

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



Proyecto Integral de Agua Potable
- Habilitación "La Enseñada"
Distrito de Puente Piedra

INFORME DE INGENIERIA

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO SANITARIO

Flor De María Patiño Huamán

Promoción 89-II

Lima-Perú
1997

AGRADECIMIENTOS

A La Virgen "María Auxiliadora" que es mi guía y a quien siempre he sentido a mi lado en los momentos de mayor dificultad y porque sin ella nada es posible.

A mis padres quienes me dieron la vida, especialmente a mi madre, quien siempre está pendiente de cada uno de mis actos; se alegra de mis triunfos y me consuela en mi derrota.

A mi "papi Alejandro" que descansa en paz quien me incentivo y apoyo para terminar la carrera.

Con amor a mi esposo y a mi pequeña hija, quienes son los seres que me impulsan cada día a ser mejor.

Con aprecio y admiración a mi Jefe Ingeniero Roberto Pain Peralta por ser una excelente persona y por todo lo que aprendi de él.

A mi profesor y asesor Ingeniero Roberto Paccha quien me guió en la realización de este Informe de Ingeniería.

PROYECTO INTEGRAL

DE AGUA POTABLE-HABILITACION

"LA ENSENADA"

DISTRITO DE PUENTE PIEDRA

PROLOGO

El presente proyecto integral de Abastecimiento de Agua Potable de la habilitación "La Ensenada" (Puente de Piedra) ha sido posible realizarlo por iniciativa de la Asociación Pro-Perú, quienes se encargarán de buscar quien elabore el proyecto integral mencionado es así como toman contacto con la contratista Victor Rubio Velasquez S.R.L. y esta su vez contrato los servicios del Ingeniero Consultor Roberto Pain Peralta del cual formé parte integrante del plantel de profesionales, estando encargada del diseño hidráulico de las Redes, líneas de impulsión y dimensionamiento de los reservorios.

El proyecto que realicé para el Ingeniero Consultor mencionado, se desarrollo en el año 1994 durante un período de 4 meses. El proyecto fué complementado con los estudios de suelos e hidrológico.

El informe contiene 5 capitulos, en los cuales se mencionan las características principales de la zona en estudio, define lo que es un esquema de servicios, luego enfoca los datos básicos de diseño, para luego describir en sí el esquema integral "La Ensenada" y finalmente dá las recomendaciones del caso.

Para la realización del proyecto en mención se tuvo que coordinar en diferentes oportunidades con los dirigentes de los diferentes asentamientos humanos y asociaciones de vivienda, también se coordinó con las empresas SEDAPAL, y TELEFONICA, quienes se encargaron de proporcionarnos la información solicitada.

El trazo de la línea de impulsión se realizó sobre un levantamiento topográfico y de catastro, que ha ubicado las redes de agua, desagüe, eléctricas y telefónicas solicitadas a SEDAPAL, EDELNOR y TELEFONICA respectivamente en cuyas cartas de respuesta se nos informa que en la zona no hay redes existentes ni proyectadas; trabajándose sobre algo nuevo.

El trazo de las redes de distribución se realizó sobre la integración de planos de lotizaciones definitivas aprobadas por la Municipalidad de Lima Metropolitana, proporcionados por los dirigentes de los asentamientos y asociaciones.

En concreto el presente proyecto se ha realizado de acuerdo a la información disponible proporcionada por los diferentes asentamientos y lotizaciones que forman parte del esquema "La Ensenada" y por los trabajos de campo y de gabinete en lo referente a la ingeniería del proyecto.

El sistema de agua del Esquema "La Ensenada" se puede dividir; para efectos descriptivos, en dos partes fundamentales: una que comprende las estaciones de bombeo y líneas de impulsión de los pozos y de rebombes, y la otra conformada por las redes de distribución y sus respectivos reservorios de almacenamiento.

INDICE

PROYECTO INTEGRAL DE AGUA POTABLE - HABILITACION "LA ENSENADA" - DISTRITO DE PUENTE DE PIEDRA

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL PROYECTO

1.1 *Objetivo.*

1.2 *Antecedentes.*

1.3 *Asentamientos y lotizaciones comprendidas en el esquema
denominado "La Ensenada"*

1.4 *Características de la localidad.*

1.4.1 *Ubicación Geográfica*

1.4.2 *Clima*

1.4.3 *Hidrografía*

1.4.4 *Topografía*

1.4.5 *Suelo*

CAPITULO II

DEFINICION DE ESQUEMA DE SERVICIOS

2.1 *Esquema de Agua Potable*

2.1.1 *Elementos Principales de un Esquema de agua
potable.*

CAPITULO III

DATOS BASICOS DE DISEÑO

- 3.1 Población y densidades.*
- 3.2 Determinación de población.*
- 3.3 Dotaciones de consumo.*
- 3.4 Variaciones de consumo.*
- 3.5 Caudales requeridos.*
- 3.6 Volumen de Almacenamiento.*

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL ESQUEMA INTEGRAL "LA ENSENADA"

- 4.1 Fuente de Abastecimiento.*
- 4.2 Requerimientos del sistema.*
- 4.3 Zonas de presión.*
- 4.4 Estaciones de bombeo y líneas de impulsión.*
- 4.5 Redes de Distribución y Almacenamiento.*
- 4.6 Cálculos hidráulicos.*

CAPITULO V

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

ANEXOS

Anexo 1. Estudio hidrogeológico de abastecimiento de Agua del "Esquema La Ensenada"

Anexo 2. Estudio Geotécnico de cimentación de reservorios

Anexo 3. Planos

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1 Objetivo.

El desarrollo del presente proyecto, permite dar solución definitiva al abastecimiento de agua potable de la Habilitación Urbana conformada por los asentamientos humanos y lotizaciones dentro del esquema de La Ensenada, en el distrito de Puente Piedra.

La solución contempla: fuente de abastecimiento, sistema de almacenamiento y regulación, redes matrices de distribución.

1.2 Antecedentes.

SEDAPAL mediante carta otorgó factibilidad de servicios a la Municipalidad de Puente Piedra, que se ubica en el Km. 24 de la Carretera Panamericana Norte. Dicha factibilidad establece que se desarrollará un esquema integral de agua, considerando la integración de los asentamientos humanos circundantes.

**1.3 Asentamientos lotizaciones comprendidas en el
Esquema denominado "La Ensenada".**

Son las siguientes:

1.	A.H. La Ensenada	497 lotes
2.	Asoc. prop. La Ensenada	191 lotes
3.	La Estrella Simón Bolívar I	283 lotes
4.	La Estrella Simón Bolívar III	339 lotes
5.	La Estrella Simón Bolívar IV	36 lotes
6.	A.H. Virgen del Carmen 1ª. Etapa	29 lotes
7.	A.H. Virgen del Carmen 2ª. Etapa	110 lotes
8.	A.H. La Merced	142 lotes
9.	A.H. César Vallejo	128 lotes
10.	Ramiro Prialé	270 lotes
11.	Señor de los Milagros	120 lotes

12.	A.H. Luis F. de las Casa	101 lotes
13.	APROVIEP	<u>369 lotes</u>
	TOTALES	2,614 lotes

1.4 Características de la localidad.

1.4.1 Ubicación Geográfica.

Los asentamientos humanos y lotizaciones que conforman el esquema La Ensenada se encuentran ubicados en el distrito de Puente Piedra, ocupando un área de 65 Hectáreas aproximadamente. Limita por el Norte con cerros; por el Sur con el río Chillón; por el Oeste con un cerro y por el Este con la urbanización Jardines del Chillón.

La vía de acceso principal es la autopista Ancón o Panamericana Norte a la altura del km. 24, Puente Chillón.

1.4.2 Clima.

El clima es templado, con temperaturas moderadas, muy parecido al de Lima, aunque con menos humedad. En cuanto a precipitación, ésta es mínima se produce en invierno en forma de lluvias finas y garúas, en ésta época también se originan neblinas densas. En el verano el clima es cálido y seco.

1.4.3 Hidrografía.

La zona del proyecto está ubicado en el distrito de Puente de Piedra, el cual pertenece al valle del Río Chillón, siendo éste de régimen muy regular, éste hace que en determinadas épocas el caudal sea máximo, especialmente en el verano, en que las lluvias se hacen presente en la sierra en otras épocas el caudal llega a un mínimo en que no circula agua o el río se transforma en pequeño riachuelo.

1.4.4 Topografía.

Los terrenos tienen una longitud aproximada de 1 300 metros y un ancho entre 250 metros y 700 metros, con dirección S-N para el eje principal.

La topografía es muy irregular con pendientes muy fuertes por encontrarse ubicados en ladera de cerros. La dirección principal de la pendiente es de Norte a Sur. Los niveles varían entre la cota máxima de 245.00 msnm. y la cota mínima de 70.00 msnm.

1.4.5 Suelo.

La habilitación urbana del esquema "La Ensenada" se desarrolla sobre la falda de los afloramientos rocosos, estando conformado la parte baja por rocas partidas y hacia las partes altas se encuentra roca natural.

El suelo es medianamente agresivo, revelando la existencia de sales y sulfatos.

CAPITULO II

DEFINICION DE ESQUEMA DE SERVICIOS

2.1 Esquema de agua Potable

Es la interconexión de obras sanitarias de agua potable que tienen características similares y que se derivan de las obras primarias de gran envergadura. Estos esquemas son diseñados siguiendo lineamientos técnicos y económicos para servir a sectores localizados de la población.

2.1.1 Elementos principales de un esquema de Agua Potable.

a. Fuente de Abastecimiento.

Puede ser de origen superficial con agua proveniente de la Planta de Tratamiento de La Atarjea o de origen subterráneo como son los pozos profundos.

b. Línea de Conducción, Aducción o Impulsión.

Son tuberías que conducen el agua a un reservorio de almacenamiento dan servicio a una población.

c. Reservorios.

Son estructuras que sirven de compensación de las variaciones de los consumos y almacenamiento de los volúmenes de agua necesaria para reserva contra riesgos de incendio y de otras interrupciones del servicio, condiciones que determinan su dimensionamiento.

La ubicación de los reservorios se basa en la necesidad de mantener las presiones de servicio dentro de ciertos rangos técnicos reglamentarios.

d. Redes de Distribución.

Conformado primeramente por las redes matrices por las redes secundarias o redes de relleno, son las tuberías que distribuyen el agua a un área de servicio

e. Cámaras de Carga y Estaciones de Bombeo o Rebombeo.

Son estructuras que se construyen para alimentar a las líneas de conducción de impulsión respectivamente.

f. Estaciones Reductoras de Presión.

Son estructuras que se construyen e instalan con la finalidad de reducir regular las raciones para dar servicio a área localizadas o de pequeña extensión.

CAPITULO III

DATOS BASICOS DE DISEÑO.

3.1 Población y densidades.

La determinación de la población se ha realizado de acuerdo a los siguientes criterios:

- Asentamientos que cuentan con planos de lotización aprobados por la Municipalidad de Lima: 7 habitantes por lote de vivienda unifamiliar.
- Postas médicas:
Equivalente a un lote unifamiliar.

3.2 Determinación de Población.

El cuadro N° 1 muestra las poblaciones determinadas para las habilitaciones pertenecientes al esquema La Ensenada, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Población} = \text{N}^\circ \text{ lotes} \times \text{densidad}$$

Por ejemplo la población para el A.H. La Ensenada será:

$$\text{Población} = 497 \text{ lotes} \times 7 \text{ hab/lote.}$$

$$\text{Población} = 3,479 \text{ habitantes.}$$

3.3 Dotaciones.

Las dotaciones son las consideradas en el Reglamento para la elaboración de Proyectos de SEDAPAL, siendo las siguientes:

- Asentamiento Humano 150 litros por habitante y por día.
- Asociaciones 250 litros por habitante y por día.

3.4 Variaciones de consumo.

Los coeficientes de variación de consumo referido al promedio diario anual de las demandas son las consideradas en el Reglamento para la elaboración de Proyectos de SEDAPAL, y son las siguientes:

- Máximo diario : $K1 = 1.3$
- Máximo horario : $K2 = 2.6$

3.5 Caudales requeridos

Para determinar los caudales de diseño utilizaremos las siguientes relaciones:

$$a) \quad - \text{Caudal promedio (Qp)} = \text{población} \times \text{dotación}$$

$$b) \quad - \text{Caudal máximo diario (Qmd)} = k_1 \times Q_p$$

$$c) \quad - \text{Caudal máximo horario (Qmh)} = k_2 \times Q_p$$

$$d) \quad - \text{Caudal de bombeo (Qb)} = \frac{24}{N} \times Q_{md}$$

$N = N^\circ$ de horas de bombeo (se ha tomado en cuenta solo 16 horas diarias de funcionamiento de los equipos)

Aplicando estas relaciones en el Cuadro de población $N^\circ 1$ tenemos que por ejemplo para el A.H. la Ensenada los caudales de diseño serán:

$$Q_p = \frac{3,479 \text{ hab.} \times 150 \text{ lit/hab/día}}{86,400 \text{ seg/día}} = 6.04 \text{ lps}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 6.04 \text{ lps} = 7.85 \text{ lps}$$

$$Q_{mh} = 2.6 \times 6.04 \text{ lps} = 15.70 \text{ lps}$$

$$Q_b = 24/16 \times 7.85 \text{ lps} = 11.78 \text{ lps}$$

Siguiendo esta Metodología terminamos de elaborar el Cuadro N°1 que contiene los caudales de diseño, adoptando la dotación de 250 litros por habitante y por día en el caso de Asociaciones de Vivienda.

3.6 Volumen de Almacenamiento

Debido a las características topográficas del terreno, ha sido necesario dividir la habilitación en cuatro zonas de servicio y calcular el almacenamiento en función del área y población de cada zona.

Se ha adoptado un Volumen de regulación igual al 18% de consumo máximo diario y un Volumen de reserva del 7% del consumo máximo diario.

El volumen de reserva contra incendio considerado es de 100 m³.

Siendo el volumen de almacenamiento total igual a:

$$\text{Vol}_{\text{total}} = \text{vol. de regulación} + \text{vol. contra incendio} \\ + \text{vol. de reserva}$$

$$\text{Vol. de regulación} = 0.18 \times Q_{md}$$

$$\text{Vol. de reserva} = 0.07 \times Q_{md}$$

Así, tenemos que para la 1ra zona de presión el volumen de almacenamiento total será igual a:

$$\text{Vol total} = 0.18 \times 8.95 \times 86.4 \text{ m}^3 + 100 \text{ m}^3 + 0.07 \\ \times 8.95 \times 86.4 \text{ m}^3 = 293 \text{ m}^3$$

Por lo tanto el volumen del reservorio para la 1ra zona de presión será de 300 m³ (R1)

Siguiendo esta Metodología determinamos que el volumen de las reservorios serán los siguientes:

2da zona de presión 600 m³- R2

3ra zona de presión 500 m³- R3

4ta zona de presión 150 m³- R4

Todos los reservorios será apoyados hechos de concreto armado cuyos datos básicos respecto a volúmenes, diámetros, altura de nivel de agua, cotas de fondo y nivel de agua, diámetros de las tuberías de entrada, salida, rebose, desagüe e impulsión de cada uno de los reservorios se indican en el cuadro N°7 y en los planos de desarrollo de los mismos.

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL ESQUEMA INTEGRAL "LA ENSENADA"

4.1 Fuente de Abastecimiento

En la factibilidad de servicios otorgado por SEDAPAL se definió como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas, por lo que se han realizado un estudio hidrogeológico para determinar las áreas favorables de ubicación y perforación de los pozos tubulares, que permitirán del sub-suelo un caudal mínimo de 71 litros por segundo de agua de calidad apropiada para el consumo humano, tomando como base los asentamientos y asociaciones con planos definidos.

a) Características del acuífero

El área del estudio hidrogeológico forma parte del relleno aluvial del río Chillón.

b) Actualización e inventario de los pozos

El recuento de los pozos tubulares existentes en la zona de estudio, ha permitido conocer las características de profundidades, rendimientos, nivel estático, nivel dinámico,

diámetro de perforación; el equipamiento y la información adicional que se presenta en el estudio hidrogeológico.

c) Pozos proyectados

El estudio hidrogeológico promovido por la municipalidad, determinó la ubicación de tres pozos con una profundidad de diseño de 60 a 70 metros, para obtener un caudal promedio de 71 litros por segundo, con diámetros de perforación de 21" y entubamiento de 15"

La ubicación y cota topográfica de cada uno de los pozos se indica en el plano respectivo.

4.2 Requerimientos del sistema

La factibilidad de servicios otorgada por SEDAPAL, condicionó el abastecimiento de agua a la napa subterránea, razón por la cual se realizaron los estudios hidrogeológicos necesarios en base a los cuales se ha contemplado la perforación de tres pozos tubulares.

Las características topográficas del terreno han obligado, para efectos del abastecimiento de agua, a dividir el esquema en cuatro zonas de presión.

habiéndose considerado una presión mínima de 15 metros en el punto más desfavorable y 50 metros como presión máxima.

Para atender las demandas de las cuatro zonas de presión se ha visto por conveniente, satisfacerlas mediante el diseño de cuatro reservorios, el primero y mas bajo atenderá la primera zona de presión y servirá para rebompear hacia el segundo reservorio; desde el cual se alimentará la segunda zona de presión y se rebompeará hacia el tercer reservorio para abastecer la tercera zona de presión y luego se hará un rebombeo al cuarto.

En los cuadros resumen 1 y 2 se presentan los requerimientos de diseño respecto a población y gastos para cada uno de los asentamientos humanos y por cada zona de presión; esta ultima distribución se realizó tomando en cuenta el área de influencia parcial de cada asentamiento humano.

En el cuadro 3 se indican datos referentes a las zonas de presión, tales como áreas, cotas de servicio, rangos de servicio, presiones máximas y mínimas, volúmenes de almacenamiento necesarios, etc.

4.3 Zonas de presión

Las características de cada zona de presión se presentan en los cuadros N04.1 al N04.5, indicándose asentamientos que las conforman, número de lotes, población y gastos de diseño.

1ra. Zona de Presión

Será abastecida a partir del reservorio R1 mediante una línea de aducción de ϕ 6" diseñado para conducir un caudal de 17.89 lt/seg.

2da. Zona de Presión

Será abastecida a partir del reservorio R2 mediante una línea de aducción de ϕ 10" diseñado para conducir un caudal de 38.97 lt/seg.

3ra. Zona de Presión

Será abastecida a partir del reservorio R3 mediante una línea de aducción de ϕ 8" diseñado para conducir un caudal de 30.83 lt/seg.

4ta. Zona de Presión

Será abastecida a partir del reservorio R4 mediante una línea de aducción de ϕ 4" diseñado para conducir un caudal de 6.70 lt/seg.

4.4 ESTACIONES DE BOMBEO Y LINEAS DE IMPULSION

El diseño del sistema ha previsto estaciones de bombeo en cada uno de los pozos a perforarse, con equipos de bombas tipo turbina verticales y en los reservorios R-1, R-2, R-3 con equipos de bombas turbina de eje corto verticales.

Las especificaciones de estos equipos se han indicado en el cuadro N°6 en el plano del esquema. Debe mencionarse que las alturas dinámicas indicadas son referenciales y deberán ser verificadas después de perforados aforados los pozos. Los equipos deberán satisfacer la línea de gradiente hidráulica que se presenta en los planos A-4 e A-7 los equipos del reservorio se chequearán con la ubicación exacta de estos el trazo longitud de las líneas de impulsión, ya que las cotas de fondo de los reservorios han quedado definidas en el presente estudio.

La línea de impulsión se inicia en el bozo N01 y corre hacia La Ensenada por las calles de la parcelación semi rústicas Chillón, para descargar en el reservorio R-1, con un caudal de 71.00lt/seg, que cubre la demanda total de la habilitación. De este reservorio se inicia la línea de rebombeo hasta el reservorio R-2 con un caudal de 57.38 lt/seg, del reservorio R-2 al R-3 con un caudal de 28.14 lt/seg del R-3 al R-4 con un caudal de 5.02 lt/seg. El trazo de la línea de impulsión se ha realizado sobre un levantamiento topográfico y de catastro, que ha ubicado las redes de agua, desagüe y eléctricas proyectadas y existentes, sin embargo para la instalación de estas líneas es necesario realizar piques de inspección para evitar interferencias con las redes existentes. El trazo de las líneas de impulsión que llegan hasta los asentamientos se pueden apreciar en los planos A-3 e A.4..

El diámetro de la línea de impulsión así como la velocidades de conducción y las pendientes han sido determinados de la siguiente manera:

Por ejemplo la línea de impulsión que va del R1 al R2. Para el cálculo del diámetro utilizaremos la fórmula de Bresse:

$$D = 1.3 \times X^{1/4} \times Q^{1/2} \dots\dots\dots (A)$$

Siendo $X = N/24$

$N = \#$ de horas de bombeo (16 horas)

$$Q = \text{Caudal de bombeo (m}^3\text{)} = 57.38 \times 10^3 \text{ m}^3$$

Reemplazando valores en (A) se tiene:

$$D = 1.3 (16/24)^{1/4} (57.38 \times 10^3 \text{ m}^3)^{1/2} = 11.08'' \approx 12''$$

$$D = 12''$$

Con este valor del diámetro y el caudal de bombeo vamos al abaco de la fórmula de Hazen Williams, obteniendo:

$$\text{Pérdida de carga (h}_p\text{)} = 1.65 \text{ mt/km}$$

$$\text{Velocidad (V)} = 0.75 \text{ m/seg}$$

Sabiendo que la longitud de la línea de impulsión es de 926.00 mt se tiene que:

$$\text{Pendiente } (S_f) = H_f/L = 1.65/926 \times 1000 = 1.78\%$$

Para saber si el diámetro determinado es el más adecuado, hacemos una comparación mediante el método del diámetro mas económico.

Previamente determinamos la altura dinámica total y la potencia de la bomba de la siguiente manera:

Altura dinámica total (HDT) = Altura física + Σh_f + Presión de salida.

$$\text{Altura física} = 161.50 - 116.00 = 45.5\text{mt}$$

$$\Sigma h_f = 1.65\text{mt}$$

$$\text{Presión de salida} = 5 \text{ mt}$$

Entonces:

$$\text{HDT} = 45.5 + 1.65 + 5 = 52.15 \text{ mt}$$

Cálculo de la Potencia de la Bomba:

Se tiene que $Pot_{Bomba} = \frac{\alpha HDT \cdot Q}{75 \times n}$ (B)

n = Eficiencia de la bomba (lo determinamos del abaco para bombas de turbina vertical, de la firma Peerless, teniendo el Q en Galones/minuto y HDT en pies)

$n = 81\%$

En (B)

$$Pot_{Bomba} = \frac{1. \times 52.15 \times 57.38}{75 \times 0.81} = 49.26HP$$

$$75 \times 0.81$$

Luego determinamos la potencia del motor:

$$Pot_{motor} = 1.15 Pot_{bomba}$$

$$Pot_{motor} = 1.15 \times 49.26 HP = 56.65HP$$

Siguiendo la misma metodología determinamos todos los parámetros para los diámetros de 10" y 14", así tenemos la siguiente tabla:

ϕ (pulg)	10"	12"	14"
Q (H/seg)	57.38	57.38	57.38
V (mt/seg)	1.20	0.75	0.50
h_f (mt)	3.85	1.65	0.65
ξ (%)	4.16	1.78	0.70
HDT (mt)	54.35	52.15	51.15
Pot_{bomba} (HP)	51.33	49.26	48.31
Pot_{motor} (HP)	59.03	56.65	55.56

Luego determinaremos el costo de operación:

$$Pot_{\text{motor}} = 56.65 \text{ HP} \times \frac{0.746 \text{ kw/hr}}{\text{HP}} = 42.261 \text{ kw/hr}$$

$$\text{Costo anual} = 42.261 \text{ kw/hr} \times (16 \text{ hr/día}) \times \$1.0.39 \\ 1/\text{kw} \times 365 \text{ días/año} \times \$ / \$1.2.60$$

$$\text{Costo anual} = \$ 37,020.55/\text{año}$$

Para un periodo de diseño de $n = 15$ y un interés de $i = 12\%$

$$V.A = \text{costos anual} \frac{((1+i)^n - 1)}{i(1+i)}$$

$$V.A = \$37,020.55 \frac{(1+0.12)^{15} - 1}{0.12 (1+0.12)^{15}}$$

$$V.A = \$252,141.82$$

Hallaremos el Costo Total:

	10"	12"	14"
* Costo tubería (\$)	162,178.00	205,735.83	231,439.45
Costo Bomba (\$)	208,000.00	187,413.00	179,609.00
Costo de Operación (\$)	262,734.88	252,141.82	247,290.38
Costo Total (\$)	632,912.88	645,290.65	658,338.83

Analizando se tiene que el diámetro mas económico y técnico es el de 10".

Siguiente este mismo tipo de análisis se determinaron los diámetros de las demás líneas de impulsión.

* En el costo de tubería esta incluido el movimiento de tierras e instalación

4.5 REDES DE DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO

Las redes de distribución se han trazado para cada una de las zonas de presión, por avenidas y calles de acuerdo a los planos de urbanización proporcionados por los pobladores.

El número de mallas en cada zona de presión ha sido definido con el criterio de facilitar el diseño de las redes de agua internas de cada asentamiento. El presente proyecto no contempla la ubicación de las válvulas de control, grifos de agua contra incendios, ni identificación de accesorios, estos aspectos serán tomados en cuenta en el diseño de cada asentamiento.

El esquema integral se presenta en el plano A-2. Los volúmenes de almacenamiento para cada zona de presión se han calculado de acuerdo a los datos básicos de diseño, acápite 3.6. Para cada zona se han planteado los respectivos reservorios.

4.6 CALCULOS HIDRAULICOS

Las redes de distribución en cada una de las zonas de presión del proyecto se han calculado y verificado para satisfacer las siguientes condiciones:

- Atender las máximas demandas horarias de cada zona.
- De presión con el almacenamiento disponible en los reservorios de cabecera
- Atender las mínimas demandas horarias (15% del máximo horario) y el llenado de los reservorios, con un gasto (de bombeo para la zona proporcional a sus volúmenes.

Los cálculos hidráulicos y verificaciones se han realizado utilizando el método de Hardy Cross; para el que se han tomado como límites, que el balance de las diferentes mallas se efectúe hasta obtener un incremento máximo de gasto: $\delta Q = 0.00$ litros por segundo y una sumatoria de pérdidas de carga $hf = 0.00m$.

Asimismo, se ha usado para efectos de aplicación de la fórmula, un coeficiente de rugosidad $C = 140$, que corresponde a las tuberías de PVC o de asbesto-cemento.

Los gastos de salida de cada uno de los nudos de las diferentes mallas, se han definido en función del área de influencia que van a atender.

Los diámetros de las redes de distribución se han determinado previamente en función del gasto que

discursiva en cada uno de los tramos y de la velocidad de flujo; parámetros que han sido verificados después de obtenidos los resultados del cross.

Las presiones en cada uno de los nudos de las diferentes mallas de cada zona de presión, se han determinado para la condición de atender la máxima demanda horaria con el almacenamiento disponible en los reservorios, tomando como cota piezométrica inicial la cota de fondo de cada reservorio.

RELACION DE CUADROS

Cuadro N^o

1. Población
2. Población por zonas de presión
3. Zonas de Presión Resumen
4. Características de cada zona de presión del 1ro a la 4ta zona.
5. Calculos hidráulicos 1ro a 4ta zona
6. Equipos de Bombeo
7. Reservorios

RELACION DE PLANOS

Lamina	Descripción
A-1	Plano General
A-2	Esquema General de Agua Potable
A-3 y A-4	Línea de Impulsión P.1 al R.1
A-5	Reservorio Típico.
A-6	Reservorio R-4
A-7	Perfil Hidráulico Línea de Impulsión

CUADRO N°1-POBLACION

Clave	Poblado	Lotes	Poblac.	Qp	Qmd	Qmh	Qb
1	AH La Ensenada	497	3,479	6.04	7.85	15.70	11.78
2	Parcelación La Ensenada	191	1,337	3.87	5.03	10.06	7.55
3	Estrella Simón I Bolivar	283	1,981	3.44	4.47	8.94	6.71
4	Estrella Simón Bolivar III	339	2,373	4.12	5.36	10.71	8.03
5	Estrella Simón Bolivar IV	36	252	0.44	0.57	1.14	0.85
6	Virgen del Carmen 1 Etapa	29	203	0.35	0.46	0.92	0.69
7	Virgen del Carmen 2 Etapa	110	770	1.34	1.74	3.48	2.61
8	La Merced	142	994	1.73	2.24	4.49	3.37
9	César Vallejo	128	896	1.56	2.02	4.04	3.03
10	Ramiro Prialé	270	1,890	3.28	4.27	8.53	6.40
11	Señor de los Milagros	120	840	1.46	1.90	3.79	2.84
12	Luis.F. de las Casas	101	707	1.23	1.60	3.19	2.39
13	APROVIEP	368	2,576	7.45	9.70	19.40	14.55
Totales		2,614	18,298	36.31	47.21	94.39	70.80

CUADRO N°2 POBLACION POR ZONAS DE PRESION

Clave	Poblado	1ra Zona	2da Zona	3era Zona	4ta Zona
1	AR La Ensenada	0	200	287	10
2	Parcelación La Ensenada	89	102	0	0
3	Estrella Simón Bolívar I	0	0	218	65
4	Estrella Simón Bolívar III	0	189	150	0
5	Estrella Simón Bolívar IV	0	0	0	36
6	Virgen del Carmen 1 etapa	0	29	0	0
7	Virgen del Carmen 2 etapa	0	61	49	0
8	La Merced	0	142	0	0
9	César Vallejo	28	100	0	0
10	Ramiro Prialé	270	0	0	0
11	Señor de los Milagros	120	0	0	0
12	Luis.F. de las Casas	0	0	0	101
13	APROVIEP	0	205	163	0
Totales		507	1,028	867	212

CUADRO N°3 ZONAS DE PRESION

Zonas de presión Poblado	1ra Zona	2da Zona	3era Zona	4ta Zona	Total
1.- Lotes	507	1028	867	212	2614
2 Volúmenes					
a. Regulación (m ³)	139	303	240	52	734
b. Contra incendio	100	100	100	100	400
c. Reserva (m ³)	54	118	93	20	285
d. Almacén. Total (m ³)	293	521	433	122	1419
3. Zona de Servicio					
a. Cota máxima (msnm)	101.00	140.00	175.00	210.00	
b. Cota mínima (msnm)	66.00	105.00	140.00	175.00	
c. Rango de Servicio (m)	35.00	35.00	35.00	35.00	
4.- Presiones (dinámicas)					
a. Máxima	34.62	45.35	49.86	49.47	
b. Mínima	11.99	13.94	16.19	18.22	
5.- Gastos					
a. Promedio Diario (lps)	6.88	14.99	11.86	2.58	36.31
b. Máximo diario (lps)				3.35	
c. Máximo Horario (lps)				6.70	
d. De Bombeo				5.02	

CUADRO Nº4.1 1ra ZONA DE PRESION

Clave	Poblado	Lotes	Poblac.	Qp	Qmd	Qmh	Qb
2	Parcelación La Enseñada	89	623	1.80	2.34	4.69	3.52
9	Ramiro Prialé	28	196	0.34	0.44	0.88	0.66
10	Ramiro Prialé	270	1,890	3.28	4.27	8.53	6.40
11	Señor de los Milagros	120	840	1.46	1.90	3.79	2.84
Totales		507	3,549	6.88	8.95	17.89	13.42

CUADRO N°4.2 2da ZONA DE PRESION

Clave	Poblado	Lotes	Poblac.	Qp	Qmd	Qmh	Qb
1	AK La Ensenada	200	1,400	2.43	3.16	6.32	4.47
2	Parcelación La Ensenada	102	714	2.07	2.70	5.38	4.04
4	Estrella Simón Bolívar III	189	1,323	2.30	2.99	5.97	4.48
6	Virgen del Carmen 1 etapa	29	203	0.35	0.46	0.92	0.69
7	Virgen del Carmen 2 etapa	61	427	0.74	0.96	1.93	1.45
8	La Merced	142	994	1.73	2.24	4.49	3.37
9	César Vallejo	100	700	1.22	1.58	3.16	2.37
13	APROVIEP	205	1,435	4.15	5.40	10.80	8.10
Totales		1,028	7,196	14.99	19.49	38.97	29.24

CUADRO N°4.3 3ra ZONA DE PRESION

Clave	Poblado	Lotes	Poblac.	Qp	Qmd	Qmh	Qb
1	AH La Ensenada	287	2,009	3.49	4.53	9.07	6.80
3	Estrella Simón Bolivar II	218	1,526	2.65	3.44	6.89	5.17
4	Estrella Simón Bolivar III	150	1,030	1.82	2.37	4.47	3.55
7	Virgen del Carmen 2 etapa	49	343	0.60	0.77	1.55	1.16
13	APROVIEP	163	1,141	3.30	4.30	8.58	6.44
Totales		867	6,069	11.86	15.42	30.83	23.12

CUADRO Nº4.4 4ta ZONA DE PRESION

Clave	Poblado	Lotes	Poblac.	Qp	Qmd	Qmh	Qb
1	AH La Ensenada	10	70	0.12	0.16	0.32	0.24
3	Estrella Simón Bolivar II	65	455	0.79	1.03	2.05	1.54
5	Estrella Simón Bolivar III	36	252	0.44	0.57	1.14	0.85
12	Luis F. de Casas	101	707	1.23	1.60	3.19	2.39
Totales		212	1,484	2.58	3.35	6.70	5.02

CUADRO Nº5.1
RESULTADO DEL METODO HARDY CROSS
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
LOCALIDAD DE: LA ENSENADA LA ZONA
COTA DE NUDO INICIAL = 116.00

Circuito Nº1										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	6.00	230	140	6.21	1.42	17.82	0.97	85.00	114.58	29.58
Circuito Nº2										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4.00	98	140	15.97	1.56	10.22	1.26	96.60	113.02	16.42
2	4.00	130	140	12.11	1.57	8.80	1.08	90.15	111.45	21.30
3	4.00	123	140	2.52	0.31	3.77	0.46	84.45	111.14	26.69
4	3.00	184	140	0.10	-0.01	-0.31	0.06	78.00	111.15	33.15
5	3.00	108	140	2.52	-0.27	-1.77	0.38	85.10	111.42	26.32
6	3.00	123	140	5.82	-0.71	-2.78	0.60	93.00	112.13	19.12
7	3.00	72	140	9.10	-0.65	-3.54	0.77	96.00	112.78	16.77
8	4.00	225	140	7.95	-1.78	-7.01	0.860	85.00	114.56	29.55
Circuito Nº3										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	131	140	2.08	0.27	1.60	0.35	97.00	111.18	14.18
2	3.00	165	140	0.47	0.07	0.72	0.15	98.25	111.11	12.86
3	3.00	152	140	0.01	0.00	-0.10	0.02	99.50	111.11	11.61
4	3.00	120	140	0.49	-0.05	-0.73	0.16	91.80	111.16	19.36
5	3.00	302	140	0.96	-0.29	-1.04	0.23	90.15	111.45	21.30
Circuito Nº4										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	154	140	2.60	0.40	3.00	0.39	90.25	112.38	22.12
Circuito Nº5										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	154	140	2.60	0.40	1.80	0.39	90.25	111.98	21.72
Circuito Nº6										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	70	140	0.45	0.03	0.70	0.15	100.600	111.95	11.34

CUADRO Nº5.2
RESULTADO DEL METODO HARDY CROSS
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
LOCALIDAD DE: LA ENSENADA 2da ZONA
COTA DE NUDO INICIAL = 1550.00

Circuito Nº1										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	10.00	135	140	2.20	0.29	38.97	0.76	129.50	154.70	25.20
Circuito Nº2										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4.00	230	140	4.84	1.11	5.36	0.66	140.00	153.39	13.59
2	4.00	130	140	1.89	0.24	3.23	0.39	131.40	153.35	21.95
3	4.00	170	140	4.39	-0.74	-5.09	0.62	122.30	154.09	31.79
4	6.00	15	140	5.41	-0.08	-16.54	0.90	120.30	154.17	33.87
5	8.00	190	140	2.82	-0.53	-24.82	0.76	129.50	154.70	25.20
Circuito Nº3										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4.00	120	140	7.41	0.88	6.75	0.83	137.00	152.47	15.47
2	4.00	160	140	4.52	0.72	5.17	0.63	134.00	151.75	17.75
3	3.00	165	140	8.08	1.33	3.32	0.72	132.70	150.42	17.72
4	3.00	166	140	0.15	-0.02	-0.39	0.08	119.95	150.44	30.49
5	4.00	165	140	7.51	-1.24	-6.80	0.83	114.50	151.68	37.18
6	4.00	190	140	12.80	-2.43	-9.07	1.11	122.30	154.11	31.81
7	4.00	170	140	4.39	0.74	5.09	0.62	131.40	153.37	21.97
Circuito Nº4										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	280	140	2.55	0.71	1.78	0.39	135.00	149.71	14.17
2	3.00	85	140	0.00	0.00	-0.08	0.01	131.10	149.71	18.61
3	3.00	100	140	0.97	-0.09	-1.06	0.23	120.90	149.80	28.90
4	4.00	10	140	1.70	-0.01	-3.05	0.37	120.40	149.81	29.41
5	4.00	250	140	2.49	-0.62	-3.75	0.46	119.95	150.43	30.48
6	3.00	166	140	0.15	0.02	0.39	0.08	132.70	150.41	17.71
Circuito Nº5										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	8.00	190	140	2.82	0.53	24.81	0.76	120.30	154.17	33.87
2	4.00	186	140	8.76	1.63	7.39	0.91	109.95	152.54	42.59
3	4.00	86	140	1.08	-0.09	-2.39	0.29	117.50	152.63	35.13
4	4.00	50	140	4.84	-0.24	-5.36	0.66	119.20	152.87	33.67
5	4.00	260	140	7.05	-1.83	0.39	0.81	129.70	154.70	25.20

Circuito Nº6										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4.00	190	140	12.80	2.43	9.07	1.11	114.50	151.66	37.16
2	4.00	165	140	7.51	1.24	6.80	0.83	119.95	150.42	30.47
3	3.00	175	140	0.44	-0.07	-0.69	0.15	106.90	150.49	43.59
4	4.00	230	140	8.94	-2.05	-7.47	0.92	109.95	152.54	42.59
5	4.00	186	140	8.76	-1.63	-7.39	0.91	120.30	154.17	33.87
6	6.00	15	140	5.40	0.08	16.53	0.90	122.30	154.09	31.79
Circuito Nº7										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4.00	250	140	2.84	0.62	3.74	0.46	120.40	149.80	29.40
2	4.00	178	140	0.29	-0.05	-1.19	0.14	107.70	149.85	42.15
3	4.00	224	140	2.90	-0.65	-4.07	0.50	106.90	150.50	43.60
4	3.00	175	140	0.44	0.07	0.69	0.15	119.90	150.43	30.53
Circuito Nº8										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	80	140	0.60	0.04	0.82	0.17	125.00	149.76	24.76
Circuito Nº9										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	55	140	0.24	0.01	0.50	0.10	137.00	149.75	12.75
Circuito Nº10										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	50	140	5.00	0.25	2.56	0.56	115.80	152.38	28.68
Circuito Nº11										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	180	140	1.68	0.30	1.42	0.31	123.40	152.08	28.68
Circuito Nº12										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	220	140	0.21	0.04	0.47	0.10	110.00	152.04	42.04

CUADRO Nº 5.3
RESULTADO DEL METODO HARDY CROSS
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
LOCALIDAD DE: LA ENSENADA 3ª ZONA
COTA DE NUDO INICIAL = 190.00

Circuito Nº1										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	8.00	25	140	4.21	0.10	30.83	0.95	164.00	189.90	25.89
Circuito Nº2										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4.00	128	140	5.45	0.69	5.72	0.70	159.00	189.21	30.20
Circuito Nº3										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4.00	106	140	3.44	0.36	4.46	0.55	139.00	188.85	49.84
Circuito Nº4										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	126	140	4.19	0.52	2.33	0.51	152.30	188.32	36.02
Circuito Nº5										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	6.00	140	140	1.82	0.25	9.20	0.50	163.00	189.65	26.64
2	4.00	46	140	9.10	0.41	7.54	0.93	168.20	189.24	21.30
3	4.00	110	140	6.20	0.68	6.13	0.75	165.20	188.56	23.05
4	4.00	92	140	2.72	0.25	3.93	0.48	166.50	188.31	21.80
5	3.00	129	140	3.65	-0.47	-2.16	0.47	149.00	188.78	39.78
6	6.00	96	140	2.28	-0.21	-10.38	0.56	149.45	188.99	39.54
7	6.00	104	140	3.06	-0.31	-12.17	0.66	155.00	189.30	34.30
8	6.00	135	140	4.37	0.59	-14.74	0.80	164.00	189.89	25.89
Circuito Nº6										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	185	140	4.71	0.87	2.48	0.54	165.50	187.44	21.94
2	3.00	136	140	0.35	0.04	0.61	0.13	171.50	187.40	15.89
3	3.00	170	140	0.41	-0.07	-0.67	0.14	151.80	187.47	35.66
4	3.00	121	140	3.22	-0.39	-2.02	0.44	146.40	187.86	41.46
5	4.00	195	140	4.69	-0.91	-5.27	0.65	149.00	188.77	39.77
6	3.00	129	140	3.65	0.47	2.16	0.47	166.50	188.30	21.80

Circuito Nº7

TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	60	140	0.28	0.01	0.54	0.11	140.35	187.46	47.10
2	3.00	123	140	1.44	-0.17	-1.31	0.28	140.20	187.62	47.42
3	3.00	65	140	3.40	-0.22	-2.08	0.45	146.40	187.85	41.44
4	3.00	121	140	3.22	0.39	2.02	0.44	151.80	187.46	35.65

Circuito Nº8

TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	225	140	1.74	0.39	1.45	0.31	152.50	187.07	34.56

Circuito Nº9

TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3.00	250	140	0.49	0.12	0.73	0.16	145.00	186.94	41.94

CUADRO N°5.4RESULTADO DEL METODO DE HARDY CROSSRED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLELOCALIDAD DE: LA ENSENADA 4ta ZONACOTA DE NUDO INICIAL = 225.00

Circuito N°1										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4	25	140	7.31	0.18	6.70	0.82	195.00	224.82	29.82
Circuito N°2										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4	74	140	4.85	0.35	5.37	0.66	186.00	224.47	38.47
Circuito N°3										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	4	240	140	3.58	0.86	4.56	0.56	179.40	223.61	44.21
Circuito N°4										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3	113	140	1.95	0.22	1.54	0.33	205.00	223.39	18.39
2	3	205	140	0.33	0.06	0.59	0.12	205.10	223.33	18.22
3	3	76	140	0.23	-0.01	-0.49	0.10	185.20	223.34	38.14
4	3	160	140	1.72	-0.027	-1.44	0.31	179,40	223.61	44.21
Circuito N°5										
TR	D	L	C	S	Hf	Q	V	CT	CNA	PRESION
1	3	240	140	1,48	0,35	1,33	0.29	175.00	224.47	49.47

CUADRO Nº6 EQUIPOS DE BOMBEO

Ubicación	HDT (m)	Q(lps)
P-1	139.49	29.49
P-2	123.36	21.31
P-3	138.82	20.00
R-1	54.35	57.38
R-2	48.40	28.14
R-3	47.25	5.02

CUADRO N°7 RESERVORIOS

R. N°	CAPAC m ³	COTAS FONDO	(m) REBOSE	DIAM. INT.	TIRANTE (m)	DIAMETROS DE TUBERIAS				
						ENTRADA	SALIDA	DESAGUE	REBOSE	IMPULSION
R-1	300	116.00	120.00	8.00	6.50	10"	6"	10"	10"	10"
R-2	600	155.00	160.00	11.00	6.50	10"	10"	10"	10"	8"
R-3	500	190.00	194.00	11.00	5.50	8"	8"	6"	8"	4"
R-4	150	225.00	227.00	8.00	3.00	4"	4"	6"	8"	

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Para la elaboración del proyecto esquema integral de abastecimiento "La Ensenada" del distrito de Puente de Piedra se ha tomado las siguientes consideraciones:

- *La fuente de abastecimiento será a través de las aguas subterráneas mediante la perforación de 3 pozos tubulares.*
- *De conformidad con la topografía del terreno se ha establecido el número necesario de zonas de presión, que permitan tener en cada una de ellas una presión mínima de 15 metros de columna de agua en los puntos más altos, y 50 metros de columna de agua en los puntos más bajos.*
- *El esquema "La Ensenada" se ha dividido en cuatro zonas de presión.*
- *Cada zona de presión será abastecida por un reservorio.*
- *Los reservorios resultantes serán del tipo cabecera, estando el más bajo condicionado a recibir el agua que*

se ha de rebombear hacia el siguiente. El volumen de almacenamiento de los reservorios apoyados para cada zona de presión y su ubicación garantizarán un rebombear constante, independiente y directo a las zonas altas.

- Los valores de pérdida de carga y de velocidad de las tuberías de impulsión fueron determinados del abaco de la fórmula de Hazen Williams $Q=0.000426 \times C, D^{2.63} \times 50.54$ para $C = 140$, pudiendo ser determinada en forma más exacta de las tablas de Eternit de pérdida de carga en tuberías de asbesto-cemento, que se adjunta.
- Debo mencionar que las alturas dinámicas que se indican en el cuadro N°6 son referenciales y deberán ser verificadas después de perforados y aforados los pozos, ya que la ubicación de los pozos pueden ser modificados de no encontrarse los caudales requeridos.
- Las redes de distribución se han trazado para cada una de las zonas de presión.
- El número de mallas en cada zona de presión ha sido definido con el criterio de facilitar el diseño de las redes de agua interna de cada asentamiento.
- Los cálculos hidráulicos y verificaciones se han realizado utilizando el método Hardy Cross elaborado en programa Basic.

RECOMENDACIONES

- *Se recomienda chequear los equipos del reservorio con la ubicación exacta de éstos y el trazo y longitud de las líneas de impulsión.*

- *Para la instalación de las líneas la impulsión se recomienda realizar piques de inspección para evitar interferencias con las redes existentes.*

- *Para el diseño de las redes de abastecimiento de agua potable en habilitaciones donde la topografía del terreno tenga un desnivel que sobrepase los 35.00 m.s.n.m, se recomienda dividir las mismas en zonas de presión; ahora si la población de la habilitación es pequeña ésta podrá ser abastecida a partir de un solo reservorio, abasteciendo la zona alta directamente del reservorio, y para abastecer la zona baja se colocaría una caja reductora de presión.*

- *En zonas de expansión urbana se recomienda la elaboración de esquemas integrales de agua potable que abarquen grandes áreas y no así sub-áreas o sea pequeños esquemas, debido a que muchas veces un sub-esquema no empalma bien con otros sub-esquemas, esto en cuanto a ubicación de obras de infraestructura básica de gran envergadura como fuentes de abastecimiento, almacenamiento, troncales, etc.*

- *En el momento que se lleve las obras de cimentación de los reservorios se recomienda tener muy en cuenta las recomendaciones que se dan en él "Estudio Geotécnico para la Cimentación de los reservorios", debido a que de los análisis químicos realizados a muestras de suelos revelan la existencia de contenido de sales y sulfatos.*

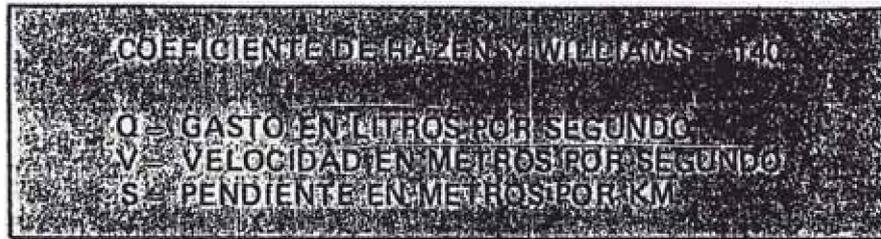


TARIAS DE PERDIDA DE CARGA EN TUBERIAS DE ASBESTO - CEMENTO

FORMULA DE HAZEN & WILLIAMS

$$h = \frac{L \times Q^{1.85}}{(0.0178 \times C \times D^{2.63})^{1.85}}$$

- C 140 (Hazen y Williams)
- D diámetro en pulgadas
- Q gasto en litros por segundo
- L longitud en metros

DIAMETRO 4" (100 mm)

Q	S	V
0	0.0	0.0
1	0.22	0.12
2	0.78	0.25
3	1.66	0.37
4	2.82	0.49
5	4.27	0.62
6	5.98	0.74
7	7.95	0.86
8	10.18	0.99
9	12.66	1.11
10	15.38	1.23
11	18.35	1.36

DIAMETRO 6" (150 mm)

COEFICIENTE DE HAZEN Y WILLIAMS = 140

Q = GASTO EN LITROS POR SEGUNDO
V = VELOCIDAD EN METROS POR SEGUNDO
S = PENDIENTE EN METROS POR KM.

Q	S	V
1	0.03	0.05
2	0.11	0.11
3	0.23	0.16
4	0.39	0.22
5	0.59	0.27
6	0.83	0.33
7	1.11	0.38
8	1.42	0.44
9	1.76	0.49
10	2.14	0.55
11	2.55	0.60
12	3.00	0.
13	3.48	0.71
14	3.99	0.77
15	4.53	0.82
16	5.10	0.88
17	5.71	0.93
18	6.35	0.99
19	7.01	1.04
20	7.71	1.10
21	8.44	1.15
22	9.20	1.21
23	9.99	1.26
24	10.81	1.32
25	11.65	1.37
26	12.53	1.43
27	13.44	1.48
28	14.37	1.53
29	15.34	1.59
30	16.33	1.64
31	17.35	1.70
32	18.40	1.75
33	19.48	1.81

DIAMETRO 8" (200 mm)

COEFICIENTE DE HAZEN Y WILLIAMS = 140
 Q = GASTO EN LITROS POR SEGUNDO
 V = VELOCIDAD EN METROS POR SEGUNDO
 S = PENDIENTE EN METROS POR KM

Q	S	V
4	0.10	0.12
5	0.15	0.15
6	0.21	0.19
7	0.27	0.22
8	0.35	0.25
9	0.43	0.28
10	0.53	0.31
11	0.63	0.34
12	0.74	0.37
13	0.86	0.40
14	0.98	0.43
15	1.12	0.46
16	1.26	0.49
17	1.41	0.52
18	1.57	0.56
19	1.73	0.59
20	1.90	0.62
21	2.08	0.65
22	2.27	0.68
23	2.46	0.71
24	2.67	0.74
25	2.87	0.77
26	3.09	0.80
27	3.31	0.83
28	3.55	0.86
29	3.78	0.89
30	4.03	0.93
31	4.28	0.96
32	4.54	0.99
33	4.80	1.02
34	5.08	1.05
35	5.36	1.08
36	5.64	1.11
37	5.94	1.14

Q	S	V
38	6.24	1.17
39	6.54	1.20
40	6.86	1.23
41	7.18	1.26
42	7.51	1.30
43	7.84	1.33
44	8.18	1.36
45	8.53	1.39
46	8.88	1.42
47	9.24	1.45
48	9.61	1.48
49	9.98	1.51
50	10.36	1.54
51	10.75	1.57
52	11.14	1.60
53	11.54	1.63
54	11.95	1.67
55	12.36	1.70
56	12.78	1.73
57	13.21	1.76
58	13.64	1.79
59	14.08	1.82
60	14.52	1.85
61	14.97	1.88
62	15.43	1.91
63	15.89	1.94
64	16.36	1.97
65	16.84	2.00
66	17.32	2.04
67	17.81	2.07
68	18.30	2.10
69	18.81	2.13
70	19.31	2.16
71	19.83	2.19

DIAMETRO 10" (250 mm)

COEFICIENTE DE HAZEN WILHELMS = 100

Q = GASTO EN LITROS POR SEGUNDO
 V = VELOCIDAD EN METROS POR SEGUNDO
 S = PENDIENTE EN METROS POR KM

Q	S	V
7	0.09	0.14
8	0.12	0.16
9	0.15	0.18
10	0.18	0.20
11	0.21	0.22
12	0.25	0.24
13	0.29	0.26
14	0.33	0.28
15	0.38	0.30
16	0.43	0.32
17	0.48	0.34
18	0.53	0.36
19	0.58	0.37
20	0.64	0.39
21	0.70	0.41
22	0.77	0.43
23	0.83	0.45
24	0.90	0.47
25	0.97	0.49
26	1.04	0.51
27	1.12	0.53
28	1.20	0.55
29	1.28	0.57
30	1.36	0.59
31	1.45	0.61
32	1.53	0.63
33	1.62	0.65
34	1.71	0.67
35	1.81	0.69
36	1.91	0.71
37	2.00	0.73
38	2.11	0.75
39	2.21	0.77
40	2.32	0.79
41	2.42	0.81
42	2.53	0.83
43	2.65	0.85
44	2.76	0.87
45	2.88	0.89
46	3.00	0.91
47	3.12	0.93

Q	S	V
48	3.24	0.95
49	3.37	0.97
50	3.50	0.99
51	3.63	1.01
52	3.76	1.03
53	3.90	1.05
54	4.03	1.07
55	4.17	1.09
56	4.32	1.11
57	4.46	1.12
58	4.61	1.14
59	4.75	1.16
60	4.90	1.18
61	5.06	1.20
62	5.21	1.22
63	5.37	1.24
64	5.52	1.26
65	5.69	1.28
66	5.85	1.30
67	6.01	1.32
68	6.18	1.34
69	6.35	1.36
70	6.52	1.38
71	6.69	1.40
72	6.87	1.42
73	7.05	1.44
74	7.23	1.46
75	7.41	1.48
76	7.59	1.50
77	7.78	1.52
78	7.97	1.54
79	8.16	1.56
80	8.35	1.58
81	8.54	1.60
82	8.74	1.62
83	8.94	1.64
84	9.14	1.66
85	9.34	1.68
86	9.54	1.70
87	9.75	1.72
88	9.96	1.74

Q	S	V
89	10.17	1.76
90	10.38	1.78
91	10.60	1.80
92	10.81	1.82
93	11.03	1.84
94	11.25	1.86
95	11.47	1.87
96	11.70	1.89
97	11.92	1.91
98	12.15	1.93
99	12.38	1.95
100	12.62	1.97
101	12.85	1.99
102	13.09	2.01
103	13.32	2.03
104	13.56	2.05
105	13.81	2.07
106	14.05	2.09
107	14.30	2.11
108	14.55	2.13

Q	S	V
109	14.80	2.15
110	15.05	2.17
111	15.30	2.19
112	15.56	2.21
113	15.82	2.23
114	16.08	2.25
115	16.34	2.27
116	16.60	2.29
117	16.87	2.31
118	17.13	2.33
119	17.40	2.35
120	17.68	2.37
121	17.95	2.39
122	18.22	2.41
123	18.50	2.43
124	18.78	2.45
125	19.06	2.47
126	19.35	2.49
127	19.63	2.51
128	19.92	2.53

DIAMETRO 12" (300 mm)

COEFICIENTE DE HAZEN Y WILLIAMS = 140
 Q = GASTO EN LITROS POR SEGUNDO
 V = VELOCIDAD EN METROS POR SEGUNDO
 S = PENDIENTE EN METROS POR KM.

Q	S	V
11	0.09	0.15
12	0.10	0.16
13	0.12	0.18
14	0.14	0.19
15	0.16	0.21
16	0.18	0.22
17	0.20	0.23
18	0.22	0.25
19	0.24	0.26
20	0.26	0.27
21	0.29	0.29
22	0.32	0.30
23	0.34	0.32
24	0.37	0.33
25	0.40	0.34
26	0.43	0.36
27	0.46	0.37
28	0.49	0.38
29	0.53	0.40
30	0.56	0.41
31	0.60	0.42
32	0.63	0.44
33	0.67	0.45
34	0.71	0.47
35	0.75	0.48
36	0.78	0.49
37	0.83	0.51
38	0.87	0.52
39	0.91	0.53
40	0.95	0.55
41	1.00	0.56
42	1.04	0.58
43	1.09	0.59
44	1.14	0.60
45	1.19	0.62
46	1.24	0.63
47	1.29	0.64
48	1.34	0.66
49	1.39	0.67
50	1.44	0.69
51	1.49	0.70

Q	S	V
52	1.55	0.71
53	1.61	0.73
54	1.66	0.74
55	1.72	0.75
56	1.78	0.77
57	1.84	0.78
58	1.90	0.79
59	1.96	0.81
60	2.02	0.82
61	2.08	0.84
62	2.15	0.85
63	2.21	0.86
64	2.28	0.88
65	2.34	0.89
66	2.41	0.90
67	2.48	0.92
68	2.55	0.93
69	2.62	0.95
70	2.69	0.96
71	2.76	0.97
72	2.83	0.99
73	2.90	1.00
74	2.98	1.01
75	3.05	1.03
76	3.13	1.04
77	3.20	1.06
78	3.28	1.07
79	3.36	1.08
80	3.44	1.10
81	3.52	1.11
82	3.60	1.12
83	3.68	1.14
84	3.76	1.15
85	3.85	1.16
86	3.93	1.18
87	4.02	1.19
88	4.10	1.21
89	4.19	1.22
90	4.28	1.23
91	4.36	1.25
92	4.45	1.26

Q	S	V
93	4.54	1.27
94	4.63	1.29
95	4.73	1.30
96	4.82	1.32
97	4.91	1.33
98	5.00	1.34
99	5.10	1.36
100	5.20	1.37
101	5.29	1.38
102	5.39	1.40
103	5.49	1.41
104	5.59	1.43
105	5.69	1.44
106	5.79	1.45
107	5.89	1.47
108	5.99	1.48
109	6.09	1.49
110	6.20	1.51
111	6.30	1.52
112	6.41	1.53
113	6.51	1.55
114	6.62	1.56
115	6.73	1.58
116	6.84	1.59
117	6.95	1.60
118	7.06	1.62
119	7.17	1.63
120	7.28	1.64
121	7.39	1.66
122	7.51	1.67
123	7.62	1.69
124	7.74	1.70
125	7.85	1.71
126	7.97	1.73
127	8.08	1.74
128	8.20	1.75
129	8.32	1.77
130	8.44	1.78
131	8.56	1.80
132	8.68	1.81
133	8.81	1.82
134	8.93	1.84
135	9.05	1.85
136	9.18	1.86
137	9.30	1.88
138	9.43	1.89
139	9.55	1.90
140	9.68	1.92
141	9.81	1.93
142	9.94	1.95
143	10.07	1.96
144	10.20	1.97

Q	S	V
145	10.33	1.99
146	10.46	2.00
147	10.60	2.01
148	10.73	2.03
149	10.86	2.04
150	11.00	2.06
151	11.14	2.07
152	11.27	2.08
153	11.41	2.10
154	11.55	2.11
155	11.69	2.12
156	11.83	2.14
157	11.97	2.15
158	12.11	2.17
159	12.25	2.18
160	12.40	2.19
161	12.54	2.21
162	12.68	2.22
163	12.83	2.23
164	12.97	2.25
165	13.12	2.26
166	13.27	2.28
167	13.42	2.29
168	13.57	2.30
169	13.72	2.32
170	13.87	2.33
171	14.02	2.34
172	14.17	2.36
173	14.32	2.37
174	14.48	2.38
175	14.63	2.40
176	14.79	2.41
177	14.94	2.43
178	15.10	2.44
179	15.25	2.45
180	15.41	2.47
181	15.57	2.48
182	15.73	2.49
183	15.89	2.51
184	16.05	2.52
185	16.21	2.54
186	16.38	2.55
187	16.54	2.56
188	16.70	2.58
189	16.87	2.59
190	17.03	2.60
191	17.20	2.62
192	17.37	2.63
193	17.54	2.65
194	17.70	2.66
195	17.87	2.67
196	18.04	2.69

Eternit

DIAMETRO 12" (300 mm)

Q	S	V
197	18.21	2.70
198	18.39	2.71
199	18.56	2.73
200	18.73	2.74
201	18.90	2.75
202	19.08	2.77

Q	S	V
203	19.25	2.78
204	19.43	2.80
205	19.61	2.81
206	19.78	2.82
207	19.96	2.84