

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**ESTUDIO Y SUPERVISION DE LAS OBRAS DE  
REHABILITACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE  
BREÑA - LIMA - PERU**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO SANITARIO**

**PRESENTADO POR**

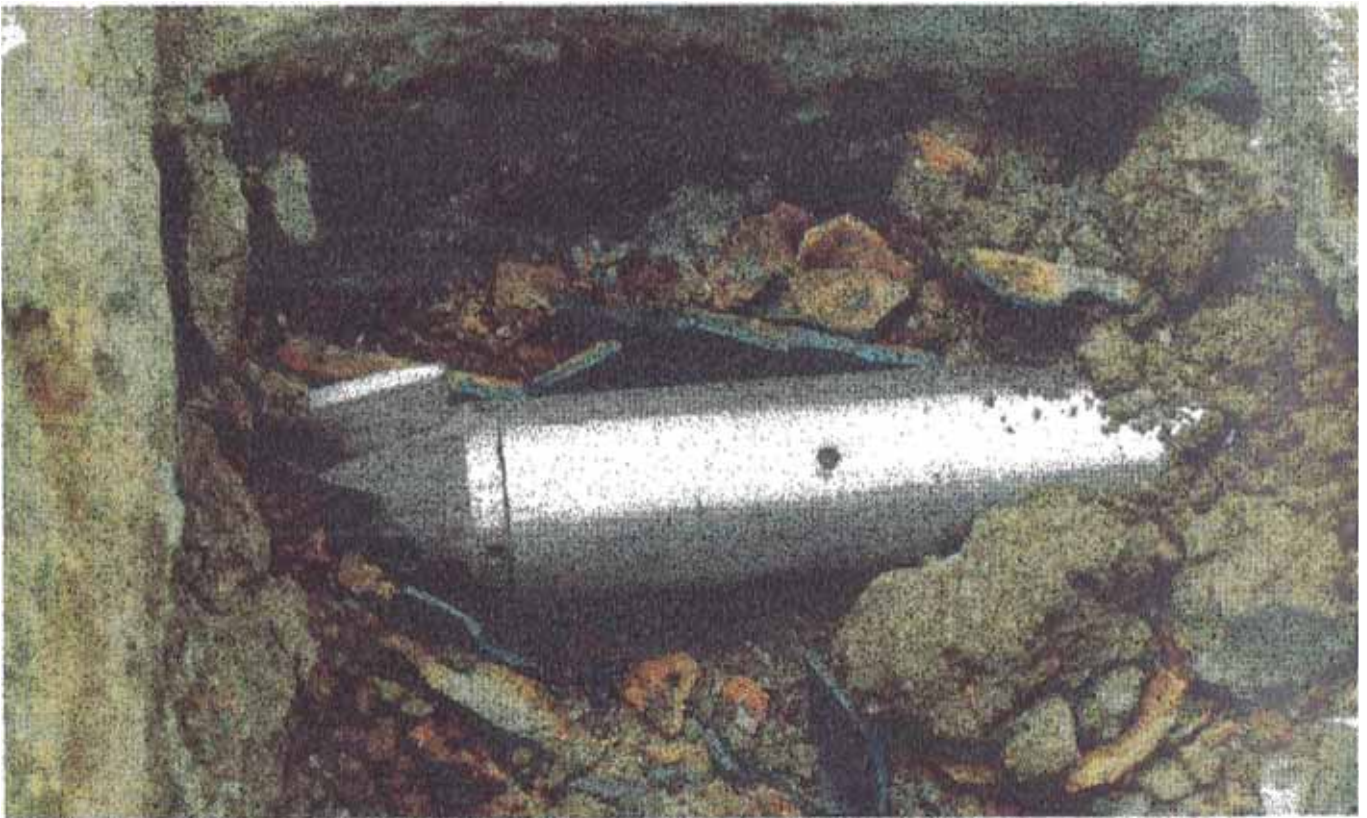
**JOSE RAFAEL MENDOZA GUIDO**

**PROMOCION: 1994-I**

**LIMA - PERU  
1998**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

## **“ ESTUDIO Y SUPERVISION DE LA OBRA DE REHABILITACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE BREÑA”**



**LIMA - PERU**

***ESTE TRABAJO SE LO DEDICO A:***

***SRA. JUSTA GUIDO OSCO: MI MADRE, EL MAS GRANDE Y PURO AMOR QUE LA VIDA ME A PODIDO OFRECER.***

***SR. BENIGNO MENDOZA CASTILLO: MI PADRE, EL MEJOR AMIGO Y COMPAÑERO QUE TENGO EN LA VIDA.***

***ESTHER, ROLANDO, SERGIO Y JORGE: MIS HERMANOS, LOS MEJORES AMIGOS.***

**AGRADEZCO A LAS PERSONAS POR EL APOYO QUE ME DIERON PARA EL DESARROLLO DE ESTE INFORME DE INGENIERIA:**

**ING. GUSTAVO LOPEZ:** Consultor de Greeley and Hansen Sucursal del Perú. Un buen amigo

**ING. JENNY ZAPANA :** Consultor de Greeley and Hansen Sucursal del Perú. Una buena amiga

**ING. NICOLAS ORTEGA:**

Ing. Supervisor de la Obra.

**ING. PRESENTACION PARDO:**

Ing. Supervisor de la Obra.

**ING. VICTOR JESSEN ESCOBAR:**

Un gran aprecio por la orientación que me brindó para lograr la culminación del Informe de Ingeniería.

## INDICE

	Página
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>1</b>
<b>2. ESTUDIOS</b>	<b>1</b>
2.1 ANTECEDENTES	1
2.2 OBJETIVO	2
2.3 EL DISTRITO DE BREÑA	2
2.4 ESTUDIOS EJECUTADOS	3
2.4.1 Alcance	3
2.4.2 Topografía	3
2.4.3 Estudio de población y demanda de agua potable y desagüe	4
2.4.3.1 Población	4
2.4.3.2 Demanda y caudales contribuyentes	9
2.4.4 Estado de las tuberías de agua potable y alcantarillado	11
2.4.4.1 Agua potable	11
2.4.4.2 Alcantarillado	12
2.4.5 Modelación hidráulica del sistema de distribución de agua y de alcantarillado	14
2.4.5.1 Objetivo	14
2.4.5.2 Alcance de los trabajos realizados	14
2.4.5.3 Sistema de distribución de agua potable	14
2.4.5.4 Alcantarillado	19
2.4.6 Estudio geotécnico	20
2.4.7 Estudio de alternativas de rehabilitación	20
2.4.7.1 Introducción	20
2.4.7.2 Método de rehabilitación y reemplazo sin zanja	21
2.4.7.3 Planeamiento de sectores de servicio y áreas tributarias	22
2.4.7.4 Análisis de alternativas de rehabilitación	26
2.4.8 Medidas de rehabilitación a ejecutarse	29
<b>2.5. MEMORIA DE CALCULO</b>	<b>32</b>
2.5.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE	32
2.5.1.1 Antecedentes	32
2.5.1.2 Sectorización de la red de distribución de agua potable	32
2.5.1.2.1 Sector 14	33
2.5.1.2.2 Sector 15	33
2.5.1.2.3 Sector 16	33
2.5.1.3 Refuerzos de las redes de distribución primaria	34
2.5.1.4 Reemplazos y mejoras en las redes de distribución secundaria	34
2.5.1.5 Empalmes	35
2.5.1.6 Válvulas y grifos	36
2.5.1.7 Otros servicios existentes en el Distrito de Breña	38

<b>2.5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>	<b>39</b>
2.5.2.1 Introducción	39
2.5.2.1.1 Alcantarillados con problemas estructurales	39
2.5.2.1.2 Alcantarillados con problemas hidráulicos	40
2.5.2.2 Modelacion del sistema de alcantarillado	41
2.5.2.2.1 Datos básicos de evaluación y de diseño:	41
2.5.2.3 Ubicación de tuberías	44
<b>2.5.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>45</b>
2.5.3.1 Sistema de Agua Potable	45
2.5.3.2 Sistema de Alcantarillado	45
<b>2.6. METRADOS DE OBRA</b>	<b>46</b>
<b>2.6.1 AGUA POTABLE</b>	<b>46</b>
2.6.1.1 Reemplazo de las tuberías de fierro dulce en la red de distribución secundaria.	47
2.6.1.2 Reemplazo e incrementos de tuberías, en la red de distribución primaria.	48
2.6.1.3 Empalmes y accesorios de las redes de distribución primaria y secundaria	48
2.6.1.4 Rehabilitación de las tuberías de fierro fundido	48
2.6.1.5 Instalación de nuevas válvulas de compuerta, purgas y grifos	48
2.6.1.6 Protección de los servicios	49
<b>2.6.2 ALCANTARILLADO</b>	<b>53</b>
2.6.2.1 Antecedentes	53
2.6.2.2 Longitud de tramos nuevos y de reemplazo	53
2.6.2.3 Relleno de los albañales	54
2.6.2.4 Trabajos a realizar en los buzones	54
2.6.2.5 Conexiones domiciliarias	54
2.6.2.6 Rotura y reposición de pavimentos	55
2.6.2.7 Protección de los servicios	55
<b>2.7. PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTOS DE OBRA</b>	<b>60</b>
<b>2.7.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA DE PRECIOS</b>	<b>60</b>
2.7.1.1 Obra preliminares	62
2.7.1.1.1 Partidas de contrato	62
2.7.1.2 Agua potable	62
2.7.1.2.1 Partidas de contrato	62
2.7.1.3 Alcantarillado	64
2.7.1.3.1 Partidas de contrato	64
2.7.1.4 Breve descripción del Sistema S10	65
<b>2.8. CRONOGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LA OBRA</b>	<b>66</b>
<b>2.8.1 INTRODUCCION</b>	<b>66</b>
<b>2.8.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	<b>67</b>
2.8.2.1 RESUMEN DE METODOS DE CONSTRUCCIÓN	74
<b>2.8.3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>	<b>76</b>
2.8.3.1 RESUMEN DE METODOS DE CONSTRUCCION	77

<b>2.8.4 OTROS SERVICIOS EXISTENTES</b>	<b>77</b>
2.8.4.1 Red Telefónica	78
2.8.4.2 Red Eléctrica	78
<b>2.8.5 ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR</b>	<b>79</b>
<b>2.8.6 PROGRAMAS VIALES DE LA MUNICIPALIDAD DE BREÑA</b>	<b>80</b>
<b>2.8.7 DEFINICION DE ACTIVIDADES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO</b>	<b>81</b>
2.8.7.1 Red de agua potable	81
2.8.7.2 Alcantarillado	81
<b>2.8.8 PROGRAMACION DE OBRAS DE ACUERDO A ACTIVIDADES</b>	<b>82</b>
2.8.8.1 AGUA POTABLE	82
2.8.8.1.1 CRONOGRAMA UNITARIO Y GENERAL DE OBRAS	82
2.8.8.2 ALCANTARILLADO	83
2.8.8.2 CRONOGRAMA UNITARIO Y GENERAL DE OBRAS	86
<b>3. OBRAS</b>	<b>87</b>
<b>3.1. TRAZOS Y REPLANTEOS</b>	<b>87</b>
3.1.1 GENERALIDADES	87
3.1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	87
3.1.3 NIVEL DE REFERENCIA	88
3.1.4 PROTECCION DE INFORMACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	88
<b>3.2. PLANOS DE DETALLE</b>	<b>88</b>
<b>3.3. REMOCION DE PAVIMENTO EXISTENTE</b>	<b>89</b>
<b>3.4. EXCAVACION EN TIERRA Y ROCA</b>	<b>89</b>
3.4.1 GENERALIDADES	89
3.4.2 DEFINICIONES	89
3.4.3 CONDICIONES DEL LUGAR	90
3.4.4 EJECUCION	90
3.4.5 EXCAVACION DE ZANJAS	90
3.4.6 EXCAVACION DE TUNELES CORTOS	91
3.4.7 EXCAVACION TERMINADA	91

<b>3.4.8 PROTECCION</b>	<b>91</b>
<b>3.4.9 ALMACENAMIENTO Y ELIMINACION DE DESMONTE</b>	<b>91</b>
<b>3.4.10 REMOCION DE AGUA</b>	<b>92</b>
<b>3.5. RELLENO DE ZANJAS</b>	<b>92</b>
<b>3.5.1 GENERALIDADES</b>	<b>92</b>
<b>3.5.2 MATERIAL PARA RELLENO DE ZANJAS</b>	<b>93</b>
<b>3.5.3 RELLENO SELECTO</b>	<b>93</b>
<b>3.5.4 RELLENO DE TIPO COMUN</b>	<b>94</b>
<b>3.5.5 LECHO PARA EL TENDIDO DE TUBERIAS</b>	<b>94</b>
<b>3.5.6 RELLENO DE LECHO INICIAL PARA TUBERIAS (RELLENO SELECTO)</b>	<b>95</b>
<b>3.5.7 COLOCACION DEL LECHO Y EL RELLENO PARA TUBERIAS EN TUNELES CORTOS</b>	<b>95</b>
<b>3.5.8 RELLENO DE ZANJAS (RELLENO COMÚN)</b>	<b>95</b>
<b>3.5.9 RELLENO DE ESTRUCTURAS</b>	<b>96</b>
<b>3.5.10 EQUIPO DE COMPACTACION</b>	<b>96</b>
<b>3.5.11 NIVELACION FINAL</b>	<b>97</b>
<b>3.5.12 RESPONSABILIDAD POR ASENTAMIENTO POSTERIOR</b>	<b>97</b>
<b>3.6. INSTALACION DE TUBERIAS</b>	<b>98</b>
<b>3.6.1 GENERALIDADES</b>	<b>98</b>
<b>3.6.2 SUMINISTRO, ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO</b>	<b>99</b>
<b>3.6.3 CONDICIONES DE CAMPO</b>	<b>99</b>
<b>3.6.4 EJECUCION</b>	<b>100</b>
<b>3.6.5 INSTALACION</b>	<b>100</b>
<b>3.6.6 CONTROL DE CALIDAD EN EL CAMPO</b>	<b>107</b>
<b>3.6.7 LIMPIEZA</b>	<b>108</b>
<b>3.6.8 DESINFECCION</b>	<b>108</b>



<b>3.7. TUBERIA Y ACCESORIOS ENTERRADOS DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC)</b>	<b>108</b>
3.7.1 GENERALIDADES	108
3.7.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA	109
3.7.3 MATERIALES	109
<b>3.8. PRUEBAS DE FUGAS</b>	<b>111</b>
3.8.1 GENERALIDADES	111
3.8.2 PRUEBAS DE PRESION PARA TUBERIAS DE AGUA POTABLE ENTERRADAS	111
3.8.3 PRUEBA DE VALVULAS	114
3.8.4 PRUEBAS DE CONTROL DE FUGAS PARA ALCANTARILLADO	115
3.8.5 REPARACION DE FUGAS EN LAS TUBERIAS	118
3.8.6 PRUEBAS DE FUGAS PARA BUZONES	119
<b>3.9. DESINFECCION</b>	<b>119</b>
3.9.1 APLICACION	119
3.9.2 VERIFICACION DE LA DESINFECCION	121
<b>3.10. PAVIMENTOS Y SUPERFICIE</b>	<b>121</b>
3.10.1 MATERIALES	121
3.10.2 EJECUCION	122
3.10.3 PREPARACION DEL PAVIMENTO	122
3.10.4 PAVIMENTO TEMPORAL	123
3.10.5 PAVIMENTO PERMANENTE	123
3.10.6 REEMPLAZO Y CONSTRUCCION DE VEREDAS	123
<b>3.11. CORTES Y RESANES</b>	<b>124</b>
3.11.1 REQUERIMIENTOS GENERALES	124
3.11.2 PROGRAMACION DE CORTE DE SERVICIO	124
3.11.3 EJECUCION	124

<b>3.12. LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO CON MORTERO DE CEMENTO DE TUBERIAS DE AGUA DE FIERRO FUNDIDO</b>	<b>124</b>
3.12.1 GENERALIDADES	126
3.12.2 DOCUMENTOS A PRESENTAR	126
3.12.3 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	128
3.12.4 SUMINISTRO, ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO	128
3.12.5 CONDICIONES DEL PROYECTO	128
3.12.6 CIERRE DE SERVICIO PARA TRABAJOS	128
3.12.7 SECUENCIA, PROGRAMACION Y EJECUCION	129
3.12.8 GARANTIA	129
3.12.9 MATERIALES	129
3.12.10 CONTROL DE CALIDAD DE LA FUENTE	130
3.12.11 PREPARACION PARA LA LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO CON MORTERO DE CEMENTO DE TUBERIAS DE AGUA (EJECUCION)	130
3.12.12 LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO CON MORTERO DE CEMENTO DE MATRICES PARA AGUA	131
3.12.13 CONTROL DE CALIDAD EN EL CAMPO	136
<b>3.13. FRAGMENTACION DE TUBERIAS EXISTENTES E INSTALACION DE TUBERIA NUEVA DE POLIETILENO PARA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO</b>	<b>136</b>
3.13.1 GENERALIDADES	136
3.13.2 DEFINICIONES	136
3.13.3 DOCUMENTOS A PRESENTAR	137
3.13.4 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	138
3.13.5 SUMINISTRO, ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO	139
3.13.6 CONDICIONES DEL PROYECTO	139
3.13.7 SECUENCIA, PROGRAMACION Y EJECUCION	140
3.13.8 GARANTIA	140
3.13.9 MATERIALES	140

<b>3.13.10 LECHADA DE CEMENTO</b>	<b>142</b>
<b>3.13.11 CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>142</b>
<b>3.13.12 TRABAJOS PREPARATORIOS PREVIOS AL PROCESO DE FRAGMENTACION DE LAS TUBERIAS DE ALCANTARILLADO</b>	<b>143</b>
<b>3.13.13 TRABAJOS PREPARATORIOS PREVIOS AL PROCESO DE FRAGMENTACION DE LAS TUBERIAS DE AGUA POTABLE</b>	<b>144</b>
<b>3.13.14 FRAGMENTACION DE TUBERIAS E INSTALACIONES DE NUEVAS TUBERIAS DE REEMPLAZO DE AGUA O ALCANTARILLADO</b>	<b>145</b>
<b>3.13.15 CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>151</b>
<b>3.14. LIMPIEZA DE ALCANTARILLADOS</b>	<b>152</b>
<b>3.14.1 GENERALIDADES</b>	<b>152</b>
<b>3.14.2 EJECUCION</b>	<b>152</b>
<b>3.14.3 CONTROL DE CALIDAD EN EL CAMPO</b>	<b>153</b>
<b>3.15. MANTENIMIENTO EN OPERACIÓN DE LOS ALCANTARILLADOS EXISTENTES</b>	<b>153</b>
<b>3.15.1 GENERALIDADES</b>	<b>153</b>
<b>3.15.2 DOCUMENTOS A PRESENTAR</b>	<b>153</b>
<b>3.15.3 SUMINISTRO, ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO</b>	<b>154</b>
<b>3.15.4 SECUENCIA, PROGRAMACION Y EJECUCION</b>	<b>154</b>
<b>3.15.5 EJECUCION</b>	<b>154</b>
<b>3.16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>156</b>
<b>3.16.1 FRAGMENTACION DE TUBERIA EXISTENTE E INSTALACION DE TUBERIA NUEVA DE POLIETILENO PARA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (METODO SIN ZANJA)</b>	<b>156</b>
<b>3.16.2 LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO DE TUBERIAS DE FIERRO FUNDIDO</b>	<b>173</b>
<b>3.16.3 INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO</b>	<b>153</b>

**ANEXO: FOTOGRAFIAS DE LA OBRA**

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

Los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Lima y Callao presentan serias deficiencias operativas que ha motivado a SEDAPAL, la empresa prestadora de estos servicios, ha realizar una serie de estudios y obras para la rehabilitación de tramos de las redes de distribución de agua potable y de recolección de desagües, contando para esto con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento - BIRF.

Para la elaboración de estos proyectos de estudios y ejecución de obras, SEDAPAL ha contado con los servicios de firmas consultoras, supervisoras y contratistas para la elaboración de los expedientes técnicos y posterior ejecución de las obras correspondientes.

El presente Informe de Ingeniería se desarrolla como resultado de la participación en algunos de estos proyectos, considerando los aspectos más saltantes.

## 2. ESTUDIOS

### 2.1 ANTECEDENTES

El Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL, a través de un financiamiento BIRF-SEDAPAL ha decidido ejecutar el Proyecto de Rehabilitación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Lima y Callao, dentro de este marco se encuentra el Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de las Redes de Distribución y Recolección del Distrito de Breña.

El presente documento constituye un resumen cuidadosamente elaborado de los puntos principales del estudio.

## 2.2 OBJETIVO

El objetivo de los estudios fue el de contar con un Expediente Técnico que permita a SEDAPAL convocar a una Licitación Pública Internacional, para la ejecución de las obras de rehabilitación y mejoramiento de las redes de distribución de agua potable y recolección de desagües del Distrito de Breña, considerando un horizonte de diseño del Estudio hacia el año 2025 y mediante la alternativa más conveniente.

## 2.3 EL DISTRITO DE BREÑA

Breña es un Distrito que se encuentra en la zona centro de la ciudad de Lima (véase Fig. 2.1), limitada al Norte por el Jirón Zorritos, al Este por las Avenidas Alfonso Ugarte y Brasil, en cuya confluencia se encuentra la Plaza Bolognesi, al Sur por las Avenidas Brasil, Pedro Ruiz y Mariano Cornejo (hasta la Plaza de la Bandera) y al Oeste por la Av. Tingo María, que se inicia en la Plaza de la Bandera y concluye en la intersección con el Jirón Zorritos.

Breña es el Distrito No. 16 de Lima, con Código Postal Lima 5 y cuenta con 89,973 habitantes (resultado del último censo realizado por el INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática). Breña nace de la fusión de dos grandes haciendas (Azcona y Chacra Colorada), con un desarrollo urbano que comienza a fines del siglo pasado, actualmente tiene una sectorización urbana variada, con características similares a las del Cercado.

## 2.4 ESTUDIOS EJECUTADOS

### 2.4.1 Alcance

El desarrollo del proyecto ha exigido la ejecución de varios estudios lo cuales han sido presentados en forma de informes específicos, tal como se muestra en el Cuadro 2.1.

CUADRO 2.1  
ESTUDIOS EJECUTADOS

ESTUDIO	INFORME ESPECIFICO
Topografía	1
Estudio de Población, Demanda y Caudales Contribuyentes	2
Estado de las Tuberías de Agua Potable y Alcantarillado	3
Modelación hidráulica del Sistema de Distribución de Agua Potable y Alcantarillado	4
Geotecnia	5
Estudio de Alternativas de Rehabilitación	6
Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado	7

### Topografía

Los trabajos topográficos realizados han estado destinados a disponer de la información básica del Distrito de Breña. Los trabajos se pueden resumir a continuación:

Definición, ubicación y referenciación física de BMs conformando dos poligonales; externa e interna.

- Nivelación de los BMs a partir de puntos de referencias dados por el Instituto Geográfico Nacional.
- Levantamiento taquimétrico del Distrito.

Cálculo de coordenadas de los puntos levantados.

- Elaboración de planos topográficos

### 2.4.3 Estudio de población y demanda de agua potable y desagüe

#### 2.4.3.1 Población

Los datos provenientes de los censos de población de los años 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993, del Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, sirven de base para las proyecciones de población para el año horizonte del proyecto de 2025.

Se analizó el crecimiento del distrito, basándose en los censos realizados por el INEI. Se procedió al análisis de los datos censales, ajustando los valores de los mismos a distintas tendencias de crecimiento poblacional teórico (curvas con tendencia geométrica, exponencial, lineal, logística, etc.). De este análisis se encontró que el método que mejor se ajusta a los datos es el de la “curva logística”.

#### Método de la curva logística

##### Procedimiento de cálculo:

- a) Se utilizan los valores de las poblaciones,  $P_0$ ,  $P_1$  y  $P_2$ , correspondientes a tres estados de tiempos anteriores  $t_0$ ,  $t_1$  y  $t_2$ , es decir a los años en que se tienen los datos.

- b) Se adopta, como curva de crecimiento poblacional, una curva definida por esos tres puntos que obedecen a la ecuación siguiente:

$$P = \frac{k}{1 + (2,718)^{a-bt}} \quad (1.1)$$

Donde:

b = es la razón de crecimiento poblacional.

k = es el límite de P (valor de saturación de la población).

s – es un valor tal que para  $t = a/b$  hay una inflexión en la curva (cambio de la curvatura).

- c) Se determinan los tres parámetros, a, b y k, mediante la solución de un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas; con el empleo de los valores censales.

La resolución del sistema de tres ecuaciones, quedaría simplificada si los tres puntos censales fuesen cronológicamente equidistantes. Esto es, haciendo que:

$$t_0 = 0$$

$$t_1 = x$$

$$t_2 = 2x$$

x : contado a partir de  $t_0$ .

De este modo se obtienen:

$$k = \frac{2 \times P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$



$$b = - \frac{1}{0,4343 \times d} \log \frac{P_1(K - P_0)}{P_0(K - P_1)}$$

$$a = \frac{1}{0,4343 \times d} \log \frac{K - P_0}{P_0}$$

El símbolo d es un factor de iteración. La aplicabilidad de la curva logística, queda condicionada al cumplimiento de la condición:

$$P_0 \cdot P_1 < (P_1)^2$$

Como el Distrito de Breña cumple con las premisas iniciales para el cálculo mediante la aplicación de la curva logística, se aplicó este método para proyectar el comportamiento poblacional a largo plazo.

Para determinar la población de saturación con los datos censales existen dos alternativas de cálculo:

1. Usando los datos censales obtenidos en los años 1940, 1961 y 1981.
2. Usando los datos censales obtenidos en los años 1961, 1972 y 1981.

La alternativa 1 define una población de saturación de 112,700 hab. y la alternativa 2 a 122,401 hab. Ambos datos son bastante similares y es posible utilizarlos.

Para el presente informe se seleccionó la alternativa 2, pues en este intervalo de tiempo los límites del Distrito de Breña ya estaban bien definidos, mientras que en la alternativa 1 en el año 1940 el distrito no se encontraba con los límites actuales. Por lo tanto, en las proyecciones, el límite de saturación utilizado es de 112,401 habitantes.

El valor obtenido en el censo realizado en el año 1993, se encuentra por debajo de los resultados de los dos anteriores censos. Si se ajusta una nueva curva con los datos de los censos de los años 1940, 1993 y el valor de saturación definido, teniendo en cuenta que la situación social y económica actualmente experimenta cambios favorables al desarrollo y la estabilización monetaria, es posible predecir que la población crecerá y nuevamente se proyectará a su población de saturación.

En estos últimos años el Gobierno del Perú ha realizado logros importantes al aplacar las olas de disturbios sociales. Como resultado de este trabajo, los peruanos que anteriormente emigraron están retornando, las inversiones nuevamente se efectúan en todos los rubros, lo cual indica que vuelve la estabilidad.

Con estas premisas se pudo pronosticar que el comportamiento del área en estudio nuevamente trataría de alcanzar su asíntota de saturación, la misma que se determina por el uso del suelo reglamentado para esta área.

Con los datos históricos de los censos hasta el año 1981 se tiene un crecimiento de la población, en el intervalo 1991 - 1993 un baja anormal y a partir de 1993 la evolución del crecimiento de población nuevamente tiende a buscar su nivel de saturación que según los resultados de la curva logística tendría un valor de saturación de 112,401 habitantes.

Entonces, entendiéndose que no se esperan eventos significativos no previsibles que produzcan variaciones importantes, la curva logística se ajusta a la proyección del crecimiento de población, representando un aumento hasta condiciones de saturación, tal como se muestra en la Figura 2.2.

Las densidades de población del Distrito se clasifican en; densidad media y alta, con valores de saturación de 500 y 598 hab/ha respectivamente. La Figura 2.3 muestra la evolución de las densidades alta y media.

FIGURA 2.2  
CRECIMIENTO POBLACIONAL - DISTRITO DE BREÑA

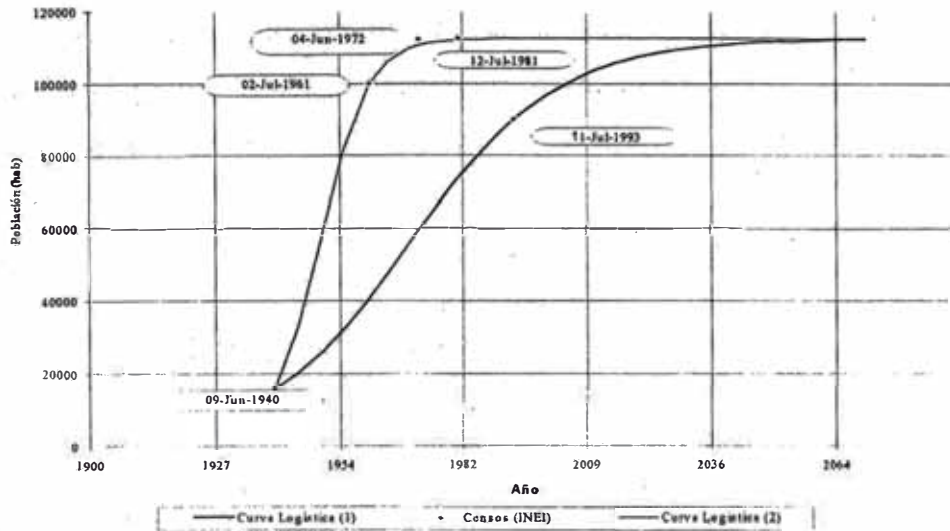
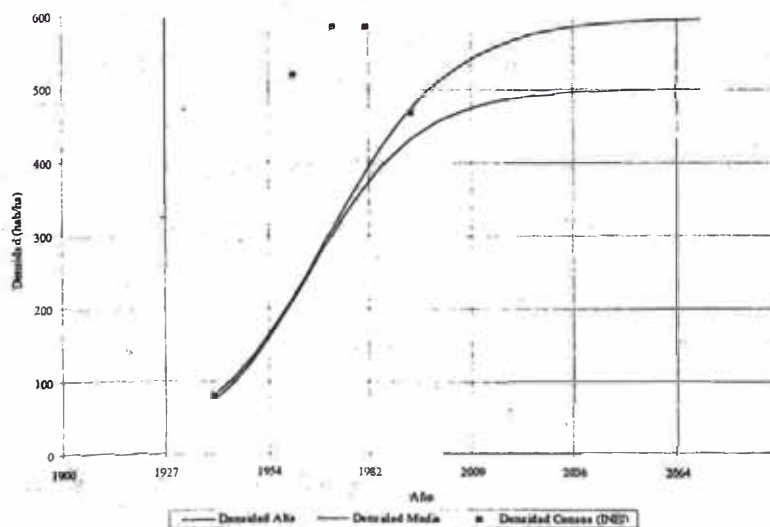


FIGURA 2.3  
DENSIDAD DE POBLACION - DISTRITO DE BREÑA



### 2.4.3.2 Demanda y caudales contribuyentes

Analizando la características del Distrito de Breña y los registros de facturación de SEDAPAL se han definido condiciones de consumo a nivel doméstico, comercial, industrial y estatal, adicionalmente se ha considerado un porcentaje de pérdidas y fugas de 40 %, por lo que el valor de la dotación adoptada es de 327 l/hab/d. El resumen de los consumos y las dotación adoptada se presenta en el Cuadro 2.2.

**CUADRO 2.2**  
**DOTACION**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR</b> <b>l/hab/d</b>
Doméstica	138
Comercial	29
Industrial	16
Estatal	13
Pérdidas y fugas (40%)	131
<b>TOTAL</b>	<b>327</b>

Los caudales contribuyentes para aguas residuales se consideran como el 80 % del total de agua potable consumida, sin considerar las pérdidas y fugas en la red.

El resumen de los valores calculados para población, demanda y caudales contribuyentes se muestran en el Cuadro 2.3.

**CUADRO 2.3  
POBLACION, DEMANDA Y CAUDALES CONTRIBUYENTES**

DESCRIPCION	Unidades	AÑO			
		1995	2005	2015	2025
Población total (Logística)	hab	92030	100254	105407	108461
Población (Grupo 1)	hab	10987	11683	12071	12279
Población (Grupo 2)	hab	81043	88571	93336	96181
Densidad Promedio	TOT hab/ha	479	522	549	565
Proyec. Dens. (Logística)	G. 1 hab/ha	439	467	483	491
Proyec. Dens. (Logística)	G. 2 hab/ha	485	531	559	576
Consumo (Cat. Domestica) CONSORCIO	l/hab/d	138	139	139	140
Consumo (Cat. Comercial) CONSORCIO	l/hab/d	29	30	30	30
Consumo (Cat. Industrial) CONSORCIO	l/hab/d	16	17	18	18
Consumo (Cat. Estatal) CONSORCIO	l/hab/d	13	13	13	13
Consumo Total - Inf. CONSORCIO	l/hab/d	196	199	200	200
Perdidas	l/hab/d	131	66	67	67
Dotación - Adopt. CONSORCIO	l/hab/d	327	265	266	267
Producción total de Agua	m3/d	29796	26552	28080	28977
Producción total de Agua	l/s	345	307	325	335
Producción de Agua (Pob. con alcantarillado)	m3/d	29720	26506	28056	28977
Producción de Agua (Pob. sin alcantarillado)	m3/d	73	44	23	0
Aporte promedio diario	m3/d	16983	16964	17956	18545
Aporte instantáneo con Harmon	m3/d	34716	34139	35801	36776
Caudal total de aguas servidas (HARMON)	m3/d	34716	34139	35801	36776
Consumo promedio conexión (Agua c/Alcant.)	m3/U/mes	36	24	24	23
Consumo promedio conexión (Agua s/Alcant.)	m3/U/mes	30	30	31	31
Producción conexiones agua (s/Alcant.)	m3/a	26780	15925	8421	
Producción conexiones (Agua + Alcant.)	m3/a	10847767	9674840	10240479	10576544
Producción agua potable	m3/a	10874547	9690765	10248900	10576544
Producción aguas servidas (Aporte promedio)	m3/a	5219782	5814459	6149340	6345927
Porcentaje de perdidas asumido		40%	25%	25%	25%

## 2.4.4 Estado de las tuberías de agua potable y alcantarillado

### 2.4.4.1 Agua potable

Desde el punto de vista del material de la tubería, el sistema de Breña tiene los siguientes tipos de tubería:

- Fierro dulce
- Fierro fundido
- Asbesto cemento Magnani y Mazza
- PVC
- Concreto pretensado

Se realizaron muestreos del material de la tubería en diferentes puntos de la red, evaluando las condiciones físico-estructurales de cada tubería. Las tuberías evaluadas fueron clasificadas de acuerdo a los grados A, B y C (los grados corresponden con la clasificación de la Water Research Center - WRc del Reino Unido). Se han obtenido registros de la frecuencia de la incidencia de rotura de la tuberías principales.

Las muestras de Fierro dulce tomadas presentan incrustaciones interiores y ocurrencia significativa de corrosión, son de diámetro pequeño. De los datos obtenidos se observa que en este material existe la mayor incidencia de roturas.

Las tuberías de fierro fundido están en buena condición estructural, son las que presentan menor incidencia de roturas en el Distrito.

Las muestras de tuberías de asbesto cemento evidencian un buen estado estructural, sin embargo, se tienen altas tasas de rotura, que se producen principalmente en las tuberías del tipo Magnani y no así del tipo Mazza. En el Plano N° 1 se muestran los tipos de materiales y diámetros de tuberías de la red de agua potable existente.

Paralelamente a la evaluación de las características estructurales de las tuberías, se ejecutó un análisis físico-químico y bacteriológico del agua de la red, donde se evidenció en algún punto, la presencia de coliformes fecales. El agua es moderadamente dura, con altos niveles de oxígeno disuelto.

#### 2.4.4.2 Alcantarillado

Desde el punto de vista del material el alcantarillado del Distrito es de concreto:

Por su configuración las alcantarillas de concreto se dividen en:

*Tuberías de concreto.* Para diámetros menores a 300 mm, las más antiguas son de concreto reforzado mientras que las más recientes de concreto simple. Las de diámetro mayor a 300 mm son de concreto reforzado.

*Albañales.* En mayor cantidad de concreto y menor proporción de ladrillo.

El procedimiento de evaluación física de las tuberías de alcantarillado primeramente se basa en la determinación de alcantarillados críticos, los cuales se consideran como tal cuando ante la eventualidad de falla en el servicio puedan ocasionar altos costos de ingeniería para su reparación, aquellos que ante la eventualidad de su falla pueden comprometer vías de comunicación ocasionando

altos costos por la demora al trafico y aquellos que pueden ser considerados estratégicamente importantes.

Las inspecciones interiores y exteriores fueron ejecutadas en los alcantarillados críticos. Las tuberías de alcantarillado fueron clasificadas en 5 grados; 1, 2, 3, 4 y 5 de acuerdo a las recomendaciones de la WRc, siendo el grado 1 el de condiciones estructurales aceptables y progresando hasta el grado 5, que indica un alcantarillado colapsado, o en situación de colapso inminente. El Cuadro 2.4 presenta la cantidad de alcantarillado de acuerdo al grado de condición interna de la tubería.

**CUADRO 2.4**  
**NUMERO DE TRAMOS DE ALCANTARILLADOS POR**  
**GRADO DE CONDICIÓN INTERNA**

DESCRIPCION	GRADO DE CONDICIÓN INTERNA				
	1	2	3	4	5
NUMERO DE TRAMOS DE ALCANTARILLADOS	12	67	96	78	15
PORCENTAJE %	5	25	36	29	5

Paralelamente a la evaluación de las condiciones estructurales de la tubería se ha ejecutado un análisis de las aguas residuales, donde se ha evaluado, el pH, sulfatos y DQO en diferentes puntos de muestreo. En el plano N° 2 se muestran los tipos de materiales y diámetros de tuberías de la red existente de Alcantarillado



## **2.4.5 Modelación hidráulica del sistema de distribución de agua y de alcantarillado**

### **2.4.5.1 Objetivo**

El objetivo de la modelación hidráulica es permitir conocer el comportamiento hidráulico actual de ambos sistemas; agua potable y alcantarillado, de modo que a través de los resultados de éste, conjuntamente con la evaluación física de las tuberías, se pueda tener un conocimiento de los sistemas, de modo que sirva para proponer medidas de rehabilitación y mejoramiento.

### **2.4.5.2 Alcance de los trabajos realizados**

El trabajo comprendió dos fases:

Trabajo de campo. Durante la presente fase se ejecutó un programa de mediciones de caudal, presión y verificación de la configuración física de los sistemas.

- Trabajo de gabinete. En dicha fase se ha recopilado la información de catastro de redes y estudios previos, que juntamente con una clasificación y ordenación de la misma, sirvió para conformar los datos para el modelo. Finalmente se ha realizado la modelación hidráulica, logrando simular las condiciones medidas dentro de los rangos de aproximación dados por la WRc.

### **2.4.5.3 Sistema de distribución de agua potable**

#### **Análisis de la información existente**

Se han obtenido datos de configuración de la red, consumo y de operación del sistema. Los datos de la red fueron la longitud, tipo

**INFORME DE INGENIERIA**

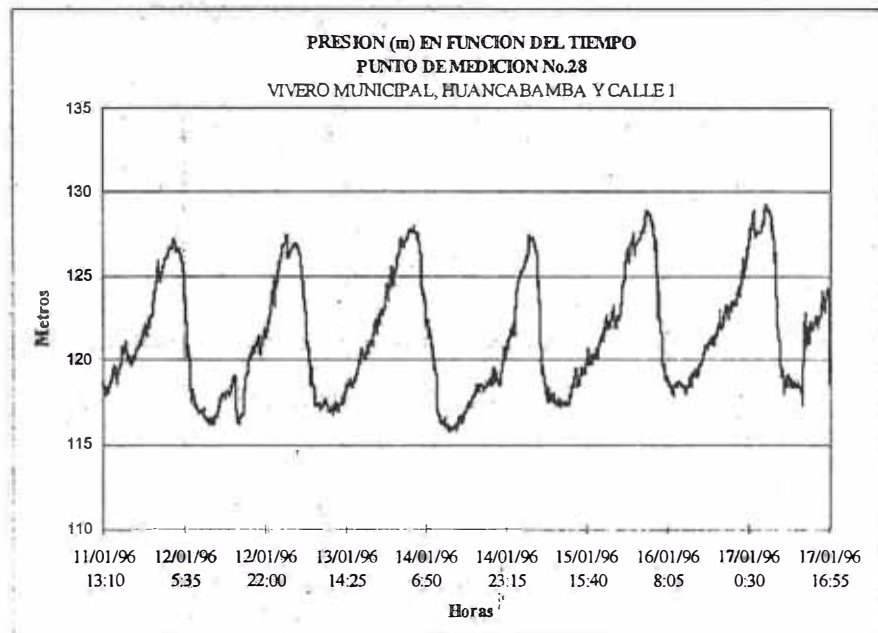
de material y coeficiente de rugosidad, el último en base a la evaluación realizada en el desmontaje de tuberías.

Los datos de consumo se refieren a los consumos diferenciados del tipo doméstico, comercial, industrial, social y estatal, se ha considerado un porcentaje de fugas de 40 % de la dotación total. El número de conexiones de cada tipo de consumo ha permitido diferenciar regionalmente los consumos anotados, adicionalmente se ha tomado en cuenta el rubro de grandes consumidores. La variaciones de cada tipo de consumo en el tiempo han sido determinadas tomando curvas de consumo de la WRc, las cuales han sido ajustadas a las condiciones de Breña con las mediciones de campo ejecutadas en el Distrito.

**b) Mediciones de caudal y presión**

Se han elegido puntos de medición para caudal y presión, los medidores de presión han sido ubicados en tuberías matrices, en puntos de la red y en estaciones reductoras de presión. Se han medido caudales en tuberías de transmisión principal, en dichos puntos también se midieron presiones. Las mediciones de presión se ejecutaron durante un período de 7 días, mientras que las de caudal durante 3 días. Las presiones fueron registradas cada 5 min., mientras que en los puntos de medición de presión y caudal se midieron cada 15 min. Los medidores de caudal se ubicaron en el centro de las tuberías. Durante las mediciones no se interrumpió el suministro, por lo que no se tuvo presencia de aire en la tubería. En la Figura 2.4 se presenta como ejemplo la variación de la presión en el tiempo en uno de los puntos de medición.

FIGURA 2.4  
VARIACION DE PRESION



c) **Modelación hidráulica**

La simulación de las condiciones de funcionamiento actual del sistema de agua potable se realizó mediante el programa CYBERNET, que básicamente comprendió, las siguientes fases de trabajo: organización de la base de datos, conformación del modelo, calibración y aplicación. El proceso de calibración se basó en las recomendaciones dadas por la AWWA.

La calibración del modelo ha cumplido con los niveles de aproximación dados por la WRc para presión:

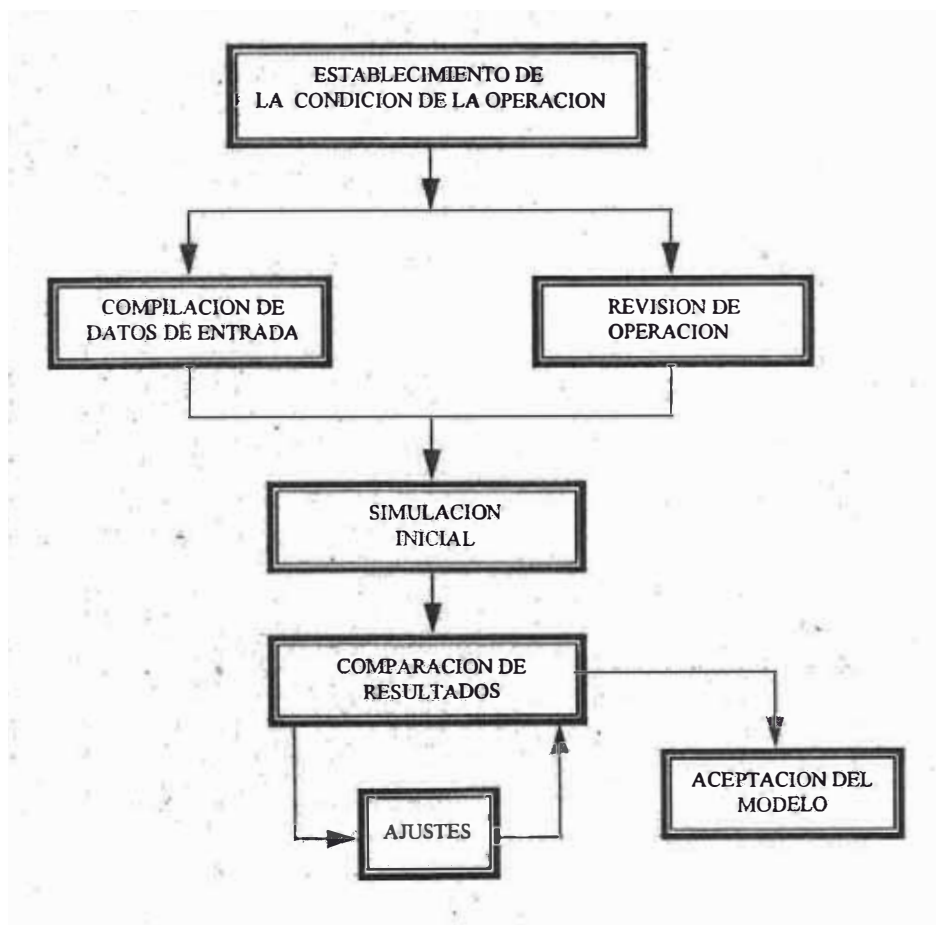
- La diferencia entre los valores medidos y calculados del 85 % de los puntos medidos deberá ser menor al 5 % de las pérdidas totales.

- La diferencia entre los valores medidos y calculados del 95 % de los puntos medidos deberá ser menor al 7.5 % de las pérdidas totales.
- La diferencia entre los valores medidos y calculados del 100 % de los puntos medidos deberá ser menor al 15 % de las pérdidas totales.

En la Figura 2.5 se muestra el procedimiento de calibración empleado, mientras que en los Cuadros 2.5 y 2.6 se presentan los resultados de la calibración.

FIGURA 2.5

PROCESO DE CALIBRACION DEL MODELO HIDRAULICO DE REDES



CUADRO 2.5  
COMPARACION FINAL DE LOS RESULTADOS DEL MODELO CON LOS DE MEDICION EN CAMPO (TRANSDUCTORES)  
DISTRITO DE BREÑA

PUNTO	LOCALIZACION	PIZOM. (m)		E. TOTAL (m)		NUDO EN EL MODELO	DIF. DIF. (m)		VALORES CALIBRADOS			VALORES CALIBRADOS		
		D. MIN. 1.67/096.4/00	D. MAX. 1.67/096.9/00	D. MIN. 1.67/096.4/00	D. MAX. 1.67/096.9/00		D. MIN. 0	D. MAX. 0	85% < 1.151 M	95% < 1.151 M	100% < 5.533 M	91% < 1.151 M	100% < 5.533 M	100% < 5.533 M
1	Zorritos con Miraflores	149.00	147.00	147.55	146.30	116	1.43	0.64	147.55	147.55	147.55	146.36	146.36	146.36
6	Venezuela dentro de SEDAPAL	149.80	141.90	141.90	141.90	1121	0.11	2.00	149.87	149.87	149.87	141.90	141.90	141.90
8	Bachajón con Bellavista	146.60	140.60	140.60	140.19	107	1.45	0.41	146.05	146.05	146.05	140.10	140.10	140.10
10	Aditas y Jerga Chunta	128.90	125.10	125.21	125.70	1142	0.51	0.68	124.71	124.71	124.71	125.78	125.78	125.78
11	Asa Fresco con 21 de Julio	151.50	142.10	143.05	143.54	1173	0.48	1.24	151.02	151.02	151.02	143.54	143.54	143.54
12	Asa Fresco con Obispo	145.90	140.10	141.04	139.79	1171	4.96	1.11	145.15	145.15	145.15	139.79	139.79	139.79
14	CIP Ermacost con Pedro Ruiz	133.70	131.60	132.90	132.94	1264	0.71	0.62	132.99	132.99	132.99	132.94	132.94	132.94
16	Independencia con Yumbay	146.60	132.90	143.30	134.80	1221	0.90	0.76	142.19	142.19	142.19	134.80	134.80	134.80
19	Baños Ruiz con Landa	124.00	114.00	112.24	112.24	1263	0.00	0.74	124.03	124.03	124.03	112.24	112.24	112.24
21	Piura Garcia con Pedro D'Ameglio	126.50	119.70	125.55	118.71	1355	0.86	0.99	125.64	125.64	125.64	118.71	118.71	118.71
22	Artes con Chumayo	140.00	131.20	138.76	136.65	1141	1.34	0.55	138.76	138.76	138.76	136.65	136.65	136.65
24	Chayma con Aguas	130.00	120.40	129.16	117.79	1281	2.28	0.14	129.16	129.16	129.16	117.79	117.79	117.79
25	Huaura con Bolivia	147.10	140.00	145.53	140.74	1156	1.57	0.74	145.53	145.53	145.53	140.74	140.74	140.74
27	CIP Yumbay con Tiguas Maris	144.30	141.30	149.41	143.10	1130	2.71	1.40	149.41	149.41	149.41	143.10	143.10	143.10
28	Viviana Municipal	128.80	118.40	112.61	112.91	1221	0.11	0.69	128.61	128.61	128.61	112.91	112.91	112.91
CA	Jerga Chunta con Juan Zarillo	147.50	146.47	147.97	147.97	79	1.45	0.43	148.07	148.07	148.07	147.97	147.97	147.97
CB	Casimiro con Tiguas Maris	127.05	119.38	121.54	120.87	1102	1.49	1.61	121.54	121.54	121.54	120.87	120.87	120.87
CC	Tiguas Maris con Plaza Bandera	154.49	151.06	156.03	151.87	1380	3.34	1.24	156.03	156.03	156.03	151.87	151.87	151.87
CD	Zorritos con Alfonso Ugarte	154.51	154.85	154.54	154.34	1623	0.07	0.52	154.54	154.54	154.54	154.34	154.34	154.34
CE	Venezuela con Ligand	152.00	141.30	148.31	148.53	11231	3.31	1.23	154.31	154.31	154.31	148.53	148.53	148.53
CF	Alfonso Ugarte con Bolivia	134.31	130.81	137.61	140.25	1681	0.00	1.37	137.61	137.61	137.61	140.25	140.25	140.25

NOTAS

- Las columnas 3 y 4 nos muestran los valores de las presiones totales (cotas Piezométricas), que resultan de los trabajos de campo, a la hora que se muestra en la misma columna
- La columna 5 muestra por que nudo se encuentra representado el transductor en el modelo.
- Las columnas 6 y 7 nos muestran los valores de las presiones totales (cotas piezométricas), que resultan del modelo calibrado.
- La columna 8 es la diferencia de la columna 3 menos la columna 6. En valor absoluto
- La columna 9 es la diferencia de la columna 4 menos la columna 7. En valor absoluto
- Las columnas 10, 11, 12, 13, 14, 15, muestran los valores que entran dentro de cada uno de los rangos que se observan en el encabezado de las columnas. Y que a su vez determinan el porcentaje de calibración.
- El encabezado que se muestra en la columna 10 (85% < 1.85 M), resultan de las siguientes operaciones, y del siguiente enunciado:  
(154.86 - 118.00) / 0.05 = 1.85 m
- El 85% de los puntos medidos en campo dentro del 5% de las pérdidas totales en el sistema\* (idem columna 13)
- El encabezado que se muestra en la columna 11 (95% < 2.76 M), resultan de las siguientes operaciones, y del siguiente enunciado:  
(154.86 - 118.00) / 0.05 = 2.76 m
- El 95% de los puntos medidos en campo dentro del 7.5% de las pérdidas totales en el sistema\*. (idem columna 14)
- El encabezado que se muestra en la columna 12 (95% < 2.76 M), resultan de las siguientes operaciones, y del siguiente enunciado:  
(154.86 - 118.00) / 0.15 = 5.53 m
- El 100% de los puntos medidos en campo dentro del 15% de las pérdidas totales en el sistema\*. (idem columna 15).

CUADRO 2.6

COMPARACION FINAL DE LOS RESULTADOS DEL MODELO CON LOS DE MEDICION EN CAMPO (QUADRINAS)

PUNTO	LOCALIZACION	UNID.	DISTRITO DE BREÑA							
			CAUDAL DISP. (CAMPO)			CAUDAL DISP. (MODELO)			DIFERENCIA	
			MIN.	MAX.	PROM.	MIN.	MAX.	TUR. No	MIN.	MAX.
QA	Jorge Chavez con Juan Zorritos	l/s	-2.81	28.00	14.63	-1.12	20.87	210	1.69	-7.13
GB	Centenario con Tingo Maria	l/s	1.59	2.55	1.72	4.06	10.32	1060	2.47	7.77
OC	Tingo Maria con Plaza Bandera	l/s	6.26	8.33	6.77	6.73	13.23	1860	0.47	4.90
OD	Zorritos con Alfonso Ugarte	l/s	19.96	74.50	52.79	21.93	72.3	3190	1.97	-2.20
OF	Alfonso Ugarte con Bolivia	l/s	-88.66	-46.44	-70.17	-89.66	-46.52	3230	-1.00	-0.08

2.4.5.4 Alcantarillado

a) Análisis de la información existente

Los datos obtenidos fueron los de configuración física del sistema de alcantarillado y datos de caudal. Los datos de configuración del sistema consistieron en las cotas del terreno, cotas de fondo de tubería, longitud del tramo, diámetro, coeficiente de rugosidad y configuración de múltiples salidas. Los datos de caudal han sido estimados en base a la densidad de población, contribución *per cápita* y tipo de contribución

b) Densidad de población y caudales contribuyentes

Los valores obtenidos en el estudio de población, demanda y caudales contribuyentes son utilizados para la determinación de las densidades y los caudales en las alcantarillas.

c) Tipos de contribución

La contribución de aguas residuales a nivel zonal se determinó mediante las curvas de consumo.

#### **2.4.6 Estudio geotécnico**

Se ha realizado la evaluación del suelo de Breña a partir de 27 pozos, distribuidos dentro del Distrito, las muestras tomadas de los pozos fueron analizadas en laboratorio, donde se determinaron; granulometría, límites de Atterberg y contenido de humedad. Las muestras obtenidas han permitido realizar la clasificación de suelos.

El suelo de Breña presenta heterogeneidad ligera en cuanto a sus propiedades físico mecánicas, mostrando resistencia buena al corte, principalmente debido a la presencia de gravas con un grado de confinamiento alto.

#### **2.4.7 Estudio de alternativas de rehabilitación**

##### **2.4.7.1 Introducción**

El presente estudio ha tenido el objetivo de analizar las alternativas de materiales y métodos de rehabilitación que permitan resolver los problemas existentes en los sistemas de distribución de agua potable y alcantarillado del Distrito. El análisis se ha desarrollado desde un punto de vista técnico y económico. El estudio de alternativas incluye además el planteamiento de sectores de servicio y áreas de drenaje.

El análisis ha empleado información proveniente del estudio del estado de las tuberías, donde se han evaluado las condiciones estructurales de las tuberías y del estudio referido a la modelación hidráulica de ambos sistemas.

#### 2.4.7.2 Método de rehabilitación y reemplazo sin zanja

Los métodos sin zanja son aquellos procedimientos constructivos que no requieren trabajos de excavación para la rehabilitación y reemplazo de tuberías, a diferencia de los métodos “tradicionales” donde se ejecutan trabajos de excavación.

Se ha presentado un conjunto de alternativas de métodos de rehabilitación y reemplazo sin zanja, donde se incluye la descripción del procedimiento de construcción y ámbito de aplicación de las técnicas.

De la gran cantidad de métodos, se analizaron aquellos que son mas aplicables a los problemas del Distrito de Breña, los cuales fueron:

- Limpieza y revestimiento interior con mortero de cemento, de tuberías de agua.
- Construcción sin zanja “en-línea” de tuberías nuevas, bien sean de agua potable o alcantarillado, utilizando fragmentación o rotura de tubería, ‘pipe bursting’ (donde se encuentran tuberías existentes) o microtúnel (donde no se encuentra tubería alguna).
- Revestimiento de albañales existentes con tuberías formadas *in situ* (cured in place pipe, CIPP).
- Revestimiento de alcantarillados circulares con tuberías formadas *in situ* (cured in place pipe, CIPP) o tuberías plegadas de PVC y polietileno.
- Revestimiento de buzones con mortero de cemento y aditivos anticorrosivos.



La selección de estas alternativas se realizó considerando los siguientes aspectos:

- Costos. Este fue uno de los elementos mas importantes en la selección de alternativas de métodos y materiales sin zanja. En el caso de métodos tradicionales se consideraron costos sociales que consideran pérdidas comerciales en los negocios del área de rehabilitación por las interrupciones al tráfico y efectos en el flujo vehicular.
- Disponibilidad de los materiales y equipos de construcción en Lima.
- Disponibilidad de personal local entrenado.
- Tamaño del trabajo de rehabilitación.

#### **2.4.7.3 Planeamiento de sectores de servicio y áreas tributarias**

##### **Agua potable**

Esta reconfiguración consistió en la sectorización de áreas de distribución incluyendo reemplazo e instalación de tuberías. Los objetivos de sectorización del sistema de distribución de agua potable fueron:

- Mejorar la operación del sistema
- Mejorar el mantenimiento del sistema
- Resolver problemas hidráulicos
- Facilitar estudios de agua no contabilizada

Existe otro estudio que contempla la sectorización a gran escala en la ciudad de Lima. En ese estudio, se ha recomendado dividir el Distrito de Breña en tres Sectores, denominados 14, 15 y 16.

Se ha ejecutado la modelación del sistema para el año 1995 y 2025, donde se han incluido los sectores propuestos por el Plan Maestro, para cada uno de ellos se ha tomado en cuenta un punto de ingreso principal y un punto secundario auxiliar. En el Cuadro 2.7 se presenta el resumen de las tuberías que deberán ser incrementadas y aquellas que serán reemplazadas en la red primaria.

#### **Alcantarillado (Áreas tributarias)**

En el sistema existente de alcantarillado (año 1995), se pudieron identificar 5 áreas tributarias: el área 1, área 2, y las áreas tributarias de los colectores de Tingo María (CT), del colector S1, y de los colectores S6 y S7. (Ver Figura 2.6).

En las áreas 1 y 2, se agruparon áreas tributarias de colectores que por presentar buzones con salidas múltiples en los límites de sus áreas, hacen que las áreas tributarias aguas abajo de un buzón con salida múltiple, compartan el o las áreas tributarias que se encuentran aguas arriba del buzón con salida múltiple.

En el área 1 se encuentran las áreas tributarias compartidas entre los colectores de Carhuaz (CC), el colector Tingo María Carhuaz (CTC), antes del buzón CTC28 y el área tributaria compartida entre los colectores Carhuaz (CC) y el colector (CA). Todos estos colectores afluyen el agua residual acumulado al canal de Maranga-Magdalena. (Ver Figura 2.6).

CUADRO 2.7  
RESUMEN DE LAS TUBERIAS QUE DEBERAN SER INCREMENTADAS Y REEMPLAZADAS EN LA RED PRIMARIA

UBICACION	TUBERIA EXISTENTE		TUBERIA PROYECTADA		LONGITUD (m)	PROFUND. PROMEDIO (m)	METODO DE REEMPLAZO
	DIAMETRO	MATERIAL	DIAMETRO	MATERIAL			
Jr. Zorritos (Entre la calle Manos y el 3. Aguatico)	200 (8")	ACMg	250 (10")	PE	313,30	1,00	PB
Jr. Zorritos (Entre Jr. Aguatico y Calle Jorge Chavez cuadra 6)	200 (8")	ACMg	250 (10")	PE	273,80	1,00	PB
Jr. Zorritos (Cuadras 3 y 4, entre Calle Huarez y Calle Jorge Chavez)	200 (8")	ACMg	250 (10")	PE	226,90	0,90	PB
Jr. Zorritos (Cuadras 2 y 3, entre Calle Huarez y Calle Chocas)	200 (8")	ACMg	250 (10")	PE	200,00	0,85	PB
Jr. Zorritos (Cuadra 1, entre Calle Chocas y Calle Alfonso Ugarte)	200 (8")	ACMg	250 (10")	PE	144,20	1,05	PB
Chaviri (Jr. Zorritos y Calle Pomabamba)	100 (4")	FD	150 (6")	PE	115,80	0,80	PB
Pomabamba ( Cuadra 3, entre la Calle Huarez y la Calle Chaviri)	100 (4")	FD	150 (6")	PE	66,50	0,70	PB
Calle Huarez (Cuadra 1, entre Calle Pomabamba y Calle Carhuaz)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	213,80	1,00	MT
Calle Huarez (Cuadra 3, entre Calle Av. Venezuela y Calle Carhuaz)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	111,00	1,00	MT
Av. Alfonso Ugarte (Cuadras 11 y 12)	100 (4")	FD	150 (6")	PE	213,00	0,75	PB
Calle Jorge Chavez (Entre Calle Pariscoto y Jr. Zorritos)	100 (4")	FD	200 (8")	PE	214,00	0,65	PB
Fulgencio Valdez (Entre Jr. Zorritos y Calle Mangay)	100 (4")	FD	200 (8")	PVC	237,70	1,00	MT
Fulgencio Valdez (Cuadras 3 y 4, entre Jangay y Yunesco)	100 (4")	FD	200 (8")	PE	202,50	0,65	PB
Cal le Fulgencio Valdez (Cuadra 5, entre Cal le Carhuaz y Cal le Jangas)	100 (4")	FD	200 (8")	PE	110,00	0,75	PB
Jr. Carhuaz (Cuadra 14)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	53,80	1,00	MT
Jr. Carhuaz (Cal le Mantaro)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	257,50	1,00	MT
Jr. Carhuaz (Entre Chuanaya y Morona)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	219,80	1,00	MT
Jr. Carhuaz (Entre Chuanaya y Morona)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	75,00	1,00	MT
Aguatico (Cuadras 5 y Morona (Cuadra 6)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	118,50	1,00	MT
Aguatico (Cuadra 5) y Morona (Cuadra 6)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	114,80	1,00	MT
Jr. Aguatico (Cuadra 6)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	93,50	1,00	MT
Jorge Chavez (Entre Olmedo y Arica) y Olmedo (Entre Jorge Chavez y Huarez)	250 (10")	C. REF.	150 (6")	PE	514,50	1,25	PB
Calle Huarez (Entre Independencia y Olmedo) e Independencia (Entre Huarez y Brasil)	250 (10")	C. REF.	150 (6")	PE	127,00	1,55	PB
Calle Huarez (Entre Independencia y Olmedo) e Independencia (Entre Huarez y Brasil)	250 (10")	C. REF.	250 (10")	PE	342,00	1,50	PB
Jr. Centenario (Cuadras)	100 (4")	FD	150 (6")	PVC	139,00	1,00	MT
Fernandini (Entre Restauracion y Centenario) y Pedro Ruiz Gallo (Entre Calle Loreto y Huancabamba)	100 (4")	FD	300 (12")	PVC	48,00	1,00	MT
Fernandini (Entre Restauracion y Centenario) y Pedro Ruiz Gallo (Entre Calle Loreto y Huancabamba)	100 (4")	FD	250 (10")	PVC	193,00	1,00	MT
Fernandini (Entre Restauracion y Centenario) y Pedro Ruiz Gallo (Entre Calle Loreto y Huancabamba)	100 (4")	FD	200 (8")	PVC	175,10	1,00	MT
Jr. Huancabamba (entre Calle Pedro Ruiz y Calle Castrovirreyna)	100 (4")	FF	200 (8")	PE	240,50	1,00	MT
Garcia Robledo (Entre Nipo y Gral. Orbeagozo)	100 (4")	FF	200 (8")	PE	231,80	0,85	PB
Garcia Robledo (Entre Nipo y Gral. Orbeagozo)	100 (4")	FF	200 (8")	PVC	64,00	1,00	MT
Castrovirreyna (Entre L. de Loma) y Nipo (Entre Calle Castrovirreyna y Calle Centenario)	100 (4")	FF	150 (6")	PE	343,80	0,70	PB
Jr. Alto de la Luna (entre L. de Loma y c. Pucallpa), Nipo (entre P. D' Onofrio y Castrovirreyna)	100 (4")	FF	150 (6")	PVC	401,50	1,00	MT
TOTAL					6395,60		

Nota: Se considera como Red primaria l stuberis con un diametro mayor o igual a 150 mm (6")

En el área tributaria 2, se encuentran los colectores llamados S2, S3, S4, S5, S8, el colector Varela (CV), y el colector de Tingo María - Carhuaz (CTC), después del buzón CTC28. Todos estos colectores afluyen al colector Proveedores Unidos y al igual que en el área 1, existen buzones con salidas múltiples que hacen que sus áreas tributarias sean compartidas.

El modelo hidráulico calibrado del sistema de alcantarillado ha sido empleado para simular el funcionamiento del sistema para :

- El sistema existente (año 1995), y analizar sus deficiencias hidráulicas.
- Proponer 2 alternativas hidráulicas de solución (cada solución propone una reconfiguración del sistema y la eliminación de buzones con salidas múltiples, que producen problemas de insuficiente capacidad a tuberías ubicadas aguas abajo de los buzones. Cabe recalcar que no todos los buzones con salidas múltiples producen problemas de insuficiencia capacidad hidráulica).
- Simular el comportamiento hidráulico de la alternativa hidráulica de solución elegida, para el año 2025. En esta simulación se proponen las modificaciones respectivas para mejorar la configuración del sistema de alcantarillado y el de su comportamiento hidráulico.

Mediante la reconfiguración del sistema, se definen áreas tributarias y por lo tanto se eliminan las áreas tributarias compartidas del sistema existente. En la Figura 2.6 se encuentran las nuevas áreas tributarias propuestas.

#### **2.4.7.4 Análisis de alternativas de rehabilitación**

##### **a) Costos considerados**

Las alternativas presentadas se han comparado en cuanto a sus costos de inversión y sociales. Los costos sociales, para la comparación, se incluyeron en el análisis de costos de los métodos tradicionales, por ser estos los métodos que al producir interrupciones generan daños económicos a las zonas donde se rehabilitan las tuberías de los sistemas. El desarrollo de los costos de los métodos tradicionales ha incluido el cálculo de los costos unitarios de los materiales y mano de obra de los diferentes métodos y componentes de rehabilitación recomendados para el Distrito de Breña.

##### **b) Análisis de costos de materiales y métodos de construcción tradicional**

Los costos y presupuestos para métodos convencionales han sido procesados mediante el Sistema S10, considerando los costos de mano de obra, equipo, herramientas y materiales. Para los costos de materiales nacionales se realizaron cotizaciones en el mercado. Para establecer los costos de materiales importados, se solicitaron cotizaciones directamente de los fabricantes, adicionalmente se tomaron en cuenta los costos de transporte hasta el puerto de Callao, Perú, impuestos y derechos de aduana, seguros, almacenaje, transporte dentro el país y otros, hasta la puesta en obra.

**c) Análisis de costos de materiales y métodos de construcción sin zanja**

Se han desarrollado precios de materiales y métodos de construcción sin zanja en base a cotizaciones suministradas por contratistas y fabricantes extranjeros y nacionales, con experiencia en la implementación de ellos. El Cuadro 2.8 muestra costos generales comparativos de los varios métodos de construcción sin zanja. Estos precios unitarios no incluyen los costos asociados con los trabajos complementarios a la rehabilitación propia de la tubería, tales como reemplazo de válvulas e hidrantes, debido a que los costos incurridos en la realización de dichos trabajos serán independientes del método utilizado de rehabilitación y por lo tanto su monto sería el mismo. Los costos de mantenimiento del servicio existente, mientras se realizan los trabajos de rehabilitación, han sido incluidos en las cotizaciones suministradas.

El Cuadro 2.8, que contiene un resumen de la información suministrada por varios contratistas, no incluye costos indirectos, tales como I.G.V., ganancias y gastos generales.

**d) Análisis de costos sociales asociados con construcción tradicional**

Los costos sociales son aquellos atribuidos a los perjuicios que se ocasionan a terceros con la construcción de las obras de agua potable y alcantarillado. Los costos sociales han sido desarrollados exclusivamente con fines de selección entre métodos tradicionales y sin zanja, por lo tanto no se incluyen en el presente presupuesto de ejecución de obras de rehabilitación. Se ha asumido que los métodos sin zanja no presentan costo social comparativo alguno.

INFORME DE INGENIERIA

En el cálculo de los costos sociales se consideran los siguientes elementos: costo de desgaste vehicular, combustible, demora del personal, tiempo de demora y costos por disminución de ventas.

CUADRO 2.8  
 COSTOS GENERALES COMPARATIVOS

Numeral	Método sin zanja	Contratista	Diámetro de tubería a rehabilitar	Costos directos unitarios estimados (US\$/metro lineal)
1.	Revestimiento interno del alcantarillado	InLiner USA Houston, Texas Estados Unidos (tubería formada en sitio)	150mm (6")	155.20
			200mm (8")	208.00
			250mm (10")	280.00
			300mm (12")	289.60
			350mm (14")	299.20
			400mm (18")	408.00
			450mm (24")	608.80
			630mm	616.80
			660mm	669.60
			680mm	726.40
		740mm	800.80	
		760mm	873.60	
		1000mm	1659.20	
		Insituform Tech., Inc Jacksonville, FL Estados Unidos	150 mm (6")	283.40
			200mm (8")	288.64
			250mm (10")	301.76
			300mm (12")	317.50
			350mm (14")	349.00
			600mm (24")	653.38
			760mm	779.33
810mm	834.43			
1000mm	902.66			
2.	Revestimiento interno del sistema de agua		Montec Lima, Perú (revestimiento con mortero)	100mm (4")
		150mm (6")		16.73
		200mm (8")		22.07
		250mm (10")		28.12
		300mm (12")		33.73
3.	Tuberías nuevas (Microtúnel) para los sistemas de agua y alcantarillado	Iseki Inc. San Diego, CA Estados Unidos	300mm (12")	800.00
			500mm	800.00
			700mm	840.00
			900mm (36")	880.00
			1100mm	880.00
			Saenge Sao Paulo, Brasil	menor a 150 mm (6")
		4.	Tuberías nuevas (Fragmentación de tubería) para los sistemas de agua y alcantarillado	Saenge Sao Paulo, Brasil
Revetec Santiago, Chile	100mm (4")			
Revetec Santiago, Chile	150mm (6")			55.07
	200mm (8")			60.83
	250mm (10")			80.93
	300mm (12")			91.00
	350mm (14"*)			104.00

Nota (\*): Precios para estos tamaños de tuberías fueron estimados

Los efectos contra el tráfico tienen dos componentes: a) desgaste vehicular y consumo de gasolina, y b) costo del tiempo de las personas en los vehículos. Estos costos están en función de la demora incremental causada por la menor velocidad en las cuerdas afectadas por congestiónamiento medio y por congestiónamiento alto, del número de vehículos que circulan en el día, de los costos de operación del vehículo y del número de día que estará abierta la zanja. Para conocer los flujos vehiculares se realizó un estudio de tráfico.

Para la determinación de la disminución de ventas se utilizaron los registros del servicio comercial de SEDAPAL.

#### 2.4.8 Medidas de rehabilitación a ejecutarse

En base a la comparación de los costos de las alternativas de reemplazo, rehabilitación e instalación de tuberías nuevas para el sistema de distribución de agua potable y alcantarillado se recomiendan las siguientes acciones:

- Utilizar los siguientes métodos de construcción sin zanja:
  - ◊ Fragmentación de tuberías para diámetros menores o iguales a 350mm (14”).
  - \* Sistema de agua: reemplazo de tuberías de fierro dulce ó asbesto cemento de 100mm (4”) de diámetro. No considerarlo en ubicaciones específicas con profundidades menores a 0.6 metros.



INFORME DE INGENIERIA

- \* Sistema de alcantarillado: reemplazo de tuberías de igual o mayor diámetro. No considerarlo en ubicaciones específicas con alta densidad de conexiones domiciliarias o profundidades menores a 0.6 metros.

Limpieza y revestimiento interno con mortero.

- \* Sistema de agua: rehabilitación de las tuberías existentes de fierro fundido.
- Implementar métodos de construcción tradicional, con zanja, para la instalación de tuberías nuevas, donde no existan tuberías existentes que puedan ser utilizadas en el método de fragmentación de tubería.
- Se recomienda que se implemente el método de construcción tradicional, con zanja, para el reemplazo de las demás tuberías de alcantarillado y las nuevas tuberías de agua potable.

En el Cuadro 2.9 se presenta un resumen de las medidas a implementarse.

CUADRO 2.9

ALTERNATIVAS RECOMENDADAS DE REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Componente	Método de rehabilitación
<i>Sistema de distribución de agua potable</i>	
Reemplazo de Tuberías existentes	Fragmentación de tubería
Tuberías existentes de fierro fundido	Revestimiento interno con mortero
Nuevas tuberías	Método tradicional de excavación, e instalación de tuberías nuevas de PVC
<i>Sistema de Alcantarillado</i>	
Albañales existentes de sección rectangular	Método tradicional de excavación e instalación de tuberías nuevas de PVC reemplazando la existente o instalando en paralelo.
Tuberías existentes de sección circular menores a 350mm (14") de diámetro (reemplazo a mayor tamaño o mismo tamaño)	Fragmentación de tubería
Tuberías existentes de sección circular mayores e iguales a 350mm (14") de diámetro (reemplazo a mayor tamaño)	Método tradicional de excavación, remoción de la tubería existente e instalación de tuberías nuevas de PVC
Nuevas tuberías	Método tradicional de excavación e instalación de tuberías nuevas de PVC

## MEMORIA DE CALCULO

### 2.5.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### 2.5.1.1 Antecedentes

Para determinar los trabajos de rehabilitación y mejoramiento del tipo estructural, hidráulico y de configuración a ser realizados en los componentes del sistema de distribución de agua potable del distrito de Breña, fue necesario tomar en cuenta:

- La sectorización de la red de distribución de agua potable (Atarjea-Centro).
- Refuerzos de las redes de distribución.
- Reemplazos y mejoras en las redes de distribución.
- Empalmes.
- Válvulas y grifos.
- Otros servicios existentes en el Distrito de Breña (Alcantarillado, energía eléctrica, teléfono).

#### 2.5.1.2 Sectorización de la red de distribución de agua potable

Uno de los criterios básicos a considerar en el diseño de la red de distribución de agua potable, es tomar en cuenta el proyecto de “Sectorización del sistema central de distribución, Atarjea-Centro”, preparado por la Asociación Binnie & Partners-Blasa, el cual divide al Distrito de Breña en los Sectores 14, 15 y 16.

#### **2.5.1.2.1 Sector 14**

El Sector 14, limita el norte con el Sector 31, al sur con el Sector 15 a lo largo de la Av. Arica y de la Av. Bolivia, al este con el Sector 10 a lo largo de la Av. Alfonso Ugarte y al oeste con el Sector 36 a lo largo de la Av. Tingo María.

La tubería de alimentación a este sector es la tubería troncal de 900 mm (36") de diámetro, la cual pasa a lo largo del Jr Zorritos. La entrada al sector se ubica sobre una derivación de 300 mm (12"), en el mismo jirón.

#### **2.5.1.2.2 Sector 15**

El Sector 15 limita al norte con el Sector 14 a lo largo de la Av. Arica y la Av. Bolivia, al sur con los Sectores 16 y 29 a lo largo de las Av. Centenario, Jr. Napo, Jr. García Robledo, Jr. Gral. Orbegozo, el Jr. Aguarico y la Av. Pedro Ruiz, al este con los Sectores 10, 35 y 25 a lo largo de la Av. Brasil y la Av. Alfonso Ugarte y al oeste con el Sector 42, a lo largo de la Av. Tingo María.

La tubería de alimentación a este sector es la tubería troncal de 900 mm (36") de diámetro, la cual pasa por el Jr. Restauración. La entrada al sector se ubica sobre una derivación de 500 mm (20"), en la Av. Juan Pablo Fernandini.

#### **2.5.1.2.3 Sector 16**

El Sector No. 16 limita al norte con el Sector 15 a lo largo de la Av. Centenario, Jr. Napo, Jr. Gral. Robledo, Jr. Gral. Orbegozo; al sur con el Sector 29 a lo largo de la Av. Mariano Cornejo; al este con el Sector 15 a lo largo del Jr. Aguarico; y al oeste con el Sector 42 a lo largo de la Av. Tingo María.

La tubería de alimentación a este Sector es la tubería troncal de 900 mm (36") de diámetro, la cual pasa por la Av. Juan Pablo Fernandini. La entrada al sector se ubica sobre una derivación de 300 mm (12"), en la Av. Pedro Ruiz Gallo.

### **2.5.1.3 Refuerzos de las redes de distribución primaria**

Los refuerzos necesarios, se determinaron en base al modelo desarrollado para el sistema de agua potable del Distrito de Breña cuyos resultados fueron proyectados hasta el año 2025. En el Plano N° 3, se muestran los diámetros de los refuerzos necesarios debidos a:

- La sectorización. Los Sectores 14 y 16 se vieron afectados por la sectorización, que produjo problemas hidráulicos debido a la insuficiente cantidad de tubería primaria existente.
- Problemas estructurales. La mayoría de las tuberías de refuerzo se ubican a lo largo de tramos que necesariamente deben ser reemplazados por motivos estructurales.

Se analizó cada uno de los tramos para determinar el método constructivo y el material a ser empleado. En el Plano N° 4, se muestra el método constructivo adoptado a emplearse en cada tramo.

### **2.5.1.4 Reemplazos y mejoras en las redes de distribución secundaria**

Una de las conclusiones del presente estudio, referido al estado estructural de las tuberías, es la necesidad del reemplazo inmediato de las tuberías de fierro dulce, por tuberías de PVC o de Polietileno de Alta Densidad (PE), dependiendo del método constructivo a ser empleado (ver Plano N° 5).

Las tuberías de fierro dulce se presentan en el distrito en el diámetro de 100 mm (4”), siendo por tanto parte de las redes secundarias.

En los casos en que la tubería sea reemplazada por métodos tradicionales (con zanja), se mejoraron todos los aspectos relacionados para un adecuado y eficiente funcionamiento del mismo (profundidad de instalación, alineamiento, distancias con relación a los otros servicios, etc.).

En los tramos en los cuales se tiene una profundidad mayor a 0.6 m, existe la posibilidad de reemplazar la tubería por métodos no tradicionales (sin zanja). Los resultados de los distintos análisis realizados, tanto técnicos como económicos, indican como el método más adecuado el de “Fragmentación de tuberías (Pipe bursting)”.

Como parte de las mejoras a realizarse en la red de distribución secundaria, se procedió a realizar una revisión de cada uno de los tramos de la red, encontrándose que en algunos casos era necesario realizar algún trabajo, principalmente de complementación del tramo, para evitar taponamientos.

#### 2.5.1.5 Empalmes

Los materiales de las tuberías existentes de la red de distribución son:

- Fierro dulce
- Fierro fundido
- Asbesto cemento Magnani
- Asbesto cemento Mazza

- Cilindros de acero pretensado revestido con mortero de cemento
- PVC

Dependiendo del método constructivo, las redes proyectadas podrán ser de los siguientes materiales:

- PVC
- Polietileno de alta densidad (P.E.)

Esta variedad de materiales determina que en el distrito exista una serie de elementos para elaborar el empalme adecuado.

Los diseños de los empalmes mostrados en los planos, se basan en:

- Materiales de las tuberías a empalmarse.
- Dimensiones de los diferentes elementos, obtenidos de catálogos de fabricantes.

Diferencia de elevación de las tuberías a empalmarse.

- Existencia en el mercado local de los elementos componentes de los empalmes.

#### **2.5.1.6 Válvulas y grifos**

Cada uno de los sectores del sistema de distribución del Distrito de Breña, fue dividido en los siguientes subsectores de cierre:

- Sector 14 : 3 subsectores de cierre.
- Sector 15 : 4 subsectores de cierre.
- Sector 16 : 1 subsector de cierre.

(Ver Plano N° 6).

Esto posibilitará:

- Facilitar los trabajos de operación y mantenimiento de las válvulas de cierre.
- No existiendo una gran cantidad de válvulas, el personal encargado de su operación conocerá la situación de cada una de ellas, y cuales son las válvulas involucradas en el caso de presentarse falla en algún punto del distrito.
- A pesar de que el área afectada por cada uno de los circuitos de cierre es bastante grande (comparado con lo que tradicionalmente suele diseñarse), se incrementan las posibilidades de recibir un servicio con mayor rapidez y eficiencia.

En lo que se refiere a los hidrantes, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El Distrito de Breña se considera como un área con una alta probabilidad de producirse un incendio.



- Actualmente la densidad de hidrantes existentes en el distrito es muy baja. no cumpliéndose de esta manera los requerimientos mínimos, según las normas vigentes de SEDAPAL.
- De acuerdo a los resultados de los trabajos de campo y de gabinete (mostrados en los diferentes informes específicos del presente proyecto), un gran porcentaje de los hidrantes existentes actualmente se encuentran inoperativos, incrementando de esta manera la falta de hidrantes en el área.

#### 2.5.1.7 Otros servicios existentes en el Distrito de Breña

Otros demás servicios existentes en el Distrito de Breña, y que son afectados de alguna manera son:

- Red de alcantarillado
- Energía eléctrica. (Redes de energía de alta y media tensión y alumbrado público).
- Teléfonos

El estudio analizó toda la información concerniente con respecto a estos servicios, los mismos fueron utilizados principalmente en la elaboración de los planos finales.

## **2.5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

### **2.5.2.1 Introducción**

Para efectuar los distintos análisis y evaluaciones en el sistema de alcantarillado del Distrito Breña, se han realizado estudios específicos relacionados al estado estructural y a su comportamiento hidráulico. Dichos estudios fueron apoyados con inspecciones de campo, extracciones físicas de tuberías, mediciones de campo, etc. Los objetivos principales se basan en la identificación de los alcantarillados que presenten algún tipo de problema y proponer sus respectivas soluciones.

Para la elaboración de los siguientes capítulos del presente INFORME DE INGENIERIA, se utilizó la siguiente documentación de referencia:

1. Informes Específicos No. 1, No. 2, No. 3, No. 4 y No. 6 del Estudio de Rehabilitación y Mejoramiento de las redes de Distribución y Recolección del Distrito de Breña.
2. “Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao”, Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL.

#### **2.5.2.1.1 Alcantarillados con problemas estructurales**

De acuerdo a la evaluación de la condición estructural, los alcantarillados críticos que deben ser reemplazados son todos las tuberías que tienen asignados los grados estructurales 4 y 5, y respecto a los albañales, los que tienen asignados los grados 3, 4 y 5.

El 32% de los alcantarillados inspeccionados y seleccionados como críticos tienen grados estructurales 4 y 5 y el 37% tienen asignado el grado 3. El 85% de los albañales tienen grados 3, 4 y 5 y en ellos se encuentran los albañales de los colectores primarios de Arica, Carhuaz y España.

#### **2.5.2.1.2 Alcantarillados con problemas hidráulicos**

Los alcantarillados con problemas hidráulicos son aquellos que según los resultados de análisis efectuados, no cumplen con los parámetros técnicos definidos en el reglamento de SEDAPAL. Por ejemplo, en los casos más críticos, se evidencia en campo y en gabinete alcantarillados que actualmente trabajan a presión. El presente proyecto centró su atención en estos casos, y planteó las soluciones más convenientes tanto desde el punto de vista técnico como económico.

El estudio muestra:

- El cálculo hidráulico proyectado para el año 2025 de los alcantarillados con problemas hidráulicos y estructurales.
- El tipo de trabajo que se propone realizar en cada alcantarillado (instalación de tuberías nuevas “N”, reemplazo de tuberías existentes “TRE” y “CL” como clausura de los albañales).
- El método de construcción e instalación propuesto en las tuberías (métodos tradicionales con zanja o métodos no tradicionales sin zanja de fragmentación de tuberías- pipe bursting).
- El material recomendado.

### 2.5.2.2 Modelación del sistema de alcantarillado

Para la modelación del sistema de alcantarillado se utilizó el software denominado HYDRA, con el cual se pudo determinar el comportamiento hidráulico del sistema existente, dos alternativas de solución y proyectar para el año 2025 la alternativa de solución que resultó la más conveniente desde el punto de vista técnico y económico.

#### 2.5.2.2.1 Datos básicos de evaluación y de diseño:

Los datos utilizados en la modelación del comportamiento hidráulico del sistema existente y el proyectado son:

- **Densidades**

En el Distrito de Breña, existen dos grupos de densidad promedio, mostrados en el Cuadro 2.10.

CUADRO 2.10

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR	
		AÑO 1995	AÑO 2025
Grupo 1	hab/ha	439	565
Grupo 2	hab/ha	485	491
Promedio	hab/ha	479	576

- **Dotación**

Los valores de dotación promedio propuestos en el estudio de población y demanda para el cálculo de la contribución *per cápita* de aguas residuales son de 196 (l/hab/día) para el sistema existente y de 200,37 (l/hab/día) para el sistema

proyectado. Las contribuciones *per cápita* de aguas residuales son de 157 (l/hab/día) y de 160 (l/hab/día) respectivamente a los valores de dotación.

- **Coefficientes de Rugosidad utilizados**

Para el cálculo hidráulico de los alcantarillados del sistema existente se utilizaron los coeficientes de rugosidad indicados en el Cuadro 2.11 y para el sistema proyectado se utilizaron los que se indican en el Cuadro 2.12.

**CUADRO 2.11**

**VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “n”  
(utilizados en el sistema existente)**

GRADO	Coeficiente “n” de Manning	
	TUBERIAS DE CONCRETO	ALBAÑALES
5	0.016	0.03
4	0.015	0.02
3	0.015	0.017
2	0.013	0.015
1	0.013	0.015

**CUADRO 2.12**

**VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “n”  
(utilizados en el sistema proyectado)**

GRADO	Coeficiente “n” de Manning		
	TUBERIAS DE PE Y DE PVC	TUBERIAS DE CONCRETO	ALBAÑALES
3	-	0.015	-
2	-	0.013	0.015
1	0.010	0.013	0.015

- **Tirante máximo**

El tirante máximo en un colector tiene la capacidad de transportar los caudales máximos a fin de proyecto (año 2025), el cual no debe tener una altura mayor al 75% del diámetro de la tubería de diseño. Todos los alcantarillados de la alternativa hidráulica de solución y de reconfiguración del sistema que tienen una altura mayor o igual al 100% del diámetro de la tubería, son tuberías con insuficiente capacidad hidráulica y son los alcantarillados que deben ser reemplazados por otras tuberías de mayor sección.

- **Valores límites de velocidad**

Las velocidades en las tuberías existentes y en las proyectadas fueron verificadas y diseñadas respectivamente manteniendo velocidades de flujo mínimas de 0.60 m/s, para evitar la sedimentación por poca velocidad de arrastre. Para evitar la erosión por velocidades excesivas, la velocidad máxima debe limitarse a 3.00 m/s en el caso de tuberías de concreto, asbesto cemento o PVC (ver Artículo 7.3.4 del Reglamento de SEDAPAL ).

En el sistema existente se determinó que 64% de los alcantarillados tienen velocidades menores a la mínima admisible de 0.6 m/s y el 36% tienen velocidades dentro del rango de 0.6 m/s y 0.3 m/s.

- **Pendientes mínimas**

De acuerdo al Artículo 7.3.5 del Reglamento de SEDAPAL, las pendientes mínimas de diseño, de acuerdo a los diámetros, son aquellas que satisfacen la velocidad mínima de 0.60 m/s transportando el caudal de diseño. En tuberías donde el caudal evacuado es muy pequeño, en los 300 m iniciales de cada colector, se mantuvo una pendiente mínima de ocho por mil (8‰).

- **Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo en la red de colectores secundarios diseñados es de 200 mm (8"). Cabe recalcar que en el sistema existente del Distrito de Breña existen más de 18,000 m de tubería de 150 mm, que se encuentran en buenas condiciones estructurales e hidráulicas.

### 3.2.3 Ubicación de tuberías

Para la ubicación de tuberías de reemplazo o en instalaciones nuevas en planta y en profundidad, se consideraron todos los puntos expuestos en los Capítulos 9.1 y 9.3 respectivamente del Reglamento de SEDAPAL, siendo las más importantes las que a continuación se resume:

- **Ubicación en planta**

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho, se proyectarán a cada lado de la calzada la línea de alcantarillado, salvo el caso de que el reducido número de conexiones domiciliarias, haga que SEDAPAL, justifique una sola línea (Artículo 9.1.2). Si el ancho de la vereda lo permite y no hay posibilidad de interferencia con otros servicios públicos, la tubería podrá ubicarse en la vereda, pero la distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo, deberá ser como mínimo 2.00 m, (Artículo 9.1.5).

- **Profundidades de Relleno**

La profundidad mínima deberá ser la suficiente para evacuar por gravedad las aguas negras de las edificaciones sin sótano. Los colectores han sido diseñados a una profundidad que satisfacía a la más desfavorable de las condiciones expuestas en el Capítulo 9.3 del reglamento de SEDAPAL.

## 2.5.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.5.3.1 Sistema de Agua Potable

En el Distrito de Breña se ejecutarán trabajos de rehabilitación y de mejoramiento del sistema de agua potable mediante el incremento de 6,395 m. de tubería primaria equivalente al 9% del total de esta tubería; el reemplazo de 9,713 m. de tubería secundaria, principalmente de tubería de fierro dulce, lo que representa un 13% del total de la tubería; la limpieza y revestimiento interior con mortero de cemento de 40,613 m. de tubería de fierro fundido, equivalente al 55% del total de esta tubería.

Incluirá asimismo la instalación de 109 nuevos hidrantes, que reemplazarán a los existentes inoperativos y a los subterráneos; debiendo tener estos nuevos hidrantes la ubicación adecuada según el Reglamento de SEDAPAL.

Se implementará la división del sistema de distribución del Distrito de Breña en 3 Sectores (14, 15 y 16), de acuerdo al Estudio de Sectorización, La Atarjea-Centro, realizado por la Asociación Binnie & Partners-Blasa, para SEDAPAL.

Por último se reemplazarán 2,382 conexiones domiciliarias de plomo por otras de PVC, lo que equivale al 10% del total de conexiones domiciliarias del Distrito de Breña.

### 2.5.3.2 Sistema de Alcantarillado

Se realizarán trabajos de rehabilitación y de mejoramiento del sistema de alcantarillado en el Distrito de Breña, en aproximadamente 11 km. de tuberías, representando el 15% del total de los alcantarillados del distrito. Del porcentaje expuesto el 47% de los alcantarillados son propuestos por problemas estructurales



y el resto por problemas hidráulicos. Solo dos tramos de alcantarillado (134 metros), tienen al mismo tiempo tanto problemas estructurales e hidráulicos.

El 38% de las tuberías de reemplazo serán de polietileno y serán instaladas por métodos no tradicionales. El resto serán tuberías de PVC y serán instaladas por métodos tradicionales.

Complementando los trabajos de rehabilitación que se realizará en el distrito es necesario que se realicen como trabajos prioritarios de limpieza y mantenimiento en todos los alcantarillados del sistema existente que tienen velocidad menores a las velocidad mínima admisible y todas las tuberías que tienen asignado el grado estructural 3.

## **2.6. METRADOS DE OBRA**

### **2.6.1 AGUA POTABLE**

Para la elaboración de los metrados de los reemplazos, incrementos y mejoramientos a realizarse en el sistema de agua potable del Distrito de Breña se consideraron los siguientes componentes:

- Reemplazos e incrementos de las tuberías de fierro dulce, en la red de distribución secundaria. (Tuberías de 100 mm (4’’)).
- Reemplazos e incrementos de tuberías, en la red de distribución primaria. (Tuberías mayores de 100 mm (4’’)).
- Empalmes y accesorios de las redes de distribución primaria y secundaria

- Rehabilitación de las tuberías de fierro fundido, en la red de distribución primaria y secundaria.
- Instalación de nuevas válvulas de compuerta, purgas y grifos, en el sistema de distribución.
- Protección de los servicios.

#### **2.6.1.1 Reemplazo de las tuberías de fierro dulce en la red de distribución secundaria.**

De acuerdo a las conclusiones del estudio, es necesario el reemplazo de todas las tuberías de fierro dulce. En la red de distribución del Distrito de Breña se presenta este material, solo en las tuberías de 100 mm (4”).

Para el reemplazo de estas tuberías se emplearán los siguientes métodos constructivos:

- Fragmentación de tuberías (Pipe bursting). Instalación de tuberías sin apertura de zanja. El material que se empleará en este caso, es el de Polietileno de Alta Densidad.
- Métodos tradicionales. Instalación de tuberías con apertura de zanja. El material que se empleará en este caso es el PVC.

En el Cuadro 2.13 se tiene un resumen del número y longitud de los tramos por el método de construcción a emplearse.

En el Cuadro 2.14 se muestra un resumen de las conexiones domiciliarias, diferenciando si la misma debe ir empalmada a una tubería de PVC o a una de PE.

#### **2.6.1.2 Reemplazo e incrementos de tuberías en la red de distribución primaria**

En el Cuadro 2.15 se tiene un resumen por diámetro y por método de construcción a emplearse de las longitudes y materiales de las tuberías.

En los Cuadros 2.16 y 2.17 se presenta un resumen de las conexiones en tuberías de Polietileno y PVC, por diámetro.

#### **2.6.1.3 Empalmes y accesorios de las redes de distribución primaria y secundaria**

En el Cuadro 2.18 y 2.19 se muestra un resumen de los accesorios necesarios para:

- La instalación de las tuberías de las redes primarias y secundarias.
- Los empalmes entre los distintos materiales y diámetros de tuberías, para las redes primarias y secundarias.
- La instalación de las válvulas, purgas e hidrantes proyectados.

#### **2.6.1.4 Rehabilitación de las tuberías de fierro fundido**

Básicamente, se refiere a la limpieza y revestimiento con mortero de cemento de las tuberías primarias y secundarias de fierro fundido. En el Cuadro 2.18 se presenta un resumen de las longitudes por diámetro.

#### **2.6.1.5 Instalación de nuevas válvulas de compuerta, purgas y grifos**

El proyecto contempla la instalación de 109 grifos nuevos, en distintas ubicaciones del distrito tal como se describió anteriormente.

2.6.1.6 Protección de los servicios

En toda la etapa de construcción, es necesario proteger los distintos servicios existentes en el distrito. En el Cuadro 2.19 se muestra para cada uno de los planos los puntos donde es necesario proteger los servicios.

CUADRO 2.13

RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

METODOS DE CONSTRUCCION A EMPLEARSE EN EL REEMPLAZO DE TUBERIAS

DESCRIPCION	UNIDAD	LONGITUD
TUBERIA A SER REEMPLAZADOS POR "METODOS TRADICIONALES"	ml	6889.25
TUBERIA A SER REEMPLAZADOS POR "METODOS SIN ZANJA (PIPE BURSTING)"	ml	2823.95
<b>TOTAL</b>	<b>ml</b>	<b>9713.20</b>

NUMERO DE TRAMOS A REEMPLAZARSE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
No. DE TRAMOS A SER REEMPLAZADOS POR "METODOS TRADICIONALES"	# DE TRAMOS	97.00
No. DE TRAMOS A SER REEMPLAZADOS POR "METODOS SIN ZANJA (PIPE BURSTING)"	# DE TRAMOS	26.00
<b>TOTAL</b>	<b># DE TRAMOS</b>	<b>123.00</b>

CUADRO 2.14

DESGLOSE DE CONEXIONES

DESCRIPCION	DIAMETRO DE LA CONEXIÓN					TOTAL
	15 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	40 (1 1/2")	50 (2")	
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE PE	478	22	28	4	5	537
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXIÓN DE CONEXIÓN DOMIC. DE PE	150	11	1		1	173
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE PVC	1023	29	34	1	7	1104
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXIÓN DE CONEXIÓN DOMIC. DE PVC	178	4	7		3	192
<b>TOTAL</b>	<b>1775</b>	<b>76</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>1942</b>

CUADRO 2.15

RESUMEN DE LAS LONGITUDES POR DIAMETRO, MATERIAL Y METODO DE CONSTRUCCION DE LAS TUBERIAS REEMPLAZADAS E INCREMENTADAS EN LA RED PRIMARIA

DESCRIPCION	DIAMETRO				TOTAL
	150 (6")	200 (8")	250 (10")	300 (12")	
LONG. DE TUBERIAS DE PVC (METODO DE CONSTRUCCION : TRADICIONAL)	1605	911	193	48	2757
LONG. DE TUBERIAS DE PE (METODO DE CONSTRUCCION : PIPE BURSTING)	1612	527	1500	0	3639
<b>TOTAL</b>	<b>3217</b>	<b>1437</b>	<b>1693</b>	<b>48</b>	<b>6396</b>

CUADRO 2.16

CONEXIONES DOMICILIARIAS EN TUBERIAS DE POLIETILENO

DESCRIPCION	DIAMETRO DE LA CONEXIÓN					TOTAL
	15 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	40 (1 1/2")	50 (2")	
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE PE EN TUB. DE 150 mm (6")	20	2	0	0	0	22
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXIÓN DE CONEXIÓN DOMIC. DE PE EN TUB. DE 150 mm (6")	67	2	2	0	0	71
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE PE EN TUB. DE 200 mm (8")	35	2	1	0	0	38
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXIÓN DE CONEXIÓN DOMIC. DE PE EN TUB. DE 200 mm (8")	65	5	7	0	0	77
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE PE EN TUB. DE 250 mm (10")	9	1	2	0	0	13
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXIÓN DE CONEXIÓN DOMIC. DE PE EN TUB. DE 250 mm (10")	10	5	1	0	0	16
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE PE EN TUB. DE 300 mm (12")	0	0	0	0	0	0
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXIÓN DE CONEXIÓN DOMIC. DE PE EN TUB. DE 300 mm (12")	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>206</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>237</b>

CUADRO 2.17

CONEXIONES DOMICILIARIAS EN TUBERIAS DE PVC

DESCRIPCION	DIAMETRO DE LA CONEXION					TOTAL
	15 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	40 (1 1/2")	50 (2")	
CONEXION DOMICILIARIA DE PVC EN TUB. DE 150 mm (6")	74	3	5		0	82
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXION DE CONEXION DOMIC. DE PVC EN TUB. DE 150 mm (6")	131	8	3	0	0	142
CONEXION DOMICILIARIA DE PVC EN TUB. DE 200 mm (8")	4	0	0		0	4
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXION DE CONEXION DOMIC. DE PVC EN TUB. DE 200 mm (8")	19	0	0	0	0	19
CONEXION DOMICILIARIA DE PVC EN TUB. DE 250 mm (10")	0	0	0		0	0
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXION DE CONEXION DOMIC. DE PVC EN TUB. DE 250 mm (10")	0	0	0	0	0	0
CONEXION DOMICILIARIA DE PVC EN TUB. DE 300 mm (12")	0	0	0		0	0
REPOSICION DE EMPALME DE CONEXION DE CONEXION DOMIC. DE PVC EN TUB. DE 300 mm (12")	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>247</b>

CUADRO 2.18

LONGITUD DE TUBERIAS DE Fº Fº A SER REHABILITADAS

(DISTRITO DE BREÑA)

SECTOR	SUB SECTOR	DIAMETROS					TOTALES
		100 (4")	150 (6")	200 (8")	250 (10")	300 (12")	
14	14-1	4.786	0	209	0	0	4.995
	14-2	526	227	515	0	0	1.268
	14-3	540	464	448	0	0	1.452
	<b>Subtotal 14</b>	<b>5.852</b>	<b>691</b>	<b>1.172</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7.715</b>
15	15-1	3.734	1.416	0	0	0	5.150
	15-2	4.230	1.162	0	0	0	5.392
	15-3	5.403	2.537	0	0	0	7.940
	15-4	5.150	1.461	0	0	648	7.259
	<b>Subtotal 15</b>	<b>18.517</b>	<b>6.576</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>648</b>	<b>25.741</b>
16	16-1	4.542	1.825	0	790	0	7.157
	<b>Subtotal 16</b>	<b>4.542</b>	<b>1.825</b>	<b>0</b>	<b>790</b>	<b>0</b>	<b>7.157</b>
<b>TOTALES</b>		<b>28.911</b>	<b>9.092</b>	<b>1.172</b>	<b>790</b>	<b>648</b>	<b>40.613</b>

ESTUDIO Y SUPERVISION DE LAS OBRAS DE REHABILITACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE BREÑA LIMA-PERU

INFORME DE INGENIERIA

CUADRO 2.19

PROTECCION DE SERVICIOS

PLANO No.	TELEFONO	LUZ ELECTRICA		ALCANTARILLADO	CONEXIONES DOMICILIARIAS	TOTAL
		MEDIA TENSION (MT)	BAJA TENSION (BT)			
B-AP302	8	8	8	13	102	139
B-AP303	2	6	2	9	38	57
B-AP304			4	10	31	45
B-AP305	2	2	4	6	32	48
B-AP306			2	6	30	39
B-AP307		8	8	10	31	57
B-AP308	2	6	8	8	63	80
B-AP309	1	1	1	9	32	44
B-AP310	1	2	2	9	59	73
B-AP311		2	1	8	53	64
B-AP312	1	2		4		7
B-AP313			8	10	61	79
B-AP314			1	3	11	15
B-AP315	2			3		6
B-AP316	1		4	5	30	40
B-AP317			4	7		11
B-AP318	2	4	6	10	16	39
B-AP319			4	3		7
B-AP320	1		6	2	17	26
B-AP321	1	2	8	7	56	74
B-AP322			4	2		6
B-AP323	2	2	2	5		11
B-AP324		4	6	4		14
B-AP325	1	2	6	3		12
B-AP326	1	2	4	1	30	38
B-AP327	1	2	7		46	56
B-AP328	1	4	8	3		16
B-AP329	1		4	5	28	38
B-AP330				5	87	92
B-A P331			2	5		7
B-AP332		2	6	6	38	52
B-AP333	2		2	7	45	56
B-AP334	2		4	1	38	45
B-AP335	1		8	4	73	86
B-AP336	1		2	6	50	59
B-AP337	1	2	4	2		9
B-A P338		1	5	6		17
B-AP339	1	4	9	5	23	42
B-AP340			6	2	10	18
B-AP341	1		2	2	40	45
B-AP342	1	2	6	1	43	53
B-AP343	1	8	9	4	34	56
B-AP346	2	8	4	3	0	17
B-AP347	2	2	2	1	7	14
B-AP348	2			3	11	17
B-AP349	4	1		3	8	20
B-AP350		1	1		4	6
B-AP351		1	1		18	21
B-AP352		1	1	1	8	11
B-AP353		4	4	2	51	57
B-AP354	4	2	2	3	31	42
B-AP355	2	1	1		5	10
B-AP356		1	2	2	26	41
B-AP357		2	5	6		13
B-AP358	2	1	1	4	53	61
B-AP359				2	26	28
B-AP360		1	1	3	11	16
B-AP361		4	6	11	34	57
B-AP362	2	7	7	9	63	88
B-AP363	4		2	9	21	36
B-AP364	2			4	9	15
B-AP365			1	2		3
B-AP366						0
B-AP367			1	4	27	32
B-AP368			2	2	30	34
B-AP369		2	3	1		6
B-AP370	1	1	2	4	19	27
B-AP371		1	4	3	43	51
B-AP372	2			2		4
<b>TOTAL:</b>	<b>78</b>	<b>115</b>	<b>232</b>	<b>313</b>	<b>1767</b>	<b>2585</b>

## 2.6.2 ALCANTARILLADO

### 2.6.2.1 Antecedentes

Para la rehabilitación y mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Distrito de Breña, se tomaron en cuenta los siguientes componentes:

- Longitud de tramos nuevos y de reemplazo.
- Relleno de los albañales.
- Trabajos a realizar en los buzones
- Conexiones domiciliarias
- Rotura y reposición de pavimentos.
- Protección de los servicios.

### 2.6.2.2 Longitud de tramos nuevos y de reemplazo

Para la determinación de las longitudes de los distintos tramos nuevos y de reemplazo se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Diámetro
- Profundidad

#### Método de construcción

El Cuadro 2.20 muestra las longitudes con las características anteriormente mencionadas.



### **2.6.2.3 Relleno de los albañales**

Se determinaron los volúmenes de relleno de los albañales considerados con grados 3, 4 y 5, y los que se encuentran por debajo de pistas por donde transitan vehículos, por ser estos tramos los que representan mayor peligro estructural. En el Cuadro 2.21 se muestran estos volúmenes.

### **2.6.2.4 Trabajos a realizar en los buzones**

Los trabajos a realizarse en los buzones se clasificaron de acuerdo a su profundidad, al tipo de buzón y a la actividad que deberá realizarse sobre la misma, que podrá ser:

- Rehabilitación de buzones
- Reconstrucción del buzón
- Buzón a demoler
- Buzón a clausurar
- Buzón nuevo a construir

En el Cuadro 2.22 se muestra las cantidades de los buzones en los que se realizarán los distintos trabajos.

### **2.6.2.5 Conexiones domiciliarias**

Se consideran las siguientes actividades en las conexiones domiciliarias:

Reinstalación de las conexiones domiciliarias, hasta la caja de registro. En los albañales, donde se esta realizando el reemplazo

mediante la instalación de una tubería en paralelo, las conexiones domiciliarias serán reemplazadas completamente, hasta la caja de registro.

- Empalme a conexiones domiciliarias existentes.

Ver Cuadro 2.23, donde se muestran las distintas cantidades.

#### **2.6.2.6 Rotura y reposición de pavimentos**

En el Cuadro 2.24 se muestran las cantidades de rotura y reposición de pavimentos de los distintos tipos de pistas existentes en el distrito.

#### **2.6.2.7 Protección de los servicios**

El Cuadro 2.25 muestran las cantidades de puntos donde deberán protegerse los otros servicios existentes.

CUADRO 2.20

LONGITUD DE LOS TRAMOS NUEVOS Y DE REEMPLAZO

METODO DE CONSTRUCCION: TRADICIONAL (CON ZANJA)

TUBERIAS DE PVC (m)					
DIAM	NUEVAS		REEMPLAZO		SUBTOTALES (m)
	h<=1.5	h>1.5	h<=1.5	h>1.5	
200	1573	598	99	206	2476
250	144	162		137	443
300		501		63	564
350	214	425		93	732
400		330			330
450	2	677		4	683
600		972		27	999
675		363			363
750	40				40
<b>SUBTOTALES</b>	<b>1972</b>	<b>4028</b>	<b>99</b>	<b>530</b>	
<b>TOTALES</b>		<b>6001</b>		<b>629</b>	<b>6630</b>

METODO DE CONST. FRAGMENTACION DE TUBERIAS (PIPE BURSTING)

TUBERIAS DE POLIETILENO (m)			
DIAM	h<=1.5	h>1.5	SUBTOTALES
200	1841.3	926.1	2767.4
250	240.5	384.9	625.4
300	23.5	726.3	749.8
<b>SUBTOTALES</b>	<b>2105.3</b>	<b>2037.3</b>	
<b>SUBTOTALES</b>		<b>4142.6</b>	<b>4142.6</b>

LONGITUDES TOTALES

MATERIAL	PVC	PE
LONGITUD (m)	6630	4142.6
LONG. TOTAL (m)		10772.2

CUADRO 2.21

RELLENO DE LOS ALBAÑALES

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION A MANO	M3	578,88
ROTURA DEL ALBAÑAL	M3	2918,86
MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1437,42
RELLENO COMUN	M3	434,16

CUADRO 2.22

METRADO DE LOS TRABAJOS A REALIZARSE EN LOS BUZONES

BUZONES	TIPO I		TIPO II	
	h<=1.5	h>1.5	h<=1.5	h>1.5
A REHABILITAR	65	81	1	4
A RECONSTRUIR	6	4		
A DEMOLER	0	1		
A CLAUSURAR	33	18		
CONST. DE BZ. NUEVOS	36	57	2	7
TOTALES	140	161	3	11

RECONSTRUCCION DE CANALETAS	140
NIVELACION DE TECHOS	5
CAMBIO DE TAPAS	52

CUADRO 2.23

CONEXIONES DOMICILIARIAS

CONEXIONES DOMICILIARIAS  
HASTA LA CAJA DE REGISTRO

Dx6" (mm)	CACHIMBAS PVC	INSERTA TEE
200	111	
250	19	
300	0	
350	0	
400	9	
450		4
<b>SUBTOTALES</b>	<b>139</b>	<b>4</b>
<b>TOTALES</b>		<b>143</b>

Dx8" (mm)	CACHIMBAS PVC	INSERTA TEE
200	2	
250		
300		
350		
400	1	
450		
<b>SUBTOTALES</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>TOTALES</b>		<b>3</b>

EMPALMES A CONEXIONES DOMICILIARIAS EXIST.  
(Utilizando el acoplamiento flexible FERNCO)

Dx6" (mm)	CACHIMBAS		INSERTA TEE
	PVC	PE	
200	40	207	
250	22	72	
300	2	41	
350	15		
400	0		
450			0
<b>SUBTOTALES</b>	<b>79</b>	<b>320</b>	<b>0</b>
<b>TOTALES</b>			<b>399</b>

Dx8" (mm)	CACHIMBAS	
	PVC	PE
200	1	
250		
300		
350		
400		
450		
<b>SUBTOTALES</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>TOTALES</b>		

ESTUDIO Y SUPERVISION DE LAS OBRAS DE REHABILITACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE BREÑA LIMA-PERU

INFORME DE INGENIERIA

CUADRO 2.24

METRADO ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS

TIPO DE PAVIMENTO	EN TUBERIAS DE PVC				EN EMPALMES CON TUB. DE PE		EN CONEX. DOMIC. HASTA LA CAJA EN TUB DE PVC					CLAUSURA DE ALBAÑALES	TOTALES
	DIAM (mm)	LONGITUD (m)	ANCHO DE ZANJA (m)	SUPERFICIE (m2)	DIAM (mm)	SUPERFICIE (m2)	DIAM (mm)	No DE C.D.	LONGITUD PROM (m)	ANCHO DE ZANJA (m)	SUPERFICIE (m2)	SUPERFICIE (m2)	
ASFALTO	200	315	0.7	220.5	200	10	150	1	11	0.65	7.15		
	250	0	0.75	0	250	12							
	300	0	0.8	50.4	300	15							
	350	272.03	0.9	244.827	350								
	400	75	0.95	71.25	400								
	450	0	1	0	450								
	600	0	1.15	0	600								
	675	0	1.35	0	675								
	750	0	1.4	0	750								
		<b>SUBTOT.</b>			<b>586.977</b>		<b>37</b>					<b>7.15</b>	
RIGIDO	200	819.9	0.7	573.93	200	116	150	10	49.5	0.65	32.175		
	250	143.6	0.75	107.7	250	47							
	300	308.48	0.8	246.784	300	16							
	350	598.74	0.9	538.866	350								
	400	0	0.95	0	400								
	450	330	1	330	450								
	600	123.5	1.15	141.025	600								
	675	149.14	1.35	201.339	675								
	750	398.2	1.4	55.748	750								
		<b>SUBTOT.</b>			<b>2194.222</b>		<b>179</b>					<b>32.175</b>	<b>1035.315</b>
MIXTO	200	328.55	0.7	229.985	200	64	150	13	60	0.65	39		
	250	137	0.75	102.75	250	13							
	300	0	0.8	0	300	8							
	350	0	0.9	0	350								
	400	255	0.95	242.25	400								
	450	4	1	4	450								
	600	413	1.15	474.05	600								
	675	214	1.35	288.4	675								
	750	0	1.4	0	750								
		<b>SUBTOT.</b>			<b>1342.835</b>		<b>85</b>					<b>39</b>	<b>740</b>
VEREDA	200	1012.5	0.7	708.75	200	17	150	43	29	0.65	18.85		
	250	82	0.75	61.5	250	0							
	300	192.83	0.8	154.264	300	2							
	350	0	0.9	0	350								
	400	0	0.95	0	400								
	450	349	1	349	450								
	600	299.5	1.15	344.425	600								
	675	0	1.35	0	675								
	750	0	1.4	0	750								
		<b>SUBTOT.</b>			<b>1617.939</b>		<b>19</b>					<b>18.85</b>	<b>1655.789</b>
SARDINEL (Incluir Jardin)	200	0	0.7	0	200	0	150			0.65	0		
	250	40	0.75	30	250	0							
	300	0	0.8	0	300	0							
	350	70	0.9	63	350								
	400	0	0.95	0	400								
	450	0	1	0	450								
	600	40	1.15	46	600								
	675	0	1.35	0	675								
	750	0	1.4	0	750								
		<b>SUBTOT.</b>			<b>139</b>		<b>0</b>					<b>0</b>	

CUADRO 2.25

PROTECCION DE OTROS SERVICIOS

SERVICIO	No.
LUZ	107
TELEFONO	41

SERVICIO DE AGUA	
DIAM (plg)	No.
4"-6"	81
8"-10"	1
16"-18"	4

2.7. PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTOS DE OBRA

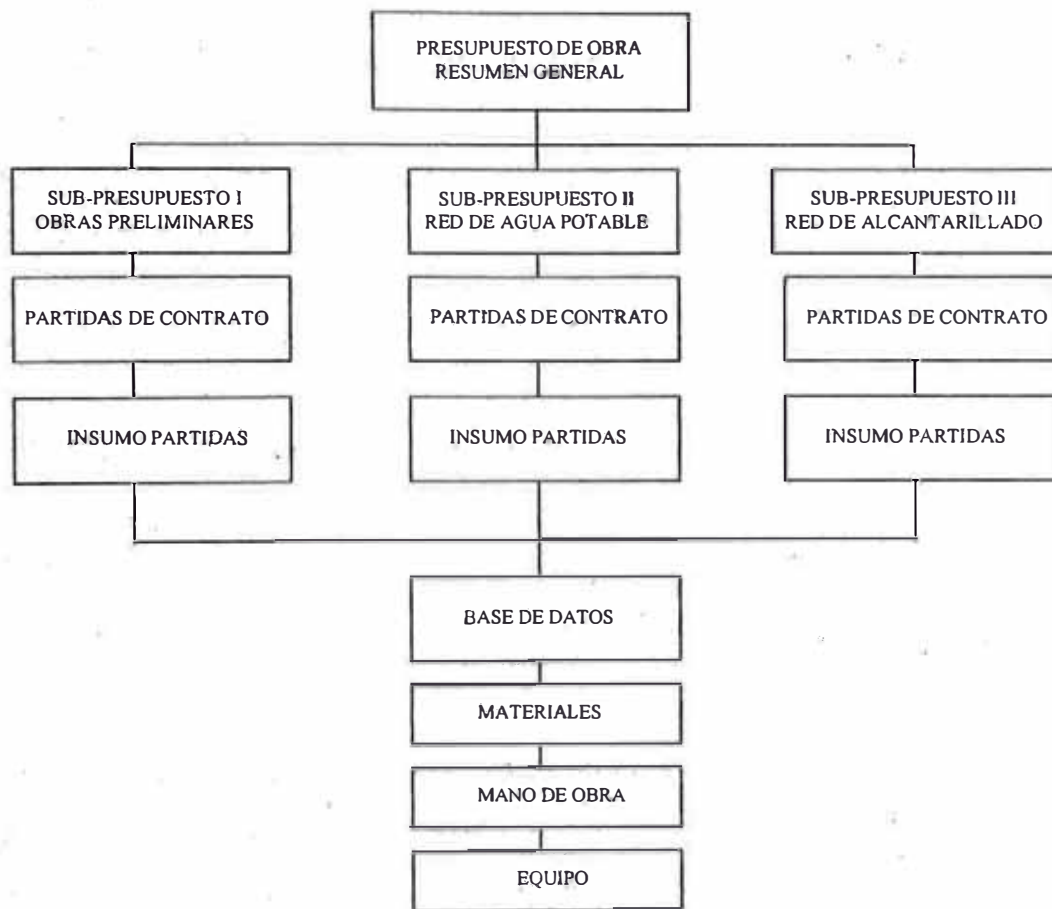
2.7.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA DE PRECIOS

El presupuesto de obra para el proyecto de rehabilitación y mejoramiento de las redes de distribución de agua potable y alcantarillado del Distrito Breña, se divide en tres sub-presupuestos: Obras Preliminares, Red de Agua Potable y Red de Alcantarillado, y se estructura de acuerdo al esquema que se presenta y describe a continuación.

Cada uno de los rubros contiene las partidas de contrato necesarias para la elaboración del presupuesto de rehabilitación de la red de agua potable y de alcantarillado, e incluyen todas las actividades necesarias tanto para los trabajos con métodos tradicionales y los trabajos con métodos sin zanja. El análisis unitario de las partidas de contrato detalla los materiales, la mano de obra y todo el equipo según se requiera, además de las cantidades y rendimientos diarios por

actividad. Las partidas de contrato que agrupan varias actividades se componen de insumo partidas, las cuales tienen un análisis específico por actividad e incluyen (al igual que las partidas) todo el detalle de materiales, mano de obra y equipo.

### ESTRUCTURA DE PRESUPUESTO





### **2.7.1.1 Obra preliminares**

#### **2.7.1.1.1 Partidas de contrato**

El sub-presupuesto Obras preliminares contiene el siguiente rubro:

Rubro 01 Obras Provisionales

Las partidas agrupadas en este rubro incluyen el campamento provisional, cartel de identificación, señalizaciones necesarias para el mantenimiento de desvíos de tránsito, trazos y replanteos y la movilización y desmovilización de maquinarias y herramientas para la obra.

### **2.7.1.2 Agua potable**

#### **2.7.1.2.1 Partidas de contrato**

El sub-presupuesto de agua potable contiene los siguientes rubros:

Rubro 02 Instalación de Tuberías de Agua de PVC; Método Tradicional

Las partidas agrupadas en este rubro incluyen las siguientes actividades: excavación de zanja a pulso en terreno normal hasta una profundidad de 1,50m., refino y nivelación, relleno compactado, eliminación de desmonte, suministro e instalación de tubería de PVC, pruebas hidráulicas y desinfección, protección de redes existentes, conexiones domiciliarias de agua potable y desagüe, cables eléctricos y telefónicos y el suministro e instalación de accesorios y anclajes (no incluye válvulas, grifos, ni accesorio especiales).

Rubro 03 Reemplazo de Tuberías de Agua; Método Sin Zanja

Las partidas agrupadas en este rubro incluyen las siguientes actividades: las ventanas de acceso hasta una profundidad de 1.50m., el mantenimiento en operación de servicios de agua existentes y la fragmentación de tubería existente, suministro e instalación de tubería de polietileno, pruebas hidráulicas y desinfección.

Rubro 04 Rehabilitación de Tuberías de Agua, Método Sin Zanja

Las partidas agrupadas en este rubro incluyen las siguientes actividades: ventanas de acceso hasta una profundidad de 1.50m., mantenimiento en operación de servicios de agua existentes, la limpieza y el revestimiento con mortero de la tubería existente, pruebas hidráulicas y desinfección.

Rubro 05 Válvulas

Rubro 06 Hidrantes

Rubro 07 Empalmes

Las partidas agrupadas en estos rubros incluyen: el suministro e instalación de válvulas, hidrantes o accesorios de acuerdo a las exigencias del diseño, además de la excavación y el relleno compactado en los casos que sean requeridos.

Rubro 08 Conexiones domiciliarias

Las partidas de este rubro se dividen en dos; el reemplazo de toda la conexión domiciliaria desde la tubería de agua hasta la caja para medidor por tubería de PVC e incluyen todos los accesorios necesarios además de la excavación, refino, relleno y eliminación de desmonte; y las reposiciones de empalmes de conexión domiciliaria, que consideran el suministro e instalación del empalme.

**Rubro 13 Pavimentos**

Las partidas del rubro pavimentos incluyen la rotura, eliminación de desmonte y la reposición de los pavimentos.

**2.7.1.3 Alcantarillado**

**2.7.1.3.1 Partidas de contrato**

El sub-presupuesto de alcantarillado contiene los siguientes rubros:

**Rubro 09 Reemplazo e instalación de alcantarillados; método tradicional**

Las partidas agrupadas en este rubro incluyen las siguientes actividades: excavación a pulso en terreno normal hasta una profundidad de  $h \leq 1,50$  m. y  $1,50$  m.  $< h < 3,00$  m., la extracción de tubería existente y mantenimiento en operación de los servicios de alcantarillado existente en caso de reemplazo en el mismo alineamiento; refine y nivelación de zanja, relleno compactado, reemplazo de áreas verdes y acceso vehicular, eliminación de desmonte, el suministro y la instalación de tubería de PVC, las pruebas hidráulicas y escorrentía y la protección de redes existentes, conexiones domiciliarias de agua potable y desagüe, cables eléctricos y telefónicos.

Pertenecen también a este rubro las partidas para relleno de albañales y los trabajos de bombeo requeridos.

**Rubro 10 Reemplazo de Alcantarillados; Método Sin Zanja**

Las partidas agrupadas en este rubro incluyen las siguientes actividades: Las ventanas de acceso hasta una profundidad de  $h \leq 1,50$  m., y  $1,50$  m.  $< h < 3,00$  m, fragmentación de tubería existente (pipe bursting) y suministro e instalación de la tubería de polietileno.

Rubro 11 Buzones

Dentro de este rubro se encuentra todas las partidas requeridas según diseño para la construcción, reparación, demolición y clausura de buzones según sea necesario.

Rubro 12 Conexiones Domiciliarias de Alcantarillado

Las partidas de este rubro se dividen en dos: el reemplazo de toda la conexión domiciliaria desde el colector hasta la caja domiciliaria por tubería de PVC, e incluyen todos los accesorios necesarios además de la excavación, refine, relleno y eliminación de desmonte; y las reposiciones de empalmes de conexión domiciliaria, que consideran el suministro e instalación del empalme con todos sus accesorios

Rubro 13 Pavimentos

Las partidas del rubro pavimentos incluyen la rotura, eliminación de desmonte y la reposición de los pavimentos.

#### 2.7.1.4 Breve descripción del Sistema S10

El Sistema “S10” es el software elegido para el proceso del presupuesto de obra y análisis de precios unitarios del proyecto de rehabilitación y mejoramiento de las redes de distribución y recolección del Distrito de Breña.

El S10, es un sistema desarrollado exclusivamente para la industria de la construcción, y esta compuesto de 8 módulos:

1. PRESUPUESTOS
2. LOGISTICA
3. ALMACENES
4. CONTROL EQUIPO
5. PLANILLAS
6. PRODUCCION
7. VALORIZACIONES
8. UTILITARIOS

El módulo Presupuestos, utilizado para este proyecto, tiene todas las herramientas necesarias para la elaboración de presupuestos de cualquier especialidad. El manejo de presupuestos y partidas es mediante una biblioteca, en la que se puede almacenar partidas de diferentes procedencias, empresas, etc., según se requiera. Todas las bibliotecas responden a códigos, los que permiten un manejo ordenado de la base de datos. Maneja también bibliotecas para partidas combinadas, partidas estimadas y insumos partidas o subpartidas. Este paquete tiene la capacidad de combinar diferentes presupuestos, y exportar presupuestos, análisis de costos unitarios e insumos.

## **2.8. CRONOGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LA OBRA**

### **2.8.1 INTRODUCCION**

‘La planificación de las actividades en general, se elaboraron en base a una programación individual para cada uno de los componentes del proyecto, es decir

un programa para la ejecución de las obras en la Red de Agua Potable y otro programa para el de Alcantarillado, esto en razón de que en los tramos en los que coinciden ambas obras son puntuales.

Los procedimientos de programación se basan en el Método de la Ruta Crítica (CPM) y la técnica de evaluación y revisión del programa (PERT).

### **2.8.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

Para realizar la programación de los trabajos de reemplazo y rehabilitación de los componentes del sistema de agua potable, se tomará en cuenta:

- La sectorización del Distrito de Breña, definida por SEDAPAL (Ver Documento “Sectorización del Sistema Central de Distribución-Atarjea Centro” de la Asociación Binnie & Partners-Blasa)
- Reemplazos e incrementos en las tuberías primarias
- Reemplazos e incrementos en las tuberías secundarias
- Rehabilitación de las Tuberías de Fierro Fundido

A continuación se muestra una descripción de las tuberías primarias a ser reemplazadas e incrementadas por sectores:

a) **SECTOR 14 - RED PRIMARIA**

Los límites del Sector 14 son:

- Al norte, el Jirón Zorritos (entre la Av. Tingo María y la Av. Alfonso Ugarte).
- Al sur, la Av. Arica (entre la Av. Tingo María y el Jr. Aguarico), y la Av. Bolivia (entre el Jr. Aguarico y la Av. Alfonso Ugarte).
- Al este, la Av. Alfonso Ugarte (entre el Jr. Zorritos y la Av. Bolivia).
- Al oeste, la Av. Tingo María entre el Jr. Zorritos y la Av. Arica.

Presenta dos puntos de ingreso, uno principal y el otro auxiliar. El ingreso principal, se ubica en la intersección del Jr. Zorritos y el Jr. Chavín, nace a partir de la tubería de 900 mm (36") existente. El ingreso auxiliar se ubica, en la Av. Bolivia y la Av. Alfonso Ugarte, a partir de la tubería de 250 mm (10") de hormigón pretensado existente.

Las tuberías primarias a ser reemplazadas son:

- Tubería existente de 200 mm (8") de asbesto cemento Magnani, ubicada sobre el Jr. Zorritos (al norte del Distrito de Breña, entre la Av. Alfonso Ugarte y la Av. Tingo María), por tubería de 250 mm (10"), de polietileno.
- Tubería de 100 mm (4") de fierro fundido por tubería de 150 mm (6") de polietileno, en la Av. Alfonso Ugarte (entre el Jr. Carhuaz y el Jr. Recuay).

INFORME DE INGENIERIA

- Tubería de 4" de fierro dulce por una tubería de 150 mm (6") de polietileno, en la calle Chavín (entre el Jr. Zorritos y la calle Pomabamba) y Pomabamba (entre Chavín y Huaraz).
- Tubería de 4" de fierro dulce por tubería de 150 mm (6") de PVC, en la calle Huaraz (entre la calle Pomabamba y la Av. Venezuela).
- Tubería de 150 mm (6") de asbesto cemento Magnani, por una tubería de 200 mm (8") de polietileno, en la calle Jorge Chávez entre el Jr. Zorritos y la Pariacoto.
- Tubería de 200 mm (8") de PVC, en la calle Fulgencio Valdez entre el Jr. Zorritos y la calle Yungay.
- Tubería existente de 4" de fierro dulce, ubicado sobre la calle Fulgencio Valdez, entre la calle Pomobamba y el Jr. Carhuaz, por tubería de 200 mm (8") de polietileno.
- Tubería existente de 4" de fierro dulce, ubicado en el Jr. Carhuaz (entre la calle Fulgencio Valdez y Morona) y Morona (entre el Jr. Carhuaz y la Av. Venezuela), por tubería de 200 mm (8") de PVC.
- Tubería de 4" de fierro dulce por una tubería de 150 mm (6") de PVC, en el Jr. Carhuaz, entre la calle Fulgencio Valdez y la Av. Tingo María.
- Tubería de 100 mm (4") de fierro dulce por una tubería de 150 mm (6") de PVC, en el Jr. Aguarico (entre la Av. Venezuela y la Av. Bolivia)



**b) SECTOR 14 - RED SECUNDARIA**

En lo que se refiere a la red secundaria, el proyecto recomienda el reemplazo de la tubería de fierro dulce (que solamente se presenta en el diámetro de 4") por tubería de 4 pulgadas de PVC.

**c) SECTOR 15 - RED PRIMARIA**

Los límites del Sector 15 son:

- Al norte, la Av. Arica (entre la Av. Tingo María y el Jr. Aguarico), la Av. Bolivia (entre el Jr. Aguarico y la Av. Alfonso Ugarte).
- Al sur, la Av. Pedro Ruiz (Entre la Av. Brasil y el Jr. Aguarico)
- Al este, la Av. Brasil (Entre la Plaza Bolognesi y la Av. Pedro Ruiz)
- Al oeste, el Jr. Aguarico, Jr. Gral. Orbegoso, Av. Centenario y la Av. Tingo María.

El límite oeste del sector, representa también la línea de presión de 110 msnm.

Presenta dos puntos de ingreso, uno principal y el otro auxiliar. El ingreso principal, ubicado en la calle Juan Pablo Fernandini esquina Jr. Restauración, nace directamente de la tubería de 900 mm (36") de hormigón pretensado que llega por la calle Restauración. El ingreso secundario está ubicado en el Jr. Independencia, en la tubería de 250 mm (10") de concreto.

Los tramos de tubería a ser reemplazados son:

**INFORME DE INGENIERIA**

- Tubería de 250 mm (10") de concreto reforzado, ubicado en las calles Chávez, Olmedo, Huaraz e Independencia, por una tubería de 250 mm (10") de polietileno, y tubería de 150 mm (6") de polietileno.
- Tubería de 100 mm (4") de fierro fundido por tubería de 150 mm (6") de PVC, en la calle Centenario (entre las calles Gral. Varela y la Huaraz).

Los tramos de tubería a ser incrementados son:

- Tubería de 200 mm de PVC, en la Av. Perú, entre la calle Restauración y la Centenario. Nace de la tubería de 450 mm (18") de hormigón pretensado existente en la Av. Perú y (posterior a la cámara de válvulas, y de control de flujo de ingreso al Sector 15). Se conecta a la tubería de 150 mm (6"), existente, ubicado en la calle Centenario esquina calle Perú.

**d) SECTOR 15 - RED SECUNDARIA**

En este sector la tubería secundaria, a diferencia del Sector 14, es en su mayoría de 4 pulgadas de fierro fundido. De acuerdo a esto los trabajos que se realizarán son principalmente de rehabilitación de tuberías.

**e) SECTOR 16 - RED PRIMARIA**

Los límites del Sector 16 son los siguientes:

- Al norte, la Av. Centenario y el Jr. Gral. Orbegoso (entre la Av. Tingo María y el Jr. Aguarico).

- Al sur, la Av. Mariano Cornejo (Entre la Av. Tingo María y el Jr. Aguarico)
- Al este, el Jr. Aguarico (Entre las avenidas Gral. Orbegoso y Mariano Cornejo)
- Al oeste, la Av. Tingo María (Entre las avenidas Centenario y Mariano Cornejo)

Los límites al norte y al este del sector, representan también la línea de presión de 110 msnm.

Los tramos de tubería a instalarse son:

Tubería de ingreso al sector, que nace de la tubería de 300 mm (12") de fierro fundido existente, en la Av. Pedro Ruiz Gallo esq. calle Jorge Chávez, y se conectará la nueva tubería de 250 mm (10") que se describe en el párrafo siguiente.

- Tubería de 250 mm (10") de PVC, que nace de la tubería de 300 mm (12") de PVC, anteriormente descrita, en la calle P. Ruiz (entre el ovalo de la calle P. Ruiz y el Jr. Huancabamba).
- Tubería de 200 mm (8") de PVC, que nace de la tubería de 250 mm (10") de PVC, anteriormente descrita, en la calle Jr. Huancabamba (entre la calle P. Ruiz y el Jr. Gral. Orbegoso). Este tramo de tubería se tiende paralela a la tubería de 4" existente de asbesto cemento maza.
- Tubería de 4" de fierro dulce por tubería de 200 mm (8") de polietileno sobre la calle García Robledo y Jr. Huancabamba (Entre

INFORME DE INGENIERIA

las calles Napo y Gral. Orbegoso). Esta tubería nace de la anteriormente descrita y se conecta a una nueva tubería de 150 mm (6") en la calle García Robledo esquina Napo.

- Nuevo tramo de tubería de 150 mm (6") de PVC en la calle Alto de la Luna (entre Pucallpa y Jr. Lastenia L. de Lloná), esta tubería va paralela a la tubería existente de 4" de asbesto cemento maza.
- Nuevo tramo de tubería de 6" de PVC, en el Jr. Lastenia L. de Lloná entre las calles Pedro D'onofrio y Castrovirreyna. Este tramo de tubería inicialmente se conecta a la tubería de 6" de asbesto cemento maza, que existe en la calle Pedro D'onofrio esq. Lastenia L. de Lloná, también se conecta a la nueva tubería de 6", en la calle Alto de la Luna, y finalmente se conecta a una nueva tubería de 6" en el Jr. Lastenia L. de Lloná esq. Castrovirreyna.
- Tubería de 100 mm (4") de fierro dulce por tubería de 6" de polietileno en las calles Napo y Castrovirreyna. Este tramo nace a partir de la tubería de 6" de PVC, descrita en el párrafo anterior, se conecta a la nueva tubería de 200 mm (8") de polietileno en la calle García Robledo esquina Napo, finalmente se conecta a la tubería existente de 6" de fierro fundido en la calle Napo esquina Centenario.

**f) SECTOR 16 - RED SECUNDARIA**

En lo que respecta a la tubería secundaria en este sector se rehabilitarán las tuberías de fierro fundido.

### 2.8.2.1 RESUMEN DE METODOS DE CONSTRUCCIÓN

#### a) Métodos no tradicionales

Los métodos de construcción sin zanja se pueden clasificar como técnicas de rehabilitación sin zanja para tuberías existentes o técnicas de instalación sin zanja para tuberías nuevas.

De la gran cantidad de métodos, se analizaron aquellos que son más aplicables a los problemas del Distrito de Breña. Se seleccionaron los métodos y materiales en base a el tipo de trabajo necesario en el proyecto. Estos son los siguientes:

- Limpieza y revestimiento interior con mortero de cemento de tuberías de agua.
- Construcción sin zanja de tuberías nuevas, reemplazando las existentes, bien sean de agua potable o alcantarillado, utilizando la fragmentación de tubería (Pipe bursting ).

#### a.1) Limpieza y revestimiento interior con mortero de cemento de tuberías de distribución de agua potable

La rehabilitación requerida es la remoción de la incrustación y otros componentes corrosivos del interior de la tubería, seguido por el revestimiento interno con mortero de cemento, para prevenir una corrosión futura. Este revestimiento también es necesario para aquellas tuberías que necesiten mejorar el coeficiente "C", según los análisis de rendimiento hidráulico.

Los procedimientos propuestos de limpieza y revestimiento interno de las tuberías del sistema de distribución de agua potable son los siguientes:

- Preparación de tuberías. Incluye remoción de algunos accesorios y acoplamientos, y la limpieza interna. La limpieza interna de la tubería se logra normalmente con equipos mecánicos.
- Rehabilitación interna de tuberías por medio de revestimiento a base de mortero de cemento. Este revestimiento permitirá proteger el interior de la tubería contra la corrosión, mejorando la calidad de agua entregada. La sola limpieza de las tuberías de fierro fundido no asegura que se logre estos dos objetivos de rehabilitación debido a que su pared interna desprotegida podría corroerse mas fácilmente.
- Las conexiones domiciliarias existentes pueden limpiarse por medio de introducción de aire comprimido. Este aire comprimido limpiará el mortero que se acumula entre la tubería rehabilitada y la conexión domiciliaria durante el proceso de revestimiento de la acometida.

#### **a.2) Fragmentación de Tuberías (Pipe Bursting)**

El reemplazo de tuberías existentes por tuberías nuevas del mismo o mayor tamaño, por razones de sus condiciones estructurales y de capacidad hidráulica inadecuada, se podrá realizar utilizando el método de fragmentación de tuberías (Pipe bursting). Las

conexiones domiciliarias serían reinstaladas por medio de excavación del sitio de conexión e instalación de acoples flexibles.

**b) Métodos tradicionales**

Las partidas referentes a los métodos de construcción tradicional fueron procesados utilizando el programa computarizado "S10". Este programa ha sido desarrollado exclusivamente para la industria de construcción y está compuesto de 8 módulos. El módulo 6 denominado PRODUCCION presentan opciones para la programación de tareas, discretización de la programación por fases, evaluación y control del programa.

**2.8.3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS DEL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO**

Como resultado de la modelación del sistema de alcantarillado existente de Breña, se determinaron el comportamiento hidráulico, las deficiencias y sobrecargas del mismo. Para resolver los problemas de insuficiencia de la capacidad hidráulica es necesario ejecutar las siguientes obras:

- Reemplazar los alcantarillados con problemas hidráulicos por tuberías de mayor sección.
- Realizar cambios en la configuración del trazado de las redes y eliminación de buzones con salidas múltiples.
- Mejorar la pendiente del alcantarillado sobrecargado, afectando o no la pendiente de los alcantarillados aguas arriba y aguas abajo.
- Instalación de tuberías en paralelo.

### 2.8.3.1 RESUMEN DE METODOS DE CONSTRUCCION

#### a) Métodos no tradicionales

El reemplazo de tuberías existentes por tuberías nuevas del mismo o mayor tamaño, por razones de sus condiciones estructurales y de capacidad hidráulica inadecuada, se podrá realizar utilizando los métodos de fragmentación de tuberías (Pipe bursting).

#### b) Métodos tradicionales

Al igual que en el Sistema de Agua Potable las partidas referentes a los métodos de construcción tradicional fueron procesados utilizando el programa computarizado "S10". Este programa ha sido desarrollado exclusivamente para la industria de construcción y está compuesto de 8 módulos. El módulo 6 denominado PRODUCCION presentan opciones para la programación de tareas, discretización de la programación por fases, evaluación y control del programa.

### 2.8.4 OTROS SERVICIOS EXISTENTES

Durante la etapa de construcción, el contratista puede encontrar instalaciones de servicios públicos y privados que obstaculicen el desarrollo del trabajo y que, por tanto sea necesario removerlas, o protegerlas adecuadamente durante la construcción, por lo que en la elaboración de las partidas se creó las partidas denominadas Protección de Ductos Telefónicos, Protección de Redes Eléctricas de Alta, Media y Baja Tensión.



#### **2.8.4.1 Red Telefónica**

La información fue obtenida en la empresa Telefónica del Perú; en la misma se puede apreciar la red telefónica existente, además de la ubicación de las cámaras, armarios y toda la postería instaladas. Como información adicional se tiene que las cámaras tienen dimensiones promedio de 2.70 m de largo, 1.80 m de ancho y 1.30 m de profundidad, los postes están instalados con su base a una profundidad de 1.5 m.

La red telefónica en el distrito está instalada aproximadamente en un 60% de jirones, calles y avenidas de Breña, lo cual hace que el contratista debe tomar las previsiones del caso para la protección de esta red, para lo cual la empresa telefónica recomienda se le comunique con 15 días de anticipación del inicio de las obras, con el fin de deslindar responsabilidades en caso de daños a la red.

La empresa ENTEL Perú tiene instalada redes de fibra óptica de alta velocidad de transmisión en la Avenida Venezuela y Jirón Zorritos. Por estas características el contratista deberá poner mayor cuidado con estas instalaciones.

#### **2.8.4.2 Red Eléctrica**

La empresa EDELNOR, es la entidad encargada del suministro de energía eléctrica del Distrito Breña, de la cual se recabó información referente a las instalaciones eléctricas existentes en el distrito.

Las redes instaladas son las de baja y media tensión. La red de baja tensión (220 V) está ubicada en la zona de vereda a una profundidad de 0.6 m, la de media tensión (10kV), también en zona de vereda y a una profundidad de 1.0 m y en los cruces de calzadas están instaladas en ductos de concreto a 1.0 m de profundidad.

EDELNOR, dentro de la información solicitada, cita el Artículo 98, Título VI de la Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. 25844), la cual señala que de ser afectadas las redes eléctricas a consecuencia de los trabajos a realizarse, los costos de reparación y/o traslado de las mismas estarán a cargo del contratista.

La red eléctrica en el distrito está instalada aproximadamente en un 90 % de jirones, calles y avenidas de Breña, lo cual hace que el contratista deba tomar las previsiones del caso para la protección de esta red.

### **2.8.5 ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR**

La carencia de información referida al volumen de tráfico en jirones, calles y avenidas del Distrito Breña, motivaron la realización del estudio de tráfico en puntos identificados y seleccionados.

Las características del estudio, están basadas en el “Estudio de tráfico del Corredor Vial Av. Venezuela” realizado por la Ing. Marina Sosa de Arce para el Instituto Metropolitano de Planificación en el año 1993. Por las características de este estudio se pudo observar e identificar las horas punta del tráfico vehicular, en virtud de que el conteo fue realizado durante 24 horas, en dos días consecutivos en 11 estaciones de conteo. Además se llevó a cabo la clasificación vehicular, las encuestas de Origen Destino, la observación del Movimiento Peatonal, la observación de la Demanda de Pasajeros, y la observación de Embarque y Desembarque de Pasajeros.

Con esta información y luego de determinar las horas punta del tráfico vehicular, se elaboró un programa de trabajo, para efectuar los conteos y clasificación este consistió en la selección de un día promedio de la semana (Martes 7 de Mayo de 1996), en horas punta de la mañana (7:00 a 9:00) y en horas punta de la tarde (18:00 a 20:00).

Luego de la obtención de la información de campo se procedió a la evaluación y procesamiento de los datos.

El objetivo principal de este estudio es el tener un flujograma de volúmenes de tráfico y así poder definir rutas alternativas para el flujo vehicular en la etapa de construcción, con el objetivo primordial de evitar en lo posible los perjuicios tanto al tránsito de vehículos, como también al peatonal en el sitio de obra y áreas circundantes a ésta.

Otro objetivo del citado estudio es el de posibilitar la evaluación de los costos sociales que son aquellos perjuicios que se ocasionan a terceros con la construcción de las obras de agua potable y alcantarillado.

#### **2.8.6 PROGRAMAS VIALES DE LA MUNICIPALIDAD DE BREÑA**

A efectos de realizar una programación real de las tareas de construcción, éstas deberán ser coordinadas con todas las entidades encargadas o involucradas con el desarrollo urbano del Distrito Breña.

Para realizar la presente programación se efectuaron visitas a las diferentes instituciones como son la empresa Telefónica del Perú (División de Proyectos), Empresa de Electricidad EDELNOR (Area Proyectos y Obras), Municipalidad Distrital de Breña (Dirección de Desarrollo Urbano) y Dirección General de Tránsito (Dirección de Señalización).

En la Dirección de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de Breña, División de Proyectos, se entablaron conversaciones con el personal director de esta institución, los que manifestaron que en la actualidad no existen planes específicos de mantenimiento, rehabilitación u otro tipo de trabajos viales a mediano o largo plazo. A corto plazo se tiene proyectado el mejoramiento vial de 2 o 3 cuadras de la Avenida Venezuela, que están próximas a la Avenida Alfonso

Ugarte. Este tipo de proyectos deberán ser coordinados con los trabajos a realizarse, para no interferir o entorpecer los trabajos a realizarse en esta misma vía.

## **2.8.7 DEFINICION DE ACTIVIDADES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO**

### **2.8.7.1 Red de agua potable**

Para la programación de obras en el Sistema de Agua Potable es primordial la definición de prioridades, determinación de áreas, tramos y sectores para la ejecución de obras, además de existir condiciones y especificaciones técnicas en las metodologías de construcción.

Como se señaló en el acápite de Alcance de Trabajos, es necesario identificar los sectores de la red de Agua Potable del Distrito de Breña definidos por SEDAPAL, en la “Sectorización del Sistema Central de Distribución Atarjea Centro” (Sectores 14, 15, y 16). Como segunda actividad es la de identificar los tramos que pertenecen a la Red Primaria y Red Secundaria incluidos los Accesorios y Válvulas.

### **2.8.7.2 Alcantarillado**

La programación de trabajos de la Red de Alcantarillado, está realizada en base a la sectorización y definición de áreas que como secuencia de ejecución será siempre de la de aguas abajo hacia aguas arriba para minimizar las molestias al usuario, tránsito vehicular, tránsito peatonal y principalmente cuidar la integridad de la red de alcantarillado afectado en el área de influencia de los trabajos.

## **2.8.8 PROGRAMACION DE OBRAS DE ACUERDO A ACTIVIDADES**

### **2.8.8.1 AGUA POTABLE**

Para la ejecución de los trabajos a realizar en el Sistema de Agua Potable, se procedió a la determinación de prioridades funcionales propias de la red. Ejemplo de lo anterior fue la imperiosa necesidad de reemplazar la red secundaria, perteneciente al Sector 14 que presenta principalmente tubería de 4 pulgadas de fierro dulce en muy malas condiciones, determinándose que el diámetro y material óptimo para su reemplazo es el de 4 pulgadas de PVC que será realizado en la actividad denominada como ACTIVIDAD 1, a ejecutarse por el método tradicional. Con este mismo criterio se determinaron las prioridades de las obras para la realización de el Cronograma General de Obras de la Red de Agua Potable, que muestra en su integridad la descripción detallada de los tiempos de ejecución de cada uno de los sectores, tramos y los métodos con los cuales serán realizados los trabajos de instalación y rehabilitación de la red.

#### **2.8.8.1.1 CRONOGRAMA UNITARIO Y GENERAL DE OBRAS**

Para la determinación de los tiempos de duración de los distintos trabajos a realizar, se hicieron análisis de los rendimientos determinados en los precios unitarios obtenidos para todas las partidas incluidas en el Análisis de Precios Unitarios del "S10", de los cuales se obtuvieron los tiempos de duración para cada partida incluida en un Cronograma Unitario. Este cronograma elaborado en base a un listado de actividades con una secuencia lógica de ejecución de la obra, permitió obtener un tiempo de duración real para una longitud unitaria de 100 metros de instalación, reemplazo o rehabilitación de tuberías, ya sea esta realizada por métodos tradicionales (con zanja), o métodos no tradicionales sin zanja (Pipe Bursting).

El cronograma general de obras fue realizado en base a los cronogramas unitarios antes mencionados. El listado de la secuencia lógica para la ejecución de las obras de la red de agua potable se basa en la determinación de sectores y fases de trabajo antes mencionados.

#### 2.8.8.2 ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado que necesita rehabilitación o algún cambio en su configuración para el mejoramiento del sistema, tiene una longitud aproximada de 10 km, de los cuales alrededor de los 6 km. serán construidos por métodos tradicionales (con zanja) y el restante de su longitud, por el método de fragmentación de tuberías (Pipe Bursting).

Los colectores primarios y algunos colectores secundarios serán construidos por métodos tradicionales.

Aproximadamente 4 km. de colectores secundarios de diámetros 200, 250 y 300 mm, serán rehabilitados por el método de fragmentación de tuberías (Pipe Bursting).

De acuerdo al Estudio Específico No. 6 realizado, los alcantarillados con problemas estructurales (con grados 3, 4 y 5) e hidráulicos, que deben ser rehabilitados serán agrupados y zonificados, para los fines perseguidos de este informe.

En cada zona, se programarán fases de construcción de acuerdo a la prioridad que tenga. La prioridad de cada fase, esta relacionada directamente al comportamiento hidráulico y al estudio estructural realizado a las tuberías.

La denominación de los colectores que deben ser rehabilitados, obedece a la denominación asignada en los planos de plantas y perfiles del diseño final del sistema de alcantarillado.

Debido a la prioridad e importancia de los colectores primarios sobre los secundarios, estos deberán ser construidos antes que los secundarios, obedeciendo la dirección de flujo de aguas abajo hacia aguas arriba. A continuación se hará una descripción de los trabajos a realizarse en los colectores de acuerdo a la zona a la que pertenecen. (Ver Plano N° 7).

### ZONA A

En esta zona se encuentran los colectores primarios y secundarios que pertenecen al área tributaria de Arica, Carhuaz y España. De acuerdo a su configuración, el colector de Arica es el colector receptor de los colectores de España y el colector Carhuaz.

El colector Arica, se encuentra ubicado sobre la Av. Arica, entre la Plaza Bolognesi y el Jr. Chamaya. Este colector es un albañal en sus primeros 1,500 m de longitud, continuado por una tubería de 600 mm ubicado sobre el Jr. Chamaya entre la Av. Arica y Centenario y sus últimos tramos ubicados sobre el Jr. Centenario son de 700 mm.

Los cambios propuestos a este colector consiste en la construcción de una tubería en paralelo a la ubicación actual del albañal. La tubería que reemplazará al albañal tiene diámetros desde 300 mm hasta 600 mm. Las tuberías existentes con problemas estructurales y/o problemas hidráulicos de 600 y 700 mm, serán reemplazados por tuberías de 675 y 750 mm, respectivamente.

El colector de España, es una albañal de sección variable de 678 m de longitud, el cual será reemplazado por una tubería en paralelo al albañal. La tubería proyectada tiene diámetros de 450 y 600 mm cuando va ha conectarse con el colector Arica.

El colector de Carhuaz, desde la Av. Alfonso Ugarte hasta el Jr. Aguarico, es una albañal de sección variable y de 870 m de longitud. De acuerdo al diseño hidráulico de este colector, se propone reemplazar el albañal por dos tuberías en paralelo a este. Una de las tuberías (CPC), tiene por objeto transportar el aporte externo del distrito de Cercado de Lima al Distrito de Breña y la otra tubería (CNC), tiene por objeto transportar el aporte local del distrito de Breña. La tubería denominada CPC, se conecta al colector de Arica y tiene diámetros desde 300 a 350 mm. La tubería denominada CNC, se conecta al colector C3, para posteriormente conectarse directamente al canal de Maranga-Magdalena y tiene diámetros de 200 y 250 mm.

Cada uno de estos colectores primarios tiene algunos colectores secundarios que deben ser reemplazados según diseño y que se los enumera en la priorización de trabajos de construcción de esta zona.

El ordenamiento de los trabajos de construcción se realizará como se muestra en el cronograma general.

Se tendrá como prioridad, la solución planteada para el albañal Carhuaz, el colector Arica y posteriormente el colector España.

## **ZONA B**

En esta zona se encuentra el área tributaria del colector primario de Tingo María (T1), único colector primario que debe ser reemplazado por una



tubería de 200 a 300 mm. En esta zona también se encuentra el colector secundario (ST1).

### ZONA C

En esta zona se encuentran los colectores que pertenecen al área tributaria del colector Tingo María (TM). Para empezar con los trabajos de construcción, deberá eliminarse el buzón de bifurcación CTC28, ubicado en la Av. Tingo María y Arica, para posteriormente empezar con la construcción de los colectores primarios de TM2 y TM1. Continuando con la construcción de los colectores secundarios denominados STM, como se muestra en el cronograma general.

### ZONA D

En esta zona se encuentran los colectores que pertenecen al área tributaria del Colector Proveedores Unidos. Los trabajos de mejoramiento y de rehabilitación de estos colectores, al igual que en las anteriores zonas, empezarán con el cambio de tubería que requiere el colector primario de Proveedores Unidos (P) y posteriormente los colectores secundarios (SP). El ordenamiento de los trabajos, según la prioridad indicada se muestra en el cronograma general de obras.

#### 2.8.8.2.1 CRONOGRAMA UNITARIO Y GENERAL DE OBRAS

Para la determinación de los tiempos de duración de los distintos trabajos a realizar, se hicieron análisis de los rendimientos determinados en los precios unitarios obtenidos para todas las partidas incluidas en el Análisis de Precios Unitarios del "S10", de los cuales se obtuvieron los tiempos de duración para cada partida incluida en un Cronograma Unitario. Este cronograma elaborado en base a un listado de actividades con una secuencia lógica de ejecución de la obra,

permitió obtener un tiempo de duración real para una longitud unitaria de 100 metros de instalación, reemplazo o rehabilitación de tuberías, ya sea esta realizada por métodos tradicionales (con zanja), o métodos no tradicionales sin zanja de fragmentación de tuberías.

El cronograma general de obras fue realizado en base a los cronogramas unitarios antes mencionados. El listado de la secuencia lógica para la ejecución de las obras de la red de alcantarillado se basa en la determinación de Zonas y fases de trabajo antes mencionados.

### **3. OBRAS**

#### **METODO TRADICIONAL**

A continuación se procederá a describir todos los pasos seguidos para la instalación de tuberías de distribución y recolección en las obras de la “Rehabilitación de las Redes de Distribución y Recolección del Distrito de Breña”.

#### **3.1 TRAZOS Y REPLANTEOS**

##### **3.1.1 Generalidades**

Consistió en ejecutar todo el trabajo de acuerdo con los trazos y gradientes indicados en los planos del proyecto.

##### **3.1.2 Levantamiento Topográfico**

Se realizaron todos los levantamientos topográficos, planos de disposición, y trabajos de medición adicionales necesarios.

### 3.1.3 Nivel de Referencia

Todas las elevaciones indicadas o especificadas se refieren al Datum Provisional Sud-Americano 1956, mantenida por el Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.). Todas las elevaciones indicadas o especificadas se refieren al nivel medio del mar y están expresadas en metros. El proyecto se basó en estas consideraciones.

### 3.1.4 Protección de la Información de Levantamiento Topográfico

Para la realización de este trabajo se procedió a identificar y conservar todas los puntos, estacas, marcas de gradientes, esquinas conocidas de los predios, monumentos y Bench Marks, hechos o establecidos en el proyecto, restableciendo algunos que fueron removidos.

## 3.2. PLANOS DE DETALLE

Se desarrollaron a partir de los planos de la obra y del trazo y replanteo en campo, que debían ser presentados y aprobados antes del inicio de las obras en algún tramo en cada uno de los frentes de trabajo y a solicitud de la Supervisión. Los documentos principales que constan los planos de detalle son:

- Memoria descriptiva.
- Planos del trazo y replanteo.
- Empalmes o estructuras especiales.

Metrados

- Programación.

- Estudio de tráfico.
- Ensayos de suelos.
- Permisos, etc.

### 3.3. REMOCIÓN DE PAVIMENTO EXISTENTE

Consistió en el corte del pavimento existente en líneas ordenadas y sobre el trazo y replanteo aprobado por la Supervisión, para su posterior rotura. Los fragmentos del pavimento serán removidos y eliminados antes de la excavación. Los cortes en el concreto se harán con una cortadora de pavimento una profundidad mínima de 5 cm.

### 3.4. EXCAVACIÓN EN TIERRA Y ROCA

#### 3.4.1. Generalidades

Este subcapítulo incluye los requisitos para llevar a cabo excavaciones a tajo abierto, de acuerdo al ancho y profundidades requeridas para la instalación de tuberías, y son aplicables a los métodos tradicionales (con zanja) y sin zanja.

#### 3.4.2. Definiciones

Tierra: Por el término "Tierra" se entiende todos aquellos materiales que no se requieren pulverizar, acuñar o palanquear, para poder ser retirados de su lecho original y que tengan una baja fuerza compresiva en su estado original.

Roca: Por el término "Roca" se entiende todos aquellos materiales que se requieren pulverizar, acuñar o palanquear, para poder ser retirados de su lecho original y que tengan una alta fuerza compresiva en su estado natural.

### **3.4.3. Condiciones del Lugar**

Se ubicaron e identificaron todas las instalaciones subterráneas (red de agua potable, red de alcantarillado, red de energía eléctrica de baja y media tensión, y red de teléfono) previo al inicio del Trabajo. Además, se realizaron otras investigaciones para determinar la calidad y cantidad de la tierra y roca, así como los métodos que se utilizaron para la excavación de dichos materiales.

### **3.4.4. Ejecución**

Se removieron las obstrucciones de los lugares de excavación a tajo abierto, previo al inicio de la excavación. Se cortaron los taludes a un ángulo de reposo, para evitar los derrumbes o deslizamientos.

### **3.4.5. Excavación de Zanjas**

Fueron protegidos y apuntalados adecuadamente todos los árboles, arbustos, postes y estructuras diversas, considerando que el ancho de las zanjas debía ser el mínimo necesario para que los trabajadores coloquen y unan la tubería y rellenen la zanja, apropiadamente.

Se preservaron todos los árboles y arbustos grandes, procurando en la medida de la posible que el daño a las raíces sea mínimo.

Se excavaron las zanjas a una profundidad mínima de 15 cm por debajo de la parte inferior de la tubería, para que el material para lecho pueda ser colocado en la parte inferior de la zanja, de tal forma que permita proporcionar un soporte firme y continuo para los cuerpos y campanas de las tuberías.

Se utilizó un apisonador mecánico para compactar la parte inferior de la excavación de la zanja, y para detectar cualquier superficie compresible antes de

colocar el lecho de la tubería. En ocasiones se encontró material inestable al nivel de la parte inferior de la excavación de la zanja, el cual fue excavado. Asimismo, luego de retirar el material inestable, se estabilizó la parte inferior de la zanja, con material de relleno selecto o una capa de piedra triturada o grava o concreto  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ , para proporcionar un soporte firme para la tubería, compactando adecuadamente los materiales de relleno para evitar su asentamiento posterior.

#### **3.4.6. Excavación de Túneles Cortos**

En algunos casos se encontraron árboles, arbustos, instalaciones subterráneas, veredas y otro tipo de obstrucciones cuya proximidad a la zanja impedían la excavación a zanja abierta. Para proteger dichas obstrucciones de cualquier daño, se excavaron túneles cortos a mano, con barreta u otro método con un diámetro aproximado de 15 cm. mayor que el diámetro de la campana de tubería.

#### **3.4.7. Excavación Terminada**

Se tuvo cuidado de proporcionar una superficie razonablemente llana para todas las excavaciones, compactada uniformemente y libre de cambios de superficies irregulares utilizando un apisonador mecánico.

#### **3.4.8. Protección**

Fueron protegidas las áreas recién niveladas del tráfico y de la erosión, y se realizaron los trabajos cumpliendo con todos los requerimientos de las regulaciones existentes de protección ambiental.

#### **3.4.9. Almacenamiento y Eliminación de Desmonte**

Se almacenaron en montículos el suelo apropiado para la nivelación final y el material excavado apropiado para el relleno de zanjas, en lugares separados y en

ubicaciones aprobadas, a una distancia no menor de 60 cm del borde de cualquier excavación, para prevenir su caída o deslizamiento dentro de la misma y para evitar el colapso de sus paredes.

El desmonte y material excavado sobrante no apropiado para el relleno de zanjas, fue transportado a una ubicación de desecho autorizada fuera del área del frente o lugar de trabajo.

#### **3.4.10. Remoción de Agua**

Durante todo el período de excavación se proporcionaron los medios y equipos apropiados para el retiro y eliminación inmediata de agua que ingresaba a cualquier excavación, o parte del frente de trabajo.

La eliminación del agua bombeada o drenada del sitio del Trabajo se hizo de manera segura y apropiada, sin causar daño alguno a propiedades, o calles adyacentes, u otras construcciones, proporcionando para ello protección adecuada a las calles donde se descargaba el agua, y protegiendo la superficie de la calle en el punto de descarga.

La descarga de agua dentro de los alcantarillados o de canales de irrigación se hacía previa separación por sedimentación de material grueso.

### **3.5. RELLENO DE ZANJAS**

#### **3.5.1. Generalidades**

Este subcapítulo incluye el relleno de toda excavación al nivel en que se encontraba el terreno originalmente, o al nivel indicado en los planos. En caso de áreas que fueron cubiertas por tierra vegetal, se dejó el relleno a 30 cm. por debajo

del nivel final. Antes de proceder a rellenar, se retiró del material de relleno todo desperdicio o resto orgánico que podía descomponerse o comprimirse.

Asimismo, se retiraron todas las tablas de madera y los puntales del espacio excavado antes de rellenar.

El equipo de construcción utilizado para el relleno, no se movilizaba por encima de las estructuras de concreto vaciado en sitio, hasta que se obtenga las resistencias especificadas de concreto, según se verificaba en las pruebas de concreto con cilindros.

### 3.5.2. Material para Relleno de Zanjas

El relleno se hizo con materiales en buen estado, libre de desperdicios, materia orgánica u otros materiales inadecuados que podían descomponerse o comprimirse.

### 3.5.3. Relleno Selecto

Para relleno selecto se utilizó grava, piedra triturada, piedra caliza tamizada, y otros materiales granulares de rápida y completa compactado hasta un 95% de la densidad seca máxima obtenible, y comprendido entre los siguientes límites:

<b>Estándar Americano Tamiz</b>	<b>Porcentaje por Peso que pasa por el Tamiz</b>
2 pulgadas	100
1 - ½ pulgadas	90-100
1 pulgada	75-95
1/2 pulgada	45-70
No. 4	25-50
No. 10	15 - 40
No. 200	5-15



Materiales como arena muy fina, arena y grava uniforme, u otros que al mojarse y bajo presión tengan tendencia a fluir, resultan materiales inaceptables como materiales de relleno selecto.

#### 3.5.4. Relleno de Tipo Común

Materiales adecuados provenientes de las mismas excavaciones fueron utilizados como relleno de tipo común, cuando podían compactarse fácilmente hasta un 95% de la densidad seca máxima obtenible.

También se utilizó como material de relleno común el de tipo granular del lugar de la Obra, con un tamaño entre los límites siguientes:

Estándar Americano	Porcentaje en peso
Tamiz	que pasa por el Tamiz
3 pulgadas	100
No. 10	50-100
No. 60	20-90
No. 200	0-20

También se utilizó material cohesivo del lugar de la Obra como relleno de tipo común.

#### 3.5.5. Lecho para el Tendido de Tuberías

Para tuberías de 460 mm (18" <= ) o menos de diámetro, se utilizó como lecho de tubería, material el cual el 90% queda retenido en un tamiz No. 8, y el 100% en un tamiz de ½ pulgada.

Para tuberías de más de 460 mm (>18") de diámetro, se utilizó el mismo tamaño de material para el lecho de tuberías pequeñas, o un material similar del cual el 90% queda retenido por un Tamiz No. 8 y el 100% en un tamiz de 1 pulgada.

El espesor del lecho para la instalación de la tubería es de 15 cm de relleno de tipo selecto compactado.

### **3.5.6. Relleno de Lecho Inicial para Tuberías (Relleno Selecto)**

Se colocó el relleno de tipo selecto a mano para el relleno inicial de la tubería, desde la parte superior del lecho, hasta 30 cm. por encima de la parte superior de la tubería, en capas sueltas y uniformes con no más de 15 cm. de espesor. Se apisonó debajo y por los lados la tubería el material de relleno tipo selecto con herramientas mecánicas o neumáticas adecuadas hasta no menos del 95% de la densidad seca máxima obtenible.

No se colocaron fragmentos de piedras grandes para el lecho de la tubería o para su relleno, a una distancia menor que 60 cm. de cualquier punto de la tubería.

### **3.5.7. Colocación del Lecho y el Relleno para Tuberías en Túneles Cortos**

Se utilizaron lechos de relleno selecto o concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  para tuberías en túneles cortos, relleno completamente el espacio anular entre la parte externa de la pared de la tubería y la pared del túnel, con material de relleno selecto, material adecuado excavado en la obra, o concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ , dando un soporte apropiado a las tuberías en los túneles cortos a fin de permitir la colocación de un relleno, apisonado adecuadamente en su lugar.

### **Relleno de Zanjas (Relleno Común)**

Se rellenaron las zanjas desde 30 cm. por encima de la parte superior de la tubería, hasta el estrato más bajo de la base del pavimento, o en caso de remplazo de jardín, hasta la parte superior de la superficie del suelo existente o hasta otros niveles indicados o requeridos.

El relleno en las zanjas se colocó en capas sueltas y uniformes de no más de 15 cm. de espesor, que fueron compactadas en el sitio utilizando equipo mecánico y neumático.

Los bloques grandes de material se trituraron y las piedras y los pedazos de piedras trituradas o chancadas fueron distribuidos, moviendo las que no puedan romperse dentro de toda la masa, de modo tal que los intersticios o espacios vacíos estuvieran completamente rellenos con material fino.

#### **3.5.9. Relleno de Estructuras**

Se utilizó el relleno de tipo selecto como medio de protección de todas las estructuras, tuberías existentes de agua y desagüe, conexiones de agua y desagüe, ductos, para conducir cables eléctricos y telefónicos y fundaciones estructurales que se encontraron en la excavación.

#### **3.5.10. Equipo para Compactación**

Se llevó a cabo toda la compactación con equipos y métodos adecuados. La compactación de arcilla y otros materiales cohesivos se hizo con compactadoras tipo canguro. Se utilizaron apisonadores neumáticos manuales en donde era necesario, para compactar el material de relleno.

La compactación de los suelos con baja cohesividad se hizo con compactadoras del tipo de rodillos neumáticos con llantas, o con grandes equipos vibradores. Se utilizó un equipo vibrador pequeño, en otros lugares, para compactar el material de relleno sin cohesividad.

No se utilizó el equipo de compactación pesado sobre tuberías u otras estructuras, a menos que el relleno fuera lo suficientemente profundo para distribuir adecuadamente la carga.

#### **3.5.11. Nivelación Final**

La nivelación final se hizo de acuerdo con las elevaciones y gradientes indicados, y considerando las superficies naturales del suelo existente.

Los niveles finales a elevaciones se ubicaron dentro de un rango de más o menos 3 cm., con respecto a la elevación o a los perfiles indicados.

#### **3.5.12. Responsabilidad por Asentamiento Posterior**

Corregir cualquier depresión que se pueda producir en las áreas rellenas. Proporcionar según se requiera, el material de relleno, el reemplazo de la base del pavimento, pavimento, veredas, reparación o reemplazo de veredas y accesos vehiculares y reemplazo de jardines; realizando el trabajo necesario de reacondicionamiento y restauración para llevar tales áreas a su nivel apropiado.

Todos los rellenos fueron sometidos a pruebas de compactación en laboratorio de acuerdo a las especificaciones estándar.

Se corrigieron algunas áreas compactadas con depresiones, como consecuencia del asentamiento, y que eran satisfactorias, removiendo o reemplazando, aireando,

dando escariamiento o rociando, según era necesario para renivelar y recompactar de nuevo, antes de colocar nuevas capas de relleno.

### **3.6. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS**

#### **3.6.1. Generalidades**

Este subcapítulo incluye la instalación y unión de todas las tuberías, lo cual comprende los siguientes aspectos:

- Suministrar materiales de tuberías, revestimientos y recubrimientos tal como se han especificado y los tipos de tubería en los tamaños y clases indicadas o especificadas.
- Utilizar herramientas adecuadas y apropiadas así como los equipos para hacer el corte, manejo y tendido de tubería y sus acoplamientos, en forma conveniente y segura.
- Utilizar accesorios y conexiones apropiadas donde los cambios de pendiente o alineación requieren cambios mayores de aquellos que han sido recomendados y aprobados.
- Tender todas las tuberías subterráneas no apoyadas en pilotes o cuneta de concreto, en un material de relleno selecto.
- Cerrar todas las líneas con tapones cuando no se estén colocando tuberías.

### 3.6.2. Suministro, Almacenamiento y Manipuleo

Se suministraron, almacenaron y manipularon todos los productos y materiales, tomando toda precaución para evitar cualquier daño a la tubería durante su transporte y su entrega hasta el lugar de la obra, teniendo extremo cuidado al cargar y descargar las tuberías y sus accesorios, y utilizando un estrobo apropiado alrededor de las tuberías para su manipuleo con grúa.

Se almacenaron las tuberías sobre un piso nivelado, colocando cuñas o estacas para bloquearlas de modo que no rueden, y se colocaron las tuberías al lado de la zanja en el lado opuesto de donde se ha puesto el material excavado a fin de protegerla del tráfico o equipo pesado.

Se almacenaron las empaquetaduras para juntas de tubería, en un lugar fresco y para protegerlas de la luz, luz solar, calor, aceite o grasa hasta que fueran instaladas.

### 3.6.3. Condiciones del Campo

Se volvieron a tender en material compactado seleccionado, los alcantarillados que cruzaban la tubería nueva, o cruzaban por debajo de la tubería con menos de 30 cm. de separación vertical. Se compactó el lecho a las densidades requeridas para la nueva colocación de tubería y extender la tierra del lecho debajo del alcantarillado hasta el terreno no perturbado, y se reconstruyeron los alcantarillados dañados por colocación de las tuberías.

Las tuberías fueron del mismo tamaño que la del alcantarillado existente; en los casos que no se disponía de tuberías para esto, se utilizó el siguiente tamaño más grande de tubería.

#### 3.6.4. Ejecución

El tendido de la tubería se realizó solamente en zanjas con fondo seco y estable. En los casos donde se encontró agua subterránea, se aplicaron todos los métodos conocidos de deshidratación de zanjas. Cuando esto no era suficiente, se tuvo que excavar por debajo del nivel actual del lugar y colocar suficiente material seleccionado de relleno, piedra chancada o concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  sobre el fondo de la zanja.

#### 3.6.5. Instalación

Para la instalación de las tuberías se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Instalar todas las tuberías de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y los planos de taller aprobados.
- Disponer las tuberías misceláneas, indicadas en forma diagramática en los Planos, separado de todas las otras tuberías y equipos.
- Utilizar solamente lubricantes aprobados recomendados por el fabricante. No utilizar jabón, grasa animal, u otro lubricante, que no esté aprobado.
- Utilizar solamente tubería de longitudes enteras para esta obra, a menos que se necesiten tramos cortos (niples). Preparar los extremos de la tubería cortados en el campo, de acuerdo con las indicaciones del fabricante y usar herramientas, en condiciones buenas y afiladas. No utilizar herramientas de percusión para cortar la tubería. Para las tuberías de agua potable utilizar solamente niples en donde se requieren conexiones especiales. Utilizar niples con un largo máximo de 60 cm. en las conexiones de los

alcantarillados a los buzones. Anclar estos nipples a los buzones tal como se muestran los detalles de los planos.

- Suministrar instalaciones de tubería de acuerdo con las Normas, AWWA C600 para tubería de fierro, ASTM C12 para tubería de arcilla, ASTM D 2774 para tuberías de presión termoplásticas de 6 pulgadas de diámetro y más pequeñas.

Para el Tendido de Tuberías se consideraron los siguientes procedimientos:

- Para las tuberías que operan por gravedad, comenzar la colocación de la tubería por el extremo aguas abajo de un tramo y proceder aguas arriba.
- Tender generalmente todas las tuberías con la campana hacia adelante.
- Colocar cuidadosamente cada tubería y verificar su alineación y pendiente.
- Hacer los ajustes para alinear y dar pendiente a la tubería retirando material hacia afuera o rellenando material seleccionado bajo el cuerpo de la tubería.
- No se permite acuñar o poner bloques al cuerpo de la tubería para nivelarla o alinearla.
- Acercar las caras de los terminales de las tuberías, tanto de la campana como de la espiga, hasta lograr un contacto pleno, y empujando firmemente la tubería a su lugar.



- A medida que progrese el trabajo, limpiar el interior de las tuberías de toda suciedad y materiales superfluos de cualquier tipo.
- Mantener todas las tuberías absolutamente limpias durante la construcción.
- Tender las tuberías con alineamiento y pendiente exacta.

Para las Zanjas para el Tendido de Tuberías se consideraron los siguientes procedimientos:

Tender todas las tuberías en zanjas excavadas en lechos con relleno selecto, según se indica en los planos y especificaciones.

- Asegurar adecuadamente la tubería contra todo movimiento y hacer las uniones de la tubería en las zanjas según se requiera.
- Cuidadosamente dar la inclinación y compactar el lecho para la tubería.
- Hacer agujeros debajo de la Campana.

Para las Juntas Mecánicas en Tubería de Fierro Dúctil se consideraron los siguientes procedimientos:

- Al hacer las uniones mecánicas, centrar la espiga en la campana:
  - \* Cepillar totalmente las superficies con las que entra en contacto la empaquetadura de caucho, con un cepillo de alambre, precisamente antes de ensamblar la unión.

INFORME DE INGENIERIA

- \* Aplicar lubricante con brocha, sobre la empaquetadura, justamente antes de la instalación.
  - \* Colocar la empaquetadura y la glándula en posición, con los pernos insertados, y las tuercas apretadas con los dedos de la mano.
  - \* Apretar luego las tuercas con una llave de torquímetro de modo que la glándula sea conducida hacia la tubería uniformemente.
  - \* Aplicar imprimación a todos los pernos, sumergiéndolos en un recubrimiento bituminoso, con excepción de los hilos de las roscas. Recubrir los hilos de las roscas inmediatamente antes de la instalación de las tuercas.
- Aplicar los siguientes rangos de torqueado a los pernos:

Tamaño (Pulgadas)	Rango de Torque pies - libras
5/8	45-60
3/4	75 -90
1	85-100
1-1/4	105-120

Si no se obtiene un sellado efectivo al torque máximo arriba listado, desarmar y re-ensamblar la unión, después de realizar una **limpieza completa.**

- No exceder las recomendaciones del fabricante para deflexión de juntas.

Para las Juntas de Empaquetaduras de Goma para Tuberías de Fierro Dúctil se consideraron los siguientes procedimientos:

- Al preparar la junta de empaquetadura de goma, cepillar completamente el asiento de dicha empaquetadura, con un cepillo de alambre, en el lugar del enchufe y limpiar la empaquetadura con una tela:
  - \* Colocar la empaquetadura en el enchufe, entrando primero el extremo con la parte grande y redonda, de modo que los ranuras encajen sobre el bisel del asiento.
  - \* Aplicar una película delgada de lubricante a la superficie interna de la empaquetadura, que entrará en contacto con la tubería entrante.
  - \* Al preparar la junta de empaquetadura de goma, cepillar completamente el asiento de dicha empaquetadura, con un cepillo de alambre, en el lugar del enchufe y limpiar la empaquetadura con una tela. Cepillar completamente el extremo llano de la tubería que penetrará, con un cepillo de alambre y colocarla alineada con la campana de la tubería con la cual se va a unir.

Ejercer suficiente fuerza en la tubería entrante, de modo que su extremo llano sea movido pasando la empaquetadura, hasta que haga contacto con la base del enchufe, para lograr así la junta.

- \* No exceder las recomendaciones del fabricante sobre deflexión de juntas.
- Al preparar la junta de empaquetadura de goma, cepillar completamente el asiento de dicha empaquetadura, con un cepillo de alambre, en el lugar del enchufe y limpiar la empaquetadura con una tela.
- Colocación: Antes de proseguir con el relleno, debe palparse completamente alrededor la junta, utilizando un calibre sensor, para confirmar si la empaquetadura está en la posición adecuada.
- \* Si la empaquetadura se siente fuera de posición, se retira la tubería y se examina la empaquetadura, para ubicar cortes o roturas.
- \* Si la empaquetadura está dañada, reemplazarla con una nueva, antes de re-instalarla en la tubería.
- Juntas Mecánicas Opcionales: Utilizar acoplamientos de unión para tubería con uniones de empaquetaduras de goma, cuando sean especificadas o cuando no estén disponibles los acoplamientos de empaquetadura de goma. No exceder las recomendaciones del fabricante referentes a la deflexión de junta.

Se suministraron tapones temporales al extremo de las secciones en donde el acoplamiento de tuberías no había sido terminado y en conexiones construidas dentro de las tuberías en donde el acoplamiento de tuberías o estructuras no habían sido terminadas y no estaban listas para la conexión.

Para las juntas tipo manguito AVKO Vinkin Jonsson o similar, se apretaron igualmente los pernos diametralmente opuestos a la conexión, de modo que la empaquetadura fuera conducida uniformemente alrededor de la tubería. Se efectuó el ajuste final con una llave con torquímetro dispuesta para el torque recomendado por el fabricante del acoplamiento.

Se unió la tubería de arcilla con juntas plásticas flexibles, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, considerando los siguientes procedimientos:

- Limpiar la superficie de la unión y cubrirla con lubricante en los extremos de la campana y espiga.
- Insertar el extremo de la espiga en la campana y aplicar suficiente fuerza para asentar la tubería adecuadamente.

Se utilizaron acoplamientos de compresión flexible, para unir tubería de alcantarillado por gravedad, de diferentes materiales, cumpliendo con los requerimientos de las Normas ASTM C425. Se instalaron acoplamientos flexibles de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Después de que la unión ha sido terminada, apisonar con material de relleno granular cualquier vacío en la excavación debajo del acoplamiento.

Se instalaron las cajas de válvulas en forma vertical y concéntrica con el vástago de las válvulas, considerando los siguientes procedimientos:

- Reinstalar satisfactoriamente cualquier caja de válvula que haya resultado movida de su posición original, impidiendo la operación de la extensión del vástago de la válvula.
- Reemplazar cualquier extensión de vástago de válvula que haya sido dañada de modo que esta pueda operar.

Para la Colocación de Tuberías y accesorios, se consideraron los siguientes procedimientos:

- Colocar anclajes de tuberías y sus accesorios como se indica o ha sido solicitado. Colocar el anclaje, vaciando concreto de acuerdo a las dimensiones que resultan entre el suelo no perturbado y el accesorio que debe quedar anclado.
- Colocar las válvulas cuidadosamente en sus posiciones adecuadas, libres de toda distorsión y esfuerzo, con juntas con bridas, mecánicas o de empuje, con sus empaquetaduras, dejándolas en condiciones operativas satisfactorias.
- Tuberías a colocarse en túneles cortos, deben ser unidas antes de ser colocadas en posición. Colocar la tubería en una posición de tal manera que se mantengan apretadas las uniones.

### 3.6.6. Control de Calidad en el Campo

Se hicieron Pruebas de Fugas de las tuberías de acuerdo con las especificaciones de las mismas. Se probaron las válvulas en su lugar hasta donde era posible, corrigiendo cualquier defecto que se encontrara en éstas o sus conexiones.

Se hizo limpieza, inspección y examen de cada pieza de tubería y cada accesorio en busca de defectos, antes de proceder a su instalación, considerando los siguientes procedimientos:

- Cortar cualquier bulto o protuberancia en la cara lisa de la espiga o en el hombro.
- No utilizar piezas rotas, quebradas o defectuosa en el trabajo.

- Si se descubre cualquier pieza defectuosa después de haber sido instalada, retirarla y reemplazarla con una pieza sólida de una manera satisfactoria.

### **3.6.7. Limpieza**

Se limpió totalmente la tubería antes de tenderla y se mantuvo limpia hasta que fuera aceptada con el trabajo terminado, evitando dejar pedazos de madera, suciedad, y otras partículas extrañas en la tubería. De no hacerlo así se podría haber hecho retirar y limpiar de nuevo la tubería.

### **3.6.8. Desinfección**

Se desinfectaron todas las tuberías que conducen agua potable del modo que se indica en el subcapítulo 3.9.

## **3.7. TUBERÍA Y ACCESORIOS ENTERRADOS DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC)**

### **3.7.1. Generalidades**

Esta sección incluye los requerimientos para suministrar tuberías, accesorios y piezas misceláneas enterradas de cloruro de polivinilo (PVC), teniendo las siguientes consideraciones:

Suministrar tuberías y accesorios de PVC junto con todas las instalaciones y materiales para uniones, piezas especiales, adaptadores y otras piezas requeridas para su instalación en las tuberías a instalarse.

- Suministrar empaquetaduras de extremo liso o de goma, para juntas de empuje o mecánicas, de los tipos y clases mostradas o especificadas.

### 3.7.2. Descripción del Sistema

Se suministraron tuberías y accesorios de PVC para alcantarillados por gravedad, de 150 mm de diámetro que cumplieran con los requerimientos de la Norma ASTM D 3034; de 200 mm hasta 610 mm de diámetro, que cumplieran con los requerimientos de la Norma ASTM D 3034 y la ASTM F 679; y de 690 mm de diámetro y mayores, que cumplieran con los requerimientos de la Norma ASTM F 794.

Se suministraron tuberías a presión de PVC de 100 mm hasta 300 mm de diámetro, que cumplieran con los requerimientos de la Norma ANSI/AWWA C900. Se suministraron accesorios mecánicos de fierro dúctil, para tubería a presión de PVC. Se suministraron tuberías de distintos tamaños y clases.

### 3.7.3. Materiales

Se suministraron todos los accesorios para tuberías a presión y los accesorios con revestimiento de mortero de cemento. Los accesorios de 355 mm de diámetro y mayores, requirieron una clasificación de presión de 150 psi (10 bares).

Se suministraron todas las uniones y accesorios para tubería de alcantarillado por gravedad que cumplieran con los requerimientos de la Norma ASTM D 3034 y la Norma ASTM F 679. Se suministraron uniones moldeadas que son una parte integral de la sección de la tubería. No se utilizaron uniones o acoplamientos que se hayan suministrado sueltos. Se suministraron uniones con empaquetaduras elastoméricas.



INFORME DE INGENIERIA

Se ha provisto de tubería con extremos de campana para tubería a presión de acuerdo con los requerimientos de las Normas AWWA C900, y AWWA C905. Se suministraron juntas con empaquetaduras elastoméricas.

Se suministraron juntas con empaquetaduras elastoméricas de acuerdo con los requerimientos de la Norma ASTM F 477. Se suministraron juntas mecánicas para uniones de empaquetadura de goma que cumplieran con los requerimientos de la Norma ANSI A21.11.

Se suministraron accesorios de contención Series 1300/1390 tal como los fabrica Uniflange Corp, y de la series 1110 HV o de las series 2000 PV, tal como los produce EBAA Iron Sales, Inc.

Se suministraron tuberías con color especificado y con indicación impresa en cuatro lados de la tubería, indicando el uso de la misma. Para agua potable de color azul y con la inscripción “Agua Potable”; y para alcantarillado de color verde o naranja y con la inscripción “Alcantarillado”.

Se suministraron tuberías de presión con diámetro exterior consistente con la tubería de fierro dúctil. Se marcó la tubería en tramos de 1.50 metros o menos, para designar su concordancia con las Normas aplicables. Se colocaron tapones temporales en los extremos de los tramos de tuberías aún no terminadas o que no estén lista para conectarse. Remover todos los tapones temporales cuando ya no se requieran más.

Se suministraron tuberías de alcantarillado por gravedad con los siguientes espesores de pared:

- Para tuberías de 100 mm hasta 380 mm de diámetro, suministrar SDR-35 que cumpla con los requerimientos de la Norma ASTM D30-34 para profundidades de excavación, hasta 5.50 metros.

Suministrar SDR-26 que cumpla con los requerimientos de la Norma ASTM D30 34 para profundidades de excavación mayores de 5.50 metros.

- Para tuberías de 460 mm hasta 685 mm de diámetro, suministrar T-1 o T-2 en conformidad con la Norma ASTM F 679.

Para tuberías mayores de 460 mm (18 pulgadas) de diámetro, suministrar rigideces de tubería de la Serie 46 en conformidad con la Norma ASTM F794.

### **3.8. PRUEBAS DE FUGAS**

#### **3.8.1. Generalidades**

Esta sección incluye las pruebas que se realizaron para encontrar signos de fuga de agua en las tuberías de agua potable y alcantarillado, así como las estructuras, las cuales se requieren que sean a prueba de agua.

Se probaron las tuberías a gravedad por el método de prueba con humo o por el método de infiltración; y se probaron todas las tuberías a presión con agua.

Las pruebas se llevaron a cabo de manera tal, que minimice tanto como sea posible, cualquier interferencia con las operaciones diarias de los sistemas existentes u otros trabajos realizados por contratistas en el lugar.

#### **3.8.2. Pruebas de Presión para Tuberías de Agua Potable Enterradas**

Las pruebas de presión se realizaron en dos etapas. La primera etapa se realizó antes de proceder con el relleno de la zanja. La prueba final se llevó a cabo luego

de la primera prueba de presión y de rellenada la zanja (con excepción de las juntas de tuberías). Para esto se consideraron los siguientes procedimientos:

- Efectuar pruebas de presión de zanja abierta en los circuitos locales de sistemas de tubería, incluyendo en dichas pruebas las conexiones domiciliarias de agua potable. Realizar pruebas de presión en tuberías de presión con la misma clase de tubería. Las pruebas de presión se realizarán en zanja abierta, por un mínimo de 4 horas, a una presión como se ha medido en el punto más bajo del circuito. Instalar todos los bloqueadores y anclajes antes de proceder con la prueba. Rellenar las excavaciones, dejando todas las juntas expuestas (al descubierto) para ser inspeccionadas. Llenar todas las tuberías con agua por un mínimo de 24 horas, antes de iniciar las pruebas. No se permitirá el ingreso del personal en la excavación durante el período de prueba, con excepción del personal que llevará a cabo la inspección de las juntas de tubería.
- Realizar pruebas de tuberías de presión en zanjas con relleno en sistemas de tubería local de las diversas clases de tuberías previamente probados con éxito en excavación abierta. Incluir en la prueba las conexiones domiciliarias de servicio de agua. Efectuar las pruebas de presión con tuberías con zanjas cubiertas con relleno a una presión como se ha medido, en el punto más bajo del circuito por un mínimo de 4 horas. Llenar toda la tubería con agua por un mínimo de 24 horas antes de proceder con las pruebas.
- Probar a presión para detectar si hay fugas en toda la tubería o en secciones con la intervención de válvulas o trancas (cabezales de obturación) en los extremos. Aplicar la presión especificada para la tubería por medio de una bomba de acción manual u otro método

aprobado conectado a una conexión a la tubería. Instalar la bomba de presurización en la parte más baja del sistema de tubería que está siendo probada. En ningún caso instalar la bomba en el punto más alto del sistema de tuberías. No utilizar tampoco aire comprimido para hacer las pruebas. Instalar descargas de aire temporales cuando sea necesario en puntos altos, cambios de dirección y en los extremos ciegos para poder purgar de esta manera el aire del sistema, durante la prueba de presión. Conectar las bombas de presurización y cualquiera de las descargas de aire temporales, con abrazaderas roscadas y válvulas “Corporación” en los sistemas de distribución de agua. Ubicar las abrazaderas de servicio y las válvulas “Corporación” en frente de los lotes, de modo que posteriormente estos puedan ser utilizados para servicios domiciliarios de agua potable. Para las demás tuberías matrices hacer la conexión de la bomba y cualquiera de las salidas de aire, con un niple roscado. No utilizar abrazaderas roscadas para las tuberías de presión que no sean para distribución de agua potable.

- Utilizar un mínimo de dos medidores de presión con un rango de presión que sea apropiado para cada prueba. No utilizar medidores de presión que estén funcionando mal, que estén mal calibrados, o que tengan un rango de presión inapropiado para las pruebas de presión.

Se detuvo toda fuga visible, no permitiendo que haya ninguna pérdida en las tuberías, como se ha determinado por la prueba arriba indicada, que excediera la pérdida permisible para tuberías de agua potable de hierro fundido, como se indica en la siguiente fórmula de la Sección 4.2 de la Norma AWWA C600:

$$L = \frac{Sx Dx (P)^{1/2}}{133,200}$$

Donde:

- $L$  es la fuga permitida en galones por hora
- $S$  es la longitud en pies de la tubería matriz de agua potable que está siendo probada
- $D$  es el diámetro nominal de la tubería en pulgadas, y,
- $P$  es la presión promedio de prueba en libras por pulgada cuadrada (psi).

### 3.8.3. Prueba de Válvulas

Las pruebas de válvulas se realizaron considerando los siguientes procedimientos:

- Operar las válvulas en el tramo que se está probando, llevando a cabo varios ciclos completos de abrir y cerrar. Tomar adicionalmente la presión de prueba para cada válvula, cuando la válvula esté en posición cerrada, aplicada sólo a un lado de la válvula. Probar cada extremo de la válvula de esta manera.
- Probar cada válvula a la misma presión de prueba especificado para tubería en la cual se encuentra instalada.
- Detener todas las pérdidas por fugas externas e internas a través de las válvulas.
- Detener todo movimiento de la válvula o esfuerzo estructural.

#### 3.8.4. Pruebas de Control de Fugas para Alcantarillados

Las pruebas se realizaron en dos etapas. La primera prueba de control de fugas se realizó antes de rellenar la zanja. La prueba final de control de fugas se realizó luego de la primera prueba de fugas y que la zanja fuera rellenada, considerando lo siguiente:

- Realizar pruebas de fuga a excavación abierta, para colectores locales y conexiones domiciliarias. Dejar todas las juntas totalmente descubiertas. No realizar las conexiones domiciliarias a la cámara domiciliaria, sin antes haber realizado las pruebas de fugas.
- Realizar pruebas de fugas a zanja rellena para alcantarillados, y conexiones domiciliarias, previamente probadas con éxito a zanja abierta. Incluir las cajas de inspección domiciliaria en las pruebas a realizar.

Cuando el nivel del agua subterránea estaba por encima del alcantarillado, se realizó una prueba de infiltración o pérdida de agua en alcantarillados, considerando los procedimientos siguientes:

- Medir el caudal de agua infiltrada a través de un vertedero adaptado en la cota de fondo del alcantarillado, a una distancia conocida de un cabezal temporal u otro punto limítrofe de infiltración.
- Probar, si es necesario, el alcantarillado luego de que hayan sido vaciados por bombeo.

- No se comenzará la prueba hasta que las condiciones de infiltración normal hayan sido establecidas en el tramo en el cual se está realizando la prueba.

Cuando el nivel del agua subterránea estaba por debajo de la parte superior del alcantarillado, la prueba para pérdidas de agua se realizó considerando los procedimientos siguientes:

- Construir un tapón en la cámara de inspección del alcantarillado, aguas abajo del tramo que está siendo probada.
- Llenar con agua el tramo en la que se está realizando la prueba hasta que el nivel de agua quede a 30 cm debajo del nivel del terreno de la cámara de inspección, aguas arriba del tramo bajo prueba. Mantener el agua e este nivel por un período de 12 horas antes de comenzar la prueba.

La pérdida será medida por la cantidad de agua que se debe agregar para mantener el nivel de agua al nivel que tenía.

- Las pruebas se llevarán a cabo por un mínimo de cuatro horas, con lecturas a intervalos de 30 minutos.

Al computar cuál es la longitud del alcantarillado que contribuye a la infiltración o a las pérdidas, incluir la longitud de las conexiones domiciliarias probadas.

- La cantidad de infiltración o pérdida para alcantarillados, no excederá la cantidad de 18.5 litros por mm de diámetro de tubería y por kilómetro en 24 horas para alcantarillados de hasta 610 mm de

diámetro inclusive, y no excederán  $11.75 \text{ m}^3$  por kilómetro en 24 horas para todos los tamaños mayores de 610 mm de diámetro.

Cuando la medida de infiltración ó pérdida excedía la cantidad especificada, se ubicaron y repararon los buzones, tuberías o juntas de tuberías defectuosas. Cuando no se podían localizar las partes defectuosas, se retiraron y reconstruyeron estos componentes del tramo original para conseguir que el alcantarillado quede dentro de los límites de infiltración y pérdidas permisibles y repitiendo las pruebas tantas veces como fuera necesario. Independientemente de la cantidad de infiltración o de las pérdidas medidas, se repararon y sellaron todas las goteras visibles o detectables en los alcantarillados, buzones, estructuras, u otros componentes del sistema.

Se realizaron las pruebas de humo solamente, previa aprobación, cuando no había agua disponible para efectuar las pruebas de fugas o de infiltración. Conjuntamente con las pruebas anteriores, se realizaron pruebas de humo después de que la zanja fuera rellena y afirmada hasta la parte superior de la tubería, de modo que cualquier relleno posterior no perturbara la tubería. Para esto se consideraron los procedimientos siguientes:

- Antes de que se realicen las prueba de humo, sellar firmemente todas las aberturas hacia la tubería.
- Introducir el humo en la tubería a una presión no menor de 1.0 libras por pulgada cuadrada con un soplador que tenga una capacidad de al menos 34 metros cúbicos por minuto.
- Mantener la presión por un lapso de tiempo suficiente para demostrar que la línea esté libre de fugas o que todas fugas han quedado ubicadas.



- Utilizar humo de color blanco a gris, que no deje residuo, y que no sea tóxico o explosivo. Generar el humo mediante bombas de humo capaces de producir no menos que 700 metros cúbicos de humo en tres minutos.
- Si se encontrase cualquier fuga, reparar y repetir la prueba hasta que la línea quede hermética.

### **3.8.5. Reparación de Fugas en las Tuberías**

La reparación de las fugas se realizó considerando los procedimientos siguientes:

- Reemplazar la tubería quebrada o las uniones ya ensambladas con fugas.
- Cuando la pérdida ocurre en exceso a la cantidad especificada, ubicar y reparar válvulas, tuberías, o juntas defectuosas.
- Si queda establecido que la pérdida es excesiva y provocada por materiales suministrados defectuosos, mano de obra inadecuada, o daño a los materiales se deberá hacer las reparaciones o reemplazos que sean necesarias.

Si las partes defectuosas no pueden ser ubicadas, retirar y reconstruir tanto del tramo original como sea necesario para disponer de tubería que alcance los requisitos de pérdidas por fugas aquí especificados y repetir las pruebas.

### 3.8.6. Pruebas de Fugas para Buzones

Se realizaron pruebas de fugas en los buzones antes de proceder con el relleno, taponeado los ingresos y salidas de los alcantarillados y llenando el buzón con agua hasta el nivel de rebose y observando el nivel superficial de agua por las siguientes 24 horas. Para esto se consideraron los procedimientos siguientes:

- Realizar una inspección para encontrar pérdidas en las paredes exteriores del buzón, especialmente en áreas alrededor de las juntas de la construcción.
- Se aceptará la pérdida dentro de los límites permisibles para los buzones cuando no se encuentren fugas visibles.
- Si aparecen fugas visibles, reparar el buzón mediante el retiro y reemplazo de las porciones del mismo que tenga fugas, hermetizando el interior, o por otros métodos aprobados.

## 3.9. DESINFECCIÓN

Esta sección incluye la desinfección de todas las líneas de tuberías, válvulas, hidrantes, accesorios, tanques y equipo utilizado para manejar o transportar agua potable. Se suministró toda la mano de obra, agua, productos químicos y equipo, incluyendo grifos, llaves de corporación, bombas temporales y otros ítems necesarios para realizar el trabajo.

### 3.9.1. Aplicación

Se limpiaron las tuberías con agua limpia antes de desinfectarlas. Se desinfectaron solo las tuberías que pasaron las pruebas de fugas. Se aplicó el método de alimentación continuo, como se ha especificado en la Norma AWWA C 651,

utilizando una solución de hipoclorito de sodio. Luego se añadió agua clorinada, conteniendo no menos que 50 mg/l de cloro disponible libre, seguido por agua limpia, a un extremo de la sección que estaba siendo desinfectada y para descargarla por el extremo más alejado. Para esto se consideraron los procedimientos siguientes:

- Añadir el agua clorinada hasta que el agua procedente de cada desfogue de aguas abajo, tenga un residuo de no menos de 25 mg/l de cloro.
- Cerrar las tuberías y permitir que la solución se quede en las tuberías por lo menos 24 horas. Re-verificar el residuo de cloro en la tubería. Si el residuo de cloro libre es menor que 10 mg/l después de 24 horas, desinfectar las tuberías de nuevo con agua clorinada más concentrada. Durante el período de desinfección, operar las válvulas, hidrantes, y otros accesorios para poner en pleno contacto las partes en operación con agua clorinada.
- Después de cumplir los requisitos previos en esta subsección y después de un período de retención de 24 horas, limpiar totalmente las tuberías y el equipo con agua limpia. No permitir que el agua que se ha utilizado en la limpieza sea descargada en las tuberías de agua existentes.

Se desinfectaron tanques de almacenamiento y equipo de agua potable de acuerdo con la Norma AWWA C 652, Métodos 2 o 3, utilizando hipoclorito de sodio. Se desinfectaron los tanques que pasaron previamente las pruebas de fugas. Esto se hizo considerando los procedimientos siguientes:

- En el Método 2, método de rociado o aerosol, rociar la superficie interior del tanque completamente, con agua clorinada, conteniendo

200 mg/l de cloro disponible. Después del rociado, permitir que el tanque repose, al menos por dos horas, antes de ser llenado con agua fresca.

- Después de la desinfección, permitir que los tanques y equipo rebozen hasta que el cloro residual tenga aproximadamente 2 mg/l.

### 3.9.2. Verificación de la Desinfección

Se tomaron muestras bacteriológicas para ser examinadas por SEDAPAL en dos días sucesivos, con el fin de verificar que la desinfección fue satisfactoria.

## 3.10. PAVIMENTOS Y SUPERFICIE

### 3.10.1. Materiales

Se suministró Concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  que cumplía con los requerimientos de las especificaciones técnicas de las obras.

Se suministraron capas de sub-base, base y superficie del siguiente espesor de materiales que cumplían con los requerimientos de las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC - No. 339-116 "Rehabilitación de Pavimento Urbano":

Tipo de Pavimento	Capa de Superficie Espesor	Capa de Base Espesor	Capa Sub-Base Espesor
Pavimento Flexible (Tipo 1)	0.05 mts.	0.02 mts.	
Pavimento Rígido	0.15 mts.		0.20 mts

Tipo de Pavimento	Capa de Superficie Espesor	Capa de Base Espesor	Capa Sub-Base Espesor
(Tipo 2)			
Pavimento Mixto (Tipo 3)	0.05 mts.	0.15 mts.	0.20 mts.

### 3.10.2. Ejecución

Se removieron, reemplazaron y construyeron calles, veredas, sardineles, bermas, cunetas, accesos vehiculares, estacionamientos, y otras áreas pavimentadas, según los requerimientos de las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC - No. 339-116 "Rehabilitación de Pavimento Urbano".

### 3.10.3. Preparación del Pavimento

Se compactó el relleno como está especificado en las Normas ITINTEC No. 339-116 "Rehabilitación de Pavimentos Urbanos" Sección -7.4.4. Se preparó el relleno de la zanja y estructura debajo de la sub-base de pavimento. Se colocó el material selecto para sub-base y base en capas que no excedan 0.10 metros y compactar utilizando un compactador de plancha vibratoria, rodillo vibratorio, o equipo similar al 100% de densidad Proctor modificada seco máximo (AASHTO T180). Se ajustó la humedad del material para que esté dentro del 1% de la humedad Proctor modificada óptima.

Se suministrar sub-grado y sub-base, y pavimento temporal o permanente inmediatamente después de la terminación del relleno de zanja.

#### **3.10.4. Pavimento Temporal**

Se suministró superficie de uso temporal y se mantuvo hasta que el pavimento permanente fuera completado.

#### **3.10.5. Pavimento Permanente**

Se suministraron pavimentos como se ha mostrado y especificado. Cuando el pavimento estaba socavado, dañado o alterado por las operaciones de rehabilitación, se incrementó la extensión del repavimentado, para que el pavimento nuevo y la base se extiendan por lo menos 45 cm, sobre el suelo no alterado.

Se suministraron reemplazos, bermas y cunetas nuevas, como ha sido especificado y mostrado, que cumplieran con los requerimientos de las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC - No. 3339-116 "Rehabilitación de Pavimento Urbano".

#### **3.10.6. Reemplazo y Construcción de Veredas**

El reemplazo de veredas de concreto incluyó la remoción y reemplazo del total de área de vereda afectada. No permitiendo el parchado de la vereda y protegiendo porciones adyacentes de ésta.

Se utilizaron herramientas y equipo mecánicos. Las herramientas manuales se usaron solo cuando no era factible utilizar herramientas mecánicas.

La construcción de veredas se hizo considerando los siguientes procedimientos:

- Espaciar empalmes de ranura para que igualen la vereda existente.
- Suministrar empalmes de ranura a intervalos de 1.50 metros para veredas nuevas.

- Suministrar un empalme de expansión de 13mm de ancho en la unión de estructuras, cunetas y con intervalos mínimos de 8 metros
- Suministrar veredas de un mínimo de 10 cm de espesor
- Inclinar veredas para que estos drenen a una pendiente transversal de 1 mm por cada 50 mm.

### **3.11. CORTES Y RESANES**

#### **3.11.1. Requerimientos generales**

Se realizaron todos los trabajos de corte, acople y resane necesarios con personal competente en este oficio para lograr que las diferentes partes de la obra se complementen. También para la instalación de las obras ejecutadas a destiempo; para retirar muestras de los materiales que se probaran, para preparar las instalaciones existentes para cambios, o para la ejecución de nuevas obras en la construcción existente.

#### **3.11.2. Programación de Corte de Servicio**

Cuando cualquier conexión, reemplazo, u otro trabajo requería interrumpir el servicio de una instalación existente, se programó el trabajo para que el impacto en las operaciones de SEDAPAL sea mínimo, recurriendo ocasionalmente a trabajo de sobretiempo, trabajo nocturno o trabajo de fin de semana.

#### **3.11.3. Ejecución**

Medidas de Seguridad: se proporcionaron todos los tablestacados, entibados, arriostres y dispositivos de protección necesarios para salvaguardar la integridad

de la obra y las instalaciones existentes, durante las operaciones de corte y resane y hasta la reposición del servicio.

Retiro del Material: se cortaron y removieron todos los materiales según lo mostrado o requerido para completar el Trabajo, sin producir daño alguno a las instalaciones adyacentes y retirando del lugar los materiales que no eran recuperables.

Apariencia y Acabado Final: se restauró todo el Trabajo y las instalaciones existentes afectadas por las operaciones de corte, con materiales nuevos, o con materiales recuperados considerados aceptables, para obtener una instalación debidamente terminada, con la resistencia, apariencia y capacidad funcional requerida, resanando y re-acabando superficies enteras cuando era necesario.

## **METODOS SIN ZANJA**

Los métodos “Sin Zanja”, utilizados en el “Proyecto Breña”, son:

- Limpieza y revestimiento con mortero de cemento de tuberías de agua de fierro fundido.
- Fragmentación de tuberías, instalación de tuberías nuevas para agua y alcantarillado.

A continuación se realiza una descripción de estas metodologías, que se utilizan por primera vez en el Perú. Algunas puntos de los descritos anteriormente son aplicables en estas descripciones. Ej. excavación, corte, etc.



### **3.12. LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO CON MORTERO DE CEMENTO DE TUBERIAS DE AGUA DE FIERRO FUNDIDO**

#### **3.12.1. Generalidades**

Este subcapítulo incluye el suministro de toda la mano de obra, materiales, transporte y equipo necesario para la limpieza y revestimiento con mortero de cemento de tuberías de agua de fierro fundido.

#### **3.12.2. Documentos a Presentar**

Se presentaron los siguientes documentos:

- Calificaciones del Sub-Contratista especializado en limpieza y revestimiento con mortero de cemento de tuberías de agua, incluyendo:
  - \* Nombre, dirección y teléfono del Sub-Contratista de limpieza y revestimiento con mortero de cemento de tuberías de agua.
  - \* Nombres de todo el personal directamente involucrado con la limpieza y revestimiento con mortero de cemento de las tuberías.
  - \* Firma y fecha de la información suministrada y certificando que ésta era verdadera y precisa, y que el personal propuesto responsable para la limpieza y revestimiento con mortero de cemento estaba directamente involucrado y que participaba en este proyecto.

Descripción escrita de los métodos y equipos de construcción a utilizarse, indicando lo siguiente:

- \* Limpieza de tuberías de agua potable.

Método(s) y equipo para penetrar bloqueos y secciones parcialmente obstruidas de las tuberías de agua.

- \* Plan para mantener el servicio existente de agua.

- \* Dibujos de trabajo mostrando las ubicaciones de excavación; dimensiones; entibado, tablestacado y arriostramiento; método de deshidratación; otros servicios que pudieran ser afectados; ancho y largo del área de trabajo; pozo de acceso; porción de tubería de agua existente a ser removida para realizar el trabajo y mantenimiento de tráfico.

- Certificación del personal obrero en proceso de entrenamiento para la limpieza y revestimiento con mortero de cemento.
- Informes de mezclas de diseño de cemento y mortero e informes de ensayos.
- Copia de la licencia del Sub-Contratista de Limpieza y Revestimiento con Mortero de Cemento de Tuberías expedida por el fabricante del sistema de limpieza y revestimiento.
- Informe de Inspección Televisada y cintas de video.

### **3.12.3. Aseguramiento de Calidad**

El Sub-Contratista de Limpieza y Revestimiento con Mortero de Cemento tenía certificados que lo acreditan como un usuario totalmente entrenado en el sistema de limpieza y revestimiento con mortero y cemento expedido por el fabricante del sistema.

Se contó con personal entrenado por el fabricante del sistema de limpieza y revestimiento con mortero de cemento, para todos los aspectos del trabajo.

El Sub-Contratista de Limpieza y Revestimiento con mortero de cemento tenía autorización escrita otorgada por el fabricante de dicho sistema.

### **3.12.4. Suministro, Almacenamiento y Manipuleo**

Se suministraron, almacenaron y manipularon todos los productos, materiales y equipos, según las recomendaciones del fabricante y como era requerido para impedir cualquier daño.

### **3.12.5. Condiciones del Proyecto**

Se verificaron los tamaños, longitudes y materiales reales de las tuberías que fueron limpiadas y revestidas con mortero de cemento antes de la preparación de los documentos a presentar.

### **3.12.6. Cierre de Servicio de Agua para Trabajos**

Se aseguró que todas las válvulas existentes estaban operativas o cerradas herméticamente. En algunos casos fue necesario instalar nuevas válvulas y disponer de los tapones provisionales para poder realizar los trabajos.

### **3.12.7. Secuencia, Programación y Ejecución**

Se asumió la total responsabilidad por la secuencia, programación y ejecución de los trabajos. Se programó el trabajo de tal modo que permitiera mantener el servicio de agua y minimizar la interrupción del tráfico.

### **3.12.8. Garantía**

Estaba garantizado que el equipo y los métodos utilizados en este Proyecto eran cubiertos por patentes o acuerdos de licencias y que los precios incluidos en el presupuesto, cubren todos las regalías y honorarios aplicables en conformidad con dichos acuerdos de licencia.

### **3.12.9. Materiales**

Mezcla de Cemento. El cemento Portland cumplía con lo especificado en la Norma ASTM C 150 Tipo I o II.

El Cemento Natural cumplía con lo especificado en la Norma ASTM C10N. El material puzolánico cumplía con la Norma ASTM C168, Clase NP ó S. Podía emplearse también puzolana de cemento Portland, previamente mezclado, de acuerdo con la Norma ASTM C595, Tipo IP o P, siempre que la mezcla estuviera dentro de los límites de proporción permitidos en este caso.

Arena. La arena fina utilizada como agregado bien graduado pasaba el 100% por el Tamiz N° 16. La graduación de la arena cumplía con lo especificado en la Norma ASTM C33.

Aditivos. No se utilizaron aditivos que contenían cloruros. Los aditivos cumplían con lo especificado en la Norma ASTM C494, y siempre que la proporción de

aditivo y cemento Portland no excediera la empleada en las prueba de calidad ASTM C494.

Agua. Se utilizó agua limpia y exenta de cantidades deletéreas de aceites, ácidos, álcalis y material orgánico en la mezcla y curado del cemento.

### **3.12.10. Control de Calidad de la Fuente**

Se suministraron pruebas mostrando conformidad del mortero de cemento con el criterio especificado.

### **3.12.11. Preparación para la Limpieza y Revestimiento con Mortero de Cemento de Tuberías de Agua (Ejecución)**

Se suministró servicio de agua temporal a las conexiones de agua afectadas por la operación de limpieza y revestimiento con mortero de cemento.

Se prepararon lugares de lanzamiento para el equipo de limpieza y revestimiento con mortero de cemento, en conformidad con los Planos Detallados aprobados, y conforme a las instrucciones escritas del fabricante. Se ubicaron los lugares de lanzamiento para tener la menor interferencia con el tráfico y para permitir la limpieza y revestimiento con mortero de cemento en dos direcciones. Las excavaciones y reemplazo de los pavimentos y veredas se realizaron siguiendo las especificaciones y normas técnicas. No se apoyó ninguna parte del equipo de limpieza y revestimiento, al tablestacado o arriostramiento del acceso. Se ubicaron los lugares de accesos, en lo posible, donde se requerían nuevas conexiones o válvulas de agua, para otras partes del trabajo.

### **3.12.12. Limpieza y Revestimiento con Mortero de Cemento de Matrices para Agua**

Estas actividades se realizaron teniendo en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Efectuar todas las operaciones en estricto acuerdo con todas las Normas locales de seguridad y Normas OSHA.
- No modificar ningún material, espesor, valor de diseño, o asunto de procedimientos indicados en los Planos Detallados aprobados.
- El equipo utilizado para realizar el trabajo debe contar con compartimiento de silenciamiento de motor para reducir el ruido de la máquina según sea necesario y cumplir con los requerimientos locales y de los vecinos.
- Proporcionar todo el equipo, materiales, supervisión, trabajo y mano de obra necesarios para preparar todas las superficies limpiadas y aplicar un revestimiento de mezcla de cemento a los interiores de las tuberías. Suministrar el revestimiento de mezcla de cemento en forma continua, espesor parejo y uniforme en calidad y que se adhiera a la pared de la tubería. El revestimiento se aplicará a máquina excepto en algunas conexiones, codos, y secciones cortas. El equipo de revestimiento debe haber sido utilizado con éxito en labores similares, durante un período de por lo menos 3 años.

Para la Preparación de Superficies de Tuberías se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

INFORME DE INGENIERIA

- Las superficies interiores de la tubería se limpiarán para remover escamas sueltas, producidas por la corrosión, acumulaciones de suciedad, escombros, grasa, sustancias químicas u otros depósitos y los restos sueltos de materiales viejos de revestimiento. No es indispensable la remoción completa de acumulaciones de herrumbre u otras materias extrañas en los acoplamientos, alrededor de los remaches o en otros sitios, que quedan efectivamente aislados del oxígeno libre por medio de la mezcla de cemento. Es permisible que quede una ligera película superficial de partículas sueltas, después de la limpieza. Quitar toda el agua libre de la línea.
- Si el proceso de limpieza no puede completarse debido a una obstrucción en la tubería, se debe obtener la aprobación de la Supervisión y eliminar la obstrucción mediante una “Reparación Puntual”. Las conexiones domiciliarias de agua que penetran dentro de la tubería no se consideran obstrucciones. Es indispensable utilizar métodos y equipo de limpieza y revestimiento con mortero de cemento que puedan operar efectivamente con conexiones de agua que penetran dentro de la tubería de agua.

Para la Aplicación de la Mezcla de Cemento se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La mezcla para revestimiento estará conformada por una parte de cemento Portland y 1 a 1 1/2 partes de arena por peso. Las porciones exactas, serán determinadas basándose en las características de la arena disponible para el trabajo. El contenido de agua de la mezcla debe permitir una apropiada consistencia de la mezcla para la aplicación de un revestimiento de espesor

homogéneo, que se adhiera firmemente a la superficie de la tubería. Cuando se emplee la máquina de revestimiento, mezclar los materiales, durante 1 1/2 minutos por lo menos.

- El revestimiento será colocado en una dirección por medio de una máquina que proyecte centrífugamente la mezcla contra la superficie interior de la tubería, sin que haya rebote perjudicial y con suficiente velocidad para que la mezcla quede bien prensada. No se permitirá en el proceso de aplicación el uso de aire comprimido, excepto en el equipo de fuerza. Se debe controlar el recorrido de la máquina de revestimiento y la descarga de la mezcla contra la pared del tubo a fin de conseguir el espesor requerido del revestimiento.
- La colocación a mano del revestimiento está permitida en codos, piezas especiales, o en cualquier otro lugar donde resulte imposible o impracticable utilizar la máquina. Puede utilizarse la aplicación manual de la mezcla alrededor de las cabezas de remaches, si hace falta para asegurar el adecuado recubrimiento y para reducir la pérdida de fricción hidráulica. La aplicación a mano se realizará antes del revestimiento a máquina o poco después que la mezcla colocada a máquina, se haya fraguado, al punto de que el trabajo a mano y el trabajo a máquina se unan adecuadamente
- El espesor del revestimiento de cemento para tuberías de hierro fundido, será de 3 mm para tuberías de 100 a 250 mm; y 5 mm para tuberías 300 mm a 990 mm. El espesor del revestimiento no será menor del espesor especificado, ni de 3 mm mayor que lo especificado, excepto en los codos y otras superficies no



uniformes. Encima de superficies no uniformes, como por ejemplo cabezas de remaches y costuras de barra de seguridad proveer un espesor no menor de 3 mm .

Los revestimientos aplicados a máquina en tuberías de diámetros mayores de 1000 mm se realizarán por medio de equipos rotativos impulsados mecánicamente. Los revestimientos aplicados a máquina en tuberías de 350 mm de diámetro y menores, se realizarán por medio de un equipo de arrastre. Los revestimientos de las tuberías de 375 a 1000 mm, se realizarán por cualquiera de los métodos arriba mencionados. El acabado de la superficie terminada debe presentar una apariencia lisa. Proveer un diseño del accesorio de las herramientas que permita la operación en tuberías ovoidales. Las herramientas de acabado de superficies deberá producir un mínimo de trastorno en el revestimiento. Si se encuentra que la tubería se halla fuera de redondez o desalineada, al punto de hacer impracticable un buen acabado, el revestimiento se realizará sin alisamiento de la superficie.

- Las mezclas de cemento para el acabado a mano y la reparación a mano serán las mismas que las utilizadas para el revestimiento a máquina. En el revestimiento a mano las áreas defectuosas deberán estar limpias de toda materia extraña suelta, humedecidas con agua y reparadas mediante acabado a mano con herramientas de acero, para lograr el acabado requerido. El revestimiento a mano que sea necesario, se realizará a más tardar al día siguiente al de la aplicación a máquina del revestimiento de mezcla de cemento, a esa sección en particular de la tubería, ya sea en un día normal de trabajo o en cualquier otro día.

- Tan pronto como sea posible, después de aplicar el revestimiento, la tubería deberá cerrarse por ambos extremos y cubrir el registro de inspección para evitar la circulación del aire. Puede introducirse agua dentro de la sección cerrada con objeto de mantener una atmósfera húmeda y hacer que el forro se conserve húmedo.

Para los Requisitos en las laterales y válvulas se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Laterales y Conexiones: No es permitido dejar laterales y conexiones obstruidas por las operaciones de revestimiento. Utilizar métodos de revestimiento que no necesiten la excavación de laterales de servicio.
- Tuberías de 500 mm o menos de diámetro: Después que haya sido colocado el revestimiento de la mezcla de cemento pero antes que se fije definitivamente, se deberán limpiar los laterales y conexiones de menos de dos pulgadas de diámetro, por medio de inyección con aire. La inyección se realizará de manera que no dañe el revestimiento acabado de aplicar.
- Tuberías de 600 mm o más de diámetro: Antes de colocar el revestimiento, taponear temporalmente las aberturas de 50 mm o más de diámetro, hacia los laterales y accesorios. Después que el revestimiento se haya fijado, todas las aberturas serán cubiertas o tapadas con cuidado para no dañar el revestimiento de mezcla de cemento.
- Válvulas: Quitar las válvulas de paso de la línea cuando las operaciones de revestimiento requieran esa remoción. Limpiar las

superficies interiores de las válvulas que no hayan sido quitadas. Limpiar los lugares donde han sido quitadas. En los lugares donde es impracticable el trabajo dentro de la tubería, se puede quitar los casquetes y las compuertas. Limpiar los interiores, y reemplazar esos casquetes y compuertas con nuevos pernos y juntas.

### **3.12.13. Control de Calidad en el Campo**

Pruebas de Fugas. Las tuberías rehabilitadas de agua potable y servicios de agua se probaron según lo descrito en el subcapítulo 3.8.

Desinfección. Las tuberías rehabilitadas y conexiones domiciliarias de agua potable serán desinfectadas según lo descrito en el subcapítulo 3.9.

## **3.13. FRAGMENTACION DE TUBERIAS EXISTENTES E INSTALACION DE TUBERIA NUEVA DE POLIETILENO PARA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**

### **3.13.1. Generalidades**

Este subcapítulo incluye el suministro de toda la mano de obra, materiales, transporte y equipo necesario para el reemplazo de tuberías de agua potable o alcantarillados por medio de la instalación de una nueva tubería, fragmentando la tubería existente (tubería anfitriona). Incluye el empalme de conexiones domiciliarias para agua potable y alcantarillado.

### **3.13.2. Definiciones**

Fragmentación de Tubería: La fragmentación de tuberías es un método para reemplazar tuberías existentes de agua potable o alcantarillado, rompiendo o fragmentando la tubería existente o anfitriona y colocando en el vacío que queda

una nueva tubería, del mismo o mayor diámetro. Este método de rehabilitación de tubería es conocido como “Pipe Bursting”

Tubería anfitriona: La tubería de agua potable o alcantarillado que va a ser reemplazada por métodos de fragmentación de tubería.

Tubería de reemplazo: La nueva tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) que será instalada mediante el método de fragmentación de tuberías, y que reemplazará a la tubería anfitriona.

### 3.13.3. Documentos a Presentar

Se presentaron los siguientes documentos.

- Calificaciones del Sub-Contratista Especialista en Fragmentación de Tuberías, incluyendo:
  - \* Nombre, dirección y teléfono del Sub-Contratista de Fragmentación de Tuberías.
  - \* Nombres de todo el personal directamente involucrado con la Fragmentación de Tuberías.
  - \* Firma y fecha de la información suministrada y certificando que ésta era verdadera y precisa, y que el personal propuesto responsable para la Fragmentación de Tuberías estaba directamente involucrado y que participaba en este proyecto.

Descripción escrita de los métodos de trabajo y equipos de construcción a utilizarse, incluyendo: planos detallados, datos de

INFORME DE INGENIERIA

catálogo y datos técnicos del fabricante mostrando información completa, respecto de la composición del material, propiedades físicas y dimensiones de la tubería de reemplazo y sus accesorios, la recomendación del fabricante para el manipuleo, almacenaje y reparación de la tubería y accesorios si son dañados, y el certificado de cumplimiento con las Especificaciones.

- Certificación del personal obrero en proceso de entrenamiento para la instalación de la tubería.
- Informes de inspección por televisión y cintas de video hechas antes y después de la inserción de la tubería de reemplazo de alcantarillados.
- Diseño de mezclas de lechada e informes de ensayo de lechada (de ser aplicable).
- Copia de la licencia de instalación del Contratista especialista en el método de fragmentación de tuberías, expedida por el fabricante del sistema de fragmentación de tuberías.

#### 3.13.4. Aseguramiento de Calidad

El Sub-Contratista especializado en el método de fragmentación de tuberías tenía certificados que lo acreditan como un especialista totalmente entrenado en el sistema de fragmentación de tubería, expedido por el fabricante del sistema de fragmentación de tubería. El personal involucrado en la unión de tubería de polietileno, también tenía certificados que acreditan su conocimiento en el uso del equipo para la fusión de juntas y en los métodos de conexión de servicio domiciliario y en el sellado de tubería con los buzones (de ser aplicable).

Se contó con personal entrenado por el fabricante del sistema de fragmentación de tuberías, y por el fabricante de tubería de polietileno, para todos los aspectos del trabajo, incluyendo métodos de manipuleo, inserción, desvastamiento y acabado de la tubería.

El Sub-Contratista especializado en el método de fragmentación de tuberías estaba entrenado y licenciado por el fabricante del sistema de fragmentación de tuberías.

### **3.13.5. Suministro, Almacenamiento y Manipuleo**

Se suministraron, almacenaron, y manipularon todos los productos y materiales como se ha especificado en el subcapítulo 3.6, teniendo la siguientes consideraciones:

- Transportar, almacenar y manipular la tubería y los accesorios según las recomendaciones del fabricante.
- Si la tubería y los accesorios se dañaran antes o durante la instalación, reparar el daño como ha sido recomendado por el fabricante.
- Suministrar, almacenar y manipular otros materiales como se ha requerido a fin de prevenir cualquier daño.

### **3.13.6. Condiciones del Proyecto**

Mediciones en Obra: se verificaron los tamaños, longitudes y materiales reales de las tuberías a ser fragmentadas antes de la preparación de los documentos.

### **3.13.7. Secuencia, Programación y Ejecución**

Se asumió la total responsabilidad por la secuencia, programación y ejecución de los trabajos, programando el trabajo de tal modo que permitiera mantener el servicio de agua y alcantarillado y para minimizar la interrupción del tráfico.

### **3.13.8. Garantía**

Se garantizó que el equipo y los métodos a utilizarse en este Proyecto que eran cubiertos por patentes o acuerdos de licencias, y que los precios incluidos en el presupuesto cubren todos las regalías y honorarios aplicables, en conformidad con dichos acuerdos de licencia.

### **3.13.9. Materiales**

#### **Tubería de Reemplazo de Polietileno**

Se suministró resina con base de polietileno que cumpla con los requerimientos de ASTM D1248 para Tipo III, Grado P34, Categoría 5. Se suministró resina de polietileno que contiene antioxidantes y que está estabilizada para protección contra degradación ultravioleta. Se suministró tubería con una clasificación de celda de PE 345434C en conformidad con ASTM D 3350 y que cumplía los requerimientos de ASTM D3350. Se suministró tubería de material virgen, sin ningún componente retrabajado, excepto aquel obtenido de la producción del fabricante de la misma formulación. Se suministró tubería que homogénea y libre de rajaduras, huecos, material extraño, ampolladuras u otras fallas deletéreas que eran visibles.

Se suministraron tuberías, accesorios y juntas de polietileno, de alta densidad que estaban en conformidad con las siguientes propiedades físicas y especificaciones:

<b>Propiedad</b>	<b>Método de Prueba ASTM</b>	<b>Valor Nominal</b>
Densidad (gr/cc)	D 1505	0.955
Índice de Fundición (gr/10 min).	D 1238-E	0.10
Índice de Fundición de Alta Carga (gm/10 min)	D 1238-F	12.0
Resistencia a la Tensión a rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	D 638	317
Resistencia a la Tensión al límite de fluencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	D 638	>225
Enlongación, porcentaje	D 638	>56
Módulos a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	D 790	9570
Resistencia a la rajadura de esfuerzo ambiental F <sub>20</sub> , Horas (100° C)	D 1963 (Cond. C)	>350
Temperatura de Fragilidad (°C)	D 746	
Punto de Fundición (°C)	D 789	127
Temperatura de Ablandamiento Vicat (°C)	D 1525	124
Dureza (Shore D)	D 2240	66
Resistividad de Volumen (ohm-cm)	D 991	2.6x10 <sup>16</sup>



**Especificaciones:**

Clasificación ASTM D 1248:	Tipo III, Categoría 5	Clase C
Clasificación ASTM D 3350	345434 C	
Esfuerzo de Diseño Hidrostático		56 Kg/cm <sup>2</sup> @ 23 °C
Recomendado		28 Kg/cm <sup>2</sup> @ 60 °C

Para alcantarillado, se suministró tubería de reemplazo de un tamaño que permitiera renovar el alcantarillado a una capacidad de flujo original o mayor.

Se suministró con un espesor de pared mínima de tubería de polietileno de SRD 17 para alcantarillado y de SRD11 para agua potable.

Para alcantarillado, suministrar tubería con interior de color reflectivo claro que permita una inspección televisada más fácil y mejor.

**3.13.10. Lechada de Cemento**

Se suministró un diseño de mezclas de lechada de cemento cuya resistencia a la compresión a los 28 días sea igual o mayor a 35 Kg/cm<sup>2</sup>, Se incorporaron aditivos de lechada para mejorar sus propiedades de flujo, cumpliendo con las resistencias a la compresión mínima.

**3.13.11. Control de Calidad**

Se suministraron pruebas demostrativas del cumplimiento de la tubería de polietileno con el criterio especificado.

### **3.13.12. Trabajos Preparatorios Previos al Proceso de Fragmentación de las Tuberías de Alcantarillado**

Previo al proceso de fragmentación de las tuberías de alcantarillado, se cumplieron con los siguientes procedimientos:

- Desviar las aguas residuales.
- Inspeccionar los alcantarillados.
- Remover obstrucciones que impidan la inserción del equipo de fragmentación de tuberías y tubería de reemplazo, utilizando métodos sin zanja. La remoción de obstrucciones es parte del trabajo. De no ser posible remover las obstrucciones utilizando métodos de rehabilitación sin zanja, utilizar métodos tradicionales.
- Preparar lugares de lanzamiento para la herramienta de fragmentación de tubería, y para insertar la tubería de reemplazo, en conformidad con los Planos Detallados aprobados, y conforme a las instrucciones escritas del fabricante. Ubicar los lugares de lanzamiento para tener la menor interferencia con el tráfico y para permitir la fragmentación de tuberías en dos direcciones. De requerirse excavaciones, cumplir con lo mencionado en el subcapítulo de “Excavación en Tierra y Roca” y “Relleno de Zanjas”. Restaurar las excavaciones y reemplazar los pavimentos o veredas en conformidad con lo mencionado en “Pavimentos y Superficies”, al concluirse el trabajo. Utilizar buzones donde sea posible.

- Ubicar y dejar al descubierto, las conexiones domiciliarias de alcantarillado, antes de proceder a la fragmentación de tuberías, para acelerar el empalme de la tubería del servicio existente con la nueva tubería, con una conexión flexible.

### **3.13.13. Trabajos Preparatorios Previos al Proceso de Fragmentación de Tuberías de Agua Potable**

Previo al proceso de fragmentación de tuberías de agua potable, se cumplieron con los siguientes procedimientos:

- Proveer servicio de agua temporal a las conexiones de agua afectadas por la operación de fragmentación de tuberías.
- Preparar lugares de lanzamiento para la herramienta de fragmentación de tubería, y para insertar la tubería de reemplazo, en conformidad con los Planos Detallados aprobados, y conforme a las instrucciones escritas del fabricante. Ubicar los lugares de lanzamiento para tener la menor interferencia con el tráfico y para permitir el fragmentado de tuberías en dos direcciones. De requerirse excavaciones, cumplir con lo mencionado en “Excavación en Tierra y Roca” y “Relleno de Zanjas”. Restaurar las excavaciones y reemplazar los pavimentos o veredas en conformidad con lo mencionado en “Pavimentos y Superficies”.
- Ubicar y dejar descubierto, conexiones de servicio de agua potable, antes de proceder a la fragmentación de tubería. Prepararse para el reemplazo de cualquier conexión de servicio de agua potable que no sea de PVC, desde la caja de medidor de agua, hasta la matriz existente con nueva tubería de PVC o PE de servicio de agua, en conformidad con los detalles de los planos y especificaciones. Los

servicios existentes de PVC requieren solo una reconexión de la tubería de servicio existente, a la nueva matriz de agua.

### **3.13.14. Fragmentación de Tuberías e Instalaciones de Nuevas Tuberías de Reemplazo de Agua o Alcantarillado**

Para estas actividades se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Efectuar todas las operaciones en estricto acuerdo con todas las Normas locales de seguridad y Normas OSHA.
- No modificar ningún material, espesor, valor de diseño, o procedimiento, indicados en los Documentos o Planos Detallados aprobados.
- Limitar las vibraciones transmitidas a los terrenos circundantes, para no afectar las instalaciones de servicios en el área. Limitar la velocidad de la partícula pico de vibraciones del suelo, resultantes de las operaciones de fragmentación de tuberías a 0.5 pulgadas por segundo.
- A medida que la herramienta de fragmentación de tubería avanza a través de la tubería anfitriona, avanzar la tubería de reemplazo directamente detrás de la herramienta para llenar el vacío dejado por la tubería anfitriona fragmentada.
- Ubicar la tubería utilizada para realizar el trabajo alejado de construcciones a fin de no crear un impacto de ruido. Suministrar un compartimiento de silenciamiento de motor para reducir el ruido

de la máquina según sea necesario para estar conforme con los requerimientos locales.

- Instalar todas las poleas, rodillos, amortiguadores, aparatos de control de alineamiento y otro equipo requerido, para proteger estructuras existentes y para proteger la tubería de daños durante la instalación. Puede utilizarse una lubricación de acuerdo a las instrucciones del fabricante. No esforzar la tubería más allá de su límite elástico bajo ninguna circunstancia. Las líneas de winche (de ser aplicables) deben quedar centrados en el tubo a ser fragmentado con una pluma ajustable.
- Al iniciar el proceso, fragmentar la tubería anfitriona e insertar la tubería de reemplazo, desde un punto de acceso al siguiente, en forma continua y sin interrupción.
- Utilizar el tiempo recomendado por el fabricante (pero no menos de 4 horas), para el enfriamiento y el relajamiento de la tubería de reemplazo, debido a esfuerzo de tensión, previo a la conexión a las líneas de servicio, sellado de la tubería en los espacios anulares, conexiones de nuevos accesorios y similares. Suministrar una longitud en exceso para esta situación.
- Concluido el período de relajación, realizar a la brevedad posible la conexión de servicios, la conexión de accesorios, el sellado de los espacios anulares y la colocación de la tubería en servicio.

Para la Unión de Tubería Previo se cumplieron con los siguientes procedimientos:

- Ensamblar y unir la tubería de polietileno en el sitio de la obra, utilizando el método de fusión a tope, para lograr una junta a

prueba de fugas. No se permiten juntas y conexiones roscadas o con cemento solvente. Utilizar todo el equipo y procedimientos en estricta conformidad con las recomendaciones del fabricante. Ejecutar la fusión por personal certificado por el fabricante de tubería de polietileno y equipo de fusión, como técnicos de fusión.

- Suministrar juntas de fusión a tope en conformidad con ASTM D 2657 y las instrucciones escritas del fabricante de tubería, con alineamiento certero y rebordes uniformes resultantes del uso apropiado de temperatura y presión. Permitir un tiempo adecuado de enfriamiento para la junta antes de remover la presión. Lograr una junta fusionada a prueba de agua, con una resistencia a tensión igual a la de la tubería. Cortar y reemplazar toda junta defectuosa. No fusionar y remover toda sección de la tubería que tenga un corte, ampolla, abrasión, rasguño, arañadura u otra falla deletérea con una profundidad mayor del 10% del espesor de pared. Un área defectuosa de la tubería puede ser retirada y la junta fusionada, en conformidad con los procedimientos arriba indicados. Descartar y no utilizar ninguna sección de la tubería, que tenga otros defectos como protuberancias concentradas, decoloración, zonas excesivamente toscas, y picaduras, espesores variables de pared, o cualquier otro defecto de fabricación o causado por mal manipuleo.
- Proveer una máquina de fusión con un control de presión hidráulico, para fusionar dos extremos de tubería de fusión. La máquina será equipada con un manómetro para monitorear las presiones de fusión. Proveer una máquina equipada con un motor eléctrico o de combustión para acabados, a fin de cuadrar, cortar y pulir los extremos de la tubería, para lograr un contacto superficial pleno con la plancha de calentamiento. Esta plancha será

INFORME DE INGENIERIA

eléctricamente calentada y termostáticamente controlada con un medidor de temperatura, y ser capaz de mantener una temperatura de 260 °C con una tolerancia de -12 °C.

Para la Instalación Grundocrack se cumplieron con los siguientes procedimientos:

- Jalar la herramienta neumática de fragmentación de tuberías, a través de la tubería anfitriona utilizando un winche. Esta herramienta deberá ser diseñada y fabricada para lograr su paso a través de materiales de tubería existente, mediante la fragmentación de dicha tubería, comprimiendo las secciones de esta tubería existente, al terreno circundante, a medida que avanza la herramienta de fragmentación de tuberías. Suministrar una unidad neumática de fragmentación, capaz de generar suficiente fuerza, para reventar y compactar la tubería existente.
- Jalar la herramienta de fragmentación de tuberías a través de la tubería anfitriona, mediante el uso de un winche ubicado en el sitio de acceso aguas arriba. Jalar la tubería de polietileno con la unidad de fragmentación a medida que avanza. Incorporar una placa expandible, a la cabeza de fragmentación, para impedir el colapso del hueco que está por delante de la tubería de inserción. Esta unidad de fragmentación de tubería será manejado por control remoto.
- Suministrar un fragmentador con su propio *momentum* hacia adelante, mientras es asistido por el winche. Suministrar un winche hidráulico para darle al fragmentador fricción por el cual pueda avanzar. Para lograr un sistema operativo completo, asegurar que el fragmentador tenga un sistema de winche hidráulico, para disponer así de un sistema operativo completo.

INFORME DE INGENIERIA

- Conectar un winche a la parte delantera de la unidad de fragmentación, suministrando una tensión constante al fragmentador, a fin de que pueda operar de una manera eficiente. Suministrar la estabilidad direccional, a fin de mantener la unidad alineada. Operar hidráulicamente el winche a fin de contar con una tensión constante a través de la operación. Suministrar un winche de tensión constante con un instrumento de lectura directa de carga, para medir la carga de wincheo.
- Mantener automáticamente una tensión constante a una carga prefijada. Suministrar suficiente cable, en una longitud continua a fin de lograr jalar en forma continua, entre dos puntos de wincheo aprobados.
- Proveer caja de seguridad y soportes al winche, cable y tambor de cable, de tal manera que pueda ser operado con seguridad, sin causar daños a la propiedad pública o privada.
- Suministrar un sistema de poleas y refuerzos de guías, en cada punto de wincheo, para minimizar el contacto del cable, con cualquier estructura existente.

Para la Instalación de equipo “Xpandit” de fragmentación de tubería, se cumplieron con los siguientes procedimientos:

Pasar líneas de winche y otras necesarias a través de la sección de alcantarillado a ser rehabilitado. Mantener las líneas alejadas del tráfico peatonal y vehicular.

Para tuberías fusionadas a tope, conectar el alambre de winche al cortador que está conectado a la nariz de la herramienta de



fragmentado hidráulico, y jalar el equipo al ingreso de la sección de tubería a ser reemplazada. Incrementar la tensión en el winche y permitir que el expansor inicie el proceso de expansión, jalar la tubería dentro del área de lanzamiento. Conectar la máquina de empuje si es necesario y empezar la instalación de la tubería.

Para el anclaje y sellado de tubería de reemplazo de alcantarillado se cumplieron con los siguientes procedimientos:

- Después de que la tubería ha sido instalada en el tramo completo de alcantarillado, anclar la tubería en los buzones. Suministrar una suficiente longitud de tubería, a fin de que ésta sobresalga en los buzones a una distancia suficiente para permitir su sellado y recorte.
- Sellar las tuberías en los buzones, utilizando un conector de empaquetadura flexible en la pared del buzón al extremo de la tubería, centrado en la pared del buzón existente. Llenar con lechada de cemento, el conector flexible, en la pared del buzón, llenando los vacíos en todo el espesor de la pared del buzón a fin de formar una junta hermética, uniforme y lisa.
- De ser requerido restaurar el fondo y la cota del buzón.

Para las Conexiones del Servicio de Alcantarillado se cumplieron con los siguientes procedimientos:

Conectar las conexiones domiciliarias de alcantarillado a la tubería, mediante fusión por calor o monturas con empaquetaduras. Una vez que la montura está fijada en su sitio, efectuar una perforación, del diámetro interior de la salida de la montura, en la tubería.

- Conectar la nueva conexión domiciliaria de alcantarillado, a la montura, utilizando un acoplamiento flexible. Inclinarse la conexión domiciliaria de alcantarillado, hacia el nuevo alcantarillado, a la misma pendiente que la existente en el tubo lateral, o a un mínimo del 2%.

Para las Conexiones del Servicio de Agua Potable Previo se cumplieron con los siguientes procedimientos:

- Conectar los servicios de agua potable al tubo de reemplazo, utilizando monturas de derivación y nuevas válvulas Corporation.
- Conectar las tuberías existentes de PVC, a la nueva válvula Corporation.
- Reemplazar servicios de agua potable, que no sean de tubería PVC, con nuevos servicios, correspondiente a los detalles en planos. Utilizar la caja de medidor de agua existente, suministrando una válvula de sardinel y tubería de servicio.

### 3.13.15. Control de Calidad

Inspecciones. Una vez que el alcantarillado existente estaba completamente rehabilitado, y antes de remover la instalación de desvío de alcantarillado, se inspeccionó internamente con cámara de televisión, grabando la inspección en cinta de video. La tubería terminada quedó continua a través de la longitud completa, entre dos buzones y está libre de defectos visuales.

Prueba de Fugas. Se probaron las tuberías de agua potable y de alcantarillado y los servicios mismos para fugas, en conformidad con lo mencionado en “Pruebas de Fugas”. En el caso de alcantarillado, se revisaron las pruebas después de haberse concluido la rehabilitación de los buzones.

Desinfección. Se desinfectaron las tuberías y conexiones domiciliarias de agua potable en conformidad con lo mencionado en “Desinfección”.

### **3.14. LIMPIEZA DE ALCANTARILLADOS**

#### **3.14.1. Generalidades**

Este subcapítulo incluye el suministro de toda la mano de obra, materiales, transporte y equipo necesario para limpiar las líneas de alcantarillado existente, antes de la inspección televisada y de la rehabilitación.

#### **3.14.2. Ejecución**

Se limpiaron todas las líneas de alcantarillado antes de rehabilitarlas y las secciones de alcantarillado utilizando un propulsor a chorro a alta velocidad (Hidrolimpieza) y equipo accionado mecánicamente (máquina de balde), permitiendo remover de los alcantarillados, lodo, tierra, grasa, piedras, ladrillos, arena, otros materiales y obstrucciones.

Durante las operaciones de limpieza de los alcantarillados se tomaron todas las precauciones en el uso del equipo de limpieza para evitar heridas personales o daños al alcantarillado y sus accesorios.

Cuando era necesario, se utilizaron cantidades de agua de hidrantes contra incendios, para evitar demoras en los procedimientos de trabajo normales, conservar el agua del tanque del equipo y no utilizarla innecesariamente.

Se removieron los materiales sólidos o semisólidos, resultantes de la operación de limpieza en el buzón aguas abajo de la sección que se limpiaba, evitando que pase material de la sección de un buzón a otra sección de otro buzón lo cual podría causar atoros en la tubería. A fin de atrapar todos los desperdicios resultantes de la limpieza, se colocaron trampas de arena, vertedero, o represa adecuada en los dos buzones sucesivos aguas abajo.

### **3.14.3. Control de Calidad en el Campo**

La aceptación de la limpieza de la tubería de alcantarillado se daba después de la terminación exitosa de la inspección televisada. Si la inspección por televisión mostraba que la limpieza era insatisfactoria, se volvía a limpiar e inspeccionar la línea de alcantarillado hasta lograr que su estado fuera satisfactorio.

## **3.15. MANTENIMIENTO EN OPERACION DE LOS ALCANTARILLADOS EXISTENTES**

### **3.15.1. Generalidades**

Esta sección incluye el suministro de toda la mano de obra, materiales, transporte y equipo necesario, para el mantenimiento en operación de alcantarillados existentes, durante la construcción de nuevos alcantarillados y la rehabilitación de alcantarillados existentes o como sea requerido por el trabajo.

### **3.15.2. Documentos a Presentar**

Los documentos se presentaron contenían fundamentalmente la descripción escrita de los métodos y equipos utilizados para el bombeo de desviación y control de flujo de alcantarillado.

### **3.15.3. Suministro, Almacenamiento y Manipuleo**

Se suministraron, transportaron, almacenaron, y manipularon todos los productos, equipo y materiales control de flujo de alcantarillado de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.

### **3.15.4. Secuencia, Programación y Ejecución**

Se asumió la total responsabilidad por la secuencia, programación y ejecución de los trabajos, programando el trabajo de tal modo que permitiera mantener el servicio de alcantarillado y minimizar la interrupción del tráfico.

### **3.15.5. Ejecución**

Para lograr el control adecuado del flujo de alcantarillado se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Preservar todos los servicios de alcantarillados existentes sin interrupción, mientras se realiza el trabajo incluido en este proyecto. Suministrar toda la mano de obra, materiales y equipo requerido para desviar el flujo de alcantarillado alrededor del área de trabajo a un punto aceptable de descarga.
- No bombear o dirigir el flujo de alcantarillado a riachuelos, canales abiertos o a calles o pasajes en ningún momento en el transcurso del trabajo.
- Asumir la completa responsabilidad por el diseño hidráulico del sistema de bombeo de desviación.

INFORME DE INGENIERIA

- Suministrar equipo de bombeo de tipo adecuado para bombear aguas residuales crudas sin filtrar por un periodo indefinido, sin atoros o cierres para mantenimiento de rutina. Proveer un bombeo de desviación continuo durante todo el tiempo de cada porción del trabajo a ser realizado.
- Suministrar al menos una (1) bomba de reemplazo, en el lugar por cada 1 a 3 bombas de desviación en operación. Suministrar una bomba adicional de reemplazo por cada incremento de 3 horas en operación como se ilustra a continuación:

<b>Bombas de Desviación de Flujo Operando</b>	<b>Bombas de Reemplazo Requeridas en el Lugar</b>
1-3	1
4-6	2
7-9	3

Mantener todas las conexiones domiciliarias laterales y conexiones a los alcantarillados laterales en operación sin fugas o acumulación durante el trabajo.

Coordinar el mantenimiento de tráfico y cerramientos de calles con la Municipalidad de Breña y SEDAPAL.

### 3.16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.16.1. Fragmentación de Tubería Existente e Instalación de Tubería Nueva de Polietileno para Agua Potable y Alcantarillado (Método Sin Zanja)

##### Agua Potable

- Se recomienda, que los planos del proyecto tengan en lo posible la ubicación exacta de todos los ductos subterráneos como: ductos de energía eléctrica (baja y media tensión), ducto de teléfono (cables y fibra óptica), red existente de agua potable y de alcantarillado, conexiones de agua potable y desagüe. Esto facilitará los trabajos de replanteo y planteamiento de soluciones si se presentaran dificultades en los trabajos de campo.
- Se recomienda, ubicar todos los accesorios y válvulas de la red existente de agua potable a fragmentar según el plano del proyecto. Esto permitirá ubicar aquellos accesorios y válvulas existentes de la tubería a fragmentar que por algún motivo han sido omitidos por el proyecto. La ubicación exacta de estos accesorios en la red existente a fragmentar es con la finalidad de extraerlas (en el caso de válvulas) o debilitarlas (en el caso de accesorios, a través de un corte longitudinal). El procedimiento que se recomienda para la ubicación de accesorios y válvulas de la red existente a fragmentar es el siguiente:
  1. Ubicar en el campo y según el plano del proyecto la calle o avenida en donde se encuentra el tramo de tubería existente de agua potable a ser fragmentada.
  2. Ubicar los extremos del tramo de la red existente de agua potable a ser fragmentada. La ubicación de los extremos del tramo es a través de los planos del proyecto o reparaciones de la red y conexiones existentes de

INFORME DE INGENIERIA

agua potable, que se puede apreciar en el campo por los parches en el pavimento.

3. Trazar en el pavimento las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático, según la ubicación de los extremos del tramo de la red existente de agua potable a ser fragmentado.
4. Cortar, romper y excavar las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático.
5. Instalar los servicios temporales de agua potable en cada una de las cajas de las viviendas que se verán afectadas por el trabajo de fragmentación de la tubería existente de agua potable.
6. Realizar el cierre de circuito de válvulas.
7. Extraer aquellos accesorios que se encuentren en las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático. Se extraerán solo aquellos accesorios que no serán utilizados para los empalmes posteriores y que serán reemplazados por otros.
8. Extraer aquellas válvulas que se encuentran en las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático. Se extraerán solo aquellas válvulas que se encuentren fuera de uso y que serán reemplazadas por otras.
9. Introducir en la tubería de agua potable existente a fragmentar por una de las “ventanas” (ingreso o salida ) del martillo neumático un cable de plástico duro con alma de fibra de vidrio llamado “Cobra”. De acuerdo a la resistencia que presente la tubería al paso del cable de plástico duro, se sabrá si es una simple incrustación, un accesorio o válvula que



a sido omitido por el proyecto (tapa de la válvula ha sido pavimentado).

10. Se abre una “ventana” adicional en el pavimento para definir si es una válvula o accesorio en la red existente de agua potable a fragmentar.

- La definición de cuál será la “ventana” de ingreso o salida del martillo neumático estará de acuerdo a las facilidades y conveniencias para trabajar que permita el lugar en donde se encuentra el tramo de la tubería de agua potable existente a fragmentar.
- Se recomienda, que las dimensiones de las “ventanas” de ingreso y salida en el pavimento del martillo neumático sean las siguientes:
  - \* Ancho : 1.00 metros.
  - \* Largo : 3 veces la profundidad de la tubería.
  - \* Profundidad : La tubería en el distrito de Breña tiene una profundidad que varía de 0.40 a 1.40 metros.
- Se recomienda, que para la ubicación de las abrazaderas y válvulas de toma de todas las conexiones de agua potable que se encuentran empalmadas a la tubería existente de agua potable a fragmentar, se siga el siguiente procedimiento:
  1. Ubicación de todas las cajas domiciliarias de agua potable que se encuentran en la vereda y que se verán afectadas por el trabajo de fragmentación de la tubería existente de agua potable. A todas estas cajas domiciliarias se le proveerá de un servicio temporal de agua potable hasta que se culminen los trabajos en el lugar.

INFORME DE INGENIERIA

2. Ubicación de cajas domiciliarias que no se encuentran en la vereda si no dentro de jardines interiores de las viviendas y cajas debajo de las veredas (ocultas). La ubicación se realiza con ayuda del propietario de la vivienda, el cual se a quedado sin servicio de agua potable debido a los trabajos de fragmentación de la tubería existente de agua potable de la cual su conexión domiciliaria se abastecía. Una vez localizado la caja domiciliaria se procede a darle servicio temporal de agua potable hasta que se culminen los trabajos en el lugar. Asimismo, se debe de verificar si la conexión de agua potable existente localizada es clandestina; si fuera así, no se le proveerá de servicio temporal de agua potable hasta que regularice el estado de su conexión de agua potable con SEDAPAL.
  3. Una vez localizado todas las cajas domiciliarias de agua potable, se procede a trazar líneas rectas perpendiculares a la tubería a fragmentar, cuyo punto inicial es la caja domiciliaria. En el extremo de la línea recta perpendicular a la tubería a fragmentar se traza una “ventana” cuyas dimensiones son tal que facilita la ubicación de la abrazadera y válvula de toma. Cabe indicar, que esto se aplica en aquellas conexiones domiciliarias existentes que no presentan huellas de reparaciones en el pavimento.
- Se recomienda, que las dimensiones de las “ventanas” en el pavimento para ubicar las abrazaderas y válvulas de toma de todas las conexiones de agua potable que se encuentran empalmadas a la tubería existente de agua potable a fragmentar, sean las siguientes:

Tubería de 0.40 a 0.80 metro de profundidad

ancho : 0.60 metro

largo : 0.80 metro

- \* Tubería de 0.80 a 1.00 metro de profundidad
  - ancho : 0.80 metro
  - largo : 1.00 metro
- \* Tubería de 1.00 a 1.40 metros de profundidad
  - ancho : 0.90 metro
  - largo : 1.20 metros
- Cabe indicar, que todas las conexiones de Plomo y Fierro Galvanizado serán reemplazados en su totalidad y las conexiones de PVC solo serán empalmadas a la tubería nueva de P.E. de alta densidad. Para el reemplazo de las conexiones de Plomo se utilizará en lo posible la tubería de forro que tiene.
- La dificultad que presenta la tubería existente de agua potable a la fragmentación es variable y depende:
  1. Material de la tubería existente de agua potable a ser fragmentada.
  2. Diámetro de la tubería existente de agua potable a ser fragmentada.
  3. Diámetro de la tubería nueva de Polietileno (P.E.) que reemplazará a la tubería existente de agua potable fragmentada.
  4. Profundidad a la que se encuentra la tubería existente de agua potable a ser fragmentada.
- La dificultad que presenta la tubería existente de agua potable a la fragmentación de acuerdo al material es el siguiente:

INFORME DE INGENIERIA

- \* **Asbesto Cemento Mazza:** La tubería presenta poca dificultad a la fragmentación. Esta tubería presenta una unión espiga-espiga. Se le reconoce por su tipo de unión y su color blanco que presenta. Este tipo de tubería se raja en forma diametral. Esta tubería es reemplazada por problemas hidráulicos (aumento de diámetro) y no estructurales. Se encuentra a una profundidad promedio de 1.00 metro. La velocidad con que la tubería es fragmentada es medianamente rápida. En una hora se puede fragmentar 100 metros de tubería de 4" (100 mm) de A.C.Mz. y reemplazarla por otra de 6" (100 mm) de P.E.
  
- \* **Asbesto Cemento Magnani:** La tubería presenta poca dificultad a la fragmentación. Esta tubería presenta una unión espiga-campana. Se le reconoce por su tipo de unión (espiga-campana) y su color azulado que presenta. Este tipo de tubería se raja en forma longitudinal. Esta tubería es reemplazada por problemas hidráulicos y estructurales. Se encuentra a una profundidad que varía de 0.60 metro a 1.20 metros, encontrándose mayormente a una profundidad de 0.80 metro. La velocidad con que la tubería es fragmentada es medianamente rápida. En una hora se puede fragmentar 90 metros de tubería de 4" (100 mm) de A.C.Mg. y reemplazarla por otra de 6" (100 mm) de P.E.
  
- \* **Fierro Fundido:** La tubería presenta poca dificultad a la fragmentación. Esta tubería presenta unión espiga-campana plomada. Se encuentra en muy buen estado estructural. Solo es reemplazado por problemas hidráulicos (aumentar el diámetro) y no estructurales. Se encuentra a una profundidad que varía de 0.60 metro a 1.40 metros, encontrándose mayormente a una profundidad de 0.80 metro. La velocidad con que la tubería es fragmentada es medianamente rápida. En una hora se puede fragmentar 80 metros de tubería de 4" (100 mm) de fierro fundido y reemplazarla por otra de 6" (100 mm) de P.E.

INFORME DE INGENIERIA

- \* **Fierro Dulce:** La tubería presenta una fuerte dificultad a la fragmentación. Esta tubería presenta una unión espiga-campana plomada. Se le reconoce por que la tubería se encuentra envuelta con yute y brea. Se encuentra en muy mal estado estructural e hidráulico. Esta tubería es reemplazada por problemas hidráulicos y estructurales. La dificultad que presenta la tubería de fierro dulce radica en que esta tubería no puede ser fragmentada, si no que es cortada longitudinalmente por el martillo neumático. Para que el martillo neumático pueda cortar a la tubería de fierro dulce se le adapta un par de cuchillas en la cabeza. La otra dificultad que presenta la tubería de fierro dulce y que es posiblemente mayor que el anterior es la unión. La tubería de fierro dulce presenta un espesor de 7 mm en la campana y 3 mm en el tubo y mide una longitud de 7 metros. Este espesor en la campana provoca que el martillo neumático no avance al no poder cortarlo. Para que el martillo neumático pueda cortar la campana necesita que ésta sea debilitada, para ello se abre una “ventana” de 0.60\*0.80 metros en el pavimento sobre la campana, luego se procede a cortar, romper y excavar la “ventana” hasta encontrar y descubrir la campana. Una vez descubierta la campana se procede a cortar la campana en forma longitudinal con una cortadora de pavimento manual hasta cortar todo el espesor de la campana. La velocidad con que la tubería es cortada longitudinalmente es lenta. En una hora se puede cortar longitudinalmente 40 metros de tubería de 4” (100 mm) de fierro dulce y reemplazarla por otra de 4” (100 mm) de P.E
  
- \* Diámetro de la tubería existente de agua potable a ser fragmentada.
  
- La dificultad que presenta la tubería existente de agua potable a la fragmentación cuando tiene por diámetro 3” (75 mm) es alto. En el distrito de Breña se presentaron varios tramos de tuberías existentes de agua potable de 3” (75 mm) de diámetro en material de fierro fundido y fierro dulce. Este diámetro de tubería dificulta la fragmentación (fierro fundido) y corte

longitudinal (fierro dulce). En el fierro fundido el martillo neumático se desvía constantemente. En el fierro dulce el corte longitudinal es sumamente lento y se desvía también constantemente. Cada vez que se desvía el martillo neumático es necesario abrir una “ventana” adicional en el pavimento sobre el lugar donde se encuentra el martillo neumático. Esto encarece más aún la instalación de la tubería de P.E..

- La dificultad que presenta la tubería existente de agua potable a la fragmentación cuando tiene diferentes diámetros y materiales es sumamente alto. En el distrito de Breña se presentaron varios tramos de tuberías existentes de agua potable que tenían materiales y diámetros diferentes, es decir en un solo tramo de 100 metros había 30 metros de fierro fundido de 4” (100 mm), 20 metros de fierro dulce de 3” (75 mm), 20 metros de fierro fundido de 3” (75 mm) y 30 metros de A.C.Mz. de 4” (100 mm); esta combinación de materiales y diámetros en un tramo de tubería existente de agua potable trae consigo el desvío del martillo neumático en forma constante, empuje de la tubería existente (la tubería de 3” se introduce en la tubería de 4”) y “ventanas” adicionales en el pavimento. Esto trae como consecuencia el encarecimiento de la instalación de la tubería de P.E..
- La dificultad que presenta la tubería existente de agua potable a la fragmentación cuando el diámetro de la tubería que lo va a reemplazar es mayor, es en forma creciente. Para un mejor entendimiento hay que tener presente que el martillo neumático consta de dos partes: la direccional y el expansor. La primera parte sirve como guía a la tubería nueva de P.E. a través del centro de la tubería existente que está siendo fragmentada; asimismo, cabe indicar que también se encarga de fragmentar la tubería existente. La segunda parte se encarga de comprimir el terreno de tal forma que permite el paso de la tubería nueva de P.E.. Si la tubería nueva de P.E. es de 4” (100 mm) el expansor tiene que ser de 6” (150 mm) y si la tubería nueva de P.E. es de 6”

(150 mm) el expansor tiene que ser de 8" (200 mm), y así sucesivamente. La compresión del terreno por parte del expansor hará que la velocidad de fragmentación de la tubería existente de agua potable disminuya a medida que el diámetro de la tubería nueva de P.E. sea mayor a la existente. La velocidad de fragmentación de 4" (100 mm) a 4" (100 mm) es mayor que de 4" (100 mm) a 6" (150 mm) y mucho más que de 4" (100 mm) a 8" (200 mm); esto se debe a que el área de terreno por compactar por parte del expansor cada vez es mayor.

- La velocidad con que es fragmentada la tubería existente de agua potable disminuye a medida que aumenta la profundidad de la tubería; esto se debe a que el terreno cede más rápido y atrapa a la tubería nueva de P.E. que aún se encuentra en proceso de instalación. El efecto en la velocidad es mínima.
- Cabe indicar, que se puede instalar hasta 300 metros de tubería de P.E. para agua potable utilizando solo una "ventana" de ingreso y otra de salida. Toda la tubería ya se encuentra soldada por termofusión y va acoplada al martillo neumático, el cual a medida que fragmenta la tubería existente va jalando la tubería de P.E. de alta densidad y la va instalando.
- Las pruebas hidráulicas a la que es sometida la tubería nueva de P.E. de alta densidad son:

* Prueba a zanja abierta de la tubería	:	150 psi
* Prueba a zanja abierta de la tubería y conexiones	:	110 psi
* Prueba a zanja tapada de la tubería y conexiones	:	110 psi

(esta prueba incluye la prueba de desinfección)

INFORME DE INGENIERIA

- Estas pruebas hidráulicas demuestran la seguridad que da la tubería de P.E. a prueba de fugas, las soldaduras a termofusión y electrofusión (manguitos) son cien por ciento seguras.
- Se recomienda, que en un tramo de 100 metros de tubería existente de agua potable a ser fragmentada y reemplazada por una nueva tubería de P.E. de alta densidad tenga solo entre 8 a 10 conexiones existentes de agua potable. Esto es con la finalidad de que no se abran demasiadas “ventanas” en el pavimento para que se pueda apreciar que es una tecnología de instalación de tubería sin zanja y asimismo evitar molestias al público peatonal, comercio, tráfico vehicular y vecinos aledaños. Un tramo de 100 metros de 4” (100 mm) de tubería existente de agua potable que será fragmentada y reemplazada por una nueva tubería de 4” (100 mm) o 6” (150 mm) de P.E. de alta densidad se debe de realizar en un tiempo de 5 a 6 días (esto incluye corte, rotura de pavimento y excavación de las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático, “ventanas” de conexiones domiciliarias de agua potable, instalación del servicio temporal, fragmentación de la tubería existente de agua potable, conexiones nuevas de P.E., pruebas hidráulicas, empalmes del tramo, relleno y compactación de las “ventanas” en el pavimento, reposición de pavimento y veredas).
- La fragmentación de la tubería existente de agua potable tiene un efecto negativo sobre el pavimento siempre y cuando la tubería se encuentre a una profundidad no adecuada.
- **Pavimento de Asfalto:** Si la tubería se encuentra a una profundidad menor a 1.00 metro se podrá notar la aparición de rajaduras sobre el pavimento que se encuentra encima de la tubería que está siendo fragmentada. Las profundidades recomendadas para fragmentar tuberías en este tipo de pavimento son las siguientes:



INFORME DE INGENIERIA

- \* De 4" (100 mm) a 4" (100 mm): 1.00 metro mínimo de profundidad
- \* De 4" (100 mm) a 6" (150 mm): 1.20 metros mínimo de profundidad
- \* De 4" (100 mm) a 8" (200 mm): 1.30 metros mínimo de profundidad
- \* De 6" (150 mm) a 6" (150 mm): 1.10 metros mínimo de profundidad
- \* De 6" (150 mm) a 8" (200 mm): 1.20 metros mínimo de profundidad
- \* De 6" (150 mm) a 10" (250 mm): 1.30 metros mínimo de profundidad
- \* De 8" (200 mm) a 8" (200 mm): 1.10 metros mínimo de profundidad
- \* De 8" (200 mm) a 10" (250 mm): 1.20 metros mínimo de profundidad
- \* De 10" (250 mm) a 10" (250 mm): 1.20 metros mínimo de profundidad
  
- **Pavimento de Concreto y Mixto:** Las profundidades recomendadas para fragmentar tuberías en este tipo de pavimento son las siguientes:
  - \* De 4" (100 mm) a 4" (100 mm): 0.60 metro mínimo de profundidad
  - \* De 4" (100 mm) a 6" (150 mm): 0.70 metro mínimo de profundidad
  - \* De 4" (100 mm) a 8" (200 mm): 0.90 metro mínimo de profundidad
  - \* De 6" (150 mm) a 6" (150 mm): 0.70 metro mínimo de profundidad
  - \* De 6" (150 mm) a 8" (200 mm): 0.80 metro mínimo de profundidad
  - \* De 6" (150 mm) a 10" (250 mm): 1.00 metro mínimo de profundidad

- \* De 8" (200 mm) a 8" (200 mm): 0.80 metro mínimo de profundidad
- \* De 8" (200 mm) a 10" (250 mm): 1.00 metro mínimo de profundidad
- \* De 10" (250 mm) a 10" (250 mm): 1.00 metro mínimo de profundidad
- Se recomienda tomar pruebas de compactación de sub-base y base en las "ventanas" de ingreso y salida del martillo neumático o en las "ventanas" de empalmes de conexión domiciliaria de agua potable. Estas pruebas deben realizarse en un orden de tres (03) pruebas de compactación por cada 500 metros de tubería de P.E. de alta densidad instalada. Esto es una forma de controlar al contratista para que realice una buena compactación en todas las "ventanas" del pavimento.

### Alcantarillado

- Se recomienda, que los planos del proyecto tengan en lo posible la ubicación exacta de todos los ductos subterráneos, como: ductos de energía eléctrica (baja y media tensión), ducto de teléfono (cables y fibra óptica), red de agua potable, red de alcantarillado, conexiones de agua potable y desagüe. Esto facilitará los trabajos de replanteo y planteamiento de soluciones si se presentaran dificultades en el campo.
- Se recomienda, ubicar todos los buzones de la red existente de alcantarillado a fragmentar según el plano del proyecto. Esto permitirá ubicar aquellos buzones existentes de la tubería a fragmentar y que han sido omitidos por el proyecto debido a que las tapas de estos buzones han sido pavimentadas. La ubicación exacta de los buzones de la red existente de alcantarillado a fragmentar es con la finalidad de evitar problemas en el desarrollo del proceso de fragmentación. El procedimiento, que se recomienda para la ubicación de los buzones de la red existente a fragmentar es el siguiente:

1. Ubicar en el campo y según el plano del proyecto la calle o avenida en donde se encuentra el tramo de tubería existente de alcantarillado a ser fragmentada.
  2. Ubicar los buzones extremos del tramo de la red existente de alcantarillado a ser fragmentada.
  3. Introducir en la tubería de alcantarillado existente a fragmentar por uno de los buzones extremos, un cable de plástico duro con alma de fibra de vidrio llamado “Cobra”, hasta que salga por el otro buzón extremo. De acuerdo a la resistencia que presente la tubería al paso del cable de plástico duro, se sabrá si es una simple sedimentación de sólidos, parte de la tubería que a colapsado o se trata de la pared de un buzón existente que a sido omitido por el proyecto (tapa del buzón que ha sido pavimentada).
  4. Se abre una “ventana” adicional en el pavimento para definir si es o no un buzón cuya tapa ha sido pavimentada.
- Se recomienda, que una vez ubicados todos los buzones del tramo o tramos de la red existente de alcantarillado a fragmentar según el plano, se siga el siguiente procedimiento para la fragmentación:
    1. Realizar la limpieza del tramo o tramos de la red existente de alcantarillado a ser fragmentada con máquina de balde o hidrojet.
    2. Realizar la inspección televisiva del tramo o tramos de la red existente de alcantarillado a fragmentar para ver si la tubería tiene o no problemas estructurales. Si el reemplazo es por problemas hidráulicos (aumento de diámetro) también se realiza la inspección televisiva. La

inspección televisiva permite ubicar con exactitud cada uno de los empalmes de las conexiones domiciliarias de desagüe.

3. Trazar en el pavimento las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático, según la ubicación de los buzones extremos del tramo o tramos de la red existente de alcantarillado a ser fragmentado.
4. Cortar, romper y excavar las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático.
5. La pared del buzón que se encuentra en la “ventana” de ingreso debe de ser perforada lo suficiente para que el martillo neumático acoplado a la tubería de P.E. pueda pasar sin ningún problema. La pared de este buzón es perforado en la llegada y salida de la tubería existente a ser fragmentada (emboquillados). En cambio, la pared del buzón que se encuentra en la “ventana” de salida debe ser perforada una sola vez, debido a que aquí llega la tubería nueva de P.E..
6. Trazar en el pavimento las “ventanas” de empalmes de conexiones domiciliarias de desagüe, según la ubicación dada por la inspección televisiva que se realizó.
7. Cortar, romper y excavar las “ventanas” de empalmes de conexiones domiciliarias de desagüe. La presencia de estas ventanas permitirán facilitar el empalme a la tubería nueva de P.E.. Asimismo, permitirá ver el desarrollo de la fragmentación de la tubería existente de alcantarillado y la instalación de la tubería nueva de P.E.; estas ventanas facilitarán ver si el martillo neumático se a desviado, si se ha dañado una red de agua potable, si se ha dañado una conexión domiciliaria de agua potable o si se ha omitido una conexión de desagüe. Si se ha dañado algún servicio de agua potable o desagüe, se

INFORME DE INGENIERIA

puede detectar por la filtración de agua que comienza a aparecer en una (o más) de las “ventanas”.

8. Realizar el desvío de flujo de aguas servidas para que cuando se realice la fragmentación de la red existente de alcantarillado, ésta se encuentre totalmente seca. También se debe de taponear en cada una de las cajas domiciliarias de desagüe; esto se debe de realizar en coordinación con sus propietarios, a los cuales se le sugiere usar en forma racional sus aparatos sanitarios de su vivienda durante el día que dura el trabajo.
  9. Una vez fragmentada la tubería existente de alcantarillado e instalado la nueva tubería de P.E. se procede a retirar todo el equipo utilizado (winche, compresora, martillo neumático, etc.). Luego de un promedio de 4 horas de haber sido instalada la tubería nueva de P.E. se procede a realizar los empalmes domiciliarios de desagüe. Esto permitirá disminuir las molestias ocasionadas por los trabajos a los propietarios de las viviendas afectadas.
- La definición de cuál será la “ventana” de ingreso o salida del martillo neumático estará de acuerdo a las facilidades y conveniencias para trabajar que permita el lugar en donde se encuentra el tramo de la tubería de alcantarillado existente a fragmentar.
  - Se recomienda, que las dimensiones de las “ventanas” de ingreso y salida en el pavimento del martillo neumático sean las siguientes:
    - \* Ancho                              1.00 metros.
    - \* Largo                                3 veces la profundidad de buzón de ingreso o salida.

INFORME DE INGENIERIA

\* Profundidad                      Los buzones en el distrito de Breña tiene una profundidad que varía de 1.00 a 3.00 metros.

- Se recomienda tomar una prueba de nivelación a la tubería nueva de P.E.; para ello se utilizará todas las “ventanas” que se encuentran en el pavimento (“ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático y “ventanas” de empalmes de conexiones). La pendiente de la tubería nueva de P.E. debe ser igual a la pendiente del tramo de alcantarillado fragmentado.
- La prueba hidráulica a zanja abierta que se toma a la tubería no es para detectar si hay fugas en las uniones, ya que como se sabe éstas han sido termofusionadas y dan un cien por ciento de seguridad de que no existe fuga alguna. La prueba hidráulica es para detectar cuáles conexiones domiciliarias de desagüe se encuentran en mal estado estructural y que deben ser reemplazadas por conexiones nuevas de P.V.C. del mismo diámetro. Asimismo, durante la prueba hidráulica se detecta cuáles empalmes de conexiones de P.V.C. presentan fugas en sus uniones.
- Se recomienda, que las dimensiones de las “ventanas” en el pavimento para ubicar los empalmes de las conexiones de desagüe que se encuentran empalmadas a la tubería existente de alcantarillado a fragmentar, sean las siguientes:

\* Tubería de 1.00 a 1.50 metros de profundidad

ancho                      0.90 metro

largo :                    1.20 metros

- \* Tubería de 1.50 a 2.00 metros de profundidad
  - ancho : 1.00 metro
  - largo : 1.30 metros
  
- \* Tubería de 2.00 a 2.50 metros de profundidad
  - ancho : 1.00 metro
  - largo : 1.40 metros
  
- \* Tubería de 2.50 a 3.00 metros de profundidad
  - ancho : 1.00 metro
  - largo : 1.50 metros
  
- Se recomienda, que en un tramo de 100 metros de tubería existente de alcantarillado a ser fragmentada y reemplazada por una nueva tubería de P.E. de alta densidad tenga solo entre 8 a 10 conexiones existentes de desagüe. Esto es con la finalidad de que no se abran demasiadas “ventanas” en el pavimento para que se pueda apreciar que es una tecnología de instalación de tubería sin zanja, y asimismo evitar molestias al público peatonal, comercio, tráfico vehicular y vecinos aledaños. Un tramo de 100 metros de 6”(150mm) de tubería de Concreto Reforzado o C.S.N. existente de alcantarillado que será fragmentada y reemplazada por una nueva tubería de 8”(200 mm) o 10”(250 mm) de P.E. de alta densidad se debe de realizar en un tiempo de 5 a 6 días (esto incluye corte, rotura de pavimento y excavación de las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático, “ventanas” de conexiones domiciliarias de desagüe, desvío y bombeo de aguas servidas, fragmentación de la tubería existente de alcantarillado, conexiones nuevas de P.E., pruebas hidráulicas, empalmes del tramo, relleno y compactación de las “ventanas” en el pavimento, reposición de pavimento y veredas).

- Se recomienda tomar pruebas de compactación de sub-base y base en las “ventanas” de ingreso y salida del martillo neumático o en las “ventanas” de empalmes de conexión domiciliaria de agua potable. Estas pruebas deben realizarse en un orden de tres (03) pruebas de compactación por cada 500 metros de tubería de P.E. de alta densidad instalada. Esto es una forma de controlar al contratista para que realice una buena compactación en todas las “ventanas” del pavimento.
- En conclusión, el reemplazo de tuberías existentes de agua y desagüe por tuberías de P.E. a través de la fragmentación de la primera es rápido. Esta rapidez se aprecia mejor cuando no hay conexiones. Asimismo, se puede apreciar su velocidad cuando la tubería a ser reemplazada se encuentra en forma transversal a una avenida principal; en este caso se evita molestias al tráfico vehicular, por que a medida que se va fragmentado la tubería los vehículos pueden seguir circulando. Ejemplo: instalación de la tubería 80 metros de 10” de P.E. para agua potable en todo el ancho de la Av. Brasil.

### 3.16.2 Limpieza y Revestimiento de Tuberías de Fierro Fundido

- Se recomienda, que los planos del proyecto tengan en lo posible la ubicación exacta de todos los ductos subterráneos, como: ductos de energía eléctrica (baja y media tensión), ducto de teléfono (cables y fibra óptica), red de agua potable, red de alcantarillado, conexiones de agua potable y desagüe. Esto facilitará los trabajos de replanteo y planteamiento de soluciones si se presentaran dificultades en el campo.
- Se recomienda, ubicar todos los accesorios y válvulas de la red existente de Fierro Fundido de agua potable antes de limpiarlo y revestirlo según el plano del proyecto. Esto permitirá ubicar aquellos accesorios y válvulas existentes de la tubería de Fierro Fundido y que han sido omitidos por el proyecto. La ubicación exacta de válvulas y accesorios de la red existente de Fierro Fundido



es con la finalidad de extraerlas. El procedimiento que se recomienda para la ubicación de accesorios y válvulas de la red existente de Fierro Fundido a ser limpiado y revestido es el siguiente:

1. Ubicar en el campo y según el plano del proyecto la calle o avenida en donde se encuentra el tramo de tubería existente de agua potable de Fierro Fundido a ser rehabilitada (limpieza y revestimiento con mortero).
2. Ubicar los extremos del tramo de la red existente de agua potable de Fierro Fundido a ser rehabilitada. La ubicación de los extremos del tramo es a través de los planos del proyecto o reparaciones de la red y conexiones existentes de agua potable, que se puede apreciar en el campo por los parches en el pavimento.
3. Trazar en el pavimento las “ventanas” de ingreso y salida de la batería de accesorios de limpieza (cable acerado, tubo ciego, raspadores y jebes) y revestimiento (cable acerado, cable conductor de mortero de concreto, cable conductor de aire, patín, inyector de mortero, polidor), según la ubicación de los extremos del tramo de la red existente de agua potable de Fierro Fundido a ser rehabilitado.
4. Cortar, romper y excavar las “ventanas “ de ingreso y salida.
5. Instalar los servicios temporales de agua potable en cada una de las cajas de las viviendas que se verán afectadas por el trabajo de rehabilitación de la tubería existente de agua potable de Fierro Fundido.
6. Realizar el cierre de circuito de válvulas.

INFORME DE INGENIERIA

7. Extraer aquellos accesorios que se encuentren en las “ventanas” de ingreso y salida. Se extraerán solo aquellos accesorios que no serán utilizados para los empalmes posteriores y que serán reemplazados por otros.
  8. Extraer aquellas válvulas que se encuentran en las “ventanas” de ingreso y salida. Se extraerán solo aquellas válvulas que se encuentren fuera de uso y que serán reemplazados por otras.
  9. Introducir en la tubería existente de agua potable de Fierro Fundido a rehabilitar por una de las “ventanas” (ingreso o salida ) un cable de plástico duro con alma de fibra de vidrio llamado “Cobra”. De acuerdo a la resistencia que presente la tubería al paso del cable de plástico duro, se sabrá si es una simple incrustación, un accesorio o válvula que a sido omitido por el proyecto (tapa de la válvula ha sido pavimentada).
  10. Se abre una “ventana” adicional en el pavimento para definir si es una válvula o accesorio en la red existente de agua potable de Fierro Fundido a rehabilitar.
- La definición de cuál será la “ventana” de ingreso o salida de las baterías de accesorios de limpieza y revestimiento será de acuerdo a las facilidades y conveniencias para trabajar que permita el lugar en donde se encuentra el tramo de la tubería existente de agua potable de Fierro Fundido a rehabilitar.
  - Se recomienda, que las dimensiones de las “ventanas” de ingreso y salida en el pavimento de las baterías de limpieza y revestimiento sean las siguientes:

INFORME DE INGENIERIA

- \* Ancho : 1.00 metros.
  - \* Largo : 3 veces la profundidad de la tubería.
  - \* Profundidad : La tubería de fierro fundido en el distrito de Breña tiene una profundidad que varia de 0.40 a 1.40 metros.
- Se recomienda que luego de realizar la limpieza primaria (raspadores) y secundaria (jebes) de la tubería de fierro fundido se realice la inspección televisiva para determinar si existen reparaciones antiguas de A.C. o válvulas de toma de bronce (corporation) que atraviesan la pared de la tubería. Si las válvulas de toma de bronce se llegan a introducir a la tubería de fierro fundido en una longitud mayor a 5 mm será necesario extraerlas, para así no tener problemas en el desarrollo del revestimiento de la tubería. La inspección televisiva permite, también, ubicar con exactitud todos los empalmes de conexiones domiciliarias de agua potable a la tubería de fierro fundido que será rehabilitada.
  - Se recomienda, que después de realizarse el revestimiento de la tubería de fierro fundido se debe esperar que el mortero de concreto fragüe (24 horas). Se debe de hacer la inspección televisiva para ver como ha quedado el revestimiento de la tubería de fierro fundido. Como se sabe debe de quedar con una apariencia lisa y sin cangrejeras. Se debe sacar una muestra de aproximadamente 1.00 metro de tubería de fierro fundido rehabilitado cada 500 metros.
  - Se recomienda que las dimensiones de las “ventanas” de ingreso y salida en el pavimento del martillo neumático sean las siguientes:

- \* Ancho : 1.00 metros.
- \* Largo : 3 veces la profundidad de la tubería.
- \* Profundidad : La tubería en el distrito de Breña tiene una profundidad que varia de 0.60 a 1.40 metros, teniendo mayormente una profundidad promedio de 0.80 metros.

- Se recomienda, que así como se rehabilita la tubería de fierro fundido se haga lo mismo las conexiones, es decir, reemplazar todas las conexiones domiciliarias de agua potable en su totalidad cuando son de Plomo y Fierro Galvanizado, y cuando son de P.V.C. solo se debe de realizar el empalme. Para el reemplazo de las conexiones de Plomo se utilizara en lo posible la tubería de forro que tiene.
- Se recomienda que las dimensiones de las “ventanas” en el pavimento para ubicar las abrazaderas y válvulas de toma de todas las conexiones de agua potable que se encuentran empalmadas a la tubería existente de agua potable a de Fierro Fundido a rehabilitar, sean las siguientes:

- \* Tubería de 0.60 a 0.80 metro de profundidad

ancho : 0.60 metro

largo : 0.80 metro

- \* Tubería de 0.80 a 1.00 metro de profundidad

ancho : 0.80 metro

largo : 1.00 metro

- \* Tubería de 1.00 a 1.40 metros de profundidad
  - ancho : 0.90 metro
  - largo : 1.20 metros
- Las pruebas hidráulicas a la que es sometida la tubería de fierro fundido rehabilitada son:
  - \* Prueba a zanja abierta de la tubería : 150 psi
  - \* Prueba a zanja abierta de la tubería y conexiones : 110 psi
  - \* Prueba a zanja tapada de la tubería y conexiones : 110 psi

(esta prueba incluye la prueba de desinfección)

Estas pruebas hidráulicas son recomendadas por el personal brasileño encargado del trabajo de limpieza y revestimiento, que debido a sus años de experiencia en este tipo de trabajo afirman que la tubería rehabilitada puede soportar de hasta 200 psi. Estas pruebas hidráulicas demuestran el grado de seguridad a prueba de fugas que da la rehabilitación de la tubería.

- Se recomienda, que en un tramo de 100 metros de tubería existente de agua potable de fierro fundido a ser rehabilitada tenga solo entre 8 a 10 conexiones existentes de agua potable. Esto es con la finalidad de que no se abran demasiadas “ventanas” en el pavimento para que se pueda apreciar que es una tecnología moderna y rápida de rehabilitación de tuberías existentes de fierro fundido, y asimismo evitar molestias al público peatonal, comercio, tráfico vehicular y vecinos aledaños. Un tramo de 100 metros de 4” (100 mm) o 6” (150 mm) de tubería existente de agua potable de fierro fundido debe ser rehabilitada en un tiempo de 5 a 6 días (esto incluye corte, rotura de pavimento y excavación de las “ventanas” de ingreso y salida, “ventanas” de conexiones

domiciliarias de agua potable, instalación del servicio temporal, limpieza de la tubería, inspección televisiva, revestimiento de la tubería, inspección televisiva, conexiones nuevas de P.E., pruebas hidráulicas, empalmes del tramo, relleno y compactación de las “ventanas” en el pavimento, reposición de pavimento y veredas).

- En el campo se ha comprobado que diariamente se puede limpiar 300 metros de tubería de fierro fundido de 4” (100 mm), 6” (150 mm) o 8” (200 mm). Asimismo, se puede revestir con mortero los mismos 300 metros de tubería de fierro fundido limpiados el día anterior.

### 3.16.3 Instalación de Tubería de PVC de Agua Potable y Alcantarillado

#### Agua Potable

- Se recomienda, que los planos del proyecto tengan en lo posible la ubicación exacta de todos los ductos subterráneos, como: ductos de energía eléctrica (baja y media tensión), ducto de teléfono (cables y fibra óptica), red de agua potable, red de alcantarillado, conexiones de agua potable y desagüe. Esto facilitará los trabajos de replanteo y planteamiento de soluciones si se presentaran dificultades en el campo.
- Se recomienda, que cuando existe la presencia de demasiada humedad o filtración de desagüe o agua potable en el terreno en donde se está abriendo la zanja, se debe de apuntalar las paredes de la zanja a medida que se profundiza la excavación.
- Todas las tuberías de P.V.C. instaladas han sido revisadas estrictamente bajo un control de calidad por parte de SEDAPAL. Parte de este control de calidad se refleja en el campo, a través de las pruebas hidráulicas que se toman a las tuberías

- Se ha demostrado en el campo, que la existencia de diferentes materiales y diámetros de tubería no ha sido ningún problema para la realización de empalmes, debido a la existencia y diversidad de accesorios disponibles en el mercado y en esta obra. No hubo la necesidad plomar ningún empalme.
- En el campo se ha podido comprobar la presencia de grandes pérdidas de agua potable por parte mayormente de la tubería de fierro dulce. A medida que se avanzaba en la instalación de tuberías de P.V.C. , P.E. y la rehabilitación de fierro fundido, se ha podido comprobar el aumento de presión en las redes de agua potable del distrito de Breña.
- De acuerdo a la experiencia del contratista y del supervisor se observa un incremento en el rendimiento de la instalación de las tuberías de agua potable respecto a otros materiales, como de asbesto cemento. Un rendimiento normal de instalación de tubería de 4" (100 mm) o 6" (150 mm) es de 2,000 metros mensuales.
- Se recomienda, que a pesar que las tuberías de P.V.C. presentan buenas características mecánicas, se requiere de gran cuidado en su instalación; se debe observar muy de cerca las especificaciones técnicas; la no observancia de las mismas puede exponer al material a esfuerzos no considerados y provocar su fatiga.

### **Alcantarillado**

- Se recomienda, que los planos del proyecto tengan en lo posible la ubicación exacta de todos los ductos subterráneos, como: ductos de energía eléctrica (baja y media tensión), ducto de teléfono (cables y fibra óptica), red de agua potable, red de alcantarillado, conexiones de agua potable y desagüe. Esto facilitará los trabajos de replanteo y plañteamiento de soluciones si se presentaran dificultades en el campo.

- Se recomienda, que cuando existe la presencia de demasiada humedad o filtración de desagüe o agua potable en el terreno en donde se está abriendo la zanja, se debe de apuntalar las paredes de la zanja a medida que se profundiza la excavación. Este problema se ha apreciado con mayor frecuencia en los albañales, debido a que sus paredes son de ladrillo. Este tipo de red de alcantarillado presenta también buzones con pared de ladrillo en un estado muy crítico.
- Se a podido observar en el campo, que las tuberías de concreto debido a la falta de mantenimiento y a la poca pendiente que en algunos tramos presenta, se encuentran en un estado estructural muy crítico y en algunos casos ya no existe tubería.
- Se ha demostrado en el campo, lo práctico que son las transiciones de P.V.C. a Concreto Reforzado o C.S.N. utilizados para los empalmes de las conexiones domiciliarias de desagüe. Estas transiciones son de P.E. La diferencia de materiales no es un obstáculo para realizar los empalmes, debido a la existencia y diversidad de accesorios disponibles en el mercado y en esta obra.
- Tanto la supervisión como el contratista ha comprobado la falta de información exacta proveniente de las empresas como SEDAPAL, EDELNOR Y TELEFONICA DEL PERU, en lo que respecta a sus instalaciones subterráneas antiguas. Esto se debe a que el distrito de Breña es uno de los más antiguos