

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA SANITARIA



Proyecto de Mejoramiento del Servicio de
Agua Potable y Alcantarillado
de la Ciudad de Urubamba



TESIS DE BACHILLER Y GRADO

EX-ALUMNO: JORGE MINAYA BAZALAR

PROMOCION 1965

I N D I C E

1.- GENERALIDADES.-

1.1.- Descripción general de la comunidad

1.2.- Características de la población

2.- SERVICIOS ACTUALES.-

2.1.- Servicio de agua potable

2.2.- Servicio de desagüe

2.3.- Proyectos de mejoramiento

2.4.- Necesidad de mejoramiento de los servicios actuales

3.- RECURSOS ACUIFEROS.-

3.1.- Generalidades

3.2.- Características de los acuíferos

4.- DATOS BASICOS PARA EL PROYECTO Y FACTORES DE DISEÑO.-

4.1.- Período de diseño

4.2.- Estudio del probable desarrollo de la ciudad

4.3.- Población y expansión futura

4.4.- Zonificación

4.5.- Dotaciones

4.6.- Variaciones de consumo

4.7.- Zonas de servicio

4.8.- Almacenamiento

4.9.- Características de los elementos constitutivos
de los sistemas

4.10.- Presupuestos. Bases de costo

4.11.- Etapas de construcción

4.12.- Costo de las soluciones

5.- DESCRIPCION DE LAS SOLUCIONES.-

5.1.- SOLUCION A.- Sistema para el aprovechamiento de
las aguas superficiales del río Pumahuanca.

5.2.- SOLUCION B.- Sistema para el aprovechamiento de
las aguas subterráneas del río Pumahuanca.

6.- ANALISIS COMPARATIVO DE LAS SOLUCIONES DE ABASTECIMIEN-
TO DE AGUA POTABLE.-

6.1.- Características de las soluciones y comparación
de sus costos.

6.2.- Conclusiones

7.- SISTEMA PROYECTADO DE ALCANTARILLADO.-

7.1.- Generalidades

7.2.- Normas de diseño

7.3.- Descripción de la red proyectada

7.4.- Disposición final

--O--

1.- GENERALIDADES

CONTIENE:

1.1 DESCRIPCION GENERAL DE LA COMUNIDAD

1.2.- CARACTERISTICAS DE LA POBLACION

--O--

GENERALIDADES

1.1.- DESCRIPCION GENERAL DE LA COMUNIDAD

1.1.1.- Ubicación de Urubamba.-

La ciudad de Urubamba es la Capital del Distrito del mismo nombre, perteneciente a la provincia de Urubamba, del Departamento del Cuzcò. Se encuentra ubicada al Norte del río Vilcanota y al pie de los contrafuertes de la cordillera de Vilcabamba, que dando de esta manera localizada la ciudad en el centro del "Valle Sagrado" nombre dado al valle de Urubamba que se desarrolla de Este a Oeste.

El Departamento del Cuzco está ubicado en el centro de América Meridional, en la región andina Sur del Perú, sobre terrenos pertenecientes a la Cordillera Central Oriental, estando comprendido entre los paralelos $10^{\circ} 34'$ y $15^{\circ} 18'$ latitud austral y los meridianos $70^{\circ} 40'$ y $74^{\circ} 00'$ longitud Oeste.

La ciudad de Urubamba está unida a la Capital del Departamento por dos rutas; por la vía Cuzco-Izcuchaca-Urubamba con un tiempo de recorrido de una hora en automóvil en carretera afirmada, y por la vía Cuzco-Pisac-Calea-Urubamba con un tiempo de recorrido de

una hora 45 minutos en carretera afirmada.

Existe carretera afirmada a lo largo del río Vilcanota, que une a los pueblos vecinos que se encuentran en dicho valle. Igualmente existen carreteras de penetración.

El trazado urbano de la ciudad de Urubamba es del tipo damero. Las calles del núcleo urbano que corresponde a la parte antigua, son muy angostas con ancho promedio de 4.50 mts.; unas calles se hallan empedradas rústicamente y otras son de tierra. Las veredas son hechas de piedra con ancho promedio de 0.80 mts.

1.1.2.- Topografía.-

La ciudad de Urubamba tiene una configuración topográfica inclinada de Norte a Sur, casi uniforme con una pendiente promedio de 4.5 % hacia el río Vilcanota. Hacia el Oeste pasando la Escuela Normal el terreno presenta ondulaciones.

Altímetricamente, la ciudad se ubica a una altura de 2,876 mts. sobre el nivel medio del mar.

En el plano 1.1 y 1.1-A se muestra la ubicación de



MAPA POLITICO DEL PERU



Urubamba.

1.1.3.- Tipo de suelo.-

De los sondeos realizados a profundidades que varían entre 1.00 mt. y 2.00 mts., se deduce que el suelo de la parte urbana actual está formado por tierra, arcilla, cascajos y piedras de tamaños variables. En la zona de la Escuela Normal, el subsuelo está formado por tierra arcillosa, gravas y piedras pequeñas.

En el plano 1.2 se muestra la ubicación de sondeos y cortes.

1.1.4.- Clima.-

El clima de Urubamba es templado y agradable, como en la generalidad de los pueblos de la Sierra, se pueden apreciar dos estaciones bien marcadas; la estación de Sol, que se presenta en los meses de Abril a Setiembre y la estación de lluvias que se presenta en los meses de Octubre a Marzo del año siguiente.

1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACION

1.2.1.- Desarrollo urbano.-

1.2.1.1.- Población,-

En 1940, el Censo reveló que la población urbana ascendía a 3,481 habitantes, y en 1961 el Censo indicó una población de 3,325 habitantes, datos estadísticos que nos hace pensar que en el período comprendido entre estos años, la ciudad de Urubamba sufrió una emigración de sus habitantes. Las principales causas por el que ~~de~~creció la población en este lapso fueron las siguientes:

1.2.1.1.1.- Al ser azotada la zona por una fuerte sequía, la agricultura no prospera y existe desocupación.

1.2.1.1.2.- Debido a la mala calidad del abastecimiento de agua, según informe de la Posta Médica de la ciudad, se presentaron epidemias de carácter gastrointestinales, siendo la principal causa de mortalidad.

Posteriormente estas causas han ido desapareciendo paulatinamente, adquirien-

//..

do la ciudad una importancia capital, tanto en la Agricultura como en la Ganadería, el Comercio y el Turismo. Además se efectuaron mejoras en el abastecimiento de agua y otras obras de saneamiento, lo cual hizo que el índice de mortalidad haya disminuido.

Existe un movimiento migratorio durante los meses de Diciembre hasta Abril, de gran cantidad de cuzqueños y de urubambinos residentes en el Cuzco, que se trasladan a Urubamba atraídos por el buen clima, paisajes y por la abundancia de frutas. Además hay una marcada tendencia a que muchas familias, que residen en el Cuzco por razones de trabajo, construyan sus residencias para pasar los fines de semana y temporada de vacaciones en la ciudad de Urubamba, entre las que se encuentran comerciantes, hacendados y profesionales liberales.

Actualmente existe un gran auge en la población Escolar. Se cuenta con dos Escuelas de 1er. grado y dos de 2do. grado, dos Colegios Secundarios y una Escuela Normal. La

población escolar asciende a 1,777, de los cuales 1,238 pertenecen a Primaria, 461 a Secundaria y 78 a Educación Superior.

1.2.1.2.- Area urbana.-

Actualmente, la ciudad de Urubamba ocupa una extensión de 72 Has. La expansión normal de la ciudad se ha efectuado alrededor de la zonificación actual y a lo largo de las principales vías, siendo esto una tendencia general.

Para el futuro se prevee un desarrollo urbano en la misma forma que la actual, considerándose que Urubamba tendrá en el año 1999 una extensión de 158 Has.

Hasta la fecha no existe un plan de zonificación y desarrollo, habiéndose considerado por ello y para fines del proyecto, un primer planteamiento de zonificación, teniendo en cuenta entre otras cosas las características de expansión normal que presenta la ciudad de Urubamba y que aparece en el acápite 4.4. En el plano 1.3 se muestra la ciudad de Urubamba.

//..

1.2.2.- Actividades económicas de la población.-

Respecto a la Agricultura, el valle del río Vilcanota es sumamente fértil. Su máxima producción está representada por árboles frutales de diversas variedades y maíz de buena calidad. Además como productos secundarios podemos mencionar el cultivo de verduras, trigo, papas, madera de eucaliptus.

En lo que respecta a la Ganadería, el valle se presta a la crianza del ganado vacuno-leche ro, por las características topográficas favorables y por la existencia de gran cantidad de forrajes.

El intercambio comercial de los productos de la región se realiza en los meses que siguen a la cosecha del maíz, en los meses de Mayo a Julio. La producción principal de frutas comienza en Diciembre y termina en Abril siendo su principal mercado la ciudad del Cuzco. Aparte de estos intercambios existe el comercio local representado por pequeñas tiendas comerciales.

Existe en la actualidad una Central Hidroeléctrica que suministra fluido a la ciudad. El

//..

nuevo servicio será suministrado por la Central Hidroeléctrica de Machupicchu, para lo cual se están tendiendo las líneas de alta tensión de Cachimayo a Huayllabamba, de donde se reparte a Calca y Urubamba.

1.2.3.- Facilidades Sanitarias.-

Existe gran cantidad de pacientes infantiles que padecen de enfermedades gastro intestinales como enterocolitis, parasitosis intestinal, disentería y paratifoidea, siendo estas las causas principales de la mortalidad general.

Se puede decir en consecuencia que en la ciudad de Urubamba hay marcada incidencia de enfermedades de origen hídrico y que la principal causa de mortalidad la constituye dichas enfermedades; esto se debe indudablemente a la falta de servicios de agua potable y desagüe adecuados en la ciudad y en la deficiencia del servicio actual que no satisface sino a un 60 % de la población

Existe una Posta Médica que brinda facilidades para casos de emergencia, ayudando así en for-

//..

ma económica a la población de clase necesita
da.

--o--

2.- SERVICIOS ACTUALES

CONTIENE:

2.1.- SERVICIOS DE AGUA POTABLE

2.2.- SERVICIOS DE DESAGUE

2.3.- PROYECTOS DE MEJORAMIENTO

2.4.- NECESIDAD DE MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS
ACTUALES.

--o--

SERVICIOS ACTUALES

2.1.- SERVICIO DE AGUA POTABLE

La ciudad de Urubamba cuenta con un sistema de abastecimiento de agua que sirve sólo a una determinada zona de la ciudad.

2.1.1.- Sistema de Abastecimiento Público de Urubamba.-

2.1.1.1.- Generalidades.-

El sistema de abastecimiento público provee agua al 60 % de la población urbana total y fué instalado aproximadamente en los años 1945-46.

El área que ocupa la zona servida por este sistema es de 26 Has. Actualmente existen en total 330 conexiones domiciliarias, clasificadas de la siguiente manera:

Comercial 1ra. :	11
Comercial 2da. :	17
Comercial 3ra. :	44
Doméstica 1ra. :	258

2.1.1.2.- Elementos constitutivos del sistema.-

A.- Fuente de Abastecimiento.-

El agua se obtiene mediante la canalización de un tramo del río Pumahuanca.

La zona de captación tiene características bastante favorables para la obtención de mayores caudales.

Las obras existentes del sistema de captación actual están constituidas por un canal construido de piedras y unidas por mortero de cemento, de sección rectangular de 2.40 mts. de ancho y 0.80 mts. de profundidad. Luego viene un desarenador que consta de dos pozos construidos con muros de concreto ciclópeo, teniendo cada pozo las siguientes dimensiones:

	<u>Pozo No.1</u>	<u>Pozo No.2</u>
Ancho :	1.50 mts.	2.00 mts.
Largo :	2.00 "	4.60 "
Altura :	1.80 "	1.80 "

Las características físico-químicas

//..

de las aguas captadas aparecen en el cuadro 2.1.

B.- Línea de Conducción.-

El agua procedente de la captación en el río Pumahuanca es conducida a través de un canal de concreto simple y cubierto por medio de lajas de piedras unidas por mortero de cemento, cal y piedra. La sección del canal es rectangular de 0.30 mts. de ancho por 0.25 mts. de alto y tiene una longitud de 2,100 mts. El estado actual de conservación de este canal es malo y su funcionamiento es deficiente.

Esta línea se desarrolla entre la cota 2,960 que es nivel de la captación hasta la cota 2,910 que es el nivel máximo del agua en el reservorio existente.

C.- Almacenamiento.-

Sobre la cota 2,910 está ubicado un reservorio semi enterrado de 400 m³ de capacidad. Es de forma rectangular de 9.80 m. de ancho, 16 m. de largo y 2.60 mts. de

//..

C U A D R O 2.1

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS AGUAS DE LA FUENTE
DE CAPTACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE URUBAMBA.

PH	8.0 a 13° C
Temperatura.....	13.0° C
Color.....	no presenta
Olor.....	" "
Sabor.....	ligeramente agradable
Alcalinidad total.....	46 p.p.m. como CO ₃ Ca.
Dureza total.....	53 p.p.m. como CO ₃ Ca.
Calcio.....	15.0 p.p.m. como Ca.
Magnesio.....	7.2 p.p.m. como Mg.
Manganeso.....	presenta trazas
Cloruros.....	7 l p.p.m. como Cl.
Sulfatos.....	10 6 p.p.m. como SO ₄
Fierro.....	0.08 p.p.m. como Fe.
Sólidos suspendidos.....	0 8 p.p.m.
Sólidos disueltos.....	60.0 p.p.m.
Floruros.....	0.20 p.p.m. como F.
Aluminio.....	1.4 p.p.m. como Al.
Cobre.....	no presenta
Plomo.....	" "
Zinc.....	" "
Sílice.....	1.8 p.p.m. como Si O ₂
Anhidrido Carbónico.....	1.1 p.p.m. como CO ₂

Análisis realizado en la Universidad Nacional del Cuzco.

tirante promedio.

Ha sido construido integralmente de piedra canteada, unidas por medio de mortero de cemento, cal y arena. Las superficies mojadas están enlucidas, los techos son de forma de bóveda cilíndrica y del mismo material. El estado de conservación es malo.

Además del reservorio existen 2 cajas: Una de ellas es para la ubicación de los accesorios de control y la otra ubicada entre la línea de conducción y el reservorio, que funciona como una caja rompedora de presión de 0.700 m³ de capacidad.

Ambas cajas son enterradas y del mismo material que el reservorio.

D.- Sistema de Distribución.-

El sistema de distribución en actual funcionamiento, está constituido por una red de tuberías de fierro fundido, estando en su mayor parte en buen estado debido a la buena calidad del agua.

//..

Los diámetros de las tuberías varían entre 4" y 8", existiendo sólo un tramo de alimentación de 10" de diámetro.

Las válvulas correspondientes a esta red se encuentran en mal estado, presentando sus compuertas desgastadas por acción de las arenas arrastradas por el agua.

Los accesorios e hidrantes se encuentran en buen estado. Las conexiones domiciliarias se encuentran en su mayor parte en mal estado y no existen medidores.

En el plano 2.1 se muestra la ubicación de las diferentes estructuras del sistema de agua potable.

En el plano 2.2 se muestra el reservorio existente.

2.1.1.3.- Deficiencias actuales del servicio.-

A.- Baja producción de agua.-

Existe en la actualidad una insuficiencia de caudal de captación debido a la

//..

falta de capacidad y al mal estado en que se encuentran las estructuras. Ello dá lugar a que las demandas de consumo de la población actual no sean satisfechas.

B.- Captación.-

Todas las estructuras se encuentran deterioradas por acción del tiempo. Del canal, el agua captada pasa al primer pozo por una ventanilla de 0.50 m. x 0.40 m., siendo este pozo, regulador del agua para la población.

Esta agua pasa al segundo pozo mediante una ventanilla circular, actuando este pozo como desarenador. Pero debido a la **alta** velocidad con que el caudal hace su ingreso a la segunda cámara, dificulta la sedimentación, agravándose aún más el funcionamiento debido a su dimensionamiento inapropiado.

C.- Funcionamiento defectuoso de la línea de conducción.-

Debido al estado de la línea de con-

//..

ducción, a las fuertes pendientes que se presentan en algunos tramos originando erosión y arrastre de arena y, a las roturas que sufre la cobertura del canal debido al tránsito de personas y animales, hay una pérdida constante de agua, lo que disminuye aún más el volumen a distribuirse.

D.- Funcionamiento defectuoso del reservorio de almacenamiento.-

El estado de conservación de la estructura es malo, debido a que presenta fisuras por donde se producen fugas de agua. El funcionamiento es deficiente debido a que el nivel de rebose baja algunos días de la semana y, a determinadas horas.

E.- Bajas presiones del servicio.-

Debido a la falta de una regulación conveniente en el reservorio, las presiones son muy bajas sobre todo en las horas de máximo consumo, dando por resultado que las zonas altas del Jr. Belén se que-

//..

den sin agua.

2.2.- SERVICIO DE DESAGUE.-

La ciudad de Urubamba cuenta con un sistema de redes de desagüe que satisface sólo un 50 % de las necesidades de la población.

2.2.1.- Sistema de la red de desagües de Urubamba.-

2.2.1.1.- Generalidades.-

La red de desagües satisface sólo al 50 % de las necesidades de la población. La red fué instalada el año 1958 para drenar un área de 26 Has.

2.2.1.2.- Elementos constitutivos del sistema.-

A.- Red de Colectores.-

La red de colectores formada íntegramente por tuberías de concreto simple 6" de diámetro. En el plano 2.3 se muestra el sistema de la red de desagües existentes.

B.- Emisor.-

//..

El emisor está formado por tuberías de concreto de 10". Comienza en el cruce de la Av. Berriozabal con el Jr. Desamparados y llega hasta la desembocadura en el río Vilcanota.

C.- Cuerpo receptor de la descarga.-

El cuerpo receptor de los desagües es el río Vilcanota, cuyo caudal es abundante.

El pueblo más próximo aguas abajo del río, es Ollanta que se encuentra ubicado a más de 30 Kms. del punto de descarga.

2.2.1.3.- Deficiencias actuales del servicio.-

A.- Funcionamiento defectuoso de la red.-

En algunos tramos la red de desagües cumple en forma positiva, sin embargo otros tramos son deficientes por la reducida capacidad de las tuberías.

En general, la red se encuentra trabajando en malas condiciones, presentando

//..

tramos con gran cantidad de sedimentos y obstruidos por cuerpos extraños.

2.3.- PROYECTOS DE MEJORAMIENTO.-

El servicio actual de agua potable de la ciudad no ha recibido mejoras de consideración en los últimos años. Los proyectos elaborados para tal fin, comprendían simples ampliaciones de la red de distribución y un reacondicionamiento de las estructuras del sistema de agua potable.

La red actual de colectores sólo ha recibido mejoras parciales.

2.4.- NECESIDAD DE MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACTUALES.-

Las deficiencias observadas en los actuales servicios de agua potable y desagüe en la ciudad de Urbamba, debido a la falta de capacidad de los elementos constitutivos de los sistemas y en definitiva la imposibilidad de utilizar algunos elementos existentes, plantean la necesidad de que se estudie la solución necesaria para establecer un nuevo sistema que sirva tanto a la población actual como a la población que gradualmente se vaya estableciendo en la ciudad.

--0--

//..

3.- RECURSOS ACUIFEROS

CONTIENE:

3.1.- Generalidades

3.2 - Características de los acuíferos

--o--

RECURSOS ACUIFEROS

3.1.- GENERALIDADES.-

La ciudad de Urubamba se encuentra situada en la cercanía de los ríos Vilcanota, Tulumayo, Pumahuanca y del Manantial de Pumahuanca; teniendo como recursos disponibles las aguas superficiales de estos ríos.

3.2.- CARACTERISTICAS DE LOS ACUIFEROS.-

A.- Río Vilcanota.-

Tiene su nacimiento en las cumbres nevadas de la Cordillera del Vilcanota. Su curso es inicialmente tormentoso y encajonado, pero después de cruzar el Pongo de Manrique, se hace navegable, sus aguas son ricas para la pesca y sus tierras marginales fáciles de cultivar.

B.- Río Tulumayo.-

Se origina debido a los deshielos del nevado de Chicón. Su curso es irregular durante las épocas del año. Cruza la ciudad por la Av. Tulumayo, cuyo cauce se encuentra canalizado desde el Cementerio hasta su desembocadura en el río Vilcau

//..

nota; parte del cauce se encuentra canalizado rústicamente desde su ingreso a la ciudad hasta la altura del Jr. Palacios, para continuar en canal cerrado hasta el Jr. Ferrocarril, continuando luego en canal abierto.

C.- Río Pumahuanca.-

Sus aguas provienen de los deshielos de los nevados de Pumahuanca. Las aguas de este río es actual fuente de captación del Servicio de Agua Potable de Urubamba, con un gasto promedio de 300 l.p.s.

D.- Manantiales de Pumahuanca.-

Se encuentran ubicados en la margen derecha del río del mismo nombre, con un caudal promedio de 120 l.p.s.

--o--

//..

4.- DATOS BASICOS PARA EL PROYECTO Y FACTORES
DE DISEÑO.-

CONTIENE:

- 4.1.- PERIODO DE DISEÑO
- 4.2.- ESTUDIO DEL PROBABLE DESARROLLO DE LA CIUDAD
- 4.3.- POBLACION Y EXPANSION FUTURA
- 4.4.- ZONIFICACION
- 4.5.- DOTACIONES
- 4.6.- VARIACIONES DE CONSUMO
- 4.7.- ZONAS DE SERVICIO
- 4.8.- ALMACENAMIENTO
- 4.9.- CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS
DE LOS SISTEMAS
- 4.10.- PRESUPUESTOS. BASES DE COSTO
- 4.11.- ETAPAS DE CONSTRUCCION
- 4.12.- COSTO DE LAS SOLUCIONES

DATOS BASICOS PARA EL PROYECTO Y FACTORES DE DISEÑO

4.1.- PERIODO DE DISEÑO.-

Los diversos elementos que constituyen los sistemas de las soluciones se han previsto con una capacidad suficiente para servir a la ciudad de Urubamba durante un período de 30 años, a partir de la fecha de la conclusión del proyecto respectivo, es decir se ha considerado el año 1969 como año inicial y 1999 como año final del alcance de los servicios proyectados. Se ha tenido también en consideración los siguientes aspectos:

A.- Financiación del proyecto.-

Considerando que la financiación de estas obras se realizan mediante préstamos de entidades particulares o estatales, los plazos de amortización varían de acuerdo a la capacidad de pago de la población y de las conveniencias económicas de dichas entidades, siendo en consecuencia estos plazos uno de los factores que regulen nuestro período de diseño.

B.- Vida útil de las obras.-

Se considera que las obras de ingeniería, por

//..

el uso a que están expuestas, tienen cierto tiempo de vida útil.

C.- Experiencias en el campo de la Ingeniería Sanitaria.-

Teniendo en cuenta los diversos estudios realizados en este campo, el período de diseño varía entre 20 a 50 años.

Para la programación de las obras, el período de diseño se ha dividido en dos etapas: la primera, que comprende los 15 primeros años desde 1969 hasta 1984 y la segunda etapa que comprende los sub-siguientes 15 años, desde 1984 hasta 1999.

4.2.- ESTUDIO DEL PROBABLE DESARROLLO DE LA CIUDAD.-

Para preveer el probable desarrollo demográfico de una ciudad, existen diferentes métodos, tanto analíticos como gráficos; sin embargo es muy di-

//..

fácil que uno de ellos nos dé resultados exactos.

Conviene tener en cuenta en muchos casos, que, en el Perú, como sucede en general en América, los aumentos de poblaciones son de carácter accidental, no obedecen a leyes regulares como en Europa con condiciones económicas muy regularizadas. Por lo tanto hay que tomar en cuenta ciertos factores que pueden causar bruscos aumentos, como el establecimiento de una Industria, o la construcción de obras importantes, etc.

4.3.- POBLACION Y EXPANSION FUTURA.-

Se ha considerado que la población de Uru-bamba alcanzará al final de los 30 años, la cifra de 11,500 habitantes, de acuerdo a los cálculos que se muestran más adelante.

4.3.1. Población Actual.-

Para el estudio de la población actual no

//..

se ha tomado en cuenta los censos nacionales de los años 1940 y 1961, en vista de que no están de acuerdo a la realidad actual de la ciudad, por lo que, para calcular esta población, se empleó el sistema de Censo Piloto, que consistió en el muestreo del número de habitantes por hectárea de acuerdo a la zonificación previamente establecida. Una vez obtenida la densidad promedio, se halló el número de habitantes de la ciudad.

En el cuadro 4.1. se muestran los resultados obtenidos.

4.3.2.- Población futura.-

Para el estudio de la población futura tampoco se tomaron en cuenta las cifras obtenidas por los Censos Nacionales de 1940 y 1961 por las razones expuestas anteriormente. En consecuencia, los métodos analíticos correspondientes al método aritmético y geométrico no son aplicables para este estudio.

Como base para los cálculos de la futura población se tomarán en cuenta los índices de crecimiento nacional, de crecimiento departamental y de crecimiento para América

//..

del Sur, que se desarrollan a continuación:

A.- Cálculo empleando el Indice de Crecimiento Nacional.-

$$\text{Fórmula: } P_f = P_o (1 + r)^t$$

donde: P_f = Población futura

P_o = Población actual

r = Indice Nacional de Crecimiento
= 0.0227

t = tiempo en años

Población para el año 1984:

$$P_f = 5,605 (1 + 0.0227)^{15}$$

$$P_f = 8,000 \text{ Hab.}$$

Población para el año 1999:

$$P_f = 5,605 (1 + 0.0227)^{30}$$

$$P_f = 11,500 \text{ Hab.}$$

B.- Cálculo empleando el Indice Departamental.-

$$\text{Fórmula: } P_f = P_o (1 + r)^t$$

donde: r = Indice Departamental = 0.015

Población para el año 1984:

$$P_f = 5,605 (1 + 0.015)^{15}$$

!!..

$$P_f = 7,000 \text{ Hab.}$$

Población para el año 1999:

$$P_f = 5,605 (1 + 0.015)^{30}$$

$$P_f = 9,000 \text{ Hab.}$$

C.- Cálculo empleando el Índice para América DEL Sur.-

$$\text{Fórmula: } P_f = P_o (1 + r)^t$$

donde: r = Índice para América del Sur = 0.030

Población para el año 1984:

$$P_f = 5,605 (1 + 0.030)^{15}$$

$$P_f = 8,732 \text{ Hab.}$$

Población para el año 1999:

$$P_f = 5,605 (1 + 0.030)^{30}$$

$$P_f = 13,600 \text{ Hab.}$$

Se puede deducir que el Índice de Crecimiento para América del Sur no es representativo para el estudio que se está efectuando de la población futura de la ciudad de Urubamba, ya que este dato es un promedio de crecimiento donde están involucrados países de

//..

gran potencial económico como Brasil y Argentina.

El Índice de Crecimiento para el Dpto. del Cuzco, tampoco es representativo, porque en dicho resultado están comprendidas ciudades pequeñas de bajos recursos económicos, lo que no sucede con la ciudad de Urubamba que posee grandes perpestivas económicas y es la segunda ciudad en importancia después de la Capital del Departamento.

En consecuencia, se ha creído conveniente aceptar como probable población futura de Urubamba la obtenida en base al empleo del Índice Nacional de Cre-cimiento.

En el cuadro 4.2 se muestran los resultados obtenidos en los cálculos para hallar la población futura de Urubamba. En el cuadro 4.3 se muestra la población futura a tomar en cuenta en el diseño.

El área total que ocupará la ciudad de Urubamba al final del período de diseño se ha considerado que tendrá una extensión de 158 Has. con una densidad variable según las zonas de servicio respectivas. En el cuadro 4.4 se muestra la futura distribución de la población, el área y la densidad por zonas.

//..

C U A D R O 4.1

Población Actual mediante el Censo Piloto

ZONA ESTABLECIDA	AREA (HA.)	DENSIDAD (Hab./Ha.)	POBLACION (Hab.)
A ₁	63	85	5,355
A ₂	4	50	200
A ₃	5	10	50
Totales	72		5,605

C U A D R O 4.2.

Resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la población futura de Urubamba

METODO DE CALCULO	POBLACION EN LOS AÑOS (Hab.)		
	1969 (actual)	1984 (1ra.Etapa)	1999 (2da.Etapa)
Indice Nacional de Crecimiento	5,605	8,000	11,500
Indice Departamental de Crecimiento	"	7,000	9,000
Indice de Crecimiento de América del Sur	"	8,732	13,600

C U A D R O 4.3.

POBLACION DE DISEÑO

ETAPA	AÑO	POBLACION (Hab.)
Actual	1969	5,605
1ra. Etapa	1984	8,000
2da. Etapa	1999	11,500

C U A D R O 4.4.

FUTURA DISTRIBUCION DE LA POBLACION

ZONA	AREA (Ha.)	DENSIDAD (Hab/Ha.)	POBLACION (Hab.)
A ₁	63	100	6,300
A ₂	4	50	200
A ₃	5	50	250
F ₁	33	70	2,310
F ₂	7	70	490
F ₃	46	43	1,978
Totales	158		11,528

4.4.- Zonificación.-

4.4.1.- Zonificación Actual.-

La ciudad de Urubamba posee en la actualidad 3 zonas bien marcadas con un total de 72 Has. las cuales están diferenciadas por los siguientes factores: Ubicación, tipo de edificación, costumbre de sus habitantes y standard medio de vida. De acuerdo a esto, la ciudad se dividió en tres partes a saber:

A.- Zona de Vivienda y Comercio.- Denominada "A₁".

Generalmente está ubicada en la zona central de la ciudad comprendiendo los establecimientos comerciales y viviendas familiares correspondiéndole un área de 63 Has. Sus habitantes poseen un nivel de vida relativamente alto. Las casas son de adobe con techo de tejas y generalmente son las más antiguas de la ciudad, pero al mismo tiempo existe la proliferación de nuevas construcciones las cuales están diseñadas con arquitectura moderna.

//..

Esta zona por ser antigua en su for
mación posee áreas verdes.

B.- Zona de Vivienda- 2da. clase.- Denominada
"A₂".

Comprende un área de 4 Has. se desa
rolla alrededor de la zona anterior. Co-
rresponde a habitantes de clase media.
Sus casas son antiguas de arte colonial
con grandes zaguanes y generalmente de
dos pisos, de material sencillo y propio
de la región.

C.- Zona de Vivienda- 3ra. clase.- Denominada
"A₃".

Las viviendas en este sector se
agrupan desordenadamente sin presentar un
trazo urbano definido. Las calles son su-
mamente estrechas y discontinuas. El ma-
terial de construcción utilizado es predo
minante el adobe y piedras. Las vivien-
das son generalmente de un piso y no po-
seen servicios de agua domiciliarios. Sus
habitantes son de las condiciones socia-
les y económicas menos favorecidas, se de

//..

dican a trabajar en las Haciendas como peones. El área correspondiente a esta zona es de 5 Has.

4.4.2.- Zonificación futura.-

Al no contar Urubamba con un plano regulador, se ha creído conveniente orientar el probable desarrollo de la ciudad teniendo en cuenta, primero, la zonificación actual, ya que al existir actualmente tres zonas bien de finidas, se espera que en el futuro se mantendrá esta diferencia, variando solamente sus densidades, y en segundo lugar se han previsto las áreas de expansión a lo largo de las principales vías, por ser ésta una tendencia general. De acuerdo a esto se han previsto tres zonas:

A.- Zona F1.- Ubicada en el sector Oeste de la ciudad, limitada por la Carretera a Ollanta, la Av. Circunvalación y el Jr. Pisagua, con una extensión de 33 Has. y con miras a la construcción de urbanizaciones de tipo popular.

B - Zona F2.- Ubicada al Norte de la ciudad

//..

con un área limitada de 7 Has. proyectada a lo largo de la Av. Circunvalación.

C.- Zona F3.- Estará limitada por la calle Convención y la Carretera a Calca, por la prolongación de la Av. Circunvalación Este y por la Av. Tulumayo. Tendrá un área de 46 Has. siendo probable que esta zona se desarrolle en base a urbanizaciones del tipo de viviendas de primera categoría.

En el plano 4.1 se muestra la ubicación de estas zonas.

4.5.- DOTACIONES.-

Debido a que la ciudad de Urubamba presenta un servicio deficiente, no se ha podido llevar a cabo un estudio de la demanda de agua. En consecuencia se ha creído conveniente hacer un estudio en base a datos estadísticos, experiencias recogidas de acuerdo a las características de esta ciudad.

De acuerdo a esto se adoptaron las dotaciones para la ciudad de Urubamba.

En primera etapa se ha adoptado una dotación

//..

promedio anual de 150 litros por habitante y por día para atender sólo las necesidades del consumo doméstico.

En segunda etapa se ha adoptado 200 litros por habitante y por día previniendo además del buen uso del servicio doméstico, la implantación de futuras industrias.

El caudal necesario para el servicio contra incendio se ha fijado en base a considerar que la máxima duración de un siniestro será de 4 horas y que será atendido por 2 bocas de 10 l.p.s. cada una.

En el cuadro 4.5 se muestra una relación de datos experimentales.

4.6.- Variaciones de consumo.-

Debido al mal servicio de Agua Potable existente en la ciudad, no se ha llevado a cabo el estudio de Variaciones Horarias de Consumo, ya que estos resultados estarían fuera de la realidad. Como solución para fijar los coeficientes horarios, se han analizado datos estadísticos. En el cuadro 4.6 se muestran datos estadísticos sobre variaciones de consumo.

De acuerdo a esto se ha considerado que el cau-

//..

CUADRO 4.5

A.- Normas Provisionales para la elaboración y presentación de Proyectos de sistemas de agua y desagüe del MINISTERIO DE Vivienda.-

POBLACION (Hab.)	DOTACION (lts/Hab/día)
2,000 - 5,000	100 - 150
5,000 - 15,000	150 - 200
15,000 y mas	200 y más

B.- Datos Europeos.-

POBLACION (Hab.)	DOTACION (lts/Hab/día)
Población pequeña	50
" grande	150
Hasta 3,000	135
3,000 - 15,000	165
15,000 - 60,000	180

C U A D R O 4.6.

Datos Estadísticos sobre variaciones de consumo

Reglamento de Obras Sanitarias.- Ministerio de Vivienda

DEMANDA l.p.s.	CARACTERISTICAS	COEFICIENTE "K"
Máximo Diario	Depende de la ubicación de ciudad, población, temperatura y otras características climatológicas	$K_1 = 1.3$ a 1.5
	Población:	
	mayor de 15,000	$K_2 = 1.50$
	De 5,000 a 15,000	" = 1.65
	De 2,000 a 5,000	" = 1.80

Datos Estadísticos según Normas para el Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable del Servicio Especial de Salud Pública.-

CONSUMO	PORCENTAJE DEL CONSUMO PROMEDIO ANUAL
Máximo Diario:	120 %
<u>Máximo Horario:</u>	
Población hasta 1,000 Hab.	400 %
Población de 1,000 a 2,000 Hab.	300 %

dal o gasto del día máximo consumo será el 130% del caudal promedio anual; y a la hora de máximo consumo de dicho día, la demanda será equivalente al 180% del caudal promedio. anual. En consecuencia se ha adoptado un gasto de 18 l.p.s. en la primera etapa y un gasto de 34 l.p.s. en la segunda etapa del proyecto.

En el cuadro 4.7 se muestran los gastos considerados para ambas etapas del proyecto.

4.7.- ZONAS DE SERVICIO.-

Debido a la configuración topográfica de la ciudad de Urubamba se ha establecido una sólo zona de servicio que está comprendida entre las cotas 2860 y 2910.

4.8.- ALMACENAMIENTO.-

4.8.1.- Se ha establecido que la capacidad de los reservorios de almacenamiento y regulación deberán tener una capacidad igual al volumen que resulte de la suma de los siguientes:

4.8.1.1.- Volumen necesario para atender las variaciones horarias de consumo.

4.8.1.2.- Volumen necesario para atender el

//..

C U A D R O 4.7

GASTOS CONSIDERADOS EN LAS ETAPAS DEL PROYECTO

ETAPA	POBLACION (Hab)	Dotación (lts/Hab/día)	Media (100%)	Máx.Dia. (130%)	Máx.Hor. (180%)
Inmediata	5,605	150	10	13	18
1ra. Etapa	8,000	150	14	18	25
2da. Etapa	11,500	200	26	34	47

C U A D R O 4.8

COSTOS POR METRO LINEAL DE TUBERIA INSTALADA

TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO

PRESION DE TRABAJO Lbs/pulg. ²	DIAMETROS	
	8"	6"
75	541	454

servicio contra incendio equivalente al consumo requerido por 2 bocas de 10 l.p.s. de gasto cada una durante 4 horas.

4.8.1.3.- Volumen necesario como reserva para atender condiciones de emergencia.

4.8.2.- Se ha considerado que los reservorios se ubicarán con una cota de fondo y tendrán un tirante máximo, tales que permitan disponer de una presión mínima de 15 m. y de una presión estática máxima de 60 m. en cualquier punto de la red de distribución.

4.8.3.- Se ha adoptado como volumen de almacenamiento para la ciudad de Urubamba 600 m^3 en la 1ra. etapa y $1,200 \text{ m}^3$ en la 2da. etapa. Para los cálculos respectivos se ha tenido que recurrir a las Normas del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, debido a que es imposible el cálculo en base a los datos del lugar.

En dichas Normas se indican que: "La capacidad mínima de almacenamiento a adoptar deberá ser la que resulte mayor de las dos si-

//..

güentes alternativas:

- A.- El 50 % del volumen del consumo medio diario.
- B.- El volumen de la demanda de incendio más el 25 % del volumen correspondiente al consumo medio diario.

El criterio "B" es aplicable sólo a los casos en que las redes de distribución se diseñen considerando caudales de incendio. En consecuencia tendremos:

$$V = P \times D \text{ donde } P = \text{Población}$$

$$D = \text{Demanda de agua}$$

$$V = \text{Volumen del consumo medio diario.}$$

Considerando el criterio "A" tendremos:

Para la 1ra. Etapa:

$$V_{50\%} = \frac{1}{2} \times 8,000 \text{ h} \times 150 \text{ lts/h/día}$$

$$V_{50\%} = 600 \text{ m}^3$$

Para la 2da. Etapa:

$$V_{50\%} = \frac{1}{2} \times 11,500 \text{ h} \times 200 \text{ lts/h/día.}$$

//..

$$V 50 \% = 1,150 \text{ m}^3$$

Considerando el criterio "B" tendremos:

Para la 1ra. Etapa:

$$V 25 \% = \frac{1 \times 600 \text{ m}^3}{2} = 300 \text{ m}^3$$

$$V_i = 2 \times 10 \text{ lts/seg} \times 4 \text{ h} \times 3,600 \frac{\text{seg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1,000 \text{ hora}}$$

$$V_i = 288 \text{ m}^3$$

Luego:

$$V 25 \% + V_i = 300 + 288 = 588 \text{ m}^3$$

Para la 2da. Etapa:

$$V 25 \% = \frac{1 \times 1,150 \text{ m}^3}{2} = 575 \text{ m}^3$$

$$V_i = 288 \text{ m}^3$$

Luego:

$$V 25 \% + V_i = 575 + 288 = 863 \text{ m}^3$$

//..

REsumiendo tendremos:

Etapas	Criterios	V 50 %	V 25 %	Vi	Vol.de Almacenamiento.
1ra.	"A"	600 m ³	-	-	600 m ³
	"B"	-	300 m ³	288 m ³	588 m ³
2da.	"A"	1,150 m ³	-	-	1,150 m ³
	"B"	-	575 m ³	288 m ³	863 m ³

De donde se deduce que en ambas etapas se ha de adoptar el criterio "A".

4.9.- CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA.-

4.9.1.- La línea de conducción entre la captación y el reservorio se ha considerado con capacidad para transportar un caudal equivalente al día de máximo consumo de la zona por servir.

4.9.2.- La posición del reservorio se ha fijado en base a las exigencias en las zonas de servicio.

4.9.3.- Para el cálculo de la capacidad de las tuberías que formarán parte del sistema, se han adoptado los siguientes coeficientes de rugosidad (C):

//..

Para las tuberías de asbesto-cemento C = 120

Para las tuberías de concreto reforzado C = 110

4.10 - PRESUPUESTOS, BASES DE COSTO.-

4.10.1.- Costos de las tuberías.-

4.10.1.1.- Las tuberías de las líneas de con
ducción serán de asbesto-cemento,
cuyos precios por metro lineal de
tubería instalada aparecen en el
cuadro 4.8.

4.10.2.- Otros precios.-

A continuación se consignan otros precios
que se han considerado para las estimaciones
de los presupuestos y costos.

Reservorio apoyado, por m ³ de capacidad de almacena- miento.....	\$/	1,200.00
Galería filtrante, por mil	"	2,500.00
Planta de tratamiento por l.p.s. a tratar.....	"	60,000.00
Estructura de captación por l.p.s. de agua captada....	"	1,400.00

//..

4.11.- ETAPAS DE CONSTRUCCION.-

4.11.1.- Con el fin de estudiar las posibles soluciones teniendo en cuenta su construcción por etapas, se ha considerado que el período de diseño de 30 años, se divide en 2 sub-períodos de 15 años cada uno.

Por otro lado se ha adoptado el criterio de considerar que al final del primer sub-período será necesario ampliar las instalaciones para atender la demanda del sub-período siguiente.

4.11.2.- Con relación a las obras a efectuarse en la ciudad, se ha establecido que:

a) En el primer sub-período será necesario servir a una población de 8,000 habitantes y satisfacer una demanda parcial de consumo público, requiriéndose un gasto total para el día de máximo consumo de 18 l.p.s.

b) En el segundo sub-período la población se incrementará en 3,500 habitantes, debiendo ampliarse las instalaciones para

//..

proveer un gasto adicional de 16 l.p.s.

4.12.- COSTOS DE LAS SOLUCIONES.-

- a) Inversión.- Es el costo directo de las obras por ejecutar.
- b) Costo de operación.- Es el gasto en dinero que de mande el funcionamiento y operación del sistema.
- c) Costo total.- Será la suma de inversiones y costo de operación.
- d) Costo anual.- Será el que se obtiene de dividir el costo total entre el número de años de servicio considerado.

--o--

//..

5.- DESCRIPCION DE LAS SOLUCIONES.-

CONTIENE:

5.1.- SOLUCION A.- SISTEMA PARA EL APROVECHAMIENTO
DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RIO PUMAHUANCA

5.2.- SOLUCION B.- SISTEMA PARA EL APROVECHAMIENTO
DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL RIO PUMAHUANCA

--O--

DESCRIPCION DE LAS SOLUCIONES

5.1.- SOLUCION A.-

SISTEMA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RIO PUMAHUANCA.-

Esta solución consiste en captar y tratar los 34 l.p.s. de agua en su totalidad provenientes del río Pumahuanca, en la cota 2,960, lugar de la captación actual.

5.1.1.- Planta de tratamiento.-

La planta de tratamiento se ubicaría aproximadamente a 2.5 Kms. de la ciudad de Urubamba, estando la captación a muy corta distancia de la planta.

5.1.2.- Caudales.-

Se considera que en, los próximos 30 años, la ciudad de Urubamba requerirá satisfacer un caudal total de 34 l.p.s. para el día de máximo consumo.

5.1.3.- Reservorio.-

Se ha proyectado un reservorio con capacidad

//..

suficiente para atender las demandas de agua hasta el final de la 2da. etapa, ya que su vida útil sobrepasa al período de diseño. El volumen que tendrá será de 1,200 m³. Estará ubicado en la parte alta y Norte de la ciudad de Urubamba, siendo su cota de fondo de 2,914.

5.1.4.- Línea de conducción.-

Las características de las líneas de conducción entre la planta de tratamiento y el reservorio, aparecen en el cuadro 5.1.

En el plano 5.1 se muestra la solución A.

C U A D R O 5.1

CARACTERISTICAS DE LA LINEA DE CONDUCCION

CARACTERISTICA	TRAMO
Longitud	2,165 m.l.
gradiente	18.4 ‰
Diámetro	8 pulg.
Calidad	Asbesto-cemento
Gasto	34 lts/seg.
Coeficiente	120
Clase	75 lbs/pulg. ²

//..

5.1.5.- Presupuestos Total de Obras.- Solución A.-

PARTIDAS	METRADO	COSTO UNIT.	VALOR PART.
5.1.5.1.- <u>Captación.-</u>			
Estructura de captación para una capacidad de 34 l.p.s. a \$ 1,400 cada l.p.s.			
	1 Und.	\$ 47,600.00	47,600.00
5.1.5.2.- <u>Planta de Tratamiento.-</u>			
Planta con capacidad para tratar 34 l.p.s. a razón de \$ 60,000.00 cada l.p.s. de capacidad de tratamiento.			
	1 Und.	2'040,000.00	2'040,000.00
5.1.5.3.- <u>Tubería de Conductucción.-</u>			
Tub. de A.C. de 8" x 75 lbs/pulg. ²			
	2,165 ml.	541.00	1'171,265.00
5.1.5.4.- <u>Reservorio.-</u>			
Reservorio apoyado de 1,200 m ³ a \$ 1,200.00 m ³			
	1 Und.	1'440,000.00	<u>1'440,000.00</u>

//..

Total Neto...	4'698,865.00
Gastos Generales 30 %	<u>1'409,660.00</u>
Total General.....	6'108,525.00

5.1.6.- Presupuesto de obras por etapas.- Solución A.-

PARTIDAS	METRADO	<u>COSTO UNIT.</u>	<u>VALOR PART.</u>
5.1.6.1.- <u>Primera Etapa.-</u>			
<u>pa.-</u>			
Estructura de captación para una capacidad de 18 lps. a \$1,400.00 cada lps.	1 Und.	25,200.00	25,200.00
Planta para tratar 18 lps. a \$60,000.00 cada lps.	1 Und.	1'080,000.00	1'080,000.00
Línea de conducción (total) Tub. de A.C. de 8" x 75 lbs/pulg.	2,165 ml.	541.00	1'171,265.00
Reservorio apoyado de 1,200 m ³ a \$1,200.00 m ³ .	1 Und.	1'440,000.00	<u>1'440,000.00</u>
		Total Neto	3'716,465.00

//..

Gastos Generales 30%	1'114,940.00
Total General....	4'831,405.00

5.1.6.2.- Segunda Etapa.-

Ampliación de la captación para un caudal de

16 lps. a \$1,400 c/lps.	1 Und.	22,400.00	22,400.00
--------------------------	--------	-----------	-----------

Ampliación de la planta en 16 lps. a \$60,000.00

c/lps.	1 Und.	960,000.00	960,000.00
--------	--------	------------	------------

Total Neto..	982,400.00
--------------	------------

Gastos Generales 30%	294,720.00
----------------------	------------

Total General:	1'277,120.00
----------------	--------------

5.1.7.- Costo Anual de Operación.- Solución A.-

PARTIDA

a) Planta de Tratamiento

Cloro	523,480.00
-------	------------

Personal,

L.Sociales	243,600.00
------------	------------

5.1.8.- Pagos en moneda Nacional.-Solución A.-

PARTIDAS

//..

5.1.8.1.- Inversión en obras.-

a) Captación, agua superficial, estructura de captación por una cantidad de 34 lps.	47,600.00
b) Planta de tratamiento	2'040,000.00
c) Tubería de conducción	1'171,265.00
d) Reservorio	1'440,000.00
e) Gastos Generales	<u>1'409,660.00</u>
Total inversión en obras	6'108,525.00

5.1.8.2.- Costo de Operación.-

a) Planta de Tratamiento:	
Cloro	15'704,400.00
Personal y Leyes Sociales	7'308,000.00
Costo de Operación en 30 años	23'012,400.00
Costo total al final de los 30 años	<u>29'120,925.00</u> =====

5.2.- SOLUCION B.-

SISTEMA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTE-
RRANEAS DEL RIO PUMAHUANCA.-

Esta solución consiste en captar íntegramente los 34 l.p.s. provenientes de las aguas subterráneas de los manantiales de la margen derecha del río Puma

//..

huanca.

5.2.1.- Captación.-

La captación se ubicaría en la margen derecha del río Pumahuanca en la cota 3,080. Consistiría en 190 ml. de galerías filtrantes, a una profundidad promedio de 2.40 mts., considerando que a dicha profundidad el rendimiento medio de la galería sea de 0.18 l.p.s. por metro lineal.

El agua captada iría a una cámara de recolección desde donde se le conducirá hacia la ciudad mediante una línea de conducción.

5.2.2.- Caudales.-

El caudal necesario es el mismo que se ha considerado en la solución A, o sea un total de 34 l.p.s.

5.2.3.- Reservorio.-

Se ha proyectado un reservorio cuya capacidad y ubicación sería la misma adoptada en la solución A.

//..

5.2.4.- Línea de conducción.-

Las características de la línea de conducción aparecen en el cuadro 5.2. En el plano 5.2. se muestra la solución B.

5.2.5.- Presupuesto total de obras.- Solución B.-

PARTIDAS	METRADO	COSTO UNIT.	VALOR PART.
<u>5.2.5.1.-Captación de aguas subterráneas.-</u>			
Construcción de galerías filtrantes a una profundidad promedio de 2.40m.	190 ml.	2,500.00	475,000.00
<u>5.2.5.2.- Línea de Conducción.-</u>			
Tub. de A.C. de 6" x 75 lbs/pulg. ²	1970 ml.	455.00	896,350.00
Tub. de A.C. de 8" x 75 lbs/pulg. ²	1790 ml.	541.00	968,390.00
<u>5.2.5.3.- Reservorio.-</u>			
rio.-			

//..

C U A D R O 5.2.

CARACTERÍSTICAS DE LA LINEA DE CONDUCCION

CARACTERISTICAS	1er. TRAMO	2do. TRAMO	3er. TRAMO
Longitud	1,640 ml.	330 ml.	1790 ml.
Gradiente	62.2 ‰	103.6 ‰	13.20 ‰
Diámetro	6 pulg.	6 pulg.	8 pulg.
Calidad	A.C.	A.C.	A.C.
Gasto	46.5 Lts/seg.	61.7 Lts/seg.	35 Lts/seg.
Velocidad	2.6 m/seg.	3.5 m/seg.	1.1 m/seg.
Coeficiente	120	120	120
Clase	75 lbs/pulg. ²	75 lbs/pulg. ²	75lbs/pulg. ²

Reservorio apoyado de 1,200 m ³ a \$ 1,200 m ³	1 Und.	1'440,000.00	<u>1'440,000.00</u>
Total Neto			3'779,740.00
Gastos Generales 30%			<u>1'133,922.00</u>
Total General			<u>4'913,662.00</u> =====

5.2.6.- Presupuesto de Obras por etapas.-Solución B.-

PARTIDA	METRADO	COSTO UNIT.	VALOR PART.
5.2.6.1.- <u>Primera Etapa.-</u>			
<u>pa.-</u>			
Construcción de gale- rías filtrantes.....	135 ml.	2,500.00	337,500.00
Línea de conducción (Total)			
Tub. de A.C. de 6" x 75 lbs/pulg. ²	1970 ml.	455.00	896,350.00
Tub. de A.C. de 8" x 75 lbs/pulg. ²	1790 ml.	541.00	968,390.00
Reservorio apoyado de 1,200 m ³ a \$1,200 m ³	1 Und.	1'440,000.00	<u>1'440,000.00</u>
Total Neto			3'642,240.00
Gastos Generales 30%			<u>1'092,672.00</u>
Total General			<u>4'734,912.00</u> =====

//..

5.2.6.2.- Segunda Etapa.-

Ampliación de las gale-

rías filtrantes.....	55 ml.	2,500.00	137,500.00
	Total Neto		137,500.00
	Gastos Generales 30%		<u>41,250.00</u>
	Total General		<u>178,750.00</u> =====

5.2.7.- Costo anual de Operación.- Solución B.-

PARTIDA

Cloro	523,480.00
Personal y	
L.Sociales	69,600.00

5.2.8.- Pagos en moneda Nacional.- Solución B.-

PARTIDAS

5.2.8.1.- Inversión en Obras.-

a) Captación de aguas subterráneas mediante construcción de galerías filtrantes a 2,40 mts. de profundidad. .	475,000.00
b) Línea de conducción	1'864,740.00
c) Reservorio	1'440,000.00
d) Gastos Generales	<u>1'133,922.00</u>
Total inversión en obras	<u>4'913,662.00</u>

//..

5.2.8.2.- Costo de Operación.-

Cloro	15'704,400.00
Personal y Leyes Sociales	<u>2'088,000.00</u>
Costo de Operación en 30 años	<u>17'792,400.00</u>
Costo total al final de los 30 años.	<u>22'676,062.00</u> =====

--o--

//..

6.- ANALISIS COMPARATIVO DE LAS SOLUCIONES DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

CONTIENE:

6.1.- CARACTERISTICAS DE LAS SOLUCIONES Y COMPARACION
DE SUS COSTOS

6.2.- CONCLUSIONES

--O--

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SOLUCIONES DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

6.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS SOLUCIONES Y COMPARACION DE
SUS COSTOS.-

Las soluciones A y B de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Urubamba, son las que técnicamente ofrecen las mejores condiciones para ser consideradas en un estudio comparativo.

6.1.1 - Costos de Inversión y Operación.-

La solución A, que consiste en captar las aguas superficiales del río Pumahuanca tiene un costo total de \$ 29'120,925.00 de los cuales \$ 23'012,400.00 al costo de operación en los 30 años, y \$ 6'108,525.00 corresponden al costo de inversión en obras.

La solución B, que consiste en captar las aguas subterráneas de los manantiales de Pumahuanca tiene un costo total de \$ 22'676,062 de los cuales \$ 4'913,662.00 corresponden al costo de inversión en obras y \$ 17'792,400.00 al costo de operación en los 30 años. Estos costos son menores que los correspondientes a

//..

la solución A, por lo tanto esta solución B en definitiva, es la más barata que la solución A.

6.1.2.- Costos por etapas.-

La solución B tiene los costos por etapas más bajos que en la solución A.

6.2.- CONCLUSION.-

El estudio comparativo de las soluciones proyectadas, permite establecer que la solución B constituye la solución más conveniente, no sólo por su menor costo total sino por las ventajas adicionales que significa la ausencia de un mantenimiento costoso, complicado y delicado.

En la solución B hay ausencia casi total de elementos mecánicos, lo cual permite que el costo de mantenimiento apenas sea el producto de las partidas consideradas para desinfección y remuneraciones al personal de mantenimiento que en este caso es muy reducido.

--0--

//..

7.- SISTEMA PROYECTADO DE ALCANTARILLADO

CONTIENE:

- 7.1.- GENERALIDADES
- 7.2.- NORMAS DE DISEÑO
- 7.3.- DESCRIPCION DE LA RED PROYECTADA
- 7.4.- DISPOSICION FINAL

--O--

SISTEMA PROYECTADO DE ALCANTARILLADO

7.1.- GENERALIDADES.-

El sistema proyectado de alcantarillado contempla el mejoramiento y ampliación de la red actual, con el objeto de subsanar las deficiencias de orden hidráulico que se presentan en la actualidad, resolviendo en forma integral los problemas derivados de la eliminación de las aguas servidas, dentro de los próximos 30 años que comprende el Período de Diseño de las estructuras proyectadas.

7.1.1.- Objetivos.-

En líneas generales, los principales objetivos que se han tenido en cuenta al proyectar las ampliaciones y mejoras del servicio de desagüe de Urubamba, son los siguientes:

7.1.1.1.- Utilización máxima de las actuales estructuras, mejorando sus condiciones de trabajo, aliviando los tramos sobrecargados, ó cambiando aquellos que por su estado de conservación y funcionamiento no ofrecen garantías normales de funcionamiento, así como

//..

por no tener la capacidad suficiente para conducir los gastos requeridos.

7.1.1.2.- Ampliación de las redes en la actual zona urbana, con previsión del drenaje de las áreas de posible expansión urbana futura, mediante el diseño de nuevas redes.

7.1.1.3.- Solucionar el problema de la disposición de las aguas negras, conduciéndolas a lugares alejados de la zona de expansión urbana donde se les dará el tipo y grado de tratamiento necesarios y no signifique molestia ni peligro para la colectividad.

7.2.- NORMAS DE DISEÑO.-

Para el diseño de la red de colectores se ha tenido en cuenta los mismos datos básicos y factores de diseño del proyecto de Agua Potable.

7.2.1.- Variaciones de Consumo.-

El gasto de escurrimiento de las aguas negras varía con la estación, el día, la hora

//..

y otras condiciones. Los factores que regulan el cálculo son el gasto máximo y el gasto mínimo.

7.2.2.- Capacidad de consumo de los colectores.-

Los colectores se han calculado de modo que tengan capacidad suficiente para drenar el 100% del caudal Máximo Horario del servicio de agua.

Este criterio adoptado para el diseño es debido a que la ciudad de Urubamba es una zona lluviosa y por consiguiente existirá un gasto adicional inevitable que se infiltrará por las tapas de los buzones y los patios de las casas.

En el presente proyecto para la ciudad de Urubamba, no se ha considerado una red de desagüe pluvial porque no se justifica dada la importancia de la ciudad. Además, Urubamba topográficamente posee una pendiente uniforme hacia el río Vilcanota, donde pueden drenar con facilidad las aguas de lluvia.

Otro punto importante para drenar los desagües pluviales, es el canal abierto del río Tulumayo, que prácticamente divide la zona urba

//..

na en dos partes.

7.2.3.- Gasto a evacuar.-

El gasto total a evacuar será ~~igual al~~ Máximo Horario del servicio de agua que es de 47 l.p.s. y que cubre una extensión de 158 Has.

7.3.- DESCRIPCION DE LA RED PROYECTADA.-

El proyecto contempla la instalación de colectores principales cuyas áreas de drenaje se muestran en el plano 7.1.

Estos colectores además de reunir en un sólo punto las distintas descargas actuales, recolectarán los colectores secundarios proyectados, teniendo una capacidad para drenar las áreas de expansión futura hasta alcanzar la población de saturación de acuerdo a la zonificación de la ciudad.

El proyecto contempla 2 colectores principales:

7.3.1.- Colector Comercio.-

Se inicia en el Jr. Tulumayo y discurre por el jirón Comercio hasta la intersección con el Jr. Berriozabal, siguiendo por este Jirón hasta la intersección con el Jr. Ferroca-

//..

rril. Estará constituido de 15 tramos con un total de 745.80 mts. de longitud de 10" de diámetro y pendientes variables, con un caudal de 14.2 l.p.s. que descargarán al Emisor Oeste.

El Colector Comercio drenará un total de 10.08 Has. de la actual zona urbana, habiéndose proyectado para aliviar los colectores de la parte baja de la actual zona urbana comprendida a partir del Jr. Comercio y cuyo funcionamiento hidráulico es deficiente.

7.3.2.-Colector Ferrocarril.-

Se inicia en la intersección del Jr. Tulumayo con el Jr. Ferrocarril, discurrendo por este Jirón hasta la intersección con el Jr. Berriozabal. Estará constituido de 9 tramos con un total de 485.60 mts. de longitud y 10" de diámetro, de pendientes variables con un caudal de 8.9 l.p.s. que descargará al Emisor Oeste.

Este colector drenará 29.90 Has. de la actual zona urbana, parte baja, comprendida entre el Jr. Comercio y el Jr. Ferrocarril.

7.3.3.-Colectores Secundarios.-

Se han proyectado colectores de relleno

//..

en las zonas que carecen de ellos y en las zonas de expansión futura considerada en la Primera Etapa.

Los colectores secundarios a proyectarse tienen una longitud de 8,363 mts. y 8" de diámetro, abarcando una zona de drenaje total de 158 Has. la cual a su vez estará dividida en Zona Oeste con 76 Has. y Zona Este con 82 Has.

7.3.4.- Reemplazo de colectores.-

Dentro de las obras de mejoramiento del casco urbano, se ha proyectado el cambio de colectores existentes que presentan deficiencias por falta de capacidad, pendientes o por encontrarse en mal estado de conservación y funcionamiento.

Los tramos de colectores que serán reemplazados se muestran en el cuadro 7.1.

7.3.5.- Emisor Oeste.-

Se inicia en la intersección del Jr. Berriozabal con el Jr. Ferrocarril, continuando paralelo a la carretera a Ollanta para dirigir se luego hacia el río Vilcanota.

//..

C U A D R O 7.1

TRAMOS DE COLECTORES QUE SERAN REEMPLAZADOS

JIRON	TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LOS BUZONES
Sagrario	35 - 29 - 25 - 22 - 12
Palacio	46 - 41 - 42 - 26 - 15 - 13
Mainiqui	129 - 17 -124 - 92 - 91
Ferrocarril	137 -136 -135 -134 -133 -118
Berriozabal	188 -189 -140 (Emisor actual)
Huáscar	137 -132
Bolívar	30 - 31
Grau	26 - 27
Pumacahua	156 -157

Está constituido de 11 tramos con un total de 1,001.00 mts. de longitud, con 10", 12" y 14" de diámetro, con pendientes variables y un caudal de 12.2 l.p.s.

El Emisor Oeste drenará una área de 40.96 Has. comprendiendo la zona urbana actual y las futuras expansiones de la zona Oeste a partir del Jr. Tulumayo.

7.3.6.- Emisor Este.-

Se inicia en el buzón ubicado en la intersección del Jr. Rocafuerte con la Carretera a Calca, continuando su recorrido paralelo a la Carretera a Calca, para dirigirse luego hacia el río Vilcanota.

Está constituido de 9 tramos con un total de 571.00 mts. de longitud, con 10" y 12" de diámetro con pendiente variable y un caudal de 11.7 l.p.s.

El Emisor Este drenará toda la zona actual y futura ubicada al Este del Jr. Tulumayo, con un área de drenaje total de 39.31 Has.

Las características hidráulicas de los

//..

CUADRO 7.2 CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS DE LOS COLECTORES

COLECTOR	CALLE	Nº DEL BUZON DEL AL	LONGITUD EN METROS	COTA DE TAPA DEL BUZON	COTA DE FONDO DEL BUZON	AREA EN HECTAREAS	DESCARGA l.p.s.	DIAM. PULG.	TUBO LLENO		SERVICIO	GRADIENTE %/100					
									l.p.s.	m SEG.							
		DEL	POSTERIOR	TERIOR	POSTERIOR	PARCIAL	CUMUL.	PULG.	m SEG.	l.p.s.	VELOSI m/SEG.						
MERCIO	COMERCIO	11	237.00	877.28	875.02	875.80	873.25	20.16	20.16	6.0	10"	65.0	1.26	6.0	0.80	10.8	
		31	58.50	875.02	872.49	873.25	871.00	3.36	23.52	1.0	10"	16.0	1.50	7.0	1.20	38.5	
		43	179.30	872.49	871.54	871.00	870.22	14.11	37.63	4.2	10"	32.0	0.78	11.2	0.68	4.4	
		76	80.00	871.54	865.97	870.22	864.36	4.37	4.37	1.3	10"	160.0	3.10	12.5	1.86	73.5	
ERROCARRIL	IOTZABA	80	191.00	865.97	862.36	864.36	861.16	5.71	10.0	1.7	10"	76.0	1.50	14.2	1.17	16.7	
		119	234.00	867.72	867.04	866.47	865.38	14.44	14.44	4.3	10"	40.0	0.80	4.3	0.52	4.7	
		135	54.00	867.04	866.27	865.38	864.51	864.51				10"					16.1
		136	60.30	866.27	865.20	864.51	863.27	863.27				10"					20.6
EMISOR OESTE	ETERA A OLLANTA	137	66.00	865.20	863.28	863.17	861.71	15.46	29.90	4.6	10"	75.0	1.45	8.9	0.96	22.1	
		138	66.00	863.28	862.36	861.71	860.40				10"					18.9	
		139	530	862.36	862.36	860.56	860.44				10"					16.9	
		140	100.00	862.36	860.45	860.44	858.15	24.50	24.50	7.3	10"	58.0	1.14	7.3	1.14	16.9	
EMISOR ESTE	DESNO	141	200.00	860.45	858.12	858.50	856.60				10"					9.7	
		143	200.00	852.12	857.90	856.55	855.95	13.10	37.60	3.9	12"	54.0	0.74	11.2	0.80	3.0	
		145	501.00	857.90	856.15	855.95	854.24	3.36	0.96	1.0	14"	88.0	0.80	12.2	0.76	3.4	
		162	63.00	860.80	858.90	859.30	857.78	11.42	11.42	3.4	10"	90.0	1.80	3.4	0.90	24.4	
EMISOR ESTE	CALCA	163	308.00	858.90	857.95	857.78	856.64	23.52	34.94	7.0	10"	35.0	0.70	10.4	0.74	3.7	
		168	216-A	200.00	857.95	857.00	856.64	4.37	39.31	1.3	12"	50.0	0.72	11.7	0.70	2.8	

to. Entre los factores a tener en cuenta en la elección del tipo y grado de tratamiento a aplicar, podemos mencionar los siguientes:

- Calidad de las aguas residuales que deben ser tratadas.
- Características del curso receptor.
- Uso que se le dá a las aguas residuales.
- Proximidad a áreas construidas.
- Topografía en relación con los requerimientos hidráulicos.
- Area disponible en el posible lugar de la Planta de Tratamiento.
- Primer costo y costos de operación y mantenimiento.
- Disponibilidad de personal calificado para la operación de la Planta, etc.

7.4.1.1.1.- Elección del tipo de tratamiento.-

Los métodos de tratamiento aplicables a las aguas servidas de Urubamba serían:

- Planta de Tratamiento compacta, tipo convencional.
- Lagunas de estabilización.

//..

La primera solución propuesta tiene la ventaja de utilizar una superficie relativamente pequeña para las unidades de tratamiento. Su desventaja es, requerir equipos para bombear el desagüe al Tanque Inhoff, es demasiado costosa por la complejidad de las estructuras, se necesita personal semi-especializado.

La segunda solución tiene como ventaja su bajo costo inicial, no necesita estructuras especiales, no presenta el problema de la disposición de los fangos, de fácil mantenimiento, Presenta el inconveniente de la extensión de terreno requerida por las unidades.

El empleo de lagunas de estabilización está limitado mayormente a pequeñas localidades y a zonas donde existen condiciones climatológicas favorables, disponiéndose además de áreas extensas y relativamente baratas, cuando estas condiciones se cumplen, las lagunas resultan por lo general más económicas que otros métodos convencionales de tratamiento tanto por su

//..

flexibilidad, posibilidad de recibir sobrecargas y la simplicidad de su operación, que no requiere de personal altamente especializado, las hace especialmente recomendables en aquellos lugares donde esta clase de personal es difícil de conseguir.

7.4.1.2.- Disposición de las aguas servidas en el río Vilcanota, sin tratamiento previo.-

Contempla la evacuación directa de las aguas servidas al río Vilcanota en dos puntos de descarga cuya distancia aproximada entre sí es de 1.2 Kms. En el punto No. 1 evacuaría la zona Oeste y en el punto No. 2 la zona Este. Tanto aguas arriba como aguas abajo de las descargas, no existen poblaciones cercanas que pudieran resultar afectadas. La primera localidad ubicada aguas abajo del punto de descarga No. 1, es la ciudad de Ollanta que se encuentra a 30 Kms. de distancia de este punto de descarga.

7.4.1.2.1.- Características del cuerpo receptor.-

El Río Vilcanota posee un caudal medio de $5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en época de estiaje. La veloci

//..

dad de la corriente es de 0.35 m/seg. El perfil transversal del lecho es de 1 m x 15 m.

7.4.1.2.2.- Agua de dilución requerida.-

La cantidad de agua de dilución requerida se expresa en función de la población, según consta en el texto "Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras" editado por H.E. Babbitt y E.R. Baumann, que dice "La experiencia ha indicado que cuando se descargan aguas negras brutas en una masa de agua, se necesitan de 112 a 196 lts/seg. por cada 1,000 Hab. para prevenir perjuicios".

Por consiguiente para los 11,500 Hab. que tendría Urubamba en el futuro, el cuerpo receptor deberá poseer un caudal de 2,200 lts/seg. en la época más desfavorable, es decir, en la época de estiaje. En nuestro caso el caudal mínimo del río Vilcanota es de 5,000 lts/seg. es decir, superior en 2,800 lts/seg. al caudal que se necesita para prevenir perjuicios.

//..

En este análisis se está considerando solamente un punto de descarga, con lo cual se está dando un coeficiente de seguridad a las condiciones reales del proyecto, que contempla dos puntos de descarga situados a 1.2 Kms. de distancia entre sí.

7.4.2.- Conclusión.-

Por lo expuesto anteriormente adoptaremos como solución la segunda alternativa que considera la disposición de las aguas servidas en el río Vilcanota sin tratamiento previo, por las grandes ventajas, tanto económicas como topográficas que presenta respecto a la primera solución.

--o--

//..

BIBLIOGRAFIA

- Saneamiento de las Aglomeraciones urbanas/..... H. Guerrée.
- Abastecimiento de agua y Alcantarillado..... Ernest W. Steel
- Abastecimiento de Agua en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades..... Edmund G. Wagner
- Teoría y Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Potable.. Francisco Unda O.
- Distribución de Agua en las aglomeraciones..... A.Cauvin. G.Didier
- Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras..... H.E.Babbitt. E.R.Baumann
- Evaluación Económica de las Alternativas en el Planeamiento de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado..... Carlos Labarthe Baca
- Proyecto de Mejoramiento Integral del servicio de Agua Potable de Chosica..... Eduardo Choroco García