

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO  
UNIPAMPA – ZONA 8  
“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**JORGE REÁTEGUI GARCÍA**

**Lima - Perú**

**2007**

# ÍNDICE

	Paginas
RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPITULO 1 GENERALIDADES.....	6
1.1 Situación Geográfica.....	6
1.2 Clima.....	7
1.3 Vías de Comunicación.....	7
CAPITULO 2 BASES PARA EL ESTUDIO.....	8
2.1 Determinación de población futura.....	8
2.1.1 Población de diseño.....	8
2.1.2 Densidad demográfica a considerar.....	8
2.1.3 Método de Progresión Aritmética.....	10
2.1.4 Método de Interés Simple.....	11
2.1.5 Método de progresión Geométrica.....	11
2.1.6 Método de mínimos cuadrados.....	12
2.2 Periodo de Diseño.....	14
2.2.1 Factores que determinan el periodo de diseño.....	15
2.2.2 Selección del periodo de diseño.....	15
2.2.3 Factores que afectan el consumo de agua potable.....	16
2.3 Cálculo de la Dotación.....	19
2.3.1 Elección de la dotación.....	21
2.3.2 Variaciones diarias.....	21
2.3.3 Variaciones Horarias.....	22
2.3.4 Caudales de diseño.....	22
CAPITULO 3 ESTUDIO DE LA INGENIERIA BASICA.....	25
3.1 Topografía Básica.....	25
3.2 Estudio de Suelos.....	26
3.3 Estudio de la calidad del agua.....	27

CAPITULO4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....	29
4.1 Captación.....	29
4.2 Conducción.....	31
4.2.1 Línea de aducción.....	31
4.2.2 Línea de impulsión.....	31
4.3 Almacenamiento.....	32
4.3.1 Tipos de reservorio.....	32
4.3.2 Capacidad del reservorio.....	32
CAPITULO 5 CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION.....	34
5.1 Análisis y Cálculo de la red de Distribución del Proyecto.....	34
5.1.1 Red de Distribución.....	34
5.1.2 Consideraciones Básicas.....	34
5.1.3 Trazo de la red de Distribución.....	35
5.1.4 Determinación de los consumos de la red.....	36
5.1.5 Cálculo de la Red de Distribución.....	39
5.2 Especificaciones Técnicas.....	52
5.2.1 Aspectos generales.....	51
5.2.2 Especificaciones Técnicas.....	51
5.3 Costos y Presupuestos.....	56
5.3.1 Presupuesto.....	56
5.3.2 Análisis de costos unitarios.....	56
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFIA.....	61
ANEXOS.	

## **RESUMEN**

El presente informe de suficiencia tiene como finalidad el estudio de saneamiento para una población pequeña, ubicada en la ciudad de San Vicente de Cañete, en el lugar denominado Pampa Clarita a la altura del Km. 158 de la carretera Panamericana Sur.

El área en estudio es la de 1Km<sup>2</sup>, donde se establece una lotización, en base a la densidad demográfica y al número de lotes se calcula el número de habitantes de la zona en estudio, con los datos censales de la ciudad de San Vicente de Cañete se calcula la población futura para el año 2037 que es el punto de partida para el análisis y diseño de saneamiento para la población en estudio.

El sistema de abastecimiento a utilizar en el caso de captación es la de agua subterránea del tipo pozo tubular para pequeñas poblaciones, es así como se prevé el diseño de la línea de impulsión y la selección de un adecuado equipo de bombeo que genere el menor costo de operación, mantenimiento y que permita mantener un adecuado y seguro suministro de agua, la cual es almacenada en un reservorio que para este proyecto es del tipo elevado. Después de que el agua este almacenada en el reservorio se procede a diseñar la línea de aducción dotando de agua a toda la red de distribución.

La red de distribución que es el principal tema de este informe esta constituida por nudos y líneas: los nudos son puntos determinados de la red que tienen un interés concreto por sus características, puede tratarse de puntos de consumo de entrada y salida de algún sistema, o simplemente puntos de conexión de tuberías. Las líneas representan los elementos que disipan la energía del fluido tales como tubería, válvulas de presión, etc., el sistema se consigue mediante la aplicación de modelos, basados en conjuntos de relaciones físicas y matemáticas que debidamente formuladas permiten representar adecuadamente el funcionamiento de una red de distribución.

Para el calculo de la red de distribución se utiliza el método de Hardy Cross que es el mas usado debido a lo práctico en la formulación de mallas y el programa de computo WaterCAD que es una herramienta de computo que facilita el cálculo de redes de distribución.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un bien único que todos los consumidores lo necesitan, y el buen suministro del agua se centra no solamente en la cantidad sino en la calidad de la misma. Los aspectos de calidad de agua deben ser considerados de una forma integral, no solo por los ingenieros que tienen que trabajar modelando redes, sino también por las autoridades que tienen que tomar decisiones sobre el uso eficiente del recurso.

El peligro más común y difundido, relativo al agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con aguas servidas, excretas del hombre y de animales que contienen microorganismos patógenos y con capacidad de producir enfermedad. El cumplimiento de los requisitos de calidad sanitaria en el proyecto debe reducir en forma significativa los riesgos de contraer enfermedades.

Para el presente informe se cuenta con una lotización ubicada en el área de trabajo de un kilómetro cuadrado. Ubicado en la zona denominada Pampa Clarita altura del Km. 158 de la Panamericana Sur, Distrito de San Vicente-Cañete, ubicando convenientemente las estructuras de saneamiento desde la captación, las líneas de conducción, el reservorio y la red de distribución.

En este proyecto de saneamiento se describe en forma práctica los procesos que están inmersos en la dotación de agua potable a una pequeña población, tales como la captación (pozo tubular), la línea de conducción hacia el reservorio (Tanque elevado), la aducción que entrega directamente el agua a la red, y la red de distribución que es calculada por el método de Hardy Cross, de este modo espero que esta pequeña contribución sirva para todos aquellos que quieran seguir en la investigación para mejorar la calidad de vida de las poblaciones de nuestro país.

## CAPITULO 1 GENERALIDADES.

### 1.1 Situación Geográfica.

El presente Proyecto de Saneamiento Unipampa Zona 08, se encuentra ubicado en la Región Lima, Provincia de Cañete, Distrito de San Vicente de Cañete, en el lugar denominado Pampa Clarita, a la altura del km. 158 de la carretera Panamericana Sur.

Las coordenadas UTM de la zona del proyecto, Pampa Clarita son: E 35000 N 8546400, E 350200 N 854200, E 351850 N 8546600 y E 350920 N 8545300 a una altitud promedio de 160 msnm. El área de 97 ha se encuentra parcialmente ocupada por los A.A.H.H El Olivar (8,9 Ha), Néstor Cáceres Velásquez (12,7 Ha) y Sociedad Ganadera Nueva Esperanza (14 Ha); la granja avícola "Su Majestad El Pollo" (35,8 Ha) y cuatro propiedades privadas que suman más de 35 Ha.

En la figura N° 1 se presenta el área en estudio.

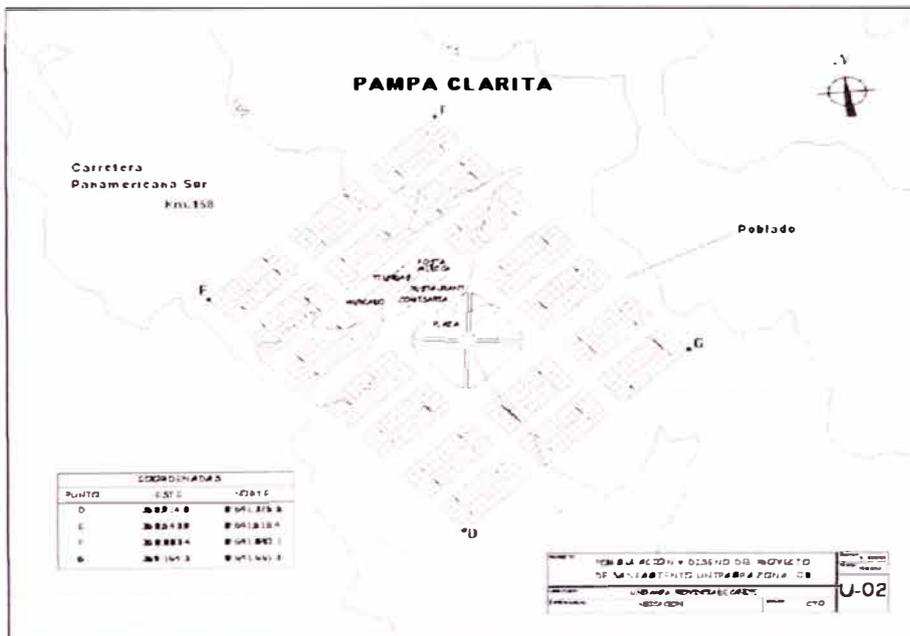


Figura.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

## 1.2 Clima.

Presenta un patrón climático muy seco y semi-cálido, se caracteriza por su escasa o casi nula precipitación pluvial, aproximadamente 26.6 mm. Las temperaturas tienen un amplio rango de oscilación durante el año, con promedios mensuales que varían entre 23.6° C (en Febrero) y 16.3° C (en Agosto), con un promedio anual de 19°C. La estación invernal es fría, con un alto porcentaje de humedad atmosférica, el promedio varía de 81.0% en verano a 87.0% en invierno.

## 1.3 Vías de Comunicación.

La infraestructura vial del área de estudio está constituida por dos redes fundamentales:

- Una red primaria; que permite que el valle del Cañete esté conectado a Lima, capital de la República y a las principales ciudades del sur del país mediante la Carretera Panamericana Sur que atraviesa transversalmente con dirección Norte-Sur.
- Una red secundaria; que permite interconectarse con los distritos de San Vicente, Imperial, Nuevo Imperial, San Luís, Cerro Azul y Quilmaná.

A lo anterior debe agregarse que existen caminos carrozables a las chacras que dan acceso a todos los puntos del valle.

## CAPITULO 2

### BASES PARA EL ESTUDIO

#### 2.1 Determinación de población futura.

##### 2.1.1 Población de Diseño

Es la cantidad de habitantes que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable o alcantarillado. La determinación de la población futura esta regida por los distintos métodos que existen tales como: interés compuesto, interés simple, incrementos variables, parábola de segundo grado, etc; estos se determinan en razón de crecimiento de área o expansión urbana.

Generalmente los sistemas de abastecimiento de agua se diseñan y construyen para satisfacer una población mayor que la actual.

##### 2.1.2 Densidad Demográfica a considerar

Al no contar con datos estadísticos de población del área en estudio y por ser ésta una nueva habilitación urbana; se adoptará el concepto de población de saturación, lo que significa que en un lote de vivienda habitará un determinado número de habitantes como máximo. Basándonos en nuestro proyecto, se asumió la siguiente densidad demográfica de acuerdo al reglamento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado: 5 hab./ lote, para un total de 18 manzanas y una cantidad de 24 lotes por manzana.

Se tiene una cantidad de lotes, según planos de Lotización: 432 lotes

Por consiguiente la Población actual (2,007) es:

$5 \text{ hab./ lote} \times 432 \text{ lotes} = 2,160 \text{ habitantes.}$

Se recogieron datos de poblaciones proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, con respecto a la población de San Vicente de Cañete

Por ser ésta la más próxima a la zona de estudio en "Pampa Clarita". Los datos obtenidos de los censos fueron los siguientes:

**Tabla N° 1 Datos Censales de la Provincia de Cañete.**

<b>NUMERO DE HABITANTES POR DISTRITO</b>						
<b>DISTRITO</b>	<b>1940</b>	<b>1961</b>	<b>1974</b>	<b>1981</b>	<b>1993</b>	<b>2005</b>
<b>San Vicente</b>	<b>10,782.0</b>	<b>14,742.0</b>	<b>17,052.0</b>	<b>22,957.0</b>	<b>32,548.0</b>	<b>43,943.0</b>
Calango	1,009.0	1,692.0	1,555.0	1,671.0	2,070.0	2,559.0
Cerro Azul	1,751.0	2,035.0	2,609.0	3,478.0	5,124.0	6,491.0
Coaylo	2,290.0	4,391.0	1,766.0	1,075.0	1,020.0	888.0
Chilca	1,819.0	2,960.0	5,374.0	7,634.0	12,438.0	14,180.0
Imperial	10,598.0	16,446.0	14,571.0	23,855.0	30,654.0	34,778.0
Lunahaná	5,216.0	6,240.0	5,156.0	4,763.0	4,233.0	4,383.0
Mala	4,098.0	5,774.0	9,904.0	13,730.0	18,712.0	25,269.0
Pacarán	2,549.0	1,640.0	1,642.0	1,827.0	1,497.0	1,588.0
San Antonio	1,426.0	1,949.0	1,991.0	2,147.0	2,811.0	3,460.0
San Luis	4,075.0	6,096.0	6,268.0	7,977.0	10,159.0	11,653.0
Santa Cruz de Flores	1,543.0	2,247.0	2,577.0	2,456.0	2,131.0	2,450.0
Zuñiga		1,241.0	1,226.0	1,307.0	1,256.0	1,194.0
Quilmaná		4,773.0	6,791.0	9,147.0	11,123.0	13,256.0
Asia			2,337.0	2,681.0	3,466.0	6,037.0
Nuevo Imperial			9,740.0	11,421.0	13,136.0	19,280.0
<b>PROV. DE CAÑETE</b>	<b>47,156.0</b>	<b>72,226.0</b>	<b>90,559.0</b>	<b>118,126.0</b>	<b>152,378.0</b>	<b>191,409.0</b>

Fuente : INEI

Para la zona de San Vicente:

**Tabla N° 2 Número de Habitantes del Distrito de San Vicente-Cañete.**

<b>DATOS CENSALES SAN VICENTE - CAÑETE</b>	
<b>Año</b>	<b>Población</b>
1,940	10,782
1,961	14,742
1,974	17,052
1,981	22,957
1,993	32,548
2,005	43,943

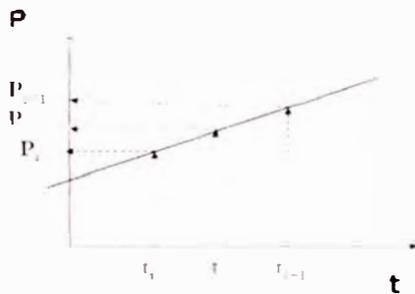
Fuente : INEI

Los cálculos de la población futura se hicieron de acuerdo a los métodos de estimación de poblaciones siguientes:

### 2.1.3 Método de Progresión Aritmética

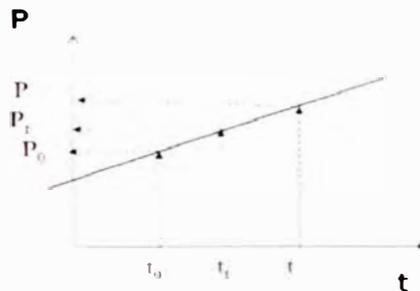
Consiste en calcular la cifra media anual de aumento de la población entre un censo y el siguiente y añadir una cantidad igual por cada año transcurrido después del último censo. Se pueden dar dos casos de extrapolación:

- Población Intercensal:



$$P = P_0 + r(t - t_0) \quad r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_i}$$

- Población Postcensal:



$$P = P_f + r(t - t_f) \quad r = \frac{P_f - P_0}{t_f - t_0}$$

Donde:

Pf = Población para el tiempo t

Po = Población inicial

r = razón de crecimiento

t = tiempo futuro

$t_0$  = tiempo inicial

#### 2.1.4 Método de Interés Simple:

$$P = P_0 [1 + r(t - t_0)] \quad r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i (t_{i+1} - t_i)}$$

Donde:

Pf = Población para el tiempo  $t^0$

Po = Población inicial

r = razón de crecimiento

t = tiempo futuro

$t_0$  = tiempo inicial

#### 2.1.5 Método de Progresión Geométrica

La aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante. Para obtener la población futura se aplica al último dato poblacional que se tenga, la fórmula del "interés compuesto" manteniendo constante la misma tasa anual de crecimiento del período anterior.

Es recomendable aplicar este método en poblaciones con crecimiento temprano o tardío.

$$P = P_0 r^{(t-t_0)} \quad r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}}$$

Donde:

Pf = Población para el tiempo t

Po = Población inicial

r = razón de crecimiento

t = tiempo futuro

$t_0$  = tiempo inicial

### 2.1.6 Método de los Mínimos Cuadrados

El método de mínimos cuadrados es un conjunto de pasos utilizado para aproximar un conjunto de puntos a un modelo, el cual puede ser lineal, cuadrado, exponencial, etc.

Se basa en el principio de reducir la varianza al mínimo, adecuándolo a uno de los modelos anteriormente citados. Además nos brinda información importante sobre la tendencia que tendrá alguna variable en cuestión.

En la Tabla N° 3 se muestra las variables a utilizar en el cálculo de población por este método.

**Tabla N° 3 Variables Para el calculo de Población Futura**

i	x	y	log y	x <sup>2</sup>	xy	xlogy
1	x <sub>1</sub>	y <sub>1</sub>	log y <sub>1</sub>	x <sub>1</sub> <sup>2</sup>	x <sub>1</sub> y <sub>1</sub>	x <sub>1</sub> logy <sub>1</sub>
2	x <sub>2</sub>	y <sub>2</sub>	log y <sub>2</sub>	x <sub>2</sub> <sup>2</sup>	x <sub>2</sub> y <sub>2</sub>	x <sub>2</sub> logy <sub>2</sub>
3	x <sub>3</sub>	y <sub>3</sub>	log y <sub>3</sub>	x <sub>3</sub> <sup>2</sup>	x <sub>3</sub> y <sub>3</sub>	x <sub>3</sub> logy <sub>3</sub>
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
n	x <sub>n</sub>	y <sub>n</sub>	log y <sub>n</sub>	x <sub>n</sub> <sup>2</sup>	x <sub>n</sub> y <sub>n</sub>	x <sub>n</sub> logy <sub>n</sub>
n+1	x <sub>n+1</sub>					
SUMA	Σx	Σy	Σ log y	Σx <sup>2</sup>	Σ xy	Σ xlogy
PROMEDIO	Σx/n	Σy/n	Σlogy/n	Σx <sup>2</sup> /n	Σxy/n	Σxlogy/n

Donde:

$$y_i = \frac{(x_{i+1} - x_i)}{x_i} \quad (1)$$

y<sub>i</sub> = razón de crecimiento.

x<sub>i</sub> = Población.

- Crecimiento Aritmético o Lineal:

Los valores x<sub>i</sub> e y<sub>i</sub> varían linealmente:

$$y_i = a + bx_i \quad (2)$$

El cálculo de los coeficientes a y b se obtiene al resolver el sistema de ecuaciones:

$$a + b \left( \frac{\sum x}{n} \right) - \left( \frac{\sum y}{n} \right) = 0 \quad (3)$$

$$a \left( \frac{\sum x}{n} \right) + b \left( \frac{\sum x^2}{n} \right) - \left( \frac{\sum xy}{n} \right) = 0 \quad (4)$$

Alternativamente a la ecuación [3] se puede usar:

$$a + b \left( \frac{\sum x^2}{\sum x} \right) - \left( \frac{\sum xy}{x} \right) = 0 \quad (5)$$

- Crecimiento exponencial:

Los valores xi e yi varían exponencialmente:

$$y_i = ae^{bx_i} \quad (6)$$

Afectando de Log a [6]:

$$\log y_i = \log a + (b \log e)x_i$$

Reemplazando por:

$$Y_i = A + Bx_i \quad (7)$$

Donde:  $Y_i = \log y_i$  ;  $A = \log a$  y  $B = b \log e$

El cálculo de los coeficientes A y B se obtiene al resolver el sistema de ecuaciones:

$$A + B \left( \frac{\sum x}{n} \right) - \left( \frac{\sum y}{n} \right) = 0 \quad (8)$$

$$A \left( \frac{\sum x}{n} \right) + B \left( \frac{\sum x^2}{n} \right) - \left( \frac{\sum xy}{n} \right) = 0 \quad (9)$$

Alternativamente a la ecuación [8] se puede usar:

$$A + B \left( \frac{\sum x^2}{\sum x} \right) - \left( \frac{\sum xy}{\sum x} \right) = 0 \quad (10)$$

La determinación de a y b se obtiene de:

$$a = 10^A$$
$$b = \frac{B}{\log e} \quad (11)$$

De los métodos aplicados se asumieron los primeros métodos que arrojaban los valores más altos de población, por ser la ciudad de San Vicente una ciudad en franco crecimiento se obtuvo de este modo el número de población estimada para el año 2037 que representa el año final del periodo de vida útil o de diseño (30 años).

De acuerdo a esto se consideró que los métodos de Progresión Geométrica y de Mínimos Cuadrados se ajustaban más al crecimiento poblacional obteniéndose valores que se muestran en la tabla N° 4:

**Tabla N° 4 Valores de Población Futura.**

METODO	Población al año 2037
PROGRESION GEOMETRICA	5,680 hab
MINIMOS CUADRADOS	6,100 hab

De ambos métodos finalmente se eligió como población futura para el año 2037 una población de 6,100 habitantes, por ser éste el valor más alto en una ciudad en franco crecimiento.

## 2.2 Periodo de Diseño.

El período de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por la capacidad en la conducción del caudal deseado o

por la existencia física de las instalaciones, se le puede definir también como el número de años durante los cuales una obra determinada prestará el servicio para la cual fue diseñada.

### 2.2.1 Factores que determinan el periodo de diseño

Los factores son:

- Vida útil de las estructuras y equipos electromecánicos, considerándose la obsolescencia, el desgaste y daños.
- Factibilidad de la construcción, posibilidad de ampliaciones futuras y/o sustitución y la planeación de las etapas de construcción de la obra.
- Cambios en el desarrollo social, económico y la tendencia de crecimiento de la población.
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad.
- Posibilidades de financiamiento y la tasa de interés. La capacidad del sistema depende del costo total capitalizado.

### 2.2.2 Selección del periodo de diseño

Según la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA del ministerio de salud, en su Norma Técnica de Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones

Rurales y Urbano-Marginales, la selección del periodo de diseño debe considerarse según el siguiente cuadro:

**Tabla Nº 5 Periodo de Diseño de Obras de Saneamiento**

Obras de captación	20 a 30 años
Pozos	20 a 30 años
Plantas de tratamiento, reservorios	20 a 30 años
Tuberías de conducción y de distribución	20 a 30 años
Equipo de bombeo	5 a 10 años

Para el desarrollo del presente informe, se ha elegido un periodo de diseño de 30 años por ser este el más indicado para estructuras de captación del tipo pozo.

### **2.2.3 Factores que afectan el consumo de agua potable**

Existen factores diversos que influyen en el consumo de agua y las clasificamos de la siguiente manera:

#### **A Factores Generales**

Citaremos las siguientes:

##### **A.1 Clima**

Como es de conocimiento general el consumo de agua varía de acuerdo a las variaciones climatológicas tanto para el aseo personal como para bebida; en climas fríos es mayor el consumo de bebidas calientes, pero no se llegan a equiparar siendo mayor el consumo de climas cálidos. Algo parecido ocurre en el consumo de agua para aseo personal.

##### **A.2 Hábitos y niveles de vida**

Lo indicado en el párrafo anterior se puede completar con el consumo de agua para los hábitos de limpieza y de acuerdo al nivel de vida, el cuál va bajando en función a la siguiente ubicación del poblador en una ciudad cualquiera; así, es mayor el consumo en el caso urbano; mediano en las zonas adyacentes al casco urbano (urbanizaciones, cooperativas de vivienda, asociaciones de vivienda, grupos residenciales, etc.) y menor en los barrios marginales (Asentamientos Humanos, urbanizaciones populares, etc.). Por tanto el estándar de vida influye en el consumo de agua, siendo menor en zonas de condición media y popular.

## **B Factores de control o de servicio**

Describiremos los siguientes:

### **B.1 Mediciones del consumo**

El consumo libre de agua redundo en el excesivo uso de ella y sin ningún cuidado por evitar pérdidas. Con una política adecuada de la empresa administradora se permite un mayor control en la medición y cobro racional, observándose que el consumo se reduce ostensiblemente.

### **B.2 Presión de servicio**

Las elevadas presiones en el sistema incrementan los desperfectos, tanto en las redes como en los aparatos sanitarios de las viviendas, produciéndose ingentes pérdidas. Por otro lado las altas presiones originan filtraciones en las redes, estas no deben sobrepasar las establecidas por el Reglamento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) que señala como presión mínima 10 metros y como máxima 50 metros.

### **B.3 Costo de servicio**

Este costo incluye maquinarias, plantas de tratamiento de los servicios, los que guardan relación inversa con el consumo.

### **B.4 Calidad del agua**

También tiene relación con el consumo, siendo mayor si es de buena calidad y menor si la calidad es aparentemente mala (presencia de cloruros, sabor, color, calidad, estética).

---

## C Usos del consumo de agua

El alcance y concepto moderno de los abastecimientos de agua es bastante más amplio y complejo que el de la antigüedad. La finalidad y uso del agua en una ciudad moderna es mucho más variado de lo que fue en una ciudad griega o romana.

Mayor es el número de usos y cantidad proporcional de agua con respecto a una finalidad de comodidad, de lujo, y económica; y proporcionalmente menor es su uso cuando es destinado a una finalidad de supervivencia humana, higiénica y social.

A continuación se hace referencia a los distintos usos que se hacen del agua en una ciudad; hemos tratado de ordenarlos empezando por aquellos que son esenciales para

la supervivencia humana, los de carácter higiénico y de limpieza, continuando con los que pueden ser cada vez de menos carácter social o humanitario.

### C.1 Usos domésticos

- Bebida y preparación de alimentos.
- Aseo personal.
- Remoción de excretas y desperdicios.
- Limpieza de la casa.
- Riego dentro de la casa.
- Limpieza de vehículos.
- Riego de jardines.
- Piscinas.
- Fuentes ornamentales de la casa.
- Otros usos.

### C.2 Usos semi-públicos, institucionales, etc.

- Oficinas públicas.
- Instituciones, hoteles, hospitales, mercados, etc.
- Centros de recreación, etc.

- Otros usos.

### C.3 Usos públicos

- Riego y limpieza de calles
- Riego de parques y jardines.
- Fuentes públicas y ornamentales.
- Trabajos públicos (construcciones diversas).
- Combatir incendios.
- Otros usos.

### C.4 Usos comerciales e industriales

- Locales comerciales.
- Empresas y procesos industriales.
- Generación de energía (vapor).
- Remoción de desperdicios industriales.
- Otros usos.

## 2.3 Cálculo de la Dotación

Durante mucho tiempo se ha acostumbrado fijar cantidades arbitrarias, basadas en bibliografías de países desarrollados, principalmente de Estados Unidos de Norteamérica.

En el estudio de dotación per-capita, se trata de llegar a una cifra promedio equivalente a la producción total de consumidores. Un estudio detallado deberá basarse en datos censales o encuestas especiales.

Muchos investigadores, basados en encuestas, han encontrado que los consumos domésticos varían de 20 a 90 lts/hab/día en comunidades rurales con conexión domiciliaria, y de 50 a 300 lts/hab/día en poblaciones urbanas con conexión domiciliaria y servicios múltiples interiores.

El Reglamento de SEDAPAL tiene las siguientes recomendaciones de dotación de agua per-capita de acuerdo a la ubicación de los grupos habitacionales, así se tiene:

**Tabla N° 6 Dotación de agua per-capita**

De 250 a 300 lts/hab/día	Para el casco de la ciudad y zonas Residenciales como la Molina, Las Casuarinas, etc.
De 150 a 250 lts/hab/día	En zonas adyacentes al casco urbano
Hasta 150 lts/hab/día	En barrios marginales, Asentamientos Humanos, asociaciones y cooperativas de vivienda, comprendidas dentro de estos límites.

Para el caso del proyecto se tiene una dotación por establecimientos de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla N° 7 Dotación de agua Por establecimientos.**

Vivienda.	150 lts/hab/día
Colegios.	40lts/hab/día
Mercados y Comercios.	15lts/hab/día
Parques y plazas.	2lts/hab/día

### 2.3.1 Elección de la dotación

Las variaciones de consumo sobre el consumo promedio, están representadas por el día de máximo consumo o máximo diario; y la hora de máximo consumo o máximo horario. Ambas significan un porcentaje sobre el día promedio anual y tiene una gran influencia en la economía del proyecto.

La influencia de las estaciones, los días de semana y horas del día, hacen que el consumo de agua sea variable. Se presentan máximos estacionales durante el calor del verano lo que origina un mayor consumo de agua, particularmente para el uso humano presentándose caso inverso en la época de invierno. Todo esto hace suponer que la demanda de agua no sea constante en las diferentes estaciones del año.

### 2.3.2 Variaciones diarias

El gasto máximo diario determina la capacidad de las obras de toma, tuberías de aducción, planta de tratamiento y relaciona la capacidad de los equipos de bombeo, en sistemas que no actúan por gravedad o en el caso de utilización de agua subterránea.

Un estudio del profesor Rivas Mijares del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, realizado en 11 ciudades comprendidas entre 11,000 y 438,000 habitantes, encontró un valor promedio para el día de máximo consumo de 131%, es decir:

$$K1 = 1.31$$

Para nuestro caso nos ceñiremos a lo que demanda el reglamento de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)

$$K1 = 1.3$$

### 2.3.3 Variaciones horarias

El gasto máximo horario determina el cálculo de la red de distribución que constituye la parte más costosa del sistema, así como las tuberías que salen de los reservorios de regulación.

Mencionando el estudio del Profesor Rivas Mijares, el determino al siguiente valor para la hora de máximo consumo de 201%, es decir:

$$K2 = 2.01$$

Para nuestro caso nos ceñiremos a lo que demanda el reglamento de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)

$$K2 = 2.6$$

### 2.3.4 Caudales de diseño

Son aquellos que nos permiten dimensionar todos los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua. Entre los caudales de diseño tenemos:

- Caudal promedio : Qp
- Caudal máximo diario Qmd
- Caudal máximo horario Qmh

#### a.- Caudal promedio

$$QP = \frac{\text{población x dotación}}{86400}$$

Población : habitantes.

Dotación lts/hab/día.

86400 factor de conversión de días a seg.

Caudal promedio de la población:

$$Q_p = \frac{6,100 \times 150}{86400} = 10.60 \text{ lts/seg.}$$

Caudal promedio de mercados y comercios:

$$Q_p = \frac{6,100 \times 15}{86400} = 1.06 \text{ lts/seg.}$$

Caudal promedio de parques y plazas:

$$Q_p = \frac{6,100 \times 2}{86400} = 0.14 \text{ lts/seg.}$$

Caudal promedio total:

$$Q_p = 10.60 + 1.06 + 0.14 = 11.80 \text{ lts/seg.}$$

### **b.- Caudal Máximo Diario**

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

K<sub>1</sub> : Coeficiente adimensional (1.3)

Q<sub>p</sub> : Caudal promedio total

Entonces:  $Q_{md} = 1.3 \times 11.80 = 15.34 \text{ lts/seg.}$

### **c.- Caudal Máximo Horario**

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

K<sub>2</sub> : Coeficiente adimensional (2.6)

## CAPITULO 3

### ESTUDIO DE LA INGENIERIA BASICA

#### 3.1 Topografía Básica.

Para el proyecto tenemos un plano topográfico obtenido de la carta nacional, en la visita a la zona de estudio, se ubico los puntos de apoyo, la cual se referencio a través de equipos de navegación (GPS). En la zona de estudio, la topografía es accidentado; caracterizado principalmente por la existencia de acantilados de fuerte pendiente, los cuales empiezan en la zona adyacente a la orilla del mar, logrando alcanzar alturas entre los 160 m. y los 200 m. , y en la zona posterior a la panamericana sur la pendiente promedio es de 3%.

Se proyecta establecer una lotización en un área de 13.0 Ha dentro de Pampa Clarita; las coordenadas UTM de los vértices de dicha lotización son D (E 353,649.44; N : 8'541,326.61), E (E : 353,417.77; N : 8'541,647.77), F (E 353,684.11; N : 8'541,839.90) y G (E : 353,915.78; N : 8'541,518.74)

En la figura N° 2, se muestra el plano topográfico y las curvas de nivel del área de estudio.

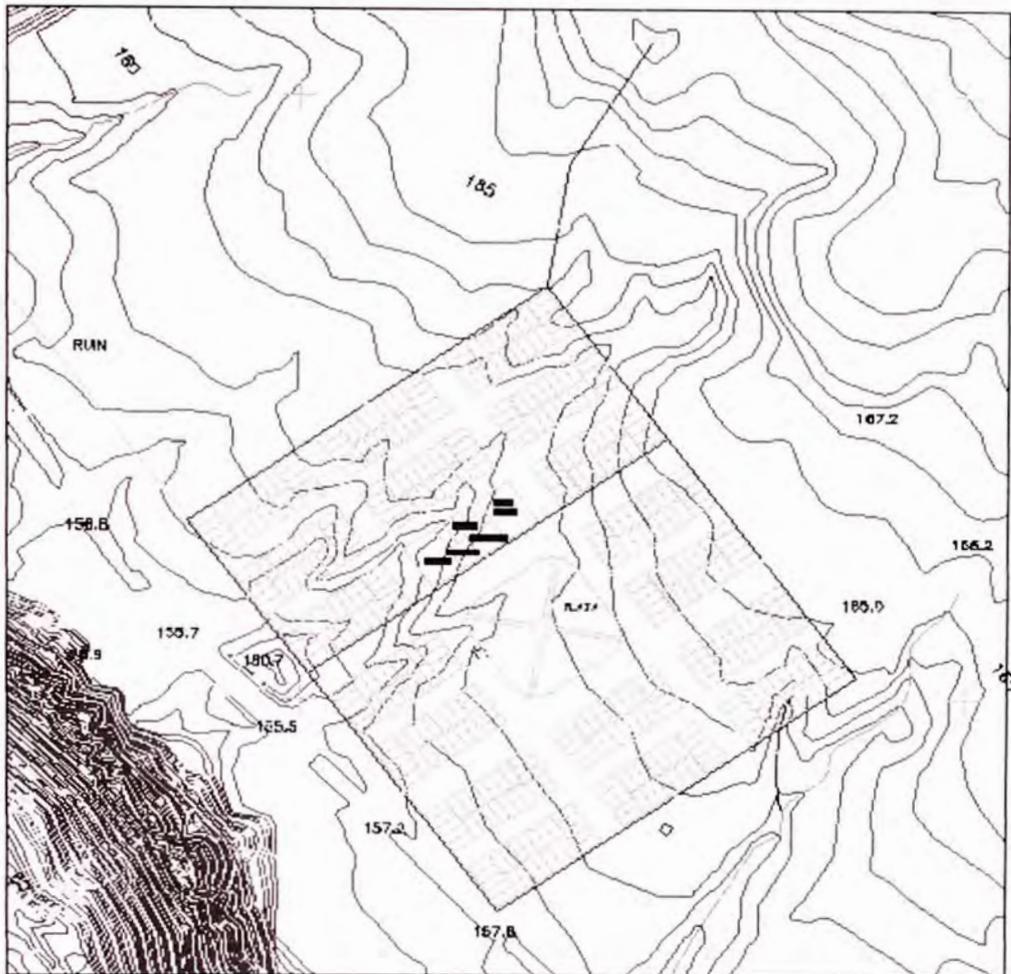


Figura.2 PLANO TOPOGRAFICO.

### 3.2 Estudio de suelos.

De la visita a la zona del proyecto y de los ensayos de laboratorio se deduce que el estrato donde se construirán la red de distribución, presenta buenas cualidades de resistencia y una casi nula capacidad de deformación.

El suelo, en toda el área del proyecto esta conformado por suelos arenosos en el primer estrato que pueden tener asentamientos y granulares en el segundo estrato que permite garantizar la estabilidad de las obras contempladas en el Proyecto.

### **3.3 Estudio de la calidad del agua.**

Para elegir una fuente de abastecimiento de agua, es necesario conocer la calidad del agua, si aceptable para el consumo humano o requiere un tratamiento previo que la haga potable.

Para esto se requiere un análisis sanitario que comprende:

- a.- Un análisis físico.
- b.- Un análisis químico.
- c.- Un análisis bacteriológico.
- d.- Ocasionalmente un análisis microscópico.

A continuación se muestra el cuadro de resultados obtenidos de la muestra tomada en la visita a la zona de estudio.



**Tabla N° 8 Tabla de Resultado de análisis de Agua.**

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA:	ANÁLISIS		
	SULFATOS Ppm	CLORUROS ppm	SALES SOLUBLES Ppm
INICIO DE BOCATOMA	134	29	178
RIO CAÑETE	186	35	253
BUZON DE RECIPIENTE ALMINARES, IMPERIAL	216	20	243
ENTRADA A BOCATOMA KM. 25 – IMPERIAL	130	27	176
AGUA DE POZO ALMINARES, IMPERIAL	217	130	368
ULTIMO FILTRO ALMINARES IMPERIAL	310	34	371
BOCATOMA NUEVO IMPERIAL	143	27	182

## **CAPITULO 4**

### **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.**

#### **4.1 Captación.**

A través de la historia, el hombre ha necesitado de un suministro adecuado de agua para su alimentación, seguridad y bienestar. El agua es una necesidad universal y es el principal factor limitante para la existencia de la vida humana. La destrucción de las cuencas naturales hidrográficas ha causado una crítica escasez de la misma, afectando extensas áreas y poblaciones. Sin embargo a través de la tecnología llamada captación del agua, granjas y comunidades pueden asegurar el abastecimiento del agua para uso doméstico y agrícola.

La captación consiste en recolectar y almacenar agua de diversas fuentes para su uso benéfico, las principales fuentes de captación son: aguas superficiales(ríos, lagos, etc.), aguas subterráneas(pozos).

El tipo de sistema de captación adoptado para el presente informe de suficiencia es el de captación subterránea del tipo pozo tubular para pequeñas poblaciones, dicho pozo está conformado por una tubería ciega de acero y un filtro prefabricado de acero, siendo la ubicación definitiva de éste último de acuerdo al análisis de las muestras del terreno rocoso, la extracción del agua del subsuelo será a través de una bomba centrífuga de eje vertical sumergida que permitirá el ascenso del agua a través de una tubería de succión ayudados por un motor eléctrico vertical de eje hueco.

En la Figura N° 4 se muestra la captación.

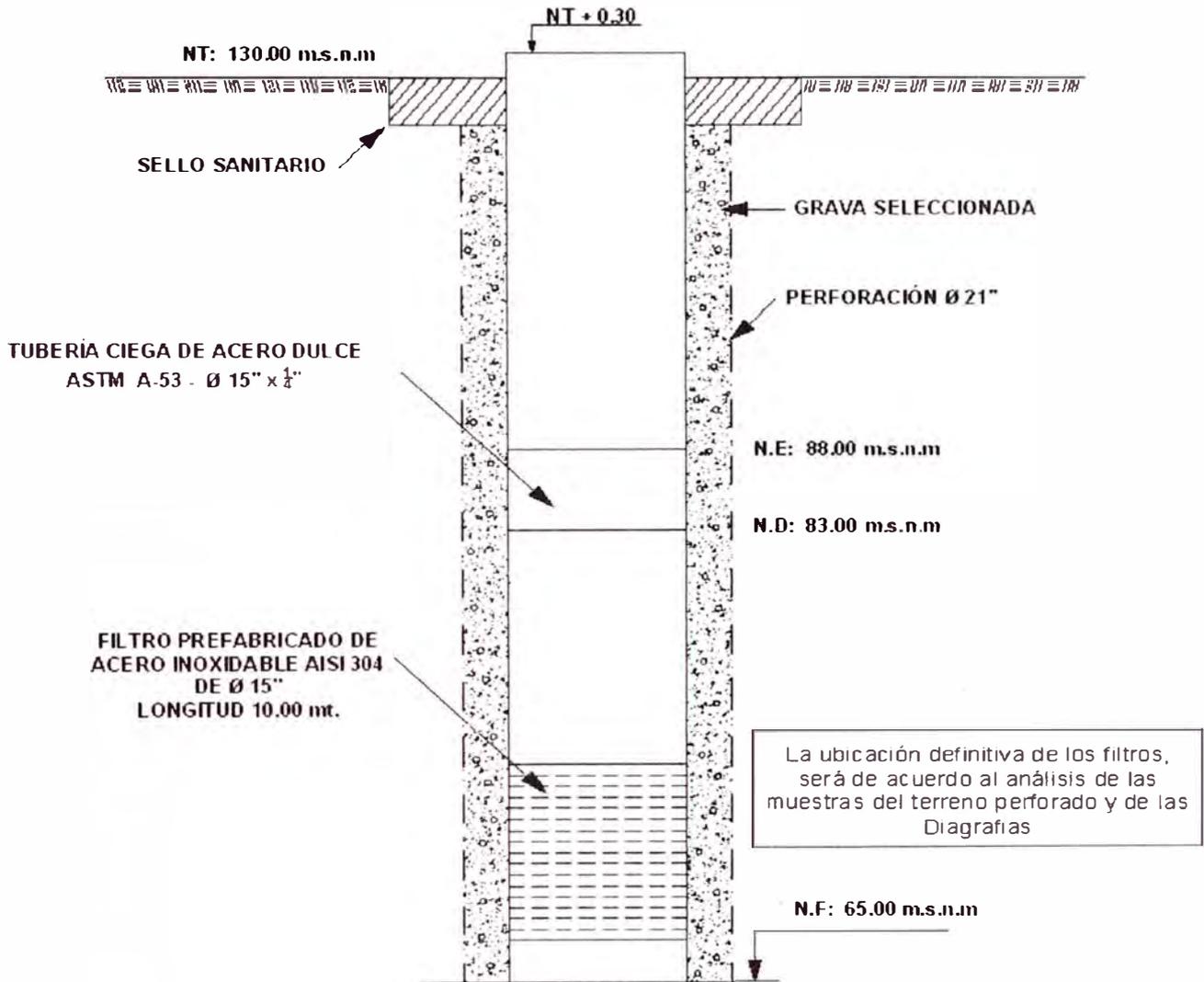


Figura Nº 4. CAPTACIÓN SUBTERRANEA.

## **4.2 Conducción.**

### **4.2.1 Línea de Aducción.**

Se denomina Línea de Aducción a la estructura constituida por tuberías, dispositivos de control y accesorios, que permitirán transportar el agua desde un tanque de almacenamiento o reservorio, donde el agua ha sido captada a través de una Línea de Impulsión, hasta dotar a toda una red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo horario.

La Línea de Aducción, diseñada para este Proyecto, comprende dos tramos; el primer tramo es de acero; se extiende desde el tanque de almacenamiento de agua, ubicado encima del fuste del Reservorio, hasta la salida de dicho fuste; y el segundo tramo es de PVC; se desarrolla desde la salida del fuste del Reservorio hasta el ingreso a la Red de Distribución.

Se denomina Línea de Impulsión a la estructura constituida por tuberías, dispositivos de control y accesorios, que permiten el transporte del agua desde una estación de bombeo, donde el agua ha sido captada a través de una fuente subterránea, hasta un tanque de almacenamiento o reservorio. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo diario.

### **4.2.2 Línea de Impulsión.**

Se denomina Línea de Impulsión a la estructura constituida por tuberías, dispositivos de control y accesorios, que permiten el transporte del agua desde una estación de bombeo, donde el agua ha sido captada a través de una fuente subterránea, hasta un tanque de almacenamiento o reservorio. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo diario.

La Línea de Impulsión, diseñada para este Proyecto, comprende tres tramos; el primer tramo es de acero; se extiende desde el motor eléctrico de la bomba, ubicado en la superficie del Pozo, hasta la salida de la caseta de bombeo; el segundo tramo es de PVC; se desarrolla desde la salida de la caseta de bombeo hasta el ingreso al Reservorio a través del fuste; y el tercer tramo,

también de acero, se extiende desde el ingreso al fuste del Reservorio hasta el tanque mismo donde se almacena el agua.

### 4.3 Almacenamiento.

El reservorio de almacenamiento tiene un papel importante en el sistema de distribución de agua potable.

#### 4.3.1 Tipos de Reservorio.

Los tipos de reservorio mas utilizados son los apoyados y elevados, cada uno de estos casos se elige de acuerdo al requerimiento de la población en estudio.

#### 4.3.2 Capacidad del Reservorio.

##### **Volumen**

Con el valor del volumen (V) se define un reservorio de sección circular cuyas dimensiones se calculan teniendo en cuenta la relación del diámetro con la altura de agua (d/h), la misma que varía entre 0,50 y 3,00. En el caso de un reservorio de sección rectangular, para este mismo rango de valores, se considera la relación del ancho de la base y la altura (b/h).

##### *Cálculo del Volumen del Reservorio*

$$Vol_{reserv} = Vol_{reg} + Vol_{c/inc} + Vol_{emerg}$$

Donde:

- $Vol_{reserv}$  : Volumen del reservorio.
- $Vol_{reg}$  : Volumen de regulación.
- $Vol_{c/inc}$  : Volumen contra incendio.
- $Vol_{emerg}$  : Volumen de reserva por interrupción.

n normas de SEDAPAL:

$$Vol_{reg} = 0.18 \times Qmd \times 86,400 / 1,000 = 0.18 \times 15.22 \times 86,400 / 1,000$$

$$Vol_{reg} = 236.66 \text{ m}^3$$

$$Vol_{c/mc} = 100.00 \text{ m}^3 \text{ (Para zonas residenciales)}$$

$$Vol_{emerg} = 0.07 \times Qmd \times 86,400 / 1,000 = 0.07 \times 15.22 \times 86,400 / 1,000$$

$$Vol_{emerg} = 92.03 \text{ m}^3$$

$$Vol_{reserv} = 236.66 \text{ m}^3 + 100.00 \text{ m}^3 + 92.03 \text{ m}^3$$

$$Vol_{reserv} = 428.69 \text{ m}^3$$

$$Vol_{reserv} = 500.00 \text{ m}^3$$

## **CAPITULO 5**

### **CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

#### **5.1 Análisis y Cálculo de la Red de Distribución del Proyecto.**

##### **5.1.1 Red de Distribución**

La red de distribución es el conjunto de tuberías que parten del reservorio de distribución, a través de las calles llevando agua potable al consumidor. Forman parte de la red de distribución los accesorios tales como: válvulas, hidrantes, etc.

##### **5.1.2 Consideraciones Básicas.**

El Reglamento Nacional de Construcciones estipula:

###### **a.- Línea de alimentación.**

Estas tuberías son las que van de la fuente, del reservorio o de la planta de tratamiento a la zona de servicio.

###### **b.- Tuberías Troncales**

Conforman la red principal de distribución, debiendo en lo posible formar circuitos cerrados.

###### **c.- Tuberías de Servicio**

Son las tuberías que están conectadas a las troncales y dan servicio local a los predios, conformando la malla del sistema de distribución.

El diámetro mínimo de tubería de servicio será de 75mm(3")

En caso de condición socio económicas precarias y de acuerdo al tipo de servicio, se podrá asumir hasta 50 mm. de diámetro mínimo.

d.- Las redes de distribución se proyectan, en principio en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizara en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se presenta los cálculos de verificación mediante el programa de computo WaterCAD, También se presentan los cálculos empleando la formula de Hazen y Williams, con los siguientes coeficientes de (C):

Fierro Fundido	100 $\sqrt{\text{pie} / \text{seg}}$
Concreto	110 $\sqrt{\text{pie} / \text{seg}}$
Acero	120 $\sqrt{\text{pie} / \text{seg}}$
Asbesto cemento	140 $\sqrt{\text{pie} / \text{seg}}$
Plástico PVC	150 $\sqrt{\text{pie} / \text{seg}}$

e.- Las presiones máximas y mínimas en la red de distribución serán de 50 m. y 15 m. de columna de agua respectivamente. En localidades urbanas pequeñas, podrá admitirse una presión mínima de 10 m. de columna de agua en casos debidamente justificados.

f.- La velocidades de flujo, la velocidad máxima depende del tipo de material de la tubería, pero es preferible que la velocidad del agua en la red principal de distribución no sea muy alta, pues puede dar oportunidades de producir golpes de ariete al cierre del brusco de las válvulas, causando deterioro en los accesorios.

### 5.1.3 Trazo de la red de Distribución.

La red principal de distribución se ha trazado teniendo en cuenta el plano topográfico, de la lotización planteada, para la población en estudio.

En la figura N° 5, se muestra la lotización para el tazado de la red de distribución.

Siendo la dotación requerida de 30.43 l/s, entonces el coeficiente de distribución por hectárea será:

$$\zeta = 30.43 \text{ l/s} / 13.26 \text{ Ha} = 2.29 \text{ l/s} / \text{Ha}.$$

La red de distribución esta conformada por:

- 2 Circuitos
- 6 Nudos
- 7 Tramos

En base a esta distribución se determina el área de influencia de cada nudo el cual se presenta en el siguiente cuadro.

**TABLA Nº 9 : AREAS DE INFLUENCIA.**

NUDO	A (Ha)	$\zeta$ (l/s / Ha)	Q (l/s)
1	1.29	2.29	2.96
2	1.29	2.29	2.96
3	3.31	2.29	7.61
4	2.02	2.29	4.65
5	2.02	2.29	4.65
6	3.31	2.29	7.61
Total:	13.26		30.43

Donde:

A= Área de influencia de cada nudo.

$\zeta$ = Coeficiente de distribución por hectárea.

Q= Caudal en cada nudo.

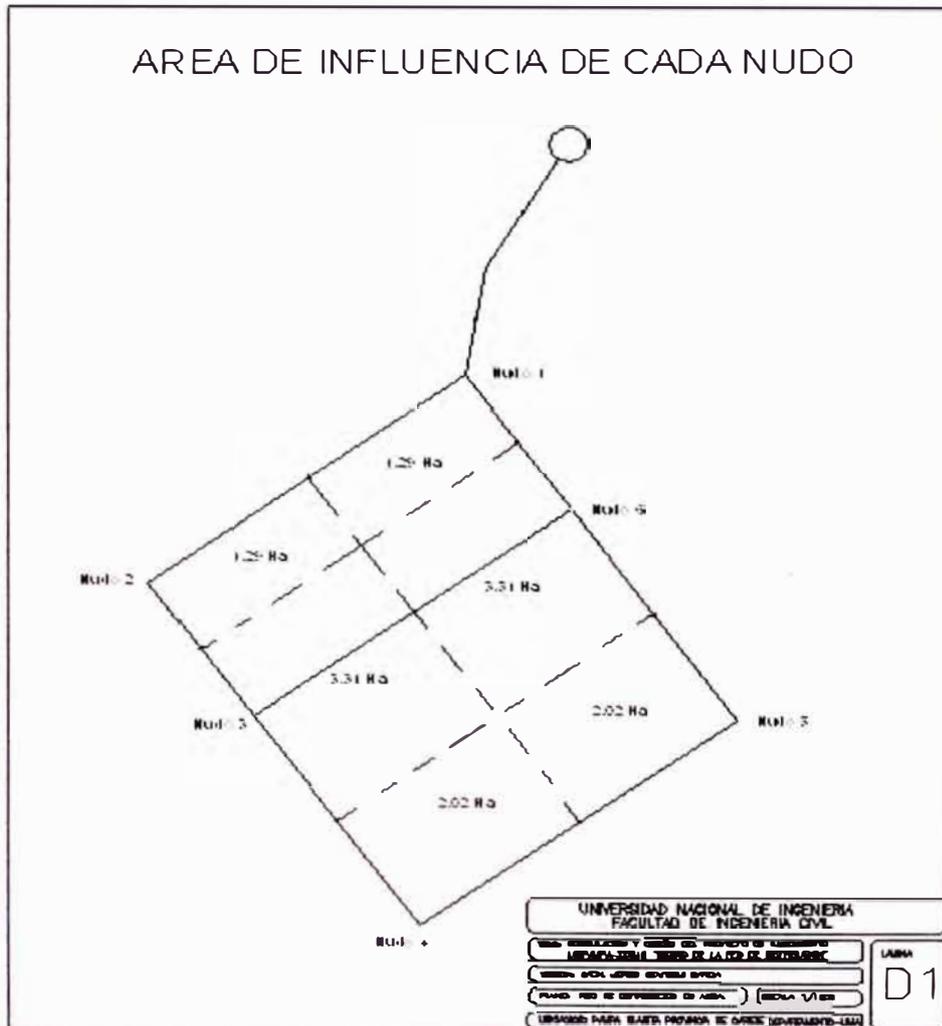


Figura.6 AREAS DE INFLUENCIA .

Las áreas de Influencia se puede apreciar en la LAMINA D1 - Anexo I.



### 5.1.5 Cálculo de la Red de Distribución.

El cálculo de la red de distribución se efectuará mediante el método de Hardy Cross y también teniendo como principal herramienta el programa de cómputo WaterCAD.

#### METODO DE HARDY CROSS

Es un método de convergencia que se analiza igual que una red de distribución de energía y es un método de comprobación más que de diseño.

En toda red de tuberías, se deberán satisfacer las siguientes condiciones:

1. La ecuación de continuidad; es decir que la suma de caudales alrededor de un nudo es nula; vale decir lo que entra es igual a lo que sale.

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 0$$

2. La suma de pérdidas de carga en cada circuito debe ser nula; lo cual presupone un sentido convencional para los caudales y que a caudales positivos le corresponden pérdidas de carga positivas siendo válido lo opuesto.

$$\sum_{i=1}^n h_f = 0$$

En el método de Hardy Cross la determinación de los caudales que circulan a través de las tuberías pueden hacerse en dos formas:

- a) Por caudales asumidos
- b) Por cargas asumidas



Nosotros utilizaremos la determinación de los gastos por caudales asumidos; que supone el gasto a través de cada tubería, de tal manera que satisfaga la ecuación de continuidad en cada nudo.

La segunda de las condiciones mencionadas establece que la suma de las pérdidas de carga en cada circuito debe ser nula.

Para las pérdidas de carga generalmente se utilizan formulas exponenciales, tales como:

#### 1) La de Darcy – Weisbach

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 g D^5}$$

Donde:

$h_f$  = Pérdida de carga (L)

$f$  = Coeficiente de fricción

$L$  = Longitud de la tubería (L)

$V$  = Velocidad media (L/S)

$D$  = Diámetro de la tubería (L)

$G$  = Aceleración de la gravedad (L/S<sup>2</sup>)

$Q$  = Gasto en la tubería (L<sup>3</sup>/s)

En forma general el coeficiente de fricción es una función del número de Reynolds y la rugosidad relativa:

$$f = \phi (Re, k/D)$$

El coeficiente de fricción  $f$ , puede ser determinado de las siguientes expresiones; según el tipo de flujo que discurra a través de las tuberías.

#### Flujo Laminar

$$F = 64/R \quad , \quad \text{para } R \leq 2000$$

$$\text{Donde } R = V D / \mu$$



## Flujo Turbulento

### Canalizaciones Hidráulicamente lisas:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \frac{R \sqrt{f}}{2.51}$$

### Canalizaciones Hidráulicamente Rugosas

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \frac{3.71 D}{k}$$

Estas dos ecuaciones son conocidas como las ecuaciones de Karman – Prandtl.

Y en caso que el coeficiente de fricción sea una función dual del número de Reynolds y la rugosidad relativa, utilizaremos la ecuación de Colebrook y White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[ \frac{2.51}{R \sqrt{f}} + \frac{k/D}{3.71} \right]$$

Se observa que esta ecuación es una ecuación implícita en lo que el coeficiente de fricción concierne, por lo que a fin de poder utilizar en el proceso de cálculo computadoras es necesario transformar la ecuación y hacerla explícita; esto ha sido posible gracias al trabajo de muchos investigadores entre los cuales podemos citar a David Barr, que propuso la siguiente expresión para el coeficiente de fricción.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[ \frac{5.1286}{R^{0.89}} + \frac{k/D}{3.71} \right]$$

Donde:

R = Número de Reynolds

$\mu$  = Viscosidad (L<sup>2</sup>/S)

k = Rugosidad absoluta (L)

2) Y la ecuación empírica de Hazen y Williams valida únicamente para el agua como fluido.

$$h_f = 1.72 * 10^6 \frac{L Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Donde:

$h_f$  = Perdida de carga (m)

L = Longitud de la Tubería (Km)

Q = Gasto en la tubería (Lts/seg)

D = Diámetro de la tubería (Pulgadas)

C = Coeficiente de H y W ( $\sqrt{\text{pie}} / \text{seg}$ )

Ambas ecuaciones genéricas pueden ser expresadas en la siguiente forma:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2 g} = \frac{8 f L Q^2}{\pi^2 g D^5} = K Q^2$$

$$h_f = 1.72 * 10^6 \frac{L Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} = K Q^{1.85}$$

De donde podemos generalizar que:

$$h_f = K Q^n$$

Dividiendo entre Q obtendremos

$$\frac{h_f}{Q} = k Q^{n-1}$$

El término de corrección DQ se determina como sigue:

Para cualquier tubería en el que  $Q_0$  es el gasto supuesto inicialmente, si bien satisface la ecuación de continuidad, no lo hace para la ecuación de resistencia o perdida de carga, por lo que es necesario corregir el caudal inicialmente asumido.

Es decir:

$$Q = Q_0 + DQ \dots\dots\dots (Ec. 11)$$

Donde:

Q = es el gasto corregido.

DQ = es el término de corrección

Por lo tanto para cada tubería:

$$h_f = K Q^n = K (Q_0 + DQ)^n = K (Q_0^n + n Q_0^{n-1} DQ + \dots)$$

Si DQ es pequeño con respecto a  $Q_0$ , se puede despreciar todos los términos en la serie posterior al segundo. Ahora bien, para cada circuito se tiene:

$$\sum h_f = \sum k Q |Q|^{n-1} = \sum k Q_0 |Q_0|^{n-1} + DQ \sum k n |Q_0|^{n-1} = 0$$

Donde DQ se ha sacado como factor común, como si fuese el mismo para todos los tubos en el circuito, los símbolos de valor absoluto se han colocado para tener en cuenta la dirección de la suma alrededor del circuito. La última ecuación se resuelve para DQ en cada circuito de la red.

$$DQ = - \frac{\sum k Q_0 |Q_0|^{n-1}}{\sum k n |Q_0|^{n-1}} = - \frac{\sum h_f}{n \sum \frac{h}{Q} f}$$

Al aplicar DQ a cada tubería en un circuito, es importante tener en cuenta la dirección, es decir, DQ se suma a los gastos de los tubos si se procede en sentido horario y se resta si se procede en sentido antihorario

El valor de n toma los siguientes valores particulares:

n = 1.85 para la formula de Hazen y Williams

n = 2.00 para la formula de Darcy

## LOS PASOS DEL PROCEDIMIENTO DE CALCULO DEL METODO DE HARDY CROSS SON INDICADOS A CONTINUACIÓN

1. Se supone la mejor distribución de gastos que satisfaga la ecuación de continuidad, teniendo presente que la velocidad en la tubería no debe ser mayor de la velocidad máxima correspondiente a la calidad de tubería usada.
2. Para la determinación de los diámetros es aconsejable trabajar con valores de la velocidad comprendidas en el rango de 1.2 a 1.5 m/seg. En forma tal que los valores que se obtengan por pérdidas de carga no sean excesivos
3. Se calcula tanto la pérdida de carga  $h_f = k Q^n$  en cada tubo, como la pérdida neta alrededor de cada circuito elemental:  $\sum h_f = K Q_o |Q_o|^{n-1}$  (Esta pérdida neta deberá ser cero para un circuito balanceado)
4. Calcular  $\sum K n |Q_o|^{n-1} = \sum h_f/Q$  para cada circuito
5. Calcular el gasto correctivo DQ en cada circuito mediante la ecuación N° 12
6. Calcular los gastos corregidos, mediante la ecuación N° 11
7. Se repite el procedimiento, comenzando con los gastos revisados, hasta conseguir la precisión deseada.

De la ecuación de Hazen y Williams tenemos lo siguiente:

$$H_f = 1.72 * 10^6 \frac{L Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Para el sistema equivalente

$$H_f = 1.72 * 10^6 \frac{L Q^{1.85}}{C^{1.85} D_e^{4.87}}$$

Igualando las expresiones anteriores



$$Le = L \left[ \frac{Ce}{C} \right]^{1.85} \left[ \frac{De}{D} \right]^{4.87}$$

Donde:

Hf = Perdida de carga (m)

Le = Longitud equivalente (km)

Ce = Coeficiente de HyW ( $\sqrt{\text{pie/seg}}$ )

De = Diámetro equivalente (Pulgadas)

Si se asume en la ecuación de Hazen y Williams para el sistema equivalente.

$$Ce = 100 \sqrt{\text{pie/seg}}$$

$$De = 8''$$

Se obtiene lo siguiente

$$Hf = 13.724 * 10^{-3} Le Q^{1.85}$$

$$Le = 72.865 Hf Q^{-1.85}$$

De acuerdo con la 3ra condición:

$$\sum Le = f(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_0)$$

→

$$\sum Le = 72.865 (H_1 Q_1^{-1.85} + H_2 Q_2^{-1.85} + \dots + H_0 Q_0^{-1.85})$$

→

$$f(Q_1 + DQ_1), Q_2 + DQ_2, Q_3 + DQ_3, \dots, Q_0 + DQ_0 = 0$$

Aplicando la serie de Taylor:

$$F(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_0) + (\delta f_1 / \delta Q_1 + \delta f_2 / \delta Q_2 + \dots + \delta f_n / \delta Q_n) = 0$$

Siendo:

$$F(Q) = 72.865 Hf Q^{-1.85}$$

$$\delta f / \delta Q = 72.865 (-1.85) Hf Q^{-2.85} \dots \dots \dots (Ec.14)$$

Si:

$$Le = 72.865 Hf Q^{-1.85}$$



$$Le/Q = 72.865 H Q^{-2.85}$$

En la ecuación N° 14

$$\delta f / \delta Q_i = -1.85 (Le/Q)_i$$

En la ecuación N° 13

$$\sum Le + (-1.85) \sum (Le/Q)_i DQ = 0$$

$$(DQ) = \frac{\sum_{i=1}^n Le_i}{1.85 \sum_{i=1}^n (Le/Q)_i}$$

**Tabla Nº 10 DISTRIBUCIÓN INICIAL DE CAUDALES  
METODO DE HARDY CROSS**

Circuito	Tramo	L (Km)	D (Pulg.)	C ( $\sqrt{Pie / Seg}$ )	Q <sub>o</sub> (Lps)	Hfo (m)	Hfo/Qo	DQ (Lps)	Q1 (Lps)
I	1-2	0.3320	4"	150	-7.470	-2.597	0.348	-2.004	-9.474
	2-3	0.1555	3"	150	-4.510	-1.941	0.430	-2.004	-6.514
	3-6	0.3320	3"	150	5.000	5.017	1.003	-2.528	2.472
	6-1	0.1555	4"	150	20.000	7.523	0.376	-2.004	17.996
					Suma	8.000	2.158		
II	6-3	0.3320	3"	150	-5.000	-5.017	1.003	2.528	-2.472
	3-4	0.2440	3"	150	-1.900	-0.616	0.324	0.523	-1.377
	4-5	0.3320	3"	150	2.740	1.649	0.602	0.523	2.263
	5-6	0.2440	4"	150	7.390	1.871	0.253	0.523	7.913
					Suma	-2.317	2.182		

L = Longitud del tramo (Km)

D = Diámetro (Pulgadas)

C = Coeficiente de Hazen y Williams ( $\sqrt{Pie / Seg}$ )

Q<sub>o</sub> = Caudal Inicial (Lps)

Hfo = Perdida de carga (m)

DQ = Terminio de corrección (Lps)

Q1 = Caudal (Lps)

**TABLA Nº 11 DISTRIBUCIÓN FINAL DE CAUDALES Y PERDIDAS DE CARGA  
METODO DE HARDY CROSS**

Circuito	Tramo	L (Km)	D (Pulg.)	C ( $\sqrt{Pie / Seg}$ )	Q <sub>o</sub> (Lps)	Hfo (m)	Hfo/Q <sub>o</sub>	DQ (Lps)	Q1 (Lps)
I	1-2	0.3320	4"	150	-9.660	-4.179	0.433	0.000	-9.660
	2-3	0.1555	3"	150	-6.700	-4.038	0.603	0.000	-6.700
	3-6	0.3320	3"	150	3.160	2.147	0.679	0.000	3.161
	6-1	0.1555	4"	150	17.801	6.070	0.341	0.000	17.810
					Suma	0.000	2.055		
II	6-3	0.3320	3"	150	-3.161	-2.147	0.679	0.000	-3.161
	3-4	0.2440	3"	150	-2.251	-0.842	0.374	0.000	-2.251
	4-5	0.3320	3"	150	2.389	1.280	0.536	0.000	2.389
	5-6	0.2440	4"	150	7.039	1.710	0.243	0.000	7.039
					<b>Suma</b>	<b>-2.317</b>	<b>1.832</b>		

L = Longitud del tramo (Km)

D = Diámetro (Pulgadas)

C = Coeficiente de Hazen y Williams ( $\sqrt{Pie / Seg}$ )

Q<sub>o</sub> = Caudal Inicial (Lps)

Hfo = Perdida de carga (m)

DQ = Termino de corrección (Lps)

Q1 = Caudal (Lps)

**TABLA Nº 12 CALCULO DE PRESIONES**

TRAMO	Hfo (m)	COTA PIEZOMETRICA		COTA DE TERRENO		PRESION	
		SUP (m)	Inf (m)	SUP (m)	INF (m)	SUP (m)	INF (m)
R-1	2.420	185.50	182.29	185.50	163.00	----	19.29
1-2	-1.133	182.29	186.47	163.00	157.07	19.29	29.40
2-3	-3.957	186.47	190.51	157.07	152.54	29.40	37.97
3-6	2.428	190.51	188.36	152.54	164.61	37.97	23.75
6-1	2.662	188.36	182.29	164.61	163.00	23.75	19.29
6-3	-2.428	182.29	184.44	164.61	152.54	17.68	31.90
3-4	-1.882	184.44	185.28	152.54	157.62	31.90	27.66
4-5	1.243	185.28	184.00	157.62	163.79	27.66	20.21
5-6	3.067	184.00	182.29	163.79	164.61	20.21	17.68

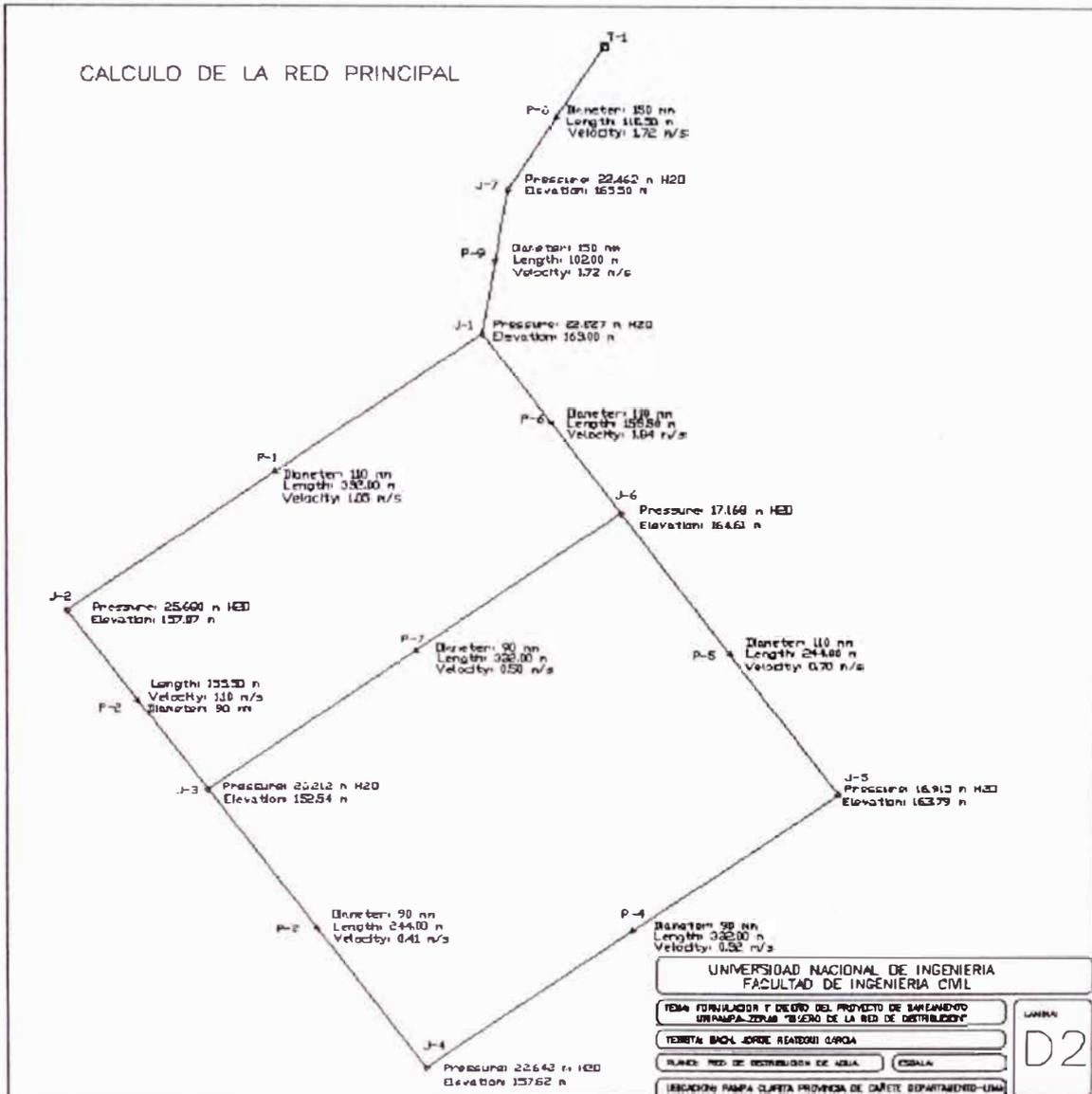


Figura.7 RED PRINCIPAL.

El Trazo de la Red Principal se puede apreciar en la LAMINA D2 - Anexo II.

**TABLA Nº 13 Cuadro de resultados de Presiones programa WaterCAD.**

Nudo Etiqueta	Elevacion (m)	Presion (m H2O)	Demanda (l/s)	X (m)	Y (m)	Grade Hydraulic (m)
T-1	185.5			353,763.20	8,542,043.85	190.5
J-1	163	22.827	2.96	353,684.51	8,541,842.41	185.88
J-2	157.1	25.68	2.96	353,415.25	8,541,648.19	182.82
J-3	152.5	28.212	7.61	353,506.28	8,541,521.99	180.82
J-4	157.6	22.642	4.65	353,649.03	8,541,324.10	180.32
J-5	163.8	16.915	4.65	353,918.29	8,541,518.33	180.75
J-6	164.6	17.168	7.61	353,775.54	8,541,716.22	181.82
J-7	165.5	22.463	0	353,700.83	8,541,943.20	188.02

**TABLA Nº 14 Cuadro de Resultado de Velocidades programa WaterCAD.**

Link Label	Length (m)	Velocity (m/s)	Diameter (mm)	Material	Rough	Discharge (l/s)	Start Calculated Hydraulic Grade (m)	End Calculated Hydraulic Grade (m)
P-1	332	1.05	110	PVC	150	9.98	185.88	182.82
P-2	156	1.1	90	PVC	150	7.02	182.82	180.82
P-3	244	0.41	90	PVC	150	2.62	180.82	180.32
P-4	332	0.32	90	PVC	150	-2.03	180.32	180.75
P-5	244	0.7	110	PVC	150	-6.68	180.75	181.82
P-6	156	1.84	110	PVC	150	-17.5	181.82	185.88
P-7	332	0.5	90	PVC	150	3.21	181.82	180.82
P-8	119	1.72	150	Ductile Iron	130	30.44	190.5	188.02
P-9	102	1.72	150	Ductile Iron	130	30.44	188.02	185.88

## **5.2 Especificaciones Técnicas.**

### **5.2.1 Aspectos generales**

Las especificaciones técnicas para el control de la calidad de fabricación de materiales y equipos, y para la ejecución de obras materia del presente informe, tiene como prioridad lo especificado en los planos del proyecto y a falta de estas se aplicara las siguientes en el orden de valencia.

    Especificaciones Técnicas de SEDAPAL  
    Normas Técnicas nacionales (INDECOPI)  
    Normas Internaciones oficialmente aceptadas

### **5.2.2.- Especificaciones Técnicas.**

#### **01.00.00 OBRAS PRELIMINARES.**

#### **01.01.00 TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DE ZANJAS.**

**Descripción.** El contratista deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en elementos inamovibles. Los niveles y cotas de referencia indicados en los Planos se fijan de acuerdo a estos y después se verificaran las cotas del terreno.

El contratista no podrá continuar con los trabajos correspondientes sin que previamente se aprueben los trazos. Esta aprobación debe anotarse en el cuaderno de obra.

**Forma de medición.** La unidad de medida será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Forma de pago.** El pago se hará por unidad de medida y precio unitario definido en el presupuesto, y previa aprobación del supervisor quien velará por su correcta ejecución en obra.

## **02.00.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS.**

### **02.01.00 EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS.**

**Descripción.** Estas excavaciones se harán de acuerdo con las dimensiones exactas formuladas en los planos correspondientes, solo de ser necesario se hará uso de encofrado, por ser un terreno altamente arenoso. Cualquier sobre excavación mayor será rellenada, debiéndose rellenar el exceso, con concreto pobre de una resistencia a la compresión de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  siendo el costo de este trabajo a cargo del Contratista.

El fondo de la excavación deberá quedar limpio y parejo. Todo material procedente de la excavación que no sea adecuado, o que no se requiera para los rellenos será eliminado de la obra.

Es necesario que se prevea para la ejecución de la excavación, un conveniente sistema de regado a fin de evitar posibles derrumbes, debido al terreno arenoso.

La anchura de la zanja es función del diámetro nominal, el tipo de terreno, la profundidad de colocación y el método de compactación. El ancho de zanja deberá ser uniforme en toda la longitud de la excavación.

El ancho de la zanja a nivel de la parte superior de la tubería debe ser lo menor posible, de manera que permita una instalación correcta y eficiente, esto minimiza la carga de la tierra sobre el tubo.

**Forma de medición.** La unidad de medida será por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Forma de pago.** El pago se hará por unidad de medida y precio unitario definido en el presupuesto, y previa aprobación del supervisor quien velará por su correcta ejecución en obra.

## **02.02.00 CAMA DE APOYO.**

**Descripción.** Será específicamente de arena gruesa o gravilla, que cumpla con las características exigidas como material selecto a excepción de su granulometría. Tendrá un espesor no menor de 0.10m debidamente compactada o acomodada (en caso de gravilla), medida desde la parte baja del cuerpo del tubo; siempre y cuando cumpla también con la condición de espaciamiento de 0.05 m que debe existir entre la pared exterior de la unión del tubo y el fondo de la zanja excavada.

**Forma de medición.** La unidad de medida será por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Forma de pago.** El pago se hará por unidad de medida y precio unitario definido en el presupuesto, y previa aprobación del supervisor quien velará por su correcta ejecución en obra.

## **02.03.00 RELLENO Y COMPACTADO.**

**Descripción.** Es un material selecto y/o seleccionado transportado a la zona de trabajo para reemplazar el material existente en ella, que no reúne las características apropiadas para el recubrimiento y el relleno.

El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la estructura (tubería), hasta 0.40 m por encima de la clave del tubo. Será de material selecto. Este relleno, se colocara en capas de 0.15 m de espesor terminado, desde la cama de apoyo compactándolo íntegramente con pisones manuales de peso aprobado, teniendo cuidado de no dañar la estructura.

El segundo relleno compactado, entre el primer relleno y la sub-base, se harán por capas no mayor de 0.15 m de espesor, compactándolo con vibroapisonadores, planchas y/o rodillos vibratorios. No se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual.

El porcentaje de compactación para el primer y segundo relleno, no será menor del 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado ASTM D 698 o

AASHTO-T-180. De no alcanzar el porcentaje establecido, el constructor deberá hacer las correcciones del caso, debiendo efectuar nuevos ensayos hasta conseguir la compactación deseada. En el caso de zonas de trabajo donde existan pavimentos y/o veredas, el segundo relleno estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel superior del terreno.

**Forma de medición.** La unidad de medida será por metro lineal (ml).

**Forma de pago.** El pago se hará por unidad de medida y precio unitario definido en el presupuesto, y previa aprobación del supervisor quien velará por su correcta ejecución en obra.

### **03.00.00 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.**

Las tuberías serán de policloruro de vinilo no plastificado (PVC). Las tuberías PVC se ajustarán a las Normas Oficiales N° 339.002 ITINTEC.

**Descripción.** Las líneas de conducción (impulsión y/o aducción), serán instaladas con los diámetros indicados en los planos, cualquier cambio deberá ser aprobado específicamente por la Supervisión.

**Transporte y descarga.** Durante el transporte y el acarreo de la tubería, válvula, grifo contra incendio etc. desde la fábrica hasta la puesta a pie de obra, deberá tenerse el mayor cuidado evitándose los golpes y trepidaciones, siguiendo las instrucciones y recomendaciones de los fabricantes.

**Instalación.** Antes de proceder a su instalación, deberá verificarse su buen estado, conjuntamente con sus correspondientes uniones, anillos de jebe y/o empaquetaduras, los cuales deberán estar convenientemente lubricados. Durante el proceso de instalación, todas las líneas, deberán permanecer limpias en su interior. Los extremos opuestos de las líneas, serán sellados temporalmente con tapones, hasta cuando se reinicie la jornada de trabajo, con el fin de evitar el ingreso de elementos extraños a ella.

**Forma de medición.** La unidad de medida será por metro lineal (ml).

**Forma de pago.** El pago se hará por unidad de medida y precio unitario definido en el presupuesto, y previa aprobación del supervisor quien velará por su correcta ejecución en obra.

#### **04.00.00 PRUEBA HIDRÁULICA EN TUBERÍAS.**

La finalidad de esta prueba de campo consiste en comprobar únicamente si el trabajo realizado durante la instalación, el manipuleo y el empalme de los tubos están perfectamente ejecutados. La longitud de la línea de tubería a probar no debe exceder los 400 m.

### **5.3 Costos y Presupuestos.**

#### **5.3.1 Presupuesto**

Las partidas presentadas en el presente informe están divididas y detalladas convencionalmente para los fines del proyecto, los metrados son obtenidos de los planos de la red de distribución primaria y secundaria, calculando de esta manera la cantidad de obra a realizar.

El presupuesto a detalle cuyo monto es de S/. 863,826.79 ; se puede ubicar en el - Anexo III.

#### **5.3.2 Análisis de costos unitarios**

El análisis de cada partida considera la Mano de Obra, Maquinaria, Equipo y Materiales necesarios para la completa y correcta terminación de obra.

Los costos de Mano de Obra, son los que rigen para las obras de Construcción Civil e incluyen sus Beneficios Sociales de Ley y Bonificaciones que corresponden para este tipo de obra.



Los Costos de Materiales, son cotizados a precios de mercado, incluyendo el flete-transporte hasta pie de obra.

En el análisis de las partidas de Acarreo, Acomodo, Eliminación de Desmonte, etc., se ha considerado un porcentaje de esponjamiento de 10% a 30% , correspondiente a terreno normal.

El Análisis de Costos Unitarios y la formula polinómica se puede apreciar en el Anexo IV

\_ La presión mínima en la red es de 17.4 m de columna de agua, con lo que se asegura una presión mayor a la mínima solicitada que es de 15 m de columna de agua.

## RECOMENDACIONES

Para estudios de esta naturaleza se recomienda un levantamiento topográfico a detalle, así como también un estudio de suelos, que refleje las condiciones del terreno.

\_ Se debe tener cuidado en el almacenamiento y el manipuleo de la tubería de PVC, ya que el apilado debe hacerse en terreno previamente nivelado y a una altura máxima de 3 metros, procurando que la campana de los tubos no reciba sobrepeso.

\_ Debe evitarse que la tubería de PVC permanezca en exposición al sol, por que esto genera perdida de resistencia del material.

\_ Se debe tener cuidado con la excavación del terreno, ya que es un suelo arenoso, por lo que se recomienda el uso de agua para estabilizar las paredes de la zanja.

El fondo de la zanja se rellenara con material de préstamo seleccionado que ofrezca una adecuada clasificación y compactación, comprobando que el fondo de la zanja deberá estar refinado y nivelado, teniendo especial cuidado que no existan protuberancias rocosas que hagan contacto con el tubo.

Se debe verificar el recubrimiento de tierra suficiente para evitar el movimiento de la tubería.

Los accesorios como codos, tees, reducciones deben estar apoyados por un anclaje(Dados de concreto).

## BIBLIOGRAFIA

- \_ Agüero Pittman, Roger, Agua potable para poblaciones rurales (Abastecimiento por gravedad sin tratamiento)-Servicios Educativos Rurales(SER)- Lima Perú. 1997
  
- \_ Alcantara Montoya, Esteban Benedicto, Proyecto de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano Villa Mercedes del Distrito de Chorrillos. 1992
  
- Arocha R. Simon; "Abastecimiento de agua". Ediciones Vega, Venezuela. 1980
  
- \_ Ballester Tena, Nabor, Topografía, Editorial Limusa S.A. México D.F. 2000
  
- Berry, Peter L. , Reid David, Mecánica de Suelos, McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A., Bogota-Colombia. 1993
  
- \_ Bonilla Vásquez, Luis Enrique, Proyecto de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano "Ciudad Nueva" Tacna, Tesis UNI-FIC. 1988
  
- \_ Bowles, Joseph E., Propiedades Geofísicas de los Suelos, McGRAW-HILL LATINOAMERICANA S.A., Bogota-Colombia. 1982
  
- \_ Gonzáles Coloma, Jorge Nicolás, Abastecimiento de Agua para la ciudad de San Vicente-Cañete, Tesis UNI-FIC. 1969
  
- Leiva Ballenas; Julio César, Proyecto de abastecimiento de agua Potable para la ciudad de Imperial-Cañete, Tesis UNI-FIC. 1977
  
- \_ McGhee J Terence, Abastecimiento de agua y alcantarillado-Ingeniería Ambiental, McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A., Bogota-Colombia. 1999

\_ Mendoza Dueñas; Jorge, Topografía Automatizada, Estación Total TOPCON, Manual Lima-Perú. 2005

\_ Montalvo Soto, Antonio H., Abastecimiento de agua potable para la habilitación urbana La Angostura-Ica, Tesis UNI-FIC. 1988

\_ Pastorelli Cordova, Mario Enrique; "Sistema de abastecimiento de agua potable para la Ciudad del Deporte, Distrito de Ventanilla". Tesis profesional FIC-UNI. 1984

\_ Villasante Zamalloa, Carlos, Abastecimiento de agua potable para la ciudad de Imperial, Tesis UNI-FIC. 1968

# Anexos.

**ANEXO I**  
**AREAS DE INFLUENCIA.**

**ANEXO II  
RED PRINCIPAL.**

**ANEXO III  
PRESUPUESTO.**

### 5.3.2 Costos y presupuestos.

## PRESUPUESTO N° 01

Presupuesto : FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA - ZONA 8.  
 Subpresupuesto : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA.  
 Fecha : MAYO-2007  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNI-FIC  
 LUGAR : LIMA-CAÑETE-SAN VICENTE

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Sub Total:
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>9,929.4152</b>
01.01	Trazo y Replanteo	m	4,134.50	2.4016	9,929.4152	
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>211,693.9576</b>
<b>02.01</b>	<b>EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL(h=1.40m)</b>				<b>46,677.2098</b>	
02.01.01	Excavación de zanja tubería de 2"	m	1,542.00	11.2655	17,371.4010	
02.01.02	Excavación de zanja tubería de 4"	m	1,062.50	11.2655	11,969.5938	
02.01.03	Excavación de zanja tubería de 3"	m	1,530.00	11.2655	17,236.2150	
<b>02.02</b>	<b>REFINE Y NIVELACION Y CONFORMACION DE ZANJAS</b>				<b>12,272.0229</b>	
02.02.01	Refine y nivelación de tubería de 2"	m	1,542.00	2.9682	4,576.9644	
02.02.02	Refine y nivelación de tubería de 3"	m	1,062.50	2.9682	3,153.7125	
02.02.03	Refine y nivelación de tubería de 4"	m	1,530.00	2.9682	4,541.3460	
<b>02.03</b>	<b>PREPARACION DE CAMAS DE APOYO</b>				<b>23,899.4773</b>	
02.03.01	Preparación de las camas de apoyo 2"	m	1,542.00	5.7805	8,913.5310	
02.03.02	Preparación de las camas de apoyo 3"	m	1,062.50	5.7805	6,141.7813	
02.03.03	Preparación de las camas de apoyo 4"	m	1,530.00	5.7805	8,844.1650	
<b>02.04</b>	<b>RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS</b>				<b>85,764.0424</b>	
02.04.01	Relleno compactado manual tubería 2"	m	1,542.00	20.7436	31,986.6312	
02.04.02	Relleno compactado manual tubería 3"	m	1,062.00	20.7436	22,029.7032	
02.04.03	Relleno compactado manual tubería 4"	m	1,530.00	20.7436	31,737.7080	
<b>02.05</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				<b>43,191.2052</b>	
02.05.01	Eliminación de excedentes tubería 2"	m3	1,542.00	10.4478	16,110.5076	
02.05.02	Eliminación de excedentes tubería 3"	m3	1,062.00	10.4478	11,095.5636	
02.05.03	Eliminación de excedentes tubería 4"	m3	1,530.00	10.4478	15,985.1340	
<b>03</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y PRUEBA HIDRAULICA</b>					<b>166,267.2304</b>
<b>03.01</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>157,613.7108</b>	
03.01.01	Suministro de tubería 2"	m	1,542.00	38.1262	58,790.6004	
03.01.02	Suministro de tubería 3"	m	1,062.00	38.1262	40,490.0244	
03.01.03	Suministro de tubería 4"	m	1,530.00	38.1262	58,333.0860	
<b>03.02</b>	<b>PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS</b>				<b>8,643.6196</b>	
03.02.01	Prueba hidráulica + desinfección de tubería 2"	m	1,542.00	1.7432	2,688.0144	
03.02.02	Prueba hidráulica + desinfección de tubería 3"	m	1,062.00	2.0201	2,145.3462	
03.02.03	Prueba hidráulica + desinfección de tubería 4"	m	1,530.00	2.4903	3,810.1590	
<b>04</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS</b>					<b>19,079.0564</b>
<b>04.01</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE REDUCCIONES</b>				<b>448.2264</b>	
04.01.01	Suministro e instalación de reducciones 4" a 3"	m	3.00	22.6012	67.8036	
04.01.02	Suministro e instalación de reducciones 4" a 2"	m	8.00	20.6012	164.8096	
04.01.03	Suministro e instalación de reducciones 3" a 2"	m	11.00	19.6012	215.6132	
<b>04.02</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS</b>				<b>84.4048</b>	
04.02.01	Suministro e instalación de codos 3"x90°	u	1.00	22.6012	22.6012	
04.02.02	Suministro e instalación de codos 4"x90°	u	3.00	20.6012	61.8036	
<b>04.03</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TEES</b>				<b>382.8216</b>	
04.03.01	Suministro e instalación de tee 2"	u	2.00	18.6012	37.2024	
04.03.02	Suministro e instalación de tee 3"	u	8.00	20.6012	164.8096	
04.03.03	Suministro e instalación de tee 4"	u	8.00	22.6012	180.8096	
<b>04.04</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUCES</b>				<b>227.0120</b>	
04.04.01	Suministro e instalación de cruces 2"	u	2.00	21.1012	42.2024	
04.04.02	Suministro e instalación de cruces 3"	u	8.00	23.1012	184.8096	
<b>04.05</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS COMPUERTA</b>				<b>17,936.6916</b>	
04.05.01	Suministro e instalación de val. compuerta 2"	u	56.00	148.0058	8,288.3248	
04.05.02	Suministro e instalación de val. compuerta 3"	u	26.00	188.0058	4,888.1508	
04.05.03	Suministro e instalación de val. compuerta 4"	u	20.00	238.0058	4,760.1160	
<b>05</b>	<b>CONEXIONES</b>					<b>173,764.2312</b>
05.01	Conexiones domiciliarias de agua potable	u	441.00	394.0232	173,764.2312	

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>580,723.89</b>
GASTOS GENERALES 15%	87,108.58
UTILIDADES 10%	58,072.39
<b>SUB TOTAL</b>	<b>725,904.86</b>
Impuesto 19%	137,921.92
<b>TOTAL PRESUPUESTO:</b>	<b>863,826.79</b>

SON: OCHOCIENTOS SESENTITRES MIL OCHOCIENTOS VEINTI SEIES CON 79/100 NUEVOS SOLES

**ANEXO IV**  
**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y**  
**FORMULA POLINOMICA.**

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08

Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA.

Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 01.01 TRAZO Y REPLANTEO

Rendimiento MO. 200.0000

EQ. 200.0000

Costo unitario directo por : m 2.4016

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.004000	13.6800	0.0547
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.080000	9.2300	0.7384
<b>1.3403</b>						
<b>Materiales</b>						
0202010022	CLAVOS CON CABEZA DE 2", 1/2", 3", 4"	kg		0.010000	3.5000	0.0350
0229030006	CAL	kg		0.030000	5.0000	0.1500
0243550004	MADERA PARA ESTACAS	p2		0.190000	2.5000	0.4750
<b>0.6600</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.100000	1.3403	0.0013
0349190005	TEODOLITO Y MIRA	hm	1.0000	0.040000	10.0000	0.4000
<b>0.4013</b>						

Partida 02.01.01 EXCAVACIÓN DE ZANJA TUBERIA DE 2"

Rendimiento MO. 100.0000

EQ. 100.0000

Costo unitario directo por : m 11.2655

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	13.6800	0.1094
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.160000	9.2300	1.4768
<b>1.5862</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	1.5862	0.0793
0349040021	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	1.0000	0.080000	120.0000	9.6000
<b>9.6793</b>						

Partida 02.01.02 EXCAVACIÓN DE ZANJA TUBERIA DE 4"

Rendimiento MO. 100.0000

EQ. 100.0000

Costo unitario directo por : m 11.2655

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	13.6800	0.1094
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.160000	9.2300	1.4768
<b>1.5862</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	1.5862	0.0793
0349040021	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	1.0000	0.080000	120.0000	9.6000
<b>9.6793</b>						

Partida 02.01.03 EXCAVACIÓN DE ZANJA TUBERIA DE 3"

Rendimiento MO. 100.0000

EQ. 100.0000

Costo unitario directo por : m 11.2655

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	13.6800	0.1094
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.160000	9.2300	1.4768
<b>1.5862</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	1.5862	0.0793
0349040021	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	1.0000	0.080000	120.0000	9.6000
<b>9.6793</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08  
 Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA. Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 02.02.01 REFINE Y NIVELACION EN TUBERIA 2"  
 Rendimiento MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m 2.9682

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.026700	13.6800	0.3653
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.266700	9.2300	2.4616
<b>2.8269</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	2.8269	0.1413
<b>0.1413</b>						

Partida 02.02.02 REFINE Y NIVELACION EN TUBERIA 3"  
 Rendimiento MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m 2.9682

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.026700	13.6800	0.3653
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.266700	9.2300	2.4616
<b>2.8269</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	2.8269	0.1413
<b>0.1413</b>						

Partida 02.02.03 REFINE Y NIVELACION EN TUBERIA 4"  
 Rendimiento MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m 2.9682

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.026700	13.6800	0.3653
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.266700	9.2300	2.4616
<b>2.8269</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	2.8269	0.1413
<b>0.1413</b>						

Partida 02.03.01 PREPARACION DE LAS CAMAS DE APOYO 2"  
 Rendimiento MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m 5.7805

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.016000	13.6800	0.2189
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.160000	9.2300	1.4768
<b>1.6957</b>						
<b>Materiales</b>						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.160000	25.0000	4.0000
<b>4.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	1.6957	0.0848
<b>0.0848</b>						

Partida 02.03.02 PREPARACION DE LAS CAMAS DE APOYO 3"  
 Rendimiento MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m 5.7805

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.016000	13.6800	0.2189
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.160000	9.2300	1.4768
<b>1.6957</b>						
<b>Materiales</b>						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.160000	25.0000	4.0000
<b>4.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	1.6957	0.0848
<b>0.0848</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08  
 Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA. Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 02.03.03 PREPARACION DE LAS CAMAS DE APOYO 4"  
 Rendimiento MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m 5.7805

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.016000	13.6800	0.2189
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.160000	9.2300	1.4768
<b>1.6957</b>						
<b>Materiales</b>						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.160000	25.0000	4.0000
<b>4.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	1.6957	0.0848
<b>0.0848</b>						

Partida 02.04.01 RELLENO COMPACTADO MANUAL TUBERIA 2"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 20.7436

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.400000	10.2200	4.0880
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>8.3272</b>						
<b>Materiales</b>						
0205300072	MATERIAL SELECCIONADO	m3		0.320000	30.0000	9.6000
<b>9.6000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	8.3272	0.4164
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.0000	0.400000	6.0000	2.4000
<b>2.8164</b>						

Partida 02.04.02 RELLENO COMPACTADO MANUAL TUBERIA 3"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 20.7436

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.400000	10.2200	4.0880
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>8.3272</b>						
<b>Materiales</b>						
0205300072	MATERIAL SELECCIONADO	m3		0.320000	30.0000	9.6000
<b>9.6000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	8.3272	0.4164
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.0000	0.400000	6.0000	2.4000
<b>2.8164</b>						

Partida 02.04.03 RELLENO COMPACTADO MANUAL TUBERIA 4"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 20.7436

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.400000	10.2200	4.0880
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>8.3272</b>						
<b>Materiales</b>						
0205300072	MATERIAL SELECCIONADO	m3		0.320000	30.0000	9.6000
<b>9.6000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	8.3272	0.4164
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.0000	0.400000	6.0000	2.4000
<b>2.8164</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08

Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA.

Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida	02.05.01	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES TUBERIA 2"
Rendimiento	MO. 100.0000	EQ. 100.0000
		Costo unitario directo por : m3
		10.4478

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	13.6800	0.1094
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.080000	9.2300	0.7384
						0.8478
Equipos						
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	0.5000	0.040000	120.0000	4.8000
0349040092	CARGADOR FRONTAL	hm	0.5000	0.040000	120.0000	4.8000
						9.6000

Partida	02.05.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES TUBERIA 3"
Rendimiento	MO. 100.0000	EQ. 100.0000
		Costo unitario directo por : m3
		10.4478

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	13.6800	0.1094
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.080000	9.2300	0.7384
						0.8478
Equipos						
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	0.5000	0.040000	120.0000	4.8000
0349040092	CARGADOR FRONTAL	hm	0.5000	0.040000	120.0000	4.8000
						9.6000

Partida	02.05.03	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES TUBERIA 4"
Rendimiento	MO. 100.0000	EQ. 100.0000
		Costo unitario directo por : m3
		10.4478

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	13.6800	0.1094
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.080000	9.2300	0.7384
						0.8478
Equipos						
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	0.5000	0.040000	120.0000	4.8000
0349040092	CARGADOR FRONTAL	hm	0.5000	0.040000	120.0000	4.8000
						9.6000

Partida	03.01.01	SUMINISTRO DE TUBERIA 2"
Rendimiento	MO. 20.0000	EQ. 20.0000
		Costo unitario directo por : m
		38.1262

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
						7.2392
Materiales						
0230460046	PEGAMENTO PVC 1/4 gl	u		0.001000	125.0000	0.1250
0272000021	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 2" X 5m	u		0.160000	190.0000	30.4000
						30.5250
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
						0.3620

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08

Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA.

Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 03.01.02 SUMINISTRO DE TUBERIA 3"

Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 38.1262

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0230460046	PEGAMENTO PVC 1/4 gl	u		0.001000	125.0000	0.1250
0272000021	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 2" X 5m	u		0.160000	190.0000	30.4000
<b>30.5250</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 03.01.03 SUMINISTRO DE TUBERIA 4"

Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 38.1262

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0230460046	PEGAMENTO PVC 1/4 gl	u		0.001000	125.0000	0.1250
0272000021	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 2" X 5m	u		0.160000	190.0000	30.4000
<b>30.5250</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 03.02.01 PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBERIA 2"

Rendimiento MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo unitario directo por : m 1.7432

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	0.0540	0.003600	11.4000	0.0410
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.066700	7.5000	0.5003
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.066700	9.2300	0.6156
<b>1.1569</b>						
<b>Materiales</b>						
0239050000	AGUA	m3		0.076000	2.0000	0.1520
0239060010	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg		0.001500	5.0000	0.0075
<b>0.1595</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	1.1569	0.0578
0337020043	BALDE PRUEBA TAPON ABRAZADERA Y ACCESORIOS	hm	0.5000	0.033300	10.0000	0.3330
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0.0540	0.003600	10.0000	0.0360
<b>0.4268</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08  
 Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA. Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 03.02.02 PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBERIA 3"  
 Rendimiento MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m 2.0201

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	0.0540	0.004300	11.4000	0.0490
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.080000	7.5000	0.6000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.080000	9.2300	0.7384
<b>1.3874</b>						
<b>Materiales</b>						
0239050000	AGUA	m3		0.076000	2.0000	0.1520
0239060010	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg		0.002000	5.0000	0.0100
<b>0.1620</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.000000	1.3874	0.0277
0337020043	BALDE PRUEBA TAPON ABRAZADERA Y ACCESORIOS	hm	0.5000	0.040000	10.0000	0.4000
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0.0540	0.004300	10.0000	0.0430
<b>0.4707</b>						

Partida 03.02.03 PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBERIA 4"  
 Rendimiento MO. 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m 2.4903

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	0.0540	0.005400	11.4000	0.0616
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.100000	7.5000	0.7500
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.100000	9.2300	0.9230
<b>1.7346</b>						
<b>Materiales</b>						
0239050000	AGUA	m3		0.076000	2.0000	0.1520
0239060010	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg		0.003000	5.0000	0.0150
<b>0.1670</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.000000	1.7346	0.0347
0337020043	BALDE PRUEBA TAPON ABRAZADERA Y ACCESORIOS	hm	0.5000	0.050000	10.0000	0.5000
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0.0540	0.005400	10.0000	0.0540
<b>0.5887</b>						

Partida 04.01.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE REDUCCIONES 4" a 3"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 22.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273180006	REDUCCION PVC 4" A 3"	pza		1.000000	15.0000	15.0000
<b>15.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08  
 Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA. Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 04.01.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE REDUCCIONES 4" a 2"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 20.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273180030	REDUCCION PVC 4" a 2"	pza		1.000000	13.0000	13.0000
<b>13.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 04.01.03 SUMINISTRO E INSTALACION DE REDUCCIONES 3" a 2"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 19.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273180029	REDUCCION PVC 3" A 2"	pza		1.000000	12.0000	12.0000
<b>12.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 04.02.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS 3"x90°  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : u 22.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273110004	CODO PVC SAL 4" X 90°	pza		1.000000	15.0000	15.0000
<b>15.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 04.02.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS 4"x90°  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : u 20.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273110003	CODO PVC SAL 3" X 90°	pza		1.000000	13.0000	13.0000
<b>13.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08  
 Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA. Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 04.03.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE 2"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : u 18.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273130003	TEE PVC SAL 2" X 2"	pza		1.000000	11.0000	11.0000
<b>11.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 04.03.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE 3"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : u 20.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273130005	TEE PVC SAL 3" X 3"	pza		1.000000	13.0000	13.0000
<b>13.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 04.03.03 SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE 4"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : u 22.6012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273130006	TEE PVC SAL 4" X 4"	pza		1.000000	15.0000	15.0000
<b>15.0000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

Partida 04.04.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUCES 2"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : u 21.1012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
<b>7.2392</b>						
<b>Materiales</b>						
0273010033	CRUCES DE 2"	u		1.000000	13.5000	13.5000
<b>13.5000</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
<b>0.3620</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08  
 Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA. Fecha presupuesto 03/07/2007

Partida 04.04.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUCES 3"  
 Rendimiento MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : u 23.1012

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	13.6800	0.5472
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	7.5000	3.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.400000	9.2300	3.6920
						<b>7.2392</b>
<b>Materiales</b>						
0273010032	CRUCES DE 3"	u		1.000000	15.5000	15.5000
						<b>15.5000</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	7.2392	0.3620
						<b>0.3620</b>

Partida 04.05.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE VAL. COMPUERTA 2"  
 Rendimiento MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : u 148.0058

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.200000	13.6800	2.7360
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.000000	7.5000	15.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.000000	9.2300	18.4600
						<b>36.1960</b>
<b>Materiales</b>						
0278500005	VALVULA DE COMPUERTA DE 2"	u		1.000000	110.0000	110.0000
						<b>110.0000</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	36.1960	1.8098
						<b>1.8098</b>

Partida 04.05.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE VAL. COMPUERTA 3"  
 Rendimiento MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : u 188.0058

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.200000	13.6800	2.7360
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.000000	7.5000	15.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.000000	9.2300	18.4600
						<b>36.1960</b>
<b>Materiales</b>						
0278500006	VALVULA DE COMPUERTA DE 3"	u		1.000000	150.0000	150.0000
						<b>150.0000</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	36.1960	1.8098
						<b>1.8098</b>

Partida 04.05.03 SUMINISTRO E INSTALACION DE VAL. COMPUERTA 4"  
 Rendimiento MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : u 238.0058

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.200000	13.6800	2.7360
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.000000	7.5000	15.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.000000	9.2300	18.4600
						<b>36.1960</b>
<b>Materiales</b>						
0278500007	VALVULA DE COMPUERTA DE 4"	u		1.000000	200.0000	200.0000
						<b>200.0000</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	36.1960	1.8098
						<b>1.8098</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301003 : OBRA DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 08  
 Subpresupuesto 006 : REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA. Fecha presupuesto 03/07/2007  
 Partida 05.01 CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE  
 Rendimiento MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : u 394.0232

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.800000	13.6800	10.9440
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.000000	7.5000	60.0000
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.000000	9.2300	73.8400
						<b>144.7840</b>
<b>Materiales</b>						
0230550058	MEDIDOR DE CAUDAL	u		1.000000	150.0000	150.0000
0271270002	ABRAZADERA CON TUERCA TIPO "U"	pza		1.000000	20.0000	20.0000
0273010028	TUBERIA PVC SAL 3"	m		6.000000	12.0000	72.0000
						<b>242.0000</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	144.7840	7.2392
						<b>7.2392</b>

## Fórmula Polinómica

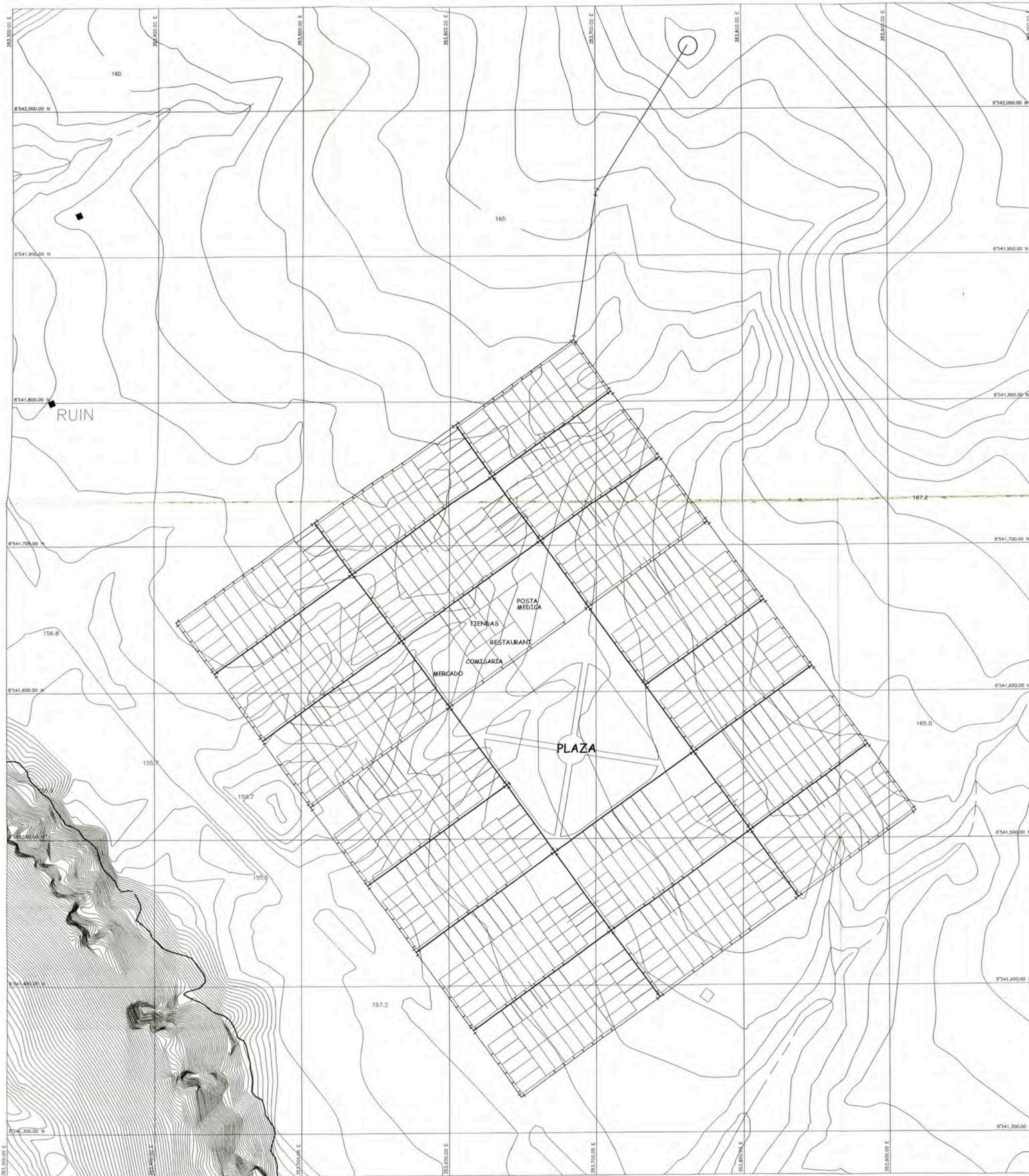
Presupuesto 0301003 FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA - 8.  
 Subpresupuesto 006 REDES DE DISTRIBUCION.  
 Fecha Presupuesto 03/07/2007  
 Moneda NUEVOS SOLES  
 Ubicación Geográfica 150101 LIMA - CAÑETE - SAN VICENTE.

$$K = 0.237*(Jr / Jo) + 0.060*(MHR / MHO) + 0.203*(TVTr / TVTo) + 0.249*(Ar / Ao) + 0.125*(MQR / MQo) + 0.092*(Dr / Do) + 0.250*(GGUr / GGUo)$$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.237	100.000	J	47	MANO DE OBRA
2	0.060	21.667	78.333 MH	37	HERRAMIENTA MANUAL
3	0.203	5.911	84.729 TVT	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTER
		9.360		71	TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO
				72	TUBERIA DE PVC
4	0.249	30.924	A	78	VALVULA DE FIERRO FUNDIDO NACIONAL
5	0.125	100.000	MQ	05	AGREGADO GRUESO
6	0.092	100.000	D	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
7	0.250	100.000	GGU	30	DOLAR MAS INFLACION DEL MERCASO USA
				39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

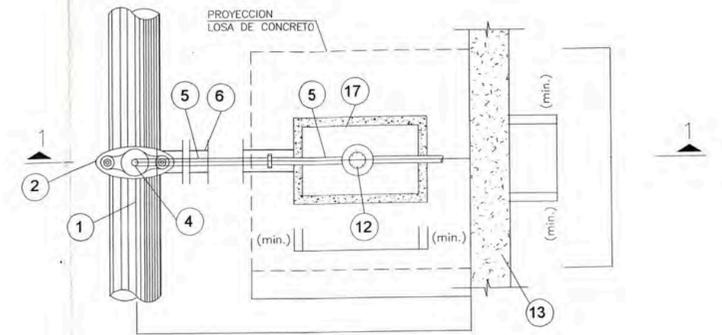
**ANEXO V  
PLANOS GENERALES RED DE  
DISTRIBUCION.**

# RED DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

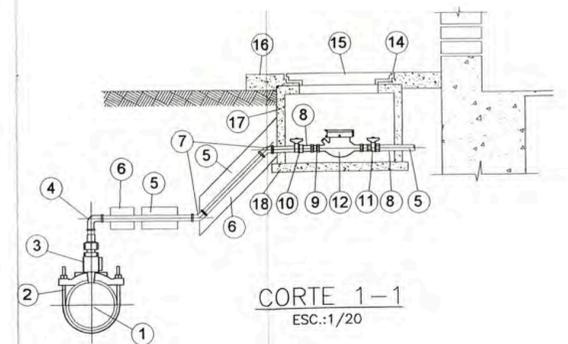


CONEXION DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE TIPO SIMPLE  
DIAMETRO DE 15mm. - CONEXION TIPICA

Escala: 1/20



PLANTA  
ESC.:1/20



CORTE 1-1  
ESC.:1/20

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TEMA: FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO  
UNIPAMPA-ZONAS "DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION"

TESISTA: BACH. JORGE REATEGUI GARCIA

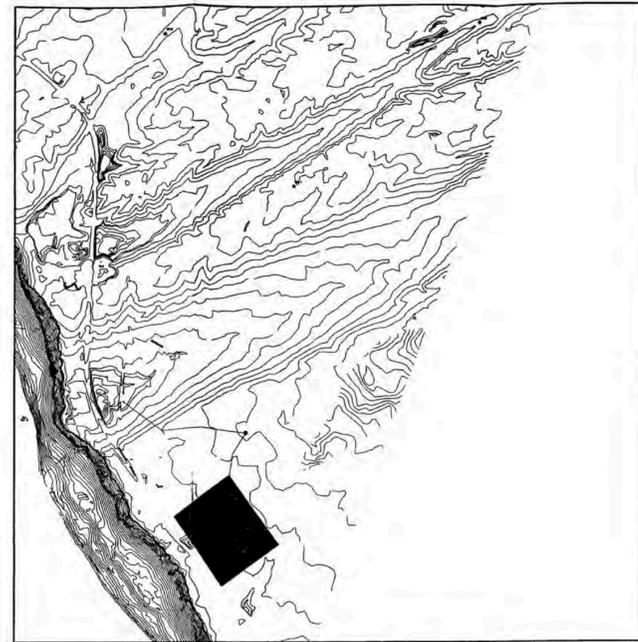
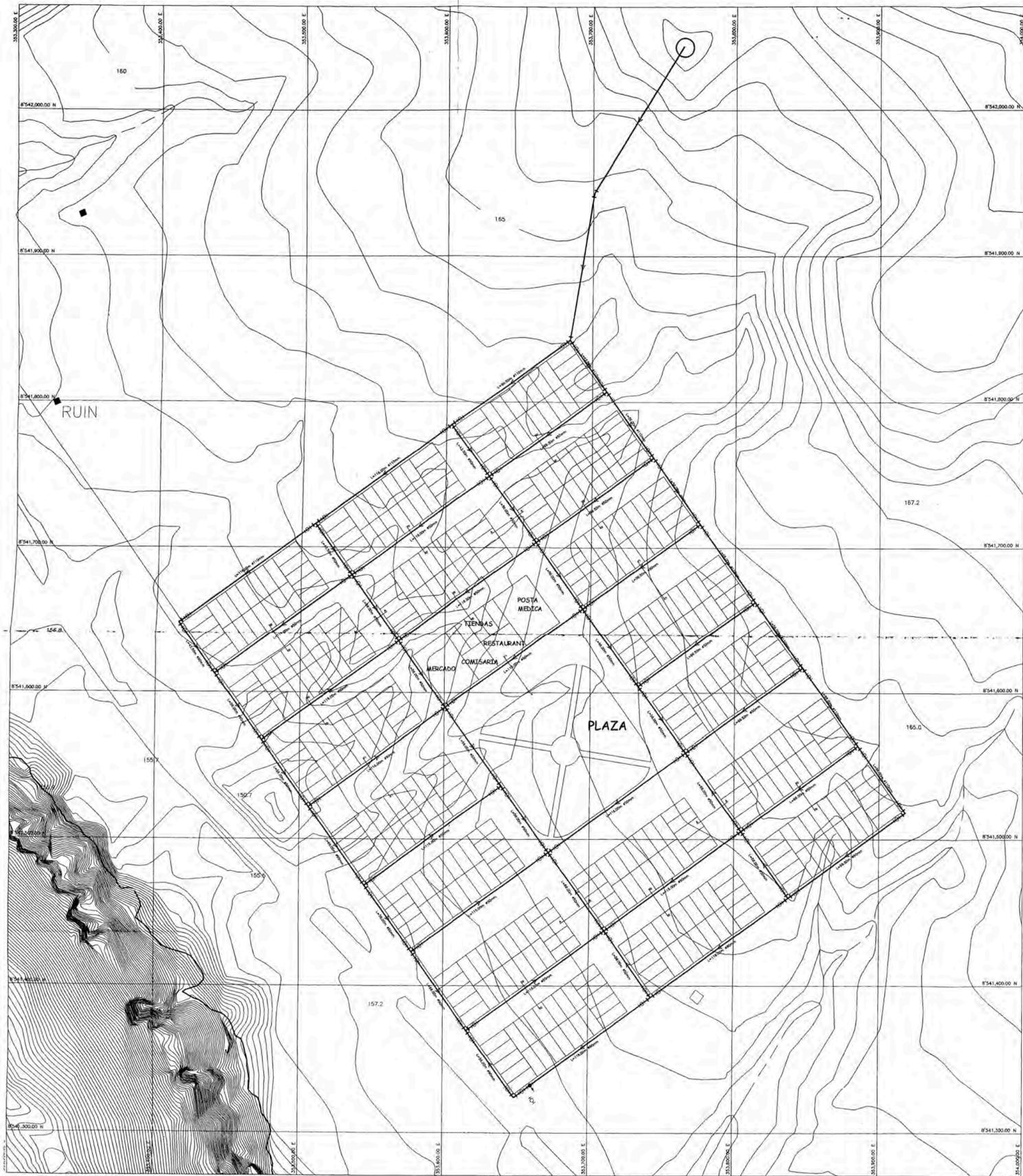
PLANO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA.

ESCALA: 1/2000

UBICACION: PAMPA CLARITA PROVINCIA DE CAÑETE DEPARTAMENTO-LIMA

LAMINA:

S1



PLANO DE UBICACION  
ESCALA 1/1000

**LEYENDA**

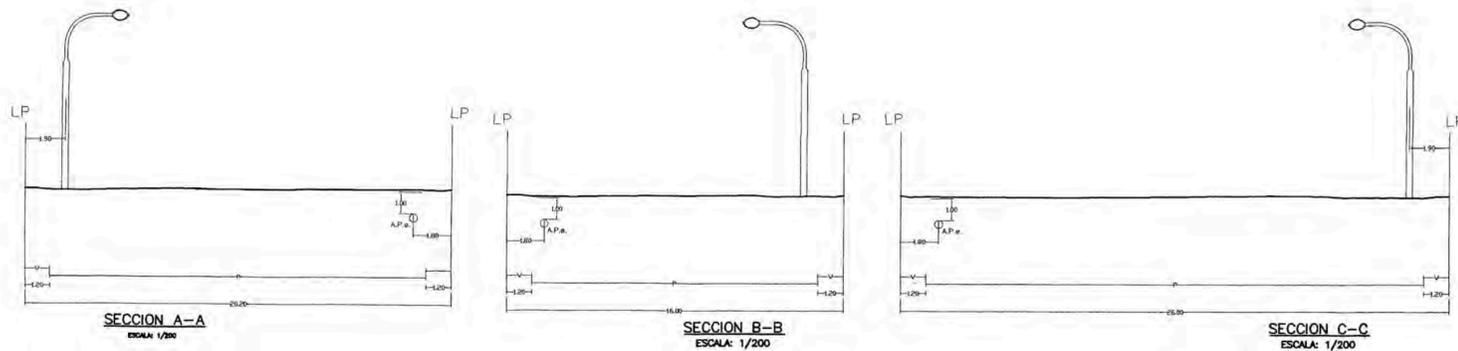
ELEMENTO	SIMBOLO
VALVULA ABRIERA	○
VALVULA CERRADA	●
VACUOLA DE PURGA	○
TUBERIA WATER	—
TUBERIA SECUNDARIA	—
TEE	⊥
CRUZ	+
0000 80	—
0000 40	—
0000 22.5	—



DETALLE DE ENTERRADO DE TUBERIA

**CUADRO DE NORMAS TECNICAS VIGENTES**

DESCRIPCION DE MATERIAL	NORMAS ESPECIFICACIONES TECNICAS
TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U	NTP-ISO 4422 : 1997
VALVULAS DE COMPUERTA DE FIERRO	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SEMPAJ. IMPOSICION EN NTP 300 054 : 1987 E 503 2258
ACCESORIOS DE POLI CLORURO DE VINILO/AG PLASTIFICADO PVC-U	NTP-ISO 4422 : 1997 ACCESORIOS INYECTADOS
TAPAS Y MARCO DE FIERRO PARA CAJA DE VALVULAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SEMPAJ.
ABRIGADERA PARA CONEXION DOMICILIARIA	NTP 398.137 : 1997 ABRIGADERA TERMOPLASTICA
VALVULA DE TORN (CORRIPIRACION) DE PAIS	NTP 398.024 : 1987 DE RESINA TERMOPLASTICA
ACCIPLE WELLS ROSTING	NTP 398.021 : 1993 DE POLICLORURO DE VINILO PVC
CAJA PORTAMODIADOR DE CONCRETO	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SEMPAJ.
MARCO Y TAPA DE ACERO GALVANIZADO PARA CAJA PORTAMODIADOR	NTP 350.085 : 1997
ANILLOS DE CAUCHO	NTP-ISO 4833 : 1997



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TEMA: FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA-ZONAB "DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION"

TESISTA: BACH. JORGE REATEGUI GARCIA

PLANO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA. ESCALA: 1/2000

UBICACION: PAMPA CLARITA PROVINCIA DE CAÑETE DEPARTAMENTO-LIMA

LAMINA: S2