

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA SANITARIA**

**TESIS DE GRADO**

**“Mejoramiento y Ampliación del Sistema  
de Distribución de Agua Potable de la Ciudad  
de Piura”**

**JOSE BETETA LOYOLA**

**LIMA - PERU**

**1966**

MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE  
AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PIURA

I N D I C E    G E N E R A L

PRIMERA PARTE :

Situación Actual - Sistema Actual de Agua Potable - Fuente de Abastecimiento - Sistema de Regulación - Red de Distribución - Características de las Instalaciones Existentes - Area de Servicio - Funcionamiento.

Páginas 1 - 37

SEGUNDA PARTE :

Estudio de la Población - Características - Población Actual - Area Urbana Distribución de la Población.

Aspectos Socio-Económicos - Producción - Comercio - Ocupación - Movimiento Económico.

Población futura - Desarrollo Anterior - Examen Estadístico - Matemático - Area de Expansión - Zona de Influencia Económica - Recursos - Potencial de Desarrollo - Probable Desarrollo Futuro.

Páginas 38 - 66

TERCERA PARTE :

Condiciones Básicas de Diseño - Período de Diseño - Población de Servicio - Dotación Media Anual - Caudal para Incendio - Caudales de Diseño.

Sistema de Distribución. - Generalidades Sobre el Sistema de Abastecimiento - Fuente de Abastecimiento - Instalaciones de Captación - Ubicación.

Sistema de Distribución Considerados. - Sistema de Almacenamiento de Regulación Capacidad - Disposición - Características.

Red de Distribución - Capacidad - Sistema Arterial - Características - Cómputo Hidráulico.

Sistema de Distribución Recomendado.

Páginas 67 - 125

CUARTA PARTE :

Especificaciones de Materiales	:	Páginas - 126 - 128
Especificaciones de Construcción	:	Páginas - 128 - 150
Relación de Planos	:	Página - 151

Bibliografía

## PRIMERA PARTE

### 1. GENERALIDADES :

#### 1.1. Ubicación Geográfica.-

La ciudad de Piura es capital del Departamento del mismo nombre, Este se encuentra ubicado en la Costa Norte del Perú. a 5°11'50" de Latitud Sur y a 80°38'03" de Longitud Oeste de Greenwich. Situada a 30 metros sobre el nivel medio del mar.

### 2. SITUACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE :

#### 2.1. Antecedentes.-

El primer proyecto de Agua Potable que se efectuó para la ciudad de Piura lo realizó el Ingeniero N. J. Taiman en el año 1899. Este proyecto consideraba la captación del agua por medio de Galerías Filtrantes, construidas en el lecho del Río Piura. El agua captada se almacenaba en un pozo de reunión, de donde se bombeaba a dos reservorios elevados de 900 metros cúbicos de capacidad cada uno. La Red de Distribución comprendía una tubería matriz de 4" con ramales de 2". La población de diseño estimada era de 7000 habitantes. Las obras de éste proyecto se terminaron de construir en el año 1902. Cabe mencionar que no se instalaron los dos reservorios considerados.

En 1905, el Ingeniero Alfredo Mendiola, del Ministerio de Fomento, presentó un informe en el que sostenía que las presiones en la red eran muy bajas. Consideraba que las tuberías se habían tuberculizado por el alto contenido de sales en el agua.

El Ingeniero Federico Basadre, en el año 1919, efectuó un anteproyecto que consideraba : Captación del agua del Río Chira,



planta de bombeo, filtración de agua en una zona alta, conducción por gravedad del agua filtrada hasta la ciudad de Piura. El agua se almacenaría en unos reservorios elevados, convenientemente ubicados. Este anteproyecto no tuvo ninguna acogida.

Los estudios definitivos de los proyectos de agua y desagüe, los efectuó el Ingeniero W, J. Spalding en el año 1934. Estos estudios consideraban una población de diseño de 27,000 habitantes.

Este proyecto consideró como fuente de abastecimiento la captación del agua subterránea. Se perforaron tres pozos ubicados en la zona denominada "Chipe". De estos pozos se bombeaba el agua al reservorio de almacenamiento ubicado en una colina de la zona del "Chipe". Este reservorio se proyectó con una capacidad de 1000 metros cúbicos. El proyecto consideró una línea de aducción de 14" de diámetro, tubería de concreto reforzado de 60 lb/pulg<sup>2</sup> de presión.

La Red de Distribución se diseñó de tubería de fierro fundido de 10", 8", 6" y 4" de diámetros respectivos.

El Ingeniero Enrique Jacoby, de la Sub-Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, presentó un proyecto de mejoramiento del servicio existente, en el año 1951.

El estudio del Ingeniero Jacoby llegó a las siguientes conclusiones :

- a) Escasez de agua.
- b) Presión insuficiente por defectos en el diseño del sistema.

c) Diámetros menores que los necesarios para conducir y distribuir la cantidad de agua necesaria.

El mencionado estudio comprobó el rendimiento de los tres pozos existentes que abastecían la ciudad, éstos son :

Pozo N° 1 . . . . . 42 lps.

Pozo N° 2 . . . . . 35 lps.

Pozo N° 3 . . . . . 40 lps.

La profundidad promedio de estos pozos es de 96 metros. Ahora bien, el consumo de agua potable era controlado por medio de medidores. Sólo se habían instalado 807 medidores de las 1,830 conexiones existentes en la ciudad de Piura. En el Distrito de Castilla existían 96 medidores y habían instaladas 573 conexiones.

El Ingeniero Jacoby calculó una población de diseño de 95,500 habitantes para un período de 30 años (1980). Considerada la perforación de ocho pozos en la ciudad de Piura y cuatro pozos en el Distrito de Castilla. Proyectó tres reservorios de almacenamiento, uno de los cuales lo ubicó en el Parque Infantil de la Urbanización Grau de Piura, con una capacidad de 1,500 metros cúbicos. Este reservorio elevado, ya ha sido puesto en servicio y ha mejorado las presiones en la zona central de la ciudad.

La Red de Distribución se proyectó con circuitos de 8", 10" y 12" de diámetro.

De éste proyecto, las obras efectuadas son :

a) Perforación del Pozo N° 4, en la Urbanización de Buenos

Aires, que tiene un rendimiento de 80 lps.

- b) Perforación del Pozo N° 5, en el Distrito de Castilla ,  
su rendimiento también es de 80 lps.

De estos dos Pozos, se bombea directamente en la Red.

- c) En el año 1955, al término del equipamiento del Pozo N°  
5, se instalaron tuberías de 8" y 10" de diámetro que  
constituyen el circuito principal de la Red de Castilla.

Luego ultimamente, se ha instalado tuberías en las nuevas ur  
banizaciones particulares : Urbanización Residencial Grau, Urbaniza  
ción Estadio Municipal, Urbanización Residencial Miraflores, Vega  
de Bejucal, Urbanización Semi-rústica San Eduardo.

En el año 1963, se han instalado tuberías matrices de 8" ,  
10" y 12" en Piura y Castilla de acuerdo con el Plan del Norte-Nor  
Oriente.

## 2.2. Sistema Actual de Agua Potable.-

### 2.2.1. Fuentes de Abastecimiento.

Las ciudades de Piura y Castilla, se abastecen íntegramente  
de las aguas subterráneas del sub-suelo.

Pozos existentes en actual servicio :

- a) Pozo N° 1, situado en la zona del Chipe.  
b) Pozo N° 3, situado en la zona del Chipe también y que  
un servicio eventual.  
c) Pozo N° 4, ubicado en la Urbanización Buenos Aires.  
d) Pozo N° 5, se encuentra en el Distrito de Castilla.  
e) Pozo N° 8, ubicado en la Urbanización Piura.

f) Pozo N° 9, situado en el Parque Infantil de la Urbanización Grau.

Las características principales de estos pozos son :

P O Z O	Gasto Normal (lps)	Profundi dad(mts)	Altura de Pro tecc.	Salinidad ppm.	Funciona desde año
Chipe N° 1	50	95	-	430	1937
Chipe N° 3	36	95	-	650	1937
Bs,Aires N° 4	83	151	31	290	1953
Castilla N° 5	80	123	31	550	1955
Ur.Piura N° 8	80	175	70	400	1964
Parque Infan til N° 9	85	120	25	270	1964
T O T A L	414	-	-	-	-

Cabe resaltar que el Pozo N° 2, de la zona del Chipe se encuentra arenado y, por lo tanto, en desuso.

El Pozo N° 3, sólo funciona cuando el Pozo N° 1 no entra en servicio, por desperfecto ó mantenimiento.

Cuando unos de los Pozos en servicio sufre algún desperfecto, es necesario aumentar el tiempo de funcionamiento de los restantes.

El Pozo N° 8, de la Urbanización Piura, no tiene equipo necesario para dotar los 80 litros por segundo que puede rendir de acuerdo a su curva de prueba. Actualmente posee un equipo de bombeo de 40 litros por segundo. Además el Pozo N° 3 de la Zona del Chipe funciona esporádicamente, por tener un alto contenido de salinidad, el gasto

de este pozo es de 36 lps. En conclusión el caudal bombeado a la población es de 338 lps.

Hasta el año 1963, el abastecimiento de las ciudades de Piura y Castilla, se efectuaba a base de tres pozos : Pozo N° 1, con un gasto promedio de 50 lps. y su funcionamiento era nocturno, cuando dejaban de funcionar los otros dos. El Pozo N° 4, en la Urbanización Buenos Aires y el Pozo N° 5, en Castilla, que bombeaban un gasto de 160 lps. y trabajaban juntos un promedio de 15 horas diarias, (6 a.m. a 9 p.m.) El Pozo N° 1 tiene un funcionamiento de acuerdo al requerimiento de la población.

Características de los pozos y sus instalaciones :

Pozo N° 1 : Ubicado en la Zona del Chipe, con una altura sobre el nivel del mar de 31.00 metros. Su diámetro superior es de 16 1/2" y su profundidad es de 95 metros. Su nivel estático se halla a 13.50 metros de profundidad. Produce un gasto de 50 lps. su depresión es de 12 metros. Las principales características físico - químicas del agua de este pozo son :

Cloruros . . . . .	430	p.p.m.	como Cl
Dureza . . . . .	270	p.p.m.	como CO <sub>3</sub> Ca.
Alcalinidad . . . . .	70	p,p,m.	como CO <sub>3</sub> Ca.
Turbidez . . . . .	5	p.p.m.	

Equipos de Bombeo : La bomba instalada en 1945, en este pozo, es de marca POMOMA y reemplazó a una antigua de marca KLEIN, Sus características son :

- Eje Vertical
- Tipo Turbina.

- Diámetro de 6"
- Longitud de columna de 38.60 mts.
- Cuerpo de bomba de 6 turbinas.
- Cabezal de engranajes en ángulo recto marca JOHNSON, modelo DB4818.
- Potencia 45 H.P.
- Velocidad 1750 r.p.m.
- Relación 3:1

El cabezal de engranajes se halla acoplado al motor por medio de una cardan.

El motor que acciona esta bomba es de marca MAN, instalado en 1937. Es modelo W3V17, 5/22 y de las siguientes características

- Tipo Diesel vertical
- Potencia 60 H.P.
- Velocidad 60 r.p.m.
- De 3 cilindros y 4 tiempos
- Lubricación a presión.
- Refrigeración por agua con pozo de enfriamiento.
- Acoplamiento directo a la bomba de agua mediante un embrague.
- El motor esta provisto de un generados de 1 kilowatio para el alumbrado de la zona de bombeo.

Con el propósito de hacer trabajar alternadamente el motor MAN, se instaló en 1946 un nuevo motor marca "FAIRBANKS MORSE", características :

- Tipo Diesel - Vertical.

- Potencia 60 H.P.
- Velocidad 450 r.p.m.
- De 2 cilindros y 2 tiempos
- Acoplamiento a la bomba por medio de correas en " V " y su correspondiente tensor.

Caseta de Bombeo.- Construida con cimientos y sobrecimientos de concreto simple, muros de ladrillo, techo de concreto armado, puertas y ventanas de madera, pisos de  cemento y locetas. Sus dimensiones son de 13.00 de largo por 8.80 metros de ancho. Las bases de los motores son de concreto.

Esta caseta se encuentra en regular estado de conservación.

Pozo N° 3.- También ubicado en la Zona del "Chipe" y a 33.50 metros de altura sobre el nivel del mar. Tiene una profundidad de 95.00  metros, y su diámetro superior es de 16 1/2".

Su nivel estático se encuentra a 16.00  metros de profundidad. Su rendimiento es de 36 lps. con una depreciación de 12.00  metros. Cabe resaltar que el agua de este pozo tiene un índice de salinidad  mayor de los 600 ppm. además su bajo rendimiento obliga a su eliminación como fuente de abastecimiento en el futuro.

Equipo de Bombeo.-Tiene instalada una bomba de marca "POMOMA", desde 1945, y es de las  mismas características que la del Pozo N° 1. Esta bomba trabaja con un motor marca "MAN".

Pozo N° 4.- Situado en el Barrio de Buenos Aires, al Oeste de la  Ciudad de Piura, a 32.50 metros sobre el nivel del mar. Tiene una  pro

fundidad de 151.00 metros y su diámetro superior es de 16". El nivel estático se halla a 10.00 mts. de profundidad. Este pozo se halla protegido por un revestimiento de concreto de 31.00 mts. de profundidad, su propósito es evitar las filtraciones salobres. Su rendimiento es de 80 lps y tiene una depresión de 25 mts.

Las principales características físico - químicas del agua de este pozo son :

- Cloruros	290 p.p.m.	como Cl
- Dureza	240 p.p.m.	como CO <sub>3</sub> Ca
- Alcalinidad	70 p.p.m.	como CO <sub>3</sub> Ca
- Turbidez	5 p.p.m.	

Equipos de Bombeo. - Tiene instalada una bomba marca " PCMAMA ", desde 1953. Sus características son :

- Eje vertical.	
- Tipo Turbina.	
- Diámetro 10"	
- Longitud de columna	38.00 mts.
- Cabezal de engranajes en ángulo recto marca "AMARILLO", Modelo 5 BL	
- Potencia	200 H.P.
- Velocidad	1760 R.P.M.
- Relación	4 : 1

El cabezal esta acoplado al motor por medio de una cardan tipo WATSON SPICER.



Este equipo tiene un rendimiento mínimo de 100 litros por segundo.

El motor que acciona esta bomba es de marca "BLACKSTONE", modelo EV4, de características :

- Tipo Diesel.
- Potencia            126 H.P.
- Velocidad           422 R.P.M.
- 4 cilindros.
- Lubricación a presión.
- Refrigeración por agua con intercambiador de calor.

Caseta de Bombeo.- Construida con cimientos y sobrecimientos de concreto, muros de ladrillo y losa aligerado de concreto armado. Las ventanas son de fierro con vidrios, puertas de madera y pisos de mosalicos. Las dimensiones son de 12.00 mt. x 5.10 mt. de ancho. Consta de tres piezas : Sala de máquinas, Sala de clorinación y depósito.

Su estado de conservación es bueno en general. Como equipo adioconal, existe en la caseta : Un medidor de gasto marca " SPA-RLING " de 8" de diámetro y registra el gasto acumulativamente en galones.

Un generador de 1 Kw. de corriente alterna monofásica de 60 ciclos, para el alumbrado de la caseta.

Un tanque de almacenamiento de petróleo de 200 galones de capacidad.

Pozo N° 5.- Situado en el Distrito de Castilla a 32.70 mts. sobre el nivel del mar. Tiene una profundidad de 123.00 mts. y su diámetro superior es de 16". El nivel estático se encuentra a 11.00 mts. de profundidad.

El rendimiento es de 80 lps. con una depresión de 20 mt. aproximadamente . Para evitar las filtraciones salobres, tiene un anillo de concreto de 31.00 mts. de profundidad.

Las principales características físico - químicas del agua de este pozo son :

- Cloruros	550 p.p.m.	como Cl
- Dureza	540 p.p.m.	como CO <sub>3</sub> Ca.
- Alcalinidad	60 p.p.m.	como CO <sub>3</sub> Ca.
- Turbidez	5 p.p.m.	

Equipos de Bombeo.- Tiene instalada una bomba marca "PQMOMA" de las siguientes características :

- Eje vertical.
- Tipo turbina.
- Diámetro 10"
- Longitud de columna 38.00 mts.
- Cabezal de engranajes en ángulo recto, marca " FEIR BANKS", Modelo FM5.
- Potencia 150 H.P.
- Velocidad 1150 R.P.M.
- Relación 1 : 2 3/4

El cabezal de engranajes esta acoplado al motor por medio de una cardan tipo WATSON SPICER.

El motor que acciona la bomba es de marca " BLACKSTONE " modelo EV4, de las siguientes características :

- Tipo Diesel vertical
- Potencia 126 H.P.
- Velocidad 422 R.P.M.
- De cuatro cilindros
- Lubricación a presión.
- Enfriamiento por agua con intercambiador de calor.

Caseta de Bombeo .- De las mismas características que la existente en el Pozo N° 4, ya anteriormente descrito.

Existen además :

- Registrador de gastos acumulativos en metros cúbicos.
- Medidor de gastos de 8" de diámetro, marca " VINCENT FRERES ", tipo WA.
- Un tanque de petróleo de 200 galones de capacidad.
- Un generador de 1 Kw. para alumbrado de la caseta.

Pozo N° 8.- Situado en la Urbanización Piura, al Oeste de la ciudad de Piura a 33.50 mts. sobre el nivel del mar. Tiene una profundidad de 175.00 mts. Su nivel estático se encuentra a 16.00 mts. de profundidad.

Con el fin de evitar las filtraciones salobres, se ha previsto al pozo de una protección anular de concreto de 70.00 mts. de

profundidad.

Este pozo, en principio, sólo se va a emplear para abastecer la Urbanización Piura, construída por la Junta Nacional de Vivienda, es por esto que se le va a equipar para que rinda un gasto de 50 litros por segundo solamente.

Para efecto de este proyecto se recomienda proveer el pozo con un equipo que permita la extracción de 80 litros por segundo, y que se puedan aprovechar para abastecer las zonas adyacentes de gran crecimiento.

Las principales características físico - químicas del agua de este pozo son :

- Cloruros	400	p.p.m.	como	Cl
- Dureza	90	p.p.m.	como	CO <sub>3</sub> Ca.
- Alcalinidad	25	p.p.m.	como	CO <sub>3</sub> Ca.
- Turbidez	5	p.p.m.		

Equipos de Bombeo.- Hasta el año 1963, no se había instalado ningún equipo ni tenía caseta de bombeo construída.

El equipo solicitado para este pozo, según información de la Oficina de Piura de la Junta Nacional de la Vivienda, era de una bomba turbina de eje vertical para pozo profundo, para un gasto de 50 litros por segundo. Cabe mencionar que se iba a instalar un equipo de desinfección.

Pozo N° 2.- Ubicado en el Parque Infantil de la Urbanización Gra u

en el centro de la ciudad de Piura, a 28.00 mts. sobre el nivel del mar. Tiene una profundidad de 120 mts. El nivel estático se halla a 12.50 mts. de profundidad.

Tiene un protector anular de concreto de 24.00 mts. de profundidad, para evitar las filtraciones salobres.

Características físico-químicas del agua de este pozo

- Cloruros	270	p.p.m.	como	Cl
- Dureza	90	p.p.m.	como	CO <sub>3</sub> Ca.
- Alcalinidad	45	p.p.m.	como	CO <sub>3</sub> Ca.
- Turbidez	5	p.p.m.		

Equipo de Bombeo.— Este pozo se ha equipado con una bomba sumergida y es la que actualmente esta en servicio. Se debe mencionar que el equipo convencional de bomba tipo turbina de eje vertical, no ha podido ser utilizado en este pozo porque el mismo sufrió un desplome de su eje, por fallas geológicas.

El motor que acciona esta bomba es eléctrico.

El registrador de gasto esta constituido por un medidor de tubo corto.

Tiene un equipo de desinfección formado por un hipocloridrudo, con accesorios de registro, medición y balanza.

Caseta de Bombeo.— Constituida por dos salas :

- a) - Sala de máquinas de 4.50 mts. x 8.20 mts. y 2.80 mts. de altura. Aquí se encuentra la bomba y el motor. Cada pared tiene tres -

ventanas con rejillas para la ventilación. Sus muros son de ladrillo con cimientos y sobrecimientos de concreto, tiene losa aligerada de concreto armado.

El techo se ha reforzado con dos vigas transversales para apoyar el mecanismo del izaje de la bomba para poder reparar ó limpiar el pozo cuando sea necesario.

b) - Sala de clorinación, de 2.50 mts. x 4.50 mts. y con 2.60 mts. de altura. Sirve también de almacén de las botellas de cloro.

El ingreso a esta sala se realiza por una puerta independiente. Esta sala tiene sus respectivas ventanas con rejillas, tan necesarias para su ventilación.

#### 2.2.2. Sistema de Regulación :

Hasta el año 1962, la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla solo contaban con un reservorio de tipo apoyado y de 1000 mts. cúbicos de capacidad, ubicado en la zona del " Chipe ".

A partir del año 1963, se cuenta con dos reservorios elevados, acabados de construir en el año 1962.

Un reservorio está situado en la Urbanización Grau y es alimentado por el pozo profundo N° 9, con un rendimiento de 80 lps. La capacidad de este reservorio es de 1500 mts. cúbicos y su altura al fondo de la cuba es de 21.90 metros.

El otro reservorio, construído por la Junta Nacional de la Vivien

da y ubicado en la Urbanización Piura, será alimentado por el pozo profundo N° 8, con un rendimiento de 80 lps. Tiene una capacidad de 500 mts. cúbicos y su altura al fondo de la cuba es de 20.00 metros.

#### Reservorio de " EL CHIPE "

Esta ubicado en el Norte de la ciudad de Piura, en la margen derecha del Río del mismo nombre, en el sitio denominado " El Chipe ".

Se construyó el año 1938, de acuerdo con el proyecto elaborado por el Ing° J. Spalding.

La cota de fondo de este reservorio es de 41.00 mts. y la cota de la población es de 30.00 a ambos lados del Río Piura.

En un principio, este reservorio cubría las necesidades de demanda de agua de la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla, pero su poca carga (poca diferencia de nivel), no ha logrado dar un servicio con presión suficiente ni para casas de un solo piso.

Este reservorio es de tipo apoyado, de cabecera y de 1000 mts. cúbicos de capacidad.

Es de forma circular, con 15.25 mts. de diámetro interno, de 6.20 mts. de altura y una altura útil de 5.50 mts. Su techo es abovedado.

Sus accesorios y conexiones hidráulicas son de fierro fundido. Tiene tubería de ingreso de 8" de diámetro, tubería de salida de 12", tubería de rebose y desagüe de 6", tubería de ventilación de 8" y en for

ma de cuello de ganso (4 tubos). Las tuberías descritas tienen sus respectivas válvulas y accesorios. Para el ingreso al reservorio, para su inspección y limpieza, tiene escaleras exterior e interior. Su estructura es de concreto armado.

Actualmente, el Pozo N° 1 abastece este reservorio, ya que el Pozo N° 2 esta fuera de servicio, por tener el motor malogrado, y el Pozo N° 3 se ha arenado.

El estado de este reservorio no es muy satisfactorio ya que presenta filtraciones laterales y sus instalaciones de fierro fundido estan muy deterioradas.

No se ha podido conocer la verdadera curva de variaciones de consumo porque este reservorio no regula la demanda de agua en las horas de máximo consumo por haber crecido la población en un índice inesperado.

#### Reservorio de la Urbanización Grau.-

Se construyó de acuerdo con el proyecto elaborado por el Ingeniero E. Jacoby. Fue construido por la Firma Graña y Montero y se terminó su ejecución en el año 1962.

Este reservorio es elevado, de 1500 mts. cúbicos de capacidad, y su altura al fondo de la cuba es de 21.90 mts.

Los pozos que abastecen a este reservorio son : El Pozo N° 9, ubicado en el mismo parque y el Pozo N° 4, situado, en Buenos Aires; es



tos tienen un rendimiento de 80 lps. cada uno.

Este reservorio es del tipo INTZE y se le ha proyectado, para que funcione como reservorio flotante. Es de fondo abovedado y tiene techo en forma de cúpula. La altura del nivel del suelo hasta el nivel de rebose es de 26.90 mts. y hasta el fondo de la cuba es de 21.90 mts. (5.00 metros de tirante de agua).

Tiene un diámetro interior de 20.00 mts. y el diámetro del anillo interior es de 1.50 mts.

#### Características Estructurales.-

La estructura de la cuba descansa sobre tres vigas circulares concéntricas que transmiten toda la carga a tres juegos que se insertan a las respectivas vigas de esta forma : tres columnas interiores que sostienen la escalera espital de concreto armado, luego seis columnas intermedias y finalmente doce columnas exteriores inclinadas hacia afuera en 1:10. Las columnas se enlazan por vigas de arriostamiento horizontales, radiales y circunferenciales, teniendo cuatro niveles de amarre distanciados 4.20 mts. La cimentación es un solado general de concreto armado de 0.70 mts. de espesor. El diseño es asimétrico para un concreto con  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ . y el acero con un  $f_s$  de  $1400 \text{ kg/cm}^2$ . La resistencia del suelo es considerada de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Características de las Instalaciones Hidráulicas.-

Las tuberías válvulas y accesorios son de fierro fundido y embridadas . La tubería que forma la columna de entrada y salida es de 10" de diámetro, tiene en la parte superior (fondo de la cuba) un niple

de 12" y una reducción de 12" a 10", un codo de 12" x 90 y una tee de 12" x 12", para su conexión con el pozo N° 9 con una válvula de compuerta de 12". El empalme a la matriz, de 12" de diámetro, que pasa por la Avenida Grau, se hace por medio de un tramo de tubería Eternit de 12" de diámetro. El rebose lo constituye una artesa de concreto con un tubo de 12", fuera de la cuba tiene una reducción de 12" x 10", y baja con tubería de 10". El desagüe lo constituyen dos salidas de 10", ubicadas a la altura de las dos vigas circulares concéntricas, estos dos ramales van unidos por medio de una tee de 10" x 10", luego bajan por un codo de 10" x 45", y a la altura de la viga superior de arriostamiento, se une con la tubería que baja del rebose por medio de una tee de 10" x 10", antes de este empalme cada ramal tiene su válvula. La tubería de fierro fundido de rebose y desagüe termina en un buzón rompe carga, y se conecta a un buzón de desagüe por medio de una tubería de concreto (HUME), de 12" de diámetro.

La ventilación de este reservorio se realiza por medio de una claraboya protegida con malla de alambre.

#### Reservorio de la Urbanización " PIURA "

Construido en el año 1963, por la Junta Nacional de la Vivienda, para abastecer a la Urbanización Piura, de tipo popular; y a la Urbanización San José, ubicadas en la zona Oeste de la ciudad y limitadas por la carreta a Paita. El pozo que alimenta este reservorio tiene un rendimiento de 80 lps.

Este reservorio es elevado, tiene 500 mts. cúbicos de capacidad y se ha proyectado para que funcione como flotante.

La altura desde el nivel del terreno hasta el nivel de rebose es de 25.75 mts. y al fondo de la cuba es de 20.00 mts. Su diámetro interior es de 11.50 mts. y el diámetro del anillo central es de 1.50 mt.

#### Características Estructurales.-

Toda la estructura de la cuba descansa sobre una viga circular de 8.20 mts. de diámetro, que transmite la carga a través de una pared cilíndrica que a su vez descansa en un anillo circular de cimentación. Tiene fondo tronco cónico y su techo es de forma esférica.

#### Características de las Instalaciones Hidráulicas.-

Las tuberías, válvulas y accesorios han sido proyectadas de hierro fundido con uniones de brida. Hasta el año 1963, no se habían colocado las instalaciones, pero según el proyecto se prevee una tubería de entrada y salida y otra de rebose y desagüe.

Para el ingreso al interior, este reservorio tiene una escalera metálica, También, tiene claraboya de iluminación y ventilación.

### 2.2.3 RED DE DISTRIBUCION :

La red más antigua de la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla, fué instalada entre los años 1936 - 1939. Esta red se inicia a partir del reservorio del Chipe y esta constituida por tubería de concreto reforzado de 14" de diámetro y de 60 psi.

Ahora bien, el sistema de distribución en las ciudades de Piura y Castilla funciona interconectado por una tubería de fierro fundido de 8" de diámetro que atraviesa el puente de palo que une las dos ciudades.

El replanteo de la red existente en servicio hasta principios del año 1963 fué realizado por la Comisión del Estudio Integral de Saneamiento de Piura y Castilla, en razón de que la Administración del Servicio de Agua Potable no tenía un plano completo de la red en servicio.

En cuadro aparte se hace el resumen de tuberías existentes, su año de instalación, sus diámetros y el tipo de las mismas.

Durante los años 1936 - 1939 se comenzó la instalación de tubería para la red, actualmente en servicio. Toda la red fué instalada con tubería de fierro fundido y sus diámetros varían de 10", 8", 6" y 4". Sólo la tubería de la línea de aducción es de concreto reforzado y de 14" de diámetro y CLASE 60 psi.

Estas tuberías no se encuentran en muy buen estado de conservación debido a su edad (más de 25 años), por el alto contenido de sales del agua de Piura y por las incrustaciones interiores que se han producido

Luego, en base al proyecto Jacoby de 1951, se han ampliado las matrices y tuberías de relleno, algunas de fierro fundido y otras de asbesto-cemento (Eternit), cuyos diámetros varían de 12", 10", 8", 6" y 4"

CUADRO DE TUBERIAS EN SERVICIO

P I U R A

Proyecto	Año de Instalación	Diámetro	TUBERIAS		
			Concreto	Fierro Fundido	Asbesto Cemento
W.J.Spalding	1939	14"	1130 ml.	-	-
		10"	-	940 ml.	-
		8"	-	785 ml.	-
		6"	-	3590 ml.	-

Proyecto	AÑO de Instalación	Diámetro	TUBERIAS		
			Concreto	Fierro Fundido	Asbesto Cemento
W,J,Spalding	1939	4"	-	17905 ml.	-
E. Jacoby	1953	12"	-	1600 ml.	-
Ampliación y Mejoramiento	1954	10"	-	-	1850 ml.
		8"	-	-	620 ml.
		4"	-	-	355 ml.
	1960	4"	-	-	4925 ml.
	1961	12"	-	-	580 ml.
		6"	-	-	310 ml.
4"		-	-	340 ml.	
Urbaniz. Grau	1958	6"	-	-	850 ml.
		4"	-	-	2255 ml.
Urbanización Municipal	1959	4"	-	-	1375 ml.
Urbanización San José	1961	6"	-	-	1460 ml.
		4"	-	-	2320 ml.
Urbanización Piura	1963	10"	-	-	420 ml.
		8"	-	-	177 ml.
		6"	-	-	3210 ml.
		4"	-	-	8840 ml.

CUADRO DE TUBERIAS EN SERVICIO.

GASTILLA

Proyecto	Año de Instalación	Diámetro	TUBERIAS		
			Concreto	Fierro Fundido	Asbesto Cemento
W.J.Spalding	1939	8"	-	90 ml.	-
		6"	-	2070 ml.	-
		4"	-	6605 ml.	-
E. Jacoby	1955	10"	-	960 ml.	-

Proyecto	Año de Intalación	Diámetro	TUBERIAS		
			Concreto	Fierro Fundido	Asbesto Cemento
Ampliación y Mejoramiento	1960	8"	-	540 ml.	-
		6"	-	20 ml.	-
		10"	-	-	1840 ml.
	1961	6"	-	-	385 ml.
		4"	-	-	2620 ml.
		6"	-	-	670 ml.
		4"	-	-	1395 ml.
Urbanización Miraflores	1961	6"	-	-	1210 ml.
		4"	-	-	2705 ml.

RESUMEN GENERAL

TUBERIA	14"	12"	10"	8"	6"	4"	TOTAL	%
Concreto Reforzado	1130 ml.	-	-	-	-	-	1130	1.6
Fierro Fundido	-	1600	1900	1325	6680	24510	36015	48.0
Asbesto Cemento	-	580	4110	800	8095	25130	38715	50.4
Sub-Totales	1130 ml.	2180	6010	2125	14775	49640	75860	100 %
Porcentajes	1.6 %	2.2%	9 %	2.2%	19 %	66 %	100%	

El estado de las tuberías, de la red que actualmente esta en servicio, es aceptable y, según datos de la Administración del Servicio de Agua Potable de Piura, algunos tramos de la zona del Mercado Modelo que se encontraban bastante corroidos han sido reemplazos. No se han presentado otros casos de corrosión para su reemplazo.



Más adelante se presentarán los resultados de las pruebas del Pitómetro, realizadas con el objeto de determinar el estado de las tubería de fierro fundido instaladas entre los años 1936 - 1939.

Veremos que el coeficiente de rugosidad ha bajado notablemente, en la tubería antigua; pero este valor varía de 102 a 108 de coeficiente de rugosidad en la tubería de 10" de diámetro (de 1955).

Se ha llegado a la conclusión que esta deficiencia se debe al alto contenido de sales en las aguas subterráneas de los pozos del Chipe y al N° 5 de Castilla.

#### Pruebas Pitométricas efectuadas en el Año 1963.-

Se efectuaron cinco pruebas, para el efecto se escogió las tuberías de instalación más antigua. Estas pruebas se efectuaron con el PitómetroCole. Los tramos escogidos fueron :

Piura : 1. Tubería de 4" de fierro fundido (1939), tramo de la Avda. Circunvalación entre los jirones Tumbes y Tacna.

2. Tubería de 4" de fierro fundido (1939), tramo del Jirón Moquegua, costado del Cuartel Grau.

Castilla : 3. Tubería de 6" de fierro fundido (1939), tramo del Jirón Amazonas, entre los Jirones Ica y Arequipa.

4. Tubería de 10" de fierro fundido (1955), tramo del Jirón San Martín, entre los Jirones Tumbes y Tacna.

5. Tubería de 4" de fierro fundido (1939), tramo de la Avd. Grau, entre los Jirones San Martín y Avd. Ramón Castilla.

Cabe destacar que la tubería más antigua (más de 25 años), es la más afectada por las incrustaciones producidas por las aguas salinas de los pozos del Chipe y de Castilla. La tubería instalada en 1955, también tiene merma en su coeficiente de rugosidad.

De acuerdo con el cuadro de las pruebas pitométricas efectuadas, que se adjunta aparte, los coeficientes de rugosidad son :

<u>TUBERIA</u>	<u>" C "</u>	<u>A Ñ O</u>
4"	61	1939
6"	64-66	1939
10"	102-108	1955

Estado de las Válvulas Existentes en la Red Actualmente en Servicio.-

Según el replanteo, que se realizó en el año 1963, de todo el Sistema de Agua Potable de Piura y Castilla, se encontró que el número de válvulas malogradas corresponden a :

V A L V U L A S

<u>DIAMETRO</u>	<u>MALOGRADAS</u>
4"	63
6"	11
8"	5
10"	2
12"	1
14"	-

Además, del cuadro presentado de válvulas malogradas y que deben ser sustituidas completamente, existe un gran porcentaje de válvulas en mal estado, pero que se pueden reparar. Tienen defectos como: filtración de agua al ser manipuladas por tener la empaquetadura gasta



da, falta de dado y otros defectos reparables.

Es lógico suponer que la mayoría de las válvulas fuera de servicio han sido instaladas con la red antigua (1939). En lo que respecta a las cajas de estas válvulas, algunas no tienen tapa y otras las tienen destruidas.

<u>Cuadro de Válvulas y Cajas en mal Estado</u>			
<u>Válvulas</u> :	Con empaquetadura gastada	:	58
	Sin dado	:	9
	Malogradas	:	<u>15</u>
	<u>T O T A L</u>	:	<u>82</u>
Caja de <u>Válvulas</u> :	Con tapa rota ó sin ella	:	44
	Destrozadas	:	<u>4</u>
	<u>T O T A L</u>	:	<u>48</u>

Casi todas las válvulas manipuladas, cierran a la derecha, salvo raras excepciones, que lo hacen a la izquierda.

En la red existente se encontraron cinco válvulas de purga que están conectadas a la red de desagüe en distintos puntos.

Esto es muy peligroso, ya que puede dar lugar a una conexión cruzada en caso de que permanezca abierta alguna de las válvulas, por algún motivo ó descuido. Es recomendable su eliminación para evitar la contaminación del agua que se sirve.

CUADRO DE VALVULAS

DIAMETRO	PIURA	URB.PIURA	CASTILLA	T O T A L	%
14"	3	-	-	3	0.7
12"	5	-	-	5	1.4
10"	8	2	9	19	4.5
8"	5	1	2	8	1.9
6"	36	16	19	71	17.0
4"	195	59	56	310	74.5
Sub-Totales	252	78	86	416	100 %
Porcentajes	60.7 %	18.7 %	20.6 %	100 %	

Estado de los Grifos Existentes en la Red Actualmente en Servicio.-

En el replanteó, que se efectuó del Sistema de Distribución de la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla, se ubicaron 98 grifos contra incendios, en los que se incluye la Urbanización Piura.

R E S U M E N :

Grifos en buen estado	:	73
Grifos con desperfecto	:	13
Grifos no ubicados	:	2
Grifos malogrados	:	10
TOTAL	:	<u>98</u>

Se debe mencionar que gran parte de los grifos instalados con la Red antigua son del tipo "Flor de Tierra", pero los de las nuevas Urbanizaciones son del tipo poste.

Existen grifos malogrados, fuera de servicio. Hay muchos con desperfectos que son reparables.

De acuerdo con un informe dado por la Compañía de Bomberos "Piura" N° 4, existen 106 grifos cuya relación es la que sigue :

Grifos en buen estado	:	68
Grifos sin tapa	:	14
Grifos malogrados	:	18
Grifos para elevar nivel	:	6
TOTAL	:	<u>106</u>

La diferencia entre los grifos encontrados y los que relaciona la Compañía de Bomberos citada, se debe quizás a que las cajas de señal han sido cubiertas durante algún trabajo de reparación de pavimentos ó algo semejante por lo que no han podido ser ubicadas

CUADRO DE GRIFOS

Porcentaje	Piura	Urb. Piura	Castilla	T O T A L
	66	13	19	98
%	67.30 %	13.30 %	19.40 %	100 %

2.3. Funcionamiento del Actual Sistema de Distribución de la Ciudad de Piura y el Distrito de Castilla.-

2.3.1. Instalaciones actualmente en Servicio.

La iniciación de las obras que constituyen el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para estas ciudades ocurrió a partir del año 1936 a 1939. La tubería instalada en esta época comprendía diámetros de 10", 8", 6" y 4" de fierro fundido, sólo la tubería de aducción que parte del Reservorio del Chipe es de con

creto de 14" de diámetro y con una presión de trabajo de 60 psi. Toda esta tubería actualmente sigue en funcionamiento aunque lógicamente, su estado de conservación no es muy satisfactorio que digamos.

Como parte de las obras de abastecimiento, iniciadas en esa época, se construyó el reservorio del "Chipe", de 1000 mts.cú bicos de capacidad y que todavía esta en duncionamiento. Es del tipo apoyado y circular.

Esta red y el reservorio fueron diseñadas para servir a una población de 27000 habitantes.

En el año 1951, se efectuó un proyecto de ampliación y mejoramiento del Servicio que consideraba una población de diseño de 95000 habitantes. Este proyecto lo ejecutó la Sub-Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento. Este proyecto consideraba una primera etapa de 15 años y recomendaba la perforación de 5 pozos. En la Segunda etapa consideraba la perforación de 7 pozos más. De este total 8 pertenecian a Piura y 4 al Distrito de Castilla. También considera ba la conveniencia de la separación de los Servicios de Piura y Castilla. Se había proyectado el bombeo directo a la red y reservorios flotantes. Para el almacenamiento se proyectaron tres reservorios elevados. Se proyectó una red para servir hasta el año 1980, con circuitos de 12" y 10" y 8" de diámetro. Se recomendaba el cambio de la tubería de con

creto de 14" por otra, también de concreto, de 16" de diámetro.

De todo el proyecto descrito, se construyó lo que sigue :

En lo que a fuente de abastecimiento se refiere, se perforó el Pozo N° 4, en la Urbanización de Buenos Aires, el rendimiento de este Pozo es de 80 lps. y fué terminado en 1953, con equipo completo. En el Distrito de Castilla, se perforó el Pozo N° 5 también con un rendimiento de 80 lps. con equipo completo(1955) En el año 1963 se completó el equipamiento y fué puesto en funcionamiento el Pozo N° 9, situado en el Parque Infantil de Piura. El rendimiento de este Pozo es de 80 lps.

También como obra de almacenamiento se contruyó el reservorio situado en el Parque Infantil y, que es alimentado por el Pozo N° 9. Este reservorio es del tipo elevado con una capacidad de 1500 mts. cúbicos y ha sido puesto en servicio en el año 1963, al mismo tiempo que el Pozo mencionado.

La Red de Distribución fué ampliada con la instalación de una tubería matriz de 12", desde el Pozo N° 4 hasta la Plaza Grau, de fierro fundido y con una longitud de 1550 mts. ml.

Luego, se instalaron 1275 ml. de 10" y 565 ml. de 8" de tubería Eternit en la Avd. Bolognesi, Jr. Sullana y Calle N° 4, en la ciudad de Piura.

En el año 1955, se instaló una matriz de 10" de fierro fundido en el Jr. Julio Rodríguez y la Avd. San Martín hasta el cruce

con la Avd. Tacna, en el Distrito de Castilla.

En la Avd. Ramón Castilla se instaló una matriz de 8" de fierro fundido entre el cruce con el Jr. Julio Rodríguez hasta empalmar con la tubería instalada de fierro fundido de 8" que viene de Piura y atraviesa el puente viejo. Se instalaron 1102 ml. de 10" y 540 ml. de 8" de diámetro.

Después, en el año 1959, se instalaron 312 mts. de tubería de 12" y 617 ml. de tubería de 8" de Eternit en la ciudad de Piura. En el mismo año, se instalaron 1840 ml. de tubería de 10", 384 ml. de 6" y 1768 ml. de 4" de diámetro y de Eternit.

Finalmente, en 1961 y 1962, se instalaron 580 ml. de tubería de 12", 344 ml. de 4", y 319 ml. de 4" de diámetro y de asbesto cemento (Eternit) en el Barrio Norte de la ciudad de Piura.

Debemos mencionar que con la formación de nuevas urbanizaciones se han instalado algunas matrices y tuberías de relleno para servir a las mismas. Esta tubería es en gran parte de asbesto -cemento (Eternit).

En general, en la construcción de las obras que constituyen el Sistema Integral de Abastecimiento de Agua Potable de la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla, no se ha seguido un plan de terminado, se han ejecutado de acuerdo a las necesidades más inmediatas. De esto se deduce el porque de la demora en la construcción del reservorio elevado de 1500 mts. cúbicos, previsto

para el año 1951. Su funcionamiento se ha iniciado en 1963 con el equipamiento del Pozo N° 9, que lo alimenta.

Como vemos, las deficiencias enunciadas y el no cumplimiento de obras programadas de acuerdo al proyecto del año 1951, ha dado lugar a un defectuoso servicio hasta la actualidad. Este mal servicio, se ha agravado con el crecimiento imprevisto de la población de Piura y Castilla.

Hasta el año 1963, el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en general, adolece de los defectos señalados cuando se realizó el proyecto de mejoramiento de 1951, es decir; falta de agua, baja presión en la red y la capacidad de conducción de las tuberías es reducida.

Las obras proyectadas para su mejoramiento no han sido ejecutadas en su totalidad y de acuerdo a la forma como se programaron. Se han construido redes de relleno sin tuberías matrices, ni reservorios de almacenamiento. Por este defecto, la eficiencia del servicio no ha aumentado como era de desear.

No obstante que se han perforado dos Pozos (N° 4 y N° 5), el problema del Servicio de Agua Potable en la ciudad no se ha aliviado, puede ser por el mayor consumo, por el aumento de la población, porque, tampoco se han construidos reservorios que regulen las variaciones horarias de consumo y las presiones en la red o por falta de tuberías matrices que repartan uniformemente el agua en la ciudad.



En lo que respecta a las mediciones de las presiones en los distintos puntos de la red, podemos presentar un cuadro de las presiones tomadas en 92 puntos de la red entre las 12 y 14 horas; considerando éstas las horas de máximo consumo en la ciudad.

Presión Estática ( psi )	Puntos	%
0 - 5	6	6.50 %
5 - 10	34	37.00 %
10 - 15	38	41.30 %
15 - 20	13	34.10 %
20 - 25	1	1.10 %

Las zonas aledañas a las plantas de bombeo de los Pozos N° 4, y N° 5, registraron las mejores presiones, y éstas disminuían a medida que los puntos tomados se alejaban de las mismas.

El reservorio del Chipe se encuentra a 10 mts. sobre el nivel promedio de la población, luego las zonas de influencia de este reservorio (zona céntrica de Piura), arrojaba presiones inferiores a 10 psi. existiendo puntos con presión nula.

El muestreo de estos puntos se realizó en 1963, pero antes de que entrara en funcionamiento el reservorio del Parque infantil de la Urbanización Grau, Lógicamente, con la puesta en servicio de este reservorio y el pozo que lo alimenta, las presiones en las zonas inmediatas han mejorado.

#### 2.4. Area Actual en Servicio.-

##### 2.4.1. Conexiones Domiciliarias.-

En lo que respecta a la instalación de conexiones domiciliarias,



según datos existentes en la Oficina de Administración del Servicio de Agua Potable, hasta Diciembre del año 1962, se habían registrado 5126 conexiones en las ciudades de Piura y Castilla.

La realidad es que esta cifra no representa el número exacto de conexiones en servicio, ya que muchas se anulan por diversos motivos, como : cambio de diámetro, demolición de fincas, desperfectos sin reparar, etc. En la actualidad la Oficina encargada del Servicio no lleva un cuadro estadístico en regla de los servicios fuera de funcionamiento.

A continuación se adjunta un cuadro de conexiones en funcionamiento de acuerdo con las 5126 conexiones registradas.

CUADRO DE CONEXIONES CLASIFICADAS POR DIAMETROS

DIAMETROS	CONEXIONES	FECHA DE REGISTRO	PORCENTAJE EN RELACION AL TOTAL
1/2"	3105	31-12-62	60.60 %
5/8"	916	31- 7-62	17.90 %
3/4"	727	15-11-62	14.10 %
1"	317	15-12-62	6.20 %
1 1/2"	29	30-11-62	0.58 %
2"	21	31- 8-62	0.40 %
4"	11	5- 9-62	0.22 %
T O T A L	5126		100. %

A Ñ O	INCREMENTO ANUAL	INCREMENTO TOTAL
1954	-	3125
1955	71	3196
1956	297	3493
1957	205	3698
1958	256	3954
1959	179	4133
1960	304	4437
1961	293	4730
1962	396	5126

Generalmente, se considera que una conexión de 5/8" sirve a una vivienda, luego, del cuadro de conexiones en funcionamiento se calculará el total de ellas en diámetros equivalentes a 5/8". Esta tabulación se haría con conexiones mayores de 3/4".

CONEXIONES EN EXISTENCIA		NUMERO DE CONEXIONES EQUIVALENTES DE	
Diámetro	Unidades	5/8" PARA DIAMETROS	MAYORES DE 3/4"
1/2"	3104		3104
5/8"	916		916
3/4"	727		1220
1"	317		1112
1 1/2"	29		296
2"	21		462
3"	1		62
4"	11		1500
<b>T O T A L</b>	<b>5126</b>		<b>8672</b>

De este cuadro, se concluye que la equivalencia a las 5126 conexiones existentes es de 8672 unidades.

Durante el tiempo que la Comisión del Ministerio de Fomento realizó el estudio integral de Agua Potable y alcantarillado de Piura, se efectuó un censo preliminar para determinar las zonas de la población que carecen de servicio de agua y las servidas por conexiones domiciliarias.

A continuación damos los resultados obtenidos, por dicha Comisión, para la población sin servicios domiciliarios :

<u>P I U R A</u>		
<u>Z O N A S</u>		<u>P O B L A C I O N</u>
Pachitea ( 50 % )		2070
San José ( 40 % )		1840
Santa Rosa (100 % )		3100
	<u>T O T A L</u> :	7010 Habitantes
 <u>C A S T I L L A</u>		
Talarita (100 % )		2740
Chiclayito (100 % )		1050
Campo de Polo(100 % )		4530
Castilla(Zona antigua) ( 55 % )		9980
	<u>T O T A L</u> :	18300 Habitantes

Luego, la población total sin conexiones de agua es de 25310 habitantes.

La población total de Piura y Castilla al año 1963, se ha considerado de 70000 habitantes de acuerdo a cálculos realizados, como veremos más adelante; luego se tiene 44690 habitantes servidos con conexiones domiciliarias.

De acuerdo con este dato y considerando la existencia de 8672 conexiones equivalentes, se obtiene un coeficiente de 5.2 habitantes por conexión domiciliaria.

#### Conexiones con Medidores.-

La Administración del Servicio de Agua Potable de Piura había instalado 2175 conexiones con medidor y 2951 conexiones sin medidor hasta el año 1962. Estos datos equivalen al 57.5 % de conexiones sin medidor y 42.5 % de conexiones con medidor.

También, de los 2175 medidores existentes, solo funcionan 1,046 unidades (48 %), y no funcionan 1129 unidades (52 %). Esto se debe a diversas desperfectos que no han sido arreglados por la falencia de un taller de repuestos debidamente equipado.

Concluyendo, se tiene que de las 5126 conexiones instaladas, existen sólo el 20.5 % de conexiones con medidores en funcionamiento, el 22 % de conexiones con medidores que no funcionan y el 57.5 % de conexiones sin medidor.

**PRUEBAS EFECTUADAS EN LA CIUDAD DE PIURA PARA HALLAR LA  
CONSTANTE "C" DE LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS DE LAS  
TUBERIAS DE LA RED POR EL PITOMETRO COLE**

CALLE	AÑO DE INSTALACION DE LA TUBERIA	DIAMET. DE LA TUBERIA	ALTURA DIFERENCIAL PIEZOMETRO metros	COTA PIEZOMETRICA		DISTANCIA A - B	VELOCIDAD m /seg	0.63 D	0.54 J	FACTOR CORRECCION TOTAL	"C"
				PUNTO A	PUNTO B						
GRAU	1936	4"	0.011	107.700	108.248	136.65	0.357	0.237	0.0501	0.71	61
AMAZONAS	1936	6"	0.026	110.50	111.14	122.66	0.550	0.305	0.058	0.72	64
			0.028	112.60	113.24	122.66	0.571	0.305	0.058	0.72	66
BUENOS AIRES	1936	6"	0.034	105.690	106.008	109.35	0.625	0.305	0.0615	0.72	68
			0.030	103.710	104.258	109.35	0.590	0.305	0.0575	0.72	68
SAN MARTIN	1953	10"	0.050	109.80	110.190	160.45	0.762	0.420	0.0370	0.73	102
			0.060	112.81	113.210	160.45	0.834	0.420	0.0380	0.73	108

Formula usada: Hazen Williams  $V = 0.355 C D^{0.63} J^{0.54}$

Ejemplo: La determinación en la calle Buenos Aires

$$\frac{V^2}{2g} = (0.034 \times 158(1-1000))$$

1588 = Densidad tetracloruro de carbono usado como liquido  
indicador en el piezometro diferencial

1,000 = Densidad del agua

Efectuando:  $V = 0.625 \text{ m/seg}$

$$\text{Aplicando } C = \frac{V}{0.355 \times D^{0.63} J^{0.54}} = \frac{0.625}{0.355 \times 0.305 \times 0.0615} = 94$$

Constante de corrección:  $0.82 \times 0.88 = 0.72$

Coef. tuberia = 0.82

Coef. pitometro = 0.88

$$J = \frac{\text{Cota piez. (B) - Cota piez. (A)}}{\text{Distancia A-B}}$$

$$J = \frac{106.008 - 105.390}{109.35} = 0.00565$$

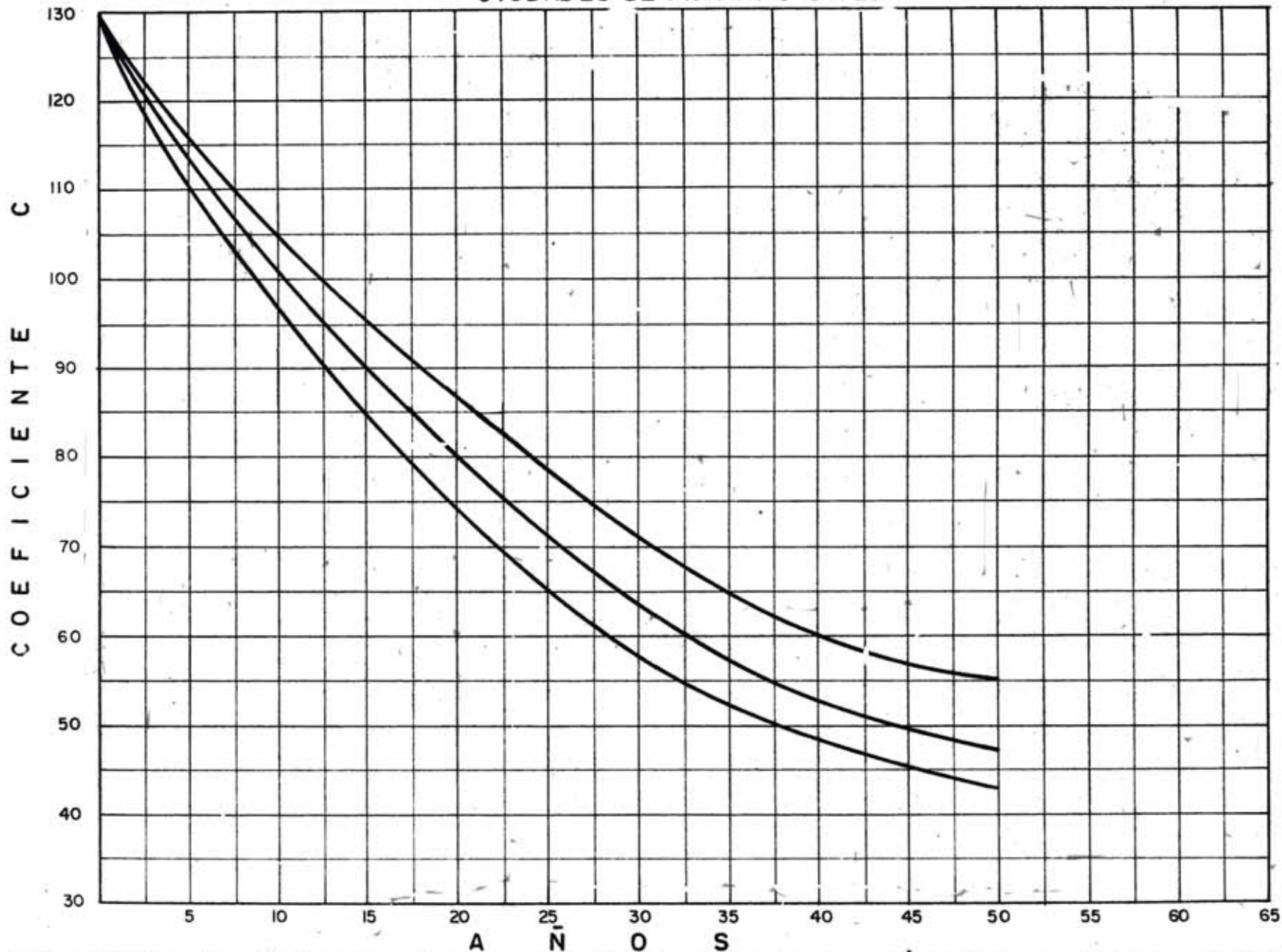
$$J^{0.54} = 0.00565^{0.54} = 0.0615$$

$$D = 6" = 0.1525 \text{ mt.}$$

$$D^{0.63} = 0.1525^{0.63} = 0.305$$

$$\text{Coef. "C"} = 94 \times 0.72 = 67.5$$

**CURVAS DEL COEFICIENTE "C"**  
**Envejecimiento de las tuberías de hierro fundido de la Red Existente**  
**CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA**

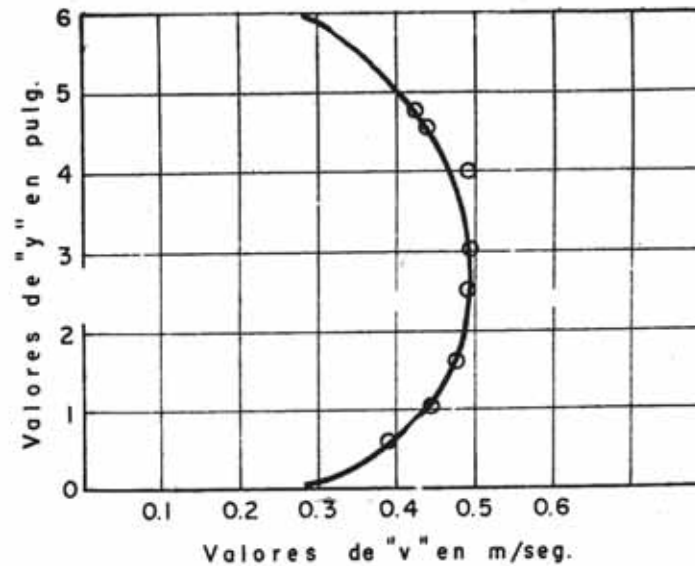


# CIUDADES DE PIURA Y CASTILLA

## TRANSVERSA DE VELOCIDADES

### CALLE BUENOS AIRES

Tub. f° f° D=6"



Distancia a partir del fondo

pulg. "y"	cm. "z"
0.6	1.7
1.0	2.3
1.6	2.5
2.00	2.7
2.5	2.7
3.0	2.7
4.0	2.7
4.5	2.1
4.7	2.0

Velocidad x coef. corr.

m/seg "v"
0.442 x 0.88 = 0.389
0.503 x 0.88 = 0.442
0.540 x 0.88 = 0.475
0.557 x 0.88 = 0.490
0.557 x 0.88 = 0.490
0.557 x 0.88 = 0.490
0.557 x 0.88 = 0.490
0.493 x 0.88 = 0.434
0.480 x 0.88 = 0.423

R= 3"

pulg.
R V 0.1 = R x 0.316 = 0.948
R V 0.3 = R x 0.548 = 1.645
R V 0.5 = R x 0.707 = 2.120
R V 0.7 = R x 0.837 = 2.510
R V 0.9 = R x 0.949 = 2.850

pulg.	m/seg.
y <sub>1</sub> = 0.20	V <sub>1</sub> = 0.34
y <sub>2</sub> = 0.50	V <sub>2</sub> = 0.38
y <sub>3</sub> = 0.90	V <sub>3</sub> = 0.43
y <sub>4</sub> = 1.40	V <sub>4</sub> = 0.47
y <sub>5</sub> = 2.05	V <sub>5</sub> = 0.49
y <sub>6</sub> = 4.00	V <sub>6</sub> = 0.47
y <sub>7</sub> = 4.70	V <sub>7</sub> = 0.43
y <sub>8</sub> = 5.20	V <sub>8</sub> = 0.38
y <sub>9</sub> = 5.50	V <sub>9</sub> = 0.34
y <sub>10</sub> = 5.85	V <sub>10</sub> = 0.30
	<u>4.03</u>

$$V_m = \frac{4.03}{10} = 0.403 \text{ m/seg.}$$

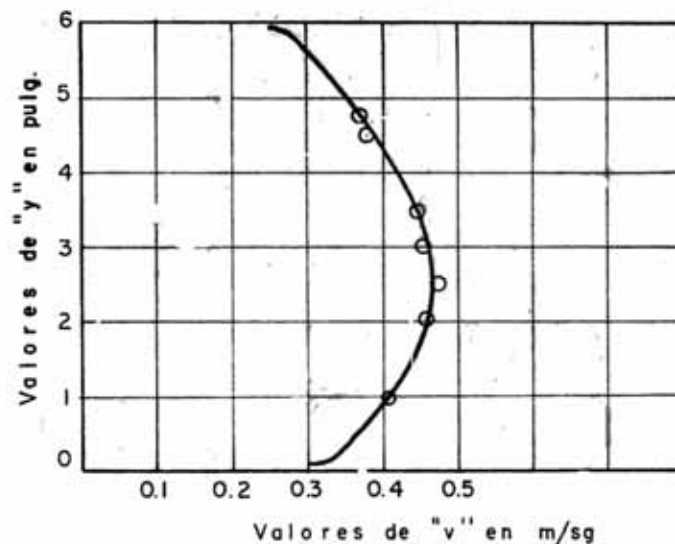
$$C_1 = \frac{0.403}{0.49} = 0.823$$



# TRANSVERSA DE VELOCIDADES

## CALLE AMAZONAS

Tub. f° f° D = 6"



Distancia a partir del fondo		Velocidad x coef. corr.		R = 3"	
pulg. "y"	cm. "z"	m/seg. "v"	pulg.	pulg.	m/seg.
1.00	1.9	0.466 x 0.88 = 0.410	$R\sqrt{0.1} = R \times 0.316 = 0.948$	$y_1 = 0.20$	$V_1 = 0.34$
2.00	2.3	0.503 x 0.88 = 0.455	$R\sqrt{0.3} = R \times 0.548 = 1.645$	$y_2 = 0.50$	$V_2 = 0.37$
2.50	2.5	0.540 x 0.88 = 0.475	$R\sqrt{0.5} = R \times 0.707 = 2.120$	$y_3 = 0.90$	$V_3 = 0.40$
3.00	2.3	0.503 x 0.48 = 0.455	$R\sqrt{0.7} = R \times 0.837 = 2.510$	$y_4 = 1.40$	$V_4 = 0.43$
3.50	2.2	0.493 x 0.88 = 0.445	$R\sqrt{0.9} = R \times 0.949 = 2.850$	$y_5 = 2.05$	$V_5 = 0.46$
4.00	2.0	0.480 x 0.88 = 0.422		$y_6 = 4.00$	$V_6 = 0.42$
4.50	1.6	0.430 x 0.88 = 0.379		$y_7 = 4.70$	$V_7 = 0.38$
4.75	1.5	0.417 x 0.88 = 0.367		$y_8 = 5.20$	$V_8 = 0.34$
				$y_9 = 5.50$	$V_9 = 0.31$
				$y_{10} = 5.85$	$V_{10} = 0.28$
					3.73

$$V_m = \frac{3.73}{10} = 0.373 \text{ m/sg}$$

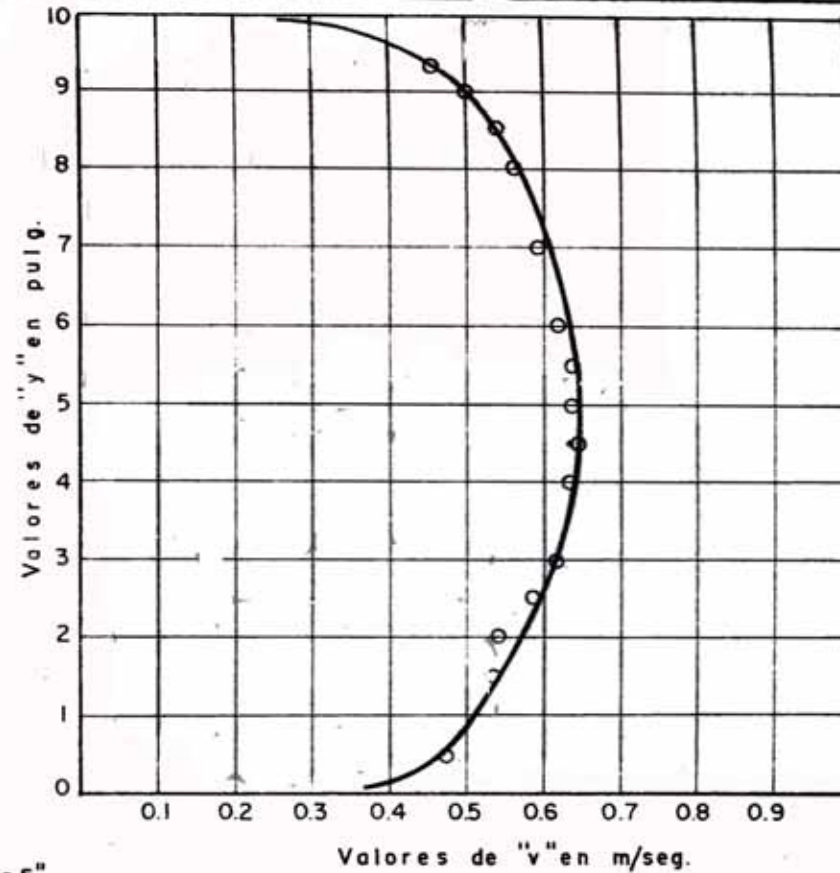
$$C_1 = \frac{0.373}{0.455} = 0.818$$



# TRANSVERSA DE VELOCIDADES

## CALLE SAN MARTIN

Tub. f° f° D=10"



Distancia a partir del fondo  
"y"

cm.  
"z"

Velocidad x coef. corr.

m/seg.  
"v"

R=5"

pulg.

Valores de "v" en m/seg.

pulg.

m/seg.

0.5	2.5	0.534 x 0.88 = 0.475
1.0	2.9	0.578 x 0.88 = 0.510
1.5	3.2	0.609 x 0.88 = 0.535
2.0	3.3	0.620 x 0.88 = 0.545
2.5	3.8	0.663 x 0.88 = 0.584
3.0	4.2	0.697 x 0.88 = 0.614
4.0	4.5	0.720 x 0.88 = 0.634
4.5	4.6	0.730 x 0.88 = 0.643
5.0	4.5	0.720 x 0.88 = 0.634
5.5	4.5	0.720 x 0.88 = 0.634
6.0	4.2	0.697 x 0.88 = 0.614
7.0	3.9	0.670 x 0.88 = 0.590
8.0	3.5	0.636 x 0.88 = 0.560
8.5	3.2	0.609 x 0.88 = 0.535
9.0	2.8	0.568 x 0.88 = 0.500
9.3	2.3	0.517 x 0.88 = 0.455

$$R\sqrt{0.1} = R \times 0.316 = 1.580$$

$$R\sqrt{0.3} = R \times 0.548 = 2.740$$

$$R\sqrt{0.5} = R \times 0.707 = 3.130$$

$$R\sqrt{0.7} = R \times 0.837 = 4.240$$

$$R\sqrt{0.9} = R \times 0.949 = 4.740$$

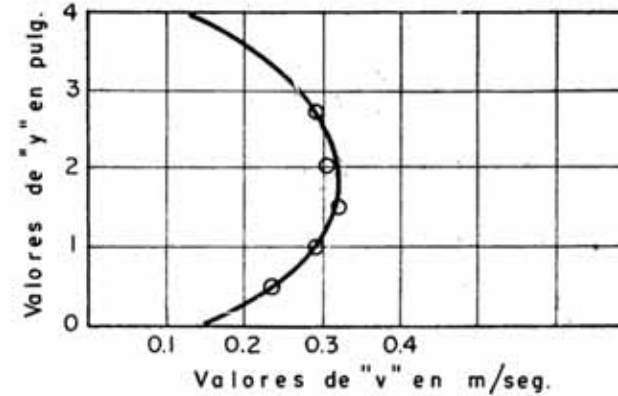
y <sub>1</sub> = 0.30	V <sub>1</sub> = 0.45
y <sub>2</sub> = 0.75	V <sub>2</sub> = 0.50
y <sub>3</sub> = 1.85	V <sub>3</sub> = 0.56
y <sub>4</sub> = 2.25	V <sub>4</sub> = 0.58
y <sub>5</sub> = 3.40	V <sub>5</sub> = 0.63
y <sub>6</sub> = 6.60	V <sub>6</sub> = 0.62
y <sub>7</sub> = 7.70	V <sub>7</sub> = 0.57
y <sub>8</sub> = 8.10	V <sub>8</sub> = 0.55
y <sub>9</sub> = 9.25	V <sub>9</sub> = 0.46
y <sub>10</sub> = 9.75	V <sub>10</sub> = 0.35
	5.27

$$V_m = \frac{5.27}{10} = 0.527 \text{ m/seg.}$$

$$C_f = \frac{0.527}{0.634} = 0.83$$

# TRANSVERSA DE VELOCIDADES

CALLE GRAU  
Tub. f° f° D = 4"



Distancia a partir del fondo		Velocidad x coef. corr.		R = 2"		
pulg. "y"	cm. "z"	m/seg. "v"		pulg.	pulg.	m/seg.
0.5	0.6	0.263 x 0.9 = 0.237	$R\sqrt{0.1} = R \times 0.316 = 0.632$	y1 = 0.10		V1 = 0.18
1.0	0.9	0.323 x 0.9 = 0.291	$R\sqrt{0.3} = R \times 0.548 = 1.095$	y2 = 0.30		V2 = 0.22
1.5	1.1	0.357 x 0.9 = 0.321	$R\sqrt{0.5} = R \times 0.707 = 1.415$	y3 = 0.55		V3 = 0.25
2.0	1.0	0.340 x 0.9 = 0.306	$R\sqrt{0.7} = R \times 0.837 = 1.675$	y4 = 0.90		V4 = 0.29
2.7	0.9	0.323 x 0.9 = 0.291	$R\sqrt{0.9} = R \times 0.949 = 1.900$	y5 = 1.40		V5 = 0.32
				y6 = 2.60		V6 = 0.30
				y7 = 3.10		V7 = 0.27
				y8 = 3.45		V8 = 0.22
				y9 = 3.65		V9 = 0.20
				y10 = 3.90		V10 = 0.15
						2.40

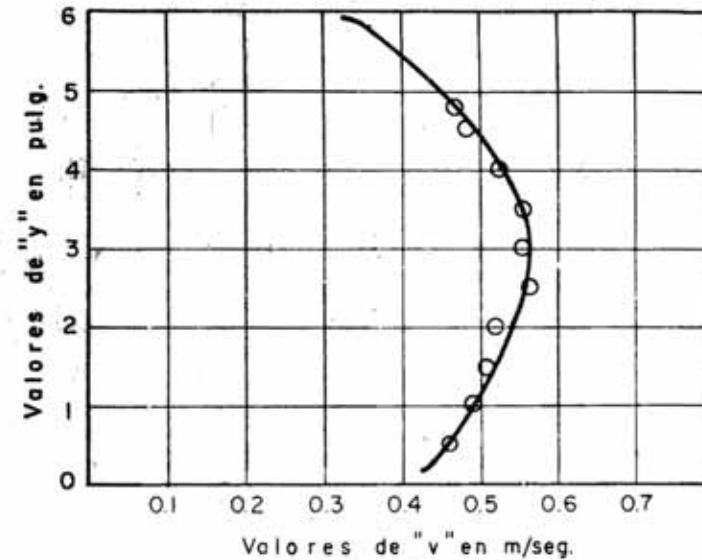
$$V_m = \frac{2.40}{10} = 0.24 \text{ m/sg}$$

$$C_t = \frac{0.24}{0.306} = 0.79$$

# TRANSVERSA DE VELOCIDADES

## CALLE BUENOS AIRES

Tub. f°f° D= 6"



Distancia a partir del fondo  
"y"  
pulg.  
"z"cm.

Velocidad x coef. corr.  
m/seg.  
"v"pulg.

R = 3"

pulg.

pulg.

m/seg.

0.50	2.4	0.527 x 0.88 = 0.464
1.00	2.7	0.560 x 0.88 = 0.490
1.50	2.9	0.578 x 0.88 = 0.508
2.00	3.0	0.590 x 0.88 = 0.519
2.50	3.5	0.637 x 0.88 = 0.560
3.00	3.4	0.629 x 0.88 = 0.553
3.50	3.4	0.629 x 0.88 = 0.553
4.00	3.1	0.597 x 0.88 = 0.525
4.50	2.6	0.546 x 0.88 = 0.480
4.75	2.4	0.527 x 0.88 = 0.464

$R V_{0.1} = R \times 0.316 = 0.948$
$R V_{0.3} = R \times 0.548 = 1.645$
$R V_{0.5} = R \times 0.707 = 2.120$
$R V_{0.7} = R \times 0.837 = 2.510$
$R V_{0.9} = R \times 0.949 = 2.850$

$y_1 = 0.20$	$V_1 = 0.42$
$y_2 = 0.50$	$V_2 = 0.46$
$y_3 = 0.90$	$V_3 = 0.48$
$y_4 = 1.40$	$V_4 = 0.51$
$y_5 = 2.05$	$V_5 = 0.54$
$y_6 = 4.00$	$V_6 = 0.53$
$y_7 = 4.70$	$V_7 = 0.49$
$y_8 = 5.20$	$V_8 = 0.43$
$y_9 = 5.50$	$V_9 = 0.38$
$y_{10} = 5.85$	$V_{10} = 0.32$
	<u>3.73</u>

$$V_m = \frac{4.56}{10} = 0.456 \text{ m/seg}$$

$$C_t = \frac{0.456}{0.553} = 0.825$$

SEGUNDA PARTE

1.- ESTUDIO DE LA POBLACION DE LA CIUDAD DE PIURA Y EL DISTRITO DE CASTILLA.

1.1 CARACTERISTICAS:

Primordialmente podemos establecer que tanto la ciudad de Piura, como el distrito de Castilla han tenido un desarrollo urbano desordenado.

Esta característica se presenta en casi todas las ciudades principales de nuestro país. Entonces la ciudad de Piura, especialmente presenta una zona que podríamos llamar Comercial, y que corresponde a la ciudad antigua donde se ha llegado a su límite de saturación. Esta parte de la actual ciudad presenta calles estrechas con una disposición tipo damero. Las áreas verdes no existen y presenta una alta densidad. Existe otra zona que sin ser comercial, presenta las mismas características que la anterior por pertenecer también a la ciudad antigua. Esta zona es conocida como el Barrio Norte, también presenta una alta densidad por la gran concentración humana existente. Al lado de esta zona existe otra, que podríamos considerar una "barriada" de corte antiguo, donde las casas son de quincha y adobe. Zona habitada por una población muy pobre.

Actualmente en la ciudad de Piura, se han desarrollado urbanizaciones de tipo moderno, unas podríamos considerarlas como residenciales para gente de la clase media como las que se están desarrollando una al lado del cuartel Grau y de la Unidad Veci

nal de Piura, en la Zona de Buenos Aires, también dentro de este tipo se ubicaría la zona que se está poblando cerca de El Chipe; otras podríamos considerarlas residencial de primera para gente adinerada como la nueva Urbanización Grau, dentro de esta misma categoría se podría considerar a la Urbanización "Semi rústica San Eduardo", donde el nivel de vida del poblador es bien alto.

La Junta Nacional de la Vivienda, y el Consejo Provincial de Piura, han financiado la construcción de dos urbanizaciones nuevas de tipo popular y que ya están casi terminadas (1963).

Estas urbanizaciones son: Piura y San José. En estas se han considerado calles amplias y las áreas verdes reglamentarias.

También el Consejo ha auspiciado la construcción de dos urbanizaciones para gente de escasísimos recursos económicos y son las denominadas Urbanizaciones Santa Rosa y San Martín, aún sin terminar (1963).

Finalmente tenemos la denominada Zona Industrial, destinada exclusivamente a establecimientos industriales y que se halla ocupada en una mínima extensión.

En el distrito de Castilla las características primordiales son La Zona Antigua, sin áreas verdes y cuyas construcciones son en su mayoría de adobe y quincha. Zona netamente popular. Luego tenemos una zona residencial para la clase media, en esta zona está comprendida La Urbanización Miraflores que tiene poco -

tiempo de construcción.

Tenemos luego, una zona que podríamos denominar de Barriadas y son: Barriada "Campo de Polo", que se ha desarrollado a lo largo de la carretera a Catacaos. Las Barriadas Talarita y Chiclayito, son de las mismas características.

## 1.2 POBLACION ACTUAL.

La ciudad de Piura y el distrito de Castilla presentan los siguientes censos oficiales:

CENSO	<u>PIURA Y CASTILLA</u> (TOTAL)
1876	7,678 habitantes
1934	18,354 habitantes
1940	27,919 habitantes
1961	65,770 habitantes

Como vemos, los censos oficiales existentes están demasiado defasados, es decir, que han sido efectuados con intervalos de tiempo demasiado espaciados por lo que la determinación del aumento anual en base a estos datos oficiales no representan un valor utilizable para nuestros cálculos.

El Estudio Integral de Piura al realizar un análisis de estos censos determina un crecimiento anual de 2.42 % entre los años 1876 y 1934. Entre los años 1934 y 1940 presenta un porcentaje de crecimiento anual del 8.70 %. Finalmente entre los años 1940 y 1961 el aumento anual de crecimiento es del orden del 6.45 %.

Como podemos observar, el crecimiento anual es heterogéneo entre cada dato estadístico censal. Esto se debería a los periodos irregulares en que se han efectuados los distintos censos oficiales.

Como explicamos, y presentamos, más adelante, la población actual obtenida, para ser empleada en nuestro proyecto de grado, se basa en la Zonificación de la ciudad de Piura y el distrito de Castilla efectuada en base al censo representativo realizado en el año 1963.

También, la Zonificación y determinación de las densidades para cada zona se han adoptado en base a las recomendaciones y valores proporcionados por la Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo.

De acuerdo con lo expuesto, y como veremos en el siguiente ítem, la población actual (1963) de la ciudad de Piura es de 41,000 habitantes y del distrito de Castilla de 29,000 habitantes.

### 1.3 Distribución de la población actual y Area urbana.-

Durante los primeros meses del año 1963, la Comisión del Estudio Integral de Agua Potable, y Alcantarillado de Piura, efectuó un Censo representativo de la población e hizo una clasificación del Area urbana por Zonas. Esta Zonificación realizó de acuerdo al tipo de vivienda y a las características de cada área censada.



Según estas Zonificaciones los resultados logrados se expresan con los siguientes cuadros:

PIURA

ZONA	AREA TOTAL	AREA HABIT.	DENSIDAD	POBLACION
Residencial de Primera	59.0 Has.	13.0 Has.	41 hab/Ha	530
Residencial de Segunda	97.0 Has.	70.5 Has.	80 hab/Ha	5,658
Residencial Antigua	56.3 Has.	56.3 Has.	220 Hab/Ha	12,386
Popular de Primera	51.4 Has.	51.4 Has.	90 hab/Ha	4,626
Popular de Segunda	82.0 Has.	82.0 Has.	88 hab/Ha	7,240
Comercial	42.0 Has.	42.0 Has.	240 hab/Ha	10,080
Industrial	117.0 Has.	12.0 Has.	40 hab/Ha	480
<b>TOTALES</b>	<b>504.7 Has.</b>	<b>327.2 Has.</b>	<b>-</b>	<b>41,000</b>

CASTILLA

ZONA	AREA TOTAL	AREA HABIT.	DENSIDAD	POBLACION
Residencial de Segunda	33.0 Has.	17.0 Has.	80 hab/Ha	1,360
Popular de Primera	85.0 Has.	85.0 Has.	111 hab/Ha	9,440
Popular de Segunda	100.0 Has.	100.0 Has.	182 hab/Ha	18,200
<b>TOTALES</b>	<b>218.0 Has.</b>	<b>202.0 Has.</b>	<b>-</b>	<b>29,000</b>

Resumiendo, los cuadros presentados, tenemos el área total considerada habitable es de 504.7 Has. en la ciudad de Piura, y de 218.0 Has. en el distrito de Castilla. Estos datos han sido tomados en el año 1963. Ahora bien, sintetizando tenemos, que



en la ciudad de Piura el Area total habitada es de 327.2 Has. con una población de 41,000 habitantes, y con una densidad promedio de 126 Hab/Ha. En lo que respecta al distrito de Castilla su Area total habitada es de 202.0 Has. poblada, por 29000 Habitantes y con una densidad promedio de 144 Habitantes/Ha.

En general, el área total habitada de las ciudades de Piura y Castilla es de 529.2 Has. con una población total de 70000 Habts. y con una densidad promedio de 133 Hab/Ha.

#### 1.4 Aspectos Socio-económicos.-

Haciendo un somero análisis de los aspectos socio económicos de las ciudades de Piura y Castilla tenemos que recalcar que la zona agrícola de las mismas es muy rica. Estas tierras además, presentan una producción futura muy promisoría con las obras de irrigación de San Lorenzo con las cuales se aseguran el riego de aquellas.

En lo que respecta al desarrollo industrial el panorama se presenta halagador por disponerse de capitales respetables en la zona y por la tendencia de realizar inversiones en su terruño. El único problema para el desarrollo Industrial podría ser la carencia de energía barata por la escasez de fuentes para producirla, en esta Zona.

Si bién es cierto que el crecimiento probable, en el futuro, de estas ciudades no presentará índices elevados como en el caso de la ciudad de Chimbote, Supe, etc. por el gran desa-

rollo de la Industria pesquera y las de Ilo, Acarí, Toquepala por la explotación de Yacimientos minerales debemos recalcar - que la ampliación y modernización del Puerto de Paita, así como la probable inversión de capitales locales y extranjeros en la explotación de los yacimientos de fosfatos en las pampas del desierto de Sechura, también las obras de irrigación de San Lorenzo, todas estas fuentes de trabajo podrán dar lugar a un crecimiento mayor en el futuro.

Claro está que la economía principal de Piura, se circunscribe al campo agrícola primordialmente por las razones harto conocidas y ya enunciadas. Es decir, sus tierras dedicadas casi con exclusividad a la agricultura no les permite distraer sus inversiones actuales en otro tipo de actividades que no le aseguren los buenos dividendos que le proporcionan los productos agrícolas.

### 1.5 Producción.-

El Instituto Nacional de Planificación realizó estudios - sobre las posibilidades de regionalización económica; dentro de la región la región Norte de la Costa del país tenemos la agrupación de los Departamentos de Piura y Lambayeque que tendrá - como capital la ciudad de Piura. De acuerdo con estos estudios en relación a los resultados globales, obtenidos, los datos estadísticos de producción de Piura son:

Volúmen de Producción agrícola en Toneladas métricas (1962)

Fibras de algodón	37,445	Ton. Met.
Arroz (cáscara	69,775	Ton. Met.
Café	1,957	Ton. Met.
Cebada	200	Ton. Met.
Frijoles	1,380	Ton. Met.
Maíz	12,680	Ton. Met.
Papa	2,500	Ton. Met.
Trigo	4,500	Ton. Met.
Otros Productos	749,223	Ton. Met.
<hr/>		
TOTAL	879,660	Ton. Met.

Volúmen de producción minera (Minerales no metálicos)

Valor de los minerales no metálicos producidos por el Departamento de Piura (1962) 1'636,137.30 en miles de soles.

Volúmen de producción de las industrias manufactureras:

Valor de los insumos	S/ 1,325'382,786.00
Valor de agregados	S/ 484'339,437.00
Valor bruto de la producción	S/ 1,809'722,223.00

#### 1.6 COMERCIO:

De acuerdo con las características de esta ciudad en lo que respecta a su producción, podemos afirmar que la actividad comercial de la misma es absorbida en un alto porcentaje por las actividades agrícolas y los elementos complementarios de ellas.

Teniendo en consideración este aspecto, se deduce que el comercio interno de la ciudad está supeditado a la mayor o menor producción agrícola anual de las tierras pertenecientes a este Departamento.

Ahora bien, esto no quiere decir que el comercio de las ciudades de Piura y Castilla se circunscribe a maquinarias agrícolas, insecticidas para la fumigación de sus campos cultivados, etc., sino también existe gran movimiento comercial de

artículos suntuarios ya que por existir gente de posición económica holgada, ésta se rodea de todas las comodidades posibles y que hacen de la ciudad de Piura, una urbe progresista y moderna.

Finalmente, podemos aseverar que en el futuro, con las obras de irrigación de San Lorenzo, ésta ciudad va a aumentar su movimiento interno y externo. Con este criterio, se deduce el progreso futuro que alcanzará la ciudad de Piura como capital del Departamento del mismo nombre.

### 1.7 OCUPACION:

Por lo descrito en los items anteriores se llega a la conclusión que la ocupación principal de la población de esta ciudad está estrechamente relacionada con la actividad agrícola. Pero, el desarrollo de la ciudad permite la dedicación a otras actividades comerciales y que son necesarias en todas las ciudades de estas características.

Haciendo un análisis de la ocupación de la población, por clases sociales, se puede afirmar que la parte de la misma que constituye la clase pobre, está formada por los habitantes dedicadas a labores manuales, que podrían ser: peones de las haciendas cerca de la ciudad, trabajadores dedicados al pequeño-comercio como: venta de baratijas y otros artículos de bajo costo, etc.; también dentro de este rango se podrá considerar a los obreros de las casas comerciales y de las dependencias públicas.

El alto porcentaje de la población que constituye la clase media, la forma la empleocracia del área urbana y también - los comerciantes en general. Luego, la gente de la clase media se ocupa de las labores diarias propias de cada comunidad y que requiere de personal de cierto grado de preparación tanto cultural, como intelectual y técnica.

Finalmente, la clase social que podríamos considerar económicamente acomodada y que la constituyen los propietarios de las haciendas del Departamento y los dueños de los negocios - que requieren una fuerte inversión económica para el logro de sus fines. Esta parte de la población, como es lógico suponer se rodea del máximo de comodidades, y lo logran con la construcción de modernas viviendas en urbanizaciones únicamente del tipo residencial de primera categoría.

#### 1.8 MOVIMIENTO ECONOMICO:

Como ya se ha descrito con anterioridad el movimiento económico de las ciudades de Piura y Castilla gira primordialmente alrededor de la economía agrícola de la zona. El Instituto de Planificación, ha realizado estudios completos sobre los - distintos aspectos que comprenden una investigación de una Macroeconomía Regional.

De acuerdo con este estudio se realizó una regionalización de la energía que comprende la potencia instalada en Kilowatts el consumo el Kilowatts hora global y per cápita. El informe

final llega a la conclusión en la insuficiencia de atención en las ciudades de los Departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes debido al alto costo de la energía en las mismas, por las escasas fuentes que existen para suministro de la misma.

En lo que respecta al informe sobre la existencia de industrias manufactureras que ocupan de 5 a más personas, se llegó a la conclusión de la existencia de 20 a 39 actividades de esta índole en la región de Piura. Ahora bien, el valor total de la producción de este tipo de industrias fue de 1,809'722,223.00 en el año 1,963, sólo en Piura. Esto nos demuestra que la ciudad de Piura ocupa un lugar de importancia en el movimiento económico del país.

En relación al volumen de la producción agrícola en Piura en el año 1963, se tiene que el total de la producción, en ese año, fue de 879,660 Ton. métricas. Luego, si comparamos éste volumen de producción con el total de la República en 1,963, - que fue de 20'094,881,000.000 Ton. métricas tendremos que la producción de Piura, equivale a 4.4 % del total del país. Este porcentaje si bien es cierto no representa un alto índice - con respecto al global, sí podemos decir que incide el movimiento económico agrícola de la Nación.

Finalmente, tenemos el valor total de la producción minera en 1,963, de acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Planificación, considerando los minerales metálicos y no metálicos, fue de 1,636'137,300.00 en el De

partamento de Piura. Siendo el total de la República de 100: S/ 8,051'004,700.00. De aquí se deduce que el porcentaje de - producción minera del Departamento de Piura es de 20.30 % de lo global del país, cabe reseñar que esto se debe a la existen cia de los yacimientos petrolíferos en la ciudad de Talara. Pero, de una u otra forma esta producción indice aunque indi - rectamente en el movimiento económico de la ciudad de Piura, - por ser ésta, capital del Departamento.

Concluyendo, podemos predecir que el movimiento económico se intensificará en el futuro con las obras de ampliación y me joramiento del puerto de Paita, a realizarse a corto plazo.

## 2.- POBLACION FUTURA.

### 2.1 Desarrollo Anterior:

En el estudio de las características de la ciudad de Piura y el distrito de Castilla se ha explicado el desarrollo de la población urbana hasta el año 1963.

Como toda urbe en desarrollo, la Zona central de la ciu - dad de Piura (base de su inicio urbano) ha alcanzado su punto de saturación y su desarrollo normal tiende a poblar las Zonas alledañas a ella.

Como es lógico suponer, desde el punto de vista técnico y de planeamiento, se trata de desarrollar la ciudad al lado de las principales vías de acceso al área metropolitana.

Este planteamiento se ha seguido en la ciudad de Piura y el distrito de Castilla. Luego, la Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo ha proyectado un Plano Regulador donde prevee el desarrollo urbano a lo largo de la carretera a Paita y Sullana, con la construcción de nuevas urbanizaciones. También la Zona Industrial se ha ubicado a lo largo de la actual carretera Panamericana Norte.

Con relación al desarrollo anterior al año 1963, de la ciudad de Piura, podemos exponer que una vez poblada la Zona central (antigua) se han ido constituyendo nuevas urbanizaciones. Entre estas tenemos la Zona Norte de la ciudad, denominada Buenos Aires; aledaña a esta zona tenemos la Urbanización Clark. También, tenemos la Unidad Vecinal, construida frente al Parque Infantil. Finalmente, tenemos la Urbanización Residencial Grau. Tal como se afirma, el desarrollo anterior al año 1963 ha tenido lugar a lo largo de las principales avenidas de acceso.

En el caso del distrito de Castilla, la población se ha desarrollado a lo largo de la carretera que conduce a Catacaos

En la forma como se ha desarrollado la población en estudio, se deduce que su crecimiento futuro seguirá las mismas pautas.

En nuestra opinión el desarrollo de la ciudad de Piura puede alcanzar otras áreas no aledañas a las principales vías de acceso. Como una Zona posible de desarrollo tenemos los terrenos



nos aledaños al lugar denominado "El Chipe", también las Zonas cercanas al cuartel Reynafarje.

Con respecto al distrito de Castilla, su expansión se podría lograr en los alrededores del Estadio Municipal, lo mismo que en las cercanías del Colegio San Ignacio de Loyola.

## 2.2 EXAMEN ESTADISTICO MATEMATICO

A continuación presentamos los datos de población existentes, de las ciudades de Piura y Castilla, de acuerdo con los censos efectuados.

<u>CENSO</u>	<u>PIURA Y CASTILLA</u> <u>(GLOBAL)</u>
1876	7,678 habitantes
1934	18,354 habitantes
1940	27,919 habitantes
1961	65,770 habitantes

En función de estos datos, se deberían desarrollar los distintos métodos estadísticos matemáticos conocidos; pero como veremos más adelante, al analizar cada método, el cálculo de las poblaciones futuras para las ciudades de Piura y Castilla no se pueden determinar en su real valor con los únicos datos censales que existen.

A continuación presentaremos cada método matemático conocido y expondremos nuestro criterio para fundamentar la imposibilidad de lograr valores representativos reales en el crecimiento futuro de la población en estudio.

### 2.2.1 METODO DEL INCREMENTO ARITMETICO

El cálculo de la población futura de acuerdo con este método se basa en la siguiente fórmula:

$$r = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

Cada uno de estos valores representan:

$r$  = Razón de crecimiento cada 10 años

$P_2 = P_{1961} = 65,770$  habitantes

$P_1 = P_{1951} =$  No se conoce

$T_2 = 1961$

$T_1 = 1951$

Como vemos, ignoramos el valor de la población en el año 1951. La comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura determina la población futura por este método adoptando como dato la población de 1950 que la estima, interpolando las poblaciones comprendidas entre los años 1940 y 1961 y en función de la tasa de crecimiento anual en este período.

El valor hallado en base a este artificio no representa un dato que garantice su exactitud ya que la tasa de crecimiento anual no es igual durante el lapso comprendido entre los años 1940 - 1961.

Al no tener un dato verdaderamente representativo que nos permite deducir la población futura, por este método, sólo nos queda deshechar el cálculo de población deseado por -

el "Método del Incremento Aritmético".

### 2.2.2 METODO DE LA PARABOLA DE SEGUNDO GRADO

Para calcular la población futura por medio de este método se aplica la siguiente fórmula:

$$P = Ax^2 + Bx + C$$

P= Población buscada

A, B, C = Parámetros

X = Período de 10 años

Como vemos, para la solución de esta ecuación para la obtención del valor de la población en estudio es necesario, conocer los valores de los parámetros A, B y C. Para conocerlos, es necesario tener como datos las poblaciones de los años 1940, 1950 y 1960.

Luego, al no tener los datos completos no podemos resolver la ecuación planteada.

### 2.2.3 METODO DEL INCREMENTO GEOMETRICO

Este método considera el crecimiento de la población igual a una progresión geométrica.

Es decir, la población futura se determina por la solución de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0 q^{(t_i - t_{i0})}$$

Donde: q = Razón de crecimiento

Considerando la razón de crecimiento para un período de 10 años.

Luego, para la determinación de  $q$  se debería conocer los valores de las poblaciones de 1950 y 1960, ya que el valor de  $q$  se obtiene por:

$$q = \frac{P_{1960}}{P_{1950}}$$

#### 2.2.4 METODO DE LOS INCREMENTOS VARIABLES

En este método, también, se deben tener datos exactos de las poblaciones de cada 10 años; es decir de los años 1940, 1950 y 1960, para determinar el incremento promedio y el aumento de incremento promedio durante estos años. En base a estos valores es que se pueden determinar las poblaciones de los años futuros.

#### 2.2.5 METODO DE LA CURVA NORMAL LOGISTICA

Este método, creado por el Ingeniero J.C. Díaz de Moraes requiere como condición previa los datos censales con intervalos de 10 años. En nuestro caso, serían:

$P_0$  = Población del año 1940

$P_1$  = Población del año 1950

$P_2$  = Población del año 1960

Además, para su desarrollo presenta la condición básica siguiente:

El parámetro  $M$  debe ser menor que  $P_1$

El valor de M se halla solucionando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{P_0 \times P_2}{P_1}$$

Si el parámetro M es menor que  $P_1$ , el método es aplicable.

Con relación a este método de cálculo de la población futura, de acuerdo con muchas opiniones de profesionales de reconocida experiencia, se estima que su aplicación debe estar limitada a ciudades de gran desarrollo. Luego, la ciudad de Piura quedaría descartada en su cálculo de población futura por este método.

#### 2.2.6 METODO COMPARATIVO

Para desarrollar este método se han graficado los crecimientos demográficos de las ciudades de Chiclayo y Trujillo, que guardan cierta similitud con la ciudad de Piura.

Del promedio de las curvas graficas, sólo se ha podido aprovechar un pequeño tramo que da una idea del probable desarrollo de Piura y Castilla hasta el año 1967. Estos datos no se han tomado en consideración porque el segmento de curva aprovechable es muy pequeño.

Luego, al descartar el cálculo de la población futura por los métodos estadístico-matemáticos, se ha adoptado para nuestro estudio la población estimada através de la Zoni-

ficación efectuada y en función de las densidades determinadas para cada Zona.

Ahora bien, la Zonificación de las ciudades de Piura y Castilla se ha realizado tomando como base el censo nuestro que se efectuó en el Año 1963. La determinación del tipo de cada Zona se ha hecho, considerando el tipo de vivienda, la condición social de la gente que la habita y de acuerdo con el asesoramiento técnico de la Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo.

Debemos aclarar que las densidades que figuran en nuestro estudio han sido proporcionadas por la O.N.P.U. En este caso, nos estamos refiriendo a las densidades de Saturación designadas para cada Zona.

Para el caso de la distribución de la población actual, tenemos que las densidades actuales halladas se han basado en el censo representativo efectuado en el año 1963.

En la Tercera Parte del presente proyecto de grado, en el ítem correspondiente a la Población de diseño presentaremos la distribución de la población actual y la distribución de la población estimada para el futuro.

### 2.3.- AREA DE EXPANSION

Como se expresa en el ítem anterior se ha estimado la población actual y futura en base a la Zonificación efectuada, de la ciudad en estudio. Como es lógico suponer, todas

las Zonas no han alcanzado su población de saturación, además en el momento que logran su saturación, se producirá un fenómeno de expansión del área urbana.

De acuerdo con la actual distribución de la población considerada, se ha estimado las posibles Zonas de expansión inmediata de la ciudad de Piura y el distrito de Castilla. La determinación de estas posibles Zonas de expansión inmediata se ha logrado con el asesoramiento de la O.N.P.U.

### 2.3.1 ZONAS DE EXPANSION INMEDIATA

Ciudad de Piura:- Dentro de la relación de planos que se presenta para el presente proyecto de grado, se ha considerado el de la Zonificación realizada. De acuerdo con este plano se tiene las probables Zonas de expansión inmediata:

Zona F-1:- Hemos considerado a esta Zona porque existe interés de parte de varias cooperativas y mutuales de vivienda en la financiación de la construcción de viviendas y su correspondiente urbanización.

El área de esta Zona abarca 26.5 Has. La densidad de saturación asignada es de 160 habitantes por Ha.

De acuerdo con estos datos, la población total de saturación sería de 4,240 habitantes.

Zona F-2':- Esta Zona esta comprendida entre las carreteras de Sullana y Paita y da frente a las urbanizaciones San José Piura y Santa Rosa.

Esta área habitable cuenta con diseños para ejecución - inmediata de las obras de urbanización de la misma. Estos proyectos han sido encargados por asociaciones magisteriales mutuales, etc. Esta Zona ya ha sido lotizada y adjudicada - por manzanas, por el Consejo Provincial.

Esta Zona tiene una extensión de 76.5 Has. y la densidad de saturación asignada a la misma, es de 140 hab. por Ha

De acuerdo con estos datos, la población de saturación estimada es de 10,696 habitantes.

Zona B - 3:- Esta Zona podríamos considerarla sub-urbana, ya que su ubicación se halla a considerable distancia de la actual Zona urbana. En sus cercanías se desarrolla la urbanización popular "San Martín de Porres", para pobladores de con dición económica modesta.

Su extensión total abarca 109 Has., aproximadamente. La densidad de saturación asignada es de 160 habitantes por Ha. por lo que la población de saturación estimada es de 17,440 habitantes.

Zona Industrial K-1:- Consecuentemente, esta Zona vendría a ser la prolongación o continuación de la actual Zona Industrial por ser aledaña a ella. La extensión considerada para esta Zona de expansión industrial, es de 100 Has.

Distrito de Castilla:- Igual que en la ciudad de Piura, en el plano de Zonificación presentado en escala 1: 10000,



también se ha señalado las posibles Zonas de inmediata expansión en el distrito de Castilla.

Zona A - 2:- Esta Zona esta comprendida dentro de la Urbanización Miraflores, en actual proceso de construcción y habitabilización.

En esta urbanización se ha modificado el proyecto primitivo con el único fin de reducir el área original de los lotes y por lo tanto, albergar un mayor número de pobladores de la proyectada primitivamente.

El área total estimada, en esta Zona, es de 61 Has. y la densidad de saturación asignada es de 150 habitantes por Ha. que arroja una población total de 9150 habitantes.

Zona D - 1:- Esta Zona es del tipo popular y pertenece a la nueva urbanización "Vega de Bejucal". Debemos mencionar que esta urbanización ha sido financiada con capitales privados. Es una urbanización para pobladores de escasos recursos económicos.

El área considerada es de 34 Has y con una densidad de saturación estimada de 160 habitantes por Ha. Luego, la población total calculada es de 5440 habitantes.

#### 2.4.- ZONA DE INFLUENCIA ECONOMICA

Como se sabe, la ciudad de Piura es la capital del Departamento del mismo nombre. Luego, es el centro de todas -

las actividades comerciales que a nivel nacional se realicen en el Departamento.

En relación con el movimiento económico y su influencia en el resto del país, podemos afirmar que la mayor fuente de producción, de este departamento, es la agricultura.

Piura basa su economía en el cultivo del algodón primordialmente; ahora bien, además de este producto también se cultiva artículos de pan llevar en gran escala. Esto se debe a su clima cálido y sus grandes extensiones de tierra cultivable. Más aún, actualmente se han ganado mayores tierras de cultivo con las obras de irrigación de "San Lorenzo".

En sí, la labor agrícola da lugar a la formación de industrias auxiliares afines y relacionadas con ella.

En relación con su influencia económica a nivel departamental, podemos decir que su movimiento comercial con los departamentos que lo limitan es relativamente escaso.

Con el departamento de Cajamarca, su movimiento comercial se basa en la venta de arroz que produce y de los artículos de pan llevar que ese departamento no produce. Mayormente el movimiento económico de gran envergadura no existe con los departamentos aledaños, ya que Tumbes cultiva y produce artículos de primera necesidad iguales a los de Piura, por ser sus tierras de características físicas y climáticas semejantes; lo mismo sucede con el departamento de Lambayeque

Como vemos, el movimiento económico comercial en gran escala lo realiza a nivel nacional, por lo que su Zona de influencia económica con los departamentos que lo limitan esta restringida a los factores expresados.

## 2.5.- RECURSOS.

Fundamentalmente, los recursos económicos del Departamento en general redundan en la agricultura, logicamente el petróleo que se extrae de los yacimientos petrolíferos que se hallan comprendidos dentro del Departamento tienen primordial supremacía dentro del campo económico, pero este producto está sometido a un régimen especial fuera de los alcances del presente tema.

De acuerdo con lo expuesto los estudios realizados por el Instituto Nacional de Planificación y que comprende el incremento de nuevas hectáreas de cultivo para el período 1964-1969, tenemos que Piura aumentará su área de cultivo en 25900 Has. con un costo de S/ 2'100,000.000, en estudios y S/ 516'000,000.000, en las obras. Estos datos nos indican la forma como se incrementarán los recursos económicos del departamento en los futuros cinco años.

Este aumento progresivo de recursos da lugar a la creación de nuevas fuentes de trabajo y que redundan en una mayor atracción de población al departamento y, logicamente, a la capital del mismo. También, esto trae como consecuencia un

mayor desarrollo comercial en la ciudad.

## 2.6.- POTENCIAL DE DESARROLLO

Como ya se ha descrito en el ítem anterior el potencial de desarrollo del departamento, en general, está basado en la Agricultura. Como base fundamental de ella tenemos las obras de irrigación de "San Lorenzo". Estas obras al crear nuevas áreas de cultivo dan lugar a un aumento demográfico - por la necesidad de mayor mano de obra. También se ha tenido en cuenta para el potencial de desarrollo de Piura, la existencia de respetables capitales privados logrados por la riqueza de la Zona agrícola del departamento. La inversión de estos capitales daría lugar a la creación de nuevas fuentes de trabajo. El problema que se presenta en el potencial de desarrollo de Piura es la escasez de fuentes de energía barata. Este factor frenaría en algo el desarrollo esperado. La ventaja que presenta este departamento es la tendencia de sus capitales en realizar inversiones que favorezcan al desarrollo del mismo.

Ahora bien, en vista de las buenas perspectivas de trabajo que presenta Piura, una inversión favorable y promocional para su desarrollo sería la industria de la construcción que redundaría en beneficio de toda la población urbana en general.

También, las inversiones irían encaminadas a las indus-

trias derivadas o anexas a la Agricultura por ser las que tendrían una demanda mayor, ya que son necesarias e indispensables.

Finalmente, podemos afirmar que Piura tiene un potencial de desarrollo de gran alcance y que puede ser aprovechado al máximo mediante un estudio planificado para una buena inversión de sus capitales privados disponibles.

## 2.7.- PROBABLE DESARROLLO FUTURO

La Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo ha previsto que la población de saturación, en las áreas de expansión por ella estimada, tendrá lugar a fines del año 1990.

Ahora bien, la O.N.P.U. ha considerado Zonas de expansión futura que se señalan en el plano de Zonificación que se presenta en escala 1: 10,000.

Para la ciudad de Piura, estas Zonas se han señalado con las letras J, F-2", I-1 y K-1.

Con respecto a esta designación, podemos adelantar que la Junta Nacional de la Vivienda, dentro de sus planes a largo alcance, ha proyectado esta zona para sus futuros programas de vivienda popular. Otra parte de esta misma Zona, pertenece a la Municipalidad en un área de 559 Has. aproximadamente.

Ahora bien, la Zona F-2" sería la continuación de la Zo

na designada como F-2' y posee una extensión de 79.6 Has. - con una densidad de saturación de 140 habitantes por Ha. Luego, su población de saturación sería de 11,144 habitantes.

En relación con la Zona designada como I-1, se ha reservado para ser utilizada en urbanizaciones de tipo semi rústicas financiadas con capitales privados. Se le ha señalado - 169 Has. como extensión.

En el distrito de Castilla el fenómeno de desarrollo es más complejo, ya que, según la O.N.P.U., las posibles áreas de expansión urbana futura alcanzan sólo un total de 52 Has. y corresponden a las Zonas designadas con la siguiente nomenclatura, J-1, D-2, D-3.

No han considerado mayores Zonas porque en los límites se encuentran terrenos de alto valor agrícola y económico y, además, las instalaciones del Aeropuerto local y de las Fuerzas Aéreas.

Nuestro punto de vista discrepa en el sentido de que los terrenos actuales dedicados a la agricultura pueden transformarse en urbanos y adquirirían una plus valía. El único problema grave sería que el alto costo del terreno urbanizado no solucionaría el problema para la gente de posición económica modesta.

Finalizando, estableceremos que las áreas de expansión futura son muy difíciles de señalar, después del año 1990.

Esto se debe a la inexistencia de un Plano Regulador a largo alcance. Sólo se puede afirmar que el desarrollo futuro de la ciudad tiende a efectuarse a lo largo de las principales carreteras a Sullana y Paita.

----- O -----

TERCERA PARTE

1.- CONDICIONES BASICAS DE DISEÑO :

1.1. Período de Diseño.-

Para la determinación del período de diseño, en el presente Proyecto de Grado, se ha considerado una serie de factores de orden técnico y económico. A continuación se detallarán algunos de estos factores.

- a) Costo global de las obras por ejecutar y su posibilidad de financiación.

Este factor es fundamental ya que sin financiamiento es imposible la ejecución de cualquier tipo de obra.

- b) Estimación del tiempo de duración y buen funcionamiento de los elementos constitutivos del sistema proyectado.

También, este factor es importante ya que en sistemas como el presente, en el que se van a utilizar equipos de bombeo es necesario considerar un buen rendimiento por un tiempo bastante prudencial y económico.

- c) Certeza en el cálculo de la población a servir. Este factor es, quizás, el más difícil de lograr con exactitud sobre todo si se sigue los métodos estadísticos matemáticos conocidos.

- d) Estado en que se encuentran las instalaciones del Servicio de Agua Potable en la ciudad; en estudio, en el momento de la iniciación de los estudios para su mejoramiento y ampliación.



Este es el caso del presente Proyecto de Grado.

En base a todos estos factores es que se estiman períodos de diseño comprendidos entre 20 años, como mínimo, hasta 50 años, como máximo.

El presente proyecto de grado considera un período de diseño de 20 años, pero se han diseñado redes principales con elementos que puedan servir de base para el caso de cualquier ampliación para un período mayor. Se diseñará estos elementos para su máxima capacidad y duración.

Por regla general, las poblaciones de las áreas metropolitanas no tienen un ritmo regular y estable de crecimiento, muchas veces su desarrollo es irregular y apreciable y éste se lleva a cabo en función del mayor ó menor auge que va teniendo la ciudad a medida que corren los años.

Por lo expuesto, técnicamente es aconsejable la fijación de períodos cortos en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua para evitar el riesgo de un error de proporciones en la estimación de la probable población futura y, de esta forma, evitar, también, el encarecimiento de las obras proyectadas.

El presente Proyecto de Grado, contempla el diseño del sistema para un período de 20 años (1963 - 1983). Ahora bien, dentro de este período se ha contemplado el mejoramiento inmediato del servicio actual y la ampliación del mismo en las zonas que carecen de servicio por estar en proceso de desarrollo y expansión, hasta el año

1983. Es decir, se han considerado dos etapas de diseño.

Se justifica esta división en nuestro Proyecto de Grado, ya que según el plano regulador proyectado por la O.N.P.U., y de los programas de desarrollo de la J.O.P. y la Junta Nacional de la Vivienda, el desarrollo de la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla tienen una tendencia definida hasta el año 1983. Después de este año el desarrollo de la ciudad es de difícil predicción.

Para efectos del Presente Proyecto de Grado, se considerarán las densidades logradas através del Censo representativo realizado durante el Estudio Integral de Piura en 1963. Estas densidades actuales y las de saturación han sido adoptadas con asesoramiento técnico de la O.N.P.U.

## 1.2. Población de Servicio.-

Para nuestro diseño sólo vamos a considerar la población estimada através de la Zonificación efectuada y de las densidades asignadas para cada Zona. Con relación a las densidades de saturación consideradas, éstas han sido revisadas y aprobadas por la O.N.P.U.

El presente proyecto considerará que las estructuras del sistema por diseñar tendrán la capacidad necesaria para satisfacer las demandas máximas para la población de saturación estimada para cada Zona.

De acuerdo con este criterio, se supone que la capacidad de los pozos, reservorios de almacenamiento y redes de distribución, resultará superior a las necesidades en los primeros años de servicio, pero cuando cada Zona alcance la población estimada, el sistema alcan

zará la regulación calculada.

A continuación, presentamos la población estimada, de Servicio, obtenida en base a la Zonificación realizada para las ciudades de Piura y Castilla y de acuerdo con las dos etapas en que hemos dividido - nuestro proyecto. Etapa de Mejoramiento inmediato y Etapa hasta el año 1983.

Etapa de Mejoramiento inmediato.

<u>DISTRIBUCION DE LA POBLACION ACTUAL</u>			
<u>PIURA</u>			
<u>Z O N A</u>	<u>Has. Habitadas</u>	<u>Densidad (Hab/Has.)</u>	<u>Población</u>
G	7.00	50	350
I	6.00	30	180
A - 1	53.50	94	5,029
F	17.00	37	629
E	38.50	220	8,470
E - 1	17.80	220	3,916
C - 2	51.40	90	4,626
B - 2	20.00	207	4,140
B - 1	62.00	50	3,100
H	42.00	240	10,080
K	12.00	40	480
<u>TOTALES</u>	<u>327.20</u>		<u>41,000</u>
<u>C A S T I L L A</u>			
<u>Z O N A</u>	<u>Has. Habitadas</u>	<u>Densidad (Hab/Has.)</u>	<u>Población</u>
A	17.00	80	1,360
C - 1	20.00	137	2,740
C	50.00	113	5,650
C - 3	15.00	70	1,050
B	100.00	182	18,200
<u>TOTALES</u>	<u>202.00</u>		<u>29,000</u>

Etapa comprendida hasta el año 1983.

POBLACION ESTIMADA PARA EL AÑO 1983

B/I U R A

<u>Z O N A</u>	<u>Has. Habitadas</u>	<u>Densidad (Hab/Has.)</u>	<u>Población</u>
G	29.00	50	1,450
I	30.00	30	900
A - 1	61.00	120	7,320
F	36.00	80	2,880
F - 1	26.50	80	2,120
F - 2	76.40	65	4,980
F - 2 <sup>1</sup>	77.00	65	5,006
E	38.50	220	8,460
E - 1	17.80	220	3,920
C - 2	51.40	120	6,168
B - 2	19.80	220	4,356
B - 1	62.00	125	7,760
B - 3	130.00	125	3,680
D	54.00	120	6,480
H	42.00	240	10,080
K	122.00	19	2,340
J	Zona de expansión urbana		8,100
<u>TOTALES</u>	<u>903.40 Has.</u>		<u>86,000 Hab.</u>

C A S T I L L A

<u>Z O N A</u>	<u>Has. Habitadas</u>	<u>Densidad (Hab/Has.)</u>	<u>Población</u>
A	33.00	80	2,640
A - 2	61.00	33	2,034
B - C - 1	120.00	185	22,160
C - C - 3	78.00	129	10,062
D - 1	34.00	40	1,360
<u>TOTALES</u>	<u>326,00 Has.</u>		<u>38,256 Hab.</u>

Con relación a este último cuadro de población en el distrito de Castilla, podemos aclarar que del total de población estimada, existe una parte de ella que cuenta con servicio propio de agua. Esta afirmación nos lleva a descartar ese número de habitantes para nuestro proyecto. El total de estos pobladores alcanza la cifra de 4256 habitantes.

Luego, el total de la población que será abastecida con servicio público es de:  $38,256 - 4,256 = 34,000$  habitantes,

De acuerdo con los cuadros de distribución de la población expuestos, en función de la zonificación realizada, observamos que los valores finales estimados hasta el año 1983 de las ciudades de Piura y Castilla alcanzan un total de 120,000 habitantes.

Se ha adoptado la población obtenida por el método de la zonificación por considerarlo el más seguro y el que más se acerca a la realidad. Esta afirmación se basa en el muestreo realizado de la población en sus distintas zonas representativas y en el mismo se ha comprobado la certeza de las densidades señaladas para cada zona clasificada por la O.N.P.U.

Logicamente, con esto no queremos afirmar que la población adoptada para nuestro proyecto es la de mayor exactitud, sino que de acuerdo a nuestro criterio es la que más se acerca

a la realidad.

Las razones por las que la predicción de la población real futura, de servicio, es difícil de predecir ya han sido fundamentadas en párrafos y acápites anteriores.

### 1.3. Dotación Media Anual.-

Los principales factores que determinan la dotación media anual por habitante de la ciudad en estudio pueden ser: El standard de vida de los habitantes de la ciudad en estudio, tamaño de la ciudad, calidad y costo del agua, la presión de servicio, cantidad de agua considerada para el uso industrial y comercial, porcentaje del servicio controlado con medidores, volumen de agua empleado en servicios públicos, volumen de agua que se pierde y el volumen requerido contra incendio.

Los diversos usos que se le da al agua de un sistema de abastecimiento se pueden resumir en:

- 1) Doméstico
- 2) Comercial e Industrial
- 3) Servicio público: volumen contra incendio
- 4) Desperdicios por falta de medidores

Para el estimado de la futura demanda de agua necesaria, según el presente proyecto de grado, es de gran valor la infor

mación que se obtenga acerca del consumo de agua en el momento actual (1963).

1.3.1. Consumo actual de agua.-

Para el logro de esta información se ha tomado los datos obtenidos por el Estudio Integral del Saneamiento de Piura.

Esta información se actualizó en el año 1963. Según los datos conseguidos, se tiene el rendimiento de los pozos, en función de las horas de bombeo, registrado en el año 1963.

A continuación presentamos el cuadro de los registros - efectuados por el Estudio Integral mencionado.

<u>Pozos</u>	<u>Horas de bombeo</u>	<u>Gastos (lps)</u>	<u>Volumen bombeado (m<sup>3</sup>)</u>	<u>Volumen total bombeado (m<sup>3</sup>)</u>
Buenos Aires	13	80	3,744	-
(N° 4)	4	70	1,008	4,752
El Chipe	17	55	3,366	3,366
Castilla	12	80	3,456	-
(N° 5)	5	70	1,260	4,716

Volumen total de agua consumido al día      12,834 m<sup>3</sup>

De acuerdo con los gastos de bombeo en cada pozo, obser-

vamos que existe una disminución de rendimiento en el caso de los mismos pozos; esto se debe a que en determinadas horas, durante el bombeo se reduce el número de revoluciones por minuto de sus respectivos motores.

Resumiendo, podemos decir que el volumen total diario - equivale a un gasto promedio de consumo de 148.5 lps, aproximadamente 150 lps. Este gasto promedio se estima para 70000 habitantes, población actual de Piura y Castilla.

Para el estudio del consumo de agua es necesario considerar que el promedio de consumo para una ciudad varfa durante las distintas épocas del año. Es decir, para la época de verano aumenta el promedio de consumo por razones obvias, mientras que para invierno el promedio disminuye. Este es un factor - importante que debe considerarse necesariamente en el diseño del sistema en estudio. El único fin que se sigue es evitar la escasez de agua en ciertos meses, días y horas del año.

En el caso de la ciudad de Piura, los diversos factores adversos que determinan el deficiente funcionamiento del actual sistema de Abastecimiento de Agua Potable no permiten lograr un verdadero record de las variaciones de consumo mensuales, diarias y horarias.

A pesar de este inconveniente, la comisión del Estudio



Integral efectuó la determinación de las variaciones horarias tomando en cuenta el rendimiento de los pozos y las fluctuaciones del nivel del agua en el reservorio apoyado del "Chipe". Este registro se efectuó tomando las medidas con el reservorio lleno y aumentando las horas de bombeo. Estas mediciones no se pudieron completar en 24 horas ininterrumpidas porque el reservorio se vació, por lo que se volvió a llenar el mismo y se completó el registro al día siguiente.

En un gráfico aparte presentamos la curva de variaciones horarias obtenida por la Comisión. En ella, se observa que el máximo consumo se obtiene a las 17 horas y representa el 148.% del consumo promedio, mientras que el mínimo consumo se produce a la 1:30 a.m. y equivale al 30% del consumo promedio.

A nuestro criterio, estos valores hallados no son representativos de las variaciones horarias de consumo de la población de la ciudad de Piura.

En vista de la inexactitud en el empleo de este gráfico de las variaciones horarias de consumo, nuestro estudio nos lleva a la adopción de determinados coeficientes para los consumos en los días de máxima demanda y en la hora de máximo consumo.

### 1.3.2. Consumo registrado por medidores.-

La instalación de medidores en los sistemas de Abastecimiento de Agua reporta un gran beneficio a la economía en el mismo. Los medidores permiten determinar el consumo de agua de la población y el control de los desperdicios que puedan suceder por descuido del consumidor ya que éste se perjudicaría directamente al pagar una tarifa mayor por un consumo, también mayor.

Para nuestro estudio sobre el consumo de agua en la ciudad de Piura, también se ha recurrido a las conexiones domiciliarias que tienen medidores. Para llevar a cabo este estudio se consultó a los registros del Servicio de Agua Potable. Con este fin, se dividió la ciudad en zonas representativas, estas son: Dos populares, tres residenciales, una comercial y una industrial. De cada una de estas zonas se eligió viviendas con registros continuos durante el año. El total de medidores en funcionamiento alcanza el número de 1046, en el año 1963.

A continuación presentamos los resultados obtenidos de este estudio. Ahora bien, los valores obtenidos servirán de base a las dotaciones por asignar a cada zona.

<u>Zona</u>	<u>Consumo máximo</u>	<u>Consumo mínimo</u>	<u>Consumo medio</u>
Residencial 1ª	1,270 lt/hab/d.	870 lt/hab/d.	1000 lt/hab/d.
Residencial 2ª	454 lt/hab/d.	176 lt/hab/d.	280 lt/hab/d.
Residencial Antigua	197 lt/hab/d.	123 lt/hab/d.	155 lt/hab/d.
Popular 1ª	205 lt/hab/d.	121 lt/hab/d.	155 lt/hab/d.
Popular 2ª	97 lt/hab/d.	70 lt/hab/d.	85 lt/hab/d.
Comercial	274 lt/hab/d.	163 lt/hab/d.	225 lt/hab/d.
Industrial	-	-	-

Estos datos consideran sólo los consumos domésticos.

Al consultar los distintos textos y tratados para el diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua nos encontramos con los siguientes porcentajes para los distintos usos, en la demanda de agua.

Según el libro "Water Supply and Waste water disposal" de Fair Geyer:

<u>Usos</u>	<u>Porcentaje</u>
Servicio doméstico	35 %
Industrial y Comercial	30 %
Servicio público	10 %
Pérdidas y desperdicios	25 %

Según el texto "Water Supply Engineering" de Babbtt and

Doland:

Servicio doméstico	34 %
Industrial y Comercial	38 %
Servicio público	10 %
Pérdidas y desperdicios	18 %

Con relación a estos valores, podemos afirmar que los porcentajes que dan estos autores no son aplicables al presente - proyecto de grado, más aún para la ciudad de Piura y el distrito de Castilla donde la industria es incipiente y su consumo es pequeño en relación con el consumo doméstico y comercial. De acuerdo con este criterio, hemos considerado por separado la demanda de agua para la industria.

Por lo expuesto se observa que los resultados tabulados - para la dotaciones registradas para las conexiones que tienen medidor en buenas condiciones, corresponden al 70% del consumo total unitario por lo que a continuación presentamos los valores que corresponderán al 100%. Esta tabla de valores representa el consumo actual doméstico, de servicio público, comercial y pérdidas o desperdicios en el sistema.

<u>Zona</u>	<u>Consumo máximo</u>	<u>Consumo mínimo</u>	<u>Consumo medio</u>
Residencial 1ª	1,820 lt/hab/d.	1,245 lt/hab/d.	1500 lt/hab/d.
Residencial 2ª	648 lt/hab/d.	252 lt/hab/d.	400 lt/hab/d.
Residencial Antigua	282 lt/hab/d.	176 lt/hab/d.	225 lt/hab/d.
Popular 1ª	293 lt/hab/d.	173 lt/hab/d.	225 lt/hab/d.
Popular 2ª	139 lt/hab/d.	100 lt/hab/d.	120 lt/hab/d.
Comercial	392 lt/hab/d.	218 lt/hab/d.	320 lt/hab/d.

De acuerdo con estos consumos observamos que las zonas residenciales presentan dotaciones demasiado elevadas. Con respecto a estos registros podemos afirmar que las residencias de estas zonas poseen piscinas y extensas áreas verdes y además, el clima cálido de que goza esta ciudad pueden ser los motivos de este valor tan alto. Su alto standard de vida, también incide en esta demanda. Pero la densidad en estas zonas son bajas comparadas con el resto. Las otras dotaciones podemos considerarlas normales y de acuerdo con el clima, costumbres y otras características que definen a la ciudad de Piura.

A pesar de este fundamento, particularmente, considera - mos la dotación de 1500 lt/hab/día demasiado alta por lo que su reducción se ha necesaria para el presente proyecto de grado.

### 1.3.3. Consumo unitario actual.-

En el item anterior se han tabulado los valores medios de los

consumos unitarios domésticos actuales para cada Zona, obtenidos para los servicios con medidores y de acuerdo con la Administración del Servicio de Agua Potable, en estos no se ha considerado los consumos industriales, comerciales ni pérdidas ó desperdicios en las actuales instalaciones.

A continuación presentamos los consumos unitarios actuales hallados de acuerdo a la Zonificación realizada en la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla. Aclararemos que estos valores fueron obtenidos por la Comisión del Estudio Integral de Piura y Castilla en el año 1963.

Cuadro de Consumos Actuales Domésticos Logrados por el Estudio Integral :

<u>Z O N A S</u>	<u>NOMENCLATURA</u>	<u>DOTACION PROMEDIO</u>
Residencial 1a.	<u>G é I</u>	770 lt/hab/día
Residencial 2a.	<u>A, A - 1 y F</u>	280 lt/hab/día
Residencial Antigua	<u>E y E - 1</u>	155 lt/hab/día
Popular 1a.	<u>C, C - 1, C - 2 y C - 3</u>	155 lt/hab/día
Popular 2a.	<u>B, B - 1 y B - 2</u>	85 lt/hab/día
Central	<u>H</u>	225 lt/hab/día

Este cuadro presenta la población real servida por las redes de distribución existentes de agua. Al cubrir, la red, gran parte del Área poblada de Piura, esta población registra un mayor consumo unitario que el Distrito de Castilla. Otro factor, puede ser tam-

bién, un standard de vida más elevado del poblador de la ciudad de Piura.

A continuación presentamos los consumos actuales, logrados por la Comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura, por Zonas servidas y por conexiones domiciliarias, tanto en Piura como Castilla.

Z O N A S	DOTACION	POBLACION		CONSUMO	GASTO
		TOTAL	SERVIDA		
<u>G.-</u> Residencial 1a.	770 lt/hab/día	350	350	269,500 lt.	4.00 lt/sg
<u>I.-</u> Residencial 1a.	770 lt/hab/día	180	180	138,600 lt.	2.00 lt.sg
<u>A-1.</u> Residencial 2a.	280 lt/hab/día	5,029	5,029	1'408,000 lt.	16.30 lt/sg
<u>A.</u> Residencial 2a. (Castilla)	280 lt/hab/día	1,360	1,360	380,800 lt.	4.40 lt/sg
<u>F.-</u> Residencial 2a.	280 lt/hab/día	629	629	176,120 lt.	2.00 lt/sg
<u>E.-</u> Residencial An tigua	155 lt/hab/día	8,470	8,470	1'312,850 lt.	15.20 lt/sg
<u>E-1.</u> Residencial An tigua.	155 lt/hab/día	3,916	3,916	606,980 lt.	7.00 lt/sg
<u>C-2.</u> Popular 1a.	155 lt/hab/día	4,626.	2,786	431,830 lt.	5.00 lt/sg
<u>C.-</u> Popular (Castilla)	155 lt/hab/día	5,650	1,120	173,600 lt.	2.00 lt/sg
<u>C-1.</u> Popular (Castilla)	155 lt/hab/día	2,740	-	-	-
<u>C-3.</u> Popular (Castilla)	155 lt/hab/día	1,050	-	-	-
<u>B-1.</u> Popular 2a.	85 lt/hab/día	3,100	-	-	-
<u>B-2.</u> Popular 2a.	85 lt/hab/día	4,140	2,070	175,950 lt.	2.00 lt/sg
<u>B.-</u> Popular (Castilla)	85 lt/hab/día	18,220	8,220	698,700 lt.	9.00 lt/sg
<u>H.-</u> Central	225 lt/hab/día	10,080	10,080	2'268.000 lt.	26.30 lt/sg
<u>K.-</u> Industrial	155 lt/hab/día	480	480	74,400 lt.	0.90 lt/sg
<b>TOTALES :</b>		<b>70,000</b>	<b>44,690</b>	<b>8'115,630 lt.</b>	<b>96.10 lt/sg</b>

Al hacer un análisis de este cuadro obtenemos los siguientes resultados :

Consumo por Conexiones Domiciliarias.

<u>PIURA</u>	:	Población Servida	:	33,240 habitantes
		Consumo	:	6,814.200 mt.ml.
		Consumo unitario promedio	:	205.00 lt/hab/día
<u>CASTILLA</u>	:	Población Servida	:	11,450 habitantes
		Consumo	:	1,300.720 mt.ml.
		Consumo unitario promedio	:	113.00 lt/hab/día
		Población Servida Total	:	44,690 habitantes
		Consumo	:	8,114.920 mts.cúbicos
		Consumo unitario promedio	:	182 lt/hab/día

Consumo por Piletas Públicas.

<u>PIURA Y</u>	:	Población Servida	:	25,310 habitantes
<u>CASTILLA</u>		Consumo	:	416 mts.cúbicos
		Consumo unitario promedio	:	13.70 lt/hab/día

La Comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura, llegó a las siguientes conclusiones al realizar una evaluación de los datos de consumo hallados y que mostramos en los recientes cuadros.

El consumo doméstico por conexiones, con un promedio de 182 lt/hab/día, se halla afectado por los siguientes factores : No son utilizados en su totalidad las fuentes de abastecimiento actual,



no hay suficiente volumen de regulación (sólo hay un reservorio de - 1000 mts. cúbicos), no hay una presión de servicio adecuada (4 á 10 psi.) y, por último, la demanda insatisfecha.

Resumiendo los datos que se presentan en los cuadros arriba men cionados se tiene que : el 36 % de la población total (25310 habitantes) se abastecen con piletas públicas con un sistema unitario promedio de 13.70 lt/hab/día y el 64 % (44690 habitantes) se abastecen por conexiones domiciliarias con un consumo promedio de 182 lt/hab/día, es to es, sólo considerando el consumo doméstico.

Considerando la población total de Piura y Castilla y el volumen consumido para usos domésticos (conexiones y piletas) que es de 8531 metros cúbicos por día, la dotación promedio es de 122 lt/hab/día (consumo doméstico promedio).

Actualmente, la producción total de las plantas de bombeo es de 12,834 metros cúbicos por día y la población total es de 70,000 habitantes. De acuerdo con estos datos se obtiene un consumo unitario promedio de 184 lt/hab/día, incluyendo el consumo doméstico, industrial, y comercial, usos públicos y perdidas en las instalaciones.

Ahora bien, la población servida por conexiones (44,690 habitantes) tiene un consumo doméstico total equivalente a 8,115 metros cúbicos y la población servida por piletas públicas tiene un consumo total de 416 metros cúbicos, luego, el total de las consumos industrial, comercial, usos públicos y desperdicios será de 4,303 metros cúbicos.

Se ha planteado que el consumo doméstico y comercial correspon-

de al 70 %, el consumo para uso público el 10 % y el 20 % consumo por pérdidas en el sistema. No se considera el consumo industrial por ser éste de poco desarrollo actualmente, y las actuales firmas industriales poseen abastecimiento propio.

Luego de acuerdo con estos porcentajes, la parte proporcional del consumo correspondiente a la población servida por conexiones, equivale al 80 % de los 4,303 metros cúbicos e igual a 3,450 metros cúbicos.

Por lo tanto, el volumen total de consumo de los 44,690 habitantes servidos por conexiones domiciliarias, será de 11,565 metros cúbicos.

Finalmente, de acuerdo con el consumo total considerado, en la actualidad, la dotación promedio resultante es de 258 lt/hab/día. Esta incluye el consumo doméstico por conexiones, industrial, comercial, usos públicos y desperdicios.

#### 1.3.4. Consumo Unitario de Diseño.-

Los factores principales que afectan al consumo unitario de diseño son primordialmente los siguientes : el standard de vida de los habitantes de la ciudad en estudio, características físicas de la urbe, calidad y costo del agua, presión de servicio, volumen de agua destinado al consumo industrial y comercial, volumen de agua que se desperdicia en el sistema, el porcentaje del servicio con medidores, agua para usos públicos y volumen necesario para combatir incendios.

En general, los usos del agua en un sistema de Agua Potable se pueden clasificar en : (a) Doméstico, (b) Industrial y Comercial, (c) Usos Públicos y (d) Pérdidas y Desperdicios.

Para nuestro caso, es decir, en la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla estos factores se resumen a continuación :

(a) Consumo Doméstico.- De acuerdo con los estudios realizados por la Comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura, los valores obtenidos de la Administración del Servicio de Agua Potable son incompletos por una serie de deficiencias, tales como falta de capacidad de las redes primarias existentes, falta de control en el consumo porque sólo el 20.5 % de conexiones con medidores tienen buen funcionamiento, deficiente capacidad de almacenamiento y un gran desperdicio de agua en el sistema.

Existe un fenómeno bien claro con relación al desperdicio de agua en el sistema, éste consiste en la descarga comprobada que se registra en las horas de mínimo consumo (30.5 % del promedio) y, también, a pesar de las bajas presiones actuales en el sistema, el consumo promedio se mantiene en cifras altas.

Como ejemplo se tiene que en la Zona Residencial de Primera registra un consumo unitario de 1,500 lt/hab/día, en la Zona Residencial 2a. el consumo es de 400 lt/hab/día, y en la Zona Popular 2a. llega a 120 lt/hab/día.

(b) Consumo Industrial y Comercial.- Como ya se ha explicado en capítulos anteriores, la ciudad de Piura en la actualidad tiene un

sistema de abastecimiento netamente doméstico.

La razón fundamental de esto es que la industria local existente (año 1963) tiene sus instalaciones con servicio propio de agua.

Con respecto al consumo comercial, este ha sido incluido en el consumo doméstico por no existir Zona netamente definida como comercial.

- (c) Usos Públicos.- También lo hemos involucrado dentro del consumo doméstico actual, por no existir dentro del sistema un registro de este tipo de consumo.
- (d) Pérdidas y Desperdicios.- La cantidad de agua que se pierde ó desperdicia por razones de fugas en las tuberías de la red de distribución, desperfectos en los aparatos domésticos, fallas en los medidores, etc. está lejos del control del proyectista de cualquier Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

Ahora bien, luego de esta exposición llegamos a la conclusión que los valores hallados para las variaciones de consumo y las dotaciones logradas en el sistema actual, sólo servirán como elementos de orientación por no ser representativos del consumo promedio unitario de un sistema que se encuentre en buenas condiciones de trabajo.

#### 1.3.4.1. DOTACIONES DE DISEÑO.-

De acuerdo con el estudio realizado por la Comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura en base del consumo actual hallado se han obtenido dotaciones promedios entre los valores de 182 lt/hab/día y 258 lt/hab/día.

Para efectos de nuestro Proyecto de Grado, vamos a deshechar es tos valores como representativos del consumo promedio unitario en el Sistema por diseñar. No se ha considerado representativas es tas dotaciones porque el sistema actual trabaja con serias deficiencias, tal como se ha detallado líneas arriba.

Como se verá más adelante, las dotaciones por adoptar serán sobre la base de lograr un buen servicio para un tiempo mayor que el proyectado.

Con el exclusivo propósito de asegurar dotaciones unitarias promedio que estén de acuerdo con la realidad y cuya aplicación sea la más conveniente para la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla se ha consultado tratados de Abastecimientos de Agua.

Según el tratado "WATER SUPPLY and WASTE WATER DISPOSAL" por Fair y Grayer, se recomienda valores entre 40 y 230 galones/cápita / día ó sea 152 lt/hab/día y 870 lt/hab/día.

El libro "WATER SUPPLY ENGINEERING" de Babbitt and Doland recomienda una dotación media anual, para poblaciones mayores de 20,000, habitantes, de 110 gal/cápita/día, ó sea 416 lt/hab/día

El tratado "WATER SUPPLY and PURIFICATION" por W.A. Hardenbergh - presenta un promedio de las dotaciones para varias ciudades de los Estados Unidos, igual a 68 gal/cápita/día, ó sea 257 lt/hab/día.

Con relación a otras dotaciones de ciudades con características - parecidas a la ciudad de Piura, tenemos los siguientes datos :

Managua	200	lt/hab/día	(Año 1947)
Maracaibo	210	lt/hab/día	(Año 1949)
San Juan	290	lt/hab/día	(Año 1949)
Callao	325	lt/hab/día	--

En base a estos datos, hemos considerado para nuestro Proyecto de Grado dos tipos de dotaciones, una para la etapa de mejoramiento inmediato y otra para la etapa comprendida hasta el año 1983.

Ahora bien, aclararemos que para ambas etapas de nuestro Proyecto de Grado, hemos considerado un futuro desarrollo industrial y Comercial, por lo que se ha considerado un porcentaje para cada etapa y estos porcentajes han sido considerados de las cifras de las dotaciones promedio.

A continuación presentamos las dotaciones medias anuales consideradas para cada etapa de nuestro estudio.

<u>E T A P A</u>	<u>DOTACION MEDIA ANUAL</u>
Mejoramiento inmediato	250 lt/hab/día
Período hasta el año 1983	280 lt/hab/día

Ahora bien, para el consumo industrial y comercial, hemos considerado para la etapa de mejoramiento inmediato el 20 % de la dotación media, ó sea 50 lt/hab/día, y para la etapa comprendida - hasta el año 1983 se ha asegurado el 25 % de la dotación media, ó sea 70 lt/hab/día.

Los textos consultados mencionados líneas arriba, dan porcentajes

arriba del 30 % de la dotación media anual para los consumos in dustriales y comerciales, pero estos valores no son aplicables a la ciudad de Piura, porque su desarrollo industrial futuro no pre senta signos de un crecimiento alto. Además, la industria exis tente en la actualidad tiene su propio servicio de Agua Potable , por lo que los porcentajes considerados se aceptan como repre sentativos y con un alto coeficiente de seguridad de acuerdo con el criterio del proyectista.

Según Fair y Geyer, que en el caso de pequeñas ciudades las varia ciones diarias y horarias, en la demanda de agua, son mayores cuan to más pequeño es el tiempo de bombeo más grande son las varia ciones del promedio.

Para efectos de comparación las variaciones diarias y horarias se presentan como porcentajes del consumo promedio. Los siguientes son los valores recomendados por las experiencias.

Día de máximo consumo : 120% - 200 % del Promedio Diario

Hora de máximo consumo (Máximo maximorun) 200% - 300% del Prome dio diario

Los mismos porcentajes recomienda el libro Water Supply and Puri fication de W. A. Hardebergh.

Es en base a estos porcentajes que el presente Proyecto de grado ha hecho un estudio de los datos hallados en la Administración del Servicio de Agua Potable.

Antes de la adopción de los valores de las variaciones diarias y

horarias se hizo un estudio de las variaciones de consumo, la curva hallada en base a los datos logrados no es representativa debido al mal estado que se encuentra la red de distribución, a la poca capacidad de los reservorios de almacenamiento y a las pérdidas y desperdicios que se suscitan actualmente en el Sistema.

De acuerdo con este planteamiento y luego de consultar los valores recomendados por los textos enunciados se ha adoptado las siguientes variaciones diarias y horarias.

Promedio diario anual	:	100 %
Día máximo consumo	:	130 %
Hora máximo consumo	:	260 %
Mínimo horario	:	40 %

En base a estos valores de variaciones diarias y horarias, presentamos el siguiente cuadro de dotaciones y consumos de Piura y Cas tilla a emplearse en el presente Proyecto de Grado.

Etapa de Mejoramiento Inmediato

Población	:	70,000 habitantes
Dotación Promedio	:	250 lt/hab/día
Dotación Máxima Diaria	:	325 lt/hab/día
Dotación Máxima Horaria	:	650 lt/hab/día

Caudales Totales :

Gasto Promedio	:	203 lps.
Gasto Máximo Diario	:	264 lps.
Gasto Máximo Horario	:	528 lps.



Etapa Comprendida Hasta el Año 1983

Población	:	120,000	habitantes
Dotación promedio	:	280	lt/hab/día
Dotación máxima diaria	:	364	lt/hab/día
Dotación máxima horaria	:	728	lt/hab/día

Caudales Totales :

Gasto Promedio	:	354	lps.
Gasto Máximo Diario	:	460	lps.
Gasto Máximo Horario	:	920	lps.

1.4. CAUDAL PARA INCENDIO :

Para el diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua en las ciudades de Norteamérica la protección contra incendios es uno de los más importantes funciones del Sistema. Para los diseños de estos sistemas existe una entidad estatal que determina el caudal contra incendio, esta entidad se denomina la "NATIONAL BOARD of FIRE UNDERWRITERS".

Aclararemos que las normas del volumen de agua para combatir incendios seguidas para las ciudades de Estados Unidos de Norteamérica - no son aplicables al presente Proyecto de Grado.

En ciudades como la de Piura con las poblaciones de diseño (70000 120000) consideradas en nuestro proyecto, los caudales de diseño contra incendios determinan los diámetros necesarios en la Red proyectada, también el tamaño de las bombas y el aumento del volumen de los reservorios ya que el caudal de trabajo en el momento de combatir el incendio es alto. Según el Ing° Freeman la mayor duración de un incen-

dio en una ciudad del tipo urbana es de cerca de 6 horas, pero estos ca  
sos relativamente poco regulares. En Estados Unidos se recomienda una  
duración de 5 horas para ciudades pequeñas (poblaciones de 2,500 habi  
tantes) y de 10 horas para urbes grandes.

A continuación demostramos lo imposible que son para el presen  
te las normas de volúmenes de agua para combatir incendios dictamina  
dos por la "NATIONAL BOARD OF FIRE UNDERWINTERS".

Según la tabla calculada por esta entidad los caudales requeri  
dos para las poblaciones consideradas son :

<u>POBLACION</u>	<u>CAUDAL</u>
70,000 habitantes	7,500 gpm. ó 473 lps.
120,000 habitantes	10,000 gpm. ó 630 lps.

Si consideramos 5 horas de duración tal como lo recomienda la  
entidad mencionada, tenemos un volumen necesario de :

$$473 \text{ lts/seg} \times \frac{5 \text{ horas} \times 3600 \text{ Seg}}{\text{hora}} = 8,500 \text{ mts. cúb.}$$

$$630 \text{ lts/seg} \times \frac{5 \text{ horas} \times 3600 \text{ Seg.}}{\text{hora}} = 11,300 \text{ mts. cúb.}$$

De hecho, estos resultados nos obliga adescartar las Normas em  
pleadas para las ciudades norteamericanas porque su aplicación sera  
antieconómica porque además de representar un gran volumen de almacena  
miento, obligaría al diseño de matrices de gran diámetro para una ca  
pacidad de gran caudal.

La realidad es otra con las ciudades de nuestro país, donde el financiamiento de las obras es difícil de obtener por el estado de sub-desarrollo en que se vive. Esta es una razón de primordial importancia - en el afán de diseñar sistemas con un máximo de economía.

Con respecto al estudio realizado por la Comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura, ésta llegó a las conclusión de considerar la producción de dos incendios simultáneos (Piura y Castilla), a su vez, cada incendio se combatirá con dos grifos de dos bocas de descarga con un gasto de 12.5 lps. cada una y con una duración de 5 horas.

Luego de acuerdo con lo proyectado se tendrá un gasto adicional para combatir incendios de 50 lps. Por lo tanto, el volumen de reserva contra incendios es de 900 mts. cúbicos.

Para la Zona comercial e industrial se ha considerado el trabajo de 6 grifos simultáneamente, con un gasto total de 75 lps.

La Comisión considera este volumen de almacenamiento almacenado en el reservorio apoyado existente en "El Chipe" que tiene una capacidad de 1000 metros cúbicos.

Ahora bien de acuerdo con la información proporcionada por la Compañía de Bomberos de la ciudad de Piura, se tiene que en el :

Año 1961 : Ocurrieron 5 incendios

Duración máxima : 45 minutos

Duración mínima : 20 minutos

Año 1962 : Ocurrieron 11 incendios  
Duración máxima : 1 hora 50 minutos  
Duración mínima : 20 minutos.

Debemos mencionar que no existen casos de incendios simultáneos. No existen datos estadísticos de los incendios registrados en años anteriores a 1961.

El presente Proyecto de Grado considera que en base a las características físicas de la ciudad de Piura y considerando una solución económica adecuada. Se ha planteado que para combatir cualquier posible incendio se puede hacer trabajar a "full - time" los equipos de bombas que coniremos más adelante han sido proyectados para que funcionen 18 horas al día.

El planteamiento es el siguiente : Como la ocurrencia de incendios, en una ciudad, no es frecuente se puede combatir el siniestro con el agua del sistema destinada al consumo de la población. Como hemos presentado líneas arriba, la duración del siniestro generalmente no pasa de dos horas en el área urbana. Ahora bien, durante el tiempo del combate del incendio se distraerá el consumo de la población y, también, se producirá un desequilibrio en los volúmenes almacenados de acuerdo con lo proyectado. Este déficit producido se puede recuperar haciendo funcionar los equipos de bombeo horas extras fuera de las proyectadas hasta lograr su normalización. También se puede considerar el almacenamiento del volumen de mil metros cúbicos en el reservorio del "Chipe", cuando este salga del servicio una vez que se construyan los reservorios proyectados.

pas, una de mejoramiento inmediato para una población actual de 70,000 habitantes con una dotación promedio anual de 200 lt/hab/día , para consumo doméstico, usos públicos y desperdicios y 50 lt/hab/día, para el consumo industrial y comercial. La otra etapa, comprendida hasta el año 1983, para una población de 120,000 habitantes con una dotación promedio diaria anual de 210 lt/hab/día para el consumo doméstico, usos públicos y desperdicios y 70 lt/hab/día para el consumo industrial y comercial.

Es en base a estas dotaciones promedio diarias anuales que se han asignado las dotaciones para las distintas zonas consideradas en la zonificación general de la ciudad en estudio.

#### 1.5.1 Dotaciones tipo por Zonas.-

Para la asignación de dotaciones tipo para las distintas zonas se ha considerado primordialmente los consumos promedios anuales adoptados y, también, el muestreo realizado por la comisión del Estudio Integral en el año 1963 con el fin de obtener consumos representativos y que se acercaran a la realidad.

A continuación presentamos las dotaciones tipo correspondientes a la etapa de Mejoramiento inmediato.

<u>ZONAS</u>	<u>DOTACION TIPO PROMEDIO</u>
Residencial de Primera	500 lt/hab/dia
Residencial de Segunda	228 lt/hab/dia
Residencial Antigua	200 lt/hab/dia
Popular Primera	180 lt/hab/dia
Popular Segunda	160 lt/hab/dia
Central	300 lt/hab/dia

El cuadro de las dotaciones tipo estimadas para la etapa comprendida hasta el año 1983, es el siguiente:

<u>ZONAS</u>	<u>DOTACION TIPO PROMEDIO</u>
Residencial de Primera	510 lt/hab/dia
Residencial de Segunda	230 lt/hab/dia
Popular Primera	185 lt/hab/dia
Popular Segunda	170 lt/hab/dia
Central	300 lt/hab/dia

A continuación presentamos la nomenclatura dada de acuerdo con la zonificación realizada:

Residencial Primera	pertenece a la zona <u>G</u> é <u>I</u>
Residencial Segunda	pertenece a la zona <u>A</u> , <u>A-1</u> y <u>F</u>
Residencial Antigua	pertenece a la zona <u>E</u> y <u>E-1</u>
Popular Primera	pertenece a la zona <u>C</u> , <u>C-2</u> y <u>K</u>
Popular Segunda	pertenece a la zona <u>B</u> , <u>B-1</u> y <u>B-2</u>
Central	pertenece a la zona <u>H</u>

**CUADRO N° 3**  
**DISTRIBUCION DE DOTACIONES Y CONSUMOS TOTALES**  
**CLASIFICADOS POR ZONAS**  
**ETAPA: HASTA EL AÑO 1983**

ZONAS	POBLACION	DOTACION DOMESTICA lts/hab/dia	C O N S U M O S			PROMEDIO DIARIO	
			DOMESTICO m <sup>3</sup> /dia	INDUSTRIAL m <sup>3</sup> /dia	COMERCIAL m <sup>3</sup> /dia	T O T A L m <sup>3</sup> /dia	lts/seg.
G	1,450	510	739.5		50.5	790.0	9.1
I	900	510	459.0			459.0	5.3
A-1	7,320	230	1,683.6		101.0	1,784.6	20.6
A	2,640	230	607.2	102.1	126.3	835.6	9.6
A-2	2,034	230	467.8		50.5	518.3	6.0
F	2,880	230	662.4	204.2	101.0	967.6	11.2
F-2	4,980	230	1,145.4	204.2	101.0	1,450.6	16.8
E	8,460	230	1,945.8	102.0	202.0	2,249.8	26.0
E-1	3,916	230	900.7	152.6	151.6	1,204.9	13.9
C-2	6,168	185	1,141.1		101.0	1,242.1	14.4
C	10,000	185	1,850.0	203.5	151.6	2,205.1	25.5
B	22,160	170	3,767.2	407.0	202.0	4,376.2	50.6
B-2	4,356	170	740.5		50.5	791.0	9.2
B-1	7,760	170	1,319.2		75.8	1,395.0	16.1
B-3	3,622	170	615.7			615.7	7.1
D	6,480	185	1,198.8		75.8	1,274.6	14.7
D-1	1,360	185	251.6	102.0	50.5	404.1	4.7
H	10,080	300	3,024.0		757.8	3,781.8	43.8
K	2,434	185	450.3	3,764.4		4,214.7	48.7
F-1	2,120	230	487.6		50.5	538.1	6.2
F-2	5,000	230	1,150.0	102.0	101.0	1,353.0	15.6
	116,120	210	24,607.4	5,344.0	2,500.4	32,451.8	375.1

Proyecto de Grado  
JOSE BETETA L.



**CUADRO N° 4**  
**DISTRIBUCION DE DOTACIONES Y CONSUMO TOTALES**  
**CLASIFICACION POR ZONAS**  
**ETAPAS HASTA EL AÑO 1983**

Max. diario 130% del promedio diario

ZONAS	POBLACION	DOTACION DOMESTICA lirs/hab/día	CONSUMOS			TOTAL		MAXIMO HORARIO lirs/seg
			DOMESTICO m <sup>3</sup> /día	INDUSTRIAL m <sup>3</sup> /día	COMERCIAL m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	lirs/seg.	
G	1,450	663	961.4		66.1	1,027.5	11.8	23.6
I	900	663	596.7			596.7	6.9	13.8
A-1	7,320	299	2,188.7		132.2	2,320.9	26.8	53.6
A	2,640	299	789.4	132.3	165.3	1,087.0	12.6	25.2
A-2	2,034	299	608.2		66.1	674.3	7.8	15.6
F	2,880	299	861.1	264.5	132.2	1,257.8	14.5	29.0
F-2'	4,980	299	1,489.0	264.5	132.2	1,885.7	21.8	43.6
E	8,460	299	2,529.5	132.3	264.5	2,926.3	33.8	67.6
E-1	3,920	299	1,172.1		198.4	1,370.5	15.8	31.6
C-2	6,168	240	1,480.3		132.2	1,612.5	18.6	37.2
C	10,000	240	2,400.0	264.5	198.4	2,862.9	33.1	66.2
B	22,160	221	4,897.4	529.2	495.9	5,922.5	68.5	137.0
B-2	4,356	221	962.7		66.1	1,028.8	11.9	23.8
B-1	7,760	221	1,714.9		99.2	1,814.1	20.9	41.8
B-3	3,622	221	800.5			800.5	9.3	18.6
D	6,480	240	1,555.2		99.2	1,654.4	19.1	38.2
D-1	1,360	240	326.4	132.3	66.1	524.8	6.1	12.2
H	10,080	390	3,931.3		991.9	4,923.2	56.9	113.8
K	2,340	240	561.6	4,893.4		5,455.0	63.1	126.2
F-1	2,120	299	633.9		66.1	700.0	8.8	17.6
F-2''	5,000	299	1,495.0	132.3	132.2	1,759.5	21.0	42.0
	116,120	274	31,955.3	6,745.3	3,504.3	42,204.9	489.1	978.2

Proyecto de Grado  
 JOSE BETETA L.



Para tener una idea exacta de todos los valores proyectados, a continuación mostramos cuadros detallando las dotaciones promedio y las del día de máximo consumo asignadas a cada zona, lo mismo que los volúmenes de agua necesarios para cada una de ellas.

## 2.- SISTEMA DE DISTRIBUCION :

### 2.1.- GENERALIDADES.-

En el planeamiento previo al diseño de un Sistema de Distribución de Agua Potable, se debe hacer un estudio de las características de los elementos que lo constituyen, éstos son : Fuente de abastecimiento adoptada, almacenamiento y distribución del agua necesaria, de terminación de las presiones de servicio en las distintas tuberías del sistema, localización de las zonas de ubicación de los reservorios, tuberías existentes y diseño de las tuberías por proyectarse, válvulas y grifos, y accesorios necesarios.

En el caso de la ciudad de Piura, se ha hecho un estudio minucioso de las instalaciones del sistema actualmente en servicio y es en base a este estudio que se va a proceder al diseño del futuro Sistema de Distribución.

Logicamente, el factor primordial en el diseño del presente Proyecto de grado, es la obtención del plano completo de la ciudad, que se ha logrado por medio del levantamiento topográfico realizado por la Comisión del Estudio Integral. Este levantamiento incluye el conjunto completo de las curvas de nivel, tan necesarias e indispensables para la determinación de las presiones de servicio en los puntos más altos y desfavorables.

Aprovecharemos para adelantar que los planos por emplearse en el presente Proyecto de Grado, serán presentados en la escala 1:10,000.

## 2.2.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO.-

En la determinación de la fuente de abastecimiento de agua del sistema, debe considerarse, básicamente, que el volumen de agua por emplearse tendrá una cantidad adecuada y uniforme para satisfacer las demandas de consumo actuales y futuras, de lo contrario el proyecto sería un fracaso rotundo, tanto económico como técnico. Por lo tanto este elemento representa la base del Sistema por proyectarse.

La ciudad de Piura y el Distrito de Castilla, de acuerdo con los estudios de campo y de investigación sobre las posibles fuentes de a bastecimiento que se podrían tomar en cuenta para el sistema de Agua Potable, realizados por la Comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura (año 1963), llegó a la conclusión que el Sistema de Distribución estudiado sólo podría considerar como fuente única, el agua del sub-suelo.

Es en base a esta conclusión que se determinaron las caracterís ticas generales de la zona donde esta situada la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla.

Los estudios de la Comisión fueron del tipo hidrológico e hidrogeológico tomando como base los pozos perforados con anterioridad y que se encuentran actualmente en servicio.

Después del estudio realizado, la Comisión evacuó un informe de tallado de las consideraciones recomendables para la explotación del

agua del sub-suelo con fines de servicio público. No entramos en mayores discusiones sobre este punto, por no ser el propósito del presente proyecto de Grado.

### 2.3.- INSTALACIONES DE CAPTACION.-

Tal como expuesto en el ítem anterior, la fuente de abastecimiento para el sistema en estudio, del presente Proyecto de Grado, es la utilización del agua del sub-suelo.

Ahora bien, para una mejor explotación de esta fuente adoptada, presentamos las conclusiones y recomendaciones a las que llegó la Comisión del Estudio Integral del Saneamiento de Piura, después de un exhaustivo estudio de la misma.

1. Necesidad de realizar la prueba de "Determinación de las Características del acuífero" en la zona urbana de Piura con el fin de hallar el caudal máximo explotable y la densidad de perforación.
2. Necesidad de tener en consideración las recomendaciones y sugerencias del informe evacuado por la Comisión mencionada, después de realizar el estudio hidrológico e hidrogeológico de la zona.

El cumplimiento de este informe garantizaría la adecuada explotación de los acuíferos en el valle, evitando riesgos de agotamiento y contaminación salina, que repercutirían en la explotación que se efectúa en el área urbana de Piura.

3. Como norma provisional, hasta que se conozcan los resultados de la prueba de campo de "Determinación de las características del acuífero"

se deben considerar los siguientes valores límites :

Gasto de explotación	:	90 lps.
Distancia mínima entre perforaciones	:	300 mts.
Profundidad de perforaciones recomendables.	:	190 mts.
Depresión promedio prevista para la extracción del gasto recomendado.	:	30 mts.
Altura de protección recomendable (sellado)	:	80 mts.
Nivel estático promedio, alcanzado por la napa.	:	15 m.s.n.m.

Las características de cuidado en la técnica del sellado, prueba de verticalidad, etc., se precisarán en la parte correspondiente a las Especificaciones Técnicas de construcción.

#### 2.4. UBICACION ACTUAL.-

El Abastecimiento de Agua Potable, de las ciudades de Piura y Castilla, actual, se efectúa por medio de la captación del agua del sub-suelo tal como se ha descrito en la Primera Parte del presente Proyecto de Grado. Este sistema cuenta con cinco pozos actualmente en funcionamiento.

La ubicación de estos pozos, así como sus gastos de producción y horas de bombeo se presentan en el siguiente cuadro.

CIUDAD DE PIURA

<u>P O Z O</u>	<u>UBICACION</u>	<u>TIEMPO DE BOMBEO</u>	<u>GASTO DE SERVICIO</u>
N° 1	Chipe	18 horas	50 lps.
N° 4	Buenos Aires	18 horas	83 lps.
N° 8	Urbanización Piura	18 horas	40 lps.
N° 9	Parque Infantil	18 horas	85 lps.
<u>T O T A L : 258 lps.</u>			

DISTRITO DE CASTILLA

<u>P O Z O</u>	<u>UBICACION</u>	<u>TIEMPO DE BOMBEO</u>	<u>GASTO DE SERVICIO</u>
N° 5	Campo F.A.P.	18 horas	80 lps.

De acuerdo con los cuadros presentados tenemos que el gasto total de producción es de 338 lps. en 18 horas de bombeo. Este gasto equivale a 254 lps. en 24 horas de servicio.

3.- SISTEMA DE DISTRIBUCION PROYECTADO.-

3.1. Sistema de Almacenamiento de Regulación.-

La función principal del volumen de almacenamiento de regulación en un sistema de abastecimiento de agua consiste en convertir a lograr que las diferencias horarias y diarias entre el consumo y el abastecimiento de agua de la población sean mínimas, es decir que siempre se distribuya agua en cantidad suficiente que se mantengan las presiones de servicio adecuadas en todo el sistema de distribución.

En el caso del presente Proyecto de Grado, donde es necesario el empleo de equipos de bombeo, el almacenamiento de agua previsto permi-

tirá que las bombas operen con un gasto constante equivalente durante todo el día.

### 3.1.1. Capacidad.-

Logicamente, para la determinación del volumen ideal necesario para almacenar un Sistema de Distribución, será el lograr los valores verdaderos de las variaciones horarias, diarias y mensuales de consumo. En función de estas demandas tendrá la capacidad de almacenamiento exacta.

El estudio de estas variaciones es demasiado difícil por una serie de factores desfavorables que se presentan en un sistema de funcionamiento.

En el caso de la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla es palpable, por que el actual Servicio de Agua Potable funciona deficientemente. Este defectuoso funcionamiento se debe a muchos factores, entre otros : falta de medidores que registren el consumo per cápita, pérdidas y desperdicios en las instalaciones del sistema por desidia de los usuarios y falta de control de sus aparatos sanitarios con desperfectos, etc.

El presente Proyecto de Grado, basa la capacidad del almacenamiento de regulación en un porcentaje del volumen de agua necesario para el consumo diario de la población.

Para la selección del porcentaje apropiado del volumen de agua por almacenar se ha consultado diversos textos sobre la materia en estudio.

Además, tomando en cuenta la opinión del Ingeniero Eduardo Rioney Yassuda en su artículo "Algunos aspectos fundamentales sobre Almacenamiento y Distribución de Agua en las ciudades latinoamericanas" presentado en el VIII Congreso de Ingeniería Sanitaria; hemos considerado el 25 % del consumo promedio en el día de máxima demanda para el diseño del Sistema de Abastecimiento de Regulación.

La mayoría de los textos consultados, recomiendan del 20 % al 30 % del consumo promedio diario, en el día máximo, cuando se emplean reservorios elevados, como en nuestro caso.

En el caso de la reserva de un volumen adicional para combatir incendios, el presente Proyecto de Grado lo descarta por considerado antieconómico por el tipo de abastecimiento que se ha proyectado para este sistema. Es decir, el sistema de distribución se abastece con agua del sub-suelo empleando equipos de bombeo, que en condiciones normales, se han proyectado para su funcionamiento durante 18 horas al día, con un descanso de 6 horas diarias.

Para el caso de producirse un siniestro consideramos que éste se puede combatir con el volumen de almacenamiento proyectado y bombeado directamente el agua del consumo doméstico; ahora bien, su recuperación para su estabilización, nuevamente, se lograría haciendo funcionar los equipos de bombeo las horas que duró el combate del siniestro. Vale decir, que de esta manera evitaríamos el almacenamiento innecesario de grandes volúmenes de agua sin beneficio, excepto cuando ocurriera un incendio; cosa poco frecuente.



### 3.1.2.- Volúmenes y Gastos Necesarios.-

Como ya se ha mostrado en otro acápite, el presente Proyecto de Grado, presenta dos etapas de diseño, una de Mejoramiento Inmediato y otra, en el período comprendido hasta el año 1983.

La Etapa de Mejoramiento Inmediato, presenta una población total de diseño de 70,000 habitantes. Ahora bien, en el cuadro de distribución de dotaciones y consumos totales clasificados por zonas presentado para esta primera etapa, observamos que el gasto total necesario para el Gasto Máximo Diario es de 263 lps.

Ahora bien, conocido el gasto máximo necesario presentaremos a continuación el cuadro de pozos existentes y proyectados que se emplearán para satisfacer el gasto requerido. Sabemos, antes que nada que todos los pozos considerados tienen una producción total diaria en relación con las 18 horas diarias que funcionan los equipos de bombeo empleados para su explotación, razón por la que el cuadro a presentar mostrará los gastos de producción de los pozos equivalentes a 24 horas.

#### CIUDAD DE PIURA

Pozo N° 4 (existente), con un gasto equivalente a 62 lps.

Pozo N° 6 (existente), con un gasto equivalente a 64 lps.

Pozo N° 8 (existente), con un gasto equivalente a 60 lps.

Pozo N° 9 (existente), con un gasto equivalente a 64 lps.

#### DISTRITO DE CASTILLA

Pozo N° 5 (existente), con un gasto equivalente a 60 lps.



Resumiendo, estos pozos rinden un gasto total equivalente de 310 lps. Luego, existe un excedente de 47 lps. que nos permitirá una reducción en el número de horas en el bombeo de los pozos.

A continuación presentamos el cuadro construido en base a su población servida por zonas, los reservorios proyectados en función del consumo en el máximo diario en sus respectivas áreas de influencias consideradas y el volumen estimado para cada uno de los reservorios.

Nuevamente, haremos recordar que la capacidad de almacenamiento proyectada es de 25 % del consumo promedio en el día de máxima demanda.

<u>CIUDAD DE PIURA</u>				
<u>RESERVORIO</u>	<u>POB.SERV.</u>	<u>CONSUMO EN EL DIA MAXIMO</u>		<u>VOLUMENES DE LOS RESERVORIOS EXISTENTES Y PROYECT.</u>
		<u>DOMESTICO</u>	<u>INDUST./y COMERC.</u>	
		<u>m3.</u>	<u>m3.</u>	
Buenos Aires (Pozo N° 4)	14,950 hab	4,620	2,400	1,800 m3. (Proyec)
Pachitea (Pozo N° 6)	15,000 hab	4,540	2,050	1,700 m3. (Proyec)
Urb.Piura (Pozo N° 8)	10,350 hab	2,050	-	500 m3. (Proyec)
Parque Infan. (Pozo N° 9)	17,000 hab.	5,360	620	1,500 m3. (Proyec)
<b>TOTALES :</b>	<b>57,300 hab.</b>	<b>16,570</b>	<b>5,070</b>	

<u>DISTRITO DE CASTILLA</u>				
<u>RESERVORIO</u>	<u>POB.SERV.</u>	<u>CONSUMO EN EL DIA MAXIMO</u>		<u>VOLUMENES DE LOS RESERVORIOS EXISTENTES Y PROYECT.</u>
		<u>DOMESTICO</u>	<u>INDUST.y COMERC/</u>	
		<u>m3.</u>	<u>m3.</u>	
Parque <u>Rodri</u> <u>guez.</u>	29,000 hab.	6,326	834	1,800 m3. (Proyec)

Para la etapa que comprende hasta el año 1983, hemos considerado una población de diseño redondeada a 120,000 habitantes, de acuerdo con el cuadro de distribución de dotaciones y consumos totales clasificados por zonas presentado para esta etapa observamos que el gasto total necesario para el Gasto Máximo diario es de 480 lps.

A continuación presentamos el cuadro de pozos existentes y proyectados que se utilizarán para satisfacer el gasto requerido. Cada pozo considerado se presenta con su gasto equivalente en 24 horas.

#### CIUDAD DE PIURA

Pozo N° 4 (existente), con un gasto equivalente á 62 lps.

Pozo N° 6 (existente), con un gasto equivalente á 64 lps.

Pozo N° 8 (existente), con un gasto equivalente á 60 lps.

Pozo N° 9 (existente), con un gasto equivalente á 64 lps.

Pozo N° 7 (Proyectado), con un gasto equivalente á 62 lps.

Pozo N° 10 (Proyectado), con un gasto equivalente á 67 lps.

#### DISTRITO DE CASTILLA

Pozo N° 5 (existente), con un gasto equivalente á 60 lps.

Pozo N° 16 (en construcción con un gasto equivalente á 60 lps.

El gasto total equivalente de los pozos considerados en esta etapa es de 499 lps.

De acuerdo con esta producción conjunta de 499 lps, existe un exceso de 19 lps. con relación a los 480 lps. necesarios para esta etapa, que nos permitirá una reducción en el número de horas de funcio

namiento de los equipos de bombeo de los pozos.

En base a estos datos presentamos a continuación el cuadro de reservorios proyectados en función del consumo máximo diario, de acuerdo a la población servida por zonas con sus respectivas áreas de influencia considerados y el volumen estimado de cada uno basado en el 25 % del consumo promedio en el día de máxima demanda.

<u>CIUDAD DE PIURA</u>				
RESERVORIO	POB.SERV. hab.	CONSUMO EN EL DIA MAXIMO		VOLUMENES DE LOS RESERVORIOS EXIS- TENTES Y PROYECT.
		DOMESTICO m3.	INDUST. y COMERC. m3.	
Buenos Aires (Pozo N° 4)	22,000	5,700	1,200	1,800 m3. (Proyec. en la la.Etapa)
Pachitea (Pozo N° 6)	20,000	5,600	1,000	1,700 m3. (Proyec. en la la. Etapa)
Zona Indus. (Pozo N° 7)	13,000	3,700	4,800	2,150 m3.(Proyec)
Urb. Piura (Pozo N° 8)	16,000	3,400	100	500 m3.(Exist.)
Parque Infan. (Pozo N° 9)	15,000	5,800	700	1,500 m3.(Exist.)
<u>TOTALES :</u>	<u>86,000</u>	<u>24,200</u>	<u>7,800</u>	<u>7,650</u>
<u>DISTRITO DE CASTILLA</u>				
Parque Rodriguez	22,580	5,023	1,072	1,800 m3.(Proyec. en la la. Etapa)
Av. Grau	10,060	2,400	463	750m3.(Proyec)
Urb. San Bernardo	1,360	326	198	150 m3.(Proyec).
TOTALES	34,000	7,749	1,733	2,700 m3.

### 3.1.3.- Disposición y Ubicación de los Reservorios de Almacenamiento y Regulación.-

Teóricamente, los reservorios de distribución deben ser colocados centralmente y lo más cerca posible a sus áreas de servicio y, también, procurar su ubicación cerca de las zonas que presentan los mayores consumos y preferentemente en el extremo ó lado opuesto al equipo de bombeo. También, es de importancia disponer zonas libres, como áreas verdes y parques, para la ubicación de los reservorios de regulación.

El aspecto estético es de importancia, también, por ser un elemento de servicio público elemental.

Todos estos puntos no pueden ser satisfechos plenamente en todos los sistemas proyectados. Esto se debe a una serie de factores imprevisibles que nos obliga a acomodarnos al medio que disponemos.

En el presente proyecto de grado, hemos proyectado cada reservorio con su respectiva área de influencia y en base a ésta se ha ubicado los reservorios respectivos. Existe otro inconveniente en nuestro estudio y éste consiste en que la ciudad de Piura se encuentra en terreno relativamente plano por lo que es preferible la construcción de reservorios elevados para nuestro proyecto. Ahora bien, cuanto más alto es el terreno en el que se va ubicar el reservorio elevado, tanto menor será la altura necesaria para la estructuras por lo que lograríamos una ventaja de orden económico.

Como expresamos líneas arriba, nuestro diseño sólo considera reservorios elevados y que se han distribuido en forma tal que sirven a zonas previamente determinadas, éstas se han escogido adyacentes a los pozos de captación que los alimentan.

Tal como veremos, la disposición de los reservorios elevados proyectados y presentados en planos aparte en escala 1: 10,000, se han ceñido a los conceptos discutidos en el párrafo anterior, tratando de lograr un diseño económico y técnicamente bien proyectado.

#### 3.1.4.- Características de los Reservorios de Almacenamiento Proyectados.-

Tal como hemos planteado el acápite anterior teóricamente es más económico ubicar el almacenamiento en el extremo opuesto del pozo de captación, es decir, diseñar la red de distribución entre el pozo y el reservorio.

El presente Proyecto de Grado, no ha recurrido a esta teoría porque se han distribuido los reservorios de almacenamiento con sus respectivas áreas de influencia, por lo que se han proyectado los reservorios elevados en las zonas adyacentes a los pozos de captación que los alimentan.

Con relación a sus características de trabajo, se han tenido en cuenta dos casos :

- (a) Reservorios de cabecera (con "by pass"), con una sola tubería de entrada y de salida (de servicio).
- (b) Reservorio de cabecera al costado del pozo de captación con do

ble tubería, una de entrada y otra de salida ó de servicio.

Ahora bien, en el primer caso se ha diseñado un sistema de by-pass por medio de un juego de válvulas con la finalidad de interrumpir el servicio a la población, cuando sea necesario, y llenar el reservorio. También, sucede que cuando todas las válvulas están abiertas el reservorio funciona como flotante. Es así como se almacena el agua en las horas de mínimo consumo y se abastece a la población en las horas de máximo consumo por medio de los caudales que proviene de la fuente de producción y del reservorio flotante.

Cuando el reservorio es de cabecera (caso b), las tuberías de salida ó de servicio, conducirán, necesariamente el Gasto Máximo Horario; esto da lugar a un aumento en su respectivo diámetro.

Al proyectar los reservorios dentro de las zonas que sirven las tuberías de aducción no sufre un sobre dimensionamiento ya que pasa a formar parte de la Red de Distribución. Luego distribuye los caudales, considerados a través de los circuitos laterales a la salida de los reservorios de equilibrio y de almacenamiento.

En lo que se relaciona a la presión de servicio, ésta se proporcionará en función de la altura de los reservorios proyectados.

El diseño de los reservorios elevados, en el presente Proyecto de Grado, se basa en la obtención de las presiones más ó menos uniformes, con tal fin se ha efectuado una distribución apropiada de los reservorios. Ahora bien, nuestro diseño considera presi

nes máximas y mínimas dentro de los límites permisibles, por lo que se ha previsto las máximas presiones que se presenten a las horas de máximo consumo. Aseveramos que los reservorios proyectados tendrán una altura tal que las presiones que se presentan en cualquier punto de la Red de Distribución, se encuentren dentro de los límites aceptables.

La mayoría de los textos recomiendan presiones comprendidas entre los 25 y 42 psi. ó sea entre 17 y 30 mts. Nuestro diseño trata de equilibrar una presión uniforme de 20 a 30 mts. como veremos oportunamente. La presión máxima recomendada, en las horas de mínimo consumo es de 70 psi. ó sea 49 mts.

Finalmente, afirmaremos que la experiencia nos enseña que un servicio diseñado con presiones mínimas funcionará mal y, también será deficiente si las presiones de servicio son excesivamente altas.

En lo que se refiere a las características estructurales, estas se detallarán con precisión en la parte correspondiente a las especificaciones técnicas de construcción.

### 3.2.- RED DE DISTRIBUCION :

El conjunto de tuberías que conduce el agua a los puntos de consumo <sup>/que</sup> proviene de la fuente de abastecimiento es denominado Red de Distribución. Ahora bien, la disposición de las avenidas y calles, la topografía de la ciudad, la ubicación de los elementos de almacenamiento y distribución, determinan el tipo de conformación de la Red de Dis



tribución por diseñar.

El diseño de la Red de Distribución del presente Proyecto de Grado, se basa en valores ó cifras que se han fijado de acuerdo con las zonas en que se ha dividido la ciudad y sus respectivas dotaciones aseguradas de acuerdo con el consumo estimado.

### 3.2.1.- Capacidad de Diseño de la Red de Distribución Proyectada.-

La capacidad de diseño de una Red de Distribución se basa fundamentalmente en entregar al servicio en el instante que sea requerido el caudal necesario para combatir cualquier siniestro, lo mismo que, simultáneamente satisfacer las demandas del consumo doméstico, comercial e industrial y los consumos considerados en todo sistema, con toda normalidad y sin ninguna deficiencia. Esta capacidad de servicio no va a ser expresada solo en términos de caudal ó gasto a la que el agua va a servir el sistema, la presión de servicio es igualmente de fundamental importancia.

De acuerdo con las recomendaciones de los textos, la capacidad ideal de diseño sería el cálculo de la Red de Distribución basado en la máxima demanda de consumo más el caudal calculado para combatir incendios. Pero esto nunca se realiza por que además de resultar antieconómico es muy improbable que la producción de un incendio con el máximo consumo horario y, también, como el diseño de un sistema de distribución se efectúa con miras futuras para poblaciones previstas, el dimensionamiento considerado es mayor del necesario al inicio de su funcionamiento y para las poblaciones existentes en esa época.



El presente Proyecto de Grado, determina la capacidad de diseño en el consumo máximo horario ó Máximo Maximorum.

Generalmente, para la elección del gasto de diseño de la Red de Distribución se recurre a la comparación entre el Gasto máximo diario más la demanda estimada contra incendio y el gasto máximo horario ó "Máximo Maximorum". En nuestro caso este último es el mayor.

Como hemos expresado líneas arriba, la presión de servicio en todos los puntos del sistema es el factor determinante en el diseño de la Red de Distribución y, la consecuencia, de su capacidad.

En el caso específico, del presente Proyecto de Grado, se ha seguido un proceso de estudio del estado en que se encontraba funcionando el sistema. En base a estos datos se ha procedido al diseño de las nuevas tuberías consideradas para satisfacer nuestras condiciones. Para el efecto se siguieron los siguientes pasos :

- 1° Replanteo total de la Red de Distribución en funcionamiento hasta el año 1963. Este replanteo total en el plano topográfico de la ciudad (actualizado) comprendió la ubicación de los reservorios existentes, válvulas, grifos y todos los accesorios complementarios de la red estudiada.
- 2° En función de las curvas de nivel, se determinó la presión de servicio de la red en funcionamiento, en los puntos más críticos (altos).

3° Se hizo un estudio para la determinación de los actuales valores (año 1963) de los coeficientes de rugosidad de los tramos de tubería instalados en años anteriores (los tramos más antiguos). Los resultados de estos valores los presentamos en la primera parte del presente Proyecto de Grado, al describir la situación actual del sistema en general.

Como hemos indicado líneas arriba la capacidad de diseño de la red, se ha basado en el gasto máximo horario ó sea 528 psi. para la etapa de mejoramiento inmediata y 920 lps. en la etapa comprendida hasta el año 1983.

Ahora bien, el diseño de la red de distribución de la ciudad de Piura se ha efectuado separado del Distrito de Castilla.

Explicaremos que para la etapa de Mejoramiento Inmediato, se ha proyectado el dimensionamiento de las redes Matrices consideradas sólo para la ciudad de Piura y en el caso de Castilla se ha proyectado la red de distribución de frente hasta el año 1983, ó sea la etapa de nuestro Proyecto de Grado comprendida hasta ese año. Se ha adoptado esta política por que el Sistema de Castilla solo tiene una matriz principal de 10" a lo largo de la Av. Progreso y, otra en proceso de instalación por el Plan Norte y Nor-Oriente de 8" por el Jr. Cuzco y 10" hasta el pozo en construcción (N° 16).

Resumiendo, tenemos que para satisfacer la demanda de la ciudad

dad de Piura, en la Etapa de Mejoramiento Inmediato, se empleara la producción de agua de los pozos N° 4, N° 6, N° 8, y N° 9.

Para satisfacer la demanda del Distrito de Castilla, en la Etapa comprendida hasta el año 1983, se empleara la producción de los pozos N° 5 y N° 16.

Finalmente, para la demanda necesaria en la ciudad de Piura, en la etapa comprendida hasta el año 1983, se empleara la producción de los pozos N° 4, N° 6, N° 8, N° 9, N° 7, y N° 10.

En los planos del dimensionamiento de las Redes Matrices que presentamos en escala 1:20,000, se muestran los caudales, reservorios y pozos considerados para cada etapa y cada ciudad. También se presentan las presiones en metros de agua en las horas de máximo consumo.

### 3.2.2. Sistema Arterial.-

La forma como se han expuesto las tuberías troncales ó tuberías matrices determina la denominación con que se clasifica a los sistemas de Distribución de Agua Potable.

Generalmente son clasificados, por su constitución, en : Sistemas circulares, Sistemas ramificados ó espina de pescado y Sistema tipo parrilla ó arterial.

Tal como su nombre lo indican, cada sistema recibe su denominación respectiva de acuerdo a su disposición, es decir, circular si de esta forma se han dispuesto sus tuberías. El sistema tipo rami

ficado, esta constituido por tuberías ramificadas que dependen de una tubería matriz y el sistema arterial ;óde parrilla, cuyas tuberías estan dispuestas tal como su nombre lo indica.

Gran número de sistemas, casi todos, presentan una combinación de estas clasificaciones, pero podemos afirmar que el sistema tipo - parrilla ó arterial es el más común; particularmente en ciudades metropolitanas.

En el caso específico de la ciudad de Piura y Castilla, estas presentan hasta el año 1963, una disposición del tipo ramificado, es decir tuberías troncales con ramales complementarios. Esto se ha debido a que se han proyectado las matrices principales de acuerdo a las necesidades que se presentaban en un instante dado, vale decir, sin un estudio completo y bien estructurado.

El presente Proyecto de Grado, basa el diseño final de las dos etapas en que se ha dividido, el mismo, en la disposición de las tuberías matrices en forma de parrilla ó sea el sistema arterial, ya que la forma física de la ciudad es decir, el tipo de disposición de sus avenidas y calles " Tipo Damero" hace posible este tipo de constitución de la Red de Distribución.

Ahora bien, el sistema arterial, en las redes, presenta la gentaja de evitar puntos muertos ó de estancamiento que podría producir el asentamiento de alguna impureza ó elemento que pueda tener el agua. Este tipo de disposición presenta circuitos primarios - constituidos por anillos cerrados, esto da lugar a una constante

y perenne circulación del agua a través de toda la red.

Otra ventaja importante que presenta el sistema arterial ó de pa-  
rrilla es que en caso de existir algún desperfecto en un tramo, es  
te se puede reparar aislando el tramo sin causar problemas de inte-  
rrupción del sistema en zonas de influencia considerables. Esto se  
logra por medio de una ubicación conveniente de las válvulas con  
el objeto de aislar el tramo más pequeño en caso de reparación.

### 3.2.3.- Características de la Red de Distribución.-

Una de las características principales de la Red de Distribu-  
ción existente (Año 1963) es la forma desordenada como se ha cons-  
truido, es decir, sin seguir un estudio y planeamiento apropiado.

El problema fundamental ha sido la solución del mal funciona-  
miento del servicio por medio del tendido de tuberías matrices pa-  
ra el abastecimiento de agua del momento sin considerar la deman-  
da futura con el crecimiento de la ciudad. Esto ha dado lugar a  
que las presiones de servicio en el actual sistema en funcionamien-  
to sean inferiores a los 10 mts., por lo que su deficiencia es no-  
toria. Ahora bien, el presente Proyecto de Grado, trata de estan-  
darizar las presiones de servicio en los puntos de salida de las  
tuberías troncales ó primarias entre los 20 y 30 mts., que son los  
recomendables.

A continuación presentamos los factores físicos de la ciudad de  
Piura y el Distrito de Castilla que determinan las características  
del actual sistema de Agua Potable en estudio.

1.- Topografía Plana de la Ciudad.- Tal como se observa en los planos, de la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla, la topografía de estas dos ciudades es bastante plana, varía dentro del perímetro urbano entre las cotas 26 y 35 mts.

Basados en estas características topograficas, se ha dividido la ciudad de Piura y el Distrito de Castilla en una serie de zonas servidas cada una por su reservorio elevado y su pozo de captación respectivo. Ahora bien, los circuitos principales y las redes de relleno se encuentran interconectados.

2.- Presencia de dos Ciudades separadas por el Río Piura.- Al tenerse dos ciudades separadas por el Río Piura, se han proyectado dos sistemas separados, cada uno con solución propia. Solo se ha contemplado la existencia de una tubería de 8" que conecta los dos servicios. La válvula de 8" de esta tubería permanece cerrada en circunstancias normales.

3.- Red de Distribución y Reservorio Existente.- Sin ser este un factor físico de la ciudad en estudio, ha determinado una de las características en el diseño de la Red de Distribución del presente proyecto de Grado. Afirmamos esto por que se ha considerado el aprovechamiento de los tramos de tubería en buen estado de la red existente, y se ha descartado los tramos en malas condiciones, ya sea por la tuberculización de sus tuberias ó por tener un diámetro menor que el requerido.

También, se ha contemplado, para el diseño del presente Pro-

yecto de Grado, la existencia de varias Urbanizaciones con servicios propios de agua y otros, sin servicio propio, conexas al servicio público de Piura y Castilla. Tenemos los siguientes casos :

Ciudad de Piura.- Urbanización San Eduardo, con servicio propio de agua y desagüe, Urbanización Zona Industrial Piura, sin servicio propio, por lo que se ha considerado en nuestro proyecto.

Distrito de Castilla.- Urbanización Miraflores, con servicio propio de agua potable proyectado, Urbanización San Bernardo ( Vega de Bejucal ) considerada en nuestro diseño.

#### 3.2.4.- COMPUTO HIDRAULICO.-

La Red de Distribución del presente Proyecto de Grado, se ha diseñado en base a una depresión de circuitos cerrados de las tuberías matrices. Esta depresión es conocida como de sistema de Parrilla ó Arterial. se ha adoptado este criterio porque la experiencia demuestra que la red trabaja con mayor eficiencia con circuitos cerrados.

También observamos que para el diseño final considerado de las tuberías matrices se han considerado las tuberías existentes factibles de ser empleadas en nuestro proyecto.

Para el cálculo definitivo, se ha definido el trazo de las tuberías matrices y se ha estimado el gasto correspondiente a cada tramo en función del área servida, densidad respectiva y dotación asignada. En base a estos valores y considerando el gasto máximo horario ó máximo maximorum se ha aplicado el Método de HARDY CROSS, que es el más



aplicado para el cálculo de las redes de distribución de agua potable.

El método HARDY CROSS ó de aproximaciones sucesivas se basa en lo siguiente : "Conocidos los puntos de entrada y salida así como sus respectivos gastos fijos, en una red de distribución, se asumen los gastos de tanteo que circulan por las tuberías, gastos que se corrigen - por aproximaciones sucesivas hasta obtener el equilibrio de las pérdidas de carga. Las aproximaciones se llevan hasta un límite práctico, es decir, hasta que el equilibrio en las pérdidas de carga no sea significativo para el diseño final.

En el presente Proyecto de Grado, estimamos los diámetros de las tuberías de la red que constituyen los distintos circuitos primarios considerados. Luego se han determinado los diámetros equivalentes, y se han verificado las presiones mínimas en los puntos críticos (altos) En el caso de que las presiones resultaban altas, se reducían los diámetros. Generalmente se ha tratado de trabajar con presiones de 15 a 30 mts. en las horas de máximo consumo.

Ahora bien, conocidos los diámetros, longitudes, coeficientes de rugosidad y los gastos estimados de cada tramo ó lado del circuito considerado, se ha realizado el balance de cargas, corrigiendo sucesivamente los citados gastos con la fórmula que en su expresión general es, la siguiente :

$$\text{Corrección de gasto} = \frac{\text{Suma algebraica de pérdidas de carga}}{\text{Suma de las pérdidas divididas de la ecuación de la pérdida de carga.}}$$

Nosotros representaremos esta fórmula por la siguiente ecuación :



$$AQ = \frac{-\sum h}{\frac{n \sum h}{Q}}$$

Para hallar las pérdidas de carga se ha empleado el abaco de flujos de agua basado en la fórmula de HAZEN - WILLIAMS donde  $n = 1.85$

Para la solución de los distintos circuitos primarios considerados en nuestro diseño hemos recurrido al abaco simplificado de O'CONNOR, que nos proporciona directamente el valor de  $\frac{1.85 h}{Q}$  basado en las longitudes equivalentes de las tuberías de distinto diámetro de 8". Este método simplifica operaciones de cálculo.

Al final de esta parte presentamos los resultados obtenidos de los cálculos efectuados por el método de HARDY CROSS con la simplificación de O'CONNOR.

También presentamos los planos de dimensionamiento de las Redes Matrices para las distintas etapas consideradas, lo mismo que los gastos ó caudales por tramos y las presiones (en metros) para la hora de máximo consumo. Estos planos se presentan en escala 1:20,000

### 3.2.5.- SISTEMA DE DISTRIBUCION RECOMENDADO.-

En base a todo lo expuesto anteriormente y de acuerdo con la clasificación hecha, de los sistemas de distribución, en base a la forma como están dispuestas sus tuberías, recomendamos el sistema tipo arterial ó de parrilla.

En este sistema al no existir puntos muertos por no tener ramales libres, el agua circula continuamente en toda la red y no se produce ningún tipo de estancamiento que puede dar lugar al asentamiento de algún elemento ó sedimento en las tuberías.

Otra de sus ventajas consiste en que <sup>/en</sup> el caso de algún desperfecto en una tubería troncal, no hay gran interrupción del servicio ya que los consumidores se pueden abastecer através de otras tuberías principales.

En lo que se relaciona a las presiones de servicio del sistema proyectado, se ha tratado de estandarizarlas entre los 15 y 30 mts. de presión para las horas de máximo consumo. En el caso de edificios mayores de tres pisos se recomienda la instalación de un tanque elevado y su equipo de bombeo para satisfacer las propias demandas.

Con relación a la ubicación de las válvulas de compuerta, tan necesarias en toda la red de distribución para efectuar la regulación y de reparación de algún desperfecto que se presentará en la misma, se ha tratado de seguir las formas generales recomendadas para sistemas de este tipo. Estos recomiendan la colocación de válvulas en todos los tramos de las tuberías matrices y en las tuberías donde se han ubicado los grifos correspondientes. Generalmente, no se acostumbra colocar más de tres válvulas en los tramos unidos por una cruz, ni más de dos válvulas en los tramos entrelazados por una tee. En el caso de existir el problema de ubicación, la válvula se ha ubicado en la tubería de menor diámetro de dos tramos unidos por una cruz ó una ree. En ningún caso, se ha dejado de considerar la ubicación de válvulas para tramos mayores de 300 mts.

Con respecto a la ubicación de los grifos contra incendio, el espaciamento <sup>/que</sup> se ha considerado está relacionado con el área de servicio de cada uno de ellos. El procedimiento seguido en la colocación de grifos contra incendio es el del trazo de un círculo con un radio igual a la longitud de manguera asumida por grifo. Este se considera el centro

del círculo trazado. Como elemento para combatir incendios se ha con  
siderado grifos tipo poste con dos bocas de salida y con un gasto cada  
una de 12.5 lps. ó sea 25 lps. por grifo.

Finalmente haremos la salvedad de que las redes de relleno estan  
constituidas por tuberías de 4", 6" y 8" de diámetro.

Concluyendo, afirmaremos que las tuberías proyectadas se hab con  
siderado de Asbesto-Cemento (Eternit), CLASE 105 y C = 140, tipo Mazza.  
Logicamente, también se ha contemplado la utilización de la tubería de  
fierro fundido instalada por el Plan Norte y Nor-Oriente, con las si-  
guientes características : CLASE 105 psi. y C = 100, lo mismo que la  
tubería existente que se halla encontrado en buenas condiciones de traba  
bajo.

Ahora, bien, como complemento de todo lo expuesto presentamos -  
los planos de todas las tuberías existentes y proyectadas, incluyendo  
las de relleno, en escala 1:10,000. También presentamos un esquema  
de todo el sistema completo, incluyendo ubicación de válvulas, grifo  
contra incendios y todos los accesorios empleados de acuerdo con las  
exigencias que presenta el diseño final.

----- O -----

CUARTA PARTE

ESPECIFICACIONES TECNICAS :

Se denomina así al conjunto de caracteres que se necesitan para fabricar, adquirir y proyectar un equipo. También, se considera el conjunto de exigencias para que una obra sea bien ejecutada desde el punto de vista económico.

1.- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.-

1.1. Especificaciones generales para la tubería de presión de Asbesto-Cemento (Eternit) y de Fierro Fundido.

1.1.1. Diámetro.-

Las tuberías de presión se solicitará a los fabricantes en pulgadas, de diámetro nominal interior, de acuerdo con los tamaños requeridos por el proyecto presentado.

1.1.2. Clase.-

Las tuberías proyectadas corresponden a la CLASE 105. Estas presentarán las siguientes características :

Presión de trabajo	:	105 lb/pulg <sup>2</sup>
Presión de prueba (en fábrica)	:	260 lb/pulg <sup>2</sup>
Presión de prueba (en zanja (	:	160 lb/pulg <sup>2</sup>

1.1.3. Longitud.-

La longitud de cada tubo será de 3.00 mts. y/o 4.00 mts., en el caso de los de Asbesto-Cemento. En el caso de los tubos de fie

rro fundido, las piezas serán de 3.60 y/o 4.80 mts. cada una.  
La tolerancia permisible será de 25 milímetros.

**1.1.4. Juntas.-**

Las uniones de los tubos serán acopladas del tipo espiga y cam  
pana, a base de anillos de jebe, para la tubería Eternit. En  
la tubería de fierro fundido las uniones serán del tipo de pren  
sa estopa. También, existe un tipo de unión a base de anillos  
de jebe, de patente francesa, que puede ser empleada.

Para el caso de las uniones por medio de anillos de jebe, éstos  
se fabrican de un compuesto de caucho natural, moldeado y con  
venientemente vulcanizado, libre de porosidad, fallar y corta  
duras.

**1.1.5. Prueba de la Presión Interna.-**

Todos los tubos serán sometidos en el taller de la fábrica a  
una presión interna igual a 2.5 veces la presión de trabajo que  
se especifica. Al efectuar, esta prueba no se deben presentar  
signos de rotura, pérdida o exudaciones.

**1.1.6. Resistencia a la Flexión.-**

El 1 % de los tubos serán probados a la rotura por flexión, de  
biendo soportar una tensión de 160 kg/pm<sup>2</sup>. aplicada progresiva  
mente sin mostrar alteración de ninguna clase.

**1.1.7. Prueba a la Presión Externa.-**

Los tubos, deberán soportar una carga por metro lineal de 2,200

kgs. para diámetros de 8" y de 2,400 kgs. para los mayores de 10" sin acusar deformación permanente ni fisuras.

1.1.8. Prueba a la Rotura por Presión Interna.-

La tubería será sometida a una presión igual a 4 veces la presión de servicio, la que deberá ser alcanzada gradualmente, sin experimentar pérdida ni exudaciones; llevándose luego la presión hasta la rotura, únicamente como vía de información.

1.1.9. Inspección.-

En el taller del fabricante se llevarán a cabo todas las pruebas e inspección de la tubería solicitada, en presencia del representante de la entidad encargada de la ejecución de la obra.

2.- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION :

2.1. Especificaciones Generales para la Perforación de Pozos Tubulares.-

2.1.1. Generalidades.-

La ciudad de Piura presenta un sub-suelo con acuíferos salinos en los niveles superiores y que disminuyen su contenido de cloruros en los niveles más profundos.

El objeto de estas especificaciones, para la perforación de los pozos, es la explotación de las napas de agua dulce, en cantidad y potencia necesarias que permiten extraer el caudal de agua requerido.

Por el tipo de sub-suelo de la ciudad de Piura se deduce que la contaminación salina de los pozos construidos hasta la fecha

cha (1963) se ha debido a la mala técnica en las perforaciones ó por deficiencias en la protección de los mismos.

Luego, se trata de dar las pautas para evitar los errores de las perforaciones anteriores.

#### 2.1.2. Perforación, Sondaje, Ensanche y Habilitación del Pozo.-

La primera etapa de la perforación requiere un diámetro de 21" hasta llegar a un nivel situado a 4.00 mts. por debajo del borde inferior del acuífero salino más profundo, que según lo observado se encuentra a 85.00 mts. aproximadamente. Por lo expuesto, la profundidad será de 90.00 mts. más ó menos. La profundidad exacta dependerá exclusivamente de terminar de perforar esta primera etapa dentro de un estrato impermeable.

Durante la primera etapa, a criterio del Ingeniero Inspector, se podrá exigir pruebas parciales de verticalidad de las alturas perforadas.

Después de terminada la primera etapa de perforación se procederá al sellado del pozo.

La etapa de exploración ó segunda etapa consiste en la continuación de la perforación en el eje del pozo, de un tramo de 25 mts. con un diámetro de 8". El objeto es la búsqueda de napas dulces.

Después de identificar las napas dulces se seguirán los siguientes criterios :

- a) Si todas las napas encontradas son dulces, se ejecutará la habilitación del pozo.
- b) Si existieran napas salobres y dulces se hará un ensanche hasta llegar al diámetro del tubo forro interior de la primera impermeabilización. El ensanche se ejecutará en la longitud correspondiente a la altura comprendida entre el fondo de la primera etapa y 4.00 mts. por debajo del acuífero salino inferior encontrado en la segunda etapa, cuidándose que el fondo de ensanche descansa nuevamente en un estrato impermeable. Si no se puede llegar a los 4.00 mts. recomendados, dentro de un estrato impermeable, por debajo del borde inferior del último acuífero salino, se podrá reducir a 2.00 mts. a criterio del Ingeniero Inspector. Luego, se procederá al sellado y habilitación del pozo.

Para el sellado de la segunda etapa se colocará un tubo forro de un diámetro de 3" menor que el tubo forro interior de la impermeabilización anterior. Se impermeabilizará el espacio anular comprendido entre el terreno perforado y este último forro con lechada de cemento que puede ser introducida por una manguera desde el exterior.

El traslape de estos dos tubos forros debe ser por lo menos de 2.00 mts. y puede en casos extremos, considerarse hasta la boca del pozo.



La habilitación del pozo comprenderá la perforación del lado, de una profundidad adicional hasta atravesar los estratos acuíferos dulces que tengan la potencia necesaria que asegure el gasto asignado.

se  
es

### 2.1.3. Obtención de Muestras y Registros de Control.-

La perforación de la primera y segunda etapa estará acompañada de la obtención simultánea de muestras de material de los diversos estratos que se atraviesan, anotándose las cotas correspondientes a las caras superior e inferior que limitan las napas.

Se dedicará especial cuidado a la obtención, y registro de las muestras de agua que tienen cada uno de los estratos filtrantes atravesados.

Los registros de control de muestras se llevará en gráficos especiales.

La Compañía encargada de la perforación presentará un reporte del avance del trabajo, en el que se indicará la naturaleza y posición de las napas encontradas, así como los niveles y análisis de las aguas halladas durante la ejecución del pozo. El perfil estratigráfico será entregado inmediatamente después de terminada la perforación.

Se debe guardar las muestras de los estratos acuíferos clasificados. Cada muestra tendrá un pie cúbico de volumen.

Se debe determinar la salinidad y el análisis químico, en general, del agua contenida en los estratos acuíferos que se atraviesen para seleccionar los que tengan agua potable. Para este fin se puede usar uno de los siguientes métodos :

- a) Por análisis de los materiales permeables cortados por la broca durante la perforación de cada estrato.
- b) Por succión directa del agua de cada napa con un pistón móvil
- c) Por perfiles eléctricos.

Los resultados de los análisis de salinidad, expresados en ppm. se deberán anotar junto a los acuíferos correspondientes, en el plano del corte stratigráfico de la perforación.

Se debe tener especial cuidado de evitar la contaminación de los acuíferos dulces por los salinos. Para este fin se recomienda seguir los siguientes pasos :

- a) Análisis de Salinidad y características químicas de las muestras inmediatamente después de perforado un estrato acuífero.
- b) En el caso de que el estrato acuífero tuviera grado de salinidad superior a 300 ppm. ó alguna característica química que lo inutilizen como agua potable, se sellará para evitar la contaminación de los estratos inferiores.

Se debe determinar la salinidad y el análisis químico, en general, del agua contenida en los estratos acuíferos que se atraviesen para seleccionar los que tengan agua potable. Para este fin se puede usar uno de los siguientes métodos :

- a) Por análisis de los materiales permeables cortados por la broca durante la perforación de cada estrato.
- b) Por succión directa del agua de cada napa con un pistón móvil
- c) Por perfiles eléctricos.

Los resultados de los análisis de salinidad, expresados en ppm. se deberán anotar junto a los acuíferos correspondientes, en el plano del corte estratigráfico de la perforación.

Se debe tener especial cuidado de evitar la contaminación de los acuíferos dulces por los salinos. Para este fin se recomienda seguir los siguientes pasos :

- a) Análisis de Salinidad y características químicas de las muestras inmediatamente después de perforado un estrato acuífero.
- b) En el caso de que el estrato acuífero tuviera grado de salinidad superior a 300 ppm. ó alguna característica química que lo inutilizen como agua potable, se sellará para evitar la contaminación de los estratos inferiores.

c) Cuando se descarte un estrato permeable, previo su sellado, se seguirá perforando hasta llegar al estrato impermeable inmediato inferior en donde se detendrá la perforación, extrayéndose en la mejor forma posible, toda el agua que quedo dentro del pozo. En esta forma al llegar al otro estrato permeable y al analizar el agua que contiene, no se tendrá la incertidumbre en su calidad debido a que se evitó su mezcla, con agua salubre de los estratos superiores.

#### 2.1.4. Forros Tubulares.-

Los forros serán de planchas de fierro acerado de 1/4" a 3/16" de espesor volados y soldados. También, se pueden usar tubos de acero standard.

El sistema comprende la colocación de un doble forro, el exterior de perforación que servirá para el sellado y el interno de diámetro menor, que irá en la parte habilitada del pozo.

El tubo forro exterior podrá tener uno o más cambios en su diámetro a medida que se vaya profundizando.

el forro interior deberá llegar al fondo del pozo sin cambio de diámetro y llevará el colador o tubo filtro; su diámetro mínimo será de 12".

El espacio anular en cada cambio de forro deberá tener un espesor mínimo de 1 1/2" y un largo tal que garantice la impermeabilización y estabilización del sellado.

2.1.5. Prueba de Verticalidad y Alineación - Entubado y Sellado del Pozo.

Una vez comprobada la buena calidad de los estratos filtrantes a travesados en la segunda etapa o en su defecto, determinado el acuí fero salino más profundo correspondiente a esta etapa y efectuando el ensanche respectivo, se ejecutará la prueba de verticalidad del pozo. Luego, se entubará el pozo ensanchado con el forro co rrespondiente a la primera etapa. El apartamiento respecto a la verticalidad, del eje de la perforación no debe ser mayor de los  $\frac{2}{3}$  del diámetro más pequeño de la perforación, considerando a tal efecto profundidades sucesivas de 30 metros.

El forro centrado en el cilindro perforado, se cementará con lecha da de cemento puro, de 15 a 16 lbs. por galón, inyectada por el fondo del tubo para rellenar el anillo formado entre el tubo y las paredes del cilindro. Se dejará en el fondo del forro un re lleno no menor de 3.00 metros.

La operación de cementación se hará sin interrupciones, debiendo se prever pérdidas del orden de tres veces el volumen teórico.

El material que se empleará en el sellado será de preferencia ce mento aluminoso o cemento especial no atacable por los sulfatos o supercementos.

Después de 48 horas de concluida la cementación se probará si las napas salobres están debidamente aisladas en relación con el inte rior del pozo. Para esto se elevará la presión en el interior del

tubo hasta 200 psi. y se cerrará la válvula para aislar la presión dentro del tubo forro. Si la presión observada en el manómetro de control permanece estacionaria durante un tiempo mínimo de 10 minutos el aislamiento es correcto. Si la presión baja, es prueba de que hay fugas en la tubería cementada, en cuyo caso se procederá a ubicarlas y eliminarlas por medio de una inyección de cemento a presión.

No se deben realizar operaciones de perforación dentro de las 72 horas siguientes al sellado.

#### 2.1.6. Tubo de Filtro o Colador.-

Después del sellado del pozo se perforará el relleno de cemento que se dejó en el interior del tubo forro, se continuará la perforación a través de los acuíferos dulces con un diámetro casi igual al del forro exterior para la habilitación del pozo.

En esta nueva perforación, se colocará tubería de 15" de diámetro desde el fondo de la perforación hasta 2.00 metros por encima del borde inferior de la tubería cementada anteriormente. Esta tubería tendrá secciones ranuradas frente a cada acuífero dulce. El número de ranuras será de 40, por metro lineal de tubería. La abertura de cada una de ellas será de 1/4" y su largo de 2". Las secciones ranuradas se recubrirán exteriormente con alambre galvanizado de 1/8" para impedir en lo posible el ingreso de arena al interior del pozo.

Las características del tubo de filtro o colador se determinarán después de haberse analizado y estudiado las muestras obtenidas de los estratos filtrantes, a fin de ejecutar las renuras o acondicionar determinado tipo de tubo filtro. El análisis de la granulometría deberá ser minucioso para fijar con exactitud las características del colador, del cual depende en gran parte el éxito del pozo.

Para la determinación de la granulometría de la gravilla y las características del tubo de filtro o colador se deben analizar muestras de los materiales de los estratos filtrantes que se van a captar.

#### 2.1.7. Desarrollo del Pozo.-

Se bombeará hasta formar una caverna bajo el tubo mayor para arrastrar la arena no consolidada con el agua bombeada. Después se vertirá la grava seleccionada en el espacio anular entre los dos forros y se seguirá bombeando regulando la velocidad de entrada del agua con el gasto que quiera obtener y la mínima cantidad de arrastre de arena.

La grava a emplearse será seleccionada de modo que la arena de la napa acuífera no penetre dentro de los vacíos de ellas haciéndola impermeable. La grava debe tener una graduación conveniente, determinada por la abertura del colador (ranuras del tubo de filtro) y la granulometría del material filtrante.

Un buen método de consolidar un pozo es usar una especie de

émbolo preparado con tacos de madera y arandelas de jebe, del diámetro del forro, ubicándolo más o menos 15 pies debajo del nivel estático del agua; el émbolo se someterá al movimiento de la máquina perforadora la que producirá un movimiento de impulsión y succión alternada en el material acuífero, ocasionando el "acomodo" de dicho material. La impulsión debe ser menor que la succión y esto se logra colocando en el émbolo una válvula de retención pequeña. Los movimientos aumentarán en intensidad progresivamente. La combinación de esta operación con el bombeo preparatorio da excelentes resultados. El émbolo se prepara por medio de la "cuchara" de arena cerrada, rellena con piedras y con una soga amarrada en su exterior. Después de esta prueba se limpiará el pozo de la arena extraída del estrato.

#### 2.1.8. Mediciones de Niveles y de Gastos.-

Para la medición de niveles se empleará:

- a) Método del Aire comprimido através de una tubería de 1/4" 3  
3/8" de diámetro.
- b) Sonda eléctrica.

Cuando se efectúe el bombeo preparatorio, en el que se requiere incrementos sucesivos del gasto de prueba del pozo, se empleará un vertedero de más o menos 50 á 60 cms. de cresta provisto de una regla graduada directamente en caudales para poder hacer una lectura en cualquier momento. La tubería de descarga de la bomba tendrá una válvula de compuerta.



También, se puede emplear el método del tubo de Pitot o de la regla graduada en el "chorro" de agua.

#### 2.1.9. Prueba de bombeo.-

Una vez terminado y limpio el pozo, se hará la prueba de bombeo. El constructor instalará el equipo de prueba.

La capacidad de la bomba de prueba será 50% mayor que la necesaria para dar el caudal de explotación previsto para el pozo. La colocación de la bomba dentro del pozo deberá ser tal que se garantice un amplio rendimiento de acuerdo a las posibilidades de la napa acuífera.

El constructor proporcionará el vertedero donde se efectuarán las mediciones de los gastos.

Se debe medir y anotar el nivel estático y profundidad del pozo antes de empezar la prueba.

La duración de la prueba será entre 24 y 72 horas. El bombeo será continuado, debiéndose comprobar los diferentes niveles dinámicos del agua correspondientes a los respectivos gastos.

El nivel estacionario del agua (nivel dinámico) por razón del máximo bombeo deberá quedar por lo menos 1.50 metros sobre la canastilla de la bomba.

Se descargará de modo que se obtenga por lo menos cinco datos de gastos uniformes que correspondan a su respectivo nivel dinámico estacionario.

Se debe dibujar el gráfico respectivo para apreciarse el máximo rendimiento del pozo.

## 2.2.- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE RESERVORIOS ELEVADOS.-

### 2.2.1. Vaciado de la Cuba.-

El vaciado de concreto para la cuba, en la parte correspondiente a las vigas y bóvedas de fondo, pared, tronco cónica y anillo inferior será obligatorio se efectúe en forma continua en una sola operación corrida. Del mismo modo, la pared cilíndrica y el anillo superior, se vaciará obligatoriamente en forma continua en una sola operación corrida.

Por lo tanto, el Contratista deberá disponer de los elementos de encofrados, materiales, equipo y personal, así como Sistema de alumbrado, de tal manera que el trabajo se desarrolle en forma ininterrumpida mientras dure el vaciado de los referidos elementos de la estructura.

El Contratista dispondrá la ejecución de una junta impermeable de construcción para la unión entre la pared cilíndrica y el fondo de la cuba.

### 2.2.2. Encofrados.-

Los encofrados deberán ser indeformables al peso y resistentes al vibrado. Serán herméticos para lo cual las juntas deberán ser calafateadas. Se ejecutarán de manera que se cumplan en to-

das sus partes los planos estructurales. El Constructor deberá someter a la aprobación del Ingeniero Inspector, los planos de las formas y principalmente los relativos a la cuba.

Será obligatorio el encofrado total de las siguientes partes en que se divide la estructura para los efectos del vaciado en una sola operación.

- a) Solado y vigas de cimentación.
- b) Primer cuerpo de columnas y vigas del castillo de Sustentación y tubo central.
- c) Segundo cuerpo de columnas y vigas del Castillo de Sustentación y tubo central.
- d) Tercer y cuarto cuerpo de columnas y vigas de castillo de Sustentación y tubo central.
- e) Vigas, pared, tronco cónica, bóvedas de fondo y anillo inferior de la cuba.
- f) Pared cilíndrica y anillo superior de la cuba.
- g) Bóveda de cubierta.
- h) Linterna.

#### 2.2.3. Empalme de las barras.-

Los empalmes de las barras que constituyen la armadura, no deben ser inferiores a 60 diámetros.

#### 2.2.4. Desencofrados.-

Los tiempos mínimos de desencofrado serán:

Costados de vigas y columnas	:	3 días
Fondos de las vigas de arriostramiento	:	15 días
Fondos de las vigas del tanque	:	21 días
Bóvedas del fondo del tanque	:	14 días
Bóvedas de cubierta	:	21 días

Las vigas de arriostramiento no podrán ser empleadas como apoyo en el proceso del vaciado, antes de los 28 días de vaciado.

#### 2.2.5. Prueba hidráulica de la Cuba.-

Antes de procederse al enlucido interior, la cuba será sometida a la prueba hidráulica para comprobar su impermeabilidad. Se llenará con agua hasta su nivel máximo por un lapso de 24 horas. En caso de que no se presentaran filtraciones se ordenará descargarla y se aceptará su enlucido. En caso de que la prueba no fuera satisfactoria, se repetirá después de haber efectuado los resanes y tantas veces como fuera necesario hasta conseguir la impermeabilización total de la cuba.

#### 2.2.6. Enlucido interior de la cuba.-

Las caras interiores de las bóvedas de fondo, paredes circulares y chimeneas de la cuba serán enlucidas empleando como impermeabilizante el producto Sika N° 1. En este caso en la preparación de morteros, se utilizará solución "Sika" obtenida disolviendo una parte de Sika N° 1 en 10 partes de agua por volumen, la cual sólo se podrá usar en el término de tres ó cuatro horas de preparada.

El enlucido consistirá en dos capas, la primera de 1 cms. de espesor preparada con mortero de cemento-arena en proporción 1:3 y solución "SIKA" y la segunda capa con mortero 1:1 preparada igualmente con solución "SIKA".

En la preparación del mortero, a la mezcla seca del cemento y arena, se revuelve fuertemente con la solución "SIKA", hasta obtener la consistencia deseada. La aplicación del mortero se hará siempre de abajo hacia arriba y prensándolo fuerte continuamente con plancha metálica.

#### 2.2.7. Enlucidos Exteriores.-

Se empleará mezcla de cemento y arena fina en la proporción de 1:3 serán de acabado frotachado fino; previamente deberá picarse intensamente todas las superficies a enlucirse, para conseguir una adherencia perfecta.

#### 2.2.8. Pintura.-

Toda la estructura será pintada exteriormente a la cal fina.

#### 2.2.9. Colocación de Tubería.-

Las tuberías de subida, bajada y de rebose serán de fierro fundido con uniones de brida para una presión de trabajo de 150 psi. llevarán empaquetadura hidráulica de 1/16" para las uniones. La colocación de las tuberías empotradas debe hacerse antes del vaciado, de modo que se eviten roturas posteriores del concreto. Las tuberías se pintarán con dos manos de pintura anticorrosiva con base de plomo y dos manos de pintura para fierro (Iron Paint) color aluminio. La tubería de fierro galvanizado de 2" para la es

calera de caracol y de acceso al tanque, recibirá igual tratamiento de pintura.

### 2.3. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS :

#### 2.3.1. Inspección.-

Cada tubo debe ser inspeccionado con cuidado al llegar a la obra, Hay que hacer un análisis y examen de tuberías y accesorios rajados ó con poros. Hay que preveer, también la entrada de materiales extraños a la obra.

#### 2.3.2. Distribución a lo largo de la Zanjas.-

Al distribuírse la tubería a lo largo de la zanja, se debe considerar :

- 1° Al descargar la tubería, se le debe alinear lo más cerca posible de la zanja para evitar el exceso de manipuleo.
- 2° Si la zanja está abierta, se alinearé la tubería al lado opuesto de la tierra excavada para hacerla rodar facilmente al filo de la zanja.
- 3° Se debe colocar la tubería convenientemente protegida del tránsito de animales y vehículos. También, se cuidará de los posibles golpes de piedra por efectos de la excavación.

#### 2.3.3. Accesorios.-

Se evitará la pérdida de accesorios, centralizando todas las conexiones y anillos de jebe en un depósito central.

Estas piezas se pueden entregar según se vayan necesitando.

Los anillos de jebe y otros tipos de empaquetadura deben guardar se lejos de aceites, grasas, del calor excesivo y, sobre todo, de la acción directa del Sol.

#### 2.3.4. Tendido de la Tubería.-

En el caso de presentarse curvas suaves, en el tendido de la tubería, éstas se harán sin utilizar accesorios adicionales ya que la unión con ajillo de jebe permite que la tubería se desvíe después de efectuada la unión. La desviación máxima recomendada es de 6°.

##### 2.3.4.1. Ancho de la Zanjas en la parte Superior del Tubo.-

Diámetro	4"	Ancho Mínimo	45 cms.	Ancho máximo	70 cms.
Diámetro	6" - 8"	Ancho Mínimo	50 cms.	Ancho máximo	80 cms.
Diámetro	10"	Ancho Mínimo	60 cms.	Ancho máximo	90 cms.
Diámetro	12" -24"	Ancho Mínimo	70 cms.	Ancho máximo	100 cm.

##### 2.3.4.2. Empalme de los tubos.-

En el fondo de la zanja se dejará un claro donde se ubicarán las uniones de tal forma que tengan una separación mínima de 5 cms. del fondo. Esto se logra colocando tacos de madera a cada lado de la unión pero retirándolos posteriormente cuando se hayan efectuado los empalmes y después de realizar el relleno por debajo de los tubos.

##### 2.3.4.3. Soporte de los Tubos.-

Los tubos descansarán sobre toda su longitud y sobre una cama uniforme y continua. Para el logro de este requisito se debe seguir las siguientes reglas :

1° Uniones : No se dejarán que descansen sobre un fondo sólido.

2° Tubos : Al tubo se le dará un apoyo uniforme en toda su longitud.

Si las condiciones de trabajo exigieran el empleo de pequeños blocks o tacos de madera de soporte, al armar los tubos, se usarán para tubos hasta de 6" de diámetro, tacos de 2" x 4" x 10". En el caso de tubos de 8", 10" y 12" de diámetro, los tacos serán de 2" x 6" x 12".

Estos elementos serán retirados al efectuar el relleno de la zanja.

#### 2.3.4.4. Unión de los Tubos.-

A) Limpieza : Se asegurará que el interior de la campana y la superficie externa de la espiga se encuentren bien limpias en el momento de efectuar la junta, para obtener una unión perfectamente impermeable. También, se evitará la presencia de tierra ó aceite en la espiga porque harían que el anillo de jebe resbale en vez de rodar. Con esta indicación se logra impedir la incorrecta unión de los tubos,

Se espolvoreará un poco de cemento seco sobre la espiga y bajo el anillo si al despizar la campana sobre la espiga se nota que el anillo no rueda. En caso de que la espiga estuviera manchada de aceite, se limpiara con gasolina; nunca debe usarse kerosene.

B) Dilatación : Deberá tomarse en cuenta la expansión de cada



tubo que se producirá al poner en trabajo la tubería. Esta dilatación es relativamente pequeña.

#### 2.3.4.5. Ubicación del Anillo de Jebe.-

a) Colocación de anillos : Se enganchará el anillo de jebe através de la parte inferior del tubo, más ó menos a un centímetro del extremo. El resto se monta sobre el tubo jalando hacia afuera y hacia arriba.

Otro método por emplearse, es el de una guía de madera, que es muy aplicable en tubos de diámetro grandes.

Una vez colocado el anillo, se rodará con vigor con las palmas de las manos. Con este movimiento se iguala el estiramiento y elimina la torsión que pueda haber en el anillo de jebe y lo colocará a escuadra con el tubo. Luego, se deslizará el anillo al filo del tubo. Una vez en esta posición, se rodará para cuadrar el tubo y quitarle la torsión.

b) Se revisará la posición final del anillo de jebe una vez hecha la unión. Para el efecto, se preparará un calibrador sencillo de platina de fierro de 1/16". Cuando se introduce el calibrador en el tubo, el extremo debe tocar el anillo en todos sus puntos.

En caso, contrario, las uniones estan mal hechas y por lo tanto deben rehacerse.

#### 2.3.4.6. Anclajes y Apoyos para las Conexiones.-

Se usarán :

- a) Cuando hay cambios de dirección con tees, codos, cruces, etc.
- b) Cuando hay cambios de diámetros, como en la instalación de reducciones.
- c) Cuando hay que colocar válvulas de compuerta.

#### 2.3.4.7. Blocks de Apoyo de Concreto.-

Se emplearán :

- a) Cuando la tubería cambia de dirección, al utilizar tees, codos, etc.
- b) Cuando la tubería cambia de diámetro, al utilizar reduccio--nes, etc.
- c) Cuando se termina la línea con tapones.

#### 2.3.4.8. Relleno de la Zanja.-

Una vez terminada la instalación y el montaje de grifos contra incendio, válvulas y otros accesorios, se procederá al relleno de la zanja. El material a usarse será terroso ó arenoso, libre de piedras, depositándose una capa de 10 cms. en el fondo de la zanja y apisonando fuertemente abajo del tubo hasta que no queden huecos ó vacíos; de esta manera, el tubo estará bien apoyado en toda su longitud. Luego, se sigue depositando sucesivamente capas de tierra de 10 cms. apisonando bien cada una de ellas hasta llegar al plano del diámetro horizontal del tubo, incluso en el sitio de las uniones. Luego, se cubrirá el tubo, cuidando de usar material libre de piedras y haciendo una capa de 30 cms. de alto; luego se hará el relleno restante a pala ó por medios mecánicos con material de la excavación. Debe tenerse presente que

las uniones quedarán al descubierto para ser sometidas a observación, durante la prueba hidráulica.

En ningún caso debe abrirse las válvulas y someter a presión la tubería sin colocar relleno sobre los tubos.

Una vez concluida la prueba hidráulica, se hará el resto del relleno con material que no tenga piedras de más de 20 cms. ni trozos de madera, ramas o cualquier otro material que impida una correcta consolidación. El terreno se compactará regándolo con manguera o por inundación de la zanja. No se debe tapar las zanjas sin haber probado la tubería.

#### 2.3.4.9. Prueba Hidráulica.-

Una vez tendida la tubería y rellenada parcialmente la zanja, se le someterá a una presión hidrostática de prueba equivalente a 1.5 veces la presión de trabajo. Esta presión es de 105 psi. y, la de prueba, será de 160 psi. Cada tramo de la tubería, no mayor de 300 mts. se llenará con agua limpia a ritmo lento; una vez lleno, se levanta la presión usando una bomba conectada a la tubería. Antes de aplicar la presión de trabajo se expulsará el aire, que pueda tener el tramo, por medio de una válvula colocada en la parte más alta del tramo de prueba.

Primero, se eleva la presión a 105 psi. y se mantiene en este valor hasta revisar las uniones y juntas sin colocar dados de concreto. Esta presión se mantiene por 30 minutos. Durante la prueba

ba, la tubería no debe perder el agua. Luego, se eleva la presión de 10 en 10 hasta llegar a 160 psi. durante una hora. Se hace la revisión y se ve cuanto baja la presión con un manómetro. En el cilindro se lo que se bombea y se debe tener un valor menor que F.

$$F = \text{Filtración permitida} = \frac{NDP}{410}$$

N = Número de juntas.

D = Diámetro.

P = Presión en metros de agua.

#### 2.3.4.10. Desinfección de la Tubería.-

Después de instalada y probada hidráulicamente toda la red, se deberá desinfectar con cloro.

Antes de la clorinación, se eliminarpa toda suciedad y materia extraña para lo cual se inyectará agua por un extremo y se le hará salir al final de la red mediante la remoción de un tapón.

Esta operación se hará después de la prueba a presión, sea antes o después del relleno de las zanjas.

Para la desinfección con cloro líquido se aplicará una solución de cloro por medio de un aparato clorinador de solución, o cloro directamente de un cilindro con aparatos adecuados para controlar la cantidad enyectada y asegurar la difusión efectiva en toda la tubería. Será preferible usar el aparato clorinador de solución. El punto de aplicación será al comienzo de la tube-

ría y através de una llave "Corporation".

En la desinfección de la tubería por compuestos de cloro disuelto, se usará compuestos de cloro conocidos en el mercado como HTH, Perchloron, Desmanche, Alcablanc, etc.

En la adición de estos productos se usará una solución de 5 % en agua, que se bombeará ó inyectará dentro de la misma tubería y en una cantidad tal que dé un dosaje de 50 p.p.m. como mínimo.

El período mínimo de retención será de 3 horas y al final de la prueba el agua, deberá tener un residuo de por lo menos 5 p.p.m. de cloro.

Durante el proceso de clorinación, todas las válvulas y el resto de accesorios serán operados repetidas veces para asegurar que todas las partes entren en contacto con la solución de cloro. Después de la prueba el agua con cloro será totalmente expulsada, llenando se con la tubería con el agua dedicada al consumo.

Antes de poner en servicio esta tubería, deberá comprobarse que el agua que circula por ella, satisface las exigencias bacteriológicas de los Abastecimientos de Agua Potable del País.

## RELACION DE PLANOS

- 1.- Cuadro de la Curva de Variaciones Horarias del Consumo de Agua Potable de Piura y Castilla.
- 2.- Distribución de la Población Actual por Zonas.
- 3.- Zonificación y Distribución de la Población hasta el Año 1983.
- 4.- Distribución de Porcentajes de los Consumos Industrial y Comercial.
- 5.- Mejoramiento del Servicio Actual.
- 6.- Redes Matrices y Ubicación de Pozos y Reservorios.
- 7.- Plano General de las Redes existentes y proyectadas.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- "Water Supply and Waste water disposal" de Fair y Geyer
- 2.- "Water Supply and Purification" de W. A. Hardenberhg
- 3.- "Water Supply Engineering" de Babbrrt and Doland
- 4.- "Apuntes del Curso de Abastecimiento  
de Agua" del Ing° Jorge Pflucher Holguin
- 5.- "Journal of the AWWA"
- 6.- Revista "Ingeniería Sanitaria", Organo Oficial de la AIDIS
- 7.- "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado" de E, W. Steel
- 8.- "Handbook of Hydraulics" de Davis
- 9.- "Recomendaciones del Ingeniero Harry Dawson V".

----- O -----