

PROYECTO DE GRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Sanitaria

TESIS DE GRADO

"Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Distribución
de Agua Potable de la Ciudad de Trujillo"

EX-ALUMNO: Oscar Vicente Campos Saravia

PROMOCION 1963

PROYECTO DE GRADO

INDICE

1. - GENERALIDADES

2. - ESTUDIO DE LA POBLACION. - Características. Población Actual. Area Urbana. Desarrollo anterior. Examen Estadístico-Matemático. Zona de Influencia Económica. Recursos. Potencial de Desarrollo. Probable desarrollo futuro.

3. - CONDICIONES BASICAS DE DISEÑO.

Período de Diseño. Población de Servicio. Dotaciones. Caudales de Diseño.

4. - SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Sistemas considerados. Sistema de Almacenamiento de regulación. Capacidad. Disposición. Características. Red de Distribución. Capacidad. Sistema arterial. Características. Cómputo Hidráulico. Sistema Recomendado. Metrados. Especificaciones de Materiales y de construcción.

***** *

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO I

GENERALIDADES

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO I

GENERALIDADES.

Reseña Histórica.- Situación Geográfica.-

El Departamento de La Libertad, creado primitivamente por San Martín, según decreto del 12 de Febrero de 1821, con el nombre de Trujillo, y más tarde con el nombre de La Libertad, está situado en la región Norte del Perú, entre los 6°, 51' y 8° 54' de Latitud Sur, y los 76° 27' y 79° 42' de Longitud O. de Greenwich.

Limita por el N.O. con el Departamento de Lambayeque, por el Norte con el Departamento de Cajamarca, por el N.E. con el Departamento de Amazonas, por el Este con el Departamento de San Martín, por el Sur con el Departamento de Ancash, y por el Oeste con el Océano Pacífico. Su extensión superficial es de 26, 441 km².

La ciudad de Trujillo es la capital de una de las siete provincias del Departamento de La Libertad, y capital asimismo del Departamento del mismo nombre. Figura con fecha de 12 de Febrero en el Registro Provincial de Elecciones. La posición geográfica es la siguiente: Latitud Sur 8° 06' 57"; Longitud Oeste 77° 02' 05"; altura sobre el nivel del mar es de 60 metros. Tiene 14 distritos.

Después de la llegada a Tumbes y de la ocupación de Cajamarca, los españoles exploraron las serranías de Huamachuco,

PROYECTO DE GRADO

descubriendo el pueblo de ese nombre y los de Cajabamba y Otuzco, así como en la Costa Simbal.

Fueron las primeras incursiones de los españoles que se detuvieron en los puntos indicados, ya que don Francisco Pizarro decidió proseguir viaje al Sur

Inmediatamente después de fundada Lima, y en el lugar donde está, don Miguel Estete cumpliendo orden de Almagro, fundaba la ciudad de Trujillo, colocándola bajo el patrocinio del Apóstol Santiago. En 1812, las Cortes de Cádiz le concedieron afirmativamente el Título de la muy noble y siempre Leal Ciudad de Trujillo, que esta ostentaba.

Desde comienzos del Virreynato, Trujillo fué asiento de ilustres familias, cuyo boato y abolengo crearon una tradición aristocrática. La vida colonial de Trujillo era similar a la de Lima.

La ciudad estaba rodeada de una muralla, la cual fué construída por el Duque De la Palata, con el fin de protegerse de los piratas, filibusteros, corsarios franceses é ingleses, que azotaron el imperio Español. La muralla era accesible por cinco portadas.

Dentro de la muralla, Trujillo tenía 224 calles y 54 manzanas, delineadas a escuadra y cordel; hacia 1800 ya se habían construído cerca de dos mil casas entre grandes y pequeñas.

PROYECTO DE GRADO

En vísperas de la Independencia, la Intendencia de Trujillo se componía de siete partidas: Trujillo, Piura, Lambayeque, Cajamarca, Pataz, Chachapoyas y Huamachuco.

La intervención en la vida republicana está señalada por dos acontecimientos: las revoluciones de Salaverry y la de Balta.

Antecedentes del Servicio y Estado Actual.

El servicio del Agua Potable de la Ciudad de Trujillo, está a cargo del Concejo Provincial de dicha ciudad.

La población urbana actual, sin considerar las barriadas, es de 85,000 habitantes; la dotación promedio anual debe considerarse en 250 lts/seg. con un coeficiente de variación para el máximo diario de 130%, y de 170% para el máximo horario.

Los trabajos de instalación del sistema actual fueron iniciados en 1930, quedando concluidos en el año 1936, comprendiendo 8 pozos tubulares en la zona de Pesqueda al Nor-Oeste de la ciudad, un reservorio de almacenamiento de regulación y la parte inicial de la red de distribución.

Su fuente de abastecimiento consiste en aguas del subsuelo, contenidas en una napa superficial poco profunda. Su instalación de captación está formada por un sistema de pozos tubulares,

PROYECTO DE GRADO

integrado por un campo de pozos situados en las inmediaciones del cerro Pesqueda, a 2 kms. aproximadamente al Nor-este de la ciudad y a una altura promedio de 46 mts. sobre el nivel de la cota del mar. Este campo comprende dos secciones que se describen en el capítulo de captación.

El almacenamiento consiste en un reservorio de doble compartimiento, con un volumen total de 2,540 mts.³; este reservorio determina una carga estática de 20 mts. de agua en la parte alta de la ciudad y de 54 mts. en la parte baja de la ciudad sin considerar la Urbanización California, ubicada en el camino de Trujillo a Buenos Aires. De acuerdo al plano regulador, hago la observación de que con el crecimiento de la ciudad en ambos extremos altimétricos determinará la reducción de las presiones actuales y aumentará las máximas en el extremo bajo.

A simple vista se saca la conclusión de los tres defectos básicos de que adolece el servicio de esta ciudad.

- a) Falta de agua
- b) Presión insuficiente por defectuosa constitución del sistema; y,
- c) Diámetros insuficientes para conducir y distribuir la cantidad de agua necesaria.

La operación en el año 1963 del sistema de pozos era

PROYECTO DE GRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Sanitaria

TESIS DE GRADO

"Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Distribución
de Agua Potable de la Ciudad de Trujillo"

EX-ALUMNO: Oscar Vicente Campos Saravia

PROMOCION 1963

PROYECTO DE GRADO

INDICE

1. - GENERALIDADES

2. - ESTUDIO DE LA POBLACION. - Características. Población Actual. Area Urbana. Desarrollo anterior. Examen Estadístico-Matemático. Zona de Influencia Económica. Recursos. Potencial de Desarrollo. Probable desarrollo futuro.

3. - CONDICIONES BASICAS DE DISEÑO.

Período de Diseño. Población de Servicio. Dotaciones. Caudales de Diseño.

4. - SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Sistemas considerados. Sistema de Almacenamiento de regulación. Capacidad. Disposición. Características. Red de Distribución. Capacidad. Sistema arterial. Características. Cómputo Hidráulico. Sistema Recomendado. Metrados. Especificaciones de Materiales y de construcción.

***** *

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO I

GENERALIDADES

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO I

GENERALIDADES.

Reseña Histórica.- Situación Geográfica.-

El Departamento de La Libertad, creado primitivamente por San Martín, según decreto del 12 de Febrero de 1821, con el nombre de Trujillo, y más tarde con el nombre de La Libertad, está situado en la región Norte del Perú, entre los 6°, 51' y 8° 54' de Latitud Sur, y los 76° 27' y 79° 42' de Longitud O. de Greenwich.

Limita por el N.O. con el Departamento de Lambayeque, por el Norte con el Departamento de Cajamarca, por el N.E. con el Departamento de Amazonas, por el Este con el Departamento de San Martín, por el Sur con el Departamento de Ancash, y por el Oeste con el Océano Pacífico. Su extensión superficial es de 26, 441 km².

La ciudad de Trujillo es la capital de una de las siete provincias del Departamento de La Libertad, y capital asimismo del Departamento del mismo nombre. Figura con fecha de 12 de Febrero en el Registro Provincial de Elecciones. La posición geográfica es la siguiente: Latitud Sur 8° 06' 57"; Longitud Oeste 77° 02' 05"; altura sobre el nivel del mar es de 60 metros. Tiene 14 distritos.

Después de la llegada a Tumbes y de la ocupación de Cajamarca, los españoles exploraron las serranías de Huamachuco,

PROYECTO DE GRADO

descubriendo el pueblo de ese nombre y los de Cajabamba y Otuzco, así como en la Costa Simbal.

Fueron las primeras incursiones de los españoles que se detuvieron en los puntos indicados, ya que don Francisco Pizarro decidió proseguir viaje al Sur

Inmediatamente después de fundada Lima, y en el lugar donde está, don Miguel Estete cumpliendo orden de Almagro, fundaba la ciudad de Trujillo, colocándola bajo el patrocinio del Apóstol Santiago. En 1812, las Cortes de Cádiz le concedieron afirmativamente el Título de la muy noble y siempre Leal Ciudad de Trujillo, que esta ostentaba.

Desde comienzos del Virreynato, Trujillo fué asiento de ilustres familias, cuyo boato y abolengo crearon una tradición aristocrática. La vida colonial de Trujillo era similar a la de Lima.

La ciudad estaba rodeada de una muralla, la cual fué construída por el Duque De la Palata, con el fin de protegerse de los piratas, filibusteros, corsarios franceses é ingleses, que azotaron el imperio Español. La muralla era accesible por cinco portadas.

Dentro de la muralla, Trujillo tenía 224 calles y 54 manzanas, delineadas a escuadra y cordel; hacia 1800 ya se habían construído cerca de dos mil casas entre grandes y pequeñas.

PROYECTO DE GRADO

En vísperas de la Independencia, la Intendencia de Trujillo se componía de siete partidas: Trujillo, Piura, Lambayeque, Cajamarca, Pataz, Chachapoyas y Huamachuco.

La intervención en la vida republicana está señalada por dos acontecimientos: las revoluciones de Salaverry y la de Balta.

Antecedentes del Servicio y Estado Actual.

El servicio del Agua Potable de la Ciudad de Trujillo, está a cargo del Concejo Provincial de dicha ciudad.

La población urbana actual, sin considerar las barriadas, es de 85,000 habitantes; la dotación promedio anual debe considerarse en 250 lts/seg. con un coeficiente de variación para el máximo diario de 130%, y de 170% para el máximo horario.

Los trabajos de instalación del sistema actual fueron iniciados en 1930, quedando concluidos en el año 1936, comprendiendo 8 pozos tubulares en la zona de Pesqueda al Nor-Oeste de la ciudad, un reservorio de almacenamiento de regulación y la parte inicial de la red de distribución.

Su fuente de abastecimiento consiste en aguas del subsuelo, contenidas en una napa superficial poco profunda. Su instalación de captación está formada por un sistema de pozos tubulares,

PROYECTO DE GRADO

integrado por un campo de pozos situados en las inmediaciones del cerro Pesqueda, a 2 kms. aproximadamente al Nor-este de la ciudad y a una altura promedio de 46 mts. sobre el nivel de la cota del mar. Este campo comprende dos secciones que se describen en el capítulo de captación.

El almacenamiento consiste en un reservorio de doble compartimiento, con un volumen total de 2,540 mts.³; este reservorio determina una carga estática de 20 mts. de agua en la parte alta de la ciudad y de 54 mts. en la parte baja de la ciudad sin considerar la Urbanización California, ubicada en el camino de Trujillo a Buenos Aires. De acuerdo al plano regulador, hago la observación de que con el crecimiento de la ciudad en ambos extremos altimétricos determinará la reducción de las presiones actuales y aumentará las máximas en el extremo bajo.

A simple vista se saca la conclusión de los tres defectos básicos de que adolece el servicio de esta ciudad.

- a) Falta de agua
- b) Presión insuficiente por defectuosa constitución del sistema; y,
- c) Diámetros insuficientes para conducir y distribuir la cantidad de agua necesaria.

La operación en el año 1963 del sistema de pozos era

PROYECTO DE GRADO

la siguiente:

- a. Los pozos ubicados en el cerro Pesqueda, funcionaban las 24 horas del día; pero a las 22 horas se cortaba la alimentación a la ciudad, utilizándose éstos hasta las 05.00 horas para llenar el reservorio, considerándose que a las 06.00 se vuelve a llenar la red drenada durante la noche, y a partir de entonces se restablecía el servicio normal.
- b. Los pozos de la zona urbana se operaban solamente desde las 06.00 horas hasta las 18.00 horas, o sea 12 horas diarias.

De acuerdo a la operación del sistema de pozos, la ciudad presentaba el siguiente régimen de alimentación:

<u>De</u>	<u>A</u>	<u>Pozos</u> <u>Pesqueda</u>	<u>Pozos</u> <u>Urbanos</u>	<u>Reservorio</u>	<u>Total</u>
00.00	05.00	00.00 lps	00.00 lps	00.00	00.00 lps
05.00	06.00	111.00 "	00.00 "	00.00	111.00 "
06.00	18.00	111.00 "	180.00 "	39.00	330.00 "
18.00	22.00	111.00 "	00.00 "	39.00	150.00 "
22.00	24.00	0.00 "	00.00 "	00.00	00.00 "

Esto hace un volumen diario de alimentación de 16,800 m³.; esta alimentación es en las mejores condiciones de funcionamiento de los pozos, aunque siempre hay algunos que no prestan sus

PROYECTO DE GRADO

servicios por diversos inconvenientes que se presentan.

El sistema de distribución comienza a partir del reservorio de Pesqueda o de los pozos cuando bombean directamente a la red por medio de una tubería de 15" de diámetro y de 1720 metros de longitud.

Siendo restringido el consumo es imposible establecer las variaciones de consumo.

La capacidad de regulación en la actualidad es deficiente, y si tenemos en cuenta la diferencia de alimentación con relación a los consumos promedios, vemos que la diferencia de capacidad de almacenamiento no puede resolverse con la construcción de nuevos reservorios, puesto que no habría con que llenarlos.

En el aspecto administrativo el Concejo Provincial de Trujillo, que está a cargo del Agua Potable de la ciudad cuenta con el siguiente personal:

Labor Técnica:	1	Ingeniero
	1	Ayudante en la planta de Pesqueda
	1	Ayudante en conexiones domiciliarias.
Labor Administrativa:	3	Empleados
Labor Contable y renta:	2	Empleados
Personal Obrero	8	en desagües
	6	en Agua Potable

Las cobranzas de las pensiones de agua corren a cargo de

PROYECTO DE GRADO

la Cía. de Recaudación, quien cobra el 10% del monto de la cobranza efectiva.

Si consideramos que la producción promedio anual de la fuente de abastecimiento de Trujillo es un poco más de S/. 5'000,000 de m³., se ha sacado en conclusión que el costo unitario calculado, excluyendo los gastos correspondientes a conexiones domiciliarias es alrededor de S/. 0.43 por m³. (Dato proporcionado por el Concejo Provincial de la ciudad de Trujillo).

Red de Distribución.

La red más antigua se inicia en el reservorio apoyado del cerro Pesqueda, y que es de una capacidad de 2,540 mts.³. De este reservorio parte una tubería de 15" de diámetro y de F° F° hasta empalmar con la red de distribución en la Avenida América.

Para la descripción del sistema de distribución, se va a considerar como red primaria la constituida por diámetros de 6" y mayores.

La parte constituida por tubería de 4", 3" y 2" se ha considerado como secundaria o de relleno.

En el plano respectivo se indican los circuitos primarios y redes de relleno existentes, lo mismo que la ubicación de los pozos y reservorios de almacenamiento.

PROYECTO DE GRADO

Red. Primaria. - La descripción de la red primaria se hará partiendo de las obras instaladas desde los años 1930-36 hasta de las de proceso de instalación.

Siendo el abastecimiento por medio de pozos, los circuitos primarios se han instalado para servir a la zona de influencia respectiva.

Hemos partido a realizar el presente estudio de acuerdo al plano facilitado por el Ing° Harry Dawson, constando en él el sistema de distribución, enumerándose a continuación los siguientes resultados:

a. - Red Antigua. - La parte más antigua de la red es la que se instaló en la época de los años 1930-36; toda ella es de hierro fundido, con diámetros de 15", 12", 8", 6", 5", 4", 3" y 2". El metrado de la tubería se especifica a continuación en el cuadro respectivo.

Es importante señalar que la red fué diseñada para una población mucho menor que la actual, cantidad que se ha sobrepasado en gran número.

b. - Ampliaciones Posteriores. - Aunque no se ha obtenido datos precisos acerca de las nuevas instalaciones, se puede decir que se han instalado nuevas tuberías de acuerdo al crecimiento de la población y nuevas urbanizaciones que se han construído, como

PROYECTO DE GRADO

California, Aranjuez, Palermo, etc. - Los diversos tipos de material de tubería, están indicados a continuación en el cuadro.

c. - Las urbanizaciones que existen en Trujillo tanto de carácter social como privadas, datan de pocos años atrás.

d. - Metrado. - A continuación, se puede observar el cuadro de metrado de la tubería.

C U A D R O D E M E T R A D O D E T U B E R I A

TUBERIA DE	15"	12"	10"	8"	6"	5"	4"	3"	2"	TOTALES	%
F° F°	1,720	2,400	"	6,915	9,525	1,200	14,060	5,090	50	40,960	72.30
Eternit	"	"	200	"	2,390	"	11,100	1,680	300	15,670	27.70
Sub-Totales	1,720	2,400	200	6,915	11,915	1,200	25,160	6,770	350	56,630	100.00
Porcentajes	3.10	2.07	0.36	12.50	21.50	2.17	45.43	12.22	0.65	100 %	

Nota. " Según plano, Año 1960.
 Contrato N° 244-E
 Red de Dist. de Trujillo.

PROYECTO DE GRADO

Estado Actual del Servicio. - Descripción general del sistema:-

a) Fuentes de Abastecimiento: En la actualidad el abastecimiento es íntegramente a base de aguas del sub-suelo.

POZOS. - De acuerdo a los datos obtenidos en el Concejo en el mes de Marzo del año 1965, el abastecimiento se hace de la siguiente manera:

PLANTA DE PESQUEDA:

	<u>GASTO L/seg.</u>	<u>Profundidad (mts.)</u>	<u>H. P.</u>
Pozo A	25	26	-
Pozo B	25	27	-
Pozo N° 3	60	22	-
Pozo N° 5	50	30	-
Pozo N° 7	50	30	-
<u>POZOS CIUDAD</u>			
Modelo	30	27	40
Chimú	15	25	-
Aranjuez	20	22	20
América	30	42	40
Unión	25	31	40
Mansiche	40	32	40
28 de Julio	40	20	27
Palermo N° 1	40	27	50
Palermo N° 2	25	30	22

PROYECTO DE GRADO

Estado de las Tuberías. - Prueba de Pitometro. - Para conocer el estado actual de las tuberías, hubiera sido conveniente realizar varias pruebas con el Pitometro de Cole en diversos tramos y de acuerdo a la edad de la tubería; esto no se ha podido realizar debido a la falta de medios.

Pero como ya se ha dicho, se puede sacar la conclusión que los coeficientes de rugosidad han bajado considerablemente y por consiguiente su capacidad de conducción. La red de tubería más antigua tiene una edad de 35 años, y fueron instaladas en 1930. Con lo que acabo de exponer no se sabe cómo ha disminuído el coeficiente de rugosidad.

Válvulas. - En el plano de la red de distribución de agua existente, del año 1960, sacamos a continuación la siguiente conclusión sobre válvulas: el total existente que se encuentra ubicadas en dicho plano es de 262, correspondientes a los diversos diámetros de las tuberías; siendo 4 de ellas de aire.

Mayormente las válvulas malogradas tienen la empaquetadura en mal estado por lo cual pierden agua; a otras les falta el dado, etc.

Grifos. - Según el plano, se ha podido determinar 122 grifos contra-incendio; algunos en buen estado y otros en mal estado.

Buen estado	107
Mal estado	<u>15</u>
Total	122

PROYECTO DE GRADO

Hay algunos grifos, sobre todo en la parte antigua de la red, que son de tipo "flor de tierra", y los instalados últimamente son de tipo "poste".

Es recomendable que los nuevos grifos que se instalen sean de tipo "poste", para su fácil ubicación en caso de siniestros.

Reseña del Almacenamiento Actual del Servicio. -

En la actualidad, se cuenta con dos reservorios; uno de ellos situado en la ladera del cerro Pesqueda, y el otro situado en la Urbanización Palermo, de una capacidad de 1,000 mts.³.

El reservorio que se encuentra en la ladera del cerro mencionado, tiene de cota 74.50 m. y es de tipo apoyado; el otro es de tipo elevado y tiene una cota de 65 m. desde el fondo de la cuba. Estos dos reservorios se encuentran en pleno funcionamiento con todas sus condiciones hidráulicas.

RESERVORIOS EXISTENTES - TRUJILLO

<u>Nombre</u>	<u>Tipo</u>	<u>Capacidad</u>	<u>Estado</u>	<u>Funcio- namiento</u>	<u>Año Construc.</u>
Cerro Pesqueda	Apoyado	2,540 mts. ³	Bueno	sí	1930 - 36
Palermo	Elevado	1,000 "	Nuevo	sí	1963

Conclusiones. -

Las obras de ampliación no han seguido un programa con tendencia al mejoramiento integral, sinó que ha mejorado prác-

PROYECTO DE GRADO

ticamente ciertas partes (tubería de relleno), sin completar obras que las complementen (tuberías matrices y reservorios de almacenamiento). El resultado es que no se ha conseguido mejorar el servicio en forma adecuada.

Las presiones no se han tomado en el mismo campo, pero se tiene información que a la hora de máximo consumo son muy bajas; se puede preveer que las zonas cerca a los pozos de bombeo tienen mayor presión que las zonas más alejadas.

Alcances del Proyecto Presentado. -

El proyecto se ha dividido en dos etapas, que son las siguientes:

- a. - Etapa de construcción inmediata, o Primera Etapa.
- b. - Etapa de previsión futura con un período de 25 a 30 años.

La etapa de construcción inmediata considera una población de 185,000 habitantes; mientras que la etapa futura considera una población de 315,000 habitantes para el año 1990.

Teniendo que en poblaciones de rápido crecimiento resulta ventajoso considerar dos diseños separados, el primero tendrá el carácter de proyecto completo é incluirá las zonas que están prácticamente definidas. El segundo, las zonas de expansión futura cuya hbitación bastante probable no está asegurada. En estas zo-

PROYECTO DE GRADO

nas se considera ante-proyecto sin entrar en demasiado detalle.

Dentro de la primera etapa del proyecto integral, se considera como de máxima prioridad las obras del mejoramiento del servicio actual, que consistirá en la perforación de pozos, reservorios y tendido de tuberías para satisfacer las necesidades.

En lo que respecta a las obras que se harán en la etapa futura, se proyectarán matrices en la zona de posible expansión futura; hay que considerar el crecimiento actual y las posibilidades que se presentan para este crecimiento.

Con relación a densidades, se han tomado en cuenta las actuales, comparándolas con las de otras ciudades similares; también se ha tenido en cuenta las futuras. En otras zonas se ha adoptado densidades inferiores a las de saturación para la etapa actual, con siderándose cifras de saturación para la otra etapa.

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO II

ESTUDIO DE LA POBLACION

CAPITULO II

ESTUDIO DE LA POBLACION

Características. - La ciudad de Trujillo está situada en la parte céntrica de la costa Norte del Perú; su movimiento demográfico es de gran intensidad debido al comercio que ejerce con las ciudades de Chiclayo, Chimbote, y de los pueblos de las serranías del Departamento de Cajamarca. - Además, su atracción turística debido a las obras realizadas en la época del Incanato como del Virreynato, influyen en estos movimientos de población, considerando también los lugares de alojamiento que posee.

La mayor cantidad de población flotante que se encuentra es debido a la gente de las campiñas y pueblos pequeños que van en busca de ciudades grandes con el fin de mejorar el nivel de vida y la esperanza de hallar nuevos horizontes. Siendo Trujillo una ciudad donde el aspecto comercial e industrial está tomando papel preponderante, es otra de las causas a que se deba este movimiento de población.

Una zona de gran influencia económica para la ciudad de Trujillo es tanto el Departamento de Lambayeque, donde se está realizando obras de envergadura nacional, como la ciudad de Chimbote donde la industria pesquera ha tomado auge, y por lo tanto un aumento de población desmedido.

PROYECTO DE GRADO

CALCULO DE POBLACION

1.- Datos:

A partir del año 1930, se dispone de las siguientes referencias:

<u>Año</u>	<u>Población</u>	<u>Fuente de Información</u>
1930	23,000	Censo Municipal
1940	36,950	Censo Nacional
1950	56,000	Estimación. - Sub-Dirección de Obras Sanitarias.
1956	65,480	Censo Experimental. - Servicio Cooperativo Interamericano de S. P.
1961	99,808	Censo Nacional

Para el cálculo de población nos valdremos de varios métodos conocidos, aunque no en su totalidad, pero que estos nos darán una idea con aproximación, ya que es bastante relativo dar un dato exacto sobre este punto.

Población: Cálculo de población por diferentes métodos.

(a) M. Gráfico: se grafica una curva con los datos estadísticos de población en un sistema de coordenadas, colocando los años en las abcisas y la población en las ordenadas; luego se prolonga hasta el año que se desea siguiendo la ley observada antes en la curva.

(b) M. Aritmético: Se considera que la población crece co-

PROYECTO DE GRADO

mo un capital colocado a interés simple, cuya fórmula es:

$$PS = Po + rot$$

AÑOS	POBLACION	DIF. DE POBLAC.	DIF. DE AÑOS	CUOCIENTE
	(2)	(3)	(4)	(3) / (4)
1930	23,000	-	-	-
1940	36,000	13,950	10	1395
1950	56,000	19,050	10	1905
1956	65,428	9,428	6	1571.3
1961	99,808	34,380	5	6876

$$r = \frac{6,876 + 1,395 + 1,571.3 + 1,905}{4} = \frac{11,747.3}{4} = 2936.8$$

$$r = 2936.8$$

$$PCI (1970) = 99808 + 9 \times 2936.8 = 126,239.2 \text{ Hab}$$

$$PCI (1980) = 99808 + 19 \times 2936.8 = 155,607.2 \text{ ''}$$

$$PC (1990) = 99808 + 29 \times 2936.8 = 184,975.2 \text{ ''}$$

$$PC (2000) = 99808 + 39 \times 2936.8 = 214,343.2 \text{ ''}$$

(c) M. Geométrico: Se considera que la población crece como un capital colocado a interés compuesto, cuya fórmula es:

$$Pf = Po (1 + r)^t$$

<u>Año</u>	<u>Población</u>
1940	36,950
1950	56,000
1960	92,500 (Según método Gráfico)

PROYECTO DE GRADO

$$r = \frac{56,000}{36,950} - 1 = 0.51$$

$$r = \frac{92,500}{56,000} - 1 = 0.65$$

El coeficiente de crecimiento lo obtenemos tomando, bien la media aritmética o la media geométrica.

$$Ra = \frac{0.51 + 0.65}{2} = 0.58$$

$$Rg = 0.65 \times 0.51 = 0.3315 = 0.57$$

Cálculo de población con ra.

$$P (1970) = 36,950 (1 + 0.58)^3 = 36,950 \times 3.95 = 145,952 \text{ hab.}$$

$$P (1980) = 36,950 (1 + 0.58)^4 = 36,950 \times 6.24 = 230,568 \text{ "}$$

$$P (1990) = 36,950 (1 + 0.58)^5 = 36,950 \times 9.85 = 363,957 \text{ "}$$

$$P (2000) = 36,950 (1 + 0.58)^6 = 36,950 \times 15.56 = 574,942 \text{ "}$$

Cálculo de población con rg.

$$P (1970) = 36,950 (1 + 0.57)^3 = 36,950 \times 3.87 = 142,996 \text{ hab.}$$

$$P (1980) = 36,950 (1 + 0.57)^4 = 36,950 \times 6.07 = 224,286 \text{ "}$$

$$P (1990) = 36,950 (1 + 0.57)^5 = 36,950 \times 9.52 = 351,764 \text{ "}$$

$$P (2000) = 36,950 (1 + 0.57)^6 = 36,950 \times 14.94 = 552,033 \text{ "}$$

En este caso, por coincidencia el cálculo de la población con "ra" y "rg" son similares.

(d) M. Incremento Variable. Es una curva característica intermedia entre la curva aritmética y geométrica.

PROYECTO DE GRADO

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>	<u>DIF. DE POBLACIONES</u>	
1930	23,000	--	--
1940	36,950	13,950	--
1950	56,000	19,050	5,100
1960	99,808	43,808	25,758

$$x = \frac{13,950 + 19,050 + 43,808}{3} = \frac{76,808}{3} = 25,603$$

$$y = \frac{5100 + 24758}{2} = \frac{29858}{2} = 14,929$$

$$P(1970) = P(1960) + I + V = 99,808 + 25,603 + 14,929 = 140,340 \text{ Hab.}$$

$$P(1980) = P(1970) + I + 2V = 140,340 + 25,603 + 2 \times 14,929 = 195,801 \text{ Hab.}$$

$$P(1990) = P(1980) + I + 3V = 195,801 + 25,603 + 3 \times 14,929 = 266,191 \text{ Hab.}$$

$$P(2000) = P(1990) + I + 4V = 266,191 + 25,603 + 4 \times 14,929 = 351,510 \text{ Hab.}$$

(e) M. de Ec. de la Parábola: Consiste en la determinación de un lugar geométrico característico deducido de los datos proporcionados. Sea x el número de años, "A" la población original, determinar los coeficientes "B" y "C" en la ecuación de la parábola:

$$Y = A + B + C X^2$$

Si damos valores a X y teniendo en cuenta que:

PROYECTO DE GRADO

Y (1940) = 36,500 Hab. x = 0
 Y (1950) = 56,000 " x = 10
 Y (1960) = 92,500 " x = 20

Podemos plantear dos ecuaciones, que son:

$$\begin{aligned} 56,000 &= 36,500 + 10 B + 100 C \\ 92,500 &= 36,500 + 20 B + 400 C \end{aligned}$$

Resolviendo:

tenemos que $B = 800$

ecuación característica $C = 115$

$$Y = 36,500 + 800 X + 115 X^2$$

Reemplazando:

P (1970) = 36,500 + 800 x 30 + 115 x 900 = 164,500 Hab.
 P (1980) = 36,500 + 800 x 40 + 115 x 1600 = 252,500 "
 P (1990) = 36,500 + 800 x 50 + 115 x 2500 = 364,000 "
 P (2000) = 36,500 + 800 x 60 + 115 x 3600 = 498,000 "

Método de la Ecuación de la Curva Logística.

Condición:

$$\frac{P(1940) \times P(1960)}{P(1950)} = P(1950)$$

$$\frac{36,950 \times 92,500}{56,000} = 59,000 \quad P(1950) \quad 59,000 \quad 56,000$$

Por lo tanto no es factible emplear este método

Curva Adoptada: Habiéndose analizado los diferentes métodos para

PROYECTO DE GRADO

la predicción de la población futura, hemos adoptado la curva N° VII, que está comprendida entre la VI y IV (ver gráfico).

Otra razón para tomar esta curva es que la ciudad de Trujillo está influenciada, como ya se ha expuesto, por los pueblos de la Sierra, como Cajamarca, Cajabamba, lo que permite un incremento de población considerable. Además es una ciudad que está en una etapa de crecimiento ascendente, siendo muy difícil predecir cuál será la cifra de saturación. Comparando la curva adoptada con la curva de la D. N. E. C., que considera para la población futura $Pr = Po (1 + r)^t$, resulta la razón de incremento por década de la siguiente manera:

$$Pr = Po (1 + r)^t$$

de donde "r" es el incremento por décadas.

P = 1960	=	92,500	(Método Gráfico)
P = 1970	=	Curva Adoptada	140,000
P = 1980	=	210,000	Adoptada
P = 1990	=	315,000	"
P = 2000	=	475,000	"

Aplicando la fórmula, tenemos:

$$P_{1970} = 140,000 = 92,500 (1 + r)$$

$$r = 1.51 - 1.00$$

$$r = 51 \%$$

$$P_{1980} = 210,000 = 140,000 (1 + r)$$

$$r = 50 \%$$

PROYECTO DE GRADO

$$P_{1990} = 315,000 = 210,000 (1 + r)$$

$$r = 50\%$$

$$P_{2000} = 475,000 = 300,000 (1 + r)$$

$$r = 50\%$$

La razón de incremento promedio resulta 50 %

ESTUDIO DE POBLACION

AÑO	(I) METODO GRAFICO	(II) M. ARITMETICO	(III) M. GEOMETRICO	(IV) M. I. VARIABLE	(V) M. PARABOLA
1970	147,000	126,239	144,474	140,340	164,500
1980	214,000	155,607	227,427	195,801	252,500
1990	302,000	184,975	357,860	266,191	364,000
2000	442,000	214,343	563,487	351,510	498,000

AÑO	(VI) PROMEDIO	(VII) CURVA ADOPTADA
70	144,510	1970 140,000
80	209,067	1980 210,000
90	295,005	1990 315,000
2000	413,868	2000 475,000

PROYECTO DE GRADO

ZONIFICACION Y DENSIDADES

Descripción de las zonas habitadas actualmente. -

Es muy importante hacer un bosquejo del estudio de las densidades futuras más probables de una ciudad cuando se trata de un programa de abastecimiento.

Para la zonificación que se lleva a efecto en una ciudad, se tiene en cuenta los siguientes factores determinantes: Ubicación, tipo de viviendas, costumbres de sus habitantes, standard de vida, etc.

Para una mejor evaluación de las densidades de cada zona, se hace efectuar censos en las manzanas respectivas, representando éstas los resultados promedios por zonas en que se divide la ciudad.

Para la ciudad de Trujillo hemos podido determinar las siguientes zonas habitadas:

Zona Central. -

Corresponde a la ciudad antigua, tiene alta densidad debido a la gran concentración de masa humana; es una zona que carece prácticamente de áreas verdes, con excepción de las nuevas urbanizaciones que las hemos tomado en cuenta, aunque no están totalmente habitadas.

PROYECTO DE GRADO

Le hemos considerado una densidad de 165 hab./ha., y una área de 500 hectáreas; en esta zona está comprendida la parte central de la ciudad típicamente comercial, y la más antigua, como ya se ha expuesto también, se hallan urbanizaciones aunque no totalmente habitadas, pero que se producirá en un futuro muy próximo.

Zona Urbanización California.

Es una zona netamente residencial; el nivel de vida es alto; existen áreas verdes con calles bastante amplias. Su densidad la hemos considerado de 80 hab./ha., y su área en 32 hectáreas.

Zona de La Esperanza y El Porvenir.

Son barriadas netamente populares debido al nivel de vida de sus habitantes y la falta de áreas verdes; el tipo de vivienda en su totalidad es de una sola planta, de material de quincha y de barro. Las densidades para esta zona la hemos considerado en 100 hab./ha.

La población actual de Trujillo, que se obtiene de la curva promedio de crecimiento adoptado, ha sido ratificada por la población obtenida a partir de las poblaciones parciales de cada zona a base de las densidades adoptadas.

La distribución de la población actual por zonas, está indicada en el plano de distribución de la población correspondiente

PROYECTO DE GRADO

a la primera etapa.

CUADRO DE DISTRIBUCION DE LA POBLACION ACTUAL TRUJILLO

<u>Zona</u>	<u>Area Total</u>	<u>Densidad</u>	<u>Población</u>
Zona Central	500	165	82,500
Urbaniz. California	32	80	2,560
Barriada La Esperanza	140	100	14,000
Barriada El Porvenir	126	100	12,600
Totales:	798	"	111,660

La población actual que se obtiene de la curva que hemos adoptado, es de 112,000 (para el año 1964); la primera etapa que se considera dentro de 13 años, o sea para 1977, obtenemos una población de 185,000 habitantes, de acuerdo a la curva asumida. Para ese entonces, las áreas actualmente habitadas estarán saturadas o por saturarse, distribuyéndose el excedente en nuevas áreas de acuerdo al plano regulador estudiado por la O. N. P. U.

Para la distribución de la población actual, se ha tomado en cuenta las densidades asumidas en zonas similares a Trujillo, en las ciudades de Piura é Ica.

PROYECTO DE GRADO

DENSIDADES ADOPTADAS EN PIURA E ICA

ZONAS	Piura hab/ha.	Ica hab/ha.	Trujillo hab./ha.
Zona Céntrica	220	200	165
Residencial Segunda	80	100	80
Popular	90	180	100

Nota. En la zona Central, en Piura, se ha considerado una densidad de 220 porque ya se considera completamente saturada, no así en la parte céntrica de Trujillo, en que se han considerado áreas de urbanizaciones que están en proceso de habitación; en la ciudad de Ica se ha considerado las densidades de saturación.

DENSIDADES DE SATURACION ADOPTADAS EN PIURA E ICA

ZONAS	Piura hab/ha.	Ica hab/ha.	Trujillo hab/ha.
Zona Céntrica	220	200	230
Residencial Segunda	150	100	110
Popular	160	180	160

Distribución de Densidades Adoptadas, de Trujillo para la Ira. Etapa

ZONAS	AREA	DENSIDAD	POBLACION
Z. Central	500	200	100,000
Urb. California	32	110	3,520
La Esperanza	148	150	22,200
El Porvenir	126	150	18,900
TOTAL			144,620

PROYECTO DE GRADO

Descripción de las Areas Probables que se Habitarán para la Primera Etapa:

Habiéndose obtenido una población de saturación de 144,620 para las áreas actualmente habitadas, y teniendo 185,000 habitantes para la primera etapa (13 años); el excedente, o sea 40,000 habitantes ocuparán probablemente las áreas urbanas inmediatas que se aprecian en el siguiente cuadro:

DISTRIBUCION DE LA POBLACION PARA LA PRIMERA ETAPA TRUJILLO

ZONA	Area-Ha.	Densidad hab/ha.	Población
Zona Central	500	200	100,000
Urb. California	32	110	3,520
La Esperanza	148	150	22,200
El Porvenir	126	150	18,900
2	85	130	11,050
5b	39.80	120	4,776
7a	85	165	14,025
1 a	26.47	120	3,176
3	64.60	110	7,106
TOTAL	1106.87		184,753

Se ha creído conveniente comparar las densidades que se asumen en Trujillo para la primera etapa con la de la ciudad de Piura, aunque no es un mismo período de tiempo, pero que nos da una idea qué densidad se adopta a medida que se van poblando las

PROYECTO DE GRADO

diferentes áreas; lógicamente que se está comparando con zonas urbanas similares.

CUADRO COMPARATIVO DE DENSIDADES DE LAS CIUDADES
DE TRUJILLO Y PIURA PARA LA 1ra. ETAPA

N°	ZONAS	TRUJILLO	PIURA
2	Popular	130	120
5 b	Resid. Segunda	120	80
7 a	" "	165	180
1 a	" "	120	80
3	Popular	110	120

CUADRO COMPARATIVO DE DENSIDADES DE LAS CIUDADES
DE TRUJILLO Y PIURA PARA LA 2da. ETAPA

N°	ZONAS	TRUJILLO	PIURA
2	Popular	135	140
5 b	Resid. Segunda	140	150
3	Popular	120	140
1	Resid. Segunda	140	150
2 a	Popular	140	140
4	Resid. Segunda	120	150
5	Resid. Primera	100	50
5 a	Resid. Primera	100	50
6	Resid. Segunda	140	150
7	Resid. Segunda	165	150
8	Industrial	60	40
9	Popular	143	140

PROYECTO DE GRADO

CUADRO DE DISTRIBUCION DE LA POBLACION DE TRUJILLO
PARA LA 2da. ETAPA

ZONA	AREA (Has.)	DENSIDAD Hab/Ha.	POBLACION
Z. Central	500.00	230	115,000
Urb. California.	32.00	110	3,250
La Esperanza	148.00	160	23,680
El Porvenir	126.00	160	20,160
1	118.00	140	16,520
2	85.00	135	11,475
2 a	94.50	140	13,230
3	64.60	120	7,752
4	53.00	120	6,360
5	58.50	100	5,850
5 a	27.40	110	3,014
5 b	39.80	140	5,174
6	106.50	140	13,845
7	280.00	165	46,200
8	138.50	60	8,310
9	105.00	143	15,015
TOTAL	1,968.80		315,105

Población de Diseño. -

De acuerdo a las densidades asignadas a las diferentes zonas en que se ha dividido la ciudad de Trujillo, se han obtenido los siguientes resultados, como se puede apreciar:

Etapa Primera	184,753	Habitantes
Etapa Segunda	315,105	"

PROYECTO DE GRADO

Los resultados obtenidos por la curva de crecimiento de población adoptada, nos dá para la ciudad de Trujillo las siguientes poblaciones totales:

Etapa Primera	185,000	Habitantes
Etapa Segunda	315,000	"

Debiéndose diseñar las diferentes estructuras y redes para satisfacer a las diferentes zonas en que se ha dividido a la ciudad de Trujillo, consideramos como población de diseño a las obtenidas a través de la zonificación efectuada.

Se ha previsto que tanto los pozos de captación, reservorios y redes de distribución tendrán la capacidad máxima para abastecer a la población máxima de cada zona; probablemente la capacidad de los pozos, almacenamiento y redes resultan superiores en los primeros años, pero se irán regulando a medida que se habite la zona estimada.

Zona de posible Expansión Urbana.

La Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo, ha preparado durante el año 1963 un plano que está sujeto a aprobación oficial, en el cual se aprecia hacia donde se expandirá posiblemente la ciudad de Trujillo; se aprecian también una serie de arterias que desean construirse en el futuro.

PROYECTO DE GRADO

Podemos también apreciar que existen unas zonas que ya están urbanizadas y que serán habitadas en un futuro próximo, y considerando su abastecimiento para la etapa primera.

Observando el plano podemos apreciar el futuro crecimiento de la ciudad; hacemos la salvedad que no es una cosa completamente cierta, pero sí bastante probable, ya que es una zona donde no hay cultivo y la probable saturación de las barriadas nos permite formarnos ese concepto.

El asumir densidades para zonas futuras, es completamente arbitrario, ya que no existe un plano regulador aprobado oficialmente y que dicte las normas de crecimiento de la población.

A continuación, se puede apreciar el Plano Regulador de la ciudad de Trujillo, que ha sido emitido por la Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo y que está sujeto a aprobación oficial.

Períodos de Previsión.

Antes de iniciar un proyecto de mejoramiento de agua es necesario saber qué tiempo va a cumplir su finalidad, ya que cuando se desee mejorar o ampliar pueda resultar inadecuado, y entonces se ha incurrido en una inversión antieconómica. Generalmente, las obras de abastecimiento que se están proyectando en

PROYECTO DE GRADO

las grandes ciudades, son para una duración de 25 a 30 años aproximadamente.

Generalmente el estudio del proyecto depende del grado de crecimiento de la población, por eso es importantísimo estimar la población futura de una ciudad con los diversos métodos que se conocen para poder diseñar las obras en estudio, y que a su vez puedan ser utilizadas a medida de que haya aumento de población.

También es importante ver el estudio de recursos naturales de los alrededores de la ciudad, de la cual se está haciendo un estudio; ya que habiendo una riqueza é ignorándose, puede dar lugar a un crecimiento desmedido de población, produciéndose un insuficiente abastecimiento debido a estos imprevistos.

Para el estudio que estamos haciendo de la ciudad de Trujillo, se va a solucionar el abastecimiento por un período aproximadamente de 25 a 30 años.

Ya se han hecho cálculos de población por algunos de los diferentes métodos que se conocen, dándonos una población de 185,000 habitantes para la etapa de mejoramiento actual, y de 315,000 habitantes para la etapa futura que se ha considerado.

Dotación y Consumos.

La dotación que se estima como promedio para abaste-

PROYECTO DE GRADO

cimiento de ciudades como la que estamos estudiando, es de 250 lts/Has./día; en la actualidad la dotación para la ciudad de Trujillo es completamente deficiente, y considerando el rendimiento actual de los pozos en 16,800 mts. 3, y con un funcionamiento de acuerdo con los datos obtenidos en el Concejo Provincial, la dotación promedio es en la actualidad del orden de los 150 lts/has./día, la cual resulta muy por debajo del promedio que hemos estudiado.

Lógicamente, los 250 lts/has./día, es un promedio que se asume, ya que resulta alto para zonas de barriadas donde el consumo es menor debido a las condiciones de vida y costumbres; a su vez en zonas residenciales donde las viviendas poseen jardines y otra serie de comodidades resultará bajo.

La dotación que hemos asumido en las diversas zonas, se puede apreciar en los cuadros respectivos.

El agua que se va a utilizar para el abastecimiento va a ser para uso doméstico, industrial, comercial e incendio.

Las pérdidas que deben haber en el sistema, deben ser considerables, ya que es una red antigua, cuyos trabajos fueron terminados en el año 1936, por lo tanto se puede estimar aproximadamente de 15 a 20 % la pérdida.

PROYECTO DE GRADO

Variaciones Mensuales - Diarios y Horarios.

Considerando la insuficiencia de capacidad de los reservorios de almacenamiento y regulación, la falta de capacidad de la red de distribución, y el bajo rendimiento de los pozos para una población de 112,000 habitantes, es imposible determinar la evaluación de las variaciones mensuales y diarias.

Debido a lo anteriormente dicho, no se puede determinar coeficientes exactos para los días de máxima demanda y de la hora de máximo consumo.

Se considera además, que una ciudad adapta sus habitantes al consumo de agua de acuerdo a la forma como se suministra ésta. Además, en la mayoría de las ciudades del país, no se dispone de record de variación horaria, por lo cual estas variaciones las hemos asumido.

Conexiones Domiciliarias.

Según datos proporcionados por la Administración del Servicio de Agua Potable, al año 1964 existe en la ciudad de Trujillo, 6,035 conexiones domiciliarias. No podemos precisar si este dato de número de conexiones es exacto, ya que no sabemos si se lleva una estadística y registro de datos depurados.

Además hacemos mención que no existe un programa que facilite la instalación de conexiones, ya que el beneficiario de-

PROYECTO DE GRADO

be firmar un contrato y abonar el total de la instalación.

CUADRO DE CONEXIONES EN FUNCIONAMIENTO
 -----CLASIFICADOS POR DIAMETRO-----

Diámetro	Conexiones	Porcentaje con respecto al Total
1/2"	4,430	91.18 %
3/4"	208	4.30 %
1"	210	4.30 %
5/8"	5	0.10 %
2"	1	0.015 %
3"	1	0.015 %
4"	4	0.09 %
TOTAL	4,859	100.00 %

Nota. En este cuadro falta la cantidad de instalación que corresponde al año 1964 y fines de 1963. Este dato fué proporcionado por la Administración del servicio.

Teniendo en consideración la producción promedio anual de la fuente de abastecimiento de la ciudad de Trujillo, se concluye que el consumo anual por conexión resulta alrededor de los 850 mts. 3; es decir, alrededor de 2.2 mts. 3 por día.

Si tenemos en cuenta las restricciones actuales del servicio, resulta evidente que este consumo es elevado, indicando ello un apreciable desperdicio, el que se ve favorecido por fal-

PROYECTO DE GRADO

ta de medidores y tarifa fija.

Es necesario hacer una aclaración ante la aparente contradicción de estos altos consumos promedios diarios por conexión domiciliaria y lo establecido con la dotación promedio por habitante que hemos indicado que son valores bajos.

El consumo promedio por conexión resulta alto debido a las siguientes causas:

- 1). - Posibilidad de existencia de conexión domiciliarios de gran diámetro con fuertes desperdicios.
- 2). - La población servida por conexiones domiciliarias es menor que la población total de la ciudad.
- 3). - Posibilidad que el número de conexiones sea realmente mayor.

Desperdicios. - Medidores. - Una medida necesaria a fin de acostumbrar a los habitantes a pagar de acuerdo a lo que consumen y con el objeto de controlar los actuales desperdicios, es la instalación de medidores.

La situación ideal será la instalación total de medidores en todas las conexiones domiciliarias, pero como esto representa aproximadamente 6,000 medidores, con un presupuesto de S/. 1'800,000, sin costo de instalación, resultaría imposible para un servicio económicamente desequilibrado.

PROYECTO DE GRADO

Lo que convendría de acuerdo a esta situación, será la adquisición de 1,000 a 1,500 medidores, los que podrían instalarse en las nuevas conexiones domiciliarias, y temporalmente en igual número a las conexiones existentes durante varios meses, para poder sacar promedio de consumo y luego la cobranza resultaría aproximadamente a sus consumos usuales.

El problema descrito anteriormente, con un reajuste de tarifas permitiría resolver el problema económico actual del servicio.

En caso de que no se pudiera establecer un alza de tarifa vigente, sería recomendable establecer una tarifa diferencial que recargue reconsiderablemente el consumo mínimo; con esto se podría controlar hasta cierto punto los actuales desperdicios que por diferencia de instalaciones interiores deben existir, y los excesivos consumos de agua.

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO III

FACTORES BASICOS DE DISENO

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO III

FACTORES BASICOS DE DISENO

Consumo Unitario. -

El consumo unitario de agua en una ciudad que cuenta con un servicio perfectamente organizado, debe presentar un aumento progresivo en lo que corresponde al mejoramiento del nivel de vida de sus pobladores, lo que trae como consecuencia la implantación de nuevas industrias.

No se tiene datos de valor que corresponden a la ciudad de Trujillo por la falta de capacidad de reservorios de almacenamiento y por la insuficiente capacidad de las redes primarias. La existencia de desperdicios se manifiesta por las conexiones que están en mal estado y por la antigüedad de la tubería.

Lógicamente que en zonas residenciales el consumo unitario es mayor, y que corresponden a un nivel de vida mucho más alto.

Dotaciones Adoptadas. -

Para mejorar el servicio de abastecimiento de agua, se recomienda llevar la dotación "Per-cápita" a valores promedios que satisfagan todas las exigencias de consumo de agua.

Las dotaciones que se adopten garantizarán un eficien-

PROYECTO DE GRADO

te servicio siempre y cuando el servicio se opere de mantener todo el sistema con medidores en perfecto estado y la adopción de adecuado reajuste de tarifas. Si no se cumplen los requisitos anteriormente mencionados, o sea la falta de control de agua en el sistema, provoca el desperdicio.

Hemos adoptado las siguientes dotaciones para las diferentes etapas del estudio.

<u>Dotación Promedio Diario-Anual</u>	
<u>Etapas</u>	<u>Dotación Promedio Anual</u>
Etapa Primera	250 L/h/d.
Etapa Segunda	300 L/h/d.

De acuerdo al desarrollo industrial y comercial de la ciudad de Trujillo, hemos considerado los valores de los datos anteriormente mencionados dentro del cuadro de la dotación promedio diario anual; además el consumo industrial y comercial está distribuido dentro de toda la ciudad.

Variaciones de Consumo. -

Teniendo en cuenta la insuficiencia de capacidad de almacenamiento, redes de distribución, falta de capacidad de alimentación de los pozos, y no habiendo una curva de variaciones de consumo, se ha considerado a continuación las variaciones diarias y

PROYECTO DE GRADO

horarias.

Otra razón por la cual se ha adoptado estas variaciones, es que son casi el promedio de las ciudades de la costa del país, teniendo hasta cierto punto características similares y están definidas sus costumbres peculiares; también así por ser una ciudad con considerable número de habitantes donde los "picos" se compensan.

Promedio diario anual	100 %
Día Máximo	130 % del promedio diario
Hora Máxima	170 % " " máximo
Máximo Maximorum (Diseño)	210 %
Mínimo Consumo	40 % del promedio diario

CUADRO COMPARATIVO DE VARIACIONES CON PIURA E ICA

	Piura	Ica	Trujillo
Promedio Diario	100 %	100 %	100 %
Día Máximo	130 %	130 %	130 %
Hora Máxima	200 %	150 %	170 %
Máximo Maximorum	260 %	195 %	220 %
Mínimo Consumo	40 %	40 %	40 %

Demanda de agua para Incendio:

La demanda de agua para incendio, es una de las funciones más importantes de un sistema de agua potable; hay que considerar este volumen donde la propiedad tiene mucho valor, o don-

PROYECTO DE GRADO

de los materiales de construcción hacen más propensos los siniestros. Este volumen de agua puede llegar a cantidades fabulosas y cuyos gastos alcanzarían cifras prohibitivas.

El límite mínimo de la demanda de incendio es por lo tanto la cantidad de agua que se requiere para extinguir el mayor incendio probable que pudiera ocurrir en una comunidad.

Para nuestro caso se ha considerado que se produzca un siniestro y que sea combatido por 4 grifos, con un gasto de 16 lts/seg. en cada grifo durante 5 horas como máximo. De acuerdo a lo expuesto tenemos lo siguiente:

$$64 \text{ lts/seg.} \times 18,000 = 1,152 \text{ mts.}^3$$

Los grifos deben colocarse en tubería mayor de 4" y a "flor de tierra"; debiendo la compañía bomberil tener un plano actualizado de estos implementos.

Almacenamiento:

El almacenamiento de agua de una ciudad tiene por finalidad lo siguiente:

- 1) Combatir incendios;
- 2) Para atender variaciones de consumo
- 3) Para atender imprevistos que se puedan presentar.

CUADRO DE DOTACIONES Y CONSUMO

DE TRUJILLO

ETAPAS	Perfodo Años	Población	Dotación Promedio l/h/d.	Dotación Máxi- ma Diaria Coef. 1.3	Dotación Máxi- ma Horaria Coef. 1.7	CAUDALES TOTALES		
						Promedio 1/Seg.	Dfa Máx. 1/Seg.	Hora Máx. 1/Seg.
PRIMERA ETAPA	13	185,000	250	325	552	535.3	695	1,182
ETAPA FUTURA	26	315,000	300	390	663	1,093	1,421	2,415

PROYECTO DE GRADO

Para determinar el volumen de almacenamiento hay que recurrir al método del diagrama masa; en este caso, no teniendo una curva que nos de variaciones de consumo, se ha comparado con Piura é Ica; tomándose como porcentaje de almacenamiento el 25 % de la demanda máxima diaria.

Para mantener un volumen de almacenamiento hay que tener en cuenta las características propias del servicio. Este volumen está en función directa de las posibilidades de fallas que se pueden presentar tanto en la energía de los equipos como en las tuberías que alimentan a los reservorios.

Consumo Total Futuro.

Cuando se pone a disposición de una población un eficiente servicio de agua potable, en los futuros años se presenta un consumo exagerado de agua, aunque se haga en forma paralela un control eficiente. Es por lo tanto, indispensable la instalación de medidores con el fin de evitar los desperdicios y gastos innecesarios del agua.

De considerarse también que el incremento de presión puede producir fugas en la red, ocasionando roturas, y que en la actualidad no se notan debido a la baja presión existente del sistema.

ETAPAS	Perfodo	Población	Dotación Promedio 1/h/dfa	Dotación D. Máxima 1/h/dfa	Consumo Promedio Diario Mts. 3/dfa	Consumo P. Máx. Diario Mts. 3/dfa
PRIMERA ETAPA	13 años	185, 000	250	325	46, 250	60, 125
SEGUNDA ETAPA	26 años	315, 000	300	390	94, 500	122, 850

ETAPAS DEL PROYECTO:

El presente Proyecto considera 2 etapas.

- a) - Primera Etapa : Considera la ejecución de un proyecto definitivo para construcción inmediata, en un perfodo de 13 años.
- b) - Segunda Etapa : Considera solamente ejecución de ante-proyecto para un diseño de 26 años.

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO IV

SISTEMA DE DISTRIBUCION

PROYECTO DE GRADO

CAPITULO IV

SISTEMA DE DISTRIBUCION

Introducción.

Se ha creído conveniente hacer una breve exposición acerca de captación, fuentes de abastecimiento, producción de agua y necesidades de ésta, con el fin de dar una idea bastante clara al respecto.

Además, en todo estudio de abastecimiento hay que abordar en forma relativamente precisa los diversos puntos que se pueden tomar en cuenta con el fin de darle la solución más conveniente al proyecto en estudio.

CAPTACION - FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

Abastecimiento Actual. Descripción.

Los trabajos de instalación del sistema actual fueron iniciados en el año 1930, quedando concluídos 6 años más tarde y éstos comprendían la perforación de 8 pozos tubulares en el cerro denominado "Pesqueda", que se encuentra al N.O. de la ciudad, un reservorio de almacenamiento de regulación y la parte inicial de la Red de Distribución. Lógicamente de que a medida que la ciudad fué creciendo, se fué ampliando las instalaciones de tuberías de a-

PROYECTO DE GRADO

cuerto a las necesidades. Hasta la fecha no se ha hecho nada por mejorar la red inicial, ya que por su uso y antigüedad no puede prestar los servicios necesarios que requiere una ciudad de importancia como lo es Trujillo.

La mayor parte de la tubería es de Fo. Fo., con una antigüedad de 25 a 30 años y cuyo coeficiente de rugosidad ha disminuído notablemente, y que a su vez debe haber sufrido los efectos de la corrosión é incrustamiento.

Aparte de las instalaciones existentes en el Cerro "Pesqueda", existe un campo de pozos dentro de la zona urbana, y que están situados como se puede apreciar en el plano de ubicación de pozos existentes.

En la actualidad el sistema de pozos del Cerro Pesqueda comprende dos partes:

- a. - Una integrada por los pozos A y B
- b. - Otra por los pozos 3, 5, 7.

Tanto este campo de pozos como los distribuídos dentro del área urbana, han sido mejorados, y como resultado de esta mejora se obtiene en la actualidad mayor rendimiento que antes.

Fuentes de Abastecimiento. -

Habiéndose hecho estudios por la Corporación de Ingeniería Civil, sobre las diversas posibilidades de las diferentes al-

PROYECTO DE GRADO

ternativas de captación, y no habiendo otros estudios al respecto, se ha procedido a tomar como solución futura de abastecimiento a la que describimos más abajo.

El reemplazo o abandono de una fuente de abastecimiento o un sistema existente útil aún a favor de otro, sólo puede ser justificado por la presencia de factores técnicos decisivos y/o ventajas económicas sustanciales que respalden este cambio o cuando la anticipación funcional de lo existente aparece sin importancia dentro del nuevo sistema.

De otro lado, hay que tener en cuenta que la capacidad del sistema de captación de aguas subterráneas considerando la medida de sus posibilidades, representa cerca del 50% del máximo diario para la Etapa Futura.

Por tanto, la selección queda circunscrita al aspecto de tan sólo la fuente de suministro para el volumen adicional considerado con relación al abastecimiento de la población futura.

Sobre el particular, surge en primer plano la selección de alternativas entre:

- a. - Aguas superficiales del río Moche, como fuente única de abastecimiento;
- b. - La utilización de la napa de aguas subterráneas en actual explotación, para una primera etapa de ampliación del sistema de abastecimiento con una du-

PROYECTO DE GRADO

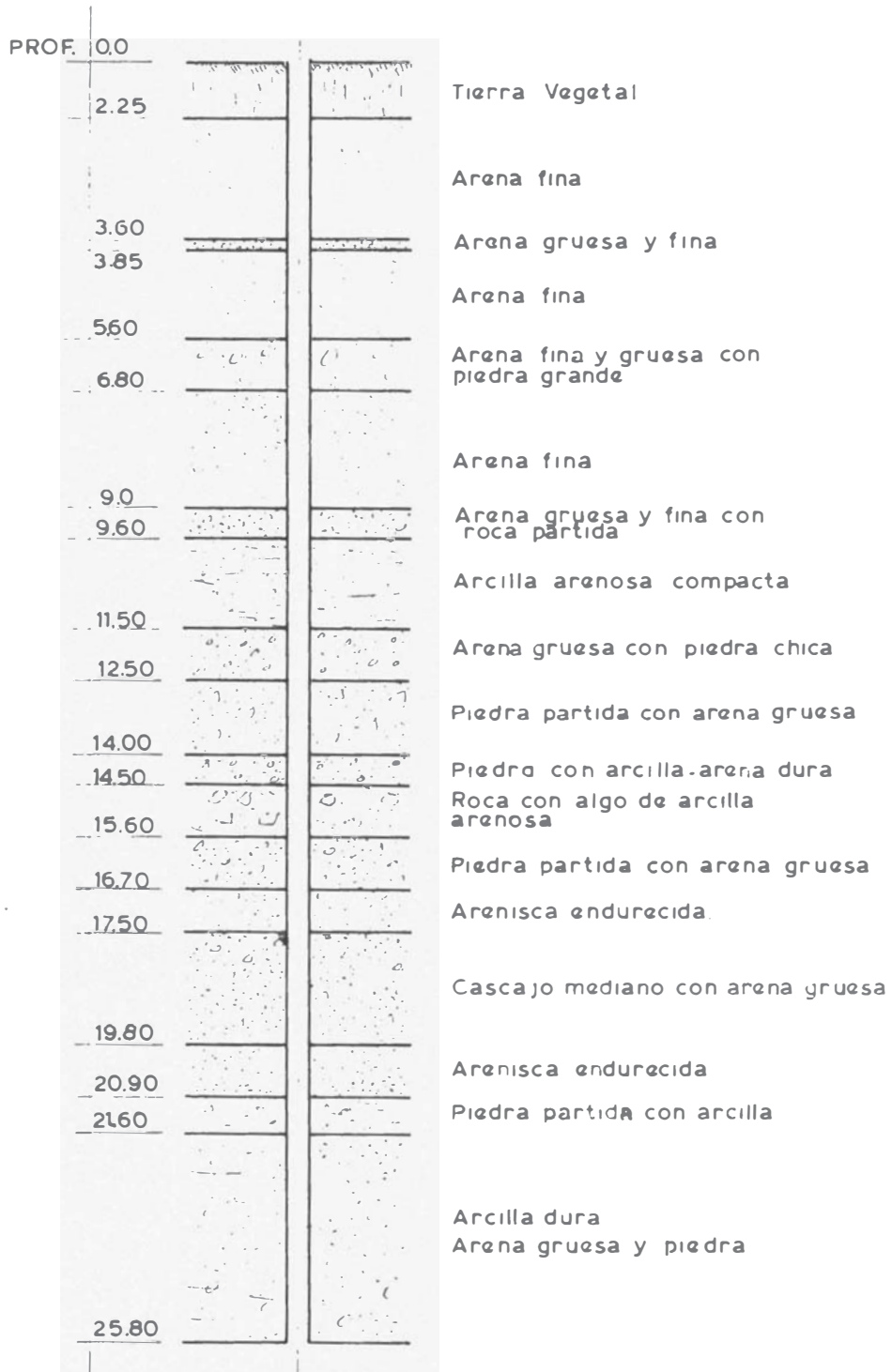
ración de 13 años, complementada en ese lapso, de aguas superficiales del río Moche.

La inversión inicial en el caso de abastecimiento tan sólo a base de aguas superficiales, aparece sencillamente mayor en proporción apreciable que la que habría de demandar una solución de abastecimiento combinado de las dos fuentes, basada en una etapa inicial de ampliación del servicio a base de aguas subterráneas, seguida de una etapa final complementaria a base de aguas superficiales.

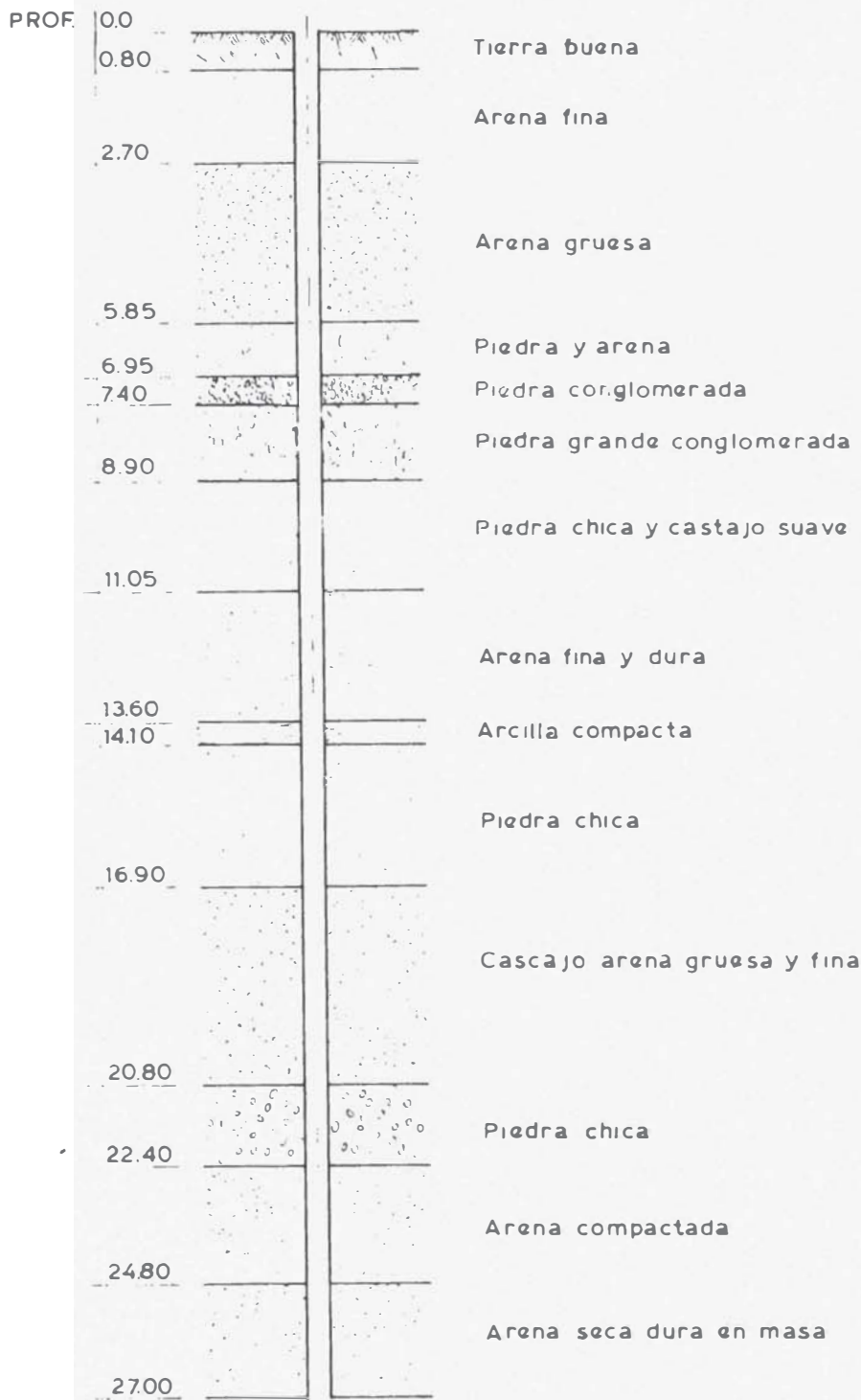
La insuficiencia del sistema de agua potable ante el desarrollo de la ciudad, informa una solución a corto plazo a esta situación de urgencia; esta solución no podría ser lograda sobre la selección de aguas superficiales como fuente única de abastecimiento, por la densidad de factores involucrados, la magnitud de obras necesarias y el monto de inversión que habría que recurrir.

Aguas Superficiales del Río Moche.

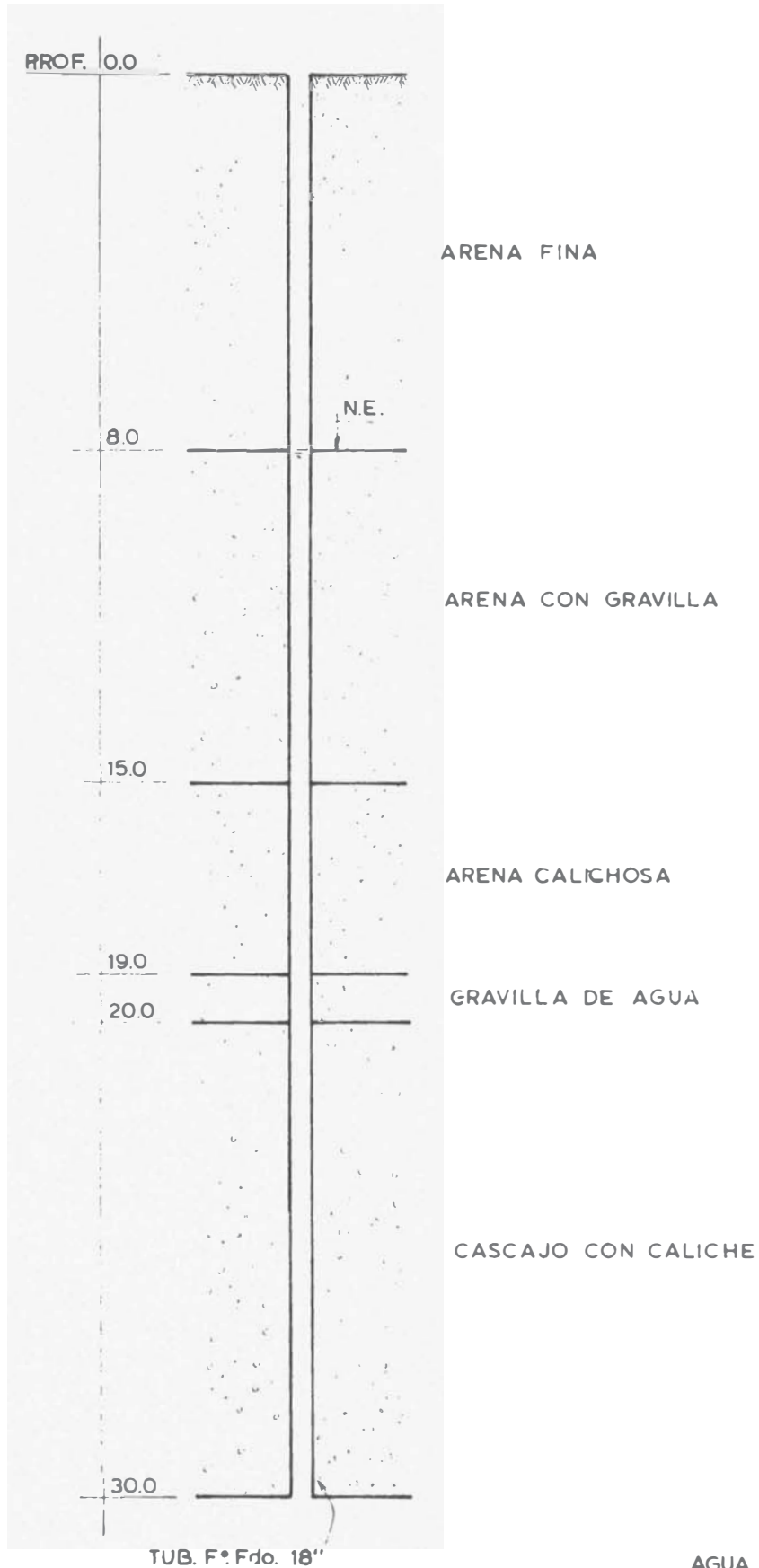
Considera la derivación en época de avenidas de 2 metros cuadrados por segundo de las aguas superficiales del río Moche, de un punto situado a 29 km. aproximadamente aguas arriba de la ciudad, y a 500 metros sobre el nivel del mar, de donde serían conducidos por un canal abierto de concreto a la quebrada de Quirihuac. En este sitio, 22 km. aguas arriba de Trujillo, y 400



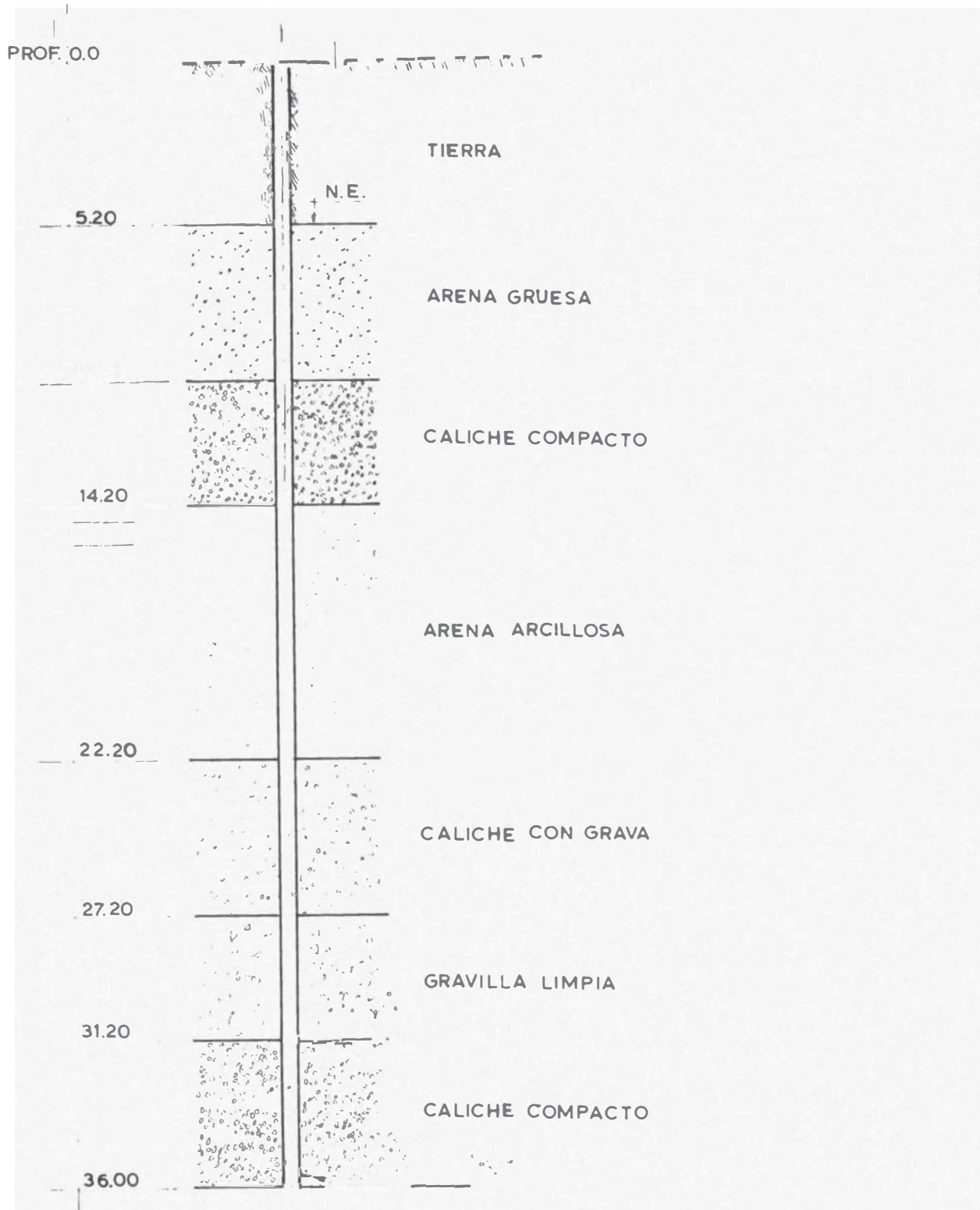
AGUA POTABLE DE TRUJILLO
PROYECTO DE GRADO
 PERFIL ESTATIGRAFICO DEL
 POZO EN EL CAMINO A PESQUEDA
POZO "A"



AGUA POTABLE DE TRUJILLO		
PROYECTO DE GRADO		
PERFIL ESTATIGRAFICO DEL POZO UBICADO EN EL JARDIN MO DELO N° 242		
FECHA	ESCALA	O.CAMPOS S
SEP 1965	1:150	

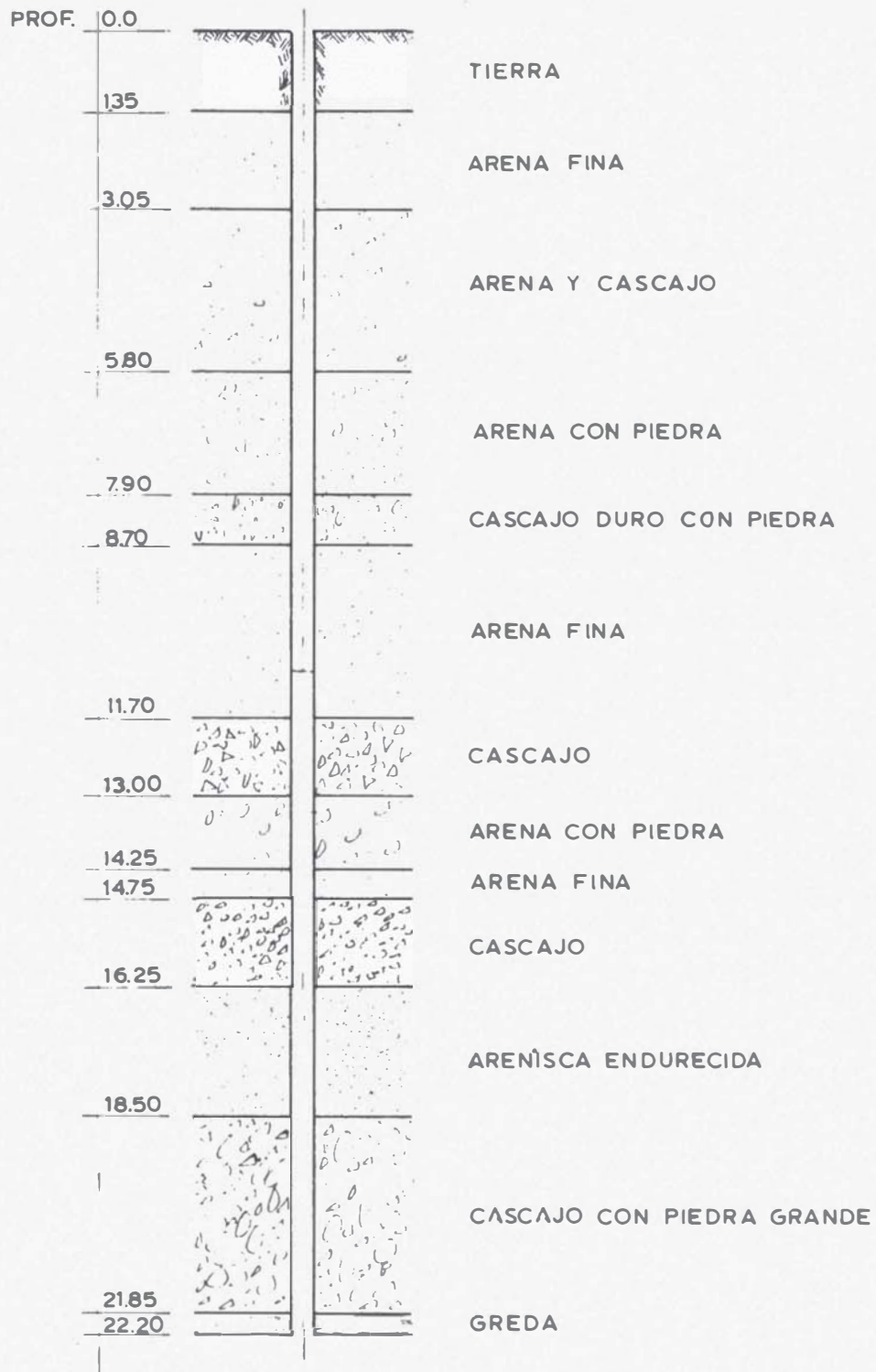


AGUA POTABLE DE TRUJILLO
PROYECTO DE GRADO
 PERFIL ESTATIGRAFICO DEL
 POZO MOCHICA



TUB. F°Fdo. 18"

AGUA POTABLE DE TRUJILLO		
PROYECTO DE GRADO		
PERFIL ESTATIGRAFICO DEL POZO "STA. INES"		
FECHA	ESCALA	O CAMPOS S
SEP.1965	1:150	



AGUA POTABLE DE TRUJILLO

PROYECTO DE GRADO

PERFIL ESTATIGRAFICO DEL
POZO EN LA PLAZUELA CHIMU

FECHA SEP 1965	ESCALA 1:125	U. CAMPOS S.
-------------------	-----------------	--------------

PROYECTO DE GRADO

metros sobre el nivel del mar, se habría de establecer un embalse de 15 a 16 M. de mts. 3. mediante la ejecución de una represa de 75 mts. de altura, desde la cual a través de un conducto circular de concreto simple sería abastecida una planta de tratamiento para la potabilización de estas aguas situadas al pie del cerro San Idelfonso, al Norte de Laredo, entre las quebradas San Carlos y León.

Producción de Agua.

Para la solución definitiva de abastecimiento de agua de la ciudad de Trujillo, se ha considerado lo siguiente con referencia a fuentes de abastecimiento:

Aguas de Sub-suelo: Sección Cerro Pesqueda.

Reemplazando los 8 pozos del Campo este, por cuatro de mayor profundidad. A su vez aprovecha los dos pozos existentes del Campo Oeste con un rendimiento unitario de 25 lts/seg.

Sección Area Urbana: En la actualidad, se están perforando pozos, y a medida que se concluyen se van incorporando al servicio; entonces tenemos 8 pozos funcionando y tres más que van a entrar en servicio.

PROYECTO DE GRADO

POZOS

<u>Planta Pesqueda</u>	<u>Gasto lts/seg.</u>	<u>Profundidad mts.</u>	<u>H. P.</u>
Pozo A	25	26	-
Pozo B	25	27	-
Pozo N° 1	50	30	-
Pozo N° 3	60	22	-
Pozo N° 5	50	30	
Pozo N° 7	50	30	-
<u>Pozos Ciudad.</u>			
Modelo	30	27	40
Aranjuez	20	22	20
América	30	42	40
Unión	25	31	40
Mansiche	40	32	40
28 de Julio	40	20	27
Palermo N° 1	40	27	50
Palermo N° 2	25	30	22
<u>Van a Funcionar</u>			
Mochica	50	30	-
Rímac	30	32	
Santa Inés	50	36	
<hr style="width: 10%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>			
Total Pozos: 17	640		

Datos proporcionados por el Concejo
Provincial de Trujillo.

PROYECTO DE GRADO

Necesidades de Agua.

De acuerdo a los estudios de población, se requiere la siguiente cantidad de agua para las diversas etapas.

Primera Etapa. Como ya se ha descrito, el servicio actual es deficiente y para cubrir las necesidades es necesario hacer una serie de modificaciones y mejoras.

Indudablemente que los estudios preliminares que se han hecho y los datos obtenidos de la producción de pozos en el Concejo Provincial de la ciudad de Trujillo, nos muestran que la solución para las necesidades actuales y primera etapa será a base de aguas subterráneas.

Segunda Etapa. Habiéndose cubierto las necesidades de agua para la Primera Etapa íntegramente a base de aguas subterráneas, recurrimos a la solución complementaria para la Segunda Etapa de las aguas superficiales del río Moche, con aporte de la planta de Tratamiento de 800 lts/seg.

Agua Subterránea:

POZOS	Producción Normal lts/seg.	Volumen Total m ³ ./día
Pesqueda (6 pozos)	260	22464.00
Zona Urbana (8 pozos) existentes	250	21600.00
Nuevos pozos -Z. Urbana (3 pozos exist.)	130	11232.00
TOTALES	640	55296.00

PROYECTO DE GRADO

Observando el cuadro que antecede, vemos la cantidad de pozos actualmente existentes de la ciudad de Trujillo; asimismo observamos que el rendimiento promedio de la napa es de 640 lts/seg. faltando una ligera diferencia para cubrir las necesidades de la Primera Etapa, la cual se solucionaría con la perforación de los pozos necesarios para cubrir esta falta de gasto, ya que como se ha expuesto, la Primera Etapa será abastecida íntegramente por agua del subsuelo.

La perforación de pozos para cubrir la diferencia mencionada, será de acuerdo para abastecer las correspondientes zonas que las necesiten.

RED DE DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO

Sistema de Distribución.

Consumo en el día Máximo: Los consumos promedios totales de Trujillo, relacionados con las poblaciones de diseño estimados para cada una de las etapas, son los siguientes:

<u>Caudales en el Día de Máximo Consumo</u>				
<u>Etapas</u>	<u>Período de Previsión</u>	<u>Población</u>	<u>Dotación Día Máx. l/h/d</u>	<u>Caudal lts.</u>
Etapa 1ra.	13	185,000	325	695
Etapa 2da.	26	315,000	390	1,461

Estos valores no serán de diseño de la red, ya que

PROYECTO DE GRADO

dichos valores deberán determinarse de acuerdo al consumo local de cada una de las zonas en que se ha dividido la ciudad; sin embargo, el valor obtenido será el necesario para poder satisfacer las demandas máximas horarias mediante un volumen de almacenamiento, convenientemente ubicado dentro de la red de distribución.

Dotaciones Tipos por Zonas: Para la determinación del consumo local por zonas, es preciso analizar los elementos constitutivos que corresponden a las dotaciones promedio estimadas para cada una de las etapas en que se ha dividido el proyecto. El objeto de esta determinación es que los valores indicados para las dotaciones de las diferentes etapas, correspondan a los consumos promedios y en la cual aparecen uniformemente distribuidos.

Los consumos domésticos son variables de acuerdo con el tipo de vivienda; lo mismo sucederá con los consumos industriales y comerciales, los que en realidad se encuentran concentrados en determinadas áreas; para este caso las dotaciones que se dan a cada zona se considerarán en forma global, no teniendo en cuenta las dotaciones domésticas, industriales y comerciales, pero sí dando mayor dotación general a la zona que se puede considerar industrial y comercial.

PROYECTO DE GRADO

Dotaciones de Trujillo, Correspondientes a la Primera Etapa

Teniendo en cuenta que la ciudad de Trujillo ha sido dividida en diferentes zonas que se mencionan en el Capítulo correspondiente a Zonificación, se han asignado dotaciones promedio tipo a cada una de estas zonas.

D O T A C I O N T I P O

ZONA	DOTACION en lts/h/dfa		GASTO en lts/seg.		M. Horario
	Promedio	Dfa Máximo	Promedio	Dfa Máximo	
Zona Central	280	364	324.07	421.29	716.19
Urb. California	480	624	19.55	25.41	43.19
La Esperanza	180	234	46.25	60.12	102.20
El Porvenir	180	234	39.37	51.18	87.00
Zona N° 2	160	208	20.46	26.59	45.20
Zona 5 b	300	390	16.58	21.55	36.63
Zona 7 a	280	364	45.45	59.08	100.43
Zona 1 a	290	384	10.29	13.37	22.72
Zona 3	160	208	13.15	17.09	29.05

DISTRIBUCION DE DOTACIONES CLASIFICADAS POR ZONAS (P. Diario)

ZONA	POBLACION	Dotación lts. /h/dfa	TOTAL mts. 3/dfa	CAUDAL lts/seg.
Zona Central	100,000	280	28,000.00	324.07
Urb. California	3,520	480	1,689.60	19.55
La Esperanza	22,200	180	3,996.00	46.25
El Porvenir	18,900	180	3,402.00	39.37
Zona N° 2	11,050	160	1,768.00	20.46
Zona 5 b	4,776	300	1,432.80	16.58
Zona 7 a	14,025	280	3,927.00	45.45
Zona 1 a	3,176	290	889.28	10.29
Zona 3	7,106	160	1,136.96	13.15
TOTAL	184,753		46,241.64	535.17

PROYECTO DE GRADO

DISTRIBUCION DE DOTACIONES CLASIFICADAS POR ZONAS

Máximo Diario = 130 % P.D.

ZONA	POBLACION	DOTACION L/H/D.	CAUDAL L/Seg.	MAXIMO HORARIO Coef. 1.7 L/Seg.
Zona Central	100,000	364	421.29	716.19
Urb. California	3,520	624	25.42	43.21
La Esperanza	22,200	234	60.12	102.20
El Porvenir	18,900	234	51.18	87.00
Zona N° 2	11,050	208	26.60	45.22
Zona N° 5 b	4,776	390	21.55	36.64
Zona N° 7 a	14,025	364	59.08	100.44
Zona N° 1 a	3,176	377	13.38	22.75
Zona N° 3	7,106	208	17.09	29.05
TOTAL	184,753		695.71	1182.70

COMPARACION DE LA DISTRIBUCION DE DOTACIONES CLASIFICADAS POR ZONAS DE: PIURA, ICA Y TRUJILLO

ZONAS	Tipo de Zona	Piura l/h/d.	Ica l/h/d.	Trujillo l/h/d.
Zona Central	Antigua Central	300	300	280
Urb. California	Residencial	510	"	480
La Esperanza	Popular	170	280	180
El Porvenir	Popular	170	280	180
Zona N° 2	Popular	170	280	160
Zona 5 b	Resid. Segunda	230	300	300
Zona 7 a	Resid. Segunda	230	300	280
Zona 1 a	Resid. Segunda	230	300	290
Zona 3	Popular	170	280	160

Dotación de Trujillo correspondiente a la 2da. Etapa

El incremento que se ha adoptado en las dotaciones globales promedio para esta Etapa, ha sido hecho en base a consideracio-

PROYECTO DE GRADO

nes de desarrollo industrial y comercial que probablemente se operará en la ciudad hasta el año 1990, fecha que se considera como límite para la segunda Etapa.

La dotación promedio es de 300 lts/hab./día.

ZONAS CLASIFICADAS				
ZONA	POR ZONAS		Promedio Diario	
	POBLACION	DOTACION	TOTAL	CAUDAL
		.hab/día	mts. 3/día	lts/Seg.
Zona Central	115,000	315	36,225.00	419.27
Urb. California	3,520	525	1,848.00	21.30
La Esperanza	2,300	250	5,920.00	68.50
El Porvenir	20,680	250	5,040.00	58.30
Zona 21	16,520	350	5,782.00	66.90
Zona 2a	11,475	200	2,295.00	26.50
Zona 3	13,230	200	2,646.00	30.60
Zona 4	7,752	200	1,550.40	17.90
Zona 5	6,360	250	1,590.00	18.40
Zona 5a	5,850	520	3,042.00	35.20
Zona 5b	3,014	525	1,582.35	18.30
Zona 6	5,174	320	1,655.68	19.10
Zona 7	13,845	320	4,430.40	51.20
Zona 8	46,200	300	13,860.00	160.40
Zona 9	8,310	400	3,324.00	38.40
Zona 9	15,015	250	3,753.75	
TOTAL	315,105		94,544.58	1,093.67

PROYECTO DE GRADO

DISTRIBUCION DE DOTACIONES CLASIFICADAS POR ZONAS

Máximo Diario: 130% P.D.

ZONA	POBLACION	DOTACION lts./h./dfa	CAUDAL lts./Seg.	MAXIMO HORARIO Coef. 1.7 lts./Seg.
Zona Central	115,000	409.50	545.05	926.58
Urb. California	3,520	682.50	27.80	47.26
La Esperanza	23,680	325.00	89.05	151.38
El Porvenir	20,160	325.00	75.79	128.84
Zona N° 1	16,520	455.00	86.97	147.84
Zona N° 2	11,475	260.00	34.45	58.56
Zona N° 2 a	13,230	260.00	39.78	67.62
Zona N° 3	7,752	260.00	23.27	39.55
Zona N° 4	6,360	325.00	23.90	40.63
Zona N° 5	5,850	676.00	45.76	77.80
Zona N° 5 a	3,014	682.50	23.80	40.46
Zona N° 5 b	5,174	416.00	24.85	42.25
Zona N° 6	13,845	416.00	66.60	113.22
Zona N° 7	46,200	390.00	208.50	354.45
Zona N° 8	8,310	520.00	50.00	85.00
Zona N° 9	15,015	325.00	56.40	95.88
TOTAL	315,105		1,421.97	2,416.32

PROYECTO DE GRADO

COMPARACION DE LA DISTRIBUCION DE DOTACIONES CLASIFICADAS
POR ZONAS DE PIURA, ICA Y TRUJILLO

Promedio Diario

ZONAS	TIPO DE ZONA	PIURA L/H/D.	ICA L/H/D	TRUJILLO L/h/D.
Zona Central	Antigua Central	315	300	315
Urb. California	Residencial	600	-	525
La Esperanza	Popular	180	280	250
El Porvenir	Popular	180	280	250
Zona N° 1	Resid. Segunda	240	300	350
Zona N° 2	Popular	180	280	200
Zona N° 2 a	Popular	180	280	200
Zona N° 3	Popular	180	280	200
Zona N° 4	Resid. Tercera	-	-	250
Zona N° 5	Residencial	600	-	520
Zona N° 5 a	Residencial	600	-	525
Zona N° 5 b	Resid. Segunda	240	300	320
Zona N° 6	Resid. Segunda	240	300	320
Zona N° 7	Resid. Segunda	240	300	300
Zona N° 8	Industrial	-	350	400
Zona N° 9	Popular	180	280	250

PROYECTO DE GRADO

Debemos fijar el gasto máximo de diseño, el volumen de almacenamiento, el coeficiente de rugosidad de las tuberías y las presiones de servicio.

GASTO MAXIMO DE DISEÑO.

Se ha adoptado el criterio de "gasto coincidente" o sea el gasto que resulte de la comparación entre el gasto máximo diario más la demanda por incendio y el consumo máximo horario.

Gasto máximo diario + incendio Máximo horario

Primera Etapa.

695 + 64 1182

Segunda Etapa.

1490 + 64 2533

Habiéndose hecho las comparaciones debidas, se ha obtenido que los consumos máximos horarios son superiores a los correspondientes al día de máximo consumo más incendio.

Almacenamiento.

El almacenamiento de regulación se ha establecido como el 25 % del consumo promedio en el día de máxima

PROYECTO DE GRADO

demanda, considerándose además un volumen adicional por incendio.

Para el almacenamiento por incendio se ha considerado almacenar: 1152 m³., o sea 4 grifos de 16 lts/seg. cada uno durante 5 horas. Esto es tratándose tanto de la primera etapa como de la segunda etapa.

A continuación, se pueden apreciar los cuadros de volúmenes por almacenar, correspondientes a las diferentes etapas en que se ha dividido el proyecto.

Primera Etapa.

Se considera el 25 % del día de máxima demanda más incendio, o sea: $11547 + 1152 = 12,699$

ALMACENAMIENTO PARA LA PRIMERA ETAPA

POBLACION SERVIDA	CONSUMO TOTAL Día Máx. m ³ .	25 % DIA MAX. m ³ .	VOL. POR INCENDIO	VOLUMEN TOTAL POR ALMACENAR
185,000	46,188.25	11,547.00	1,152.00	12,699.00

CUADRO DE NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO Y DE VOLUMENES ALMACENADOS

VOLUMEN POR ALMACENAR m ³	VOL. ALMACEN. ACTUAL m ³	VOL. TOTALES RSV. PROYECT. m ³	VOL. TOTAL ALMACEN. m ³ .
12,699.00	3,540.00	9,159.00	12,699.00

PROYECTO DE GRADO

Segunda Etapa.

ALMACENAMIENTO PARA LA SEGUNDA ETAPA

POBLACION SERVIDA	CONSUMO TOTAL Día. Máx. m3.	25 % DIA MAX. m3.	VOLUMEN POR INCENDIO	VOL. TOTAL POR ALMACENAR
315,000	94,500.00	23,625.00	1,152.00	24,777.00

CUADRO DE NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO Y DE
VOLUMENES ALMACENADOS

VOL. POR ALMACENAR m3.	VOL. ALMACEN. ACTUAL m3.	VOL. TOTAL RSVRS. PROYECT. m3.	VOL. TOTAL ALMACEN. m3.
24,777.00	2,540.00 (Pesqueda) 1,000.00 (Palermo)	21,237.00	24,777.00

Coeficiente de Rugosidad para el Cálculo de Tuberías.

Para el cálculo de las tuberías de la red de distribución, se han usado los siguientes Coeficientes:

- a) Para la instalación de los tramos nuevos hasta de 14", se ha empleado tubería de eternit con un "C" de 140, considerando así las normas que dan los fabricantes.
- b) La tubería a instalarse mayor de 14" será de Fo Fo y con un coeficiente de $C = 100$; se da este valor porque según datos obtenidos en la Sub-Dirección de Obras Sanitarias sobre la calidad de agua, es que esta es de reacción ligeramente alcalina. Este dato que confirmado por el Consejo provincial de Trujillo e informó a su vez que la tubería se encuentra en buen estado, negando por lo tanto lo que se observa en otro capítulo en lo que respecta al bajo coeficiente de rugosidad o que debería tener la tubería por su antigüedad.

Presión de Servicio.

La red de distribución futura ha sido estudiada en

PROYECTO DE GRADO

tal manera, para tener en todas las zonas presiones que estén dentro de los límites permisibles de presiones máximas y mínimas.

Siendo el almacenamiento por reservorios elevados, la altura de estos nos darán las presiones máximas en las horas de mínimo consumo.

En el plano a continuación se puede apreciar las presiones en metros a la hora de máximo consumo.

Las presiones máximas a la hora de mínimo consumo se han considerado como, el 70% de la estática; se ha tomado este porcentaje considerando posibles fugas del sistema y teniendo en cuenta también un consumo industrial y doméstico durante la noche.

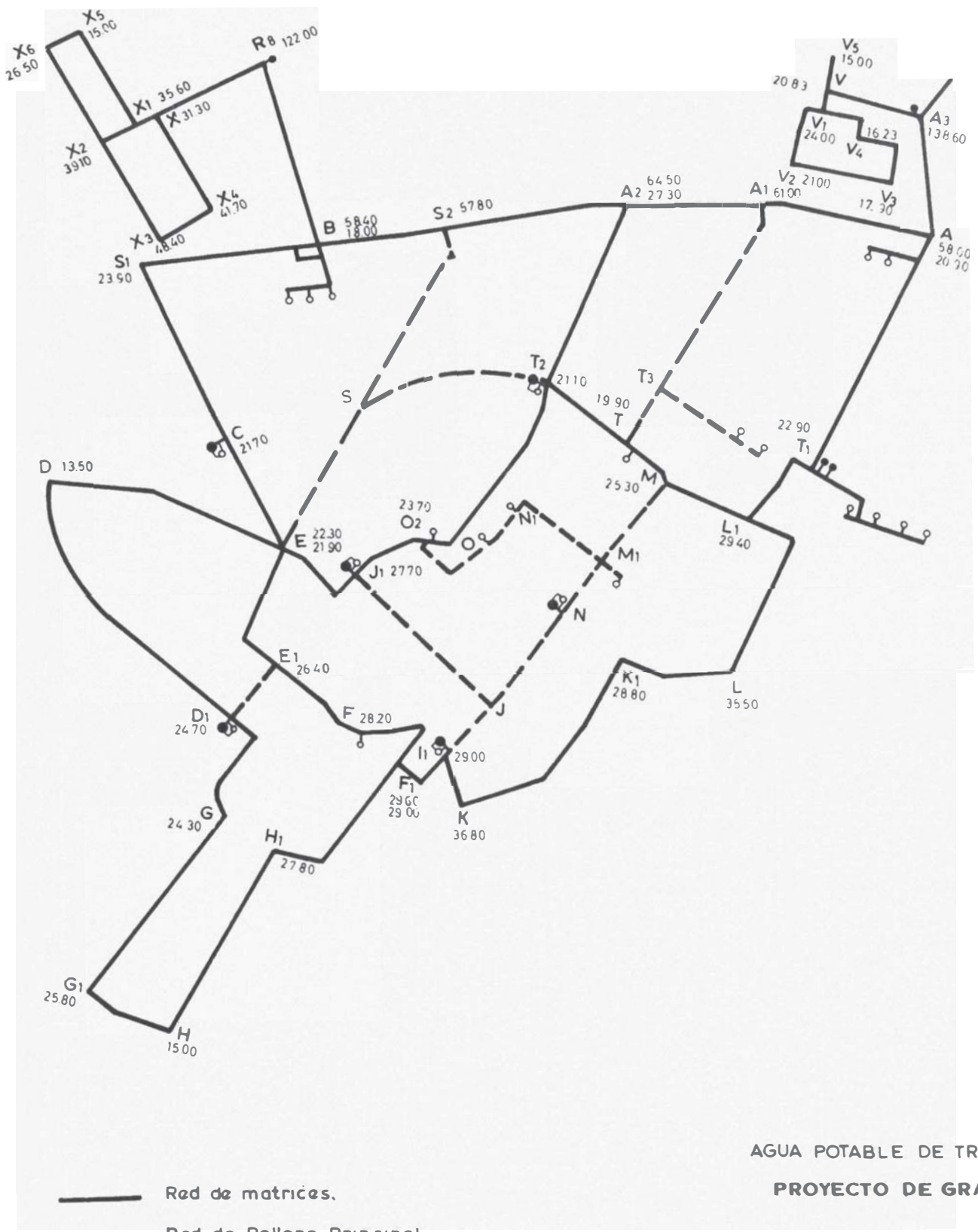
PROYECTO DE GRADO

C U A D R O D E P R E S I O N E S

COTA PIEZOMETRICA ANTERIOR	hf del Tramo	COTA PIEZOMETRICA DEL PUNTO	COTA TERRENO DEL PUNTO	.PRESION (Metros)	PUNTO
49.30	"	49.30	35.80	13.50	D
45.30	4.00	45.30	20.60	24.70	D1
42.80	2.50	42.80	18.50	24.30	G
40.80	2.00	40.80	15.00	25.80	G1
39.80	1.00	39.80	15.00	15.00	H
39.80	7.00	46.80	19.00	27.80	H1
46.80	9.00	55.80	26.20	29.60	F1
55.80	1.40	54.40	26.20	28.20	F
54.40	1.20	53.20	26.80	26.40	E1
53.20	2.50	55.70	33.40	22.30	E
49.30	6.00	55.30	33.40	21.90	E
55.30	6.20	61.50	33.80	27.70	J1
61.50	6.30	67.80	44.10	23.70	O2
67.80	6.50	74.30	53.20	21.10	T2
74.30	1.40	75.70	55.80	19.90	T
75.70	2.60	73.10	47.80	25.30	M
73.10	1.80	74.90	45.50	29.40	L1
74.90	6.00	68.90	33.40	35.50	L
68.90	5.30	63.60	34.80	28.80	P1
63.60	4.40	59.20	22.40	36.80	K
59.20	2.00	57.20	28.20	29.00	I1
57.20	2.00	55.20	26.20	29.00	F1
55.30	6.00	61.30	39.60	21.70	C
61.30	21.00	82.30	58.40	23.90	S1
74.30	18.00	92.30	65.00	27.30	A2
82.30	2.50	84.80	66.00	18.00	B
74.90	3.00	77.90	55.00	22.90	T1
77.90	20.00	97.90	77.00	20.90	A
124.40	3.40	124.40	66.00	58.40	B
		127.80	70.00	57.80	S2

PROYECTO DE GRADO

COTA PIEZOMETRICA ANTERIOR	hf del Tramo	COTA PIEZOMETRICA DEL PUNTO	COTA TERRENO DEL PUNTO	PRESION (Metros)	PUNTO
127.80	+	129.50	65.00	64.50	A ₂
129.50	+	133.00	72.00	61.00	A ₁
133.00	+	135.00	77.00	58.00	A
112.40	+	112.40	97.40	15.00	X ₅
116.90	+	116.90	81.30	35.60	X ₁
116.90	+	117.70	86.40	31.30	X
117.70	+	121.83	121.83	0.00	R ₈
116.90	-	113.30	74.20	39.10	X ₂
113.30	-	111.40	63.00	48.40	X ₃
111.40	+	112.30	70.60	41.70	X ₄
113.30	-	111.70	85.20	26.50	X ₆
109.20	+	109.20	94.20	15.00	V ₅
109.93	+	109.93	89.10	20.83	V
108.93	-	108.93	85.00	24.00	V ₁
108.93	-	99.93	78.93	21.00	V ₂
108.93	-	104.73	88.50	16.23	V ₄
104.73	-	102.23	84.40	17.83	V ₃
135.00	+	138.60	138.60	0.00	A ₃



— Red de matrices.
 - - - Red de Relleno Principal.

AGUA POTABLE DE TRUJILLO
 PROYECTO DE GRADO

PLANO DE PRESIONES DE
 LA RED DE DISTRIBUCION
 (MTS)

Diseño de la Red de Distribución. ~

En el Diseño de la Red de Distribución se ha tenido en consideración los factores propios en general de todo servicio de agua potable.

- a. ~ Topografía de la ciudad
- b. ~ Red y Reservorios existentes y
- c. ~ Fuente de Captación.

a. ~ La topografía de la ciudad de Trujillo tiene una pendiente de terreno cuyas cotas fluctúan desde 20 m. hasta los 60 m. sin considerar las barriadas: La Esperanza y el Porvenir.

Teniendo en cuenta la topografía anteriormente mencionada se han ubicado los reservorios; los circuitos principales y redes de relleno de toda la ciudad se encuentran interconectados.

b. ~ En el Diseño de la Red se ha aprovechado en lo posible la Red existente. Los Reservorios de almacenamiento se han tenido en cuenta ya que los 2 se encuentran en perfecto estado de funcionamiento y completo su sistema de conexiones hidráulicas.

c. ~ Siendo la Fuente de Abastecimiento adoptada en forma mixta de aguas superficiales y subterráneas para la etapa futura y solamente de subterráneas para la etapa primera es posible

PROYECTO DE GRADO

la captación para esta última etapa en diferentes puntos del perímetro urbano a fin de que se sirva a las diferentes zonas. Considerando el desordenado desarrollo y habilitación urbana de la población dentro del perímetro urbano el contar con un diseño de la Red susceptible a ser ampliado en cualquier momento dá una gran ventaja ya que sin mayores cambios de los diámetros se pueden interconectar nuevos circuitos.

Estudio de la Ubicación de los Reservorios de Almacénamiento.

Como posibilidades de la ubicación de Reservorios de almacenamientos se ha considerado lo siguiente:

- a. - Como Reservoirio de Cabecera con by-pass, con una sola tubería de ingreso y de salida.
- b. - Como Reservoirio Flotante ubicándose el almacenamiento en el extremo opuesto a la captación.

En las horas de máximo consumo, la demanda de agua de la población es proporcionada por la Fuente de Abastecimiento y por el reservorio, el que abastece el gasto correspondiente a la diferencia entre el consumo máximo horario y el del promedio del día máximo. En cambio en las horas de mínimo consumo el excedente de agua entre la producción de la fuente y el consumo de

la población sirve para llenar el reservorio.

En el caso de Trujillo los reservorios que se han proyectado han sido distribuidos convenientemente para servir a las diversas zonas, se ha proyectado un juego de válvulas a fin de que si se desea se puede interrumpir el servicio a la población y llenar el reservorio o en el caso de tenerse todas las válvulas abiertas este funcionará como flotante almacenando a las horas de mínimo consumo y abasteciendo a la población en las horas de máximo consumo.

Esto es para los reservorios que se encuentran adyacentes a los pozos de captación.

AREAS DE INFLUENCIA Y POBLACION SERVIDA POR RESERVORIOS EXISTENTES Y PROYECTADOS
RESERVORIO N° 1

ZONA	Area Ha.	Densidad Hab./Ha.	Población	Dotación L/Hab/día	Volumen (m3.)	Volumen Almacenado (m3.)
El Porvenir	126	160	20,160	325	6,552	2,000

RESERVORIO N° 2

Zona 8	89.73	60	5,384	520.00	2,800	700
Zona Central	63.71	230	14,653	409.50	6,000	1,500
Zona 7	13.93	165	2,307	390.00	900	300
Zona 1	14.12	140	1,978	455.00	900	300
Zona 2da.	16.50	140	2,308	260.00	600	150

RESERVORIO N° 3

Zona Central	42.16	230	9,696	409.50	3,970	1,000
--------------	-------	-----	-------	--------	-------	-------

RESERVORIO N° 4

Zona Central	33.97	230	7,815	409.50	3,200	800
Zona 6	54.95	140	7,693	416.00	3,200	800
Zona 5a.	18.90	110	2,080	682.50	1,420	355
Zona 5	1.48	100	148	676.00	100	25
Zona California	22.37	110	2,461	682.50	1,680	420
Zona 7	6.21	165	1,025	390.00	400	100

RESERVORIO N° 5

ZONA	Area Ha.	Densidad Hab./Ha.	Población	Dotación L/Hab/día	Volumen (m3.)	Volumen Almacenado (m3.)
Zona 1	5.02	140	703	455	320	80
Zona Central	112.55	230	25,885	409.50	10,600	2,500
Zona 4	15.40	120	1,847	325.00	600	150
Zona 3	5.12	120	615	260.00	160	40
Zona 5b	5.49	140	769	416.00	320	80

RESERVORIO N° 6

Zona 2	17.10	135	2,308	260	600	150
Zona 3	27.24	129	3,269	260	850	212.5
Zona 4	25.64	120	3,077	325	1,000	250
Zona 5b	24.04	140	3,366	416	1,400	350
Zona Central	8.40	230	1,935	409.50	800	200
Zona 5	59.17	100	5,917	676	4,000	1,000
Zona 5a	7.32	110	805	682.50	550	137.50
Zona California	7.32	110	805	682.50	550	137.50
Zona 6	4.30	140	601	416	250	62.5

RESERVORIO N° 7

Zona 2	45.59	135	6,154	260	1,600	400
Zona 2a.	43.95	140	6,154	260	1,600	400
Zona 1	56.62	140	7,472	455	3,400	850
Zona Central	36.11	230	8,303	409.50	3,400	850

RESERVORIO N° 8

ZONA	Area Ha.	Densidad Hab. lha.	Población	Dotación L/Hab/día	Volumen (m3.)	Volumen Almacenado (m3.)
La Esperanza 1	148	160	23,680	325.00		2,000

RESERVORIO N° 9 y N° 10

Zona 7	208.85	165	34,360	390	13,400	
Zona Central	93.44	230	21,490	409.50	8,800	2,200
Zona 6	68.68	140	9,615	416.00	4,000	1,000

Dimensionamiento de los Circuitos Primarios.

Previamente a la descripción y cálculo de la Red de Distribución futura es conveniente enmarcar consideraciones generales que se han tenido en cuenta.

a.- En las zonas que comprenden áreas actualmente urbanas, se han tomado en consideración las tuberías existentes utilizables. (Relleno Principal).

En esta forma se integra en las tuberías matrices las de actual servicio obteniéndose una economía.

En las zonas cuyas áreas no están actualmente urbanizadas o se hallan en proyecto de habilitación urbana se ha considerado el trazado de las tuberías principales a lo largo de las vías existentes o en las proyectadas en el plano regulador.

Cuando no se han tenido vías diseñadas se han proyectado tuberías cuyo trazo futuro definitivo se puede ajustar al desarrollo urbano, pero se ha definido ya la capacidad de conducción.

b.- Una vez definido el trazo de las tuberías matrices se procedió al cálculo de las áreas de influencia de c/u de los tramos.

Habiéndose dividido la ciudad en una serie de zonas de acuerdo a las características propias, se calculó el gasto correspondiente a cada tramo en función del área servida, de la densidad respectiva y la dotación asignada a cada una de estas zonas; en esta forma se tuvo el gasto correspondiente a cada tramo.

Se preparó un esquema de tuberías matrices con gastos por tramos, y se aplicó el método de Hardy - Cross para el gasto correspondiente a la hora de máximo consumo.

Ya se ha expuesto la comparación que resulta del máximo horario con el consumo en el día de máxima demanda más el gasto para combatir incendios.

Se han calculado las presiones mínimas a las horas de máximo consumo, habiéndose obtenido valores que están dentro de los límites.

CIRCUITO I

TRAMO	LONG.	Ø	C	Q	LONG.EQ	h	$1.85 \frac{h}{Q}$	Q ₁	h ₁	$1.85 \frac{h}{Q}$	I	Q ₂	Q ₃
A ₂ S ₂	2120	30	100	280	3.39	1.5	0.010	282	1.7	0.011	1.1	283.10	283
S ₂ B	930	16	100	120	31.62	3.0	0.049	122	3.4	0.050	1.1	123.10	123
B S ₁	1140	18	100	120	22.80	2.1	0.035	122	2.5	0.035	1.1	123.10	123
S ₁ C	1300	8	140	65	696.00	21.0	0.630	67	21.0	0.630	1.1	68.10	68
C E	790	16	100	192	26.86	7.0	0.060	194	6.0	0.060	1.1	195.10	195
A ₂ T ₂	1265	8	140	65	678.0	20.0	0.700	58.80	18.0	0.570	1.0	57.80	58
T ₂ O ₂	1430	10	140	60	260.60	6.5	0.200	60	6.5	0.200	0.9	59.10	59
O ₂ J ₁	550	8	140	54	294.80	6.3	0.230	54	6.3	0.230	0.9	53.10	53
J ₁ E	645	8	140	50	345.72	6.2	0.250	50	6.2	0.250	0.9	49.10	49

4.40 2.164

2.40 2.03

$$\frac{4.40}{2.16} \approx 2.00$$

$$\frac{2.40}{2.03} \approx 1.1$$

CIRCUITO II

1	980	30	100	500	1.56	2.0	0.008	495.80	2.0	0.008	0.10	495.90	496
1	900	24	100	370	4.32	3.5	0.018	365.80	3.5	0.018	0.10	365.90	366
2	1265	8	140	65	678.0	20.0	0.700	58.80	18.0	0.570	1.00	57.80	58
T ₁	1740	18	100	300	34.80	19.0	0.110	304.20	20.0	0.120	0.10	304.10	304
T ₁ L ₁	790	30	100	710	1.12	3.0	0.008	714.20	3.0	0.008	0.10	714.10	714
L ₁ M	550	20	100	200	6.60	1.7	0.016	206.20	1.8	0.016	0.06	206.26	206
T ₂ T	730	10	140	30	133.00	0.9	0.060	36.20	1.4	0.070	0.06	36.26	36
T M	340	8	140	50	182.24	3.5	0.125	43.80	2.6	0.119	0.06	43.74	44

4.40 1.045

0.10 0.929

$$\frac{4.40}{1.05} \approx 4.20$$

$$\frac{0.10}{0.929} \approx 0.10$$

CIRCUITO III

TRAMO	LONG.	Ø	C	Q	LONG. EQ	h	$1.85 \frac{h}{Q}$	Q	h	$1.85 \frac{h}{Q}$	1	Q ₂	Q ₃
T ₂ T	730	10	140	30	133.00	0.9	0.060	36.20	1.4	0.070	0.06	30.26	36
T ₂ O ₂	1430	10	140	60	260.60	6.5	0.200	60	6.5	0.200	0.9	59.10	59
O ₂ J ₁	550	8	140	54	294.80	6.3	0.230	54	6.3	0.230	0.9	53.10	53
J ₁ E	645	8	140	50	345.72	6.2	0.250	50	6.2	0.250	0.9	49.10	49
E E ₁	900	10	140	42	164.00	2.3	0.100	44.90	2.5	0.105	0.18	45.08	45
E ₁ F	660	12	140	60	49.52	1.4	0.042	57.10	1.2	0.040	0.18	57.28	57
F F ₁	730	12	140	61	54.77	1.5	0.047	58.10	1.4	0.045	0.18	58.28	58
T M	340	8	140	50	182.24	3.5	0.125	43.80	2.6	0.119	0.06	43.74	44
L ₁ M	550	20	100	200	6.60	1.7	0.016	206.20	1.8	0.016	0.06	206.26	206
L ₁ L	1300	24	100	408	6.24	6.0	0.028	406	6.0	0.028	0.16	405.84	406
L K ₁	940	20	100	300	11.28	5.5	0.035	298	5.3	0.037	0.16	297.84	298
K ₁ K	1620	20	100	190	19.44	4.5	0.045	188	4.4	0.045	0.16	187.84	188
K I ₁	670	16	100	111	22.78	2.0	0.033	109	2.0	0.032	0.16	107.84	109
I ₁ F ₁	400	20	100	261	4.80	2.0	0.014	259	2.0	0.014	0.16	258.84	259
						2.50	1.225		0.20	1.231			

$$h = \frac{2.50}{1.23} = 2.00$$

$$h = \frac{0.20}{1.231} = 0.16$$

CIRCUITO IV

TRAMO	LONG.	Ø	C	Q	LONG.EQ	h	$1.85 \frac{h}{Q}$	Q	h	$1.85 \frac{h}{Q}$	1	Q ₂	Q ₃
E D	1585	16	100	≈135	53.90	≈ 6.3	0.090	≈134.10	≈6.0	0.090	≈ 0.34	≈134.44	≈134
D D ₁	2170	12	140	≈ 60	162.83	≈ 4.2	0.140	≈ 59.10	≈4.0	0.130	≈ 0.34	≈ 59.44	≈ 59
D ₁ G	560	16	100	≈141	19.04	≈ 2.5	0.033	≈140.10	≈2.5	0.033	≈ 0.34	≈140.44	≈140
E E ₁	900	10	140	42	164.00	2.4	0.100	44.90	2.5	0.105	≈ 0.18	44.72	45
E ₁ F	660	12	140	≈ 60	49.52	≈ 1.4	0.042	≈ 57.10	≈1.2	0.040	≈ 0.18	≈ 57.28	≈ 57
F F ₁	730	12	140	≈ 61	54.77	≈ 1.5	0.047	≈ 58.10	≈1.4	0.045	≈ 0.18	≈ 58.28	≈ 58
F ₁ H ₁	1060	12	140	135	79.54	9.5	0.130	135.90	9.0	0.125	≈ 0.34	135.56	136
H ₁ H	1460	10	140	57	266.00	6.5	0.215	57.90	7.0	0.215	≈ 0.34	57.56	58
H G ₁	640	6	140	≈ 10	1392.00	≈ 1.5	0.260	≈ 9.10	≈1.0	0.230	≈ 0.34	≈ 9.44	≈ 9
G ₁ G	1470	14	140	≈ 75	52.00	≈ 2.0	0.050	≈ 74.10	≈2.0	0.050	≈ 0.34	≈ 74.44	≈ 74

≈ 1.00 1.107

0.40 1.163

$$\frac{1.00}{1.107} \approx 0.90$$

$$\frac{0.40}{1.163} \approx 0.34$$

CIRCUITO V

TRAMO	LONG.	Ø	C	Q	LONG.EQ	h	$1.85 \frac{h}{Q}$	Q	h_1	$1.85 \frac{h}{Q}$	1	Q ₂	Q ₃
X ₁ X	150	10	140	96	13.65	0.9	0.018	94.90	0.80	0.016	0.43	94.47	95
X ₁ X ₂	225	8	140	60	138.37	3.6	0.118	56.76	3.6	0.118	1.43	55.33	57
X ₂ X ₃	760	6	140	12	1897.27	2.5	0.400	10.90	1.9	0.350	0.43	10.47	11
X X ₄	740	8	140	37	455.10	5.0	0.270	38.10	5.0	0.270	0.43	38.53	38
X ₄ X ₃	360	6	140	10	898.50	0.9	0.170	11.10	0.9	0.170	0.43	11.53	11

$$\frac{1.1}{0.959} = 1.1 \quad \frac{0.40}{0.92} = 0.43$$

$$Q = \frac{1.1}{0.959} = 1.1$$

$$Q = \frac{0.40}{0.92} = 0.43$$

CIRCUITO VI

X ₁ X ₂	230	8	140	60	138.37	3.6	0.118	56.76	3.6	0.118	1.43	55.33	57
X ₂ X ₆	700	8	140	24	430.50	2.0	0.170	21.86	1.6	0.150	1.00	20.86	22
X ₆ X ₅	230	4	140	5	4102.00	1.0	0.450	2.86	0.35	0.270	1.00	1.86	3
X ₅ X ₁	720	6	140	15	1803.0	4.0	0.470	17.14	4.5	0.530	1.00	18.14	17

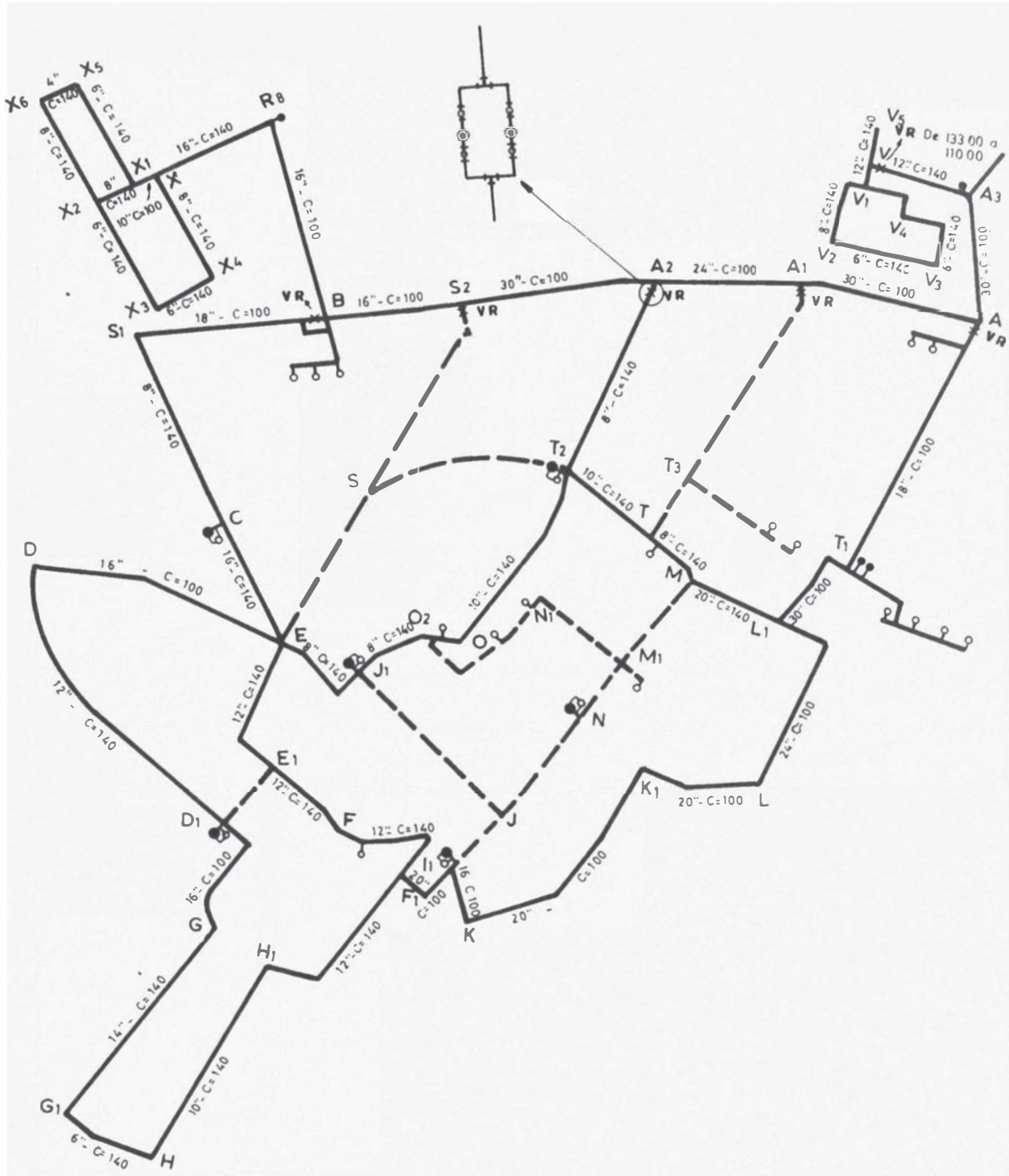
$$\frac{2.6}{1.21} = 2.14 \quad \frac{1.05}{1.06} = 1$$

$$Q = \frac{2.6}{1.21} = 2.14$$

$$Q = \frac{1.05}{1.06} = 1$$

CIRCUITO VII

TRAMO	LONG.	Ø	C	Q	LONG. EQ	h	$1.85 \frac{h}{Q}$	$1.85 \frac{h}{Q}$	h_1	$1.85 \frac{h}{Q}$	1	Q ₂	Q ₃
V ₁ V ₂	930	8	140	≈ 45	571.00	≈ 9.0	0.360	0.360	0.5				≈ 45
V ₁ V ₄	500	8	140	42	307.00	4.2	0.190	0.190	0.5				42
V ₄ V ₃	535	8	140	30	329.00	2.5	0.150	0.150	0.5				30
V ₃ V ₂	960	6	140	9	2396.00	1.8	0.360	0.360	0.5				9
							≈ 0.50	1.060					
				Q	≈	$\frac{0.50}{1.060}$	≈	0.5					



——— Red de matrices.
 - - - - Red de Relleno Principal.

AGUA POTABLE DE TRUJILLO		
PROYECTO DE GRADO		
VALVULAS REGULADORAS DE PRESION Y DIAMETROS DE LA RED DE DISTRIBUCION.		
FECHA	ESCALA	O CAMPOS S
SEP. 1965	1:40 000	

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Como ya se ha expuesto en capítulos anteriores acerca del sistema de distribución del Proyecto en estudio, sacamos la conclusión de que este se opera en forma rotundamente deficiente tanto en el sistema de conducción, alimentación y almacenamiento.

Para los estudios de la Primera Etapa se ha dispuesto que la alimentación del sistema se haga íntegramente a base de aguas subterráneas, instalando y construyendo nuevas tuberías matrices y reservorios de almacenamiento, siguiendo un plan definido con tendencia a mejorar el sistema en la actualidad y para futuras ampliaciones; ya que la solución a un problema de abastecimiento no es la mejora momentánea del sistema sino debe tenerse un programa para soluciones futuras coordinadas. Las obras que se ejecutan para las mejoras deben de hacerse de acuerdo a las necesidades del programa de abastecimiento.

Para la solución de la Primera Etapa se ha previsto la perforación de seis pozos tubulares, construyéndose tres para el abastecimiento de la barriada "La Esperanza", dos para el abas

PROYECTO DE GRADO

tecimiento de la barriada "El Porvenir" y otro dentro del radio urbano de la ciudad como se puede apreciar en el plano correspondiente.

La perforación de los pozos arriba mencionados se hace para solucionar el eminente bajo nivel de vida de los pobladores de las barriadas "La Esperanza" y "El Porvenir", ya que en la actualidad carecen de todo servicio.

En lo que respecta al tendido de tuberías matrices y tuberías de relleno principales, es que se debe seguir el plan estudiado para la solución de la Segunda Etapa; en lo que también respecta al sistema de almacenamiento, se deben ubicar y construir los reservorios de acuerdo a las especificaciones que se observan en el plano respectivo de reservorios proyectados, habiéndose calculado un volumen de almacenamiento de 12,700 m³. para la Primera Etapa, incluyéndose en este el volumen correspondiente a incendio.

Para una solución posterior a la finalización de la Segunda Etapa, se debe hacer un estudio técnico-económico en lo que corresponde al abastecimiento, ya que se plantearía la alternativa de la utilización sólo de las aguas superficiales o de seguir aprovechando también las aguas subterráneas.

PROYECTO DE GRADO

Para la solución de esta Segunda Etapa, se nos presentan también varias alternativas, como la de solucionar el abastecimiento de las barriadas "La Esperanza" y "El Porvenir" por medio de una tubería directa entre los dos reservorios y la solución adoptada que consiste en enviar el agua mediante la tubería matriz que sirve de alimentación para la población y la misma barriada "La Esperanza".

La solución adoptada en el presente estudio, se ha hecho con el criterio de aprovechamiento de lo que existía para la Primera Etapa.

Necesitándose para la Primera Etapa 621 lts/seg. para el máximo diario durante las 24 horas, se ha previsto que el sistema de alimentación aporte a la red más cantidad de agua, con el fin de que el sistema de pozos se paralice a ciertas horas de la noche para su lubricación, descanso y mantenimiento de los equipos de bombeo.

En lo que respecta a la implantación de válvulas reductoras de presión en las tuberías matrices para la Segunda Etapa, es debido a la fuerte pendiente que tiene el terreno de la ciudad, produciéndose por lo consiguiente fuertes presiones a la hora de mínimo consumo, instalándose 2 en cada punto del plano co-

rrespondiente que se puede apreciar.

Los reservorios de almacenamiento funcionan tanto de cabecera flotante como mixtos; ya que estos se llenarán de acuerdo a las condiciones y necesidades que requiera el sistema.

ESPECIFICACIONES PARA LA SOLUCION DE AGUAS SUPERFICIALES DEL RIO MOCHE.

1. - Obra de desviación y defensa de 2 m³/seg. en el río Moche, a la altura de la Hda. Pedregal.
2. - 8 kmts. de canal de desviación para 2 m³/seg. de concreto simple descubierto.
3. - Embalse de almacenamiento en la Quebrada Quirihuac con una represa de 75 mts. de altura y 300 mts. de ancho.
4. - 16.6 kmts. de línea de conducción por gravedad a la planta de Tratamiento. Tubería de concreto reforzado, de baja presión y 65 cm. de diámetro.
5. - Planta de Filtración completa para 800 lts/seg.
6. - 3.4 kmts. de línea de aducción; tubería de fierro fundido de 150 lbs/#2, 33 pulgadas de diámetro al cerro Las Animas.

PROYECTO DE GRADO

METRADO DE TUBERIAS MATRICES

TUBERIA DE FIERRO

DIAMETRO	LONGITUD	PRESION		
		75 lbs.	105 lbs.	150 lbs.
30"	4,600	--	700	3,900
24"	2,200	--	1,300	900
20"	3,510	--	1,490	2,020
18"	2,880	1,140	1,740	--
16"	6,535	--	--	6,535
TOTALES	19,725	1,140	5,230	13,355

TUBERIA DE ETERNIT

14"	1,470	--	--	1,470
12"	5,220	--	--	5,220
10"	4,670	--	2,310	2,360
8"	7,730	3,230	3,855	645
6"	3,440	960	1,840	640
4"	230	230	--	--
TOTALES	22,760	4,420	8,005	10,335

PROYECTO DE GRADO

ACCESORIOS PARA LA RED DE DISTRIBUCION

T I P O	D I A M E T R O De 4" a 80"	M A T E R I A L F o F o
VALVULAS	156	156
TEES	27	27
CRUCES	8	8
REDUCCIONES	34	34
CODOS	61	61

ALMACENAMIENTO Y VALVULAS REGULADORAS DE PRESION

Las especificaciones técnicas de construcción sobre almacenamiento que la implantación de válvulas reductoras de presión, se pueden apreciar en el plano respectivo.