tanque hidroneumático es de $P = 18.96$ mt.

2.7.3.2 Cálculo de la potencia de la bomba requerida para la alimentación de agua dura industrial en el tanque hidroneumático.

Según la evaluación llevada a cabo en el capítulo "2.7.3.1 - III" tenemos que la presión mínima requerida es de = 19.96 mt (3) 26.92 lb/pulg². además tenemos que:

Usaremos un sistema de tanque hidroneumático para la alimentación de agua dura industrial en los procesos respectivos de la industria textil y por lo tanto, el tanque hidroneumático requiere de variaciones de presiones mínima y presiones máximas.

Presión Máxima- Presión Mínima: 20 lb/pulg²... I
 Presión Mínima : 26.92 lb/pulg² II

De I y II tenemos que:

Presión máxima : 46.92 lb/pulg²

- Cálculo de la Potencia de la Bomba:

$$H : \text{Presión Máxima} = 46.92 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * 0.703 \frac{\text{mt}}{\text{lb/pulg}^2}$$

$$H : 32.98 \text{ mt.}$$

- q : Caudal de agua requerida = 3.46 lps.
- e : eficiencia teórica de la bomba = 0.6
- p : peso específico del agua.

$$\text{Potencia de la Bomba : } \frac{\gamma * Q * H}{76 * e}$$

$$\text{Potencia de la Bomba: } \frac{3,46 * 32,98}{76 * 0,6} = 2,5 \text{ HP}$$

Potencia de la Bomba : 2,5 HP

2.7.3.3. Diseño del sistema sanitario del tanque hidroneumático para la alimentación de agua para industrial en los procesos respectivos de la industria textil.

- Para el siguiente diseño del sistema del tanque hidroneumático tomare algunos parámetros evaluados anteriormente en el presente Capítulo "2".

Caída de máxima demanda requerida de agua dura : 3,46 lps \approx 12,06 m³/h.

Presión de arranque de la bomba :
20,92 lb/pulg² \approx 1,49 Kg/cm²

Presión de parada de la Bomba :
46,92 lb/pulg² \approx 3,30 Kg/cm²

Diseño del sistema sanitario del tanque hidroneumático:

A) SELECCION DE LA BOMBA (según catálogo de Hidrostat)

$h = 40$ mt (altura dinámica total)

$Q = 4.0$ lps (caudal de impulsión de la bomba)

$\phi = 146$ mms.

Eficiencia de la bomba : 55%

Potencia de la Bomba : 4 H.P

NPSH disponible \geq NPSH requerido (ver pag.Nº)

Modelo 32-125

Velocidad : 3450 RPM.1

B) SELECCION DEL No MAXIMO PERMITIDO DE ARRANQUES POR HORAS DE LA BOMBA SELECCIONADA.

Según recomendaciones del fabricante de bombas marca Hidrostat, para la bomba requerida en el inciso "A", tenemos que el número de arranques requerido por hora de la bomba es de:

No ARRANQUES/Hora = 6

C) CALCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE HIDRONEUMATICO PARA LA BOMBA DISEÑADA, DE 6 ARRANQUES POR HORA.

Utilizando Gráficos para selección de tanques Hidroneumáticos en función del No máximo de arranques por hora de la bomba seleccionada, tenemos que:

Q : consumo máximo de agua dura industrial =
12.48 m³/h

V_t : Volumen del tanque hidroneumático.

Según gráfico respectivo tenemos lo siguiente:

$$q = 6.5 \text{ gal. (IP) } \times 2.27$$

- Reemplazando datos y despejando el volumen del tanque hidroneumático de (1) tenemos lo siguiente:

$$\text{Volumen del tanque hidroneumático } V_t: \frac{12.48}{6.5} =$$
$$= 1.92 \text{ m}^3$$

Transformando unidades tenemos:

Como: 1 m³ = 264 galones americanos (gal.USA)

Entonces: 1.92 m³ = 264 × 1.92 = 506.88 gal (USA)

Volumen del tanque hidroneumático: 506.88 gal.USA

d) SELECCIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL TANQUE Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR ADECUADO.

Utilizando gráficos de dimensiones normalizadas para la construcción del tanque neumático y características de las compresoras adecuadas, tenemos:

- Según gráfico la capacidad más cercana requerida es de 560 galones USA, con 36" de diámetro por 10 pies de largo.

- Este tanque requiere de un compresor capaz de producir 1.5 pies³ de aire por minuto a 100 Lb/pulg² y debe ser accionado por un motor eléctrico de 1/2 de HP.

E) CALCULO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PRODUCIDO ENTRE CADA ARRANQUE Y PARADA DE BOMBA.

Vt: Volumen del tanque hidroneumático.

Pp: Presión de parada del tanque hidroneumático.

Pa: Presión de arranque del tanque hidroneumático.

CA: Capacidad de almacenamiento del tanque hidroneumático.

$$CA = \frac{0.8 Vt (Pp - Pa)}{Pp + 1} \quad (I)$$

Reemplazando datos en (I) tenemos que:

$$CA = \frac{0.8 * 2.12 * (3.30 - 1.89)}{3.30 + 1} = 0.556 \text{ m}^3$$

Finalmente tenemos que la capacidad de almacenamiento del tanque hidroneumático es de - 0.556 * 264 = 146.81 galones USA.

F) VOLUMEN OCUPADO POR EL AIRE AL ARRANQUE Y PARADA DE LA BOMBA EN EL TANQUE HIDRONEUMÁTICO.

Pa: Presión de arranque = 1.89 KG/cm²

Pp: Presión de parada = 3.30 Kg/cm²

Vp: Volumen de parada = ?

Va: Volumen de arranque = (0.556 + Vp)m³

Mediante la siguiente ecuación tenemos que:

$$PaVa = PpVp \quad \dots\dots (1)$$

Reemplazando valores

$$\frac{1.89}{3.3} = \frac{Vp}{0.556 + Vp}$$

$$Vp = 0.745 \text{ m}^3$$

Por lo tanto:

Volumen de Parada = 0.745 m³

Volumen de arranque = 1.301 m³

6) NIVELES DE OPERACION ALCANZADOS POR EL AGUA EN EL TANQUE SELECCIONADO.

Según los incisos anterior, tenemos que el tanque hidroneumático consta de las siguientes dimensiones:

Largo ó Alto : H = 10 pies = 3.04 mt

Diámetro : Ø = 36" = 0.9 mt

Sección Transv: S = 7.06 pies² = 0.656 m²

Capacidad de almacenamiento del T.H :

A = 0.556 m³

Volumen de arranque V_a : 1.301 m³

También el tanque hidroneumático se instalará en posición vertical y por lo tanto su sección transversal será constante.

$$h_a: \text{altura de arranque} = \frac{V_a}{S} = \frac{1.301}{0.656} = 1.98 \text{ mt}$$

$$h_A: \text{altura Aprovechable} = \frac{A}{S} = \frac{0.556}{0.656} = 0.85 \text{ mt}$$

$$h_p: \text{altura de Parada} = (h_a - h_A) = 1.13 \text{ mt}$$

$$h_r: \text{altura Remanente} = (h_t - h_a) = 1.06 \text{ mt}$$

Comprobación:

$$h_t = h_p + h_a + h_r$$

$$h_t = 1.13 + 0.85 + 1.06 = 3.04 \text{ mt}$$

H) POSICIÓN DE LOS ELECTRODOS EN EL TANQUE HIDRONEUMÁTICO.

- Tendrán Longitudes que resultan de las presiones (h_a) y (h_p) anteriormente calculadas.

- Vale decir que las extremidades de las válvulas o los contactos activos de los cables de conexión deberán quedar colgadas de la tapa del tanque, con los siguientes largos efectivos:

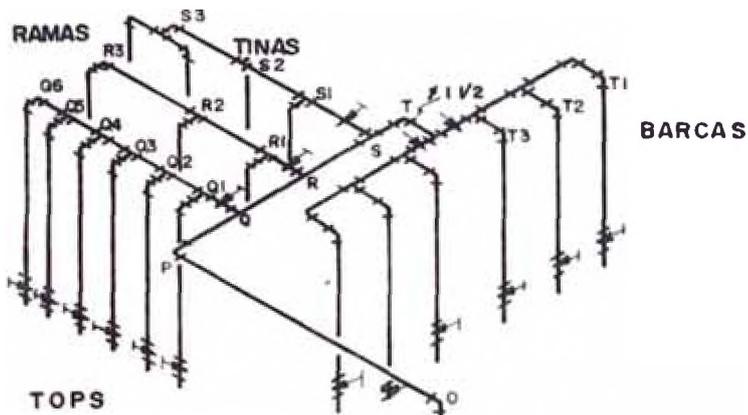
$h_a = 1.98 \text{ mt}$ para el electrodo de arranque

$h_p = 1.13 \text{ mt}$ para el electrodo de parada

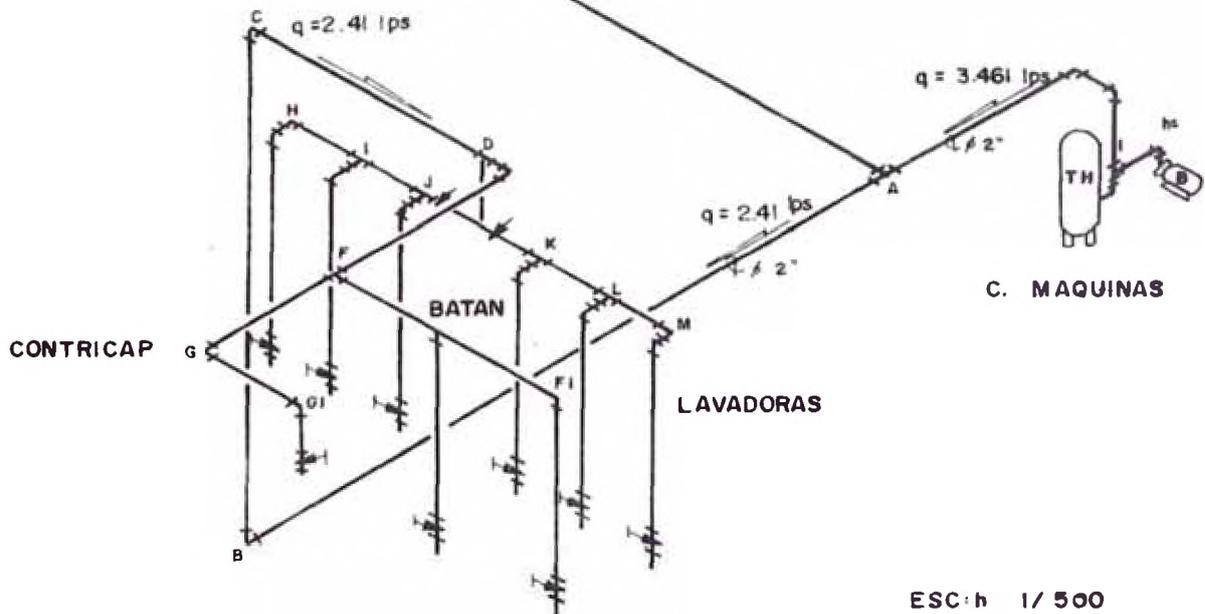
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA DURA INDUSTRIAL

GRAFICO N° 5

SEC. TINTORERIA



SEC. ACABADOS



ESC: h 1 / 500

ESC: v 1 / 100

2.8 DISEÑO DEL DIAMETRO DE LA RED DE ALIMENTACIÓN DE AGUA BLANDA INDUSTRIAL.

2.8.1 DISEÑO DEL DIAMETRO, PÉRDIDA DE CARGA Y VELOCIDADES RESPECTIVAS EN LA RED DE ALIMENTACIÓN DE AGUA BLANDA INDUSTRIAL EN EL PROCESO DE TEÑIDO: VER FIG. 6

1)- TRAMO "I-B" (Salida del tanque hidroneumático al punto elevado común a la sección de tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo I-B

Caudal de salida del tanque hidroneumático:
10.998 Lps

Longitud del tramo I-B: 15 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo I-B

Aplicando la fórmula de Hazen y Willians obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo I-B: 4 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo I-B: 1.35 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-B:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
4 "Codos de 90° * 4	22.728
1 Llave compuerta de 4"	25.454
Longitud Total equivalente:	48.20
Longitud total: 15 + 48.20	= 63.2

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{I-B} = 2.14$ mt.

II)- TRAMO "B-D" (Red principal de distribución a la sección de tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo B-D

Caudal de salida del tanque hidroneumático:
3.778 Lps

Longitud del tramo B-D: 37.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo B-D

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo B-D: 3 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo B-D: 0.82 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo E-D:

Accesorios (E. Gary)	Longitud equivalente (mt)
1 reducción de 4" * 3"	0.864
2 codos de 3"	8.520
2 "T" de paso bilateral de 3"	13.336
Longitud Total equivalente:	22.720
Longitud total: 37.5 + 22.72	= 60.22

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{f-E} = 1.14$ mt.

III) TRAMO "D-E" (Red principal de distribución a la sección de tintorería)

- Cálculo de presión y velocidad en el tramo D-E

Caudal en el tramo "D-E" : 3.758 Lps

Longitud del tramo D-E: 46.5 mt.

Tubería de Hierro galvanizado, $C = 100$. Para el tramo D-E

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diametro de la tubería del tramo D-E: 3 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo D-E: 0.81 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo D-E:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)

1 codo de 90° * 3 4.264

1 "T" de paso bilateral de 3" 6.136

Longitud Total equivalente: 10.40

Longitud total: 46.5 + 10.40 = 56.90

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{D-E} = 1.02$ mt.

IV)- TRAMO "E-G" (Red inicial a la sección de tintorería)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo E-G

Caudal en el tramo E-G:

Longitud del tramo E-G: 31 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo E-G

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo E-G: 3 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo E-G: 0.77 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo G-G'

Accesorios (F.Galv)	Longitud equivalente (mt)
1 codo de 90° x 3"	2.841
1 T de paso bilateral de 3"	6.136
1 llave compuerta de 3"	22.4
Longitud Total equivalente:	31.380
Longitud total = 31 + 31.38	= 62.38

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $hE-G = 1.04$ mt.

V) TRAMO G-I' (Red principal entre tops y tinajas)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo G-I

Caudal en el tramo G-I: 3.472 lps

Longitud del tramo G-I: 5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo G-I

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo G-I: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo G-I: 1.65 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo G-I:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 reducción de 3" * 2	0.648
1 "T" de paso bilateral de 2"	4.091
Longitud Total equivalente:	4.74
Longitud total: 5 + 4.74	= 9.74

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{G-I} = 1.07$ mt.

VI) TRAMO "I-J" (Red inicial entre las tinas)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo I-J

Caudal en el tramo I-J: 2.893 lps

Longitud del tramo I-J: 5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo I-J

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo I-J: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo I-J: 1.41 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-J:

Accesorios (ft. balv.)	Longitud equivalente (mt)
1 "1" de peso bilateral de 2"	4.091
Longitud total equivalente:	4.091
Longitud total: $L = 4.091$	= 9.09

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : h_{I-J} = 0.75 mt.

VIII- TRAMO J-K (Después de la entrada a las barras)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo J-K

Caudal en el tramo J-K: 2.295 lps

Longitud del tramo J-K: 2.5 mt.

Tubería de hierro galvanizado, C = 100. Para el tramo J-K

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo J-K: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo J-K: 1.11 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo J-K:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 2"	4.091
Longitud Total equivalente:	4.091
Longitud total: 2.5 + 4.091	= 6.59

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{J-K} = 0.35$ mt.

VIIID - TRAMO "K-Y" (Red de salida a las Obem)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo K-Y

Caudal en el tramo K-Y: 0.406 lps

Longitud del tramo K-Y: 7.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo K-Y

Segun el diseño de las Obem, tenemos que el diametro requerido para dichas máquinas es:

Diametro de la tubería del tramo K-Y: 1 1/2"

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo K-Y: 0.35 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo K-Y:

Accesorios y/o válvulas	Longitud equivalente (mt)
1 Reducción de 2" a 1 1/2"	0.750
1 codo de 90° a 1 1/2"	1.420
1 llave compuerta de 1 1/2"	6.364
Longitud total equivalente:	8.534
Longitud total: 7.5 + 8.534	= 16.03

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es: $h_{K-Y} = 0.15$ mt.

17) - TRAMO M-N: (Pérdida de distribución a los toques)

- Cálculo del caudal y velocidad en el tramo M-N:

Caudal en el tramo M-N: 0.015 lps

Longitud del tramo M-N: 1.75 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo M-N:

Según el diseño de los toques, tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo M-N: 1 1/2"

Aplicando velocidad: Caudal/área, tenemos que:

Velocidad en el tramo M-N: 0.013 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo M-N:

<u>Accesorios (F. Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 codo de 90° * 1 1/2	2.159
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
1 llave compuerta de 1 1/2	9.673
Longitud Total equivalente:	14.941
Longitud total: 1.25+ 14.941	= 16.18

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es $h_{M-N} = 0.0003$ mt.

X)- TRAMO "N-O" (Red de distribución de los tops)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo N-O

Caudal en el tramo N-O: 0.031 lps

Longitud del tramo N-O: 1.25 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo N-O

Segun el diseño de las Tops, tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo N-O: 1 1/2"

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo N-O: 0.027 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-J:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt)</u>
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total: 1.25 +3.109	= 4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{N-O} = 0.003$ mt.

XI)- TRAMO "O-P" (Red de distribución de los tops)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo O-P

Caudal en el tramo O-P: 0.047 lps

Longitud del tramo O-P: 1.25 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo O-P

Segun el diseño de las Tops, tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo O-P:

1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo O-P: 0.041 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo O-F:

<u>Accesorios (F.Galv)</u>	<u>Longitud equivalente (mt.)</u>
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2	3.109
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total: 1.25+ 3.109	= 4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{O-F} = 0.0007$ mt.

XID - IRAMQ "F-Q" (Red de distribución de los tops)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo F-Q

Caudal en el tramo F-Q: 0.063 lps

Longitud del tramo F-Q: 1.25 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo F-Q

Segun el diseño de las Tops, tenemos que el diametro requerido para dichas máquinas es:

Diametro de la tubería del tramo F-Q:

1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo F-Q: 0.055 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo B-C:

Accesorios (F.Galv) Longitud equivalente (mt)	
1 "T" de paso Bilateral de 1 1/2	3.105
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total: 1.25 + 3.109	= 4.359

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{D-P} = 0.0013$ mt.

XIII)- Tramo D-R (Red de distribución de los tops)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo D-R

Caudal en el tramo D-R: 0.079 lps

Longitud del tramo D-R: 1.25 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo D-R

Según el diseño de las tops, tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo D-R: 1 1/2"

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que: velocidad 0.070 m/s

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo Q-R:

Accesorios (F. Galv) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2 3.109

Longitud Total equivalente: 3.109

Longitud total: $1.25 + 3.109 = 4.359$

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es $h_{Q-R} = 0.0018$ mt.

XIV)- TRAMO "R-G" (Red de entrada a los sistemas de tops)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo R-G

Caudal en el tramo R-G: 0.095 lps

Longitud del tramo R-G: 1.25 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo R-G

Segun el diseño de las Tops, tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo R-G: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo R-G: 0.083 mt/seg

Calculo de la pérdida de carga en el tramo R-H

Accesorios (F.Galv): Longitud equivalente (mt)

1 Llave compuerta de 1 1/2"	9.673
1 "T" de paso bilateral de : 1/2"	3.109
1 reducción de 2 * 1 1/2"	0.750
Longitud Total equivalente:	13.62
Longitud total: 1.25+ 13.62	= 14.87

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{R-H} = 0.009$ mt.

XV)- TRAMO "U-I" (Red de distribución a las Ramas)

- Calculo del diámetro y velocidad en el tramo U-I

Caudal en el tramo U-I: 0.193 lps

Longitud del tramo U-I: 2.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo U-I

Segun el diseño de las Ramas tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo U-I: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo U-I: 0.17 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo U-T

Accesorios (F. Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Llave compuerta de 1 1/2"	19.526
1 un codo de 90° * 1 1/2"	2.159
1 "1" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud Total equivalente:	24.79
Longitud total: 2.5 + 24.79	= 27.29

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{U-T} = 0.055$ mt.

XVI)- TRAMO "I-S" (Red de distribución de las Ramas)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el tramo I-S

Caudal en el tramo I-S: 0.386 lps

Longitud del tramo I-S: 2.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Segun el diseño de las Ramas tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo I-S: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo I-S: 0.34 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-S:

Accesorios (F. Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 1 1/2 3.109

Longitud Total equivalente: 3.109

Longitud total: 2.5 + 3.109 = 5.609

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{T-S} = 0.045$ mt.

XVII)- TRAMO S-I (Red de distribución de las Ramas)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo S-I

Caudal en el tramo S-I: 0.579 lps

Longitud del tramo S-I: 2.5 mt.

Tubería de Hierro galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Segun el diseño de las líneas tenemos que el

diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo S-I: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo S-I: 0.51 mt/seg

Velocidad en el tramo X-M: 0.34 mt/seg
Aplicando velocidad: caudal/area, tenemos que:
pudra.

Diámetro de la tubería del tramo X-M: 1 1/2
diámetro requerido para dichas máquinas es:
Segun el ensayo de las líneas tenemos que el

el tramo

tubería de fierro galvanizado, C = 100. Para

longitud del tramo X-M: 2.5 mt.

Caudal en el tramo X-M: 0.34 mt/seg

tramo X-M

- Cálculo del diámetro X velocidad en el

línea)

XVIII: HAZER 12-11, HAZER DE DISTRIBUCION A LAS

0.272

perdida de carga en el tramo es: 1.48-18

Aplicando Hazer y Williams tenemos que la

Longitud total: 2.5 + 13.53 = 16.03

mt

Longitud total equivalente:

1 reducción de 2" a 1 1/2 0.750

1 línea completa de 1 1/2 9.673

1 "L" de paso lateral de 1 1/2 0.109

Reservorio (1.000 gal) longitud equivalente (mt)

tramo X-M

- Cálculo de la pérdida de carga en el

Velocidad en el tramo M-V: 0.94 mt/seg
Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:
puig.

Diametro de la tubería del tramo M-V: 1 1/2
diametro requerido para dichas máquinas es:

Segun el diseño de las finas tenemos que el

el tramo

Tubería de fierro galvanizado, C = 100. Para

Longitud del tramo M-V: 2.5 mt.

Caudal en el tramo M-V: 0.457 lps

[Tramo M-V

- Cálculo del diametro y velocidad en el

XIX) - TRAMO "M-V" (red de distribución a las
finas)

3.134 mt.

perdida de carga en el tramo es : HX-M=

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la

Longitud total: 2.5 + 19.20 = 16.7

Longitud total equivalente: 14.20

1 "1" de paso diámetro de 1 1/2" 3.109

1 un codo de 90° x 1 1/2" 1.420

1 llave compuerta de 1 1/2" 9.675

Accesorios (Cálculo Longitud equivalente (mt))

- Cálculo de la pérdida de carga en el
tramo X-M

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo V-J

Accesorios (Elbow) longitud equivalente (m):

1 "1" de paso bilateral de 1 1/2 3.109

Longitud total equivalente 3.109

Longitud total: 2.5 + 3.109 = 5.609

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : nueve 0.472 mt.

XX) - TRAMO "V-J" (Red de entrada a las tinajas)

- Cálculo del caudal y velocidad en el Tramo V-J

Caudal en el tramo V-J: 0.595 lps

Longitud del tramo V-J: 2.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo

Según el diseño de las barcas tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:
Diámetro de la tubería del tramo V-J: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo V-J: 0.52 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo V-J:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 "1" de paso bilateral de 2	4.091
1 Llave compuerta de 1 1/2	9.673
1 reducción de 2" a 1 1/2	0.750
Longitud total equivalente:	14.510
Longitud total: 2.5 + 14.510	= 17.01

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{V-J} = 0.313$ mt.

XXI) TRAMO "K1-K2" (red de distribución a las finas)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo K1-K2

Caudal en el tramo K1-K2: 2.315 lps

Longitud del tramo K1-K2: 2.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Segun el diseño de las Barcas tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo K1-K2: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo K1-K2: 0.27 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo
K1-K2

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Llave compuerta de 1 1/2"	9.673
1 un codo de 90° * 1 1/2"	1.420
1 "T" de paso bilateral de 1 1/2"	3.109
Longitud Total equivalente:	14.20
Longitud total: 2.5 + 14.20	= 16.2

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{K1-K2} = 0.091$ mt.

XXII)- TRAMO "K2-K3" (Red de distribución de las Ramas)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo

K2-K3

Caudal en el tramo K2-K3: 0.63 lps

Longitud del tramo K2-K3: 2. mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, C = 100. Para el tramo

Segun el diseño de las Barcas tenemos que el diámetro requerido para dichas máquinas es:

Diámetro de la tubería del tramo K2-K3: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo K2-K3: 0.55 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo

K2-K3:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 "I" de paso bilateral de 1 1/2	3.109
Longitud Total equivalente:	3.109
Longitud total: 2. + 3.109	= 5.109

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{K2-K3} = 0.103$ mt.

xx1113 TRAMO K3-K1 (Caso INICIAL de Barcas)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo

K3-K1

Caudal en el tramo K3-K1: 0.945 lps

Longitud del tramo K3-K1: 1 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Diámetro de la tubería del tramo K3-K1: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo K3-K1: 0.82 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo

K3-K1:

Accesorios (f. Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso bilateral de 2	3.091
1 Llave compuerta de 1 1/2	9.673
1 reducción de 2" * 1 1/2	0.750
Longitud Total equivalente:	13.53

mt

Longitud total: 1 +13.53 = 14.53

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{K3-K1} = 0.624$.

XXIV)- TRAMO "KJ-K" (Red de distribución de las Ramas)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo
KJ-K

Caudal en el tramo KJ-K: 1.889 lps

Longitud del tramo KJ-K: 1.25 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo KJ-K: 1 1/2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo KJ-K: 1.65 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo

KJ-K:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

2 "T" de paso bilateral de 2" 8.182

Longitud Total equivalente: 8.182

Longitud total: $1.25 + 8.182 = 9.432$

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es $h_{KJ-K} = 0.1452$ mt.

2.8.2.- DISEÑO DEL DIAMETRO, PERDIDA DE CARGA Y VELOCIDADES RESPECTIVAS EN LA RED DE ALIMENTACIÓN DE AGUA BLANDA INDUSTRIAL EN LOS PROCESOS DE ACABADOS: VER FIG.6

1) TRAMO "I-B" (Salida del tanque hidroneumático hacia el punto "B" común para la sección de acabados y tintorería)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo I-B

Caudal en el tramo I-B: 10.998 lps

Longitud del tramo I-B: 15 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo I-B: 4 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo I-B: 1.35 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo I-B

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

4 un codo de 90° * 4	22.728
1 Llave compuerta de 4" "	25.454
Longitud Total equivalente:	48.20
Longitud total: 15 + 48.20	= 63.2

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{I-B} = 2.14$ mt.

II) - TRAMO "B-M" (Red principal-entrada sección acabados)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo B-M

Caudal en el tramo B-M: 7.22 lps

Longitud del tramo B-M: 30 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo B-M: 3 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo B-M: 1.59 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo B-M:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 reducción de 3" a 4"	0.864
1 "T" de 3"	2.045
1 Clave compuerta de 3"	19.091
Longitud Total equivalente:	22
Longitud total: 30 + 22	= 52

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{B-M} = 3.33$ mt.

III)- TRAMO 'M-N' (Fed principal-entre los batanes y lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo M-N

Caudal en el tramo M-N: 0.841 lps

Longitud del tramo M-N: 15 mt.

Tubería de Hierro galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo M-N: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo M-N: 0.41 mt/seg

Velocidad en el tramo N-01: 0.54 m/seg
Aplicando velocidad Caudal/area, tenemos que:
pujg.

Diámetro de la tubería del tramo N-01: 1
obtenemos que:

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams
el tramo

factor de fricción determinado, $C = 100$. Para

Longitud del tramo N-01: 20 m.

Caudal en el tramo N-01 según sea

Tramo N-01

Cálculo del diámetro y velocidad en el

Tramo N-01 (sección de tubería a considerar)

$$= 0.14 \text{ m}^3$$

perdida de carga en el tramo es: 1.5 m

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la

$$\text{Longitud total: } 15 + 0.648 = 15.648$$

$$\text{Longitud total equivalente: } 0.648$$

$$\text{Reducción de } 0.648$$

sección relativa longitud equivalente (m)

Tramo N-01

- Cálculo de la pérdida de carga en el

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo N-O':

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 reducción de 2" * 1"	0.750
1 codo de 90° * 1	1.420
1 "T" de paso directo 1"	0.682
1 Llave compuerta de 1"	6.364
Longitud Total equivalente:	9.21
Longitud total: 20 + 9.21	= 29.21

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es $h_{N-O'} = 1.21$ mt.

V) - TRAMO "N-N'" (Red salida a los batanes)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo N-N'

Caudal en el tramo N-N': 0.485 lps

Longitud del tramo N-N': 10 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo N-N': 1 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo N-N': 0.88 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo N-N':

Accesorios (E.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 "T" de paso directo 1" 2.046

1 Llave compuerta de 1" 6.364

Longitud total equivalente: 8.41

Longitud total: $10 + 8.41 = 18.41$

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es: N-N' = 1.35 mt.

VI) - TRAMO (M-M') (Red de inicio a las maquinas lavadoras)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo M-M'

Caudal en el tramo M-M': 6.379 lps

Longitud del tramo M-M': 6.5 ,

tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo M-M': 3 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo M-M': 1.38 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo M-M':

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

2 "T" de paso lateral de 3"	12.27
Longitud Total equivalente:	12.272
Longitud total: 5 + 12.27	= 12.77

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{M-M'} = 0.63'$ mt.

VII) - TRAMO "T-S" (Red final de distribución a las lavadoras)

= Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo T-S

Caudal en el tramo T-S: 1.595 lps

Longitud del tramo T-S: 2,5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo T-S: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo T-S: 0.78 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo J-S:

Accesorios (E, Balv.) Longitud equivalente (mt):

1 Llave compuerta de 2" 12.270

1 codo de 90° x 2" 2.841

1 "T" de paso directo 2" 1.346

Longitud total equivalente: 16.460

Longitud total: 2.5 + 16.460 = 18.96

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es: $h_{T-S} = 0.53$ mt.

VIII) - TRAMO "S-R" (Red de distribución a las lavadoras)

- Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo S-R

Caudal en el tramo S-R: 3.15 lps

Longitud del tramo S-R: 2.5 mt.

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo S-R: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo S-R: 1.49 mt/seg

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo S-R:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Llave compuerta de 2"	12.270
1 "T" de salida lateral de 2"	4.091
1 "T" de paso directo 2"	1.346
Longitud Total equivalente:	17.71
Longitud total: 2.5 + 17.71	= 20.21

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{S-R} \equiv 1.84$ mt.

IX)- TRAMO "M'-R" (Red de distribución a las lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo M'-R

Caudal en el tramo M'-R: 4.254 lps

Longitud del tramo M'-R: 1.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que: .

Diámetro de la tubería del tramo M'-R: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo M'-R: 2.09 mt/seg

Velocidad en el tramo V-M: 0.35 mt/seg
 Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:
 (mtr)

Diametro de la tubería del tramo V-M:
 obtenemos que:

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams
 el tramo

Tubería de Hierro Galvanizado, $C = 100$. Para
 Longitud del tramo V-M: 2.5 mt .

Caudal en el tramo V-M: 0.709 lps
 Tramo V-M

- Cálculo del diámetro y velocidad en el
 lavadero:
 (X) - TRAMO "V-M" (Red de distribución a las

3.102 mtr
 pérdida de carga en el tramo es: $h_{M-R} =$

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la

Longitud total: $1.5 + 17 = 18.5$
 Longitud Total equivalente: 17.00

1 reducción de 2" a 3" 0.648
 1 "1" de salida lateral de 2" 4.091
 1 llave compuerta de 2" 12.270

Reservorio de salida Longitud equivalente (mtr)

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo
 M-R:

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo V-W:

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Llave compuerta de 2"	12.270
1 CODO DE 90° * 2"	2.84
1 "T" de paso directo 2"	1.346
Longitud Total equivalente:	16.46
Longitud total: 2.5 + 16.46	= 18.96

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{V-W} \equiv 0.11$ mt.

XI)- TRAMO "U-V" (Red de distribución a las lavadoras)

Cálculo del diámetro y velocidad en el Tramo U-V

Caudal en el tramo U-V: 1.418 lps

Longitud del tramo U-V: 2.5 mt.

Tubería de Fierro Galvanizado, $C = 100$. Para el tramo

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams obtenemos que:

Diámetro de la tubería del tramo U-V: 2 pulg.

Aplicando velocidad: Caudal/area, tenemos que:

Velocidad en el tramo U-V: 0.697 mt/seg

- Cálculo de la pérdida de carga en el tramo U-M':

Accesorios (F.Galv.) Longitud equivalente (mt)

1 Llave compuerta de 2"	12.270
1 "T" de SALIDA BILATERAL 2"	4.091
1 Reducción de 3" a 2"	0.648
Longitud Total equivalente:	17.00
Longitud total: 1.5 + 17	= 18.5

Aplicando Hazen y Williams tenemos que la pérdida de carga en el tramo es : $h_{U-M'} = 0.87$ mt.

2.8.3 CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE TRABAJO PARA EL DISEÑO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO Y BOMBA RESPECTIVA, EN LA RED DE ALIMENTACIÓN DE AGUA BLANDA PARA LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA. VER. FIG 6

2.8.3.1. Cálculo de la presión de trabajo, en los puntos más desfavorables de las secciones de tintorería y acabados respectivamente.

I) Cálculo de la presión en los puntos más desfavorables de la sección de tintorería

PUNTO IX (salida del tanque hidroneumático al final de la red de tinas)

Según evaluación llevado a cabo en el capítulo "2.8.1. diseño del diametro, pérdida de carga

Y velocidades respectivas en la red de alimentación de agua blanda industrial en los procesos de Teñidos". Tenemos que la pérdida de carga respectiva en la red de alimentación de agua blanda industrial en los procesos de teñidos es:

Pérdida de carga en el tramo "I-B: $h_{IB} = 2.14$

Pérdida de carga en el tramo "B-O: $h_{BO} = 1.14$

Pérdida de carga en el tramo "D-E: $h_{DE} = 1.02$

Pérdida de carga en el tramo "E-G: $h_{EG} = 1.04$

Pérdida de carga en el tramo "G-J: $h_{GJ} = 1.07$

Pérdida de carga en el tramo "I-J: $h_{IJ} = 0.75$

Pérdida de carga en el tramo "V-W: $h_{VW} = 0.47$

Pérdida de carga en el tramo "W-X: $h_{WX} = 0.134$

Altura geométrica en la red "I-X" o $h_g = 5$ mt

Presión final en la red I-X es igual:

$$P_s = h_{fIB} + h_{fBO} + h_{fDE} + h_{fEG} + h_{fGI} + h_{fIJ} + h_{fVW} + h_{fWX} + h_g + P_s$$

$$P_s = 2.14 + 1.14 + 1.02 + 1.04 + 1.07 + 0.75 + 0.47 + 0.134 + 5 + 2 = 14.76 \text{ mt}$$

Presión en la red I-X : 14.76 mt.

PUNTO I KI: (Salida del tanque hidroneumático hacia la red final de las barcas)

P_s : Presión de trabajo en las barcas = 2 mts.

Según evaluación llevada a cabo en el cap.

"2.8.1", tenemos que la pérdida de carga en la red de alimentación de agua blanda a la sección de barca es :

Pérdida de carga en el tramo "I-B: $h_{IB} = 2.14$ mt

Pérdida de carga en el tramo "B-D: $h_{BD} = 1.14$ mt

Pérdida de carga en el tramo "D-E: $h_{DE} = 1.02$ mt

Pérdida de carga en el tramo "E-G: $h_{EG} = 1.04$ mt

Pérdida de carga en el tramo "G-I: $h_{GI} = 1.07$ mt

Pérdida de carga en el tramo "I-J: $h_{IJ} = 0.75$ mt

Pérdida de carga en el tramo "J-K: $h_{JK} = 0.35$ mt

Pérdida de carga en el tramo "K-K1: $h_{KK1} = 1.45$ mt

Pérdida de carga en el tramo "K1-K1: $h_{K1K1} = 0.83$ mt

Altura geométrica en la red "i-K1": $h_g = 5$ mt

Presión final en la red i-K1 es igual:

$$P_s = h_{IB} + h_{BD} + h_{DE} + h_{EG} + h_{GI} + h_{IJ} + h_{JK} + h_{KK1} + h_{K1K1} + h_g + P$$

$$P_s = 2.14 + 1.14 + 1.02 + 1.04 + 1.07 + 0.75 + 0.35 + 1.45 + 0.83 + 5 + 2 = 16.79 \text{ mt}$$

II.- Cálculo de la presión en los puntos mas desfavorables de la sección de acabados: ver Fig. 6

PUNTO I-W (Salida de tanque hidroneumático hacia el final de la lavadoras)

Ps : Presión de trabajo en las lavadoras = 2 mts.

Según evaluación llevada a cabo en el cap.

"2.8.2", tenemos que la pérdida de carga

respectiva en la red I-W es de :

Pérdida de carga en el tramo "I-B: hIB = 2.14 mt

Pérdida de carga en el tramo "B-M: hBM = 3.33 mt

Pérdida de carga en el tramo "M-M: hMM' = 0.63 mt

Pérdida de carga en el tramo "M'N: hM'N = 1.33 mt

Pérdida de carga en el tramo "I-W: hIW = 5 mt

Altura geometrica en la red "I-W": hg = 5 mt

Presión final en la red I-W es igual:

$$P = hIB + hBM + hMM' + hM'N + hg + Ps$$

Reemplazando valores tenemos que:

$$Ps = 2.14 + 3.33 + 0.63 + 1.33 + 5 + 2 = 14.43 \text{ mt}$$

Presión en la red I-W 14.43 mt.

PUNTO I-O' (Salida del tanque hidroneumático hacia la salida del Contricap)

Ps: Presión de trabajo de la contricap = 2 mts.

Según evaluación llevada a cabo en el cap.

"2.8.2", tenemos que la pérdida de carga

respectiva en la red I-O' es de :

Pérdida de carga en el tramo "I-B: $h_{IB} = 2.14$ mt

Pérdida de carga en el tramo "B-M: $h_{BM} = 3.33$ mt

Pérdida de carga en el tramo "M-N: $h_{MN} = 0.14$ mt

Pérdida de carga en el tramo "N-O": $h_{NO} = 1.21$ mt

Altura geométrica en la red "I-O": $h_G = 5$ mt

Presión final en la red I-O es igual:

$$P_e = h_{IB} + h_{BM} + h_{MN} + h_{NO} + h_G + P_e$$

$$P_e = 2.14 + 3.33 + 0.14 + 1.21 + 5 + 2 = 13.82$$

Presión final en la red I-O: $P_e = 13.82$

III) Presión de trabajo en el sistema de tanque hidroneumático para la alimentación de agua blanda industrial, en los procesos de tintorería y acabados respectivamente, en la industria textil proyectada. Ver Fig.6

Según la evaluación llevado a cabo en el presente capítulo. Observamos que la presión de trabajo requerido por los procesos industriales respectivos en los puntos (I-X, J-K, I-W, I-O) más desfavorable de la red de agua blanda estudiada, tenemos que la mayor presión de trabajo se representa en el punto I-KI.

Presión final en el punto I-KI: 17 mt.

2.8.3.2.Cálculo de la potencia de la Bomba requerida para la alimentación de agua blanda industrial, en el tanque hidroneumático para los procesos industriales requeridos en la industria textil proyectada Ver. Fig 6

- Según el estudio de presiones llevado a cabo en el capítulo anterior "2.8.3.1", tenemos que la presión de trabajo mínima requerida es de 17 mt \approx 24.25 lb/pulg². Y además tenemos que: usaremos un sistema de tanque neumático para la alimentación de agua blanda industrial en los procesos respectivos de la industria textil y por lo tanto, el tanque hidroneumático requiere de variaciones de presiones mínimas.

Presión Max - Presión Min: 20 lb/pulg² I

Presión Mínima: 24.25 lb/pulg²II

De las ecuaciones I y II tomamos que:

Presión Máxima: 44.25 lb/pulg²

- Cálculo de la Potencia de la Bomba:

$$H = \text{Presión Máxima: } (44.25 \text{ lb/pulg}^2) * (0.703 \text{ m/lb/pulg}^2)$$

$$H = 31.107 \text{ mt}$$

$$Q = \text{Caudal de agua blanda requerida: } 10.99 \text{ lps}$$

$$e = \text{eficiencia teórica de la bomba} = 0.6$$

γ : Peso específico del agua.

Potencia de la Bomba: $\frac{\gamma * Q * H}{76 * 0.6}$ (HP)

Reemplazando valores tenemos que:

Potencia de la Bomba: $\frac{10.99 * 31.107}{76 * 0.6} = 75$ HP

Potencia de la bomba : 7.5 HP

2.8.3.3. Diseño del sistema sanitario del tanque hidroneumatico para la alimentación de agua blanda industrial en los procesos respectivos de la industria textil proyectada.

Para el diseño sanitario del tanque hidroneumático tomaremos algunos parámetros evaluados en el Capítulo 2

Caudal de Máxima demanda requerida de agua blanda: 10.99 lps $\langle \rangle$ 39.6 m³/h

Presión de arranque de la Bomba: 24.25 lb/pulg² $\langle \rangle$ 1.7 Kg/cm²

Presión de parada de la bomba: 44.25 lb/pulg² $\langle \rangle$ 3.05 kg/cm²

DISEÑO DEL SISTEMA SANITARIO DEL TANQUE
HIDRONEUMÁTICO.

a) Selección de la bomba: (según catálogo de Hidrostat)

h: altura dinámica total = 40 m.

Caudal de impulsión de agua blanda de la
bomba: 11 lps @ 150 m

Eficiencia de la bomba = 70%

NPSH disponible \geq NPSH requerido (ver pag N°

Modelo = 50 - 160 - 121

velocidad : 2950 R.P.M

b) Selección del Número máximo permitido de
arranque por hora de la bomba seleccionada:

Según recomendaciones del fabricante de Bomba
hidrostat. Para la bomba requerida en el inciso
"a)", tenemos que el número de arranques por
hora de la bomba seleccionada es de 6 veces
por hora.

c) Cálculo del volumen total del tanque
hidroneumático, para la bomba
seleccionada, para 6 arranques por hora.

Utilizando el gráfico para la selección del
tanque hidroneumático en función del número

máximo de arranques por hora de la bomba seleccionada tenemos que:

Q : Consumo máximo de agua blanda industrial
39.6 m³/h

V_t : Volumen del tanque hidroneumático

Según el gráfico respectivo tenemos lo siguiente:

$$\frac{Q}{V_t} = 6.5 \dots\dots\dots I$$

- reemplazando datos y despejando el volumen del tanque hidroneumático de (I) tenemos lo siguiente.

$$\text{Volumen del tanque hidroneumático: } V_t = \frac{39.60}{6.5} \\ = 6.10 \text{ m}^3$$

Transformando unidades tenemos que

$$1 \text{ m}^3 = 264 \text{ galones USA}$$

$$6.10 \text{ m}^3 = 264 * 6.1 = 1,610.4 \text{ galones USA}$$

Volumen del tanque hidroneumático: 1,610.4 galones USA.

D) Selección de las dimensiones del tanque hidroneumático y características del compresor adecuado.

- Usando el gráfico de dimensiones normalizadas para la característica del tanque hidroneumático y características del compresor adecuado tenemos lo siguiente:

- Según el gráfico, la capacidad más cercana requerida del tanque hidroneumático es de: 1,800 galones U.S.A - con 48" de diametro y 18 pies de largo, dicho tanque requiere de un compresor capaz de producir 7.5 pies³ de aire por minuto a 100 lb/pulg² y debe ser accionado por un motor electrico de 1 1/2 HP

E) Capacidad de almacenamiento producido entre cada arranque y parada de la bomba.

V_t : Volumen del tanque hidroneumático

P_p : Presión de parada del tanque hidroneumático

P_a : Presión de arranque del tanque hidroneumático

CA : Capacidad de almacenamiento del tanque Hidroneumático.

$$CA = 0.8 \frac{V_t (P_p - P_a)}{P_p + 1} \dots\dots\dots (I)$$

REEMPLAZANDO DATOS EN (I) TENEMOS QUE:

$$CA = 0.8 * 6.10 \frac{(3-1.7)}{3 + 1} = 1.586 \text{ m}^3$$

Finalmente tenemos que la capacidad de almacenamiento del tanque hidroneumático es de = 1.586 m³ <> 418.7 galones USA

F) Volumen ocupado por el aire al arranque y parada, de la bomba, en el tanque hidroneumático

Pa : Presión de arranque = 1.7 Kg/cm²

Pp : Presión de parada = 3 Kg/cm²

Vp : Volumen de parada = ?

Va : Volumen de arranque = (1.586 - Vp)

Mediante la siguiente ecuación tenemos que:

$$P_a * v_a = P_p * V_p \dots\dots\dots I$$

reemplazando valores en la ecuación (I)

tenemos que:

$$\frac{1.7}{3} = \frac{V_p}{1.586 + V_p}$$

despejando tenemos que : Vp = 2.07 m³

Por lo tanto:

Vp : Volumen de parada = 2.07

Va : Volumen de arranque = 3.656 m³

G) Niveles de operación alcanzada por el agua en el tanque seleccionado.

- Según los incisos anteriores, tenemos que el tanque hidroneumático consta de las siguientes

dimensiones:

largo o alto : $H = 18 \text{ pies} = 5.48 \text{ mt}$

Diametro : $D = 48'' = 1.20 \text{ mt}$

Sección Trans: $S = 12.17 \text{ p} = 1.13 \text{ m}^2$

Capacidad de
Almacenamiento
del T.H. $A = 1.586 \text{ m}^3$

También el tanque hidroneumático se instalará en posición vertical y por lo tanto la sección transversal será constante.

h_A : altura de arranque : $\frac{V_A}{S} = \frac{3.656}{1.13} = 3.24 \text{ mt}$

h_P : altura aprovechable $\frac{A}{S} = \frac{1.586}{1.13} = 1.40 \text{ mt}$

h_p : altura de parada : $(h_A - h_A) = 1.84 \text{ mt}$

h_r : altura remanente : $(H - h_A) = 2.24 \text{ mt}$

Comprobación:

$H = h_p + h_A + h_r$

$H = 1.84 + 1.40 + 2.24 = 5.48 \text{ mt.}$

H) Posición de electrodos en el tanque hidroneumático.

Tendrán longitudes que resultan de las presiones (h_A) y (h_p) anteriormente calculadas.

Vale decir que las extremidades de las válvulas o los contactos activos de los cables de conexión deberán quedar calzados de la tapa de arranque, con los siguientes largos efectivos:

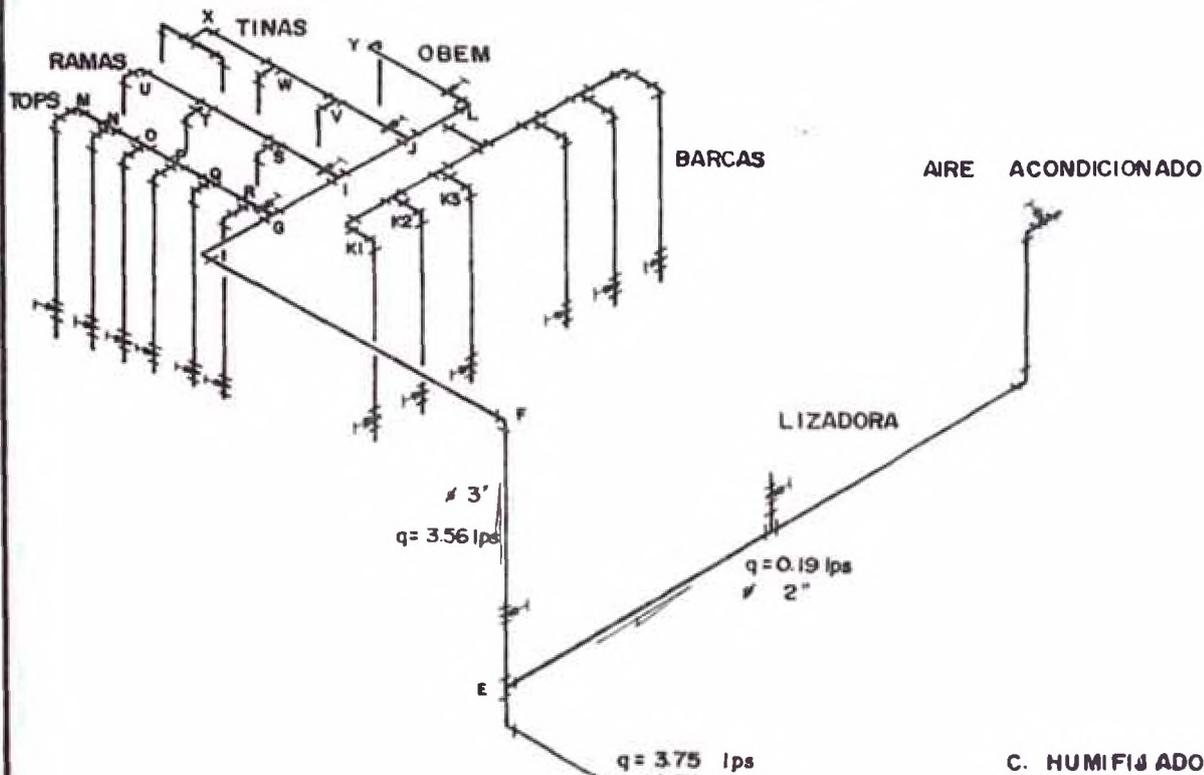
na : 3.24 mt - para el electrodo de arranque

no : 1.84 mt - para el electrodo de parada.

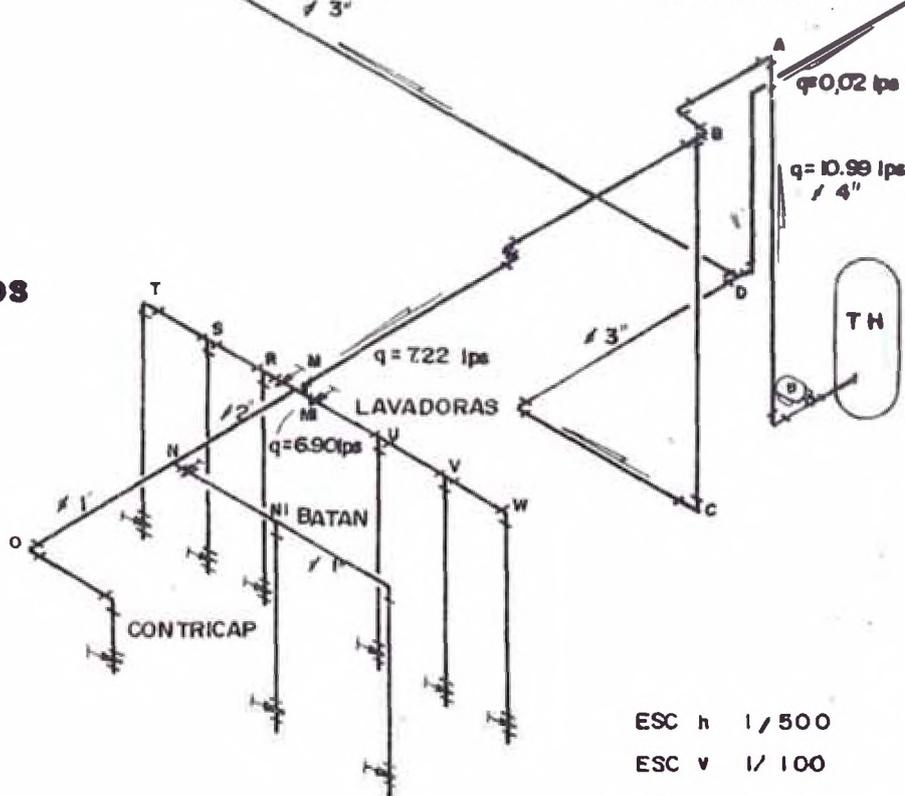
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA BLANDA INDUSTRIAL

GRAFICO N° 6

SEC. TINTORERIA



SEC. ACABADOS



ESC h 1 / 500

ESC v 1 / 100

2.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, RIEGO DE JARDINES Y SISTEMA CONTRA INCENDIO "EXTERNO"

2.9.1. Capacidad de almacenamiento del sistema proyectado para consumo humano riego de jardín y sistema contra incendio "externo" Ver fig.7

Según la evaluación llevada a cabo en el capítulo presente "2.3.3.6 Consumo de agua del personal en la industria textil" y el Capítulo "2.3.3.7 Consumo de agua para riego de jardines en la industria proyectada" tenemos los siguientes:

CONSUMO DEL PERSONAL	479 m3/mes
CONSUMO RIEGO DE JARDIN	37 m3/mes
CONSUMO TOTAL MENSUAL	516 m3/mes

$$\text{CONSUMO DIARIO} = \frac{516}{6 * 4.3} = 20 \text{ m}^3$$

Ademas tenemos según el Capítulo " 4 Sistemas contra incendio externo, de la Industria Textil".

Tenemos que dicho consumo es de:

Volumen de agua almacenada para incendio externo = 60 m³

2.9.2. Diseño de los sistemas de regulación de agua para consumo humano, riego de jardín y sistemas contra incendio "externo, en la industria proyectada"

Para los sistemas de regulación de agua en el presente Capítulo, tomaremos como sistemas económicos y prácticos un sistema de almacenamiento de agua compuesto de cisternas y tanque elevado.

1) Diseño de la cisterna de agua dura para consumo humano y riego de jardín y sistema contra incendio "externo".

- Según el R.N.C tenemos que:

- Capacidad de la Cisterna = $3/4 * 20 = 15 \text{ m}^3$

Además a la capacidad de la cisterna calculada, tenemos que sumarse el Volumen del sistema contra incendio "externo". Por lo tanto tenemos que :

Capacidad total de la cisterna : $15 \text{ m}^3 + 60 \text{ m}^3$
 $= 75 \text{ m}^3$

TOTAL VOLUMEN DE LA CISTERNA = $60 + 15 + 75 \text{ m}^3$

Dimensiones : H = 3 mt.

L = 5 mt.

A = 5 mt.

DISEÑO DEL SISTEMA

Segun EL REGISTRO NACIONAL DE CONSTRUCCION.
Tenemos que el volumen del tanque elevado es
de:

Capacidad del tanque elevado = $1/3 * 20$

VOLUMEN DEL TANQUE ELEVADO : 6.70 m³

Dimensiones :

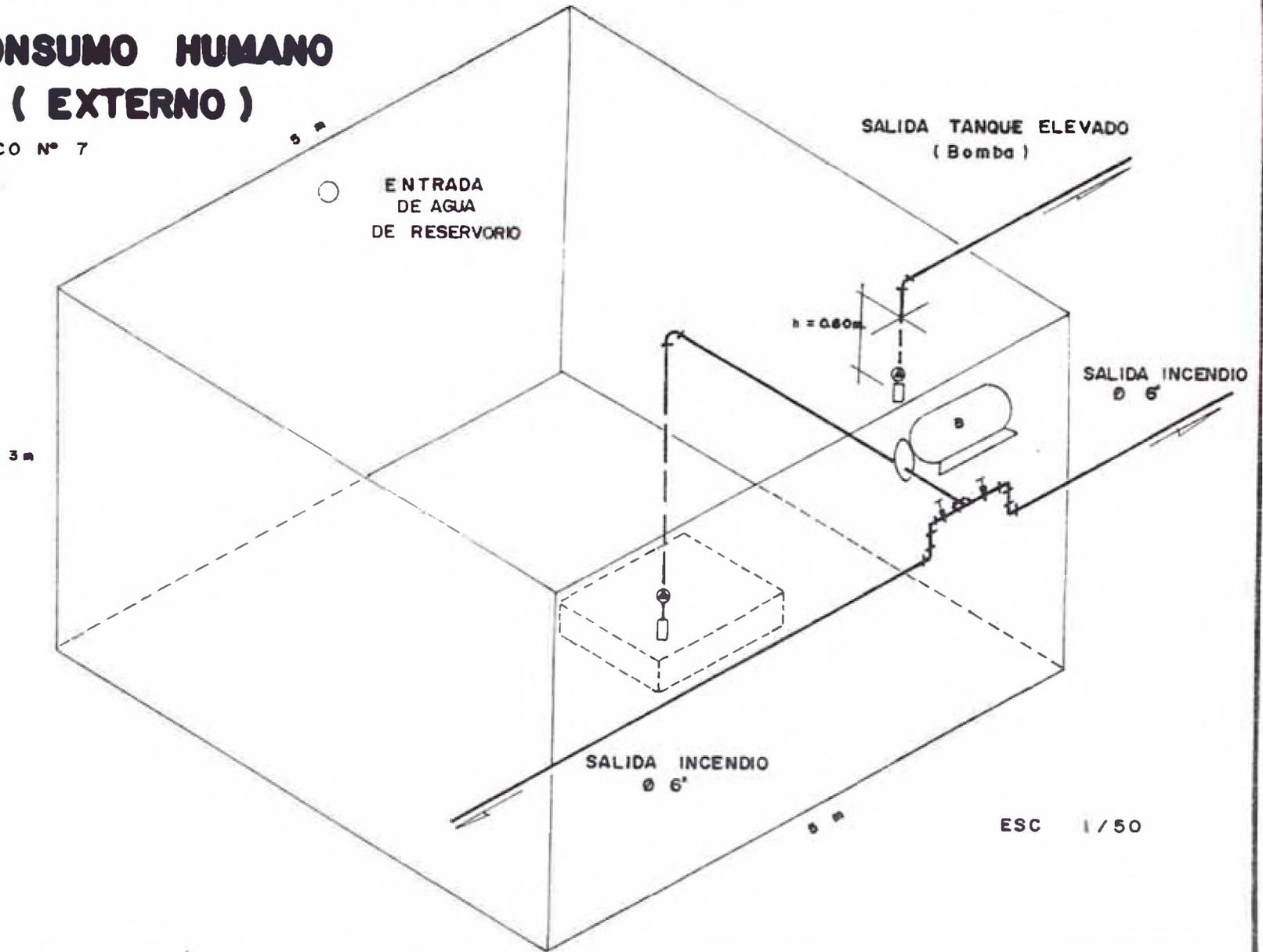
H = 1 mt.

L = 2.60 mt

A = 2.60 mt

CISTERNA CONSUMO HUMANO INCENDIO (EXTERNO)

GRAFICO Nº 7



2.10 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA DURA PARA CONSUMO HUMANO Y RIEGO DE JARDINES.

2.10.1 Número de aparatos sanitarios abastecidos de agua, para cada punto de salida de la red de distribución de agua para consumo humano y riego de jardines en la industria textil proyectada. Ver Fig.8

Según la evaluación llevada a cabo de los servicios higienicos y riego de jardines en la industria textil, conjuntamente evaluado con el Reglamento Nacional de construcciones "Título X - Instalaciones Sanitaria", tenemos que la industria textil consta de los siguientes puntos de salida en la red de distribuciones de agua:

I) Punto 17

- 1 inodoro con tanque
- 1 lavatorio
- 1 orinario

II) Punto 16 Sección Peinaduria

- 2 inodoros con tanque
- 2 lavatorios
- 1 orinario

- III) Punto 14 (S.H. Hombres-Costado Hil
4 inodoros con tanque
3 lavatorios
4 orinarios
- IV) Punto 13 (S.H.M. Obreras - Costado
de hilandería)
3 inodoros con tanque
3 lavatorios
- V) Punto 12 (S.H.h.Empleados Costado
de hilandería peinada)
2 inodoros con tanque
2 lavatorios
2 orinaros
- VI) Punto 11 (S.H.H.Empleados Costado
de hilandería peinada)
2 INODOROS
2 LAVATORIOS
- VII) Punto 10 Riego de jardines - Espal
de tejeduría)
2 caños
- VIII) Punto 9 (S.H.M.Espalda de Maestranz)
4 inodoros
5 llaves (lavatorio)

- IX) PUNTO 8 (S.H.H. Sección acabados)
5 inodoros
4 orinarios
6 llaves (lavatorio)
- X) Punto 7 (S.H.M. Baño principal)
4 inodoros
- XI) Punto 6 (S.H.M. Baño principal)
4 lavatorios
- XII) Punto 5 (S.H.M. Baño principal)
5 duchas
- XIII) Punto 4 (S.H.H. Baño principal)
7 orinarios
- XIV) Punto 3 (S.H.H. Baño principal)
Lavatorio múltiple (6)
- XV) Punto 2 (S.H.H. Baño principal)
9 inodoros
- XVI) Punto 1 (S.H.H. Baño principal)
10 duchas

XVII) Punto 18 (S.H.H entre almacen de
materia prima e hilander.
cardada)

Lavatorio múltiple (3)

5 inodoros

3 orinarios

XVIII) Punto 19 (S.H.M entre almacen de
materia prima e hilander.
cardada)

Lavatorio Múltiple (3)

5 inodoros

IXX) Punto 20

1 inodoro con tanque

1 lavatorio

1 orinario

2.10.2 CALCULO DEL DIAMETRO EN CADA PUNTO DE SALIDA DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y RIEGO DE JARDINES SEGUN R.N.C.

PUNTO	N. DE APARATOS SANITARIOS				DIAMETRO PARA C/APAR.SAN				SALIDA
	DUCHA	INODOROS	LAVAT	ORINAR.	DUCHA pulg	INOD pulg	LAVAT pulg	ORINAR pulg	
1	10				1/2	1/2			1 1/4
2		9				1/2			1 1/4
3			6				1/2		1
4				7				1/2	1
5	5		4		1/2		1/2		1
6			4				1/2		1
7		4				1/2			1
8		5	6	4	1/2	1/2	1/2		1 1/2
9		4	5		1/2	1/2			1 1/4
10									1
11		2	2		1/2	1/2			1
12		2		2	1/2	1/2	1/2		1
13		3	3		1/2	1/2			1
14		4	3	4	1/2	1/2	1/2		1 1/4
15									1
16		2	1	1	1/2	1/2	1/2		1
17		1	1	1	1/2	1/2	1/2		3/4
18		5	3	3	1/2	1/2	1/2		1 1/4
19		5	3		1/2	1/2			1 1/4
20		1	1	1	1/2	1/2	1/2		3/4

2.10.3. CALCULO DEL DIAMETRO, VELOCIDAD Y PERDIDAS DE CARGAS RESPECTIVAS EN LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y RIEGO DE JARDINES EN LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA. SEGUN R.N.C.

PUNTO	U. G.	Q. G.	Q J	Q F	L	Ø	V	hf
17 - 15	11	0.35	---	0.35	82.5	1	0.63	1.78
16 - 15	19	0.52	---	0.52	37.5	1	0.94	1.78
14 - 15	30	0.75	---	0.75	1.5	1	1.34	0.138
13 - 14	72	1.30	---	1.30	2.5	1 1/2	1.03	0.08
12 - 13	96	1.63		1.63	3.5	1 1/2	1.20	0.15
11 - 12	118	1.81		1.81	2.5	1 1/2	1.37	0.16
10 - 11	134	1.94		1.94	4.5	2 1/2	1.48	0.28
9 - 10	134	2.94	0.024	2.96	60	2	0.97	1.34
8 - 9	168	2.20	0.024	2.22	27.5	2	1.09	0.77
7 - 8	222	2.61	0.024	2.63	37	2	1.30	1.43
6 - 7	246	2.80	0.024	2.82	2.0	2	1.39	0.09
5 - 6	254	2.87	0.024	2.89	1.0	2	1.42	0.05
4 - 5	274	3.02	0.024	3.06	4.0	2	1.50	0.28
3 - 4	295	3.24	0.024	3.26	3.0	2	1.61	0.17
2 - 3	307	3.34	0.024	3.36	1.5	2	1.66	0.09
1 - 2	361	3.60	0.024	3.62	4.5	2	1.79	0.31
0 - 1	401	3.97	0.024	3.99	15.5	2 1/2	1.26	0.43
20 - 19	11	0.35	---	0.35	2.5	1	0.62	0.05
18 - 19	17	1.06	---	1.06	2.0	1	1.98	0.33
0 - 18	92	1.58	---	1.58	53.5	1 1/2	1.16	2.11
t - 0	493	4.612	0.024	4.636	10		1.44	0.65

2.10.4 Cálculo de la presión de diseño en la red de distribución de agua para consumo humano y riego de jardines. Ver fig. 8

Según evaluación llevada a cabo en el Capítulo "2.10.3", tenemos que la pérdida de carga en la red de distribución de agua dura para consumo humano y riego de jardines, en el punto más desfavorable es desde el baño principal hasta la oficina de tejeduría "punto 17" y es como sigue:

Pérdida de carga en el tramo "0-1": $h_{01} = 0.43$ mt
Pérdida de carga en el tramo "1-2": $h_{12} = 0.31$ mt
Pérdida de carga en el tramo "2-3": $h_{23} = 0.091$ mt
Pérdida de carga en el tramo "3-4": $h_{34} = 0.17$ mt
Pérdida de carga en el tramo "4-5": $h_{45} = 0.20$ mt
Pérdida de carga en el tramo "5-6": $h_{56} = 0.05$ mt
Pérdida de carga en el tramo "6-7": $h_{67} = 0.09$ mt
Pérdida de carga en el tramo "7-8": $h_{78} = 1.43$ mt
Pérdida de carga en el tramo "8-9": $h_{89} = 0.77$ mt
Pérdida de carga en el tramo "9-10": $h_9 = 1.34$ mt
Pérdida de carga en el tramo "10-11": $h_{10} = 0.26$ mt
Pérdida de carga en el tramo "11-12": $h_{11} = 0.16$ mt
Pérdida de carga en el tramo "12-13": $h_{13} = 0.15$ mt
Pérdida de carga en el tramo "13-14": $h_{14} = 0.08$ mt
Pérdida de carga en el tramo "14-15": $h_{15} = 0.13$ mt
Pérdida de carga en el tramo "15-17": $h_{17} = 1.78$ mt
Pérdida de carga en el tramo "17": $h_g = 2.5$ mt

PRESION EN EL PUNTO DESFAVORABLE

$$P_3 = h_f(01) + h_f(23) + h_f(3-4) + h_f(4-5) + h_f(5-6) + h_f(6-7) + h_f(7-8) + h_f(8-9) + h_f(9) + h_f(10) + h_f(11) + h_f(13) + h_f(14) + h_f(15) + h_f(17) + h_g \dots\dots\dots(I)$$

$$P = 0.43 + 0.31 + 0.091 + 0.20 + 0.05 + 0.09 + 1.43 + 0.77 + 1.34 + 0.28 + 0.16 + 0.15 + 0.08 + 0.08 + 0.13 + 1.78 + 2.5 = 9.96 \approx 10 \text{ mt}$$

$$P = 10 \text{ mt}$$

Finalmente tenemos que la presión de agua requerida en la red de distribución de agua dura para consumo humano y riego de jardines es de 10 mt.

2.10.5 Cálculo de la potencia de la bomba requerida para el abastecimiento de agua, para consumo humano y riego de jardines (CISTERNA - TANQUE ELEVADO)

CALCULO DEL MODELO DE BOMBA

Q Caudal de la bomba, según evaluación en el capítulo "2.9.3" es = 4.636 lps.

Pérdida de la carga en la red de distribución de agua según capítulo "2.10.4" es = 10 mt.

- Altura del tanque elevado según capítulo "2.9.2" es = 1 mt

H = Pérdida de carga total = 10 mt + 1 mt: 11 mt.

- Eficiencia teorica de la bomba = 0.6

Potencia de la bomba:

$$POT_B = \frac{\gamma Q H}{75 * e} \quad (\text{HP})$$

$$\text{Potencia de la Bomba: } \frac{4.636 * 11}{75 * 0.6} =$$

$$POT_B = 1.14 \text{ H.P.}$$

Según **HIDROSTAL:**

Para :

Altura dinámica Total : h = 16 mt

Caudal de Bombeo : Q = 5.5 Lps

Ø = 100 mm.

Eficiencia e = 65%

Potencia de Bomba : Pot = 2 HP

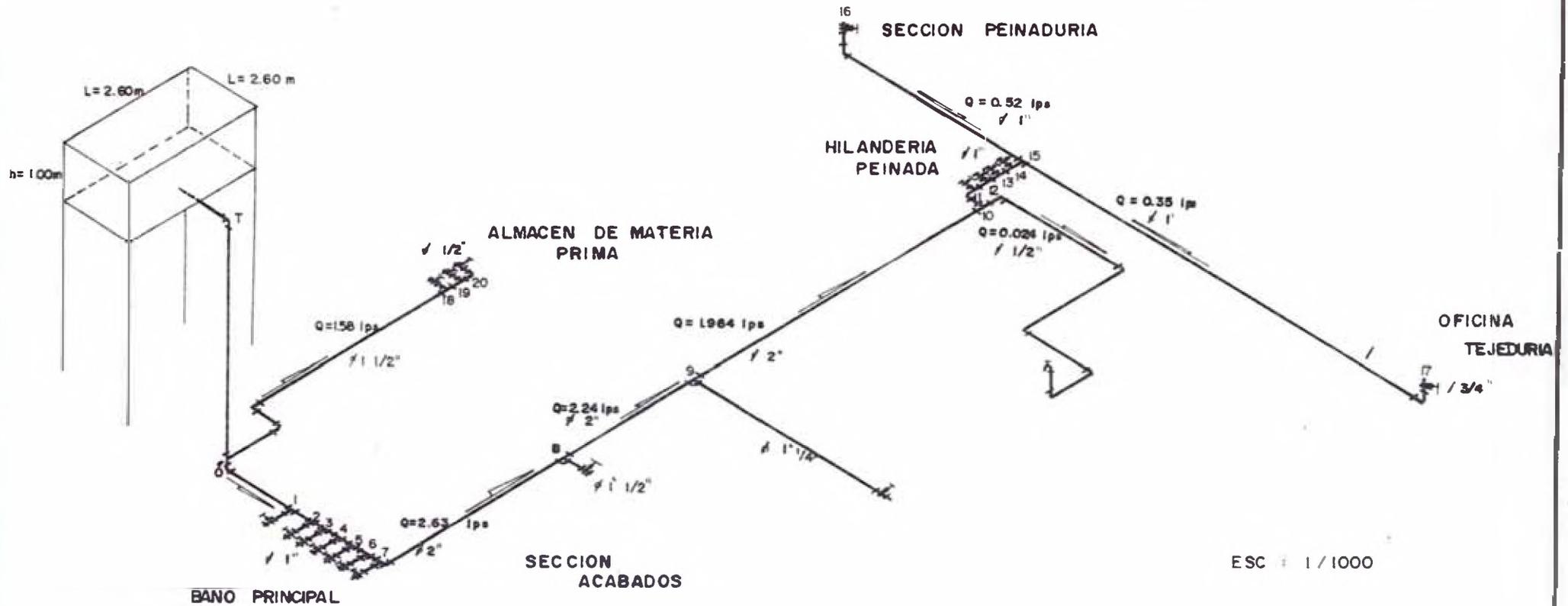
NPSH disponible ≥ NPSH Requerido (Ver página N°

Modelo = 40 - 125

Velocidad = 3450 RPM

RED DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y JARDINES

GRAFICO N° 8



2.10.6 CALCULO DEL NPSH DE LAS BOMBAS

El "NPSH" puede ser definido como la presión estática a que debe ser sometido un líquido para que pueda fluir por si mismo a través de la tubería de succión y llegar finalmente hasta inundar lo alabes en el orificio de entrada del impelente. Se tiene que:

- A) El NPSHr de la bomba requerido dado por el fabricante
- B) El PSHd del sistema o disponible depende de las características hidraulicas de la red externa de la succión conectada a la bomba.

Para que el sistema funciones se requiere que:

$$\text{El NPSHd} \geq \text{NPSHr}$$

$$\text{NPSHd} = \frac{\pm P + P_a - P_v}{\rho g} \pm H_{sg} - H_{sf}$$

DONDE:

P = Presión Adicional sobre superficie libre de succión en caso de haberla (mt)

P_a = Presión Atmosférica del lugar de estación (mt)

Pv – Presión de Vapor (mt)

GE – Gravedad Específica (Kg/dm³)

Hsg – Altura Máxima de succión

Hsf – Pérdida de fricción en la succión.

OBS : Finalmente adjuntándose el NF5Hd, se
seleccionará el modelo definitivo de
bomba deseada.

2.11 DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE VAPOR, REDES DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS ADICIONALES EN LA RED DE VAPOR.

2.11.1 Diseño de los sistemas de producción y distribución de vapor.

SISTEMA DE CALDEROS

El problema básico del diseño de un caldero consiste en "disponer de la superficie total de absorción de calor de una manera tal que extraída el calor máximo obtenible del combustible y de los productos de la combustión". Al mismo tiempo aparece el problema económico de obtener la máxima eficiencia al costo mínimo posible. (evaluaciones tanto en lo inicial, como a largo plazo).

Para una economía máxima general, cada parte componente y cada proceso debe estar en correcta proporción en relación con los demás elementos y procesos de manera que toda la unidad en conjunto represente un diseño equilibrado. Estos elementos y Procesos incluyen lo siguiente.

1. Caldero
2. Fogón
3. Equipo para quemar el combustible.
4. Recolección y Transporte de cenizas
5. Separadores de Vapor.
6. Agua de alimentación
7. Sistema de purga
8. Suministro de aire para la combustión
9. Remoción de los productos de la combustión
10. Cimentación y Soportes
11. Refractarios y manparas.
12. Pre-calentamiento del aire y del agua
13. Accesorios de calderos.

Agua de alimentación:

El agua que se introduce en el caldero para ser convertido en vapor, recibe el nombre de agua de alimentación, si se trata del condensado que es recirculado, habra pocos problemas. Pero si es agua cruda probablemente habra necesidad de liberarla de oxigeno, precipitados, sólidos en suspensión o sustancias incrustantes y otros elementos contaminantes.

La presencia de ingredientes que provocan la formación de incrustaciones,

espumas ó arrastre de agua con vapor, afectaran desfavorablemente en todos los casos, el funcionamiento del caldero. Para obtener eficiencias altas, el agua de alimentación es calentada generalmente por medio del economizador.

BOMBAS PARA ALIMENTACION DE CALDEROS.

Para alimentar unicamente calderos, se utilizan con buenos resultados las bombas centrifugas accionadas por motor, estas bombas deben instalarse por parejas.

La capacidad de una bomba destinada a alimentar un caldero, nunca debe ser inferior al doble del volumen de agua correspondiente a la producción máxima de vapor, para poder preveer "los puntos repentinos", niveles de agua bajos etc.

En las bombas de pistón, el desplazamiento volumétrico debe ser tres veces el correspondientes a la producción máxima de vapor.

* Segun el estudio del flujo de vapor requerido en cada sección respectivos de acabado y tintoreria se necesitan 2 calderos de las mismas condiciones. (uno es un caldero adicional de reserva)

SEGUN LA EVALUACION LLEVADA A CABO EN EL CAPITULO "2.10.2" LAS CONDICIONES PARA LA SELECCION DEL CALDERO EN LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA ES:

CALDERO AUTOMATICO

- PRESION MINIMA = 75 lb/pulg²
- PRESION MAXIMA = 110 lb/pulg²
- POTENCIA = 200 HP
- TEMPERATURA = 110 °c
- FLUJO DE VAPOR = 20,000 lb/hora
- DIAMETRO DE SALIDA = 4 PULG.

2.11.1.1 Diseño de la red de alimentación de agua blanda al sistema de producción de vapor.

1) Tramo "U - TC" (Salida de la cisterna de agua blanda al tanque de condensado de vapor)

- Cálculo del diametro y velocidad en el tramo "U - TC" :

Caudal en el tramo "U - TC" : 2.47 lps

Longitud del tramo "U - TC" : 38.75 m.

Tubería de fierro galvanizado para el tramo "U - TC", $c = 100$

Aplicando los abacos de Hazen y Willians tenemos que:

Diametro de la tubería del tramo "U-TC": 2 pulg.

Velocidad en el tramo "U - TC" : 1.20 m/s

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo "U -TC"

Accesorios (F.galv.) Longitud equivalente (mt)

codos de 90° 1 1/2 8,523

llave compuerta de 1 1/2 12,727

Longitud equivalente Total : 21.25

Longitud total : 38.75 + 21.25 = 60.0 mt

Aplicando la fórmula de Hazen y Willians tenemos que la pérdida de carga en el tramo "U-TC": $H_u = 6.311$ mt

II) Cálculo de la altura dinámica total en la red de alimentación de agua blanda al tanque condensado.

Altura de succión : $h_s = 4.60$ mt

Altura Geométrica de la red : $h = 3.5$ m

Pérdida de Carga en la red : $h_u = 6.311$ mt

ALTURA DINAMICA TOTAL DE LA RED : $H = 14.41$ mt

III) Cálculo de la Potencia de la Bomba requerida para la alimentación de agua blanda al tanque de condensado.

Altura dinámica total : $H = 14.41$ mt

Caudal de bombeo : $q = 2.47$ lps.

Eficiencia técnica de la bomba = $e = 0.60$

Peso específico del agua : r

Potencia de la bomba : $\frac{r * Q * H}{76 * e}$ (HP)

Reemplazando datos tenemos que :

Potencia de la Bomba $\frac{2.47 * 14.41}{76 * 0.60}$

Finalmente tenemos que :

Potencia de la Bomba : 0.78 HP

Los parámetros finales para la selección de la bomba son:

Altura dinámica Total de la red : H

Caudal de Bombeo : Q

Eficiencia de la Bomba : e

$NPSH_d \geq NPSH_v$ (ver página N^o250)

2.11.2 DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, RETORNO DE CONDENSADO Y CALOR DE PRESIÓN EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

2.11.2.1. Diseño de la red de distribución de vapor y retorno de condensado desde los sistemas de calderos hasta la sección acabados y caída de presión respectiva Ver. Fig. 9

1) Diseño de la red de distribución de vapor, desde los sistemas de calderos hasta la sección de acabados.

Punto : A - G

Según la evaluación llevada a cabo en la industria textil tenemos que el Requerimientos de Vapor es:

Requerimientos de Vapor : 9,827.44 lb/h <>
163.79 lb/minuto

- De acuerdo a la presión de trabajo requerido en los sistemas de calderos es = 150 lb/pulg²

Temperatura de trabajo requerida en los procesos: = 110 °C

Fórmula para diseño de tuberías, para vapor saturado. Tenemos la siguiente:

$$d^2 = \frac{80,000 * W}{P * V}$$

Donde:

d : Diametro de la tubería de conducción de vapor
pulgadas.

W = Flujo de Vapor en lb/minuto

P = Presión absoluta en lb/pulg²

V = Velocidad en pies por minuto

Datos

W = 163.79 lb/minuto

P = 150 lb/pulg²

V = 8,000 FPM.

Reemplazando datos:

$$d^2 = \frac{80,000 * 163.79}{150 * 8,000}$$

d = 3.30 pulg.

Finalmente tenemos que el diametro comercial de
la tubería de distribución de vapor es
d.Comercial = 4 Pulg.

(Tubería de fierro del Programa 40-ASA B36.10)

II) CÁLCULO DE LA CAÍDA DE PRESIÓN EN EL PUNTO
"A - G" (Sistema de calderos hasta los
planchadores de acabados)

Aplicando la Fórmula de BABCOCK tenemos:

$$P = \left[3.7 * 10^{-8} \left(1 + \frac{3.6}{d} \right) \left[\frac{L * W^2}{Y d^5} \right] \right]$$

Donde:

P = Pérdida de Presión en psi

d = diametro interior del tubo, pulgadas

L = Longitud del tubo, pies

Y = Peso de un pie cúbico de vapor.

W = Libras de vapor por hora.

Datos evaluados para el Punto A - G

Reemplazando datos:

d = 4.026 Pulg.

L = 246 pies = 75 mt.

Y = Según Tabla de BABCOCK = 0.399424 lb.

W = 9,827.44 lb/hora

Longitud equivalente por accesorios: Le (pies)

1 "T" salida lateral de 4 pulg. 18

5 "T" de paso recto de 4 pulg. 30

1 codo de 90° * 4 pulg. 7

1 válvula compuerta de 4 pulg. 3

Le = 58 pies

Longitud Total Por lo tanto L = 246 + 58

= 304 pies

Reemplazando datos tenemos :

$$F = \frac{3.7 * 10^{-8} (1 + 0.6)}{4.026} \left[\frac{304 * (9827.44)^2}{0.399424 * (4.626)^5} \right]$$

$$F = 4.87 \text{ lb/pulg}^2$$

Finalmente tenemos que la caída de presión del tramo A - C es de 4.87 lb/pulg².

Ademas una caída de presión de 2 "a" 5 lb/pulg² por 100 pies de Longitud se considera razonable.

Porcentaje de caída de presión para cada 100 pies de Longitud. En el tramo A - G es " Fo

$$\begin{array}{l} 4.87 \text{ lb/pulg}^2 \text{ ----- } 246 \text{ pies} \\ F_o \text{ ----- } 100 \text{ pies} \end{array}$$

$$F_o = \frac{4.87 * 100}{246}$$

La Caída de presión en el tramo A - G cada 100 pies de longitud es de = 1.98 lb/pulg² y por lo tanto estamos en el rango de caída de presión recomendable.

III) Diseño de la Red principal de retorno de condensado en la sección de acabados hasta el tanque de condensado (TC)

Punto : G - Tanque de condensado

Para el retorno del condensado se considera que todo el vapor, retorna en forma líquida por lo tanto el caudal de retorno del condensado : $Q = 10,000 \text{ lb/h} = 1.26 \text{ lb/minuto}$

Presión de trabajo absoluta = 150 lb/pulg^2

Tenemos la tubería de fierro del programa 40 según normas standar de ASA - B36.10, coeficiente de Hazen y Willians $C = 100$

Aplicando la fórmula de Hazen y Willians tenemos que:

Diametro de la Tuberia = $1 \frac{1}{4}$ PULGADA.

Velocidad en el Tramo G - TC = 1.31 m/s

Pérdida de Carga = $11.10 \text{ mt}/100 \text{ mt}$.

Longitud del Tramo G-TC = 80 mt .

Pérdida de Carga en el Tramo G - TC:

$$\frac{80 * 11.10}{100} = 8.8 \text{ mt}$$

Pérdida de la Carga del Tramo G - TC = 9 mt .

IV) Cálculo de la presión de la red de retorno de condensado. En el Tanque de condensado.

Según evaluación del caldero, la presión mínima de trabajo en el caldero es :

Presión Mínima del Caldero = 75 lb/pulg²

De acuerdo al diseño del capítulo "2.10.2.1" tenemos que la Pérdida de Presión en la Red Principal 5 lb/pulg²

Por lo tanto tenemos que la presión de retorno en el punto G es: $75 - 5 = 70$ lb/pulg²

Transformando la presión de retorno a metros de agua tenemos:

Presión de Retorno = $70 * 0.703 = 49.21$ mt.

Finalmente tenemos que la presión final de retorno en el tanque de condensado es:

Pto Presión de retorno al punto G - Pérdida de carga del tramo G-TC

Reemplazando tenemos:

$$= 49.21 - 9 = 40.21 \text{ mt}$$

Presión final de retorno en el tanque de condensado es: 40.21 mt

2.11.2.2 Diseño de la red de distribución de vapor y retorno de condensado desde los sistemas de calderos hasta la sección de tintorería y caída de presión respectiva Ver. Fig. 9

I) Diseño de la red de distribución de vapor y retorno de condensado desde los sistemas de calderos hasta la sección de tintorería

- Punto : A = M (Caldero hasta el punto M "Sección Obem")

Según estudios llevados a cabo en la industria textil, tenemos que el requerimiento de Vapor en la sección de Tintorería es del 10,000 lb/h <> 166.66 lb/minuto.

- Presión de trabajo absoluto del caldero:
150 lb/pulg²

- Temperatura de trabajo del caldero : 110°C

Aplicando la fórmula para diseño de tubería, para vapor saturado tenemos lo siguiente:

$$d^2 = \frac{80,000 * W}{P * V}$$

Donde:

d = Diámetro de la tubería de Conducción de vapor en pulg.

W = Flujo de vapor en lb/minuto

P = Presión absoluta en lb/pulg²

V = Velocidad en pies por minuto.

Datos evaluados:

$$W = 166.66 \text{ lb/minuto}$$

$$F = 150 \text{ lb/pulg}^2$$

$$V = 8,000 \text{ FFm.}$$

Reemplazando datos:

$$d^2 = \frac{80,000 * 166.66}{150 * 8,000}$$

$$d = 3.33 \text{ pulg.}$$

Finalmente tenemos que el diámetro comercial de la tubería de distribución de vapor es 4 Pulgadas (Tubería de Fierro del programa - ASA - B36.10)

II).- CALCULO DE LA CAIDA DE PRESIÓN EN EL PUNTO "A-M" (SISTEMA DE CALDERO-HASTA LA OBEM DE LA SECCION TINTORERIA.

APLICANDO LA FÓRMULA DE BABCOCK TENEMOS:

$$P = \frac{3.7 * 10^{-8} (1 + 3.6)}{d^5} [L * \frac{W^2}{5}]$$

Donde:

F : Pérdida de presión en P.S.I

d : diametro interno del tubo en pulgadas

L : Longitud del tubo en pies

Y : Peso de un pie cúbico de vapor

W : Libras de vapor por hora.

- Datos evaluados para el Punto "A-M"

d = 4.026 Pulg.

L = 574 pies

Y = 0.399424 lb.

W = 10,000 lb/hora

Longitud equivalente por accesorios: Le (pies)

- 2 Válvulas compuertas de 4pulg. 6

- 8 Codos de 90° de 4 pulg. 56

- T de paso lateral de 4 pulg. 18

+ 3 T de paso recto de 4 " 18

Total de longitud equivalente
por accesorios: 98 pies

Longitud total: 574 + 98 = 672 pie

L : 672 pies

Reemplazando datos tenemos:

$$F = \frac{3.7 * 10^{-8} (1 + 3.6)}{d} \frac{L * W^2}{5 * Y * d}$$

$$F = \frac{3.7 * 10^{-8} (1 + 3.6)}{4.026} - \frac{672 * (10,000)^2}{0.399424 * (4.626)^5}$$

$$F = 11.15 \text{ lb/pulg}^2$$

Finalmente tenemos que la caída de presión en el tramo "A-M" es de : 11.15 lb/pulg²

Además de una caída de presión de 2 a 5 lb/pulg² para cada 100 pies de longitud se considera razonable.

Porcentaje de Caída de Presión para cada 100 pies de longitud en el tramo "A-M" es - Po:

$$Po = \frac{11.15 \text{ lb/pulg}^2}{672 \text{ pies}} * 100$$

$$Po = \frac{11.15 * 100}{672}$$

$$Po \text{ , Caída de presión cada 100 pies} = 1.67$$

III) Diseño de la Red principal de retorno de condensado en la sección de Tintorería hasta el tanque de condensado (TC)

- Punto M-TC

Caudal de retorno de condensado: 10,000 lb/h.
aproximadamente 1.26 lps

Tenemos Tubería de fierro, Programa 40 ; Según
normas standar de ASA-B36.10 Coeficiente de
Hazen y Willians es = 140

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams.

Diametro de la tubería del Tramo "M-TC" : 1 1/4 "

Velocidad = 1.31 m/s

Pérdida de Carga en el tramo "M-TC" =

11.10 mt/100 mt.

Longitud del Tramo "M-TC" = 175 mt.

Pérdida de la Carga = $\frac{175}{100} * 11.10 = 19.43$ mt.

IV) Cálculo de la presión de la red de retorno
de condensado. En el Tanque de condensado.

Ver fig. 9

Presión Mínima del Caldero = 75 lb/pulg²

Según el Capítulo "2.10.2.2" Tenemos que
la pérdida de carga en el tramo "M-A" ;
11.15 lb/pulg²

Presión de Retorno en el Punto "M-A" :

75 - 11.15

Presión de Retorno en el Punto "M-A"

63.85 lb/pulg²

Transformando la presión de retorno a metros de agua, tenemos:

Presión de Retorno: $63.85 \times 0.703 = 44.88$ mt.

Presión final en el tanque de condensado:

Presión Final de Retorno en el Punto "M-TC"

Reemplazando datos tenemos:

Presión final en el tanque de condensado:

$44.88 - 19.43$

Presión final en el tanque de condensado:

25.45 mt

Nota)

A) La red de distribución para la lizadora es función de la máquina respectiva. Por lo tanto para este caso el diametro es de 1 1/4 pulgada y la clase de tuberia es de fierro del programa 40 - ASA . B36.10

B) Las redes de retorno en los ramales es función de las trampas de vapor (localizadas al final de cada corrida de tubo y antes de una conexión de desvío o una pieza del equipo).

C) Velocidades de vapor recomendadas:

Condición	Presión (psg)	Uso	Velocidades (rpm)
Saturado	0-15	Calefacción	4000- 6000
Saturado	50-150	Miscelaneas	6000-10000
Sobre Calentado	200 arriba	Colectores - Calderos emplomados	10000-15000

RED DE DISTRIBUCION Y RETORNO DEL VAPOR

GRAFICO N° 9

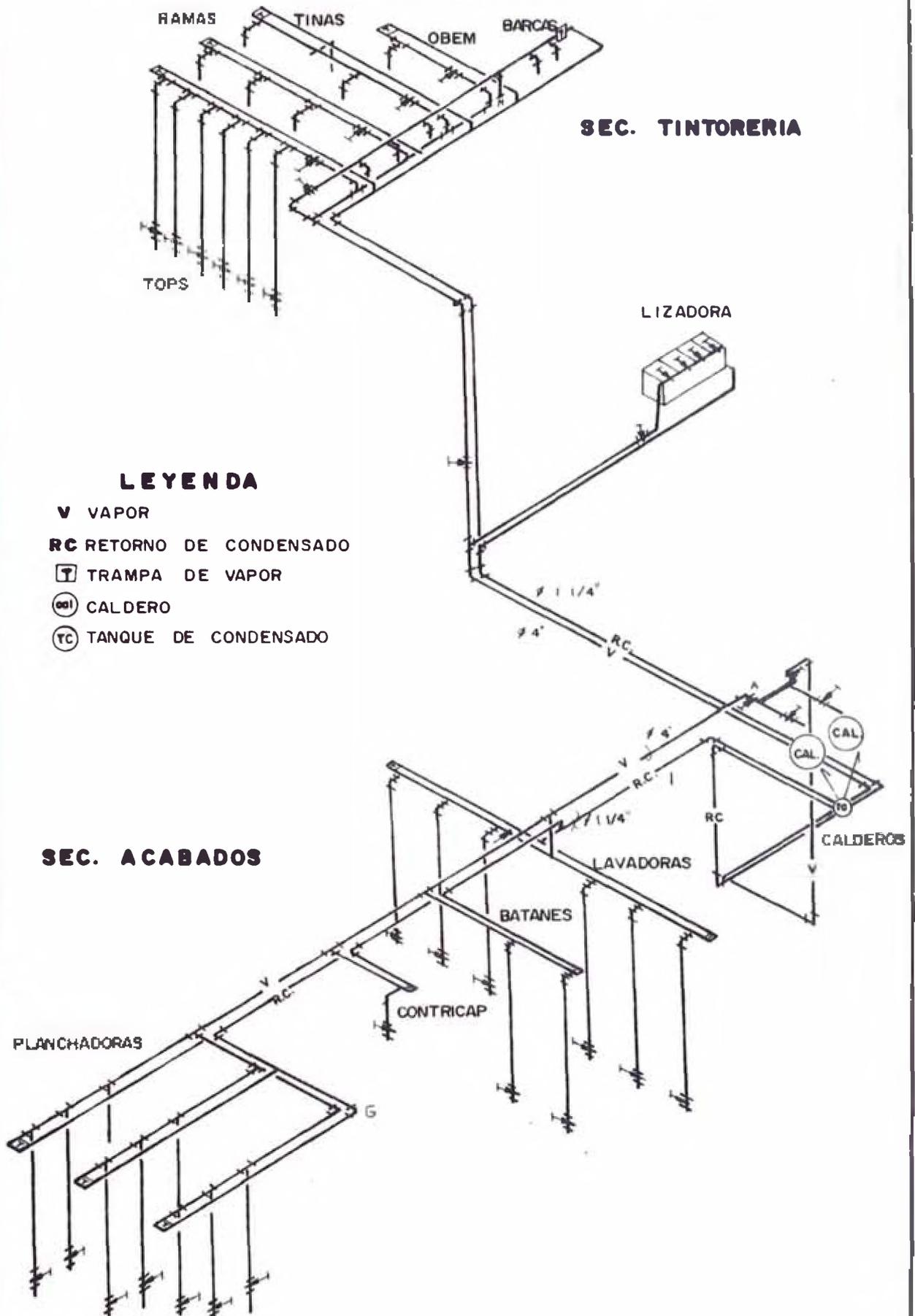


TABLA 2-5. PROPIEDADES DE TUBOS (ASA B36.10)

Unidad nominal del tubo, pulg	OD, in.	OD, mm	Espesor de la pared, in.	Peso lb/pie	Peso kg/m	Peso de superficie exterior, lb/ft ²	Peso de superficie interior, lb/ft ²	Área transversal, in. ²	Área de metal, in. ²	d ⁴	d ³	d ²	d
Programa 10													
14 DE	14.000	355.00	0.250	37	62.1	3.67	3.81	113.0	10.83	192.25	2.160	33.215	448.403
16 DE	16.000	406.40	0.250	47	82.1	4.20	4.36	180.0	12.49	259.25	3.721	57.720	801.690
18 DE	18.000	457.20	0.250	47	100.8	4.71	4.87	241.0	13.95	306.25	5.350	93.789	1,341.907
20 DE	20.000	508.00	0.250	53	120.6	5.21	5.37	296.0	15.52	360.25	7.115	114.580	2,019.595
24 DE	24.000	609.60	0.350	63	170.0	6.28	6.43	455.0	18.67	522.25	12.978	304.990	7,197.030
Programa 20													
8	8.625	219.95	0.250	22.49	42.5	2.26	2.127	51.8	6.58	69.02	536.4	4.359	35.499
10	10.750	273.05	0.250	29.04	52.9	2.81	2.68	82.6	8.26	105.66	1.977	11.038	113.111
12	12.750	323.85	0.250	31.1	58.3	3.11	3.12	118.0	9.81	150.06	1.819	22.519	275.855
14 DE	14.000	355.00	0.312	36	69.8	3.87	3.88	110.5	13.11	178.54	2.393	32.011	428.185
16 DE	16.000	406.40	0.312	52	80.4	4.20	4.20	185.6	15.40	236.42	3.915	55.895	657.442
18 DE	18.000	457.20	0.312	59	102.5	4.71	4.71	237.1	17.30	301.92	5.240	51.150	1,584.973
20 DE	20.000	508.00	0.375	70	120.9	5.21	5.01	291.1	23.12	370.56	7.143	117.317	2,046.314
24 DE	24.000	609.60	0.375	95	183.8	6.28	6.09	424.6	27.83	546.56	12.895	292.208	6,721.632
Programa 30*													
8	8.625	8.071	0.277	24.70	22.2	2.26	2.115	51.2	7.26	69.14	525.7	4.243	34.248
10	10.750	10.136	0.307	34.24	35.0	2.81	2.55	80.7	10.67	102.74	1.041	10.555	106.987
12	12.750	12.090	0.330	43.8	49.7	3.34	3.16	114.8	12.88	136.17	1.767	21.345	258.304
14 DE	14.000	13.250	0.475	55	58.7	3.87	3.47	137.5	16.05	175.56	2.326	30.922	308.394
16 DE	16.000	15.250	0.375	63	73.1	4.20	4.09	182.6	18.11	232.56	3.516	51.055	624.801
18 DE	18.000	17.125	0.437	92	100.0	4.71	4.36	250.0	21.17	293.30	5.023	60.025	1,473.261
20 DE	20.000	19.000	0.590	105	122.8	5.21	4.97	290.3	26.00	340.00	6.859	130.327	2,479.099
24 DE	24.000	22.875	0.592	111	173.5	6.28	5.99	413.0	31.40	524.31	11.971	270.855	6,264.703
Programa 40*													
1/4	0.405	0.269	0.068	0.244	0.0246	0.106	0.0705	0.0568	0.0720	0.0721	0.0195	0.00324	0.00141
3/8	0.540	0.364	0.088	0.424	0.0451	0.141	0.0955	0.1041	0.1250	0.125	0.0182	0.01155	0.00619
1/2	0.675	0.493	0.091	0.567	0.0827	0.177	0.1295	0.1310	0.1679	0.1679	0.0198	0.01507	0.00812
5/8	0.840	0.622	0.109	0.850	0.1316	0.220	0.1637	0.3040	0.2503	0.2503	0.0206	0.01197	0.00610
3/4	1.050	0.824	0.113	1.130	0.2501	0.275	0.2169	0.3330	0.3326	0.3326	0.0259	0.01619	0.00899
1	1.315	1.049	0.113	1.678	0.3740	0.344	0.2740	0.8640	0.4939	0.4939	0.0315	0.0211	0.01070
1 1/4	1.660	1.350	0.140	2.272	0.6471	0.434	0.3620	1.695	0.6685	0.6685	0.0408	0.0307	0.01605
1 1/2	1.900	1.610	0.145	2.717	0.8870	0.497	0.4213	2.036	0.800	0.800	0.0502	0.03719	0.0202
2	2.375	2.067	0.154	3.652	1.452	0.622	0.5401	3.355	1.075	1.075	0.0600	0.0425	0.02172
2 1/2	2.875	2.469	0.203	5.79	2.075	0.753	0.6162	4.788	1.704	0.0600	0.0700	0.0516	0.02575
3	3.500	3.074	0.216	7.77	3.20	0.800	0.600	7.333	2.279	0.0600	0.0800	0.0600	0.02718
3 1/2	4.000	3.548	0.225	9.11	4.29	0.884	0.929	9.89	2.68	0.0600	0.0900	0.0700	0.03022
4	4.500	4.026	0.237	10.79	5.51	1.178	1.553	12.73	3.17	0.0600	0.1000	0.0800	0.0334
5	5.563	5.047	0.258	14.62	8.66	1.416	1.321	20.01	4.30	0.0600	0.1200	0.1000	0.0375
6	6.625	6.065	0.280	18.97	12.92	1.755	1.487	28.89	5.58	0.0600	0.1400	0.1200	0.0426
8	8.625	7.981	0.352	28.53	21.6	2.26	2.063	50.0	8.46	0.0600	0.1800	0.1600	0.0495
10	10.750	10.020	0.365	40.18	34.1	2.81	2.63	78.9	11.91	0.0600	0.2200	0.2000	0.0574
12	12.750	11.908	0.406	50.0	48.5	3.44	3.1	111.9	15.74	0.0600	0.2600	0.2400	0.0663
14 DE	14.000	13.125	0.457	63	67.4	4.07	3.71	135.3	19.94	0.0600	0.3000	0.2800	0.0762
16 DE	16.000	15.000	0.500	82	90.5	4.90	4.53	176.7	24.55	0.0600	0.3400	0.3200	0.0870
18 DE	18.000	16.875	0.573	107	120.2	5.71	5.32	221.0	30.85	0.0600	0.3800	0.3600	0.0987
20 DE	20.000	18.814	0.593	139	160.4	6.51	6.11	278.0	38.15	0.0600	0.4200	0.4000	0.1113
24 DE	24.000	22.875	0.687	171	171.2	6.28	5.82	402.1	50.30	0.0600	0.4600	0.4400	0.1248
Programa 50*													
8	8.625	7.813	0.406	35.70	26.8	2.26	2.015	47.9	10.48	61.03	176.9	3.726	20.113
10	10.750	9.750	0.560	54.74	32.3	2.81	2.55	74.7	16.10	85.06	304.6	9.037	48.110
12	12.750	11.026	0.562	73.2	43.0	3.34	3.09	106.2	21.52	135.16	1.571	19.200	212.399
14 DE	14.000	12.814	0.563	95	55.9	3.87	3.45	129.0	24.98	164.20	2.104	26.961	345.490
16 DE	16.000	14.688	0.656	108	73.4	4.20	3.85	169.4	31.62	215.74	3.109	46.543	683.618
18 DE	18.000	16.564	0.718	133	93.4	4.71	4.34	218.8	38.80	278.37	4.545	75.277	1,240.834
20 DE	20.000	18.476	0.812	167	114.9	5.21	4.81	285.3	48.95	337.68	6.205	114.026	2,096.342
24 DE	24.000	22.125	0.937	249	196.4	6.28	5.79	384.4	67.83	489.56	10.932	239.669	5,304.913

TABLA 2-4. DATOS PARA EL CALCULO DEL FLUJO DE VAPOR POR LA FORMULA BABCOCK

Carga de presión, onzas	COL. 1	Tamaño de tubo, pul.		Área interna del tubo, pul ²	COL. 2	Presión de vapor, psig	COL. 3	Longitud, pies	COL. 4
	$3.220 \sqrt{P}$	Tamaño nominal	El Actual		$\frac{100}{L}$		$\sqrt{\frac{100}{L}}$		
0.25	65.28	1	1.049	0.894	0.534	-1.0	0.167	20	2.200
0.50	92.28	1 1/4	1.340	1.494	1.178	-0.5	0.190	40	1.800
1.00	121.5	1 1/2	1.610	2.636	1.828	0.0	0.193	60	1.700
2	184.6	2	2.067	4.356	3.710	0.3	0.195	80	1.700
3	226.0	2 1/2	2.460	6.748	6.109	1.3	0.201	100	1.000
4	261.0	3	2.875	9.749	11.183	2.3	0.207	120	0.912
6	291.4	3 1/2	3.315	13.947	16.715	5.3	0.223	140	0.861
7	319.7	4	3.780	19.700	23.511	10.3	0.248	160	0.793
8	345.1	5	4.425	27.946	33.119	15.3	0.270	180	0.741
9	369.1	6	5.065	38.436	45.782	20.3	0.290	200	0.710
10	412.7	8	6.461	50.927	149.382	30.3	0.326	250	0.622
12	452.0	10	8.060	78.554	272.892	40.3	0.358	300	0.578
14	489.3	12	9.869	113.069	437.503	50.3	0.388	350	0.529
16	522.0	14	11.890	154.880	645.683	60.3	0.415	400	0.500
20	582.6	16	15.250	182.655	816.872	75.3	0.462	450	0.477
24	629.3					100.3	0.507	500	0.447
28	690.5					125.3	0.547	600	0.407
32	738.2					150.3	0.603	700	0.378
40	828.1					175.3	0.645	800	0.364
46	898.7					235.3	0.738	900	0.323
50	1.167.2					285.3	0.803	1.000	0.316
100	1.650.7					345.3	0.927	1.200	0.280
200	2.324.5					445.3	1.039	1.500	0.260
300	2.859.1					565.3	1.149	2.000	0.234

TABLA 2-5. RESISTENCIA DE VALVULAS Y UNIONES EN LONGITUDES EQUIVALENTES DE TUBO RECTO*

Tamaño del tubo, pul.	Valvula compuerta	Valvula de globo	Valvula de anillo	Codo de 90°	Codo de 45°	Regreso en 180°	Paso ciego	Salida lateral	Factor Multiplicador para agua y líquidos no viscosos
1/2	0.6	10	8	0.9	0.6	2.2	0.7	2.2	1.07
3/4	0.4	18	7	1.3	0.9	3.4	1.1	3.4	1.05
1	0.7	20	10	1.8	1.2	4.4	1.5	4.4	1.02
1 1/4	0.9	25	12	2.2	1.5	5.5	1.8	5.5	1.10
1 1/2	1.1	30	15	2.7	1.8	6.7	2.2	6.7	1.11
2	1.5	40	20	3.6	2.5	9.0	3.0	9.0	1.13
2 1/2	1.8	50	25	4.4	3.0	11.0	3.7	11.0	1.14
3	2.2	60	30	5.3	3.7	13.5	4.4	13.5	1.15
3 1/2	2.5	70	35	6.2	4.3	15.5	5.1	15.5	1.16
4	3.0	80	40	7.0	5.0	18.0	6.0	18.0	1.17
5	3.6	100	50	9.0	6.2	22.5	7.4	22.5	1.19
6	4.4	120	60	10.5	7.5	27.0	9.0	27.0	1.20
8	6.0	160	80	14.0	10.0	36.0	12.0	36.0	1.21
10	7.5	200	100	18.0	12.5	45.0	15.0	45.0	1.22
12	9.0	240	120	21.5	15.0	56.0	18.0	56.0	1.22

2.11.2.3 Descripción de equipos adicionales en la red de vapor en la industria textil proyectada.

I) Trampas de Vapor

- El factor más importante en la selección de una trampa de vapor es el tipo de servicios para el que se va a utilizarse puede separar en dos funciones:

1. Para remover el condensado de las tuberías, principales de Vapor, Cabezas de Vapor, Separadores, Purificadores, etc.
2. Para remover el condensado de las unidades calentadoras como bobinas, aislamiento de vapor, calentadores de agua y otro equipo donde el vapor seco a una temperatura deseada se requiere

El tamaño de las trampas de vapor es esencial si las líneas del equipo y suministro están para funcionar eficientemente.

La práctica de seleccionar las trampas de un tamaño igual a la conexión del drenaje desde el calentador o pieza del equipo generalmente es un procedimiento perdido.

Para cada instalación influyen en el cálculo cuatro factores:

- (1) Presión Máxima.- Es la presión inicial en la fuente de suministro que da el caldero, la trampa de vapor, o el lado agua abajo de una válvula reductora de Presión.
- (2) Presión Diferencial de Trabajo.- Es la diferencia algebraica en Presión a la entrada de la Tampa y el vacío o Presión de Seguro en el retorno debido a la descarga del condensado a una línea cargada.
- (3) Carga Condensada Anticipada.- Por cada 2.3 pies que el condensado se levanta, la presión de regreso se aumenta una libra. Donde ocurren fluctuaciones en la presión. La Presión Máxima siempre se debe de tomar para determinar el tamaño del orificio de la trampa requerida.

(4) Factores de Seguridad.- en la determinación de los requerimientos de trampa de vapor es la relación entre la Capacidad de Descarga Continua Actual de la trampa y la Cantidad de Condensado que se va a manejar.

- La Armstrong Machine Works, recomienda factores de seguridad de 2 a 1 -a- 8 a 1
- Para trampas instaladas en una línea principal de Vapor o justo adelante de reductores de presión y válvulas de paradas que están cerradas parte del tiempo. Se debe usar UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 3 : 1. las trampas adyacentes al caldero deben tener tamaños mayores de acuerdo a la probabilidad de que el vapor acarree agua desde el caldero.

Observación ; Por el diseño en la Industria Textil usaremos las trampas termostáticas.

LISTA DE TRAMPAS DE VAPOR DE TIPOS RECOMENDADOS.

APLICACION	1ra Recomendación	2da Recomendación
- Tubos principales de vapor a máquinas turbinas o bombas	De flotado termostáticos	De recipiente (no si la temperatura esta controlada).
* Hervidores grandes, tanques grandes, de procesos, secadores de abanicos de abanicos unidades grandes de calentadores , calentadores grandes de agua, evaporadores, precalentadores de combustibles.		
- Lineas de vapor a equipos de procesos: Hervidores pequeños tanques pequeños de procesos, secadores de bobinas, prensas plásticas.	Termostáticas	De recipiente
- Lunas de vapor al aire libre	Termostáticas	Expansión de de líquidos.
- Bobinas de tubo para calefacción de cuartos.		
- Bobinas de tubo de aire libre	Expansión de Líquidos.	
- Tanques de proceso con temperatura controlada, cilindro giratoria.		
- Secadores, calentadores de aguas pequeñas.	De flotador	Termostaticas
- Unidades pequeñas de calentadores.	De recipiente	Termostáticas

TRAMPAS DE VAPOR

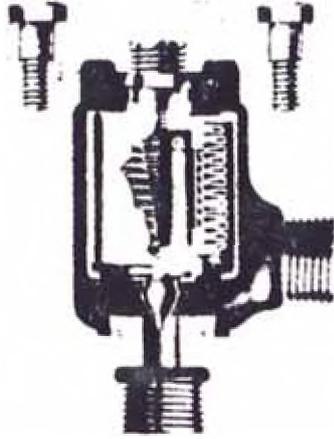


FIG. 2-13. Trampa de vapor termostática. (Sarco Co., Inc.)



FIG. 2-14. Trampa de impulso de vapor. (Yarnall-Waring Co.)

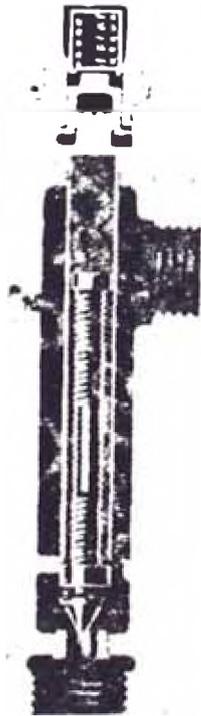


FIG. 2-15. Trampa de expansión de líquido. (Sarco Co., Inc.)

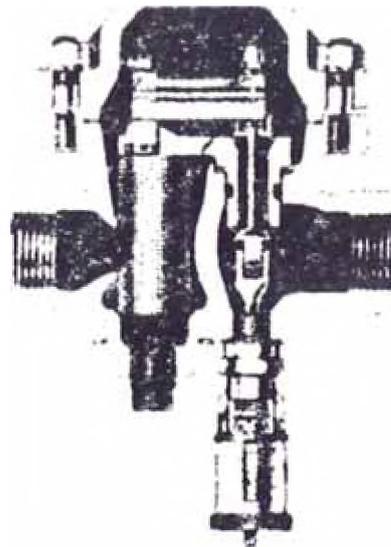


FIG. 2-16. Trampa de vapor bimetallica. (Velan Steam Specialties, Inc.)

II) AISLAMIENTO

El aislamiento se usa en líneas tubo para mantener la temperatura dentro de la línea y para prevenir la transmisión de calor ya sea de la atmósfera a la sustancia que se transporte o de la sustancia a la atmósfera. La pérdida de calor de una línea descubierta puede aumentar el costo de producción considerablemente, y al mismo tiempo puede constituir un peligro definido para el personal de operación. Las líneas frías aún de temperatura moderada, puede causar una cantidad considerable de condensado en el exterior del tubo con el consecuente goteo y daño del equipo.

El tipo y el espesor del aislamiento es generalmente una función de la temperatura a la que la operación toma lugar. Este puede ser poco económico tanto si se aísla además una línea de tubos, como si se deja aislar o no se aísla lo necesario. El costo del aislamiento se debe balancear cuidadosamente contra el valor del calor que se va a conservar por medio de este.

Existen varias clases de aislamiento en el mercado. La selección de él depende de el efecto de aislamiento que se requiere, así como el precio inicial, facilidad de aplicación y lo que se puede aprovechar si se quita.

TIPOS DE AISLAMIENTOS

Aislamiento de 85% de Magnesio = Se usa ampliamente para tubos o temperaturas hasta 600° F

Fibra de Vidrio.- se usa para temperaturas de 600°F

Aislamiento de Filtro de Asbesto-Esponja.- Hasta temperaturas de 700° F

Combinaciones de Sílice diatomacio y Fibra de Asbesto.- Hasta temperaturas de 600° y 1,900° F

Filtro de Lana.- Es apropiado para temperaturas de 40 a 212°F

Nota: Para el caso del diseño de la Industria Textil usaremos el aislamiento de 85% de Magnesio.

* A la disposición en aislamiento doble o sencillo.

Los espesores recomendados de 85% de Magnesio que se dan arriba, para condiciones promedio. Se pueden requerir espesores aumentados cuando las temperaturas se deben mantener con pocas variación.

La tubería al aire libre debe tener por lo menos 4 Pulgada de aislamiento adicional del que se requiere para tuberías interiores.

ESPESOR DEL AISLAMIENTO RECOMENDADO (85% Magnesio)

TAMANO NOMINAL DEL TUBO PULG.	TEMPERATURA F				
	100 - 199	200 - 299	300 - 399	400 - 499	500 - 599
	ESPESOR NOMINAL EN PULGADAS				
1 1/2 y abajo	1	1	1	1 1/2	1 1/2
2	1	1	1 1/2	1 1/2	2 *
2 1/4 y 3	1	1	1 1/2	2 *	2 1/2 *
4	1	1 1/2	1 1/2	2 *	2 1/2 *
5	1	1 1/2	2	2	2 1/2 *
6	1	1 1/2	2	2 1/2 *	2 1/2 *
8	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	3
10	1 1/2	2	2 1/2	3	3
12	1 1/2	2	2 1/2	3	3
14 y arriba	1 1/2	2	2 1/2	3 1/2	3 1/2

III) SOSTENES DE RESORTES PRECALCULADOS

Son productos comerciales cuyo diseño puede variar de un fabricante a otro. Como su nombre lo dice éste se puede seleccionar de datos del distribuidor eliminando así la necesidad de calcular los detalles del resorte. Existen tres tipos básicos de estas unidades de sostén:

- (1) Resorte Corto
- (2) Resorte Medio
- (3) Resorte doble.

(1) El Resorte Corto. Es similar en diseño al resorte medio, excepto que se usa un resorte más pesado, y por lo tanto, para una carga dada, resulta sólo la mitad de la deflexión. Este encuentra su aplicación donde los movimientos térmicos del tubo están limitados a áreas confinadas.

(2) El Resorte Medio.— es el que se refiere y se usa más comúnmente. Consiste en un resorte helicoidal que está precomprimido dentro de una caja fabricada de acero de

tubo de peso estándar. las tapas del extremo sirven como dispositivos o guías para centrar y asegurar que el movimiento del resorte está alineado dentro de la caja. Previniendo se cargue excentricamente.

- (3) El Resorte Doble.- Es similar al resorte medio, excepto que una unidad consiste de dos resortes hechos de alambre de calibre ligero conectado en serie dentro de una simple caja. Para una carga dada resulta el doble de deflexión. Este se puede usar para soportar cargas de tuberías moderadas, pero donde existe mayor viaje entre las posiciones frío y caliente

La serie que se debe usar depende cuando el movimiento vertical del tubo requerido, cae dentro del rango de carga de trabajo del sostén.

Existen siete tipos de sostenes de resorte fabricados en todos las tres series de resorte. La selección depende de varios factores pertinentes al problema de suspensión en particular: cuando el tubo se va a soportar sobre o debajo del

resorte, la disponibilidad de altura, la clase de acero que se va a usar.

TIPOS DE SOSTENES DE RESORTE (GRINMEL COMPANY. INC)

El Tipo A.- Esta diseñado para soportar sobre la cabeza por medio de una barra roscada que se entornilla en un casquillo de la tapa superior del sostén. El ajuste se hace girando la barra del fondo hasta que el indicador de carga está en la posición requerida.

El Tipo B.- Tiene una oreja soldada a la tapa superior del sostén. Esto permite el uso de abrazadores para instalarse donde la altura del cuarto es limitada.

El Tipo C - Es similar al Tipo B, excepto que tiene dos orejas en lugar de una.

El Tipo D.- Esta dirigido para usarse donde el sostén se va a soportar con un par de canales estructurales separados

espalda a espalda. El tubo se puede suspender por medio de una barra larga que pasa por un agujero en la tapa superior.

El Tipo E. - Es algo similar al tipo D excepto que tiene además un tonillo que permite el ajuste desde abajo & arriba.

El Tipo F. - Es para usarse bajo un codo con base u otra tubería que se va a soportar directamente desde abajo.

El Tipo G. - Es un ensamble trapezoidal completo que consiste de dos unidades Tipo A, girados boca abajo; más un par de canales espalda a espalda soldados a través de caja a caja.

Nota. - Para determinar el tamaño del sostén, se requiere que la carga de trabajo que se va a soportar se obtenga primero.

Esta carga es la suma del peso del tubo, más el peso del fluido que se va a transportar (o si es más pesado, el peso equivalente del mismo volumen de agua) más el peso del aislamiento.

En el caso de tubería al exterior o de patio, las cargas debida a la presión del viento, a la nieve, y del hielo, también se deben incluir a la carga actual que se va a soportar es la carga caliente. Enseguida la cantidad de movimiento vertical de la línea de tubo se debe encontrar, así como su dirección ya sea hacia arriba o abajo cuando va de la posición frío a la caliente.

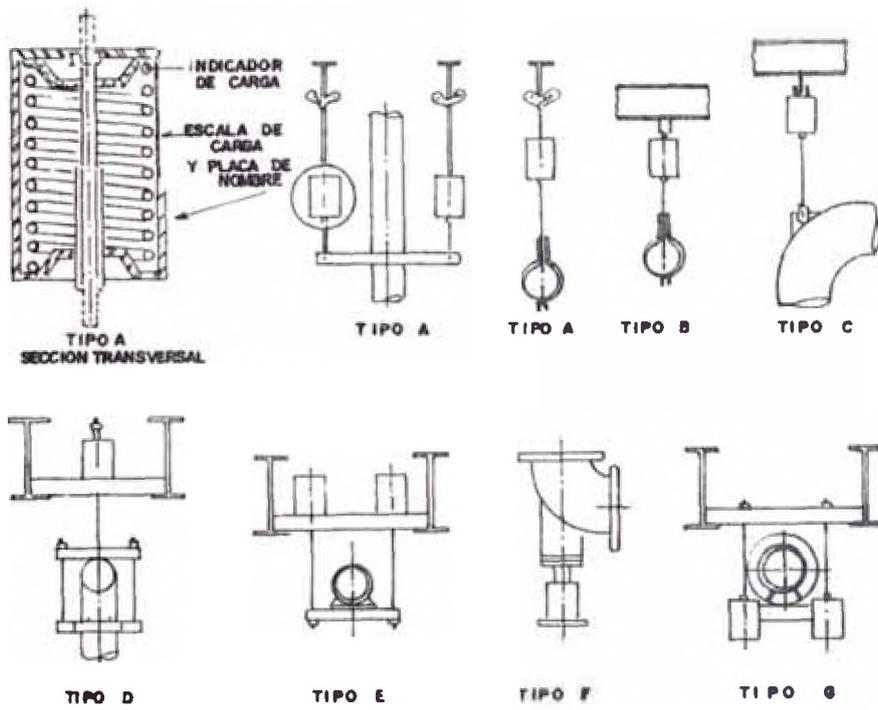
Para asegurar que todos los movimientos del tubo debidos a la expansión térmica, son en la dirección y plano supuestos por el diseñador se usan abrazadores y guías.

Estas permiten que la línea se expanda o sufran contorción libremente en direcciones opuestas o desde el punto de las abrazaderas. Deben diseñarse para tomar el arrastre requerido y se fabrican en miembros de acero estructural que pueden ser soldados a con pernos para construir columnas u otro acero soportador.

En aquellos casos donde juntas de expansión corrugadas se usan, las abrazaderas deben ser de tamaño suficiente y localizadas de modo que fuercen el movimiento de expansión del tubo hacia la junta. El fabricante de estas juntas de expansión, es el indicado para suministrar los datos, así como la fuerza que se requiere para comprimir la junta.

AISLAMIENTO SOSTENES SOPORTES

GRAFICO N°



3. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES EN LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA.

3.1.-DISEÑO DE LA RED DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS (VER GRAFICO 3-1)

De acuerdo a las normas establecidas en el Reglamento Nacional de construcciones , tenemos que las unidades de descarga de aguas servidas domesticas entregadas por las diferentes secciones de la planta textil a la red de aguas servidas domésticas son:

<u>PUNTO 1</u>	(Baño principal S.H.H.)	
10 duchas		30 U.D
<u>PUNTO 2</u>	(Baño principal S.H.H.)	
7 Inodoros con tanque		36 U.D
<u>PUNTO 3</u>	(Baño principal S.H.H.)	
6 lavatorios		15
<u>PUNTO 4</u>	(Baño principal S.H.H.)	
7 Urinarios		15
<u>PUNTO 5</u>	(Baño principal S.H.H.)	
5 duchas		15

PUNTO 6 (Baño principal S.H.H.)

4 lavatorios 8

PUNTO 7 (Baño principal S.H.H.)

4 inodoros con tanque 16

PUNTO 8 (Sección acabados S.H.H.)

5 inodoros 20

4 urinarios 16

6 lavatorios 12

Total U.D del punto: 48

PUNTO 9 (Sección acabados S.H.H.)

4 inodoros 16

5 lavatorios 10

Total 26

PUNTO 11 (Sección hilandería peinada S.H.H.E)

2 inodoros con tanque 8

2 lavatorios 4

Total 12

PUNTO 12 (Sección hilandería peinada S.H.H.E)

2 inodoros con tanque 8

2 lavatorios 4

2 urinarios 8

Total 20

PUNTO 13 (Sección hilandería peinada S.H.H.O)

3 inodoros con tanque	12
3 lavatorios	6
Total	<u>18</u>

PUNTO 14 (Sección peinada S.H.H.O)

4 inodoros con tanque	12
4 urinarios	16
3 lavatorios	6
Total	<u>38</u>

PUNTO 16 (Sección peinada S.H.)

2 inodoros	8
2 lavatorios	4
1 urinario	4
Total	<u>16</u>

PUNTO 17 (Oficina Tejeduría S.H.)

1 inodoro con tanque	4
1 lavatorio	2
1 urinario	4
Total	<u>10</u>

PUNTO 18 (Sección Hilandería S.H.H.)

3 lavatorios	6
5 inodoros con tanque	20
3 urinarios	12
Total	<u>38</u>

PUNTO 19 (Sección Hilandería S.H.M.)

3 lavatorios	6
5 inodoros	20
Total	26

PUNTO 20 (Sección Hilandería S.H.)

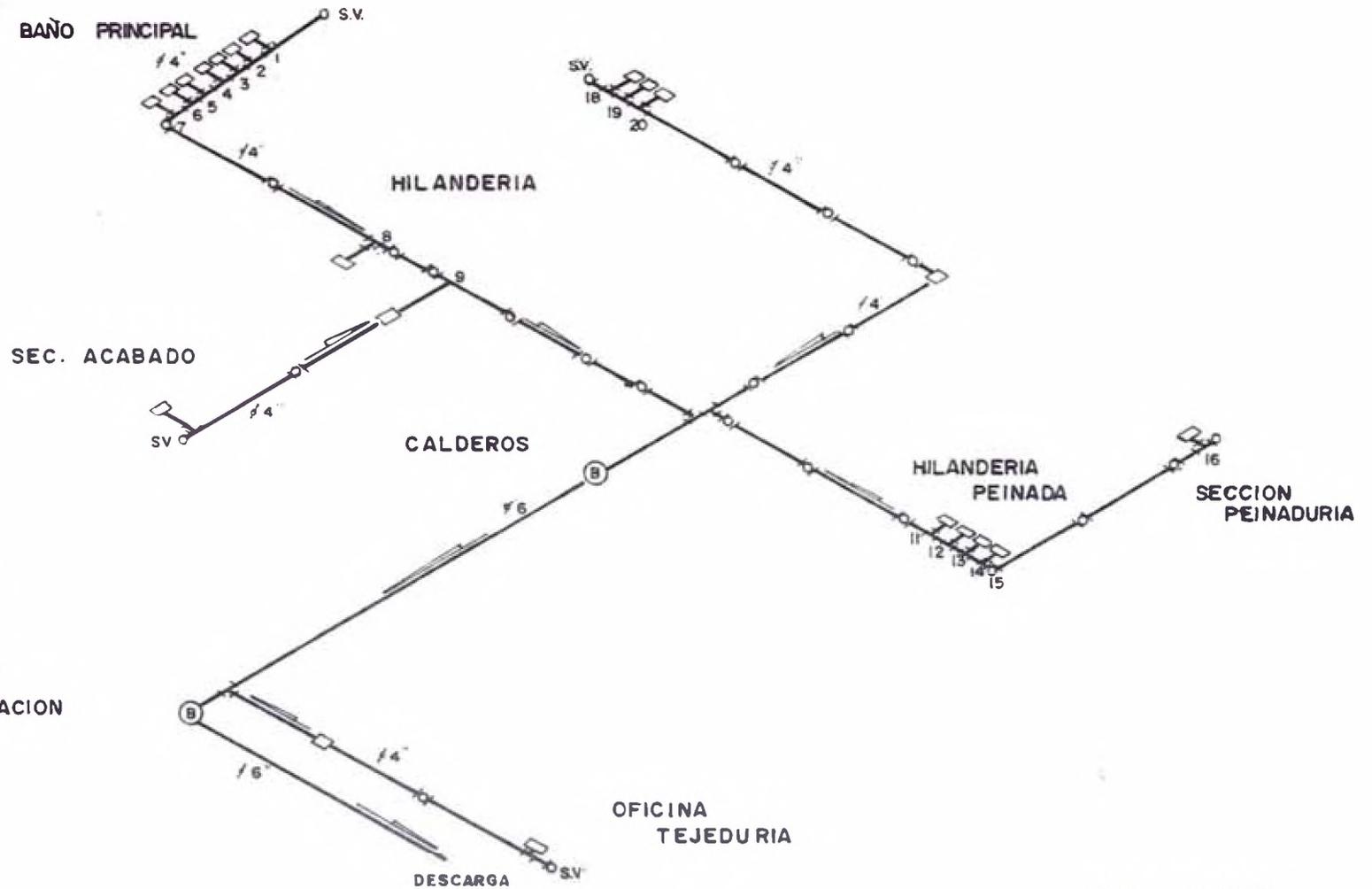
1 inodoro con tanque	4
1 lavatorio	2
1 urinario	4
Total	10

II) DISEÑO DE LA RED DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS
DE LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA
(VER GRAF. 3-1)

TRAMO	U.D.	DEL COLECTOR (PVC, PULG)	PENDIENTE (%)
1 - 2	30	4	1
2 - 3	66	4	1
3 - 4	78	4	1
4 - 5	106	4	1
5 - 6	121	4	1
6 - 7	129	4	1
6 - 9	145	4	1
9 - 9A	193	5	1
18 - 19	219	5	1
19 - 20	38	4	1
20 - 20A	64	4	1
20A - 9A	74	4	1
16 - 14	166	7	1
14 - 13	16	4	1
13 - 12	54	4	1
12 - 11	72	4	1
11 - 20A	92	4	1
17 - 17A	10	4	1
9A - 17A	385	6	1
17A - B2	395	6	1

RED DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS

GRAFICO N° 3-1



LEYENDA

- REGISTRO
- CAJA DE REGISTRO
- Ⓟ BUZON
- SENTIDO DEL FLUJO
- S.V. SUBIDA PARA VENTILACION

ESC. 1 : 1000

3.2.-DISEÑO DE LA RED DE AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES

3.2.1 DISEÑO DE LA RED DE AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES DE LA SECCION DE ACABADOS (VER. GRAFICO 3.2)

1) PUNTO I (Descarga de la contricap)

Q: Caudal de descarga de la Contricap: 0.356 lps

V: Segun R.N.C. Tenemos que la velocidad minima es = 0.6 m/s

La tuberia sera de PVC - Pesado Coeficiente de Manning n = 0.010

CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN EL PUNTO 1.

A : ARCO MOJADO DE LA TUBERIA

$$A = \frac{Q}{V}$$

Reemplazando datos tenemos:

$$A = \frac{0.356 * 10^6}{0.6} \text{ m}^2$$

$$A = 0.000593 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (I)$$

Ademas tenemos que:

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots (II)$$

Donde:

d : diametro de la tubería

θ : Angulo de la superficie del liquido que hace con el centro de la tubería.

Segun R.N.C. tenemos que la capacidad maxima de descarga de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Por lo tanto tenemos que:

Area mojada de la tubería : $\frac{\pi d^2}{8}$ (III)

$$\frac{\pi d^2}{8} : 0.000593$$

Despejando "d" tenemos que:

$$d = 0.038 \text{ m}$$

d : diametro comercial = 2 pulg. (IV)

Reemplazando en (IV) en (II) tenemos:

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta) (0.05)^2 = 0.000593$$

Despejando θ

$$\theta = 156.34^\circ$$

Cálculo del perimetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 156.34) * 0.05$$

$$P = 0.0574 \text{ m.}$$

Cálculo del radio Hidraulico: (R)

$$R = \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} = \left(\frac{0.00593}{0.0574} \right)^{2/3}$$

$$R = 0.04744$$

Calculo de la Pendiente de la Tuberia (S)

$$S = \left(\frac{V * n}{R} \right)^2$$

Reemplazando datos tenemos:

$$S = \frac{(0.6 * 0.012)^2}{0.0474}$$

$$S = 0.016 \text{ m/m}$$

$$S = 1.6 \%$$

2) PUNTO 2: Descarga de los Batanes y la Contricap)

Q_{min} : Caudal minimo de descarga

$$Q_{min} : 0.356 \text{ lps}$$

Q_{max} : Caudal maximo de descarga

V : VELOCIDAD MINIMA

$$V : 0.6 \text{ m/s}$$

La tubería sera de PVC PESADO

Coefficiene de Manning n = 0.010

D) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN EL PUNTO 2:

A_{max} : Arco Mojado de la tubería para el caudal MAXIMO de Descarga.

$$A_{max} = Q_{max}/V$$

$$A_{max} = \frac{0.841 \times 10^{-3}}{0.6} = 0.00140 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

A_{min} : Area mojada de la tubería para el caudal mínimo de descarga

$$A_{min} = Q_{min}/V$$

$$A_{min} = \frac{Q_{min}}{V} = \frac{0.356 \times 10^{-3}}{0.6} = 0.000593 \text{ m}^2$$

Según R. N.C. tenemos que la capacidad máxima de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

AREA MAXIMA mojada de la tubería; A_{max}

$$A_{max} = \frac{\pi d^2}{8} \dots\dots (II)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I, tenemos que:

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.00140$$

$$d = 0.0597 \text{ m}$$

d : diametro comercial

d = 3 pulg.

Cálculo de la pendiente para el caudal mínimo de descarga:

Según la ecuación II Y III tenemos:

$$A_{\min} = 0.000593 \text{ m}^2 \dots\dots\dots \text{(IV)}$$

Diametro de la tubería: 3 pulgadas \approx 0.0762 m.

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots \text{(V)}$$

donde:

d : diametro de la tubería

θ : Angulo de la superficie del líquido que hace con el centro de la tubería.

Igualando la ecuación IV y V, tenemos :

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta) (0.0762)^2 = 0.000593$$

despejando θ tenemos:

$$\theta = 116.5^\circ$$

Cálculo del perímetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 116.5) (0.0762)$$

$$P = 0.0652 \text{ m.}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R)

$$R^{2/3} = \frac{A^{2/3}}{P} = \left(\frac{0.000593}{0.0652} \right)^{2/3}$$

$$R^{2/3} = 0.04356$$

Cálculo de la pendiente (S)

$$S = \left(\frac{V * n}{R} \right)^2$$

Despejando datos tenemos :

$$S = \frac{(0.6 * 0.010)^2}{0.04356}$$

$$S = 0.019 \text{ m/m}$$

$$S = 1.9 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA CAUDAL
MAXIMO DE DESCARGA.

Q : caudal máximo de descarga = 0841 lps

$$Q_{max} = 0.841 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

S = Pendiente de la tubería = 0.019 m/m

d = diametro de la tubería = 3 pulg \approx 0.076 m

V : Velocidad

A : Arco mojado de la tubería

Aplicando la ecuación :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots (a)$$

P : Perímetro mojado

despejando de (a)

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = \frac{Q * n}{S^{1/2}} = 0.841 * 10^{-3} * 0.012$$

Reemplazando datos tenemos :

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = \frac{0.841 * 10^{-3} * 0.012}{(0.019)^{1/2}} = 0.000061 \dots (1)$$

Además tenemos las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \operatorname{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots \text{(II)}$$

$$P = \frac{1}{2} (\theta * d) \dots\dots\dots \text{(III)}$$

Reemplazando las ecuaciones II y III y "d",
en I tenemos:

$$(\theta - \operatorname{sen}\theta) \frac{1.6666}{8} - 1.1859 * \theta \frac{0.6666}{2} = 0$$

despejando θ tenemos que :

$$\theta = 142.62^\circ$$

Reemplazando " θ " en la ecuación II, tenemos:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \operatorname{sen}\theta)d^2$$

$$A = \frac{1}{8} (0.0147 * 142.62 - \operatorname{sen} 142.62) (0.076)^2$$

$$A = 0.00107 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final} = \frac{Q}{A} = \frac{0.841 * 10^{-3}}{0.00107} = 0.78 \text{ m/s}$$

$$\text{Velocidad Final} = 0.78 \text{ m/s}$$

PUNTO 3 (Descarga final de la máquinas en la
sección de Acabados)

Qmin : Caudal mínimo de descarga

$$Q_{\min} = 0.356 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Qmax : Caudal máximo de descarga

$$Q_{\max} = 7.22 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad Mínima

$$V : 0.6 \text{ m/s}$$

Tubería de P.V.C. - PESADO

Coefficiente de Manning : n n = 0.012

D) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA
TUBERIA DE DESCARGA EN EL PUNTO 3.

Amax : Area mojada de la tubería para el caudal
máximo de descarga

$$A_{\max} = Q_{\max}/V$$

$$A_{\max} = \frac{7.22 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00120 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

Amin : Area mojada de la tubería para el
caudal mínimo de descarga

$$A_{\min} = Q_{\min}/V$$

$$A_{min} = \frac{0.356 * 10^{-3}}{0.6} = 0.000593 \text{ m}^2 \dots\dots (II)$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máxima de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} = \frac{\pi d^2}{8}$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I, tenemos:

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.00120$$

despejando "d" tenemos:

$$d = 0.17509 \text{ m.}$$

d : diametro comercial

d : 8 pulgadas

$$0.00120$$

CALCULO DE LA PENDIENTE PARA EL CAUDAL MINIMO DE DESCARGA

Según las ecuaciones II y III tenemos:

$$A_{min} = 0.000593 \text{ m}^2 \dots\dots\dots IV$$

diametro de la tubería: 8 pulgadas <> 0.2032 m

$$A_{min} = \frac{1(\theta - \text{sen}\theta)}{8} d^2 \dots\dots\dots V$$

donde:

d : diametro de la tubería

θ : ángulo de la superficie del líquido que
hace con el centro de la tubería.

Igualando la ecuación IV y V tenemos:

$$1(\theta - \text{sen}\theta) (0.2032)^2 = 0.000593$$

Despejando " θ ", tenemos que:

$$\theta = 72.7^\circ$$

Cálculo del Perímetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 72.7) (0.2032)$$

$$P = 0.108578 \text{ m.}$$

Cálculo del Radio Hidraulico (R)

$$R^{2/3} = \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} = \frac{(0.000593)^{2/3}}{0.10857}$$

$$R^{2/3} = 0.03106$$

Cálculo de la Pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^2}{R^{2/3}}$$

Reemplazando datos tenemos:

$$S = \frac{0.6 * 0.010^2}{0.03106}$$

$$S = 0.0373 \text{ m/m}$$

$$S = 3.73 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA

Caudal maximo $Q = 7.220 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$

Pendiente : $S = 0.0373 \text{ m/m}$

Diametro de la tubería : 8 pulg \leftrightarrow 0.2032 m.

Velocidad de : V

Area mojada de la tubería : A

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots A$$

Perimetro mojado

Despejando de (a)

$$\frac{A^{5/3}}{P} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$

$$\frac{A^{5/3}}{F^{2/3}} = 0.0003735$$

Ademas tenemos los siguientes ecuaciones:

$$A^{5/3} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \quad \dots\dots (II)$$

$$F = \frac{1}{2} \theta * d \quad \dots\dots (III)$$

Reemplazando las ecuaciones II y III a I, y reemplazando "d" tenemos:

$$(\theta - \text{sen}\theta)^{1.6666} - 0.5275 * \theta^{0.6666} = 0$$

Despejando "θ" tenemos:

$$\theta = 117.9^\circ$$

Reemplazando "θ" en la ecuacion III, tenemos:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2$$

$$A = \frac{1}{8} (0.0147 * 117.9 - \text{sen } 117.9) * (0.203)^2$$

$$A = 0.00438 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad} = \frac{Q}{A} = \frac{7.22 * 10^{-3}}{0.00438}$$

$$\text{Velocidad Final} = 1.65 \text{ m/s}$$

4) PUNTO 3-4 (EVALUACION FINAL DE LA SECCION DE ACABADOS)

Qmin : Caudal minimo de descarga

Qmin : 1.774 lps

Qmax : Caudal maximo de descarga

Qmax = 7.22 lps

Velocidad minima : V

V : 0.6 m/s

La tuberia sera de PVC-PESADO

Coefficiente de Mannig : n

n : 0.012

I) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN EL TRAMO 3-4 :

Amax : Area mojado de la tuberia para el caudal maximo de descarga

Amax : Qmax/V

$$A_{max} : \frac{7.22 \times 10^{-3}}{0.6} = 0.0120 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

Amin : Area mojada de la tuberia para el caudal minimo de descarga

Amin : Qmin/V

$$A_{\min} = \frac{1.774 * 10^{-3}}{0.6} = 0.0029 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máxima de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{\max} = \frac{\pi d^2}{8} \dots\dots (II)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I, tenemos:

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.0120$$

despejando "d" tenemos:

$$d = 0.17$$

d : diametro comercial

$$d = 8 \text{ pulg.}$$

* Calculo de la Pendiente para el caudal minimo de descarga

Segun la ecuacion II y III tenemos :

$$A_{\min} = 0.0029 \text{ m}^2 \dots\dots (IV)$$

Diametro de la tubería: 8 pulgadas <>0.2032 mt

Ademas tenemos que :

$$A_{min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)^2$$

donde:

d : diametro de tuberia

θ : Angulo de superficie del liquido que hace con el centro de la tuberia

Igualando la ecuacion (IV) y (V) tenemos:

$$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.203)^2 = 0.0029$$

Despejando " θ " tenemos que:

$$\theta = 104.2^\circ$$

Calculo del Perimetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 104.2) (0.203)$$

$$P = 0.1554 \text{ m.}$$

Calculo del Radio Hidraulico (R)

$$R^{2/3} = \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} = \frac{(0.0029)^{2/3}}{0.1554^{2/3}}$$

$$R^{2/3} = 0.0705$$

Calculo de la Pendiente (S)

$$S = \left(\frac{V * n}{R^{2/3}} \right)^2$$

Reemplazando datos tenemos:

$$S = \frac{(0.6 * 0.010)^2}{0.0705}$$

$$S = 0.007 \text{ m/m}$$

$$S = 0.7 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA

$$\text{Caudal Maximo : } 7.22 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$\text{Pendiente : } S = 0.007 \text{ m/m}$$

$$\text{Diametro de la Tuberia: } d = 8 \text{ pulg } \langle 0.2031 \text{ m} \rangle$$

$$\text{Velocidad : } V$$

$$\text{Area mojada de la tuberia } A:$$

Aplicando la ecuacion :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (a)$$

P : Perimetro mojado

Despejando de "a" :

$$\frac{A^{5/3}}{P} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$

$$\frac{A}{2/3} = 0.000863 \dots\dots (I)$$

Ademas tenemos las siguientes ecuaciones :

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots II$$

$$P = (1/2 \theta * d) \dots\dots III$$

Reemplazando la ecuacion II y III en I y reemplazando "d" tenemos:

$$(\theta - \text{sen}\theta) \frac{1.6666}{8} - 1.2 * \theta \frac{0.6666}{8} = 0$$

Despejando "θ" en la ecuacion II, tenemos:

$$\theta = 143.05^\circ \text{ } \theta$$

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2$$

$$A = \frac{1}{8} (0.0147 * 143.05 - \text{sen } 143.05) * (0.203)^2$$

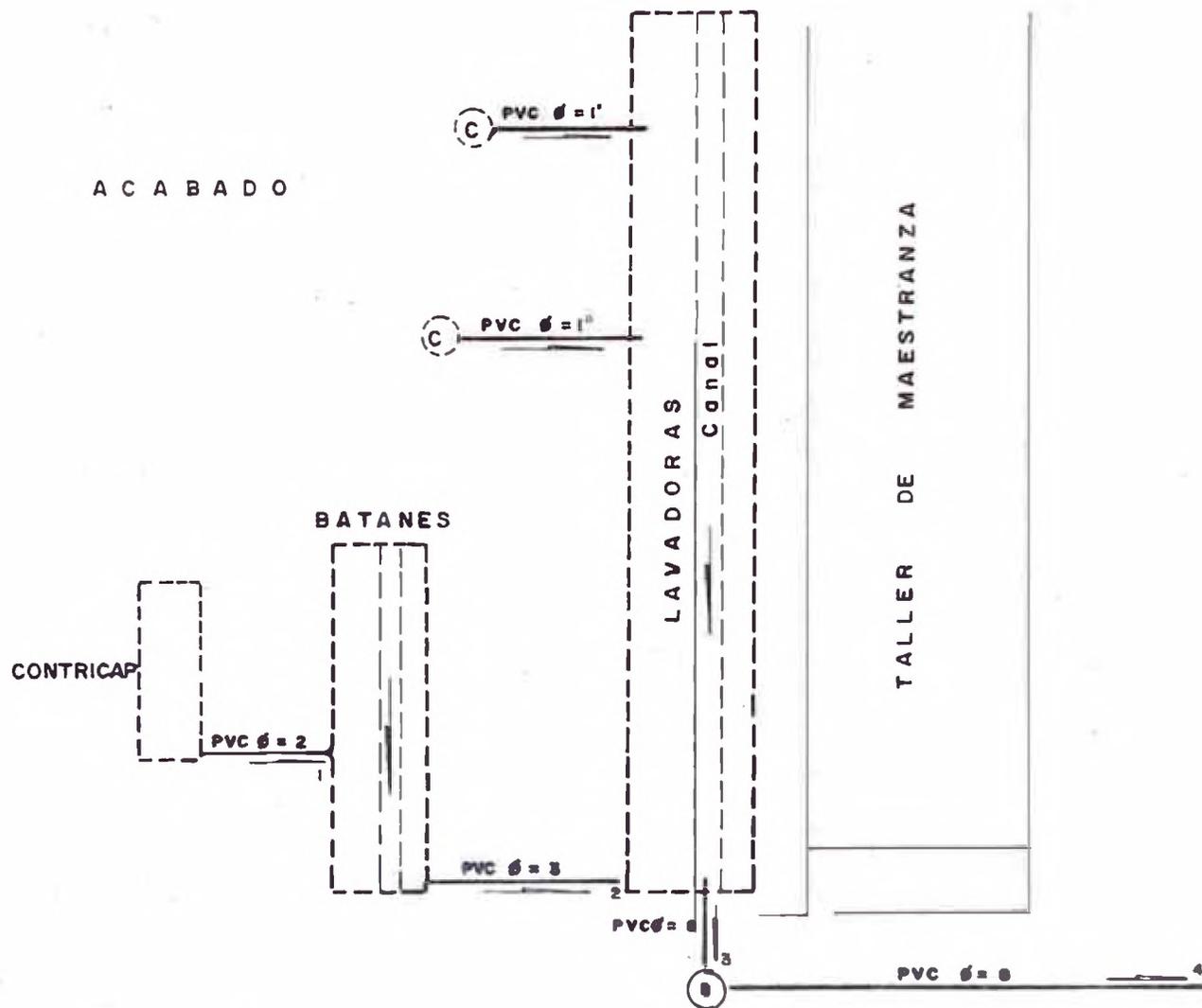
$$A = 0.00773 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad final} : \frac{Q}{A} = \frac{7.22 * 10^{-3}}{0.00773}$$

$$\text{Velocidad Final} : V = 0.93 \text{ m/s}$$

RED DE AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES

GRAFICO N° 3-2



ESC: 1 / 250

3.2.2. DISEÑO DE LA RED DE AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES DE LA SECCION DE TINTORERIA (VER GRAFICOS 3-3)

1) PUNTO 1 - 2 (Red de descarga de los Tops)

Q_{min} : Caudal maximo de descarga

$$Q_{min} = 0.048 \text{ lps}$$

Q_{max} : Caudal maximo de descarga

$$Q_{max} = 0.095 \text{ lps}$$

Velocidad Minima : V

$$V : 0.6 \text{ m/s}$$

La Tubería de PVC -- PESADO

Coefficiente de Manning: n

$$n : 0.012$$

1) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN EL PUNTO 1-2:

A_{max} : Area mojada de la tubería para el control maximo de descarga

$$A_{max} : Q_{max}/V$$

$$A_{max} : \frac{0.095 * 10^{-3}}{0.6} = 0.000158 \text{ m}^2 \dots\dots (1)$$

A_{min} : Area mojada de la tubería para el caudal minimo de descarga

$$A_{min} : Q_{min}/V$$

$$A = \frac{0.048 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00008 \text{ m}^2 \dots\dots (II)$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máxima de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{\max} = \frac{\pi D^2}{8} \dots\dots (III)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I, tenemos:

$$\frac{\pi D^2}{8} = 0.000120$$

Despejando "d" tenemos:

d : diametro comercial de la tubería

d : 1 pulgada

* Calculo de la pendiente para el caudal mínimo de descarga

Segun la ecuacion II y III tenemos que :

$$A_{\min} = 0.00008 \text{ m}^2 \dots\dots (IV)$$

diámetro de la tubería : 1 pulgada <> 0.025 m

Ademas tenemos lo siguiente:

$$A_{\min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots (V)$$

Donde:

d : diametro de la tubería

θ : ángulo de la superficie del líquido que
hace con el centro de la tubería.

Igualando las ecuaciones (IV) y (V) tenemos:

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta) (0.25)^2 = 0.00008$$

despejando " θ " tenemos:

$$\theta = 125.2^\circ$$

Calculo del Perimetro mojado (P)

$$P = \frac{\theta}{180} \pi * d = \frac{125.2}{180} \pi (0.25)$$

$$P = 0.023 \text{ m.}$$

Calculo del radio Hidraulico (R)

$$R = \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} = \left(\frac{0.00008}{0.023} \right)^{2/3}$$

$$R = 0.02296$$

Calculo de la pendiente (S)

$$S = \left(\frac{V * n}{R} \right)^2$$

Reemplazando datos tenemos;

$$S = \left(\frac{0.6 * 0.010}{0.02296} \right)^2$$

$$S = 0.06829 \text{ m/m}$$

$$S = 6.8 \%$$

VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA Qmax

$$Q_{\max} = 0.095 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$S = 0.068 \text{ m/m}$$

$$d = 1 \text{ pulgadas es } 0.025 \text{ m.}$$

$$\text{Velocidad} = V$$

Area Mojada de la tubería A:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots (a)$$

P= Perímetro mojado

Despejando de "a"

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = \frac{Q * n}{S^{1/2}} = \frac{0.095 * 10^{-3} * 0.012}{(0.098)^{1/2}}$$

Reemplazando datos:

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = 0.000003643 \dots (I)$$

$$\frac{[1(\theta - \text{sen}\theta)d^2]^{5/3}}{8} = 0.000003642$$

$$(\frac{1}{8} \theta * d)^{2/3}$$

Reemplazando la ecuación II y III en (D) y
Reemplazando "j", tenemos

$$(\theta - \text{sen}\theta)^{1.6660} - 1.358 * \theta^{0.6666} = 0$$

Despejando θ tenemos que :

$$\theta = 147.75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando θ , en la ecuación II tenemos

$$A = \frac{1(\theta - \text{sen}\theta)d^2}{8} \dots \text{(II)}$$

$$A = \frac{1(0.0147 * 147.75 - \text{sen } 147.75) * (0.025)^2}{8}$$

$$A = 0.0001279 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final} = Q = \frac{0.035 * 10^{-3}}{A} = \frac{0.035 * 10^{-3}}{0.000127}$$

$$\text{Velocidad Final} = 0.75 \text{ m/s}$$

2) PUNTO 2 (Red de descarga de las Ramas)

Q_{min} = caudal mínimo de descarga

$$Q_{\text{min}} = 0.193 \text{ lps}$$

Q_{max} = caudal máximo de descarga

$$Q_{max} = 0.579 \text{ lps}$$

Velocidad Mínima : V

$$V = 0.6 \text{ m/s}$$

Tubería será de PVC- Pesado

Coefficiente de Manning : n

$$n = 0.012$$

1) CÁLCULO DE LA PENDIENTE MÁXIMA Y DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESCARGA EN EL PUNTO 2:

A_{max} = Área mojada de la tubería para el caudal máximo de descarga.

$$A_{max} = Q_{max}/v$$

$$A_{max} = \frac{0.579 * 10^{-3}}{0.6} \text{ m}^2 = 0.000965 \text{ m}^2 \dots (I)$$

A_{min} : Área mojada de la tubería para el caudal mínimo de descarga

$$A_{min} : Q_{min}/V$$

$$A_{min} : \frac{0.193 * 10^{-3}}{0.6} = 0.0003216 \text{ m}^2$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máxima de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} : \frac{\pi d^2}{4} \dots \dots \dots (III)$$

d : diametro de la tubería

Igualando ecuaciones III y I, tenemos:

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.000965$$

despejando "d" tenemos ;

$$d = 0.0495 \text{ m.}$$

d : diametro comercial de la tubería

d : 2 pulgadas

Cálculo de la pendiente para el caudal mínimo de descarga.

Según la ecuación II y III tenemos que:

$$A_{\min} = 0.0003216 \text{ m}^2 \dots\dots\dots \text{IV}$$

diámetro de la tubería: 2 pulgadas $\langle \rangle$ 0.050 m.

Además tenemos lo siguiente:

$$A_{\min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d^2 = \dots\dots\dots \text{V}$$

Donde :

d : Diámetro comercial de la tubería

θ : Ángulo de la superficie del líquido, que hace con el centro de la tubería.

Igualando las ecuaciones (IV) y (V) tenemos

$$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.050)^2 = 0.0003216$$

Despejando "θ" tenemos que:

$$\theta = 125.4^\circ$$

Cálculo del perímetro mojado (P)

$$P = \frac{\pi}{2} \theta * d = \frac{\pi}{2} (0.0147 * 125.4) (0.05)$$

$$P = 0.04608 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R)

$$R^{2/3} = \frac{A^{2/3}}{P} = \frac{0.0003216}{0.04608}$$

$$R^{2/3} = 0.0365$$

Cálculo de la pendiente (S)

$$S = \left(\frac{V * n}{R} \right)^2$$

$$S = \frac{0.6 * 0.010}{0.0365}^2$$

$$S = 0.0270 \text{ m/m}$$

$$S = 2.7 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA.

Q_{max} : Caudal máximo = 0.579 lps

S : Pendiente = 0.027 m/m

d : Diametro de la tubería = 2 pulg <> 0.05 m.

V : Velocidad

A : Area mojada de la tubería

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (a)$$

P : Perimetro mojado

Despejando de "a":

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = 0.00003536 \dots\dots\dots (1)$$

Ademas tenemos las siguientes ecuaciones :

$$A^{5/3} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots \text{II}$$

$$P = \frac{1}{2} \theta * d \dots\dots\dots \text{III}$$

$$V : 0.6 \text{ m/s}$$

V : Velocidad Mínima.

$$Q_{max} = 0.598 \text{ lps}$$

Qmax : Caudal máximo de descarga

$$Q_{min} = 0.067 \text{ lps}$$

Qmin : Caudal mínimo de descarga

3) PUNTO 3 (Red de descarga de las tinas)

$$\text{Velocidad Final} : 0.83 \text{ m/s.}$$

$$\text{Velocidad Final} : \frac{0.579 * 10}{0.00697}$$

-3

$$A = 0.00697 \text{ m}^2$$

8

$$A : 1(\theta - \text{sen}\theta)^2$$

Reemplazando "θ" en la ecuación II tenemos:

$$\theta : 167.04^\circ 0$$

Despejando "θ"

$$1.6666 (\theta - \text{sen}\theta) - 2.093 * \theta = 0$$

Reemplazando "d", en I, tenemos:

Reemplazando la ecuación II y III

y

La Tubería del tramo 3 PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

n : 0.010

**I) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA
TUBERIA DE DESCARGA EN EL TRAMO 3 :**

A_{max} : Area mojada de la tubería para el
caudal máximo de descarga.

A_{max} : Q_{max}/V

$$A_{max} : \frac{0.598 * 10^{-3}}{0.6} = 0.000996 \text{ m}^2 \dots\dots I$$

A_{min} : Area mojada de la tubería para el
caudal mínimo de descarga

A_{min} : Q_{min}/V

$$A_{min} : \frac{0.067 * 10^{-3}}{0.6} = 0.000111 \text{ m}^2 \dots II$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máxima
de descarga, de las aguas servidas en la red
es a medio tubo. Para el caudal máximo de
descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} : \frac{\pi D^2}{8} \dots\dots (III)$$

d: Diametro de la tubería

$$\frac{\pi D^2}{8} = 0.000996$$

Despejando "d", tenemos:

$$d = 0.050 \text{ m}$$

d : diametro comercial de la tubería

$$d = 2 \text{ pulg.}$$

* Cálculo de la pendiente para el caudal
Mínimo de descarga

Según la ecuación II y III, tenemos que:

$$A_{\min} = 0.000111 \text{ m}^2 \dots\dots (IV)$$

d : diametro comercial de la tubería = 2 pulg.
<> 0.05 m.

Además tenemos lo siguiente :

$$A_{\min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.05)^2 = 0.000111$$

Donde:

d : diametro comercial de la tubería

θ : Angulo de la superficie del líquido que
hace con el centro de la tubería

$$\theta = 92.1^\circ$$

Cálculo del Perímetro Mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 92.1) (0.05)$$

$$P = 0.0338 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.000111}{0.0338}$$

$$R = 0.002209$$

Cálculo de la Pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^{2/3}}{R}$$

Reemplazando datos tenemos:

$$S = \frac{0.6 * 0.010^{2/3}}{0.02209}$$

$$S = 0.073 \text{ m/m}$$

$$S = 7.3 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA.

Qmax : Caudal Maximo de descarga = 0.598 lps.

S : Pendiente de la tubería = 0.73 m/m

V : Velocidad

A : Area mojada de la tubería

Aplicando la ecuación:

$$V : \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots (a)$$

P : Perimetro mojado

Despejando de "a", tenemos:

$$\frac{A^{5/3}}{P} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$

Reemplazando datos tenemos ;

$$A \frac{5/3}{2/3} = 0.00002213 \dots\dots\dots (I)$$

Ademas tenemos las siguientes ecuaciones :

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots II$$

$$P = \frac{1}{2} \theta * d \dots\dots\dots III$$

Reemplazando la ecuación II y III, y Reemplazando "d", en (I) tenemos:

$$(\theta - \text{sen}\theta) \frac{1.6666}{8} - 1.26823 * \theta \frac{0.6666}{2} = 0$$

Despejando "θ", tenemos:

$$\theta = 145.14^\circ \theta$$

Reemplazando "θ" en la ecuación II tenemos:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2$$

$$A = 0.000488 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final} : \frac{Q}{A} = \frac{0.000598}{0.000488}$$

$$\text{Velocidad Final} : V = 1.22 \text{ m/s}$$

4) PUNTO 4: (Red de descarga de la Obem)

Qmin : Caudal mínimo de descarga

$$Q_{min} = 0.13 \text{ lps.}$$

Qmax : Caudal máximo de descarga.

$$Q_{max} = 0.527 \text{ lps}$$

V : Velocidad Mínima

$$V = 0.6 \text{ m/s}$$

La Tubería del tramo 4, PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

$$n = 0.010$$

I) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN EL TRAMO 4:

Amax : Area mojada de la tubería para el caudal máximo de descarga.

$$A_{max} = Q_{max}/V$$

$$A_{max} = \frac{0.527}{0.6} * 10^{-3} = 0.0008783 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

Amin : Area mojada de la tubería para el caudal mínimo de descarga:

$$A_{min} = Q_{min} / V$$

$$A_{min} = \frac{0.13}{0.6} * 10^{-3} = 0.0002166 \text{ m}^2 \dots\dots (II)$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máximo de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} = \frac{\pi d^2}{8} \dots\dots\dots (III)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I, tenemos

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.000876$$

Despejando "d", tenemos :

$$d = 0.047 \text{ m}$$

d : diametro comercial de la tubería

d : 2 pulg.

Cálculo de la pendiente para el caudal mínimo de descarga.

Según la ecuación II y III, tenemos que :

$$A_{min} = 0.0002166 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (IV)$$

d : Diametro comercial de la tubería : 2 pulgadas <> 0.05 m.

Además tenemos lo siguiente:

$$A_{min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d^3 \dots\dots\dots (V)$$

donde:

d ; Diametro comercial

θ ; Angulo de la superficie del líquido que hace con el centro de la tubería.

Igualando las ecuaciones (IV) y (V), tenemos:

$$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.05)^2 = 0.0002166$$

Despejando " θ ", tenemos que:

$$\theta : 110.8^\circ \text{ O}$$

Cálculo del Perimetro Mojado (P)

$$P : \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 110.8) (0.05)$$

$$P : 0.040719 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R)

$$R^{2/3} = \frac{A}{P} = \frac{0.0002166}{0.040719}$$

$$R^{2/3} : 0.03048$$

Cálculo de la pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^2}{R^{2/3}}$$

Reemplazando datos tenemos :

$$S = \frac{0.6 * 0.012^2}{0.03048}$$

$$S : 0.0387 \text{ m/m}$$

$$S : 3.8 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA

Q_{max} : Caudal Máximo de descargas = 0.527 lps

S : Pendiente de la tubería = 0.0387 m/m

d : Diametro comercial de la tubería = 2 pulg
<> 0.05 m.

V : Velocidad

A : Area mojada de la tubería

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots (I)$$

P : Perimetro Mojado

Despejando de "a" tenemos :

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = 0.000026724$$

Además tenemos las siguientes ecuaciones:

$$A : \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots (II)$$

$$P : \frac{1}{2} \theta * d \dots\dots (III)$$

Reemplazando la Ecuación II y III y Reemplazando "d", en (I), Tenemos :

$$(\theta - \text{sen}\theta)^{1.6666} - 1.588 * \theta^{0.6666} = 0$$

Despejando " θ ", tenemos:

$$\theta = 154.17^\circ$$

Reemplazando " θ " en la ecuación II, tenemos:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2$$

$$A = 0.000572 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final} : \frac{Q}{A} = \frac{0.527}{0.000572} * \frac{10^{-3}}{10}$$

$$\text{Velocidad Final} : V = 0.92 \text{ m/s}$$

5) PUNTO 5 (Red de descarga de las Barcas)

Q_{\min} : Caudal mínimo de descarga

$$Q_{\min} = 0.315 \text{ lps}$$

Q_{\max} : Caudal máximo de descarga

$$Q_{\max} = 1.889 \text{ lps}$$

V : Velocidad Mínima

$$V = 0.6 \text{ m/s}$$

La Tubería del Tramo 5, sera PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

$$n : 0.010$$

I) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA DEL TRAMO 5 ;

Amax : Area mojada de la tubería para el caudal máximo de descarga

$$A_{max} = Q_{max} / V$$

$$A_{max} = \frac{1.889 * 10^{-3}}{0.6} = 0.003148 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

Amin : Area mojada de la tubería para el caudal mínimo de descarga

$$A_{min} = Q_{min} / V$$

$$A_{min} = \frac{0.315 * 10^{-3}}{0.6} = 0.000525 \text{ m}^2 \dots\dots (II)$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máximo de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} = \frac{\pi d^2}{8} \dots\dots\dots (III)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I, tenemos:

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.003148$$

Despejando "d" , tenemos :

$$d = 8.95 \text{ cm}$$

d : diametro comercial de la tubería

$$d = 4 \text{ pulg.}$$

Cálculo de la pendiente para el caudal mínimo de descarga

Segun la ecuación II y III tenemos que :

$$A_{min} = 0.000525 \text{ m}^2 \dots\dots (IV)$$

d : diametro comercial de la tubería = 4 pulgadas $\langle \rangle$ 0.1016 m

Ademas tenemos lo siguiente :

$$A_{min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d^3 \dots\dots (V)$$

Donde:

d : diametro comercial de la tubería

θ : angulo de la superficie del líquido que hace con el centro de la tubería.

Igualando la ecuación (IV) y (V),tenemos :

$$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.05)^3 = 0.000525$$

Despejando " θ " , tenemos que:

$$\theta = 95.4^\circ$$

Cálculo del Perimetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 95.4) (0.1016)$$

$$P = 0.0712 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R)

$$R^{2/3} = \frac{A}{P} = \frac{0.000525}{0.0712}$$

$$R^{2/3} = 0.03786$$

Cálculo de la Pendiente (S)

$$S = \frac{(V * n)^2}{R^{2/3}}$$

Reemplazando datos tenemos:

$$S = \frac{0.6 * 0.0102^2}{0.03786}$$

$$S = 0.025 \text{ m/m}$$

$$S = 2.5 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL DE DESCARGA.

Q_{max} : Caudal maximo de descarga : 1889 lps

S : Pendiente de la tubería = 0.025 m/m

d : diametro comercial de la tubería = 4 pulg <> 0.1016 m.

V : Velocidad

A : Area mojada de la tubería

Aplicando la ecuación :

$$S = \frac{Q^2}{A^3} = \frac{R^{2/3} * S}{n^2}$$

P : Perimetro mojado

Despejando tenemos :

$$\frac{5/3}{A} = 0.00011947$$
$$\frac{2/3}{F}$$

Ademas tenemos las siguientes ecuaciones :

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots \text{II}$$

$$F = \frac{1}{2} \theta * d \dots\dots\dots \text{III}$$

Reemplazando "θ" tenemos :

$$(\theta - \text{sen}\theta) \frac{1.6666}{8} - 1.071263 * \theta \frac{0.6666}{2} = 0$$

Despejando "θ", tenemos :

$$\theta = 139.^\circ \text{ Q}$$

Reemplazando "θ" en la ecuación II tenemos :

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2$$

$$A = 0.0017899 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final : } \frac{Q}{A} = \frac{1.889 * 10^{-3}}{0.0017894}$$

$$\text{Velocidad Final : } 1.05 \text{ m/s}$$

6) PUNTO 2 - 3 (Red de descarga entre las Ramas y las tinajas)

Qmin : Caudal mínimo de descarga

Qmin = 0.241 lps

Qmax : Caudal máximo de descarga

Qmax = 0.674 lps

V : Velocidad Mínima

V = 0.6 m/s

La Tubería del Tramo "2-3" Sera de PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

n : 0.010

1) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGAS EN EL TRAMO "2-3":

Amax : Area mojada de la tubería para el caudal máximo de descarga

Amax = Qmax/V

$$A_{max} = \frac{0.674 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00112 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (I)$$

Amin : Area mojada de la tubería para el caudal mínimo de descarga

Amin = Qmin/V

$$A_{min} = \frac{0.241 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00040 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (II)$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máximo de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} = \frac{\pi d^2}{8} \dots\dots\dots (III)$$

d : diametro de la tubería

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.00112$$

despejando "d" tenemos :

$$d = 0.053 \text{ cm}$$

d : diametro comercial de la tubería

$$d = 3 \text{ pulg.}$$

Cálculo de la pendiente para el caudal mínimo de descarga.

Según la ecuación II y III, tenemos que :

$$A_{min} = 0.00040 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (IV)$$

$$d = \text{ diametro comercial de la tubería : } 3 \text{ pulg} \\ <> 0.075 \text{ m}$$

Ademas tenemos lo siguiente:

$$A_{min} \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots (V)$$

donde :

d : diametro comercial de la tubería

θ : ángulo de la superficie del líquido que hacen con el centro de la tubería

Igualando las ecuaciones (IV) y (V), tenemos:

$$\text{Amin} \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.075)^2 = 0.00040$$

despejando " θ ", tenemos que :

$$\theta = 104.5^\circ$$

Cálculo del Perimetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 104.5) (0.075)$$

$$P = 0.0576 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R)

$$R^{2/3} = \frac{A}{P} = \frac{0.00040}{0.0576}$$

$$R^{2/3} = 0.0364$$

Cálculo de la Pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^2}{R^{2/3}}$$

Reemplazando datos tenemos:

$$S = \frac{0.6 * 0.012^2}{0.0364}$$

$$S = 0.039 \text{ m/m}$$

$$S = 3.9 \%$$

II VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA.

Q_{max} : Caudal Máximo de descarga = 0.974 lps

S : Pendiente de la tubería = 0.039 m/m

d : diametro comercial de la tubería = 3 pulg
<> 0.075 m.

V : Velocidad

A : Area mojada de la tubería

Aplicando la ecuación:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots (a)$$

P : Perímetro mojado

despejando en "a" tenemos:

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} : 0.00004095 \dots\dots (I)$$

Además tenemos las siguientes ecuaciones

$$A : \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots II$$

$$P : (\frac{1}{2} \theta * d) \dots\dots III$$

Reemplazando la ecuación II y IIIy "d" en (I)

tenemos:

$$(\theta - \text{sen}\theta)^{1.6666} - 0.7907 * \theta^{0.6666} = 0$$

Despejando "θ" tenemos:

$$\theta : 129.1^\circ \text{ O}$$

Reemplazando "θ" en la ecuación II, tenemos:

$$A : \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2$$

$$A = 0.000809 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final: } \frac{Q}{A} = \frac{0.674 * 10^{-3}}{0.000809}$$

$$\text{Velocidad Final : } 0.83 \text{ m/s}$$

7) PUNTO 3 = 4 (Red de evacuación de descarga de las tinajas y Obem)

Q_{min} : Caudal Mínimo de descarga

$$Q_{\text{min}} : 0.308 \text{ lps}$$

Q_{max} : Caudal máximo de descarga

$$Q_{\text{max}} : 1.272 \text{ lps}$$

V : Velocidad Mínima

$$V : 0.6 \text{ m/s}$$

La Tubería del Tramo "3-4" sera de PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

$$n = 0.010$$

I) **CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN EL TRAMO "3-4":**

Amax : Area mojada de la tubería para el caudal máximo de descarga.

$$A_{max} = Q_{max}/V$$

$$A_{max} = \frac{1.272 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00212 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

Amin : Area mojada de la Tubería para el caudal Mínimo de descarga.

$$A_{min} = Q_{min}/V$$

$$A_{min} = \frac{0.308 * 10^{-3}}{0.6} = 0.000513 \text{ m}^2 \dots\dots (II)$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máximo de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} = \frac{\pi D^2}{8} \dots\dots (III)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I, tenemos:

$$\frac{\pi D^2}{8} = 0.0042$$

Despejando "d", tenemos:

$$d = 0.073 \text{ m.}$$

d : diametro comercial de la tubería

d : 3 pulgadas.

Cálculo de la pendiente para el caudal mínimo de descarga

Según la ecuación II y III, tenemos :

$$A_{min} : 0,000513 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (IV)$$

d : diametro comercial de la tubería : 3 pulg
<> 0.075 m.

Además tenemos lo siguiente:

$$A_{min} : \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots (V)$$

donde:

d : diametro comercial de la tubería

θ : angulo de la superficie del liquido que hace con el centro de la tubería.

Igualando ecuaciones (IV) y (V), tenemos:

$$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.076)^2 = 0.000513$$

despejando " θ " tenemos que :

$$\theta = 111.6^\circ 0$$

Cálculo de la pendiente mojada (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 111.6) (0.075)$$

$$P = 0.0623 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidraulico (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.000513}{0.0623}$$

$$R = 0.00809$$

Cálculo de la Pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^{2/3}}{R}$$

Reemplazando datos tenemos :

$$S = \frac{0.6 * 0.010^{2/3}}{0.04089}$$

$$S = 0.021 \text{ m/m}$$

$$S = 2.1 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA

Q_{max} : Caudal maimo de descarga : 1.272 lps

S : Pendiente de la tubería = 0.021 m/m

d : Diametro comercial de la tubería = 3 pulg
<> 0.075 m.

V : Velocidad

A : Area mojada de la tubería

Aplicando la ecuación :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} * S}{n}$$

P : Perimetro mojado

Despejando tenemos ;

$$\frac{5/3}{2/3} = \frac{A}{P} = 0.00008669 \dots \dots \dots (I)$$

Además tenemos las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots \dots \dots (II)$$

$$P = (\frac{1}{2} \theta * d)$$

Reemplazando la ecuación II y III y "d" en (I), tenemos:

$$(\theta - \text{sen}\theta) \frac{1.6666}{8} - 1.6856 * \theta \frac{0.6666}{2} = 0$$

Despejando "θ" , tenemos:

$$\theta = 156.76^\circ$$

Reemplazando "θ" en la ecuación II, tenemos :

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2$$

$$A = 0.00137 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final} = \frac{Q}{A} = \frac{1.272 * 10^{-3}}{0.00137}$$

$$\text{Velocidad Final} : V = 0.92 \text{ m/s}$$

8) PUNTO 4 - 5 (Red de descarga de los Tops, Tinas, Obem)

Qmin : Caudal Mínimo de descarga

Qmin : 0.438 lps

Qmax : Caudal máximo de descarga

Qmax : 1.799 lps

V : Velocidad mínima

V = 0.6 m/s

La Tubería del Tramo "4-5" ser de PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

n : 0.010

1) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN EL TRAMO "4-5" ;

Amax : Area mojada de la tubería para el caudal máximo de descarga

Amax : Qmax/V

$$A_{max} = \frac{1.799 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00299 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (I)$$

Amin : Area mojada de la tubería para el caudal mínimo de descarga

Amin : Qmin/V

$$A_{min} = \frac{0.438 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00073 \text{ m}^2$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máximo de descarga, de las aguas servidas en la red es a medio tubo. Para el caudal máximo de descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} = \frac{\pi d^2}{8} \dots\dots\dots (III)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I tenemos:

$$\frac{\pi d^2}{8} = 0.00299$$

despejando "d" tenemos:

$$d = 8.74 \text{ cm}$$

d : diametro comercial de la tubería

$$d = 4 \text{ pulg.}$$

Cálculo de la Pendiente para el caudal mínimo de descarga.

Según la ecuación II y III tenemos:

$$A_{min} = 0.00073 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (IV)$$

d : diametro comercial de la tubería : 4 pulg

$$\langle \rangle 0.10 \text{ m}$$

Además tenemos lo siguiente:

$$A_{min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots (V)$$

donde:

d : diametro comercial de la tubería

θ : Angulo de la superficie del líquido que hace con el centro de la tubería.

Igualando las ecuaciones (IV) y (V) tenemos:

$$1(\theta - \text{sen}\theta) (0.10)^2 = 0.00073$$

Despejando " θ ", tenemos que :

$$\theta = 105.3^\circ$$

Cálculo del perimetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 105.3) (0.10)$$

$$P = 0.0773 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidraulico (R)

$$R^{2/3} = \frac{A}{P} = \frac{0.00073}{0.0773}$$

$$R^{2/3} = 0.0446$$

Cálculo de la Pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^2}{R}$$

Reemplazando datos tenemos :

$$S = \frac{0.6 * 0.0102^2}{0.0446}$$

$$S = 0.0189 \text{ m/m}$$

$$S = 1.8 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA

Qmax : Caudal máximo de descarga = 1.799 lps

S : Pendiente de la tubería = 0.018 m/m

d : Diametro comercial de la tubería = 4 pulg.
<> 0.10 m

V : Velocidad

A : Area mojada de la tubería

Aplicando la ecuación :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (a)$$

P : Perímetro mojado

despejando de "a" tenemos :

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = 0.000134$$

Además tenemos las siguientes ecuaciones :

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta)d^2 \dots\dots\dots (II)$$

$$P = (\frac{1}{2} \theta * d)$$

Reemplazando la ecuación II y III y "d" en (I) tenemos:

$$(\theta - \text{sen}\theta) \frac{1.6666}{8} - 1.2544 * \theta \frac{0.6666}{8} = 0$$

Despejando "θ" tenemos:

$$\theta = 144.7^\circ$$

Despejando "θ" en la ecuación II, tenemos:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d^2$$

$$A = 0.001936 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final } \frac{Q}{A} = \frac{1.799 * 10^{-3}}{0.001936}$$

$$\text{Velocidad Final } ; V = 0.93 \text{ m/s.}$$

9) PUNTO 5 - 6 (Evaluación final de aguas servidas en la sección de Tintorería)

Q_{min}: Caudal mínimo de descarga

$$Q_{\text{min}} = 0.753 \text{ lps}$$

Q_{max}: Caudal máximo de descarga

$$Q_{\text{max}} = 3.567 \text{ lps}$$

V: Velocidad mínima

$$V = 0.6 \text{ m/s}$$

La Tubería del Tramo "5-6", PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

n : 0.010

**I) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA
TENDENCIA DE DESCARGA EN EL TRAMO :5-6":**

Amax: Area mojada de la tubería para el caudal
máximo de descarga

Amax: Qmax/v

$$A_{max} : \frac{3.567 * 10^{-3}}{0.6} = 0.0059 \text{ m}^2$$

Amin: Area mojada de la tubería para el caudal
máximo de descarga.

Amin: Qmin/v

$$A_{min} : \frac{0.753 * 10^{-3}}{0.6} = 0.00125 \text{ m}^2$$

Según R.N.C. tenemos que la capacidad máximo
de descarga, de las aguas servidas en la red
es a medio tubo. Para el caudal máximo de
descarga. Por lo tanto tenemos que:

$$A_{max} : \frac{\pi D^2}{8} \dots\dots\dots (III)$$

Diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones III y I tenemos:

$$A_{max} : \frac{\pi D^2}{8} = 0.0059$$

Despejando "d" ; tenemos:

$$d = 0.123 \text{ m.}$$

d : diametro comercial de la tubería

$$d = 6 \text{ pulg.}$$

CÁLCULO DE LA PENDIENTE PARA EL CAUDAL MÍNIMO DE DESCARGA SEGUN LA ECUACION II Y III tenemos:

$$A_{min} = 0.00125 \dots\dots (IV)$$

d : diametro comercial de la tubería 6 pulgadas $\langle \rangle$ 0.150 m.

ademas tenemos lo siguiente :

$$A_{min} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d^2 \dots\dots (V)$$

donde:

d: diametro comercial de la tubería

θ : angulo de la supercie del liquido que hace con el centro de la tubería

Igualando las ecuaciones (IV) y (V) tenemos:

$$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.152)^2 = 0.00125$$

despejando "θ" tenemos que:

$$\theta = 97^\circ$$

Cálculo del perímetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (0.0147 * 97) (0.152)$$

$$P = 0.1083 \text{ mt.}$$

Cálculo del radio hidráulico (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.00125}{0.1083}$$

$$R = 0.0516$$

Cálculo de la Pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^2}{R^{2/3}}$$

$$S = \frac{0.6 * 0.010^2}{0.0516}$$

$$S = 0.0135 \text{ m/m}$$

$$S = 2 \%$$

II) VERIFICACION DE LA VELOCIDAD PARA EL CAUDAL MAXIMO DE DESCARGA.

Q_{max} : Caudal máximo de descarga = 3.567 lps

S: Pendiente de la tubería = 0.0130 m/m

d: diametro comercial de la tubería = 6 pulg

<> 0.15 m

V: Velocidad

A: Area mojada de la tubería

Aplicando la ecuación:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots \dots \dots (a)$$

Perimetro mojado

despejando de "a" tenemos:

$$\frac{A^{5/3}}{R^{2/3}} = 0.000304 \dots \dots \dots (I)$$

Ademas tenemos las siguientes ecuaciones

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d^3 \dots \dots \dots (II)$$

$$A = \frac{1}{2} \theta * d \dots \dots \dots (III)$$

Reemplazando la ecuación II y III y "d" en (I) tenemos:

$$(\theta - \text{sen}\theta)^{1.6666} - 0.9246 * \theta^{0.6666} = 0$$

Despejando "θ" tenemos que:

$$\theta = 134.05^\circ$$

Reemplazano "θ" en la ecuación II tenemos:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d^3$$

$$A = 0.003615 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad Final: } \frac{Q}{A} = \frac{3.567}{0.003615} * 10^{-3}$$

Velocidad final : $V = 0.98 \text{ m/s.}$

10) SECCION LIZADORA

Q_p : Cudal promedio de descarga en la red

Q_p : 0.10 lps

Velocidad mínima.

V : 0.6 m/s

La Tubería de la Red de descarga de la lizadora sera de PVC-PESADO

Coficiente de Manning : n

n : 0.010

1) CALCULO DE LA PENDIENTE Y DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA EN LA LIZADORA

A : Area mojada de la tubería para el caudal promedio de descarga

A : Q_p/V

$$A : \frac{Q}{V} = \frac{0.10}{0.6} * 10^{-3} = 0.000166 \text{ m}^2 \dots\dots (I)$$

$$A : \frac{\pi D^2}{8} \dots\dots\dots (II)$$

d : diametro de la tubería

Igualando las ecuaciones II y I tenemos:

$$\frac{\pi D^2}{8} = 0.000166$$

Despejando "d" tenemos:

$$d = 0.0205 \text{ m}$$

d : diametro comercial de la tubería

$$d = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg.}$$

CALCULO DE LA PENDIENTE DE LA TUBERIA DE DESCARGA DE LA LIZADORA.

Según la ecuación (II) y (I) tenemos:

$$A = 0.000166 \text{ m}^2 \dots\dots\dots \text{(III)}$$

d : diametro comercial de la tubería = 1 1/2
pulg. $\langle \rangle$ 0.038 m.

Además tenemos lo siguiente:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \text{Sen}\theta) d^2 \dots\dots\dots \text{(IV)}$$

donde:

θ : Angulo de la superficie del líquido que
hace con el centro de la tubería.

Igualando la ecuación III y IV tenemos:

$$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) (0.038)^2 = 0.000166$$

despejando " θ " tenemos que:

$$\theta = 120.9^\circ$$

Cálculo el perimetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (120.9 * 0.0147) (0.038)$$

$$P = 0.0337 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidraulico (R)

$$R^{2/3} = \frac{A^{2/3}}{P} = \frac{0.00166^{2/3}}{0.0337}$$

$$R^{2/3} = 0.02896$$

Cálculo de la pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^2}{R^{2/3}}$$

Reemplazando datos tenemos:

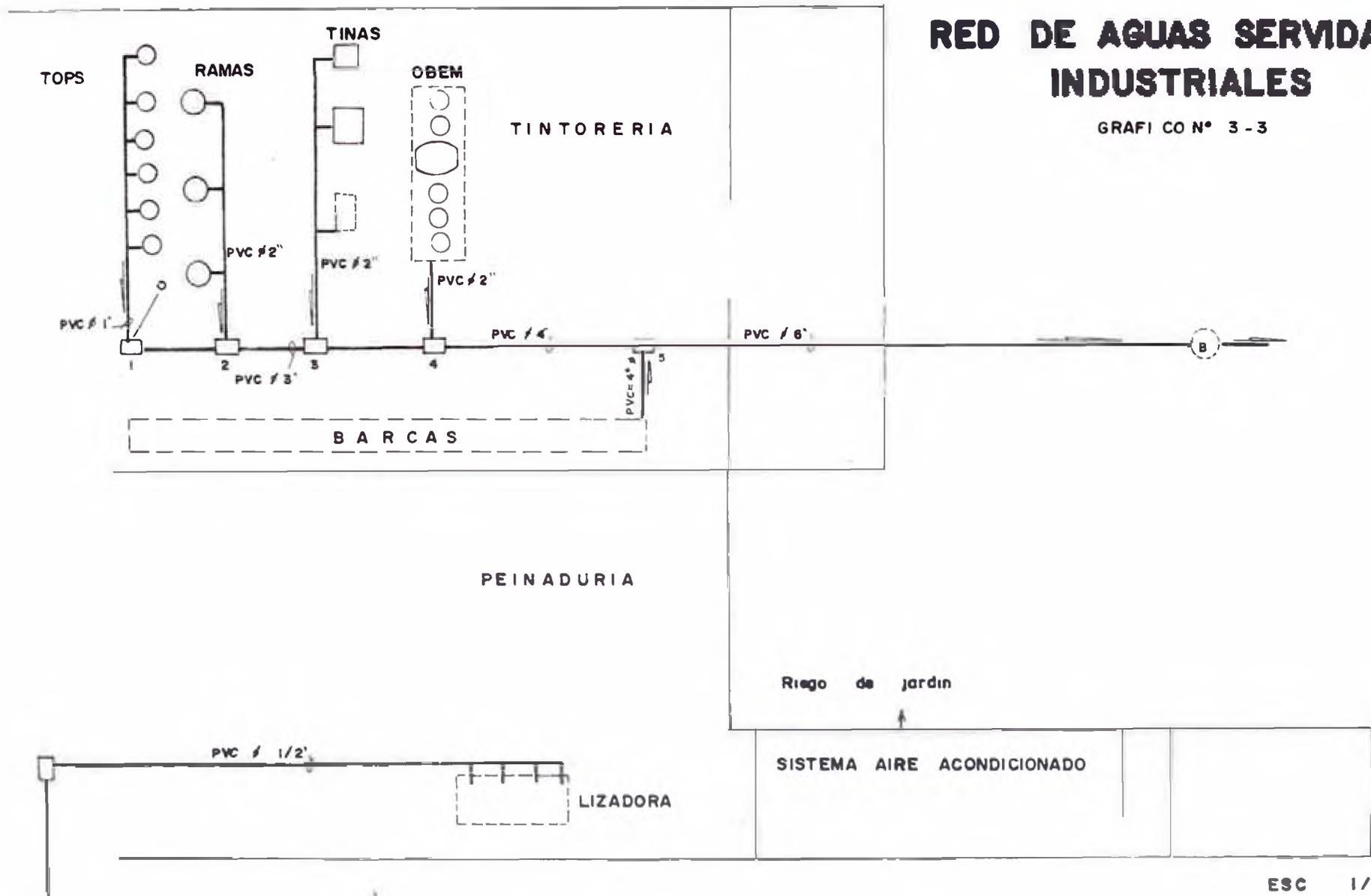
$$S = \frac{0.6 * 0.010^2}{0.02896}$$

$$S = 0.042 \text{ m/m}$$

$$S = 4.2 \%$$

RED DE AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES

GRAFICO N° 3-3



3.3. DISEÑO DE LA RED DE AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES DE LA SECCION DE ABLANDADORES DE AGUA (VER GRAFICO 3-4)

I) Cálculo del diametro y pendiente de la red de descarga de las aguas servidas respectivas:

Q : Caudal promedio de descarga de los ablandadores al desague

Q : 8.6 lps.

V : Velocidad promedio = 1 m/s

La red de descarga de los ablandadores sera de material PVC-PESADO

Coefficiente de Manning : n

n : 0.010

CALCULO DEL DIAMETRO DE LA RED DE DESCARGA

A : Area mojada de la tuberia para el caudal promedio de descarga

A : Q_p/V

A : $\frac{0.0086}{1}$

A : 0.0086 m² (I)

Según el R.N.C tenemos que la capacidad máxima de descarga de las aguas servidas en la red es a medio tubo, por lo tanto tenemos:

A = $\frac{\pi D^2}{8}$ II

d diametro de la tubería de descarga

Igualando las ecuaciones I y II tenemos:

$$A = \frac{\pi d^2}{8} = 0.0086$$

despejando "d" tenemos que:

$$d = 0.148 \text{ cm}$$

d : diametro comercial de la tubería de descarga.

$$d = 6 \text{ pulg.}$$

Cálculo de la pendiente de la tubería de
descarga de los ablandadores.

Según la ecuación I y II tenemos:

$$A = 0.0006 \text{ m}^2 \quad \text{(III)}$$

d : diametro comercial de la tubería 6 pulg.

$$0.152 \text{ m.}$$

Ademas tenemos lo siguiente:

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta)d^3 \quad \text{.....(IV)}$$

donde:

θ = Angulo mde la superficie del líquido que
hace con el centro de la tubería.

Igualando las ecuaciones III y IV tenemos:

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta) (0.152)^3 = 0.0006$$

despejando " θ " tenemos que:

$$\theta = 190.35^\circ$$

Cálculo del perímetro mojado (P)

$$P = \frac{1}{2} \theta * d = \frac{1}{2} (190.3 * 0.0147) (0.152)$$

$$P = 0.2126 \text{ mt.}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R)

$$R = \frac{A^{2/3}}{P} = \frac{0.0086^{2/3}}{0.2126}$$

$$R = 0.11786$$

Cálculo de la pendiente (S)

$$S = \frac{V * n^2}{R^{2/3}}$$

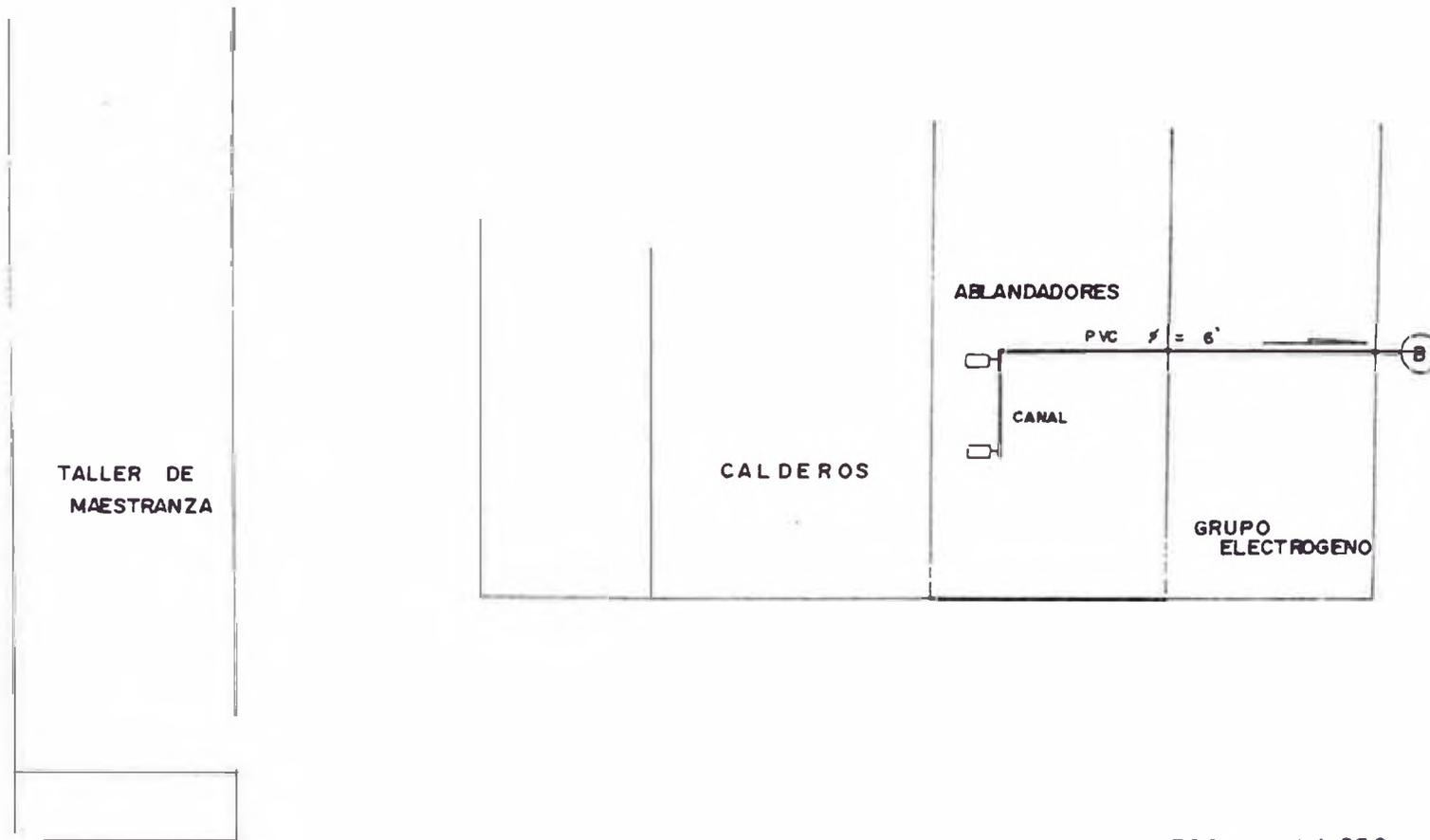
$$S = \frac{1 * 0.010^2}{0.1178}$$

$$S = 0.007 \text{ m/m}$$

$$S = 0.7 \%$$

RED DE AGUAS SERVIDAS - ABLANDADORES

GRAFICO N° 3-4



ESC. 1 / 250

4. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE REGULACION DE AGUA Y REDES CONTRA INCENDIO EN LA INDUSTRIA TEXTIL PROYECTADA.

4.1 DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO INTERNO

4.1.1. Cálculo del Volumen de Regulación de agua para uso del sistema contra incendio "interno".

Según el R.N.C. (X - III - 12, Sistemas para extinción de incendios) tenemos lo siguiente:

a) Q Caudal de salida de agua, en cada manguera para combatir el siniestro.

$$Q = 4.0 \text{ lps.}$$

b) t El almacenamiento de agua en tanques para combatir incendios debe asegurar el funcionamiento de las mangueras durante media hora como mínimo.

De acuerdo a las características de la industria textil proyectada y tomando en consideración la apariencia práctica que ha llevado a cabo en dicha industria, tomarse como parámetro del tiempo de duración del siniestro lo siguiente:

Tiempo de duración de siniestro: $t = 2$ horas.

c) EL almacenamiento de agua en tanques para combatir incendios, debe asegurar el

funcionamiento simultaneo de las dos mangueras durante media hora como mínimo.

Cálculo de volumen de Regulación de agua (VC):

$$V_c = Q_t * T \dots\dots (I)$$

donde:

Q_t : caudal de salida de agua en dos mangueras simultaneas.

$$Q_t : 2 * 4 = 8 \text{ lps.}$$

t : tiempo de duración del siniestro

$$t : 2 \text{ horas.}$$

Reemplazando datos en la ecuación (I) tenemos que:

$$V_c = 8 * 2 * 3.6 = 57.6 \text{ m}^3$$

$$V_c = 57.6 \text{ m}^3$$

Nota :

- Este volumen de reserva para incendio estará almacenada en la cisterna de consumo de agua industrial (agua dura).

4.1.2 Cálculo del Sistema de red contra incendio. "interno"

- De acuerdo al R.N.C. debemos considerar que el siniestro se produce en dos secciones diferentes de la industria.

Cálculo de los puntos más desfavorables donde se produce el siniestro (ver gráfico 4-1)

Salida Punto 1 - 2 : (Sección acabados)

Q_1 : Caudal de salida de agua en el punto "1"

$Q_1 = 4 \text{ lps}$

Q_2 : Caudal de salida de agua en el punto "2"

$Q_2 = 4 \text{ lps}$

Q_I : Caudal de salida de agua en la cisterna de agua dura industrial.

$Q_I = 8 \text{ lps}$

Tubería de fierro Galvanizado

a) Cálculo de la presión de salida en el Punto I

(salida de la bomba para sistema contra incendio)

1.- Pérdida de carga en el Tramo "2-1" : (sección acabados)

Aplicando los abacos de Flamant tenemos:

TRAMO 2 - 1

$Q = 4 \text{ lps}$

Diametro : $2\frac{1}{4}$ pulg.

Velocidad en la tubería : 1.264 m/s

Longitud del Tramo : 52.5 mt

Cálculo de la longitud equivalente en el tramo "1-2" : (Le)

Accesorios de F. GALV.	Le (mt)
1 válvula de ángulo * $2\frac{1}{4}$	14.38
2 codos de 90° * $2\frac{1}{4}$	7.16
Total longitud equivalente	21.54

Longitud Total : $52.5 + 21.54 = 74.04$ m.

Pérdida de carga en el tramo "2-1" : (hf1)

$$hf1 = 0.044 * 74.04 = 3.26 \text{ mt}$$

2.- Cálculo de la pérdida de carga en el TRAMO I-2:
(salida de la cisterna a la sección acabados)

Aplicando los abacos de Flamant tenemos:

$$Q = 8 \text{ lps}$$

Diametro de la tubería de F. galv. : 2 ½ pulg.

Velocidad en la tubería : 2.52 m/s

Longitud del tramo "I-2" : 110.5 mt

Cálculo de la longitud equivalente en el tramo
"I-2": (Le)

Accesorios:	Le (mt)
1 válvula de ángulo * 2 ½	14.38
2 codos de 90° * 2 ½	7.16
5 "T" de paso recto * 2 ½	8.59
1 válvula compuerta * 2 ½	3.298
Total longitud equivalente	33.423 mt

Longitud total : $110.5 + 33.423 = 151.923$ m.

Pérdida de carga en el tramo "I-2" (hf2)

$$hf2 = 0.145 * 151.923 = 22.03 \text{ mt}$$

3.- Cálculo de la pérdida en la manguera:

Diametro de la manguera : 2 pulg.

Pendiente de la manguera : S = 33 %

Largo de manguera L : 45 mt

Pérdida de carga en la manguera : (hFM)

$$hFM = 0.33 * 45 = 14.85 \text{ mt}$$

4.- Pérdida de carga en la boquilla: (Pc)

$$Pc = \frac{1 - 1}{CV^2} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (I)$$

donde:

CV : Coeficiente de velocidad.

$$CV : 0.85$$

V : Velocidad en la manguera

g : aceleración de la gravedad.

Velocidad en al Manguera : (V)_o

$$V : \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (II)$$

DONDE:

$$Q : 4 \text{ lps}$$

A : Area de la manguera

Reemplazando datos en la ecuación (II) tenemos:

$$V = \frac{4 * 10^{-3} * 4}{3.14 * (0.05)^2}$$

$$V = 2.04 \text{ m/s}$$

Reemplazando datos en la ecuación (I) tenemos

que:

$$Pc = 0.081 \text{ mt}$$

5.- Cálculo de la Presión en I : (PI)

hf1 : pérdida de carga en el tramo "2-1" = 3.26 m

hf2 : pérdida de carga en el tramo "1-2" = 22.03 m

hFM : pérdida de carga en el Manguera = 14.85 m

Pc : pérdida de carga en el boquilla = 0.081 m

PS : Presión de salida en la manguera = 10 m.

hg : altura del gabinete contra incendio : 1.5 m

hG : altura geométrica del punto "I" = 2.5 m

$$P_I = hf1 + hf2 + hFM + Pc + PS + hg + hG \dots (III)$$

$$P_I = 3.26 + 22.03 + 14.85 + 0.081 + 10 + 1.50 + 2.5$$

$$P_I = 54.22 \text{ mt}$$

II) PUNTO 12 - 13 (salida cisterna - sección tintorería)

Q₁₂ : Caudal de salida de agua en el punto "12"

$$Q_{12} = 4 \text{ lps}$$

Q₁₃ : Caudal de salida de agua en el punto "13"

$$Q_{13} = 4 \text{ lps}$$

Q_I : Caudal de salida de agua de la cisterna para agua dura industrial.

$$Q_I = 8 \text{ lps}$$

Tubería de la red será de Fierro galvanizado.

a) Cálculo de la presión de salida en el Punto I
 (salida de la Bomba para sistema contra incendio)

Aplicando los abacos de Flamant tenemos:

$Q_{12} = 4 \text{ lps.}$

Diametro : $2 \frac{1}{2}$ pulg.

Velocidad en la tubería : 1.269 m/s

Longitud del tramo "12I-12" : 21.5 mt

Tubería de fierro fundido $C = 100$

Cálculo de la longitud equivalente en el tramo "12I-1": (L_e)

Accesorios:	L_e (mt)
1 válvula de ángulo * $2 \frac{1}{2}$	14.38
2 codos de 90° * $2 \frac{1}{2}$	7.16
5 "T" de paso bilateral	5.154

Total longitud equivalente:	26.794 mt.

Longitud Total : $21.5 + 26.794 = 48.194 \text{ mt}$

Pérdida de carga en el tramo "12I-12": (h_I)

$h_I : 0.0439 * 48.104 = 2.12 \text{ m}$

2.- Cálculo de la pérdida de carga en el Tramo
PUNTO I - 12I : (salida de la cisterna a la sección de acabado)

$Q_I = 8 \text{ lps}$

Diametro : 2 ½ pulg.

Velocidad en la tubería : 2.519 m/s

Longitud del tramo "I - 12I" = 125 mt

Cálculo de la longitud equivalente en el tramo "I - 12I":(Le)

Accesorios:	Le (mt)
6 "T" de paso bilateral	30.924
1 válvula de ángulo * 2 ½	14.38
3 codos de 90° * 2 ½	10.74
1 Llave compuerta * 2 ½	3.293

Longitud equivalente ; 59.34 mt

Longitud Total ; 125 + 59.34 : 184.34 mt

Ferdida de carga en el tramo "I-12I) : (h12)

h12 : 0.145 * 184.34 = 26.73 m.

3.- Cálculo de la pérdida en la manguera:

Diametro de la manguera : 2 pulg.

Pendiente de la Manguera: S = 33%

Largo de manguera = 30 mt.

Pérdida de carga en la manguera (hM)

hM = 0.33 * 30 = 9.9 mt

4.- Calculo de perdida de carga en la boquilla: (Pc)

$$P_c = \frac{(1 - 1)}{C V^2} \frac{V^2}{2g} \dots\dots (I)$$

donde:

$$C_v = 0.85$$

V : Velocidad de la manguera

g : aceleración de la gravedad.

Velocidad en la Manguera (V)

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (III)$$

DONDE:

$$Q : 4 \text{ LPS}$$

A : Area de la manguera

Reemplazando datos en la ecuación II, tenemos:

$$V = \frac{4 * 10^{-3}}{3.14 * (0.05)^2}$$

$$V = 2.04 \text{ M/S}$$

Reemplazando datos en la ecuación "I" tenemos

que:

$$P_c = 0.081 \text{ mt.}$$

5.-Cálculo de la Presión en "I" : (PI)

$$h_I : \text{Perdida de carga en el tramo "12-12I"} = 2.12 \text{ m}$$

$$h_{12} : \text{Perdida de carga en el tramo "I-12I"} = 26.73 \text{ m}$$

$$h_M : \text{Perdida de carga en la manguera "12-12I"} = 9.9 \text{ m}$$

$$P_c : \text{Perdida de carga en la boquilla "12-12I"} = 0.81 \text{ m}$$

$$P_s : \text{presión de salida en la manguera} = 10 \text{ m}$$

$$h_g : \text{altura del gabinete contra incendio} = 1.5 \text{ m}$$

$$h_G : \text{altura geometrica del punto "I"} = 2.5 \text{ m}$$

$$P_I : h_I + h_{12} + h_M + P_c + h_g + h_G \dots\dots\dots (III)$$

Reemplazando datos:

$$PI = 26.73 + 9.9 + 0.081 + 10 + 1.50 + 2.5$$

Finalmente tenemos que la Presión en el Punto I:

$$PI = 52.83 \text{ mt}$$

III) Asumiendo el caso que el siniestro sea en dos puntos distantes, en los Puntos más desfavorables: (sección acabados - Tintorería).

- Salidas en los PUNTOS " 1 - 12":

Q1 : Caudal de salida de agua en el punto "1"

$$Q1 = 4 \text{ lps}$$

Q2 : Caudal de salida de agua en el punto "2"

$$Q1 = 4 \text{ lps}$$

QI : Caudal de salida de agua de la cisterna de agua dura industrial:

$$QI = 8 \text{ lps}$$

La tubería de la red será de Hierro galvanizado

a) Cálculo de la Pérdida de Carga en el Tramo "1-A": (Sección acabados-Sección Hilandería cardada)

Aplicando los abacos de Flamant tenemos:

$$Q1: 4 \text{ lps.}$$

$$\text{Diametro } : 2 \frac{1}{2} \text{ pulg.}$$

$$\text{Velocidad } : 1.269 \text{ m/s}$$

$$\text{Longitud del tramo "1-A": 129 \text{ mt}}$$

Cálculo de la longitud en el tramo "1-A" : (Le)

Accesorios - F. Galv.	le (mt)
4 "T" de paso bilateral	20.62
1 válvula de ángulo * 2 ½	14.38
3 codos de 90° * 2 ½	10.74

Total Longitud equivalente :	45.74 mt

Longitud Total : 129 + 45.74 = 174.74 mt

Pérdida de Carga en el tramo "1-A" : (h1)

h1 : 0.044 * 174.74 = 7.69 mt.

b) Cálculo de la Pérdida de Carga en el Tramo "12 - A" : (Sección Tintorería-Hilandería Cardada).

Aplicando los abacos de Flamant tenemos:

Q12 : 4 lps

Diametro de la tubería = 2 ½ pulg.

Velocidad en la tubería = 1.269 m/s

Longitud del tramo "12-a" = 112.5 mt

Cálculo de la longitud equivalente en el tramo "12-A": (Le)

Accesorios F. Galv.	Le (mt)
4 "T" de paso bilateral 2½	20.62
1 válvula de ángulo * 2 ½	14.38
3 codos de 90° * 2 ½	10.74

Total longitud equivalente :	45.74 mt

Longitud Total : 112.5 + 45.74 = 158.24.

- Pérdida de carga en el Tramo "12-A" : (h12)

$$h_{12} = 0.044 * 158.24 = 6.96 \text{ mt.}$$

c) Cálculo de la pérdida de carga en el TRAMO "I - A" : (Cisterna de agua - Hilandería cardada).

Aplicando la fórmula de Flamant, tenemos.

$$QI = 8 \text{ lps}$$

Diametro = 2 1/2 pulg.

$$\text{Velocidad en la tubería} = 2.519 \text{ m/s}$$

$$\text{Longitud en el tramo "I-A"} = 34. \text{ mt}$$

- Cálculo de la longitud equivalente en el tramo "I-A": (Le)

Accesorios F. Galv.	Le (mt)
2 "T" de paso bilateral * 2 1/2	10.308
1 válvula de compuerta * 2 1/2	3.293
2 codos de 90° * 2 1/2	7.16

Total longitud equivalente :	20.76 mt

$$\text{Longitud Total} ; 34 + 20.76 = 54.76 \text{ mt}$$

- Pérdida de carga en el Tramo "1-A" : (hA)

$$h_A = 0.145 + 54.76 = 7.94 \text{ m.}$$

d) Presión de salida en el punto "I" : PI

$$h_{F1} : \text{Pérdida de carga en el tramo "1-A"} : 7.69 \text{ m.}$$

$$h_{F12} : \text{Pérdida de carga en el tramo "12-A"} : 6.96 \text{ m.}$$

$$h_{FM} : \text{Pérdida de carga en la manguera} = 14.85 \text{ m.}$$

P_c : Pérdida de carga en la Boquilla : 0.081 m.

P_S : Presión de salida en la manguera : 10 m.

h_g : Altura del gabinete contra incendio: 1.5 m.

h_G : Altura geometrica del punto "I" : 2.5 m.

P_I : $H_{f1} + h_{FM} + P_c + P_S + h_g + h_G$. (III)

Reemplazando datos en III, tenemos que:

$P_I = 7.69 + 14.85 + 0.081 + 10 + 1.50 + 2.5$

Finalmente teneos que la presión en el punto I:

$P_I : 36.62$ mt.

CONCLUSION:

Según los análisis realizados en el presente capítulo observamos que la pérdida de carga más desfavorable ocurre en el caso "I" - correspondiente a la sección de Acabados con la cisterna de agua dura industrial y cuya presión requerida en el Punto I: $P_I : 54.22$ mt.

Requerimiento para la selección de la bomba centrífuga: en el sistema contra incendio interno:

Altura dinámica total : $H = 55$ mt.

Caudal de bombeo : $Q = 8$ lps

Eficiencia de la Bomba $\eta = 60\%$ (teórico)

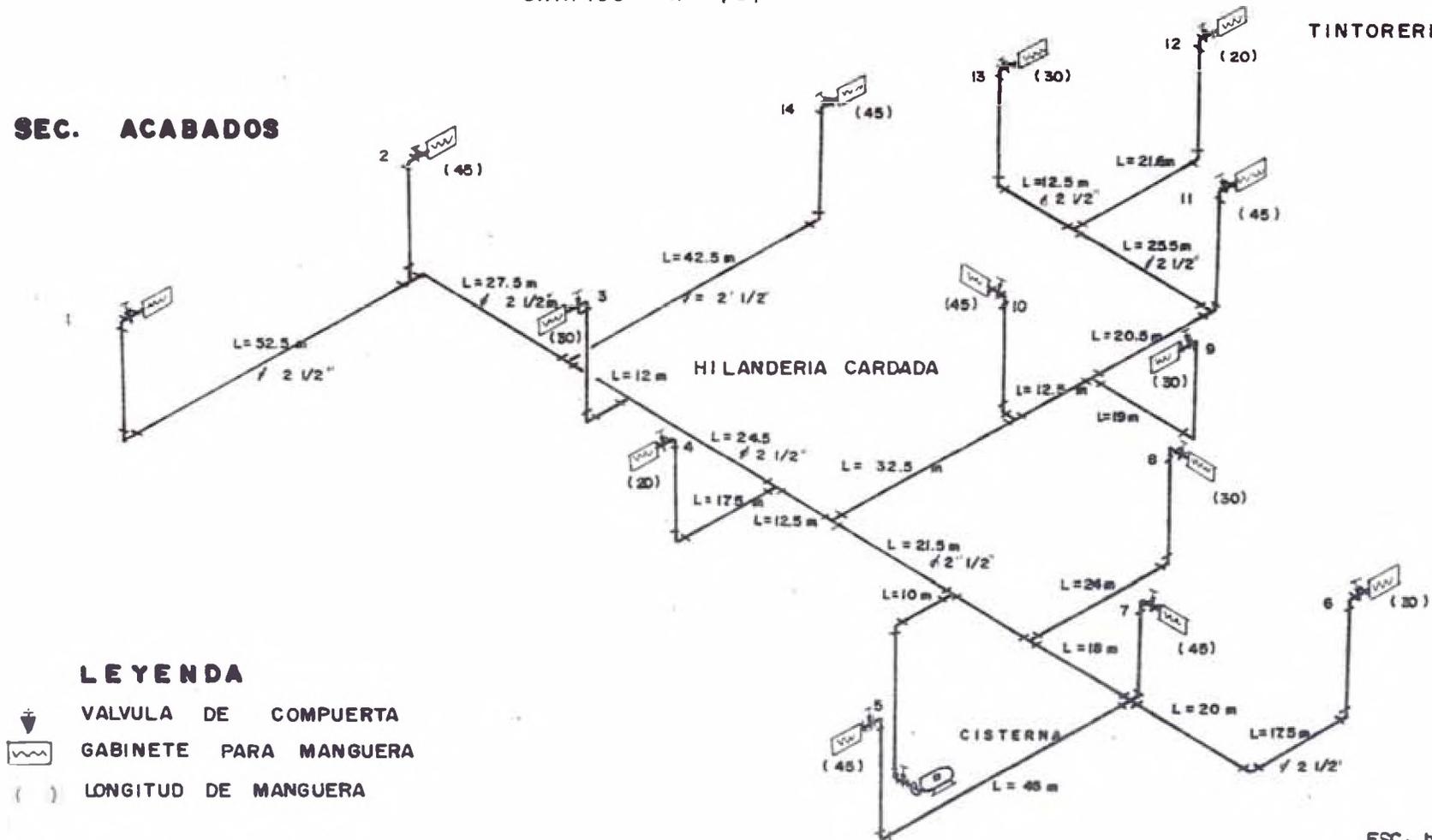
$NPSH_d > NPSH_r$ (ver pag. N°)

SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIO - INTERNO

GRAFICO N° 4 - 1

SEC. ACABADOS

TINTORERIA



ESC: h 1/1000

ESC: v 1/100

4.2 DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO "EXTERNO".

(Ver Gráfico 4 - 2)

4.2.1.- Cálculo del volumen de regulación de agua para uso del sistema contra incendio "externo"

Según reglamento Nacional de Construcciones tenemos :

a) Q : Caudal de salida de agua para un hidrante, del tipo SIAMES.

Q : 16 lps.

b) De acuerdo a la experiencia práctica llevada a cabo en la planta, como mínimo debemos considerar que el cuerpo de bomberos usara el sistema de regulación para combatir el siniestro durante : 1 hora

- Cálculo del volumen de Regulación de agua (V_o)

V_o : $Q_t * t$ (I)

donde :

Q_t : Caudal de salida de agua para un hidrante.

Q_t : 16 lps.

t : tiempo de abastecimiento de agua durante el siniestro.

t : 1 hora.

Reemplazando datos en la ecuación (I) tenemos que:

$$V_0 = 16 * 10^{-3} * 1 * 3,600$$

$$V_0 = 57.6 \text{ m}^3$$

Nota :

- Este volumen de reserva para incendio se almacenará en la cisterna de agua dura, para consumo humano y riego de jardines.

4.2.2 Cálculo del sistema de red contra incendio "externo".

Q : Caudal de salida en la red

$$Q = 16 \text{ lps}$$

La red será de Fierro galvanizado.

Coefficiente de Hazen y Willian C = 100

Longitud de la red = 280 mt

Aplicando Hazen y Williams tenemos que el diametro de la tuberia : 6 pulg.

Cálculo de la pérdida de carga en la red.

Cálculo de la longitud equivalente :

Accesorios F. Galvanizado	Le (m)
7 codos de 90° * 6	59.66
1 válvula de retención tipo pesado	17.04

TOTAL Longitud equivalente :	76.7 mt.

Longitud Total : 280 + 76.7 = 356.7 mt.

Pérdida de carga en la red : (hF)

hF : 0.0094 * 356.7 = 3.37 mt.

- Cálculo de la Pérdida de carga en la boquilla
: P_c

Q = 8 lps

Diametro de la boquilla = 2 ½ pulg.

Velocidad en la boquilla : = 2.6 m/s

Coefficiente de Velocidad ; C_v = 0.85

Aceleración de la gravedad ; g

$$P_c = \left(\frac{1}{C_v^2} - 1 \right) \frac{V^2}{2g}$$

Reemplazo datos tenemos:

P_c = 0.132 mt.

- Cálculo de la Pérdida de carga en la manguera:

Pendiente : S = 33%

Longitud de la manguera : L = 60 mt.

Pérdida de carga en la manguera : h_M

h_M : 0.33 * 60 = 19.8 mt.

- Pérdida de carga total en la red del sistema
contra incendio.

Pérdida de carga en la red : h_F = 3.37 m

Pérdida de carga en la boquilla : P_c = 0.132 m.

Presión de salida en la manguera : 35 m

Pérdida de carga en la manguera : $h_M = 19.8 \text{ m}$

Altura de succión : $h_s = 3 \text{ mt}$

Pérdida de carga total en la red : (PT)

$$PT = h_F + P_c + h_N + 35 + 3 \dots\dots\dots (I)$$

Reemplazando datos en (I) tenemos:

$$PT = 3.37 + 0.132 + 19.8 + 35 + 3$$

$$PT = 61.3 \text{ mt}$$

CONCLUSION :

La tubería será de hierro galvanizado para soportar 62 mt. de presión de agua, además se requieren de 4 hidrantes para el sistema contra incendio externo.

II) Cálculo de la potencia de la bomba para el sistema de red contra incendio.

Parámetros para la selección de la bomba :

Altura dinámica total : $h = 61.3 \text{ mt}$

Caudal de bombeo : $Q = 16 \text{ lps}$

Eficiencia de la bomba : $e = 60\%$ (teórico)

$NPSH_d > NPSH_r \dots\dots\dots$ (ver pag N°)

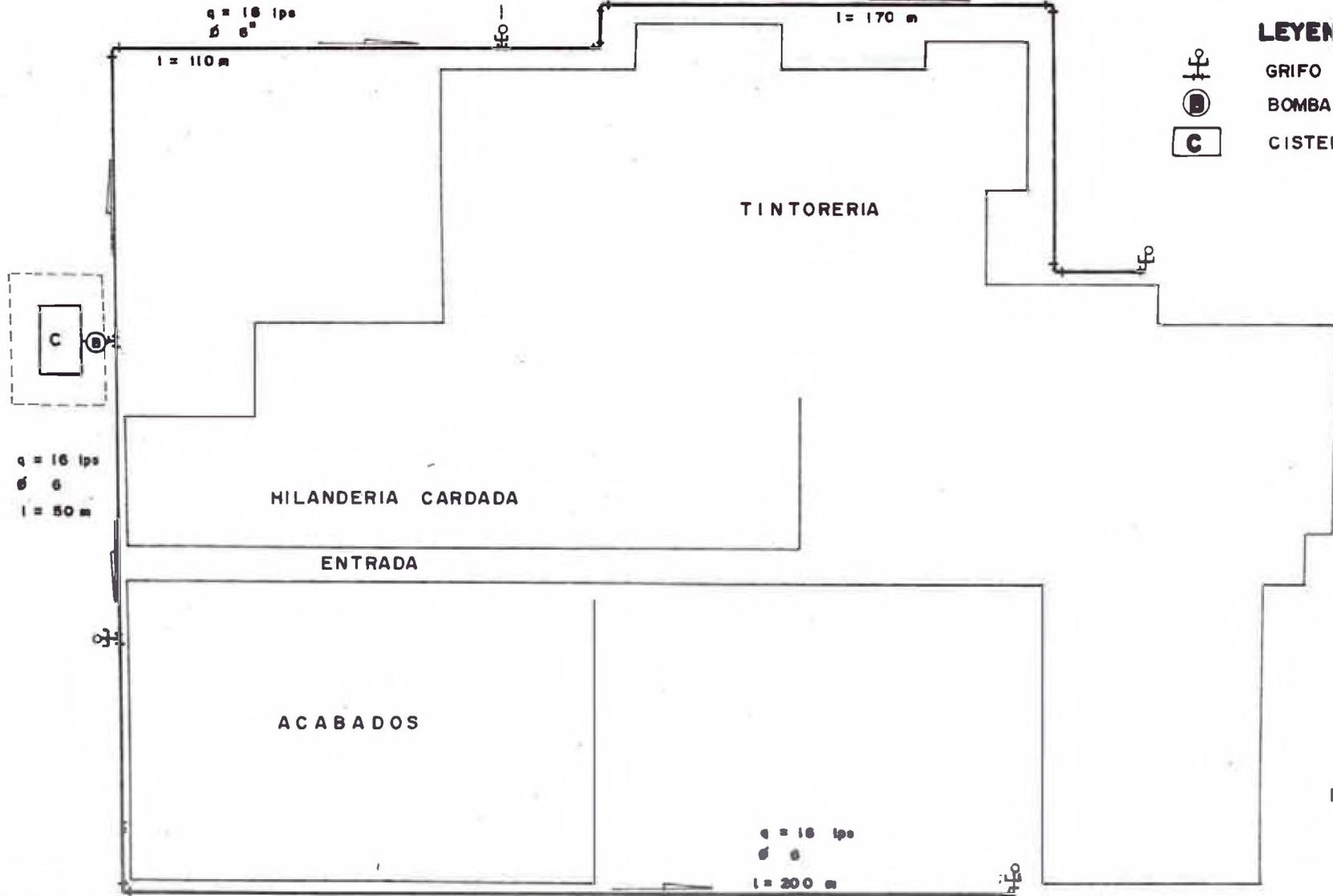
$$\text{- Potencia de la Bomba : } \frac{\gamma \cdot Q \cdot h}{75 \cdot e}$$

Reemplazando datos tenemos que :

Potencia de la bomba : 21.80 HP

SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIO EXTERNO

GRAFICO 4-2 $q = 16 \text{ lps}$
 $d = 6"$



LEYENDA

-  GRIFO CONTRA INCENDIO
-  BOMBA
-  CISTERNA

ESC : 1 / 1000

5. CARACTERISTICAS Y TRATAMIENTOS DE LOS DESAGUES

INDUSTRIALES TEXTILES

5.1 INTRODUCCION

¿Porqué contamina la industria textil? ¿Cuáles son los agentes extraños, Que descargados en los deságües, Provoca efectos nocivos para los cursos receptores? El deságüe textil es un líquido químicamente muy complejo debido a la gran variabilidad de reactivos auxiliares que se utilizan en el proceso.

Generalmente se caracterizan por poseer una alta carga orgánica, que dependiendo del sector de donde procede puede o no ser Biodegradable. Esta carga orgánica analíticamente está representada por la D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno) o por la D.Q.O. (Demanda Química de Oxígeno) que expresa respectivamente la cantidad de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica, en el primer caso mediante mecanismos Biológicos, en el segundo por acción química.

En otras palabras la D.B.O. representante de la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para degradar la materia orgánica, mientras que la D.Q.O. es equivalente a la cantidad de oxígeno, del dicromato de potasio,

necesario para oxidar químicamente al sustrato orgánico.

El efecto de altas cargas orgánicas en el deságüe hace que el curso receptor disminuya la cantidad de oxígeno disuelto, que naturalmente posee (9-10 mg/lt a 20° C), perjudicando en primer término a la Flora y fauna acuática. Por aireación natural los cursos de agua tienden a recuperar su tenor de oxígeno disuelto, pero si la carga es superior a su capacidad de autodepuración (rotura del equilibrio dinámico) la concentración de oxígeno continua disminuyendo hasta hacerse nula. En consecuencia desaparece la fauna y la flora, y toda sustancia orgánica comienza a degradarse por proceso de anaerobiosis:

Los cursos se tornan oscuros por la descomposición

- Hay desprendimiento de gases malolientes

Con el desprendimiento de gases flotan barros en estado de putrefacción dando un aspecto desagradable al curso del agua.

Los altas cargas orgánicas se originan en los procesos de lavados de las lanas, tintorería apresto y desencolado. Deseamos dejar en claro que hablamos de carga orgánica en general, que

muchas veces no se ve representada por la D.B.O. Debido a que su determinación no se basa en un proceso de oxidación lo suficientemente fuerte, en otras palabras existe materia orgánica no Biodegradable o refractoria a esta determinación.

Ejemplos típicos encontramos en deságües de desencolado, (polímeros sintéticos) y tintorería (colorantes).

Otro gran contaminante y de difícil destrucción es el detergente, presenta casi todos los procesos húmedos textiles. A parte de contribuir como carga orgánica, es tóxico para la vida acuática en no muy altas concentraciones y presente el problema de crear espuma. Este fenómeno disminuye la capacidad de absorción de oxígeno del curso de mantenerse la espuma en su superficie.

La presencia de colorantes también va en detrimento de la recuperación natural del oxígeno, debido a que no permite la filtración de los rayos solares, se ven afectando entonces los procesos fotosintéticos de las algas generadoras de oxígeno.

Estos agentes extraños al medio, son sumamente tóxicos por sus estructuras y además de no ser degradables Biologicamente, en muchos casos, dan reacción como fenoles.

Tenemos también la presencia de metales pesados en los deságües textiles provenientes de la tintorería, en el caso del cobre o cromo o del desaprestado cuando se encuentra mercurio. Sabemos que todos son elevadamente tóxicos tornando con su presencia prácticamente irrecuperable el curso receptor.

Por supuesto debemos considerar la temperatura elevada y PH extremos en las descargas textiles como parámetros que afectan sensiblemente a los cursos hídricos.

A las entidades que reglamentan solo les interesa la caracterización de las diferentes descargas puntuales entregadas a la red municipal de alcantarillado o a una corriente superficial, sin embargo para la solución del problema de vertimientos conviene a la industria que la caracterización se extienda además a cada una de las fuentes internas responsables de descargas de la producción de desechos líquidos industriales. De esta forma la caracterización debe arrojar datos suficientes sobre flujos y cualidades provenientes y cualidades provenientes de todos y cada uno de los procesos que utilizan agua y producen residuos líquidos así como del total de vertimientos de la fábrica.

Un diagrama de flujo detallado debe proporcionar información sobre el agua usada y el agua residual descargada. El volumen total de agua residual descargada debe ser aproximadamente igual al total de aguas desechadas individualmente en el proceso en cada operación.

La cantidad y calidad del agua residual descargada en cada punto puede obtenerse por un balance de masa de cada proceso de producción. Un plano actualizado del sistema de redes de alcantarillado es importante para trazar el modelo del flujo de cada proceso. Es necesario considerar las variaciones de flujo en el tiempo.

* **Diagramas de flujos:**

Es una revisión de todo el proceso de producción, debe indicar todas las descargas primarias de cada proceso y el tiempo de duración de cada operación. Los detalles fundamentales que deben incluir son los siguientes:

- I) **Materia Prima** y Aditivos en cada proceso específico, productos sub productos, así como residuos líquidos y sólidos.
- III) Descargas en cada proceso, así como el tipo y duración de su operación. Flujo continuo o intermitente o cochada.

III) Variación anual en la utilización u operación de cada uno de los procesos.

IV) Debe incluirse características del desecho, tal como flujo, temperatura, PH, etc.

A continuación se presentan los siguientes diagramas de flujo:

- 1) Diagrama de flujo del proceso de fabricación de la tela "lana"
- 2) Diagrama de flujo del proceso de fabricación de la tela "algodón"
- 3) Diagrama de Flujo para la planeación del programa "caracterización a nivel industrial.

Figura 2 Diagrama algodonero.

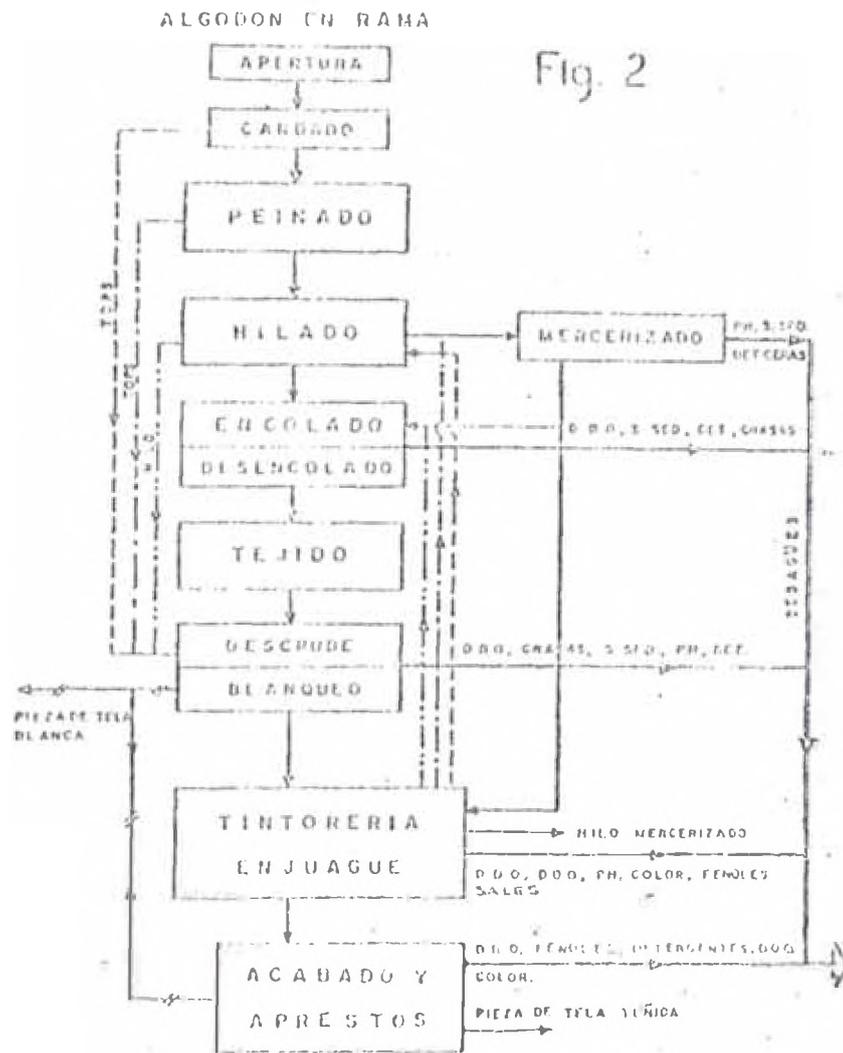
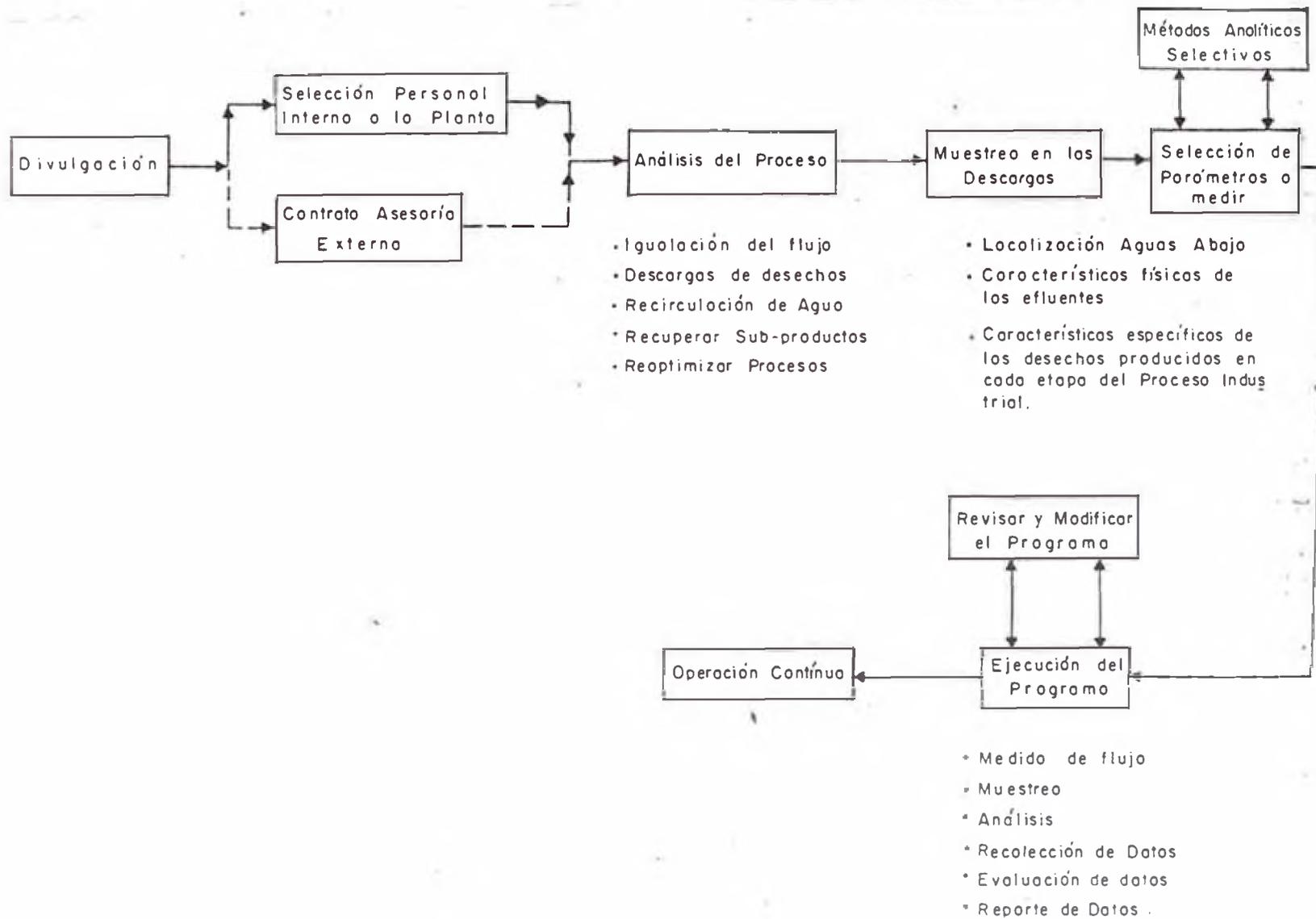


Fig. 2

PARA INTERPRETAR ESTE DIAGRAMA NO DEBEN REPETIRSE OPERACIONES



ESQUEMA 4-2

DIAGRAMA DE FLUJO PARA PLANEACION DEL PROGRAMA " CARACTERIZACION A NIVEL INDUSTRIAL "

5.2 CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS SERVIDAS EN LAS INDUSTRIAS TEXTILES.

5.2.1. CARACTERISTICAS GENERALES:

- El avance adquirido por las industrias en su constante desarrollo, hace que sea difícil enumerar la totalidad de las distintas clases de aguas servidas evacuadas.

- Esta dificultad no solo surge al querer ordenar las muchas operaciones que se practican con intervención del agua, sino concentrandonos en un sola operación, pues es sabido que los industriales y técnicos agrupan sus preferencias en un tratamiento de lavado, supongamos, unos utilizan ciertos medios y determinados agentes, mientras otros emplean medios y agentes muy distintos, y de aquí, que las aguas residuales, aún siendo el mismo tipo (alcalinas) contengan sustancias un tanto diferentes.

Por ejemplo en el lavado de cualquier clase de género unos pueden utilizar el CO_3Na_2 (CARBONATO DE SODIO) y jabón, otros fosfatos trisódicos, etc; en el primer caso se ve que el residuo será graso y contendrá esencialmente carbónico, mientras que el

segundo no existirá este último y si es radical PO_4^{3-} .

Ante la imposibilidad de preveer y definir todos los casos que pueden presentarse, vamos a limitarnos a hacer una exposición general de los mismos, dando preferencia a los más frecuentes.

En primer lugar debemos citar como comunes a todas las secciones industriales, los desagües de las letrinas, servicio de limpieza etc. Que como los de las viviendas, contienen las materias fecales, excremento, orina y demás; principalmente las primeras son siempre peligrosas de infección y perjudiciales para la salud. Los productos de desagües hay que tener más cuidado en no conducirlos a una mezcla con las aguas residuales de fabricación, que en no echarlas directamente a las corrientes fluviales. Pues las sustancias orgánicas que contienen en suspensión o disueltas se pudren rápidamente y entran en fermentación, engendrando millares de hongos que harían maloliente e inaprovechable el agua residual de la fábrica.

- De las secciones de la industria propiamente textil bastaría con que dijéramos que las aguas residuales vienen a devolver desde ligeros vestigios hasta un 60% de las mismas sustancias empleadas en la manipulación afines, más una serie de subproductos naturales originarios de textil. Estas son indistintamente, orgánicos e inorgánico.

- El agua de lavado de la lana lleva grasas, cloruros, carbonatos, sulfatos, fosfatos compuestos amoniacales y otros de tipo orgánico procedentes del uso de productos detergentes, en proporción de 40 a 75% del peso de lana lavada. Como se puede deducir, la densidad de éstas aguas es alta con respecto a la concentración ,de elementos disueltos como consecuencias de la actividad textil.

- El agua residual de la carbonización del proceso textil contienen partículas vegetales carbonizadas, ácido sulfúrico y otros componentes. En las aguas de desengrasados, subsiste el contenido de materia grasa, así como el resto de los productos detergentes utilizados.

- El agua residual del descruado de las fibras vegetales además de ser alcalina, contienen también materias grasas y ceras en pequeña proporción gomas, resinas, lignina y en notable proporción materias pécticas

- El agua que fluye de las secciones de blanqueo y mercenerizado puede contener cloro, oxígeno, sulfatos, sosa etc. De las instalaciones sederas y procedentes del hervido y carga del textil, puede resultar jabón sericina (cola de seda), fosfato disódico, cloruro de estaño, anhídrido silícico, etc.

- Las instalaciones de tintura y apresto devuelven aguas que pueden contener desde los residuos de colorantes y mordientes a toda la gama de sustancias, auxiliares empleados, como son los productos de avivados suavizantes, cola, gomas, féculas y, en general, todas las sustancias aprestantes, resinas artificiales, parafinas emulsionadas. Resultantes de la impermeabilización etc. Hoy en día lo que menos arrastran las aguas residuales de las tintorerías son materias colorantes.

- Los lavaderos son, posiblemente, las secciones donde se originan la mayor cantidad de aguas residuales y éstos arrastran junto con las hebras de tejido, el antiguo apresto substrayente o paramento de la urdiembre la suciedad adquirida durante el proceso o uso (caso de los regenerados o tratándose de lavaderos públicos), la grasa y el jabón empleado, así como otros productos.

- En general, las fábricas de hilados y tejidos, así como las secciones anexas del ramo de agua propiamente dichas envían con sus aguas residuales una parte importante de los productos químicos empleados según se a dicho ya; o sea: Ácidos (especialmente CLH , $SO_4 H_2$, $SO_3 H_2$ $PO_4 H_3$ y otros ácidos orgánicos), combinaciones de sodio y potasio, compuestos amoniacos, sales magnésias y calcicas, sales de bario, compuestos de aluminio y de cromo, sales metalicas (hierro, manganeso, cinc, estaño, etc), Materias colorantes y pigmentos, óxidos, grasas, alcoholes, jabones, féculas, goma, cola, gelatina (albuminoides), fermentos, etc.

5.2.2. CARACTERISTICAS TIPICAS DE LAS AGUAS
SERVIDAS EN CADA SERVICIO DE
PRODUCCION.

- TINTORERIA DE ALGODON

Color	5 - 50	u.c
PH	6.9 - 10.7	
Residuo total por evaporación	1565 - 10,570	mg/lt
Demanda bioquímica de oxígeno	52 - 240	mg/lt
Demanda química de oxígeno	84 - 663	mg/lt
Fenoles	0.03 - 0.056	mg/lt

- LAVADORA DE LANA:

Residuo total pro evaporación	3995 - 14,220	mg/lt
Demanda bioquímica de oxígeno	630 - 2890	mg/lt
Sustancias grasas	280 - 1210	mg/lt

TINTORERIA DE LANA:

Residuo total por evaporación	980 - 2190	mg/lt
Demanda bioquímica de oxígeno	68 - 261	mg/lt
Demanda química de oxígeno	52 - 190	mg/lt
Sulfuros totales	1.0 - 1.5	mg/lt
Cromo total	3.3 - 37	mg/lt

**5.2.3. CARGA ORGANICA DE RESIDUOS LIQUIDOS
EN LAS INDUSTRIAS TEXTILES**

PPM

PRODUCTO	UNIDADES DE PRODUCCION	VOLUMEN DE RESIDUO Por unidad de produccion (Gals)	DBO 5 DIAS
<u>TEXTILES DE ALGODON</u>			
PROCESOS :			
ENGOMADO	1000 lbs de	60	820
DESENGOMADO	pieza por	1,100	1,710
COCIDO	dia	1,700	1,240
BLANQUEADO		1,200	300
MERCERIZADO		3,400	72
COMPOSICION		30	55
<u>TENIDO</u>			
ACIDO DIRECTO		6,400	220
BASICO DIRECTO	1000 lbs de	18,000	100
ENTINA	piezas por	19,000	140
AZUFRE		5,400	1,300
DESARROLLO	dia	14,400	110
NAFTOL		4,800	250
NEGRO DE ANILINA		15,600	55

5.3. TRATAMIENTOS DE LOS DESAGUES TEXTILES.

Vistas ya las causas y efectos de la contaminación ambiental y en particular la originada por los desagues industriales textiles, veremos ahora los tratamientos que deben aplicarse a los mismos antes de su disposición a cuerpos receptores.

Debido a que los costos de inversión para plantas de este tipo son generalmente elevados es fundamental, antes de encarar el proyecto de construcción, realizar un profundo análisis de las características del desague, más teniendo en cuenta que de él dependerá el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento.

Por otra parte debe considerarse que cada industria representa un caso particular ya sea por la utilización de distintos procesos de fabricación, productos químicos o materias primas, lo cual hace prácticamente imposible recurrir a "receta" para el diseño. Siempre que se posible deben practicarse los ensayos de tratabilidad.

5.3.1. CARACTERISTICAS DEL DESAGUE.

Si tomamos como ejemplo los efluentes líquidos de una industria textil algodonera vertical, encontraremos que su composición,

expresada en forma porcentual y por secciones, se aproxima a los siguientes valores.

Sección	Volumen sobre el total	D.B.O sobre el total
Encolado	15%	50%
Descrude y Mercenerizado	20%	30%
Lavado, teñido y Blanqueo	65%	20%

Este cuadro se presenta en forma ilustrativa y las cifras, en él volcadas, son promedios entre valores hallados en industrias locales y datos extraídos de bibliografía.

Como se observa el desague de desencolado presenta, en un reducido volumen, alta carga orgánica contaminante. La D.B.O., debida a la presencia de restos de almidón y productos de hidrólisis del mismo.

En este punto es importante destacar que si se reemplaza el almidón por otros productos encolantes, tales como CMC, FVI o poliacrilatos, la DBO del efluente de desencolado puede ser reducida entre un 40 a 90%. Sobre el desague total de la industria se puede alcanzar una disminución del 20 al 40%.

Sin embargo, esto no quiere decir que los productos sustitutos no contaminen, sino que la descarga orgánica que aportan al desague de desencolado, (es más difícil de degradar que aportan al desague de desencolado), es más difícil de degradar biológicamente, y de ahí que no sean representados por la D.B.O

Si el día de mañana, la entidad que regula y controla las disposiciones de efluentes, cambia en su reglamentación la D.B.O por otro ensayo equivalente, tal como la Demanda Química de Oxígeno que ya se utiliza en otros países, y mediante la cual las condiciones de oxidación son más energéticas, seguramente se encontrarán con altos valores de carga orgánica oxidable debido a estos polímeros.

5.3.2. Tratamientos de desagues.

Distintos métodos son aplicables para el tratamiento de los desagues de una industria textil algodonera. El método a escoger diferirá de planta en planta y el mejor tratamiento debe ser seleccionado de acuerdo a las operaciones que se realizan en la industria, tipo de desague, grado de tratamiento requerido, disponibilidad de espacio, costo de instalación y

funcionamiento. etc.

De cualquier forma, previo a la selección del sistema de tratamiento, deben hacerse dos consideraciones fundamentales:

A. Uso de agua.

En nuestro país, y en particular en las zonas de gran concentración industrial, no existe solamente el problema de la purificación de las aguas residuales, sino también el de abastecimiento. Nos consta que en muchas industrias se desperdicia agua fresca y hasta se mal usa un agua tratada o ablandada.

El reciclaje de agua es algo que prácticamente no se realiza y es así que junto con los desagues contaminados se vuelcan aguas de enfriamiento y en otras, por ejemplo de primeros enjuagues, muy poco contaminados.

La dilución provocada, aparte de significar un gasto, dificulta en muchos casos el tratamiento final del desague y lo encarece. Se requiere plantas de tratamiento más grandes y equipos de bombeo mayores.

B. Segregación.

La segregación de desagues por secciones y el tratamiento por separado es altamente ventajoso, reduce en forma considerable el problema de tratamiento en conjunto, dadas las disímiles características del desague textil.

La decisión final para adoptar este procedimiento dependerá de las características del desague individual, los costos que significan las distintas alternativas de tratamiento, disposición de espacios y de los requerimientos de calidad de volcamiento. Un esquema que ejemplifica una forma de segregación para una industria algodonera es el de la figura n° 4.

5.3.3 ESQUEMA GENERAL DE CARACTERISTICAS Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS.

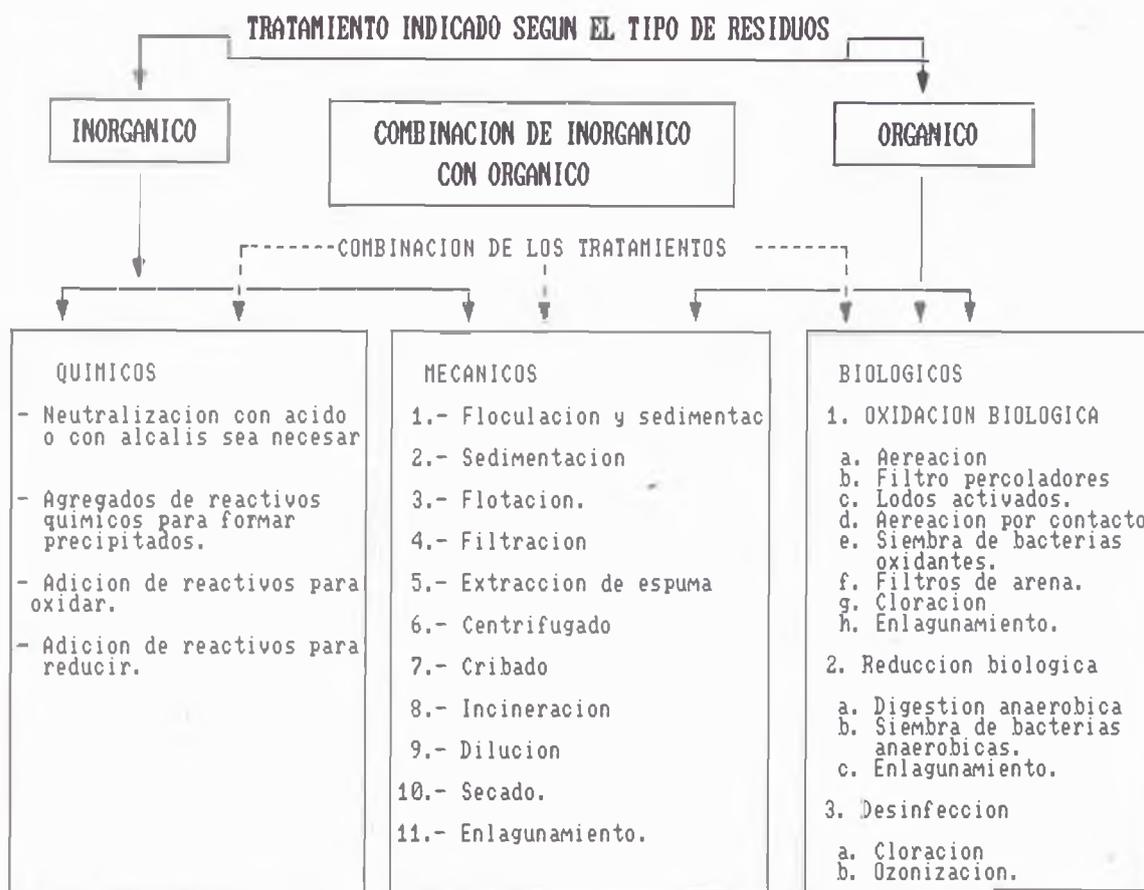
Información necesaria para hacer un estudio de residuos industriales líquidos.

- a.- Diagrama completo de la industria.
- b.- Volumen de los residuos en cada proceso
- c.- Duración del proceso

d.- Análisis químico y bioquímico completos de cada residuo o de los residuos combinados.

e.- Análisis del agua del curso receptor.

f.- Estudio que se hace del agua del curso receptor.



TEXTIL ALGODON

DIAGRAMA DE TRATAMIENTO

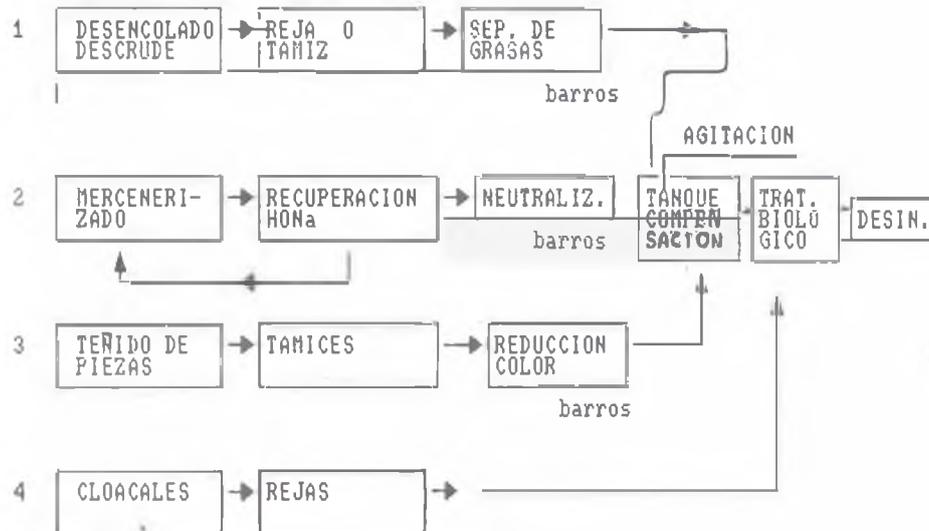


FIG. 4

5.4 TRATAMIENTOS CONVENCIONALES.

5.4.1 Compensación o igualación.

La igualación de los desagües es el primer paso, esencial en el tratamiento de los efluentes textiles, debido a las variaciones de caudal y características diferentes de los desagües de cada uno de los sectores de la industria.

Los procesos de tratamiento generalmente requieren condiciones de caudal y calidad constante que se logran en los tanques de compensación. La permanencia del líquido se fija en por lo menos 24 horas siendo a veces necesaria la agitación del mismo para prevenir (sépticas) o la formación de precipitados.

5.4.2 Rejas.

Para retener partículas grandes, trapos, hilos, etc. se utilizan rejas, que evitan la posterior obstrucción de cañerías y bombas y la interferencia de cuerpos extraños en los procesos de tratamiento.

Se construyen de hierro, madera material plástico, dependiendo de las condiciones del líquido a tratar.

5.4.3 Precipitación Química.

La precipitación química (coagulación o floculación) es uno de los métodos más efectivos para reducir el color, la D.B.O y la D.Q.O. en desagues textiles.

El tratamiento consiste en agregar al desague agentes coagulantes tales como sulfato de aluminio, cloruro o sulfato férrico, cal y ayudados aveces con polielectrolitos, en determinadas condiciones de agitación y PH.

De esta forma se consigue que las materias en suspensión y coloides que posee el desague, se agrupen o forman el "floc", de mayor volumen y peso, que una etapa posterior sedimentan arrastrando consigo parte del color y materia orgánica por absorción.

Este proceso debidamente operado permite una reducción del 60% de la D.B.O. , 90% de sólidos suspendidos y el 50% del total de sólidos disueltos. Produce una cantidad considerable de precipitados, o barro, que luego debe deshidratarse o espesarse para su disposición final. Este se logra mediante playas de secado o procesos de filtración.

De acuerdo con las dosis de productos químicos que se utilicen este tratamiento puede poseer un costo de operación elevado.

5.4.4. Biologicos.

Los tratamientos biológicos son adecuados para depuración de aguas residuales que poseen materia biodegradable en forma soluble, tal como existe en algunos desagues de la industria textil, pero no en todos.

Como su nombre lo indica la degradación de la materia orgánica, se lleva a cabo por la acción de microorganismos. Existen dos procesos: aeróbicos y anaeróbicos. Nosotros trataremos aquellos que requieren oxígeno (aeróbicos)

Los microorganismos, que previamente se aclimatan a las características de un desague textil, necesitan un aporte equilibrado de nitrógeno, fósforo y materia orgánica.(D.B.O), para su desarrollo. En general esto se consigue con el aporte del desague cloacal del mismo establecimiento.

Existen dos tipos de tratamiento biológico aplicables a la industria textil.

Lodos Activados.

En este proceso se mezcla el agua residual con una sustancia de microorganismos o lodo activado. Esta mezcla es aireada durante un cierto tiempo mediante aire comprimido, en el menos de los casos, o por aireadores de turbina, en una cámara de aireación. Luego es transferida a un decantador secundario donde sedimentan los lodos, parte de los cuales se recirculan a la cámara.

El líquido del sedimentador o el fuate tratado pasa luego a una cámara de cloración para su desinfección.

Según sea el tiempo de retención en la cámara de aireación se puede clasificar en:

- * aireación prolongada (1 - 5 días)
- * convencional (6 a 12 horas)

la remoción de D.B.O en el primer caso puede alcanzar el 95% mientras que en el segundo el 90%

Lagunas y lagunas aireadas.

Las lagunas para el tratamiento de efluentes son grandes extensiones de agua con una profundidad que oscila entre 0.9 y 1,2 m. El oxígeno necesario para los procesos biológicos se obtiene por acción de las algas y por intercambio entre la superficie y el aire.

La carga orgánica se mantiene baja de 1.25 a 3.5 Kg/DBO/1000m³ laguna y por día. Siendo el tiempo de retención variable en 4 y 30 días.

Es el proceso que más se asemeja a la depuración natural y más económico de mantener, pero requiere grandes extensiones de terreno. Se alcanzan por este método remociones de 40 al 80% de la D.B.O.

Las lagunas aireadas son similares a las anteriores, pero en ellas se aumenta la aireación por medios mecánicos. este permite aumentar la profundidad de la laguna a 3 - 4 m. requiriendose por tanto una menor área.

El tiempo de retención suele ser de 3 a 10 días y la disminución de la D.B.O del 50 - 90%.

BIBLIOGRAFIA

- **LEY GENERAL DE AGUAS Y SUS REGLAMENTOS**
Instituto Interamericano de Cooperacion para la agricultura. (Huancayo 1985)

- **LA CONTAMINACION DEL AGUA CON RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS.**
Santiago de Chile. Noviembre de 1966.
Raul Merino BERDOAN

- **EL AGUA EN LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU RECTIFICACION PARA USOS INDUSTRIALES EN GENERAL.**
Ing. Juan B. FUIG
Editor: José Montero

- **CARACTERISTICAS Y TRATAMIENTOS DE LOS DESAGUES INDUSTRIALES TEXTILES.**
Centro de Investigaciones Textiles del Sistema INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) Argentina.
Editor Conferencia ADETA. Buenos Aires. Argentina.

- MANUAL DEL CURSO SOBRE TRATAMIENTO DE DESECHOS LIQUIDOS INDUSTRIALES.**
ACISA. Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria.

- **REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCION.**
(Lima - Perú)

- NORMAS ELECTROMECAICAS QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE TANQUES NEUMATICOS.**
Ing. Antonio FERRECIO NOSICLIA
Lima - Perú . Octubre de 1973

- **TUBERIA INDUSTRIAL**
Charles T. LITTLETON
Noviembre de 1964 - México

- **CALDEROS TIPOS**
Carl D. SPHIELDS