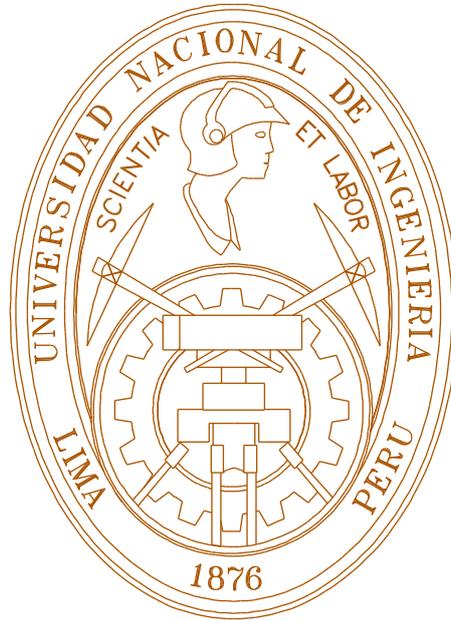


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**“PROYECTO DE SECTORIZACION PARA EL MEJORAMIENTO
DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO DEL
BARRIO BUENOS AIRES – SULLANA – PIURA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO

POR LA MODALIDAD DE: ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

ANA CECILIA ZUBIETA NÚÑEZ

LIMA - PERU

2007

A Dios
A mis padres

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Al Perú, que me brindo educación en todos los niveles.

- ❖ A mis amigos, por la información, comentarios, y sugerencias que hicieron posible el desarrollo del presente informe de suficiencia.
 - Melva Marcela Camino Cabrejos
 - Carlos Alfredo Gamarra Flores
 - Angel Daniel Paz Gonzaga
 - Cesar Augusto Quintanilla Cacha
 - Ing. Fernando Godofredo Castillo Enriquez
 - Ing. Gilmar Jorge Cuentas Leandro

- ❖ Por su orientación constante al Ing. Pablo Silverio Urbina Arias, de quien tengo la suerte de ser su esposa y desde ahora su colega.

- ❖ A doña Gloria Núñez y don José Zubieta, por todo el esfuerzo que hicieron y el apoyo brindado a sus hijos para que pudieran culminar sus carreras en esta prestigiosa casa de estudios.

RESUMEN

El presente informe de suficiencia consta de siete capítulos, en los cuales se desarrolla el proyecto de sectorización para mejorar la oferta de agua potable en la zona piloto del Barrio Buenos Aires en la ciudad de Sullana en Piura.

La introducción de lo que es la sectorización y los aspectos que involucra su desarrollo dentro de las EPS de saneamiento, se desarrolla en el primer capítulo. En el capítulo segundo, denominado sistemas de abastecimiento de agua se ha realizado la definición de dichos sistemas, componentes que los integran, los problemas que se presentan durante su operación y una descripción de los accesorios que ayudan a sectorizar las redes.

El marco teórico, objetivos, beneficios de esta herramienta tecnológica, clasificación de los sectores, parámetros de operación que se logran controlar con la aplicación de la sectorización, los aspectos de política y gestión que se deben dar dentro de las EPS de saneamiento, la importancia de las líneas vitales en la vida cotidiana y en situaciones de desastre, así como el uso de la informática en la aplicación de la sectorización se desarrolla en el tercer capítulo. El marco legal del sector saneamiento en el Perú es descrito en el cuarto capítulo.

El quinto capítulo desarrolla el proyecto de sectorización en la zona piloto, se describe el sistema existente y como se determina la sectorización de una zona elegida por las condiciones de operación que presenta para implementar el sector experimental, y con el éxito de su aplicación se espera proyectar la sectorización a todo el sistema de abastecimiento de agua en la ciudad de Sullana, en el sexto capítulo se realiza la simulación hidráulica del sistema propuesto en la zona piloto.

El séptimo capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones.

Se incluyen como anexos, el panel fotográfico, presupuesto, simulación hidráulica en WATER CAD y el esquema del sistema.

INDICE

CAPITULO 1: INTRODUCCION	1
CAPITULO 2: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	2
2.1.- Red de abastecimiento de agua	2
2.2.- Objetivos de la red de abastecimiento de agua	2
2.3.- Componentes de un sistema de abastecimiento de agua	2
2.4.- Problemas que se presentan en la operación del sistema	4
2.5.- Las válvulas y la sectorización	5
2.5.1.- Condiciones de trabajo – presión	5
2.5.2.- Clases de válvulas	5
2.5.3.- Diseño y restricciones para movimientos sísmicos	7
CAPITULO 3: MARCO TEORICO SOBRE LA SECTORIZACION	8
3.1.- Definición de sectorización	8
3.2.- Sub-sectorización	8
3.3.- Objetivos de la sectorización	9
3.4.- Beneficios de la sectorización	11
3.5.- Clasificación de los sectores según su extensión	12
3.5.1.- Macro sector de abastecimiento	12
3.5.2.- Sector de abastecimiento	12
3.5.3.- Sub sector de abastecimiento	12
3.5.4.- Micro zona de maniobra	12
3.5.5.- Zona piloto	13
3.6.- Clasificación de los sectores según el estado del sector	13
3.7.- Elementos que conforman un sector	14
3.8.- Criterios para la implantación de macro sectores	14
3.8.1.- Aspectos operativos	14
3.8.2.- Aspectos comerciales	14
3.9.- Criterios para la implantación de sectores	15
3.9.1.- Aspectos de forma	15
3.9.2.- Aspectos operativos	16
3.9.3.- Aspectos comerciales	16
3.10.- Acciones para disminuir pérdidas de agua dentro de los sectores	16
3.11.- Principales parámetros operativos	16

3.11.1.- Presión	16
3.11.2.- Caudal entregado	17
3.11.3.- Continuidad del servicio	18
3.12.- Parámetro de calidad del agua potable – concentración del cloro residual	19
3.13.- Política y recursos para la elaboración e implementación de proyectos de sectorización	19
3.13.1.- Política de la empresa	19
3.13.2.- Recursos económicos y recursos humanos	20
3.13.3.- Aspectos involucrados en la sectorización	20
3.14.- Proceso para la elaboración de un proyecto de sectorización	22
3.15.- Ejecución de obras de sectorización	24
3.16.- Problemas que se pueden presentar en la sectorización	26
3.17.- Importancia de la sectorización en situaciones de desastre	26
3.17.1.- Las líneas vitales	26
3.17.2.- Los movimientos sísmicos y sus efectos sobre los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable	27
3.18.- Aplicaciones de la informática a la sectorización	31
3.18.1.- Sistema scada	32
3.18.2.- Objetivos del sistema scada	32
3.18.3.- Descripción del sistema scada	32
CAPITULO 4: MARCO LEGAL DEL SECTOR SANEAMIENTO EN EL PERU	34
CAPITULO 5: PROYECTO DE SECTORIZACION PARA MEJORAR LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO BARRIO BUENOS AIRES -BELLAVISTA – SULLANA – PIURA	36
5.1.- Características de la ciudad de Sullana	36
5.1.1.- Ubicación y vías de comunicación	36
5.1.2.- Principales actividades económicas	36
5.1.3.- Topografía de la zona	36
5.1.4.- Tipos de suelo	37
5.1.5.- Clima	37
5.1.6.- Vulnerabilidad a desastres naturales	37
5.2.- Descripción del sistema de abastecimiento de agua potable de Sullana	38
5.2.1.- Captación	39

VII

5.2.2.- Planta de tratamiento de agua	40
5.2.3.- Estructuras de almacenamiento – reservorios	40
5.2.4.- Líneas de impulsión de agua potable	42
5.2.5.- Sistema de bombeo del agua potable	43
5.2.6.- Redes de distribución	44
5.3.- Estudio de la demanda de agua potable	45
5.3.1.- Definición del problema	45
5.3.2.- Población servida	45
5.3.3.- Demanda de agua	46
5.4.- Aspectos generales de proyecto	47
5.4.1.- Antecedentes	47
5.4.2.- Objetivos del proyecto	48
5.5.- Justificación	49
5.6.- Descripción del proyecto	50
5.6.1.- Zona del proyecto	50
5.7.- Sectorización y proyectos complementarios	50
5.7.1.- Sectorización y rehabilitación de válvulas	51
5.7.2.- Catastro de usuarios	51
5.7.3.- Catastro de redes de agua	51
5.7.4.- Macro medición	51
5.7.5.- Micro medición	52
5.7.6.-Control de fugas de agua	52
5.5.7.-Educación ambiental – participación de los usuarios	52
5.8.- Beneficio del proyecto	53
5.8.1.- Situación con y sin proyecto	53
5.8.2.- Beneficios no cuantificados	54
5.8.3.- Beneficios cuantificables	55
5.9.- Proyección de la sectorización en la ciudad de Sullana	57
5.10.- Proyección del sistema de automatización	58
CAPITULO 6: MODELO PARA EVALUACION HIDRAULICA	59
6.1.- Descripción de la modelación hidráulica	60
6.2.- Resultados de la modelación hidráulica	60
6.3.- Grafico de la zona piloto Buenos Aires – Bellavista – Sullana – Piura	62

CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
7.1.- Conclusiones	63
7.2.- Recomendaciones	66
FUENTES DE INFORMACION	
BIBLIOGRAFÍA	
SEMINARIOS	
PAGINAS WEB	
ANEXOS	
Anexo N° 01 Panel Fotográfico	
Anexo N° 02 Simulación Hidráulica WATER CAD	
Anexo N° 03 Presupuesto	
Anexo N° 04 Indicadores de gestión	
Anexo N° 05 Esquema del sistema	

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso natural más importante para la vida y el desarrollo de las actividades humanas.

El continuo incremento poblacional y la creciente escasez de agua, representa para las empresas prestadoras de servicio un reto para ofrecer un servicio de calidad a los usuarios. La cantidad de agua potable disponible no alcanza para tener una continuidad en el servicio, no se logra abastecer durante las 24 horas a toda la población.

Casi siempre la red de abastecimiento de agua ha sido creada en la misma forma caótica en que creció la ciudad, y en vez de que sea controlada por los ingenieros se puede decir que ella los controla: presenta roturas y fugas debido al exceso de presión.

Es por eso que para controlar la red se decide fraccionarla, partirla en sectores, mediante el aislamiento de estos sectores se puede tener un mejor manejo de las partes y por ende del todo, lo que dará como resultado la optimización del sistema.

El agua potable es un recurso escaso por lo tanto debe ser gestionado de una manera eficiente, esta manera eficiente es reduciendo las pérdidas y aumentando el rendimiento de las redes de abastecimiento. Para poder administrar adecuadamente una gran red es necesario fraccionarla y una de las opciones que se presentan para ello es la **sectorización**.

El establecimiento de un programa integral a través de la sectorización, permitirá conocer las causas de las pérdidas del recurso hídrico en la red de distribución. Con la implementación de programas de modernización y ampliación de la infraestructura hidráulica se combatirán las causas de las pérdidas de agua.

La problemática de la falta de agua se debe enfrentar desde diferentes aspectos: económico, social, cultural, normativo e institucional, procurando frenar el deterioro de los servicios, una correcta distribución, además promover y difundir la cultura relacionada con el uso y ahorro del agua.

CAPITULO 2

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

2.1.- RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

La red de distribución de agua está constituida por un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el líquido elemento desde la planta de tratamiento de agua, hasta las conexiones domiciliarias y los grifos contra incendios.

El diseño de la red de distribución de agua incluye la determinación de los diámetros de las tuberías, las dimensiones y el emplazamiento de los reservorios de regulación y almacenamiento, además de la disposición y ubicación de las estaciones de bombeo. Se considera que su diseño es óptimo cuando se asegura el costo de construcción, operación y mantenimiento de la red. Además de contemplar el costo de las tuberías, tanques, bombas debe considerarse el de la energía eléctrica para su operación.

2.2.- OBJETIVOS DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El objetivo del sistema es que la red abastezca a los usuarios (domésticos, industriales y comerciales) durante las 24 horas del día cada uno de los 365 días del año en cantidades adecuadas y con presión satisfactoria.

Los sistemas de agua potable se planean, programan y construyen con el fin de atender las demandas de agua no solo para el presente, sino también para el futuro. Lo que siempre se busca es maximizar el rendimiento de la red.

2.3.- COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Los componentes de un sistema de abastecimiento de agua deben seleccionarse de manera tal que garanticen cubrir con las demandas de agua cumpliendo con las presiones mínimas y máximas permisibles, velocidad del flujo y calidad del agua, asegurando que no deterioren ni la infraestructura ni la operación de la red.

Cuadro2.1: Función de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

Area del sistema de abastecimiento de agua potable	Componente	Función
Producción	Captación	Estructura destinada a facilitar la derivación desde la fuente de los caudales demandados por la población a ser abastecida.
	Planta de tratamiento de agua	Conjunto de estructuras destinadas a proporcionarle al agua procedente de la fuente las características fisicoquímicas y biológicas que la hacen apta para el consumo humano.
	Línea de conducción/impulsión	Tramo de tubería destinada a conducir los caudales desde la obra de captación hacia la planta de tratamiento de agua o hasta los sistemas de almacenamiento.
Distribución	Reservorio	Estructura destinada a almacenar parte de los volúmenes requeridos por la población a fin de garantizar su entrega de manera continua y permanente, además de garantizar las presiones que hacen trabajar adecuadamente al sistema de abastecimiento de agua así como el trabajo de los equipos de bombeo.
	Redes Matrices	Tramo de tubería destinada a conducir el agua desde el reservorio o la planta de tratamiento de agua hacia la red de distribución. El dimensionamiento de las redes matrices se hace por medio de cálculos hidráulicos.
	Redes Secundarias	Conjunto de tuberías y accesorios destinados a conducir el agua a todos y cada uno de los predios a través de las calles. El dimensionamiento de las redes secundarias se realiza de acuerdo a datos experimentales, reglamentaciones o especificaciones pre establecidas.
	Conexiones Domiciliarias	Tubería que conduce el agua desde las redes de distribución o redes secundarias hacia el interior de las viviendas. En este tramo se colocan lo micro medidores que determinarán el volumen de agua utilizado por el usuario.

2.4.- PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

La mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable sufre grandes pérdidas por agua no facturada (ANF), debido en gran medida al hecho que las redes se abastecen por múltiples fuentes interconectadas, lo que dificulta el control del agua entregada y consumida, si no existen mecanismos para evaluar técnicamente las pérdidas de agua dentro de un territorio determinado, o si el sistema no es eficiente hidráulicamente se generan deficiencias en el suministro de agua potable ocasionando pérdidas económicas.

La antigüedad de los componentes de un sistema de agua potable (algunas tuberías llegan a tener más de 30 años de servicio) genera la presencia de fugas de agua, que con el transcurso de los años ocasionará un incremento mayor en la pérdida del vital líquido.

Cuando se presenta un 30% de pérdida por fugas de agua en un sistema de abastecimiento se requiere tomar acciones para controlar dicha pérdida.

Algunos problemas que se presentan en el de servicio de abastecimiento de agua potable son:

- Baja capacidad de almacenamiento.
- Baja presión de servicio en la red.
- Alto nivel de pérdidas fugas de agua.
- Deficiente conservación de las tuberías y de los elementos componentes del sistema.
- Inexistencia de elementos de control en la red.
- Falta de información sobre gestión.

Las principales causas de que exista un volumen de agua no contabilizada y no facturada son:

- Pérdidas físicas en las conexiones domiciliarias y en las redes de distribución y notificar a tiempo de las fugas visibles.
- Carencia de macro medidores y micro medidores.
- Inexistencia de un catastro de redes.
- Pérdidas en los reservorios por desbordes y falla o falta de dispositivos de control.
- Existencia de conexiones clandestinas.
- Estimaciones de volúmenes de consumo (es decir “volumen asignado”).

2.5.- LAS VALVULAS Y LA SECTORIZACION

Las válvulas son accesorios que se colocan con el fin de cortar, dar paso, regular y controlar el flujo de agua en las redes de distribución de los sistemas de abastecimiento de agua potable. Además de poder controlar el flujo en el sistema de distribución sirven para poder aislar cualquier sector de una línea de distribución de agua, las válvulas se colocan en todas las redes principales y secundarias.

El principio general es que las válvulas deben ser colocadas de tal manera, que cualquier tubería pueda aislarse de la red general sin interrumpir el servicio en el resto del sistema.

2.5.1.- CONDICIONES DE TRABAJO – PRESIÓN

La presión de trabajo de las válvulas serán iguales o superiores (de 1,00 a 1,50 veces) a la clase de tubería, en la que están instaladas a menos que se especifique otros valores en el diseño. Deben ser colocadas en estructuras que las protejan, como son las cajas de registro o pozos de visita hechos de concreto armado y que permitan alcanzarlas y operarlas fácilmente.

2.5.2.- CLASES DE VÁLVULAS

a) Válvulas de compuerta

Se utilizan para controlar el flujo en el sistema de distribución. Las válvulas de compuerta irán unidas a las tuberías mediante uniones iguales a las tuberías que controlan.

b) Válvula Check o de retención

Permite el flujo del agua en un solo sentido, sirven para prevenir o reducir el golpe de ariete. Las válvulas check se utilizan en las tuberías en donde se bombea el agua para que, si la bomba se detiene, ésta no sea devuelta.

c) Válvulas de aire

Se colocan en los puntos altos de las líneas de conducción de agua, pues siempre ésta contiene aire que tiende a acumularse en los puntos altos de la línea. Las válvulas del aire permiten el escape del aire más no del agua y están orientadas a cumplir tres finalidades específicas:

- Expulsar aire durante el llenado de la línea.
- Admitir aire cuando haya vacío.
- Expulsar pequeñas cantidades de aire que son arrastradas por el flujo.

Los diámetros estandarizados de válvulas de aire para líneas aductoras son:

<i>DN Válvulas (mm)</i>	<i>DN Tuberías (mm)</i>	<i>DN Tuberías (pulgadas)</i>
50	600 – 1 200	24" – 48"
100	1 500 – 1 800	60"-72"

Para definir la necesidad de colocación de válvulas de aire, se debe verificar si en los tramos descendentes, el aire es arrastrado o refluye aguas arriba.

d) Válvulas de mariposa

Sirven para controlar flujos, corta e interrumpe el paso del agua.

e) Válvula reductora de presión

Tiene la función de mantener la presión de servicio (aguas abajo), además es factible ajustar la presión máxima durante las horas de bajo consumo (como en la noche) de tal forma que se evite el desbordamiento de los tanques de las excedencias y que durante las horas de mayor consumo como en el día se pueda elevar dicho límite de presión para alcanzar a dar un servicio eficiente a las partes altas de la zona abastecida. También ayuda a combinar horarios y a la restricción de horarios de abastecimiento.

f) Válvula reductora de presión proporcional

Mantiene una relación constante entre las presiones aguas arriba y aguas abajo de la instalación que regula, independientemente de las fluctuaciones de caudal.

g) Válvula sostenedora de presión

En condiciones normales de operación, la presión deberá mantenerse por encima de un valor mínimo establecido, de presentarse algún problema en las fuentes, la presión del líquido aguas arriba decaerá por debajo de dicho valor, con la válvula sostenedora se garantiza que aunque exista algún problema en la zona de producción, la red matriz permanecerá cargada con agua.

h) Válvula reguladora de caudal

Controla directamente el caudal de agua que se proporciona a la red de distribución, lo que da como resultado una administración más óptima del recurso.

i) Válvula de purga

Se instala en todos los puntos bajos de la red de distribución de agua (no deben ubicarse en tramos planos) se colocan donde hay posibilidad de obstrucción de la sección del flujo por acumulación de sedimentos, facilitando así las labores de limpieza.

El diámetro nominal de las válvulas de purga está estandarizado (4",6",8",10",12") y será seleccionado por el proyectista suponiendo un tiempo máximo de cuatro (04) horas para el drenaje del tramo por gravedad.

Para la instalación y funcionamiento de válvulas dentro del sistema de abastecimiento de agua potable, el Reglamento Nacional de Edificaciones indica:

- La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.
- Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.
- Las válvulas deben ubicarse, en principio a 4,00 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.
- Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, válvulas de aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.
- Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento protección y operación.
- Deberá evitarse los puntos muertos en la red, de no ser posible, en aquellas cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

2.5.3.- DISEÑO Y RESTRICCIONES PARA MOVIMIENTOS SÍSMICOS

Las válvulas estarán diseñadas, construidas y fijadas de manera rígida para que puedan resistir las tensiones producidas por fuerzas sísmicas.

En la sectorización de redes de abastecimiento de agua potable, las válvulas serán el accesorio fundamental que ayudará a controlar y manejar la red ya que permitirá definir los sectores, cortar el flujo del agua y mantener los parámetros de operación, como son la presión y el caudal dentro de los valores establecidos.

CAPITULO 3

MARCO TEORICO SOBRE SECTORIZACION

3.1.- DEFINICION DE SECTORIZACIÓN

Según el Diccionario de la Lengua Española; la palabra “sector” proviene del latín; del vocablo: sector - Ōris, y da los siguientes significados:

- “Parte” de una ciudad, de un local o de cualquier otro lugar.
- Cada una de las “partes” de una colectividad, grupo o conjunto que tiene caracteres peculiares y diferenciados.
- Cada una de las subdivisiones de una red de energía

Es decir define sector como una parte, un sub conjunto, un componente, un fragmento de un todo, entonces la “sectorización” será la división, la fragmentación de un determinado sistema; en este caso un sistema de abastecimiento de agua potable.

Cuando una red de abastecimiento de agua potable es demasiado grande es necesario analizarla mediante sectores, es decir por partes a los que se les denomina sub redes, se podría decir que se aplica el antiguo proverbio “divide y vencerás”. Esta división se logra con la utilización de válvulas.

La sectorización consiste en definir áreas menores a 3 km², aisladas unas de otras. Cada una de estas áreas se encuentra dotada de un solo punto de ingreso de agua y otro punto para abastecimiento en caso de emergencia.

El conocimiento de los sectores mostrará el comportamiento técnico y económico de la red ya que permite un mejor control de los caudales abastecidos, las presiones de servicio, los horarios de abastecimiento logrando reducir las pérdidas de agua, ampliación de la cobertura del servicio logrando cobrar un mayor porcentaje de facturación y mejorando la comunicación con los usuarios.

Esta herramienta tecnológica también recibe el nombre de “distritos hidrométricos” o “sistema celular de distribución de agua potable”.

3.2.- SUB-SECTORIZACIÓN

La sectorización del sistema debe comprender adicionalmente una sub sectorización del mismo, de manera de poder independizar áreas más pequeñas para efectuar maniobras en las válvulas de sus sectores y así realizar cortes de

servicio en casos de que ocurran incidencias operativas, afectando un área de servicio menor a la del sector.

Los sub sectores, tienen solamente ese objetivo, y, aunque se puedan aislar de las otras partes del sector, se podrían producir presiones bajas en otras partes del sector, esto se considera aceptable si tiene una corta duración.

Para la determinación de sub sectores es importante considerar los siguientes criterios:

- Los sub sectores en lo posible deberán de considerar dentro de su diseño la no inclusión de redes matrices o de refuerzo dentro de las tuberías que se encuentra dentro del sector, ya que esto podría afectar la continuidad del servicio y las presiones de los sectores adyacentes en casos de realizarse cierres de circuito. Las redes matrices deberán mantenerse independientes y fuera del área de influencia de cualquier sub sector.
- Los sub sectores se definirán utilizando el mínimo de válvulas de cierre, y de existir un gran número de válvulas para la independización del sub sector, deberá realizarse un operativo que permita mantener cerradas la mayoría de las mismas sin afectar el servicio tanto en continuidad como en presión al interior del sub sector.
- Es importante durante la implementación de los sub sectores el considerar que estos siempre incluyen elementos y accesorios de la red utilizados para el control y el mantenimiento del sector, tales como válvula de aire, válvulas de purga de sedimentos y grifos contra incendios, necesarios para la eliminación del aire y sedimentos que se pudieran presentar durante la reapertura de un sub sector luego de haber realizado una restricción del servicio.

3.3.- OBJETIVOS DE LA SECTORIZACION

Los objetivos que persigue la sectorización son:

3.3.1.- Respecto a los Parámetros de Operación

- Controlar, en un área definida, parámetros importantes para el buen funcionamiento del sistema de distribución de agua potable como son: caudal de ingreso al sector, presión en la red (que debe estar entre 15 m a 50 m de columna de agua), así como parámetros de calidad de agua

ya que se puede monitorear por sectores la cantidad de cloro residual presente en las redes de distribución.

- Disminuir las fugas de agua provocadas por la elevada presión ya que la sectorización controla de una forma tecnológica la presión.
- Aumentar la continuidad del servicio, es decir la cantidad de horas en que la población cuenta con agua potable.
- Priorizar los horarios de servicio de un sector respecto de otro.
- Optimizar el suministro de agua potable gracias al mejor conocimiento de la red de distribución.

3.3.2.- Respecto a la operación y mantenimiento de la red

- Lograr un mejor conocimiento de la red y desarrollo de la operación de la misma.
- Conocer la infraestructura de la red de distribución de agua, la sectorización permitirá conocer y corregir los problemas particulares de cada sector, aislándolo con respecto al resto del sistema.
- Efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo en la red, es decir agilizar las órdenes de servicio, en caso de anomalías y fallas, como por ejemplo en los casos de rotura de tubería, obstrucción de redes matrices, colapso de válvulas, sustitución de grifos contra incendios, etc., sin necesidad de dejar sin servicio a una gran área, limitando los efectos de estas acciones a áreas restringidas, mediante el cierre de válvulas.
- Mejorar la operación y mantenimiento, lo que permite una reducción de los costos.
- Recuperación de caudales para mejorar el servicio en otros sectores.

3.3.3.- Respecto al agua no facturada (ANF)

- Reducir la cantidad de agua no facturada, mejorando el control de fugas, el volumen se determina como la diferencia de agua que ingresa al sector y el volumen facturado, obtenido a través de la micro medición, hallando así el volumen de agua perdido.
- Garantizar la compatibilización de los sectores comerciales de lectura con los sectores de abastecimiento, permitiendo así la mejor evaluación del índice de pérdidas.

3.3.4.- Respecto a la ampliación de la red

- Proyectar, programar y ejecutar las obras necesarias para la ampliación de la red, instalación de nuevas redes matrices y construcción de grandes reservorios.

3.4.- BENEFICIOS DE LA SECTORIZACION

3.4.1.- Beneficios para la empresa

- Mejoramiento de la relación entre la empresa y el usuario mediante una estrategia educativa e informativa en diversas instituciones como las agrupaciones vecinales, centros educativos, las municipalidades y el gobierno regional.
- Eliminación y corte de conexiones clandestinas.
- Recuperación de conexiones cerradas y con problemas administrativos.
- Una red conformada por sectores ofrece un control permanente más efectivo en la comercialización del servicio, aumentando las inversiones y obteniendo beneficios cuantificables inmediatos.
- El poder cuantificar las pérdidas comerciales y operacionales permitirán que la empresa tome las medidas necesarias para el control.
- Ampliación del servicio de agua potable y aumento de las horas de abastecimiento.

3.4.2.- Beneficios para los usuarios

- Modificación de algunos patrones de consumos de agua y cambio inicial de actitudes de los usuarios como la aceptación de la instalación de micro medidores, ya que se cuidan de desperdiciar el agua para evitar una mayor facturación. Eso define una nueva cultura de ahorro del agua.
- Ahorro de pago por consumo de agua en un gran porcentaje de las conexiones con micro medidores nuevos lo que genera ahorro tanto del volumen consumido como del pago por el servicio, a favor del usuario.
- Eliminar pensamientos equivocados sobre nuevas tecnologías ya que lejos de quitarle el agua a alguien, la sectorización hará que la distribución de la misma sea mejor, más equitativa haciendo que un mayor número de usuarios sean abastecidos. Se debe buscar el diálogo y la conciliación con los usuarios que ofrecen resistencia a las obras.

3.4.3.- Beneficios ambientales

- La sectorización es importante como elemento de control y reducción de pérdidas. Existe la tendencia de que en las grandes ciudades se reduzcan las pérdidas físicas a niveles del orden del 20% y que con el agua rescatada se puede cubrir en gran medida la demanda futura de dichos centros urbanos, contribuyendo a disminuir la presión sobre las fuentes y en especial los acuíferos sobre explotados.
- Permite ampliar el servicio de agua potable a zonas que no cuentan con él, sin necesidad de buscar nuevas fuentes de agua.
- La asimilación de la cultura de ahorro del agua por parte de los usuarios les creará conciencia sobre el correcto uso de un bien cada vez más escaso e imprescindible para la vida.

3.5.- CLASIFICACION DE LOS SECTORES SEGÚN SU EXTENSION

3.5.1.- MACRO SECTOR DE ABASTECIMIENTO

Un macro sector es una zona abastecida mediante una tubería troncal de agua potable bien definida. El macro sector de abastecimiento puede abarcar el área comprendida por varios sectores (zonas sectorizadas) o simplemente definir límites de un esquema de abastecimiento (zonas no sectorizadas).

3.5.2.- SECTOR DE ABASTECIMIENTO

Un sector de distribución de agua potable es un subsistema de abastecimiento que se encuentra aislado hidráulicamente del resto de la red general de la ciudad, siendo su objetivo principal el propiciar mejoras en la operación y conservación del agua potable, así como ofrecer un servicio de calidad a los usuarios.

3.5.3.- SUB SECTOR DE ABASTECIMIENTO

También denominado zona de presión, es la sub división del sector definida a través de límites artificiales, por medio del cierre de válvulas o por redes instalada para ese fin. Se define en función de la topografía para garantizar las presiones máximas y mínimas recomendadas. La longitud de la red contenida en el sub sector de abastecimiento esté comprendida entre 20 y 50 km.

3.5.4.- MICRO ZONA DE MANIOBRA

Es una zona interna de un sub sector de abastecimiento con límites bien definidos, que puede ser aislada a través de maniobras de válvulas. Su finalidad principal es crear condiciones para las mediciones necesarias a fin de identificar

fugas no visibles o para estudios específicos. La longitud de las tuberías comprendidas dentro de la micro zona de maniobra debe ser de 1,50 a 3,00 km. y con aproximadamente 1 500 conexiones domiciliarias.

3.5.5.- ZONA PILOTO

Es un sector de abastecimiento representativo de la red de distribución, operado por la empresa prestadora de servicios (EPS) y que tenga las condiciones más adecuadas para desarrollar la metodología de reducción y control de fugas físicas de agua. Por lo general la zona piloto debe tener las siguientes características:

- Condiciones que facilitan la implementación de la sectorización.
- Mejores condiciones de abastecimiento en términos de continuidad y confiabilidad del suministro de agua.
- Mejores condiciones para alcanzar el 100% de cobertura de micro medición.
- Menor número de fuentes de agua que abastecen al sector facilitando la medición de los volúmenes entregados a la red de distribución contenida en la zona piloto.
- Facilidad de acceso a las unidades de la Empresa Prestadora de Servicios (EPS) involucradas en el proceso de distribución del agua potable.

3.6.- CLASIFICACIÓN DE LOS SECTORES SEGÚN EL ESTADO DEL SECTOR

Según el estado en que se encuentre el proyecto de sectorización o en la operación del sistema, los sectores se pueden clasificar en:

- En Ejecución.- Cuando las obras se encuentran en ejecución
- Recepcionado.- Las obras están culminadas y oficialmente es recibido por la EPS de saneamiento.
- Hermético.- Cuando las pruebas de hermeticidad son positivas, comprobando que no existe mezcla de agua con el sector colindante.
- En funcionamiento.- Cuando el sector es hermético y funciona en condiciones adecuadas de presión.
- Implantado.- Sector hermetizado y reciclado, es decir cuando existe coordinación entre el ciclo comercial y las lecturas de producción.

- Fuera de control.- Cuando el sector ha sido implementado pero presenta problemas operativos.

3.7.- ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN SECTOR

Un sector consta de los siguientes componentes:

- Un reservorio (para el almacenamiento del agua potable) el cual puede ser abastecido por pozos, o por una red primaria.
- Un punto de medición en la llegada del agua potable al reservorio, para registrar el caudal y el volumen entregado al sector se utilizará un macro medidor.
- Las redes secundarias que abastecen a cada una de las conexiones domiciliarias.
- Las conexiones domiciliarias, con llaves de paso y micro medidor en la entrada de cada predio.

3.8.- CRITERIOS PARA LA IMPLANTACION DE MACRO SECTORES

La implementación de macro sectores deberá realizarse en aquellas zonas en las cuales aún no existen sectores de abastecimiento o de existir sectorización se encuentra incompleta, no permitiendo la hermetización individual de cada sector. La implementación de macro sectores se realizará en zonas que cumplan con los siguientes requisitos:

3.8.1.- ASPECTOS OPERATIVOS

- Esquemas y/o zonas de presión que cuenten con una tubería matriz de agua como fuentes de abastecimiento.
- Ser hermética e independiente de los esquemas aledaños.
- Contar con un macro medidor que permita realizar mediciones de los volúmenes que ingresan al macro sector. De contar con ingresos de emergencia, estos también deberán contar con macro medición.

3.8.2.- ASPECTOS COMERCIALES

- El nivel de micro medición debe ser mayor al 40%.
- Los ciclos de facturación deben estar adecuados al área del macro sector.
- Las fechas de lectura de los micro medidores deben efectuarse en lo posible en las fechas de lectura del macro medidor.

3.9.- CRITERIOS PARA LA IMPLANTACION DE SECTORES

La implantación de sectores en zonas, aun no sectorizadas deberá realizarse priorizando aquellas macro zonas en las cuales se observen mayores índices de agua no facturada. La implementación de sectores no solo deberá considerar las labores de inserción de válvulas y rehabilitación de redes, sino también se debe revisar si la sectorización propuesta puede funcionar hidráulicamente de manera adecuada. En la determinación de un sector se debe tener en cuenta:

3.9.1.- ASPECTOS DE FORMA

- El área de cada sector debe estar comprendida entre 2,00 a 3,00 km²
- Cada sector debe contar con un solo punto de alimentación principal, este debe conectarse directamente de una tubería matriz primaria.
- Se debe utilizar de preferencia las avenidas como límite del sector, en especial aquellas donde el tendido de tuberías es por ambos lados de la calle.
- Definir anillos o circuitos conformados por tuberías de gran capacidad.
- Se debe evitar en lo posible dejar puntos muertos en la red, considerando redes secundarias complementarias que los anulen.
- Las tuberías que tienen un diámetro igual o mayor a 6" y que crucen el límite de un sector deben cerrarse por medio de una válvula, mientras que las tuberías de diámetros menores o iguales a 4" deberán ser cortadas o taponadas. Así mismo se dejará disponible por lo menos un pase de emergencia.
- Los sectores, de ser posible, respetarán los límites de separación de zonas de presión.
- Debe tener entre 2 000 a 5 000 conexiones domiciliarias para la posterior instalación de micro medidores.
- Si existen áreas de abastecimiento que ya se encuentran aisladas pueden ser tomadas como sectores o sub sectores.
- Para minimizar cortes de tuberías, o instalaciones de nuevas matrices, se han ubicado los límites entre los sectores en avenidas y/o calles principales que cuentan con tuberías en ambos frentes lo que implica menos cortes en tuberías de menor diámetro. De esta manera se logra

minimizar el impacto de la sectorización y facilitará el funcionamiento hidráulico del sector.

3.9.2.- ASPECTOS OPERATIVOS

- Construcción de redes troncales al interior del sector, de tal manera, de poder asegurar una buena distribución del agua al interior del sector.
- Instalación de medidores en el 100% de las conexiones domiciliarias.
- Implementación de sub sectores, asegurando que el punto de abastecimiento de cada sub sector sea independiente al de los sub sectores aledaños.
- Operatividad y mantenimiento continuo de los macro medidores instalados en el ingreso principal, ingreso de emergencia y pozos del sector.
- Las presiones mínimas y máximas deben oscilar estar entre 15 m y 50 m de columna de agua.

3.9.3.- ASPECTOS COMERCIALES

- Nivel de micro medición y facturación por lecturas cercano al 100%
- Los ciclos de facturación deben ser adecuados al área del sector. La fecha de lectura de los micro medidores deben ser las mismas fechas de lectura del macro medidor.

3.10.- ACCIONES PARA DISMINUIR PÉRDIDAS DE AGUA DENTRO DE LOS SECTORES

- Conocimiento de las características del sector.
- Hermetización de los sectores, es decir que no existan flujos de agua de un sector a otro para evitar distorsiones y errores de medición.
- Disminución de las presiones en horas de mínimo consumo
- Variedad de consignas (horarios de abastecimiento).

3.11.- PRINCIPALES PARAMETROS OPERATIVOS

3.11.1.- PRESION

Según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones las presiones en la red de distribución de agua potable deben variar en el rango de 15 m a 50 m de columna de agua.

El control de la presión en los sistemas sectorizados de distribución de agua se realiza mediante una válvula reguladora de presión ubicada en la cámara de

ingreso a cada sector, la cual se calibra para las presiones del rango indicado, teniendo en cuenta las cotas topográficas más altas y bajas del sector.

El monitoreo de presiones dentro de la red de distribución es realizado utilizando manómetros portátiles los cuales son instalados en los puntos de control existentes en los medidores de las conexiones domiciliarias, con el propósito de poder determinar la presión de servicio en cualquier predio.

3.11.2.- CAUDAL ENTREGADO

a) MACROMEDICIÓN

La macro medición se refiere a la contabilización del volumen de agua potable que es distribuido a través de las redes primarias en una zona determinada.

El macro medidor se encuentra ubicado en la cámara de ingreso a cada sector. Esto permite tener mediciones en tiempo real de los caudales que son distribuidos al sector, así mismo se puede contar con información histórica de los volúmenes que son distribuidos, ya sean estos diarios, mensuales o en el período de tiempo que se requiera.

El volumen de ingreso a cada sector puede ser controlado mediante la regulación de las válvulas existentes en la cámara de ingreso, de tal forma que pueda establecer volúmenes de distribución específicas para cada sector, realizando su regulación de acuerdo a las necesidades operativas del mismo.

b) MICRO MEDICIÓN

La micro medición se refiere a la contabilización del volumen de agua potable que es consumido por los usuarios a través de las conexiones domiciliarias existentes en el sistema de distribución. Los micro medidores son instalados en cada conexión domiciliaria. Estos medidores tiene la función de realizar la contabilización del volumen para hacer la correcta facturación del consumo.

El mantenimiento del parque de medidores es importante para garantizar la correcta medición del agua que es consumida y de esta forma minimizar el origen de consumos errados ya sea por exceso o por defecto.

Finalmente, el balance hecho entre la micro medición y la macro medición permite determinar en cada sector implementado el nivel de agua no facturada (ANF) que corresponde al volumen de agua que es perdido en la red de distribución por fallas en la misma. Estas fallas corresponden a filtraciones en tuberías, en válvulas, en conexiones domiciliarias o a través de conexiones domiciliarias clandestinas principalmente.

3.11.3.- CONTINUIDAD DEL SERVICIO

La continuidad del servicio es un parámetro importante que establece la distribución de agua durante el tiempo o en un sector de abastecimiento y generalmente se reporta en horas de servicio por día.

Es importante que los sistemas de distribución de agua potable cuenten con una continuidad de servicio de 24 horas diarias, ya que de este modo se garantizaría la calidad del agua que es distribuida, teniendo en consideración que una red de distribución intermitente ocasiona los siguientes problemas:

***Presencia de presiones negativas:**

Las presiones negativas podrían originar el ingreso de materiales extraños a la red de distribución y en casos extremos hasta generan conexiones cruzadas en el sistema de alcantarillado sanitario.

***Ingreso de aire a la red de distribución:**

El cual puede originar roturas de las tuberías a través del fenómeno físico conocido como CAVITACION. Asimismo la presencia de aire en la red podría afectar la buena medición del agua a través de los medidores instalados en las conexiones domiciliarias, los cuales, al no existir válvulas de purga de aire en la red, actuarían como purgas "naturales", ocasionando que el volumen de aire que es eliminado a través de estas sea contabilizado por los micro medidores.

***Acumulación de bolsas de aire:**

Se ubican en los puntos mas altos de la red de distribución, lo que ocasiona que la capacidad real de la conducción de la tubería se vea reducida al disminuir la sección real de la tubería debido a que una fracción de esta se encuentra ocupada por el aire presente en la red, esto obligaría a la instalación de válvulas de purga de aire para la solución de este problema.

Asimismo la antigüedad del servicio no solamente se encuentra definida por la capacidad de la fuente y/o la existencia de los almacenamientos que permitieran una distribución de agua de 24 horas diarias, sino también se encuentra afectada por aquellas incidencias operativas y de mantenimiento que originan interrupciones momentáneas del servicio entre las cuales se tiene las siguientes:

- Fallas en el sistema interno de distribución correspondiente principalmente a rotura de tuberías y/o fallas de algún elemento de la red, lo cual origina que se realice un cierre de circuito por emergencia para poder realizar las reparaciones respectivas.

- Cierres de circuitos o corte de agua programados con fines de realizar algún mantenimiento preventivo dentro de la red o la ejecución de obras de mejoramiento del sistema.

3.12.- PARAMETRO DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE – CONCENTRACION DEL CLORO RESIDUAL

De acuerdo a la resolución 190-97/SUNASS de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, las EPS deberán establecer un programa de monitoreo de cloro residual en las redes, el cual será diario, debiéndose tomar una muestra de cloro residual libre por cada 20 000 habitantes.

El cloro residual en su forma de cloro residual libre es el principal parámetro de control y monitoreo de la calidad del agua en un sistema de distribución, esta concentración no debe ser menor de 0,50 mg/l de acuerdo a lo que indica la norma vigente. Para el monitoreo del cloro residual se utiliza como reactivo DPD. El monitoreo de cloro residual dentro de la red de distribución es realizado mediante la toma de muestras de agua en los puntos de control de los micro medidores de las conexiones domiciliarias o en los grifos contra incendio.

3.13.- POLITICA Y RECURSOS PARA LA ELABORACION E IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE SECTORIZACION

3.13.1.- POLITICA DE LA EMPRESA

La empresa debe establecer políticas que permitan determinar no solo la zona prioritaria para la implementación progresiva de la sectorización, sino también los niveles de detalle de la sectorización a implementar (macro sector, sector y sub sector), niveles de operación y control de fugas. En este sentido se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones en los sistemas de distribución de agua potable:

a) Cobertura y complejidad de la red de agua

Sistemas complejos exigen mayor conocimiento hidráulico de la red para operarla y facilidad para realizar tareas de mantenimiento, garantizando la cantidad y la regularidad del abastecimiento a la población. Cuanto mas complejo sea el sistema, mayor será la necesidad de sectorizarlo.

b) Porcentaje de pérdidas de agua no facturada (ANF)

Cuanto mayor sea el índice de pérdidas de agua mayor será la necesidad de sectorización de la red para realizar trabajos de control de fugas y desperdicios,

así como para tareas de mantenimiento de la red para la corrección de las fugas de agua identificadas.

c) Elaboración de catastro técnico

La existencia de planos actualizados de la red de distribución de agua potable es un pre requisito fundamental para el estudio de la sectorización.

La identificación de los límites del macro sector, sector y de los sub sectores, etc. presupone el conocimiento de la red, obtenido a través del catastro técnico.

d) Modelos matemáticos

Una red sectorizada implica que los clientes internos al sector están siendo atendidos de forma regular y en cantidad necesaria. Por lo tanto la red primaria del sector debe estar dimensionada según los parámetros de diseño de la empresa, para atender al consumo. Para poder alcanzar este objetivo se debe emplear modelos matemáticos.

Los modelos matemáticos pueden simular el comportamiento de la red para diferentes límites externos del sector hasta conseguir soluciones satisfactorias de abastecimiento con la menor inversión en su implantación.

3.13.2.- RECURSOS ECONÓMICOS Y RECURSOS HUMANOS

La sectorización puede demandar la aplicación de grandes inversiones ya que el proyecto puede determinar la instalación de nuevas tuberías, válvulas de cierre y rehabilitación de las instalaciones existentes en la red para poder alcanzar los objetivos de la sectorización.

La capacidad de financiamiento del proyecto puede determinar la cobertura de la sectorización del sistema en estudio.

Además la implementación de los sectores de abastecimiento requiere de una capacitación constante del personal que estará a cargo de la operación y mantenimiento de estos sectores, después de su implementación.

3.13.3.- ASPECTOS INVOLUCRADOS EN LA SECTORIZACIÓN

En la ejecución de un proyecto de sectorización se encuentra involucrados los aspectos: técnico, de gestión y social dentro de la empresa prestadora de servicios de saneamiento.

a) ASPECTO TÉCNICO

Involucra el conocimiento de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua así como la operación del mismo:

- Diagnóstico de la situación actual de la red de distribución de agua potable por medio de un catastro de redes.
- Realización de obras hidráulicas para el mejoramiento de la red existente y ampliación de la misma
- Programa de implementación e instalación de micro medidores
- Programa de mantenimiento de las válvulas
- Limpieza de tuberías de los sedimentos que se acumulan, mediante el purgado de las redes
- Durante los primeros días de puesta en marcha de los sectores se debe monitorear exhaustivamente las presiones, los caudales abastecimiento, y variaciones de los niveles de agua en los reservorios.

b) ASPECTO DE GESTIÓN

Esto se realiza dentro del área comercial de la empresa, se necesita conocer el número exacto de usuarios clientes y la situación actual de su conexión, es decir se requiere actualizar el catastro comercial, esto se obtiene mediante el llenado de una ficha sobre los clientes, el tipo de servicio y las categorías, información técnica de las conexiones domiciliarias de agua.

Se debe implementar un programa de regularización las conexiones clandestinas, dando facilidades a los usuarios para la corregir su situación.

Evaluar la posibilidad de recategorizar los predios según la actividad comercial que desempeñen (uso doméstico o comercial) y facilitar la instalación de nuevas conexiones domiciliarias.

c) ASPECTO SOCIAL

Se debe realizar un diagnóstico de la percepción de los usuarios a fin de conocer los niveles de satisfacción o disconformidad en relación a los servicios que reciben de la empresa antes de la puesta en marcha de la sectorización, esto implica conocer la opinión que tiene sobre la cultura de ahorro del agua, sus hábitos y comportamientos frente al uso del agua potable, que es lo que conocen de la micro medición

Muchas veces la empresa recibe gran oposición por parte de los usuarios hacia la instalación de micro medidores debido principalmente al desconocimiento sobre su funcionamiento y la facturación del servicio. Casi siempre el argumento que dan los usuarios es: "la empresa coloca medidores para cobrar más".

Se debe llevar a cabo talleres de capacitación para los usuarios con temas sobre el costo de un metro cúbico de agua potable, cuando se hace un buen uso del agua potable, cuales son los deberes y los derechos de los usuarios y de la empresa prestadora de servicios (EPS), como se factura y cobra el agua, que significa un pago justo. Es necesario divulgar conocimientos por medio de acciones como:

- Programa de Educación al usuario donde se darán nociones de micro medición, conocimiento del instrumento de medición, el micro medidor de agua, los parámetros de operación de la red.
- Programa “El gasfitero en su casa” consiste en que gratuitamente el personal de la EPS verificaba las instalaciones domiciliarias de los usuarios y detectaban daños o fugas de agua, entonces si el usuario paga los materiales de la reparación respectiva los propios técnicos efectúan las reparaciones sin ningún pago adicional.

3.14.- PROCESO PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE SECTORIZACION

- Elaboración de estudios de población y demanda para diferentes etapas del período de diseño de la red sectorizada.
- Diagnóstico del estado de las tuberías existentes (sistemas de distribución actual)
- Delimitación de los sectores del área de estudio bajo los siguientes criterios:
 - Los sectores deben comprender entre 2 000 y 5 000 conexiones domiciliarias y entre 5 000 y 10 000 unidades de uso. Su tamaño promedio es 2,00 km² a 3,00 km².
 - Cada sector debe tener un solo punto , o dos en casos excepcionales , de alimentación principal directamente desde un sistema de distribución de agua potable (tubería matriz principal, pozos , estaciones de bombeo)
- Los puntos de alimentación estarán constituidos por cámaras de ingreso a los sectores, provistas de medidor de caudales, y de presiones aguas arriba y aguas abajo, válvulas de control de caudal y presión de funcionamiento automático en función de los valores medidos y los

parámetros determinados que serán monitoreados desde el centro principal de control SCADA, en caso de que el sistema sea automatizado.

- La delimitación de los sectores no coincide necesariamente con los límites distritales, aunque se debe tratar de conseguir este resultado, deseable para efectos de información al usuario relacionada con restricciones de servicio, etc.
- La sectorización debe realizarse minimizando el número de cortes de las tuberías existentes, ubicando los límites de preferencia en avenidas o calles que tengan tuberías de servicio en ambos frentes o que impliquen el corte del menor número de tuberías y de menor diámetro;
- Las tuberías existentes que crucen los límites del sector, si son de 6" de diámetro o más deben cortarse por medio de una válvula que permanecerá cerrada y solo se abrirá en casos de emergencia, si son de diámetro de 4" o menores se cortarán y taponarán pero debe dejarse un pase de emergencia con válvula cerrada por lo menos cada 400 m cualquiera que sea el diámetro.
- Evitar los "puntos muertos" en la red; sean existentes o derivados de la sectorización, instalando tuberías complementarias, que los anulen, a ambos lados del límite del sector, reconectando las conexiones domiciliarias que corresponden a un sector de la nueva tubería instalada.
- Diseño de la red de distribución de cada sector para que las presiones mínimas en los puntos más desfavorables no sean menores a 15 m de columna de agua, que las variaciones entre presión mínima y máxima sean las menores posibles y que en ningún caso la presión máxima supere los 50 m de columna de agua. Determinar las presiones de salida de las cámaras de ingreso a los sectores para obtener la presión mínima de 15 m de columna de agua en hora de máximo consumo y de 3 m de columna de agua en horas de mínimo consumo (restricción de consumo en horario nocturno).
- Diseño del sistema de automatización y control SCADA, si los recursos económicos de la empresa lo permiten, siguiendo los parámetros establecido para el diseño y construcción del sistema existente.

- Preparación del expediente técnico para la licitación de la obra, realización del proceso de licitación y adjudicación/contrato.
- Ejecución de la obra por un contratista experimentado y bajo la supervisión de un consultor especializado, de preferencia el mismo que elaboró el estudio.
- Puesta en marcha de los sectores con la participación del contratista, la supervisión, y los técnicos de la empresa prestadora de servicios (EPS) del más alto nivel de los equipos de distribución primaria y operación y mantenimiento de redes del centro de servicios involucrados.

3.15.- EJECUCIÓN DE OBRAS DE SECTORIZACIÓN

Al iniciar la puesta en marcha de la sectorización se debe hacer un diagnóstico como se encuentra la red de distribución. No basta con definir los sectores para mejorar los parámetros de operación, es necesario plantear una rehabilitación del sistema, es decir implementar un plan de limpieza y revestimiento de las tuberías para mejorar las condiciones de rugosidad de las mismas y en otros casos efectuar reemplazos de tuberías.

Los métodos utilizados para reposición de tuberías son:

- Método de fragmentación (Pipe Bursting): denominado también método de reemplazo sin zanja, la tubería nueva es instalada destruyendo al mismo tiempo la tubería existente.
- Método tradicional que consiste en el reemplazo de la tubería por medio de una excavación paralela al sitio e instalación de la nueva tubería

La sectorización de las redes se realiza mediante la instalación de válvulas seccionadoras y reguladoras de presión para manejar dos presiones diferentes, en determinados horarios, la presión alta se da cuando el consumo es mayor, esto ocurre durante el día y la presión baja durante la noche, que es el momento en el que se presentan el mayor número de fugas por la poca demanda de agua. También se utilizan válvulas de corte, con sus correspondientes pozos de registro en todos los cambios de pendiente y dirección de la tubería.

Para conocer el volumen de agua que se está entregando al sector se realiza la instalación de macro medidores tanto en las fuentes de abastecimiento como en el ingreso de agua a los reservorios.

Con la macro medición se logra conocer en forma precisa los volúmenes extraídos de las fuentes de agua y los volúmenes entregados para así

determinar el comportamiento de las fuentes para establecer las políticas de operación. Los macro medidores también son colocados en el punto de alimentación de cada sector.

Se debe realizar una actualización y digitalización del padrón de usuarios y el catastro de redes, para poder asegurar el asilamiento del sector. Después se procede a localizar y reparar fugas y a regularizar los usuarios clandestinos encontrados.

En las conexiones domiciliarias mediante un programa de micro medición se evalúa el comportamiento del agua que ingresa a un sector, luego se puede comparar cuanta agua ingresa al sector y cuanto es lo que se está facturando.

Cada sector remitirá, en tiempo real, los datos de nivel de presión y abastecimiento a un centro de control desde donde por vía remota se regulará el suministro.

Al inicio de un programa de sectorización se logrará tener las presiones controladas, una disminución considerable del índice de fugas, la determinación de las áreas correspondientes a cada sector permitirán un mejor control de los parámetros de operación. Posteriormente se buscará el mejoramiento de la eficiencia de los sectores.

Cuadro 3.1: Etapas de la implementación de la sectorización y sus características de operación

<i>Etapas</i>	<i>Característica de operación</i>
Sistema de abastecimiento de agua potable sin sectorización	<ul style="list-style-type: none"> - Altas presiones - Alto índice de fugas de agua potable - Carencia de control y medición
Inicio del Programa de sectorización	<ul style="list-style-type: none"> - Presiones controladas - Alto índice de fugas de agua potable - Carencia de control y medición
Mejoramiento de la eficiencia de los sectores	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización y digitalización del padrón de usuarios y catastro de redes - Reparación y/o sustitución de válvulas - Detección y reparación de fugas - Detección y regularización de conexiones clandestinas - Medición de eficiencia y recuperación de caudales - Instalación y calibración de macro medidores

Al inicio de las operaciones se tendrá que definir zonas de presión de acuerdo a la topografía del terreno y ubicar válvulas que serán reguladas constantemente hasta lograr mantener las presiones óptimas de servicio.

Algunas desventajas que se presentarán durante la ejecución de los trabajos de sectorización es que se efectuarán corte del servicio, si es que no se llega a cortar totalmente lo que afectará la presión de agua en las redes y el servicio a los usuarios.

3.16.- PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LA SECTORIZACIÓN

Problemas de operación debido a que el sector cuente con una población menor que la se consideró para el diseño y las tuberías y las válvulas de control están sobredimensionadas, lo que produce continuamente fallas y errores en la medición.

3.17.- IMPORTANCIA DE LA SECTORIZACION EN SITUACIONES DE DESASTRE

3.17.1.- LAS LINEAS VITALES

La vida cotidiana y el desarrollo de las actividades humanas de los centros poblados: pueblos, ciudades, megaciudades, dependen en muy alto grado del buen funcionamiento de sus principales "líneas vitales" que son los sistemas de:

- Agua potable
- Alcantarillado sanitario
- Energía (eléctrica, gas natural, combustibles)
- Transportes y comunicaciones

Dos líneas vitales que se encuentran muy relacionadas son las de agua y la energía ya que generalmente el aprovisionamiento de agua potable depende de los servicios de electricidad para la operación de los controles y los sistemas de bombeo.

Las características principales de estos sistemas, las líneas vitales son:

- 1.- La sociedad depende del comportamiento de estos sistemas tanto durante su operación normal como durante situaciones de emergencia.
- 2.- El funcionamiento de los sistemas dependen de la interacción de sus componentes.
- 3.- El sistema cubre un área extensa y requiere información sobre las amenazas de muchos lugares.

La ocurrencia de desastres tanto los de origen natural o antropogénico, pueden interrumpir el normal funcionamiento de las líneas vitales. En el caso del agua, cualquier amenaza natural puede interrumpir los servicios de agua potable y provocar problemas de salud pública.

3.17.2.- LOS MOVIMIENTOS SISMICOS Y SUS EFECTOS SOBRE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

a) DAÑOS EN LAS TUBERÍAS

Históricamente, el daño a las tuberías durante los sismos ha afectado todo el sistema de abastecimiento de agua potable, las roturas de las tuberías causan pérdidas rápidas de agua y producen el vaciado de los reservorios, si el servicio depende de energía eléctrica hasta que ésta no sea repuesta no se podrán volver a llenar los reservorios.

Los posibles efectos de un terremoto incluyen fallas en los embalses, daños severos en las plantas de tratamiento, múltiples roturas de tuberías y conexiones domiciliarias. Los efectos secundarios pueden incluir inundaciones generalizadas y la escasez de agua para enfrentar los incendios, lo que dará como resultado daños secundarios, si se producen inundaciones generalmente se deben a la rotura de tuberías, más que por fallas en los embalses.

Los componentes más vulnerables frente a los terremotos son las tuberías y las conexiones domiciliarias, sobre todo cuando se encuentran ubicadas en suelos blandos saturados de agua que se deforman permanentemente por la acción de sismos.

La orientación de las tuberías con relación al epicentro del sismo y más aún con respecto a la dirección de la propagación de las ondas sísmicas tiene mucha influencia en la magnitud de los esfuerzos que actúan sobre éstas durante el movimiento sísmico, la experiencia indica que las tuberías que se encuentran perpendiculares a la dirección de la propagación de la onda sísmica sufren daños menores son respecto a las tuberías que se encuentran en paralelo a la dirección de propagación de la onda.

Para reducir la pérdida de agua debido a la ruptura de tuberías después de un sismo es necesario monitorear el movimiento sísmico, la presión y el caudal, con esta información se pueden aislar los componentes dañados y evitar pérdidas considerables de agua potable.

El agua que se pierde inmediatamente después de un sismo generalmente no puede ser reemplazada durante varios días a raíz de los cortes de energía que ponen fuera de funcionamiento a las bombas o debido al daño a las tuberías del sistema de conducción.

Los objetivos de un sistema de abastecimiento de agua potable después de un sismo son:

- 1.- Protección de la vida humana
- 2.- Extinción de incendios
- 3.- Atención de servicios críticos (hospitales, refugios para damnificados)
- 4.- Agua para consumo humano y salud pública (se requiere agua para beber hasta tres días después del evento)
- 5.- Agua para usos comercial, industrial y doméstico, (es prioritario reestablecer el funcionamiento básico de la sociedad en sus actividades diarias y económicas)
- 6.- Evitar daños a la propiedad
- 7.-Irrigación (agricultura)

b) DAÑOS EN LOS RESERVORIOS

Los reservorios generalmente satisfacen la demanda de agua de uno a tres días después del evento, esta capacidad cubre los requerimientos de caudales para la demanda diurna y para los sistemas contra incendios, los reservorios tienen una función vital después de un movimiento sísmico pues tiene el agua destinada a la extinción de incendios.

El colapso de los reservorios a diferencia de otras estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable puede convertirse en una amenaza para la seguridad humana.

Los reservorios se pueden aislar de las tuberías dañadas en el sistema de distribución al instalar cerca del reservorio una válvula de corte o de aislamiento. Dicha válvula se aislaría con el movimiento sísmico, el exceso de caudal o la reducción de la presión y aislaría el reservorio del sistema. Como mínimo es recomendable tener una válvula operada manualmente en la salida de cada reservorio cuando una tubería cruza una zona de falla o una zona altamente vulnerable como zonas en que sus suelos tengan peligro de licuefacción.

Los movimientos sísmicos no solo se producen daños en las estructuras sino también en las tuberías de entrada y de salida de agua de los reservorios debido a los movimientos diferenciales.

Durante el terremoto de Kobe (Japón - 1995) la válvula de parada de emergencia en las salidas de los reservorios evitaron la pérdida de 43 000 m³ con los que se proporcionó 03 l/día durante 09 días a 1,50 millones de personas. Luego de un evento sísmico se debe reparar y habilitar nuevamente el sistema, este es un proceso lento que consiste primero en excavar para detectar los puntos de falla, después de reparar y realizar pruebas hidráulicas para comprobar que no haya fugas de agua.

La sectorización se considera una medida de mitigación efectiva frente a los sismos ya que al realizar la distribución de agua potable por bloques, si alguna tubería es dañada por el terremoto el cierre de válvulas aislarían el sector dañado y el resto de la ciudad no se quedaría sin servicio.

Cuadro 3.2: Efectos de los desastres sobre los sistemas de abastecimiento de agua potable

<i>Origen del desastre</i>	<i>Evento</i>	<i>Problemas que presenta la red de distribución de agua potable</i>	<i>Beneficios de la Sectorización</i>
Natural	Movimiento Sísmico	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de tuberías y pérdidas por fugas de agua potable. - Rotura de conexiones domiciliarias. - Fallas estructurales en reservorios y estaciones de bombeo. - Daño en los GCI por colapso de las edificaciones lo que causa grandes fugas de agua potable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Detección de la falla, reparación en tiempo breve. - Aislamiento de sectores dañados.
	Deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Asentamiento de terreno que ocasiona rotura de 	<ul style="list-style-type: none"> - Detección de la falla, reparación en tiempo breve.

		tuberías. - Colapso de reservorios.	
	Sequías	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de los caudales para abastecimiento. - Contaminación y rotura de redes por efecto de presiones negativas ya que el sistema funciona en forma discontinua. - Desperfecto en las válvulas debido a que son manipuladas con mayor frecuencia para efectuar el racionamiento del agua. - Presencia de fugas debido a la operación anormal de las redes. 	- Racionamiento y distribución equitativa del agua potable.
	Precipitaciones excepcionales – Fenómeno El Niño (FEN)	- Posibles daños en las estructuras de almacenamiento (reservorios), que son puntos de monitoreo importantes del sistema de automatización.	- Detección de la falla, cierre del reservorio en caso de amenaza de colapso de las estructuras.
	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de tuberías. - Colapso de válvulas y GCI. - Contaminación del agua tanto en las fuentes como en los reservorios y en las redes. 	- Detección de la falla, reparación en tiempo breve cuando la zona haya drenado.
	Ola de Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la demanda de agua potable. - Baja presión en la red debido al incremento de la demanda de agua potable. 	

		- Interrupción del abastecimiento en algunas zonas.	
	Ola de Frío	- Las heladas ocasionan obstrucciones en las estructuras de captación, plantas de tratamiento de agua. - Congelamiento del agua en las tuberías y reservorios lo que ocasiona roturas en dichas estructuras.	
Antropogénico	Incendios en zonas urbanas	- Falta de agua Presiones bajas.	- Entrega de los caudales adecuados. - Aumento de la presión.
	Roturas de tuberías de abastecimiento de agua	- Antigüedad de las tuberías. - Falta de mantenimiento.	- Detección de la falla, reparación en tiempo breve. - Pronta atención de los posibles damnificados.

3.18.- APLICACIONES DE LA INFORMATICA A LA SECTORIZACION

En los últimos 20 años las empresas prestadoras de servicio de saneamiento han venido implementando la automatización en el control de redes de abastecimiento de agua. Lo primero que se utilizó con este fin fue el sistema SCADA, dicha herramienta permite conocer en tiempo real los valores del caudal de ingreso y presiones en los sectores de la red, así como determinar la calidad de agua entregada conociendo la concentración del cloro residual, esto gracias a una moderna red de telemedición y telecontrol.

La unidad SCADA consta de una antena sobre un poste, un gabinete con equipo de telecomunicaciones. El CPC es el lugar donde se reciben los datos pudiéndose modificar los criterios de operación automática de las válvulas que regulan los parámetros de operación. Últimamente los sistemas de información geográfica (SIG) son una herramienta de apoyo importante para la puesta en marcha de la sectorización, debido a que proporcionan conocimiento de la red de distribución y de los problemas que se presentan en cada sector.

3.18.1.- SISTEMA SCADA

Es el sistema de automatización y telecontrol para una red de distribución de agua potable. La palabra SCADA corresponde a las siglas en inglés de la abreviatura de Supervisory Control and Data Acquisition (Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de datos). Este sistema permite adquirir información, controlar y supervisar a distancia y en tiempo real desde un centro de control principal, el funcionamiento de los principales elementos de la red de distribución de agua potable y de los parámetros de operación.

3.18.2.- OBJETIVOS DEL SISTEMA SCADA

- Automatizar y controlar a distancia el funcionamiento hidráulico de entradas a los sectores, estaciones reductoras de presión, válvulas de control, reservorios, sistemas de bombeo y pozos.
- Monitorear y adquirir datos en tiempo real de las variables hidráulicas, eléctricas y de calidad de agua para la óptima distribución del agua potable.
- Análisis del comportamiento de la red de distribución y del abasteciendo de la población mediante curvas de tendencias y reportes históricos.
- Reducción de costos operativos.

3.18.3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SCADA

El sistema SCADA consta de los siguientes componentes:

a) CENTRO PRINCIPAL DE CONTROL (CPC)

Su principal función es la gestión general del sistema, para lo cual realiza el monitoreo del funcionamiento de los diversos elementos de las redes, verificando que estos se encuentren operativos en todo momento. El CPC cuenta con operadores del sistema las 24 horas del día, los cuales tiene a su disposición terminales (computadoras) desde los cuales y en tiempo real pueden realizar la vigilancia del sistema. El CPC es el único autorizado para poder realizar acciones y movimiento de los elementos que conforman el sistema implementado tales como la regulación de válvulas reductoras, cambios de consignas, de presión de ingreso a los sectores y cierres temporales de servicio.

b) ESTACIONES DE LOS CENTROS DE SERVICIO

El sistema SCADA permite realizar el control de los sectores ejecutados, se debe implementar terminales del sistema en los equipos operación y

mantenimiento de redes de los centros de servicio con el fin de que realicen el monitoreo de los principales parámetros de operación.

c) ESTACIONES REMOTAS

Corresponden a los elementos de la red tales como pozos, estaciones de bombeo, estaciones reductoras de presión, reservorios, estaciones de macro medición, entradas de sector y válvulas de control, en los cuales se han colocado los instrumentos que permiten realizar su manejo a distancia.

d) CÁMARAS DE INGRESO A LOS SECTORES

Dentro de las obras de sectorización y teniendo en cuenta la implementación del sistema SCADA para el control de los sectores, se han diseñado las cámaras de ingreso a sectores.

e) CÁMARA DE MEDICIÓN

En esta cámara se encuentra el macro medidor electromagnético que permite realizar el monitoreo en línea y en tiempo real del caudal que se está distribuyendo a un determinado sector.

f) CÁMARA SCADA

Es el corazón de la estación SCADA, y en ella están ubicados los tableros, transmisores y equipos que permiten la interconexión remota con el CPC y los centros de servicio. Esta cámara cuenta con diversos dispositivos de seguridad, como son las alarmas contra intrusos y contra inundaciones, un sistema de extracción de aire, que permite que la cámara se encuentre con ventilación adecuada en todo momento evitando posibles sobrecalentamientos que afectarían a los equipos ubicados en su interior.

g) CÁMARA DE CONTROL

En esta cámara se encuentran ubicados todos los elementos hidráulicos que permiten el control del sistema tales como válvulas reductoras de presión y caudal, válvulas de cierre del sector, además de ubicarse el sistema digital para controlar la concentración del cloro residual libre.

h) CÁMARA DE PURGA DE AIRE

En esta cámara se encuentra ubicada una válvula de purga de aire, la cual entra en funcionamiento y es utilizada para eliminar el aire que pudiera haber ingresado al sistema de distribución durante el manipuleo de sus elementos o como consecuencia de restricciones del servicio del sistema de abastecimiento de agua potable.

CAPITULO 4

MARCO LEGAL DEL SECTOR SANEAMIENTO EN EL PERU

En el Perú según la legislación vigente, los servicios de saneamiento comprenden los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y disposición sanitaria de excretas, el ente rector del sector saneamiento es el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Las normas legales vinculadas a la competencia, responsabilidad, explotación, regularización, organización y gestión de los servicios de saneamiento son las siguientes:

- Constitución Política del Perú de 1993, Artículo No 192, numeral 4, por el cual se establece la competencia de las municipalidades en la organización, reglamentación y administración de los servicios públicos locales de su responsabilidad.
- Ley No 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades, promulgada en mayo del 2003, la cual establece la competencia de los gobiernos locales, municipios provinciales, municipios distritales y municipios de centro poblado menor sobre los servicios de saneamiento de su ámbito. La nueva ley orgánica de municipalidades establece que la municipalidad provincial, la municipalidad distrital y la municipalidades de centro poblado menor tiene la potestad, según sea el caso de ser responsables de administrar, directamente o por concesión, los servicios de agua potable y alcantarillado y de proveer los servicios de saneamiento rural, limita la competencia municipal a las normas que se deriven de leyes generales.
- Ley No 26284 - Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, promulgada en 1994, la cual señala que la SUNASS, tiene como finalidad garantizar la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y disposición de excretas, en las mejores condiciones de calidad, tanto en el ámbito urbano y rural, contribuyendo a la preservación del ambiente y salud de la población.
- Ley No 26338 – Ley General de Servicios de Saneamiento (Ley General) y su Reglamento, promulgados respectivamente en 1994 y 1995

, que norman y establecen un sistema de gestión nacional de los servicios de saneamiento.

- Ley No 27779 – Ley orgánica que modifica la organización y funciones de los ministerios, del 11 de julio de 2002, mediante la cual se crea el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
- Ley No 27792 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del 25 de julio del 2002 , que determina y regula el ámbito , estructura orgánica básica, competencia y funciones de este ministerio; y Decreto Supremo No 002-2002 Vivienda que aprueba el respectivo reglamento de organización y funciones.
- Ley No 27902 – Ley que modifica la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales No 27867, para regular la participación de los alcaldes provinciales y la sociedad civil en los gobiernos regionales y fortalecer el proceso de descentralización y regionalización. Esta ley, promulgada en el año 2002, establece que los gobiernos regionales en coordinación con los gobiernos locales y gobierno nacional podrán contribuir a reflotar las empresas municipales prestadoras de servicios de saneamiento declaradas en insolvencia, a fin de garantizar la prestación ininterrumpida de estos servicios y evitar riesgos inminente para la salud pública.
- Ley No 29061 – Ley promulgada el 07 de julio del 2007 y que crea el fondo de inversión social en saneamiento (INVERSAN) que busca canalizar y organizar los esfuerzos dispersos de apoyo técnico y financiero proveniente del sector público y privado en materia de saneamiento, apoyar la ejecución de la política del sector saneamiento mediante el financiamiento de programas y actividades referidas al mejoramiento, ampliación y desarrollo de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y disposición sanitaria de excretas, así como las actividades vinculadas al servicio ambiental hídrico. También busca apoyar el fortalecimiento de capacidades y competencias de las empresas prestadoras de servicio, las municipalidades y operadores especializados. El INVERSAN desarrolla sus actividades dentro del Plan Nacional de Saneamiento establecido por el ente rector correspondiente.

CAPITULO 5

PROYECTO DE SECTORIZACION PARA MEJORAR LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO BARRIO BUENOS AIRES -BELLAVISTA – SULLANA – PIURA

El sistema principal que abastece a la ciudad de Sullana y anexos (Bellavista, Querocotillo, Marcavelica y Salitral) utiliza el agua producida en la planta de tratamiento de agua ubicada en el distrito de Bellavista, su capacidad límite de producción es de 500 l/s. La demanda actual de agua potable para el sistema de abastecimiento Sullana y anexos se estima en 539 l/s y la oferta en 483 l/s, existiendo una aparente brecha de solamente 56 l/s (10%) que no refleja la situación actual de demanda de agua en la ciudad, situación que se irá agravando con el crecimiento poblacional. Para solucionar esta situación se propone determinar una zona piloto previamente seleccionada (Barrio Buenos Aires), en donde se aplicará el proyecto de sectorización.

5.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE SULLANA

5.1.1.- UBICACIÓN Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

Sullana se ubica en la margen izquierda del río Chira, se desarrolla en 04° 53'18" de latitud sur y 80° 41'07" longitud oeste. La localidad de Sullana Bellavista capital de la provincia de Sullana, es una localidad totalmente urbana por lo que se le conoce como distrito metropolitano, el centro urbano se encuentra ubicado dentro de las coordenadas geográficas 527,000 E a 539,200 E y desde 9.435.200 N a 9.462.500 N y se desarrolla entre los 40,00 msnm y 75,00 msnm. Sullana se comunica con las ciudades de Talara y Piura a través de la carretera Panamericana Norte, dista 39 km de la ciudad de Piura y 1 016 km de la ciudad de Lima.

5.1.2.- PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS

Son la agricultura, la cerámica, artesanía, industria y el comercio.

5.1.3.- TOPOGRAFIA DE LA ZONA

Sullana se desarrolla a lo largo de la margen izquierda del río Chira sobre una meseta, su terreno es ondulado y con escaso relieve, con superficies llanas y suaves hondonadas, los lechos secos de escorrentía se alternan con lomas alargadas y prominencias de formas redondeadas. El accidente topográfico más importante es el acantilado de la margen izquierda del río Chira, donde se ubica

parte de la ciudad, entre la loma de Mambré y el puente “Artemio García Vargas” con una altura de 35,00 m sobre el nivel del río.

5.1.4.- TIPOS DE SUELO

La geología del suelo es homogénea; cubierta predominantemente por depósitos de arena eólica, en donde destacan los siguientes tipos de arenas: arenas(SP), areniscas (SM), arenas arcillosas (SC), arena pobremente graduada (SP), arenas limosas (SP –SM), arena limo arcillosa (SM-SC) además de arcillas de baja plasticidad (CL) y también arcillas grises (CL o CH), grava limo arcillosa (GM-GC). Con respecto a la napa freática está se encuentra a gran profundidad o no existe.

5.1.5.- CLIMA

La zona tiene un clima sub-árido tropical cálido que presenta las siguientes características:

- Temperatura máxima : 35 °C
- Temperatura mínima : 15 °C
- Temperatura media : 24 °C
- Humedad relativa : 70%
- Precipitación: 680 mm/año
- Velocidad del viento: 36 km/hora
- Dirección del viento: de sur – oeste a nor – oeste

5.1.6.- VULNERABILIDAD A DESASTRES NATURALES

Entre los principales peligros naturales que afronta no solo Sullana sino también la región Piura se encuentran:

Cuadro 5.1: Peligros naturales y período de ocurrencia en la Región Piura

Peligro Natural	Período de Ocurrencia	Ubicación	Observaciones
Fenómeno El Niño (FEN) Inundaciones	Enero – Abril	Medio Chira	Durante el FEN 97/98 se produjeron precipitaciones intensas con intervalos de 12 a 48 horas, el 08 de abril de 1998 el río Chira registró un caudal de 7 301 m ³ /s.

**Cuadro 5.1: Peligros naturales y período de ocurrencia en la Región Piura
(continuación)**

Peligro Natural	Período de Ocurrencia	Ubicación	Observaciones
Sismos	Todo el año	Todo Sullana	En la región Piura se mantiene latente un silencio sísmico, que técnicamente significa una acumulación de energía en la profundidad y superficie de la corteza terrestre, situación que tiene en estado de alerta al Instituto Geofísico del Perú teniendo en cuenta que en esta zona existen fallas geológicas en Lancones - Sullana, Ayabaca y Huancabamba.
Sequía	Diciembre – Abril	Región Piura	Del año 2003 al 2005 se registró una sequía que dejó cuantiosos daños en la región Piura.

El FEN 97/98 fue el que trajo mayores daños a la infraestructura de saneamiento debido al estado de conservación de las redes, se presentaron daños en las estructuras de captación, planta de tratamiento de agua, reservorios, redes de distribución de agua potable así como en la red de alcantarillado sanitario y disposición final de aguas residuales. Pero no sólo en épocas de desastres naturales se presentan problemas de salud ambiental, están presentes en la zona enfermedades como el dengue y la malaria por la falta de cobertura de los servicios de saneamiento.

5.2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SULLANA

El abastecimiento de agua potable para la ciudad de Sullana – Bellavista se realiza mediante la captación de agua en el Canal Daniel Escobar (Proyecto Chira – Piura) que cuenta con dos (02) líneas de conducción de agua cruda de diámetro nominal 600 mm (DN = 600 mm) cada una y que transportan el agua hacia la planta de tratamiento de agua existente en la localidad de Bellavista.

Existe también otra captación denominada captación de emergencia que obtiene el agua directamente del río Chira a través de dos (02) líneas de

impulsión con diámetros nominales de 400 mm y 600 mm (DN 400 mm y DN 600 mm). El agua del río es bombeada hacia la planta de tratamiento de agua.

El sistema de abastecimiento de agua potable está conformado por los siguientes elementos:

- Captación de agua y captación de emergencia
- Planta de tratamiento de agua
- Reservorios
- Líneas de conducción
- Redes de distribución

5.2.1.- CAPTACION

La captación se encuentra conformada por dos estructuras, una esta construida en el canal Daniel Escobar (Proyecto Chira – Piura) y la otra captación denominada captación de emergencia, y está construida directamente sobre el río Chira.

a) Captación del canal Daniel Escobar (Chira – Piura)

La captación de agua para abastecer a la planta de tratamiento de Sullana Bellavista se efectúa en el canal Daniel Escobar. Tiene una capacidad máxima de 640 l/s, suficiente para la capacidad actual de la planta de tratamiento de agua de Sullana Bellavista. Su caudal máximo es de 70 m³/s con cota de ingreso de 82,25 msnm y su caudal mínimo es de 12 m³/s. Para lograr el caudal de captación actual hay un muro que sirve para elevar el nivel mínimo del agua. La limpieza del canal Daniel Escobar se realiza una vez por año según lo programado en el proyecto Chira – Piura.

b) Línea de conducción de agua cruda desde el canal Daniel Escobar hacia la planta de tratamiento de agua

Existen dos (02) líneas que conducen agua cruda por gravedad, cuya cota de salida en el canal es de 78,50 msnm y la cota de llegada en la planta de tratamiento es 60,00 msnm. Las longitudes de estas líneas de conducción son de 5,12 km y el diámetro nominal de cada una es de 600 mm

c) Captación de emergencia sobre el río Chira

Constituida por una captación directa del río Chira a una distancia de 400 m de la planta de tratamiento de agua, posee un edificio de captación, con estructura de concreto armado. La captación se hace por bombeo desde una caseta equipada con cuatro (04) conjunto de motobombas de eje vertical para elevar el

agua hasta la planta de tratamiento con cota de llegada 60,00 msnm; el caudal máximo de captación es de 420 l/s.

La estación de bombeo se ubica en el edificio de captación que alberga tres (03) equipos electromagnéticos.

Cuadro 5.2: Descripción de los equipos de la captación de emergencia

<i>Equipo</i>	<i>Bombas</i>				<i>Motor (HP)</i>
	<i>Tipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Caudal (l/s)</i>	<i>ADT (m)</i>	
No 1 y No 2	Doble succión	Hidrostral	120	30	100
No 3	Doble succión	Lee Hool	180	30	220

Esta captación de emergencia servirá para alimentar a la planta de tratamiento de agua durante el tiempo en que se realice la limpieza del canal Daniel Escobar y como apoyo para la captación cuando la demanda de agua de la ciudad de Sullana lo requiera.

d) Líneas de impulsión de agua cruda de la captación de emergencia hacia la planta de tratamiento de agua

Consta de dos líneas de asbesto cemento (AC) con diámetros nominales de 400 mm y 600 mm (DN 400 mm y DN 600 mm), cuyas longitudes son de 0,54 km cada una. La cota de salida de estas líneas es de 32,00 msnm y la cota de llegada a la planta de tratamiento de agua es de 60,00 msnm, haciendo ingresar un caudal de 420 l/s.

5.2.2.- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

La planta de tratamiento de agua se encuentra ubicada en la localidad de Bellavista, y está constituida de tres (03) módulos construidos en diferentes etapas durante las décadas de 1950 hasta 1980. Estos módulos han sido designados como: Modulo I, Módulo II y Módulo III y tiene capacidades de 180, 140 y 180 l/s respectivamente, el caudal producido por la planta de tratamiento de agua es de 500 l/s.

5.2.3.- ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO - RESERVORIOS

El sistema de abastecimiento de agua potable en Sullana – Bellavista consta de cuatro (04) reservorios elevados de regulación que tiene una capacidad total de 11 000 m³

a) Reservorio R-1 elevado

Se encuentra ubicado en la cuadra 13 de la calle Grau, es un reservorio elevado y tiene capacidad para 1 000 m³ de agua potable.

b) Cisterna del Reservoirio R-1

Junto al reservoirio elevado R-1 está ubicada una cisterna semi enterrada de 1 000 m³ de capacidad. Actualmente el ingreso de agua potable es a través de una línea de impulsión cuyo diámetro nominal es 250 mm (DN 250 mm) , empalmada a la línea de impulsión de diámetro nominal de 400 mm (DN 400 mm) que viene de la planta de tratamiento de agua para alimentar a los reservoirios R-1 y R-3. Alberga tres (03) equipos de bombeo operativos.

Cuadro 5.3 : Características de los equipos de bombeo de la cisterna del reservoirio R-1

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>	<i>Equipo 1</i>	<i>Equipo 2</i>	<i>Equipo 3</i>
Bomba	Marca	Peerless	Peerless	Peerless
	Modelo	F1240	F1240	F1240
	Caudal (l/s)	36/35	36/35	36/35
	ADT (m)	24/27	24/27	24/27
	Potencia (hp)	18/21,30	18/21,30	18/21,30
	Eficiencia	65/69	65/69	65/69
	Estado General	Regular	Regular	Regular
Motor	Marca	Delcrosa	Delcrosa	Delcrosa
	Tipo	B160L4/ED	B160L4/ED	B160L4/ED
	Potencia (hp)	25/21,3	25/21,3	25/21,3
	Voltaje (V)	220/225	220/225	220/225
	Corriente (A)	62/60	62/60	62/60
	Revoluciones	1 750/1 750	1 750/1 750	1 750/1 750
	Estado General	Regular	Regular	Regular

c) Reservoirio R-2

Es un reservoirio elevado de 4 000 m³ de capacidad y está ubicado sobre la loma de Mambré, en distrito de Bellavista. Las estructuras y las instalaciones hidráulicas del reservoirio R-2 presentan un buen estado de conservación.

d) Reservoirio R- 3

Es un reservoirio elevado, tiene una capacidad de 3 000 m³, y está ubicado en la calle Santa Martha en el A.A.H.H. Sánchez Cerro. El sistema de válvulas se encuentra en buen estado de conservación.

e) Reservoirio R- 4

Es un reservoirio elevado, tiene una capacidad de 3 000 m³ y se encuentra ubicado frente al Estadio Melanio Colonna de Bellavista.

Este reservorio se terminó de construir en el año 1997 y entró en servicio a mediados del año 1999, debido a que no se concluía con la instalación de los equipos de bombeo en la planta de tratamiento de agua.

Cuadro 5.4: Características de los reservorios existentes en el sistema de abastecimiento de agua de Bellavista – Sullana - Piura

Reservorio	Ubicación	Dimensiones					Niveles (msnm)		
		Volumen (m ³)	Forma	Diámetro mayor (m)	Diámetro Interior (m)	Tirante de agua (m)	Fondo	Agua	Terreno
R-1	Calle Grau – cuadra 13	1 000	Circular	19,00	18,50	4,24	93,03	97,23	74,00
R-2	Loma de Mambré	4 000	Circular	28,50	28,00	9,10	93,97	102,03	76,43
R-3	Calle Sta. Martha – AAHH Sánchez Cerro	3 000	Circular	23,70	23,20	6,95	80,69	87,64	60,92
R-4	Frente Estadio Melanio Colonna	3 000	Circular	20,40	19,90	7,80	82,90	90,70	61,21

5.2.4.- LINEAS DE IMPULSION DE AGUA POTABLE

a) Desde la planta de tratamiento de agua al reservorio R-2

De la planta de tratamiento de agua al reservorio R-2 (Mambré) existen dos líneas de impulsión; la primera es una tubería de asbesto cemento (AC) de diámetro nominal 600 mm (DN 600 mm) y 670 m de longitud. Actualmente se encuentra en funcionamiento y tiene una capacidad de 560 l/s y el agua fluye a una velocidad de 2,00 m/s. La cota de salida de esta tubería es de 52,05 msnsm y su cota de llegada al reservorio es de 102,97 msnsm.

La segunda tubería de diámetro nominal de 600 mm (DN 600 mm) y 670 m de longitud es de asbesto cemento (AC) y tiene una capacidad de 390 l/s, la velocidad del agua es de 2,00 m/s.

b) Desde la planta de tratamiento al reservorio R-1 – Cisterna R-1 y reservorio R-3

Esta tubería es de asbesto cemento (AC) y consta de un tramo inicial de 2 460 m de longitud y 600 mm de diámetro (DN 600 mm) , su recorrido se inicia en la planta de tratamiento de agua hasta llegar a un punto de derivación desde donde se bifurcan dos líneas, una hacia el reservorio R-1 con tubería de diámetro

nominal de 250 mm (DN 250 mm) y una longitud de 180 m; la otra línea que va al R-3, es una tubería de diámetro nominal de 400 mm (DN 400 mm) y 1 706 m de longitud. La oferta de agua de esta línea de impulsión es de 140 l/s desde este punto de derivación al reservorio R-1, la tubería de diámetro nominal de 250 mm (DN 250 mm) va hacia el reservorio R-3, a partir del punto de derivación al reservorio R-1, con una tubería de diámetro nominal de 400 mm (DN 400 mm).

c) Desde la planta de tratamiento al reservorio R- 4

Es una tubería de asbesto cemento (AC) con diámetro nominal 400 mm (DN 400 mm) y una longitud de 1 230 m.

d) Desde la cisterna R-1 al reservorio R-1

Consta de una tubería de acero con diámetro nominal de 250 mm (DN 250 mm).

Cuadro 5.5: Líneas existentes en el sistema de abastecimiento de agua de Sullana Bellavista - Piura

<i>Tramo</i>	<i>Tiempo de servicio (años)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Material</i>	<i>Capacidad (l/s)</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>
PTA al R-2	26	600	670	AC	560	2,00
PTA al R-2	26	600	570	AC	390	2,00
R-2 a la red Bellavista	10	400	155	AC	202	---
PTA a la red Bellavista	46	200	425	AC	50	---
PTA al R-1	21	600	2 470	AC	---	---
Pto. de derivación al R-1 y cisterna	21	250	180	AC	---	---
Pto. de derivación al R-3	21	400	1 706	AC	---	---
PTA al R-4	10	400	1 230	PVC	---	---

5.2.5.- SISTEMA DE BOMBEO DEL AGUA POTABLE

La planta de tratamiento de agua de Sullana se encuentra ubicada en la ciudad de Bellavista y está compuesta de tres (03) módulos, uno con capacidad de 140 l/s y los otros dos con 180 l/s siendo la capacidad total de producción de la planta de 500 l/s.

Consta de una caseta de bombeo, contruida de ladrillo y techo eternit, soportado en pórticos de concreto armado de 27,50 m x 9,50 m en ella se encuentran instaladas cuatro (04) bombas que impulsan el agua tratada hacia el reservorio R-2 y tres (03) bombas que impulsan el agua a los reservorios R-1 y R-3.

a) Bombeo desde la cisterna de la planta de tratamiento de agua al reservorio R-2

Actualmente existen tres bombas de doble succión partida, modelo SAD 17, su caudal es de 140 l/s, y una altura de bombeo de 55,00 m. Estas bombas instaladas en el año 1979, son accionadas mediante un motor de marca VS Motors de 1 770 rpm y de 250 hp.

Otra bomba centrífuga B-4 de sección central marca Hidrostal modelo Hopss, con un caudal de 140 l/s y altura de bombeo de 55,00 m, es accionada por un motor marca Weg , de 1 765 rpm y 200 hp. La oferta de agua de este componente es de 225 l/s.

b) Bombeo desde la cisterna de la planta de tratamiento de agua hacia los reservorios R-1, R-3 y anexos

Consta de dos equipos de electrobombas denominadas B-5 y B-6 de doble succión, modelo 10LR15, carcasa partida, marca Worthington, con caudal de 170 l/s y una altura de bombeo de 55,00 m, esta bomba es accionada por un motor de 1 785 rpm y 200 hp. La oferta de agua es de 170 l/s.

5.2.6.- REDES DE DISTRIBUCION

Las tuberías de la red de distribución son de asbesto – cemento (AC), hierro fundido (HºFº) y PVC. Las zonas altas de la red tienen servicio restringido y las zonas bajas disponen de mayor continuidad. Las tuberías de la red se encuentran en estado aceptable de conservación, en especial las de asbesto cemento (AC).

a) Redes Primarias

Del reservorio R-2 (Mambré) sale una tubería matriz de diámetro nominal 600 mm (DN 600 mm) que distribuye el agua a la zona oeste de la ciudad de Sullana.

Existe una segunda línea de aducción de diámetro nominal 600 mm (DN 60 mm) derivada del reservorio R-2 (Mambré). De esta tubería, mediante un empalme, se deriva una línea de diámetro nominal 400 mm (DN 400 mm) a la red de Bellavista en la intersección de las calles Arequipa con la calle Amazonas.

Esta tubería al funcionar ocasiona altas presiones en la red de distribución de agua de Bellavista por lo que se utilizan válvulas para mantener la presión dentro de los rangos adecuados.

Cuadro 5.6: Longitud de Redes Primarias según diámetro en la ciudad de Bellavista Sullana - Piura

<i>Material</i>	<i>Diámetros Nominales (mm)</i>								<i>Longitud Total (m)</i>
	<i>600</i>	<i>450</i>	<i>400</i>	<i>350</i>	<i>300</i>	<i>250</i>	<i>200</i>	<i>150</i>	
A.C.	630	470	3 035	2 780	3 930	5 050	6 950	10 690	33 535
Ho Fo	270	---	1 665	230	2 210	---	1 850	850	7 075
PVC									
Longitud Total (m)	900	470	4 700	3 010	6 140	5 050	8 800	11 540	40 610

b) Redes Secundarias

Las longitudes y diámetros nominales de las redes secundarias existentes se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.7: Longitud de las redes secundarias según diámetro en la ciudad de Bellavista Sullana Piura

<i>DN (mm)</i>	<i>Longitud (m)</i>
200	3 820,00
150	1 035,00
100	138 666,00
75	2 649,00
Total	146 170,00

El mantenimiento que se le está brindando a la red de distribución es correctivo y de reposición más que preventivo.

5.3.- ESTUDIO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

5.3.1.- DEFINICION DEL PROBLEMA

Dentro del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Sullana se presentan:

- Alto porcentaje de pérdida de agua potable en el sistema de distribución
- Carencia de un programa de micro medición efectiva

Lo que origina que la demanda de agua potable requerida por la población sea insatisfecha.

5.3.2.- POBLACIÓN SERVIDA

La población en el área de estudio es de 9 445 habitantes y al mes de agosto del año 2006 la zona piloto cuenta con 1 724 conexiones domiciliarias según la base de datos proporcionados por el área comercial de la EPS Grau S.A. En el siguiente cuadro se muestra el número de conexiones con que cuenta esta zona,

esta información es importante para el cálculo de la población que será servida en la zona piloto.

Cuadro 5.8: Número de conexiones por categorías en zona piloto

Buenos Aires Bellavista Sullana - Piura

<i>Sector de Abastecimiento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de conexiones/ Categorías</i>					<i>Total</i>
		<i>Social</i>	<i>Doméstico</i>	<i>Comercial</i>	<i>Industrial</i>	<i>Estatal</i>	
SA-1	Sector Experimental zona piloto Buenos Aires	1	1 606	102	1	14	1 724

Para estimar la población servida se ha considerado el número de conexiones donde vive una familia y se ha realizado el producto entre el número de conexiones y la densidad establecida en habitantes por vivienda. Las conexiones consideradas para esta estimación han sido las domésticas y comerciales, estas últimas debido a que la mayor parte de las conexiones comerciales son bodegas donde vive una familia y desarrollan un pequeño negocio. Las conexiones de las otras categorías no se consideran para este cálculo debido a que son establecimientos donde las personas se reúnen solo para llevar a cabo alguna actividad.

Cuadro 5.9: Población establecida por sector de servicio en la zona piloto

Buenos Aires Bellavista Sullana Piura

<i>Sector de Abastecimiento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Conexiones (D+C)(*)</i>	<i>Densidad (hab./vivienda)</i>	<i>Población servida</i>
SA-1	Sector experimental zona piloto Buenos Aires	1 708	5,30	9 052,40

(*) D: Doméstico; C: Comercial (Se sumaron 1 606 conexiones domésticas y 102 conexiones comerciales)

5.3.3.- DEMANDA DE AGUA

Conocida la población servida de este sector, se procedió a determinar la dotación de servicio utilizando para ello los valores obtenidos por las mediciones del volumen consumido ya sea el volumen medido, asignado y promedio de donde se ha determinado una dotación para la zona piloto en estudio. Para hallar la demanda de agua se considera:

- Población actual de la zona estudiada: 9 445 habitantes
- Tasa de crecimiento promedio anual: 1,20 %
- Dotación: 200 l/hab./día
- Número de habitantes por vivienda: 5,30 hab./vivienda
- Coeficiente de variación diaria (K1): 1,30
- Coeficiente de variación horaria (K2): 1,80

Una vez conocida la población servida y la dotación, se ha calculado el caudal promedio actual utilizado en el sector experimental o zona piloto. Los valores encontrados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.10: Estimación de la dotación de agua potable (l/habitante/día)

Sector de abastecimiento	Descripción	Número de conexiones			Volumen (m ³)			Dotación (l/hab/día)		
		Medido	Asignado	Promedio	Medido	Asignado	Promedio	Medido	Asignado	Promedio
Sector Piloto	Comercial	27,00	71,00	4,00	538,00	2338,00	553,00	125,32	207,10	869,50
	Doméstica 1	1,00	5,00		6,00	100,00		37,74	125,79	
	Doméstica 2	537,00	997,00	66,00	5689,00	24 468,00	743,00	66,63	154,35	70,80
		565,00	1 073,00	70,00				69,38	157,71	116,44
								Dotación		202,88

Cuadro 5.11: Demanda de agua potable en la zona piloto Buenos Aires

Categoría	Medido		Asignado		Promedio		Total	
	No	Volumen (m ³)	No	Volumen (m ³)	No	Volumen (m ³)	No	Volumen (m ³)
Comercial	27,00	538,00	71,00	2 338,00	4,00	553,00	102,00	3 429,00
Doméstica 1	1,00	6,00	5,00	100,00	0,00	0,00	6,00	106,00
Doméstica 2	537,00	5 689,00	997,00	24 468,00	66,00	743,00	1 600,00	30 900,00
Estatad	4,00	719,00	9,00	1 696,00	1,00	100,00	14,00	2 515,00
Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	14,00	1,00	14,00
Social	0,00	0,00	1,00	100,00	0,00	0,00	1,00	100,00
Total General	569,00	6 952,00	1 083,00	28 702,00	72,00	1 410,00	1 724,00	37 064,00

Cuadro 5.12: Demanda de agua potable en la zona piloto Buenos Aires

Sector de Abastecimiento	Descripción	Población servida	Dotación (l/hab./día)	Caudal (l/s)		
				Qp	Qmd	Qmh
SA-1	Sector Experimental zona piloto Buenos Aires	9 052,40	202,88	21,26	27,64	38,27

5.4.- ASPECTOS GENERALES DE PROYECTO

5.4.1.- ANTECEDENTES

Como resultado de las reuniones de trabajo sostenidas entre los representantes de la EPS Grau S.A., la Municipalidad Provincial de Sullana y la Sub región Luciano Castillo Colonna, se determinó que la manera más viable para mejorar

el abastecimiento de agua potable sería la sectorización de la red y que inicialmente esta sería implementada en una zona piloto ubicada en el barrio Buenos Aires. Se llegó a esta conclusión pues la ejecución de proyectos planteados por el estudio a nivel de pre factibilidad en la zona de Sullana, demandaría no menos de siete millones de nuevos soles aproximadamente lo que debido a la situación económica sería difícil poder realizar. Sin embargo, se creyó conveniente iniciar el proyecto, que podemos llamarlo integral a escala menor, en una zona específica con un monto de inversión bajo. La ejecución de este proyecto lo realizaría la EPS Grau S.A., con el apoyo de la municipalidad Provincial de Sullana y la Sub Región Luciano Castillo Colonna.

La EPS Grau S.A. propuso el sector denominado “Buenos Aires” para considerarlo como zona piloto, en vista que reúne buenas condiciones de operación de la red de agua potable (presión y continuidad) y está conformada de manera conveniente.

5.4.2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

a) OBJETIVO CENTRAL

Formular una propuesta viable para la ejecución de un proyecto de sectorización en una zona piloto, con el propósito de elevar la oferta de agua potable disponible, para satisfacer la mayor demanda de agua potable de la zona con un nivel de inversiones que permitan tener un gran efecto en la mejora de la calidad del servicio y un gran impacto en la población para contar con la experiencia base para desarrollar un proyecto integral para toda la ciudad.

b) OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Mejorar las condiciones del servicio de agua potable en la zona piloto en términos de calidad, cantidad y continuidad.
- Disminuir el nivel de pérdidas de agua potable en la zona piloto a niveles inferiores a 25%, con lo cual se reducirán costos operacionales y se proporcionarán oportunidades de incrementar la facturación de la EPS Grau S.A. a través del aumento de la cobertura del servicio en zonas no abastecidas con los excedentes de agua potable que se espera conseguir en la zona piloto.
- Involucrar la participación de la comunidad para el éxito del proyecto de sectorización y para que forme parte activa durante su desarrollo, habiendo sido informada sobre los beneficios que obtendrán.

- Postergar las obras de ampliación del gran proyecto de expansión de los sistemas operacionales debido a un manejo eficiente de sus actividades de tal manera que se reduzcan los costos financieros de realizar proyectos sobre sistemas operacionales ineficientes.

5.5.- JUSTIFICACION

El problema del actual aparente déficit de agua potable en la ciudad de Sullana y anexos, expresado por sus habitantes, ha generado una preocupación prioritaria de parte de la Municipalidad Provincial de Sullana y de la propia EPS Grau S.A. sobre todo cómo abordar este tema.

Los indicadores de gestión de la empresa en los últimos años dan valores de trabajo a pérdida, tanto así que el volumen producido en el 2006 es de 14 762 268 m³ y el volumen facturado solo es 6 141 095 m³ es decir existe una pérdida de 58.40%, el nivel de micro medición llega al 18%, la continuidad del servicio es de 11 horas en promedio y las presión de operación en la red alcanza como máximo los 7,45 m.c.a. por lo que es necesario realizar un proyecto de sectorización de las redes de distribución para la optimización del sistema, proyecto que actualmente se encuentra en etapa de implementación.

Los proyectos de mejoramiento operacional tienen por objeto disminuir el elevado nivel de pérdidas de agua que se tiene en la ciudad y la optimización de la operación del sistema de distribución de agua potable y alcantarillado sanitario.

Por ello se propone en una primera etapa, la ejecución del proyecto de sectorización en la zona piloto de Buenos Aires, con la intención de obtener experiencias y mejorar los aspectos metodológicos en el desarrollo de los trabajos; para que de manera progresiva, y con un plan integral, se abarque completamente la ciudad de Sullana.

Los proyectos de largo y corto plazos son excluyentes, es decir, ambos deberán ejecutarse. La diferencia radica que si en un inicio se realiza las obras de ampliación de la capacidad de producción de agua y recolección de aguas residuales, sin mejorar las condiciones actuales de gestión comercial y operativa del servicio de agua potable y alcantarillado, las pérdidas de agua en el sistema serán mucho mayores y la situación financiera de la zonal Sullana sería incierta para la generación de recursos necesarios destinados para el pago de compromiso de financiamiento de las referidas obras. Por otro lado, si en un

inicio se realizan las obras de mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado, lográndose obtener niveles de gestión comercial y operativa “eficientes” (bajo nivel de pérdidas de agua, baja morosidad y clandestinidad, etc.) se tendrá un escenario más controlado para cuando se integren las obras de ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

5.6.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

El presente proyecto ha sido desarrollado para mejorar las condiciones de oferta del servicio de agua potable en la zona piloto de Buenos Aires y representa el resultado del trabajo conjunto realizado por la EPS Grau S.A., la Municipalidad Provincial de Sullana y la Sub Región Luciano Castillo Colonna.

En la etapa de formulación, se ha tenido en cuenta múltiples variables de carácter técnico económico y social, con el fin de elaborar un proyecto que pueda ser viable para su financiamiento en el corto plazo y que posteriormente sea desarrollado, replicado y ampliado en el ámbito de la ciudad de Sullana y la totalidad de localidades que administra la EPS Grau S.A.

5.6.1.- ZONA DEL PROYECTO

La zona piloto seleccionada se encuentra ubicada en el sector denominado Buenos Aires, distrito de Sullana y para su delimitación se tomó como referencia los límites físicos y zonas de presión existentes. La delimitación de los límites de la zona piloto son los siguientes:

- Avenida Buenos Aires
- Calle Uno
- Calle Tacna
- Prolongación Paita
- Calle Nueve
- Calle Ocho

El horario de abastecimiento de agua en la zona piloto de Buenos Aires es de 05:00 a.m. a 11:00 a.m. y de 2:00 p.m. a 6:00 p.m. es decir 10 horas diarias en promedio, pudiendo llegar a incrementarse.

5.7.- SECTORIZACION Y PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

La implantación del presente proyecto de Sectorización en la zona piloto Buenos Aires – Sullana considera la ejecución de las siguientes actividades:

5.7.1.- SECTORIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS

La identificación de los límites del sector y de las válvulas de la micro zona de maniobra presupone el conocimiento de la red, la cual se obtiene del catastro técnico. En nuestro caso, trabajos de sectorización se llevarán a cabo paralelamente a las actividades de catastro de redes. La sectorización permitirá aislar el sistema de abastecimiento de agua de la zona piloto y acondicionarla de manera tal que en él se puedan realizar los trabajos de balance hidráulico, control de fugas, macro medición y micro medición.

Se está considerando adicionalmente la inserción de válvulas faltantes y la rehabilitación de los grifos contra incendio (GCI).

5.7.2.- CATASTRO DE USUARIOS

Representa un mecanismo básico para realizar una verificación de las actuales condiciones de las conexiones domiciliarias de agua potable. El número de viviendas estimado dentro de los límites de la zona piloto es de 1 745. El catastro de clientes permitirá determinar, actualizar los planos, rutas y lotización. Así mismo recopilar información actualizada de las conexiones domiciliarias, tipos de usuarios, condición de la conexión regular o irregular, etc.

5.7.3.- CATASTRO DE REDES DE AGUA

El catastro de las redes de agua representa el levantamiento de información física de la red de servicio y debe contener datos técnicos y tener como apoyo gráficos, para garantizar la correcta ubicación de los accesorios, válvulas, grifos contra incendio, etc. Así como la ubicación y caracterización (diámetros, tipo de material, antigüedad, estado, etc.) de las redes principales y secundarias de agua potable. Para el desarrollo del proyecto de sectorización en la zona piloto se ha considerado la ejecución de 15 calicatas.

5.7.4.- MACRO MEDICIÓN

Representa un instrumento imprescindible para orientar la operación del sistema de abastecimiento de agua y para la obtención de información estadística de producción y distribución por sectores de abastecimiento. El presente proyecto nos ayudará a realizar el balance hidráulico en la red de distribución de agua potable. Para delimitar convenientemente la zona piloto se instalarán un total de 06 macro medidores de diferentes diámetros en cámaras subterráneas de protección.

Por otro lado se ha considerado la construcción de estaciones pitométricas ubicadas inmediatamente antes de los macro medidores, con la finalidad de calibrar el funcionamiento de estos y estudiar los regímenes horarios de consumo en la zona piloto.

5.7.5.- MICRO MEDICIÓN

Consiste en la instalación de micro medidores en la totalidad de conexiones domiciliarias enmarcadas en la zona piloto. El sub proyecto considera la rehabilitación o cambio de las cajas de control de agua. Se ha presupuestado la instalación de cajas con dispositivos de seguridad y protección del micro medidor de agua.

La micro medición conjuntamente con la macro medición permitirá determinar el nivel de pérdidas de agua en la red de distribución y la identificación de conexiones clandestinas. Se considera la instalación de 1 745 micro medidores y el levantamiento de nivel de 420 conexiones, específicamente cuando las baterías de conexión domiciliaria se encuentran muy profundas lo que puede dificultar la toma de lectura.

5.7.6.-CONTROL DE FUGAS DE AGUA

Considerar la realización de actividades de control de fugas visibles, control de fugas no visibles por detección directa y control de fugas no visibles con medición. Los equipos especializados así como el personal técnico capacitado serán proporcionados por la EPS Grau S.A. Se tiene previsto el desarrollo de mediciones de caudal mínimo nocturno con el fin de cuantificar las pérdidas físicas en la red de agua potable.

5.5.7.-EDUCACIÓN AMBIENTAL – PARTICIPACIÓN DE LOS USUARIOS

Representa una variable fundamental para el éxito del proyecto de sectorización. Se propone informar a la población sobre los trabajos a realizar en la zona piloto y los beneficios que significará para ella en términos de calidad del servicio. Así mismo se realizará campañas de información sobre cómo identificar fugas de agua intra domiciliarias y eventualmente se tiene previsto apoyar en la reparación de aparatos sanitarios.

El proyecto de sectorización y los proyectos complementarios son secuenciales ya que permitirán mejorar progresivamente la gestión operativa del sistema de agua potable. No garantizará el logro de objetivos planteados, ni la obtención de los beneficios esperados.

5.8.- BENEFICIO DEL PROYECTO

5.8.1.- SITUACION CON Y SIN PROYECTO

Es evidente que la gestión del actual sistema de abastecimiento de agua potable no se realiza de manera eficiente por múltiples razones, siendo las más importantes:

- La falta de información catastral comercial – operacional actualizada
- Falta de macro medición efectiva

Lo que se pretende es la consecución de determinados resultados que, planteados como metas de la intervención se espera alcanzar con la ejecución del proyecto de sectorización en la zona piloto será una situación mejorada de la actual. De esta manera, con la inversión propuesta se logrará un significativo cambio. Es más esta situación mejorada será un paso esencial para cuando se ejecute el gran proyecto de expansión.

Con la implantación del presente proyecto se busca alcanzar como mínimo las siguientes metas en la zona piloto:

Cuadro 5.13: Metas a alcanzar con el proyecto de Sectorización en la zona Piloto Buenos Aires

<i>Indicadores de Gestión</i>	<i>Situación sin proyecto</i>	<i>Situación con proyecto</i>
Índice de micro medición	33 %	100%
Agua no facturada (ANF) (%)	43 %	<25%
Continuidad de servicios (horas/día)	10	≥20
Conexiones domiciliarias activas	52%	>90%

Como se podrá apreciar, en las actuales circunstancias podemos concluir que no existe un sistema de control eficaz del agua potable que se distribuye a la población de la ciudad de Sullana. Cuando nos referimos a un sistema de control eficaz lo hacemos de manera conjunta a las áreas Comercial y Operativa.

El agua no facturada o pérdidas de agua tiene dos componentes:

- Pérdidas comerciales (conexiones clandestinas, fugas de agua intra domiciliarias etc.)
- Pérdidas operacionales (fugas de agua, purgas, exudación de tuberías y/o accesorios, etc.)

Los proyectos complementarios de catastro comercial, micro medición y participación de clientes, educación ambiental están orientados a disminuir el

nivel de pérdidas de origen comercial, mientras que la sectorización, catastro de redes, macro medición y control de fugas se orientan a limitar las pérdidas físicas de agua en las redes de distribución.

5.8.2.- BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS

Están relacionados principalmente con la calidad del servicio que obtiene el usuario y su opinión con respecto a la EPS. Dentro de estos beneficios podemos mencionar

a) Mejoras en la calidad del servicio de agua potable

En la zona piloto incrementar el número de horas diarias de servicio, las mejoras en las presiones del servicio y la frecuencia de corte repentino del servicio, generando mayor confianza en los usuarios sobre la confiabilidad del servicio de agua potable que brinda la EPS.

b) Posibilidad de elección del monto a pagar

El usuario del servicio de agua potable tendrá la posibilidad de ajustar el monto a pagar por la cantidad que requiera consumir, en vista que su facturación por el servicio se realizará tomando en cuenta el volumen real consumido en función a sus necesidades. Esto significa que a menor consumo de agua menor será el monto a pagar por el servicio, a diferencia del procedimiento actual donde se tiene un cargo fijo por el servicio sin posibilidad de hacer distinción entre el consumo de los usuarios. Esto representa una mayor equidad y transparencia en la facturación. En otras palabras el usuario podrá elegir su nivel de consumo de agua de acuerdo con su disponibilidad de pago por el servicio.

c) Mejora la imagen institucional de la EPS

Se produce como consecuencia de haber logrado mejorar la calidad del servicio de distribución de agua potable. Asimismo origina que el usuario tenga una mayor predisposición al pago puntual por el servicio. La empresa podrá también orientar esfuerzos en solucionar problemas de carácter estructural que la harán más eficiente con lo cual mejorarán las expectativas económicas financieras.

d) Los usuarios del servicio toman conciencia sobre el valor del servicio de agua potable

Las cifras de agua no facturada que tiene la ciudad de Sullana (60%) hace suponer la existencia de desperdicios de agua intra domiciliarios. La implantación del proyecto de sectorización permitirá a los usuarios contar con un

mecanismo de autocontrol en sus consumos por lo tanto tener conciencia del valor del costo del servicio de agua potable.

e) Optimización de inversiones en saneamiento

La coparticipación en la formulación y la ejecución del proyecto entre la Municipalidad Provincial de Sullana, la Sub Región Luciano Castillo Colonna y la propia EPS Grau S.A. genera un espacio de concertación entre las entidades que en Sullana vienen trabajando en obras de saneamiento. Los proyectos de ampliación que las primeras consideren podrán ser también analizados en función a la necesidad de resolver con prioridad los aspectos operacionales para que el aparente déficit no se incremente y que involucramiento se contribuya en deteriorar más la situación económica de la empresa.

f) Ahorros financieros por la postergación de las grandes obras de ampliación.

El hecho que en corto plazo se incremente la disponibilidad de la oferta de agua permite diferir para momentos propicios el inicio del gran proyecto de expansión. Esto significa que no será necesario comprometer fondos para su financiación. Habrá un ahorro financiero neto.

5.8.3.- BENEFICIOS CUANTIFICABLES

Los beneficios estimados de manera cuantitativa se generan ya que el proyecto:

- Permite disminuir el nivel de pérdidas de agua potable en la zona piloto y mejora los niveles de eficiencia de la gestión operacional, lo que originaría disminución en los costos de operación del sistema de agua potable en un estimado de S/. 35 292,00 nuevos soles anualmente.
- Incrementa en aproximadamente S/. 56 880,00 nuevos soles los ingresos por concepto de facturación de la EPS, al tener la posibilidad de ampliar la cobertura de servicio, con el agua ahorrada en la zona piloto.
- Permite en las actuales circunstancias, diferir parte de las inversiones en obras de expansión en el sistema de agua potable.

Se ha realizado una estimación de los beneficios económicos que se generarían con la implantación del proyecto en la zona piloto de Buenos Aires, con énfasis en los dos primeros puntos anteriormente señalados, que representa la mayor facturación y la disminución de los costos del servicio.

Para su estimación se ha tenido presente lo siguiente:

- 1.- Se ha considerado que todos los usuarios de la zona piloto son de categoría doméstica.
- 2.- Se ha aplicado una tarifa promedio única por metro cúbico (m³), teniendo presente la tarifa más económica que actualmente son escalonadas por sub categorías.
- 3.- No se está tomando en cuenta las conexiones clandestinas o en situación irregular.

Cuadro 5.14: Cuantificación de los beneficios del proyecto de sectorización en la zona piloto Buenos Aires

Información base para el cálculo	
Consumo promedio con lecturas (1)	15,00 m ³ /mes
Consumo real sin medidor (2)	32,86 m ³ /mes
Número de conexiones domiciliarias (3)	1708 unidades
Asignación de consumo (4)	25,00 m ³ /mes
Costo del agua potable	1,90 S./m ³
Vida útil de los micro medidores	10 años
Costo del medidor incluye cajas , accesorios e instalación	393 nuevos soles
Costo del Proyecto Complementario de Micro medición	S/. 671 244,00

Cuadro 5.15: Cuantificación de volúmenes involucrados en el proyecto de sectorización en la zona piloto de Buenos Aires

VOLUMENES	
Volumen de consumo actual	56 124,88 m ³ /mes
Volumen facturado actual (medido + promedio+ medido)	45 358,00 m ³ /mes
Volumen facturado con proyecto (micro medición)	25 620,00 m ³ /mes
Volumen producido sin proyecto	80 276,00 m ³ /mes
Porcentaje de pérdidas físicas actuales	43 %
Porcentaje de pérdidas físicas con el proyecto piloto	25 %
Volumen producido con proyecto	32 025,00 m ³ /mes
Diferencia	48 251,00 m ³ /mes

El volumen producido sin proyecto es determinado proporcionalmente, sobre la base de los datos reales de producción de la EPS Grau S.A. en la ciudad de Sullana. El volumen producido con proyecto se estima a partir de una reducción del nivel de pérdidas esperada del 30% al 20%.

5.9.- PROYECCION DE LA SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE SULLANA

Con el éxito del proyecto de sectorización en la zona piloto se podrá plantear la sectorización de todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad Sullana, se considerarán dos etapas:

- Primera etapa: hasta el año 2010, incluyendo obras de optimización, ampliación de la captación, planta de tratamiento de agua, línea de impulsión de agua, reservorios y redes de distribución de agua potable.
- Segunda etapa: hasta el año 2025, construcción del reservorio R-7, este reservorio abastecerá la demanda de los sectores futuros debido a la expansión de la ciudad.

Se utilizarán las infraestructuras existentes y las proyectadas en la primera etapa, se ha considerado dividir el sistema en cinco (05) sectores y cuatro (04) zonas de presión, que serán abastecidos por los reservorios existentes (04) y los proyectados (02 en la primera etapa y 01 en la segunda etapa).

Cuadro 5.16: Sectores para la distribución de agua potable en Sullana

Sector	Reservorio	Capacidad (m ³)	Condición
I	R-5	3 000	Proyectado
II	R-1	1 000	Existente
	R-2	4 000	Existente
III	R-3	3 000	Existente
IV	R-4	3 000	Existente
	R-2	4 000	Existente
V	R-6	2 000	Proyectado
VI	R-7	1 200	Proyectado

Cuadro 5.17: Sectorización y zonas de presión en el sistema de distribución de agua potable de Sullana

Sector	Año	Abastecido por	Zona de presión				Cota Terreno		Presión (')		Cota Piezométrica	
			15 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor
1	2005	R-5	*	*	*	*	59,00	67,00	27,54	33,74	92,74	94,54
2		R-1 y R-2	*	*	*	*	51,00	73,00	18,93	40,81	91,81	91,93
3		R-3	*	*	*	*	51,00	65,00	34,04	40,40	91,40	99,04
4		R-4 y R-2	*	*	*	*	52,00	64,00	14,42	27,95	79,95	78,42
5		R-6					58,00	72,00	33,05	43,54	101,54	105,05
1	2025	R-5		*	*	*	59,00	67,00	27,54	33,37	92,37	94,54
2		R-1 y R-2	*	*	*	*	51,00	73,00	19,10	40,40	91,40	92,10
3		R-3	*	*	*	*	51,00	65,00	33,74	40,40	91,40	98,74
4		R-2 y R-4	*	*	*	*	52,00	64,00	15,00	27,95	79,95	79,00
5		R-6					58,00	70,00	30,50	40,42	98,42	100,50

Para efectos del funcionamiento del sistema es necesaria la complementación de tuberías primarias, para conseguir circuitos cerrados y la instalación de otras nuevas para atender las zonas de expansión inmediata, se ha proyectado el tendido 56 237 m y la optimización 28 398 m de tuberías.

5.10.- PROYECCION DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACION

La automatización de las redes de la ciudad de Sullana se desarrollará mediante el sistema SCADA. Para la supervisar cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de la ciudad, será necesario identificar los parámetros a controlar, la instrumentación necesaria para su cuantificación y el medio a utilizar en el enlace con el centro principal de control y adecuar las instalaciones de monitoreo, para lo cual se han considerado los siguientes puntos:

- Centro de control ubicado en la planta de tratamiento de agua de Sullana
- Reservoirio existente R-1
- Reservoirio existente R-2
- Reservoirio existente R-3
- Reservoirio existente R-4
- Reservoirio proyectado R-5
- Reservoirio proyectado R-6
- Reservoirio proyectado R-7

El funcionamiento del sistema de automatización se centralizará en la planta de tratamiento de agua de la ciudad, para el funcionamiento del sistema de automatización se han definido dos etapas:

- La primera etapa reunirá la información en el centro de control de la planta de tratamiento de Sullana. De acuerdo al esquema hidráulico establecido para el sistema de agua potable proyectado para la ciudad se crearán cuatro sectores de monitoreo, además de la planta de tratamiento.
- La segunda etapa centralizará la información en el centro de control principal de la ciudad de Piura, cuando este se encuentre implementado, se redireccionará hacia él las señales concentradas, vía radio o módem telefónico, en la planta de tratamiento de Sullana, para que pueda ser integrado al sistema SCADA de la EPS Grau S.A.

CAPITULO 6

MODELO PARA EVALUACION HIDRAULICA

6.1.- DESCRIPCION DE LA MODELACION HIDRAULICA

La modelación de la red de la zona piloto se realizó con el programa WATERCAD, que trabaja en el entorno AUTOCAD. Se eligió el sector experimental debido a la complejidad de la red de distribución:

El ingreso del agua potable al sector experimental se da por la avenida dos de mayo y el canal vía a través de una tubería de diámetro de 6" ($\varnothing = 6''$) de hierro fundido y luego con una tubería de 14" de diámetro ($\varnothing = 14''$) y transversal Piura y canal vía con una tubería de asbesto cemento de 10" de diámetro ($\varnothing = 10''$).

Para el cálculo sólo se han considerado tuberías que tengan un diámetro nominal mayor a 110 mm ($\varnothing = 4''$). Las consideraciones del modelo son las siguientes:

- Cota topográfica y demanda en el nudo.
- Diámetro, material y coeficientes de fricción de las tuberías
- Cota topográfica, diámetro, material y regulación (número de vueltas) de las válvulas.
- Los coeficientes de fricción considerados para la evaluación de la red según el material de las tuberías son $C = 80$ para tuberías de Asbesto Cemento (AC) y $C = 140$ para tuberías de PVC.

Para simular el funcionamiento actual se ha calculado la demanda en los nudos en función del número de conexiones de cada tramo. Las válvulas de control fueron simuladas como se encuentran operando en el campo, en la mayoría de los casos, excepto en algunas fue imposible debido a que el programa no lo permitía. Las válvulas que se encuentran cerradas han sido consideradas como nudos cerrados, con la finalidad de conocer la pérdida de carga en el tramo debido a que si lo consideramos como válvula cerrada el programa asume que no hay flujo en el tramo.

Los parámetros de control conocidos para la comparación con la simulación del modelo hidráulico, fueron la presión y el caudal, medidos en diferentes puntos de la ciudad. Para el ingreso de datos en los nudos se han considerado los caudales promedio debido a que el programa permite ingresar los factores que

afectan a la demanda promedio para obtener los consumos horarios estimados, por lo tanto se han realizado las simulaciones.

6.2.- RESULTADOS DE LA MODELACION

El funcionamiento actual de la red de distribución de agua potable es regular respecto a entregar agua en cantidad suficiente a la población servida, durante el año 2006 el valor promedio de la presión fue de 7,45 m.c.a. y para el primer semestre del año 2007 se tiene 4,25 m.c.a. en promedio, la red presenta también una elevada pérdida de agua, aproximadamente el 43% del agua producida, debido a todos estos inconvenientes operacionales se ha realizado una simulación hidráulica que ha dado los siguientes resultados:

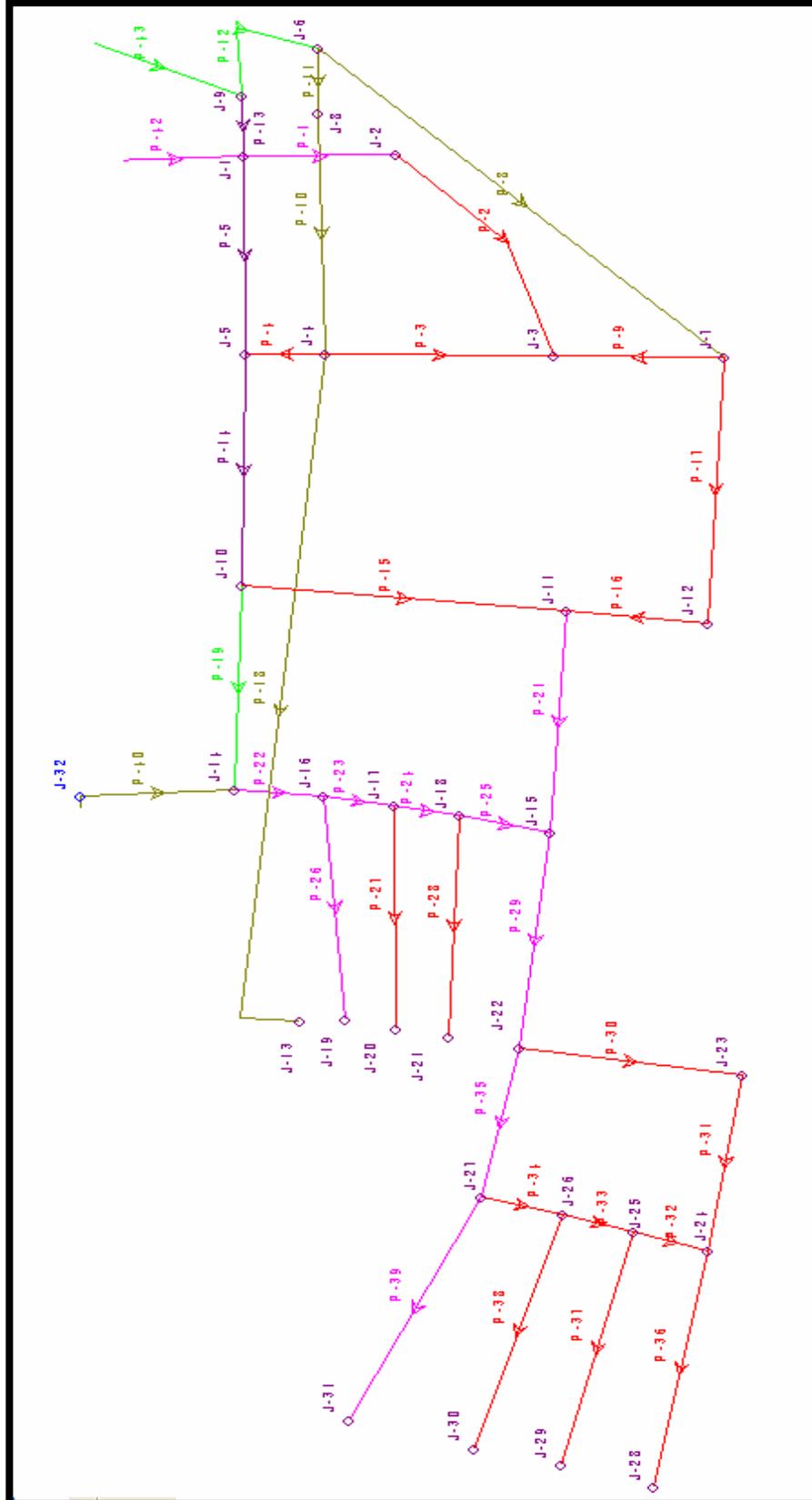
Cuadro 6.1: Modelación hidráulica - zona piloto Barrio Buenos Aires

Nudo	Altitud (m)	Carga hidráulica	Presión (mca)	Nudo	Altitud (m)	Carga hidráulica	Presión (mca)
J-1	52,20	63,00	10,77	J-18	58,00	92,80	4,78
J-2	53,00	63,00	9,97	J-20	57,60	62,81	5,19
J-3	56,00	62,99	6,97	J-21	58,00	62,76	4,75
J-4	55,00	62,99	7,97	J-22	60,20	62,52	2,32
J-5	55,00	62,99	7,97	J-23	59,00	62,32	3,31
J-6	52,20	63,00	10,77	J-24	58,00	62,21	4,20
J-7	57,00	62,99	5,97	J-25	59,00	62,21	3,20
J-8	52,20	63,00	10,77	J-26	59,00	62,25	3,25
J-9	52,20	63,00	10,77	J-27	57,60	62,41	4,80
J-10	55,00	62,98	7,96	J-28	59,00	62,16	3,15
J-11	57,60	62,77	5,16	J-29	58,00	62,16	4,15
J-12	58,00	62,79	4,78	J-30	56,00	62,21	6,19
J-13	57,00	62,99	5,97	J-31	55,00	62,40	7,38
J-14	56,00	62,98	6,96	J-31	60,00	63,00	2,99
J-15	59,70	62,75	3,05	J-19	57,00	62,90	5,89
J-16	56,00	62,91	6,89	J-18	58,00	92,80	4,78
J-17	57,00	92,85	5,83	J-20	57,60	62,81	5,19

Cuadro 6.2: Planilla de cálculo de agua potable - zona piloto Buenos Aires

Tramo	Nudo Arriba	Nudo Abajo	Longitud (m)	∅ (mm)	C	QI (l/s)	CH Inicial (m)	CH Abajo (m)	hf (m)	S (m/m)
P-1	J-1	J-2	60	160	80	0,934	63,00	63,00	0,004	0,00006
P-2	J-2	J-3	330	100	100	0,244	63,00	62,99	0,01	0,00003
P-3	J-3	J-4	150	100	100	-0,246	62,99	62,99	0,005	0,00003
P-4	J-4	J-5	15	100	100	0,137	62,99	62,99	0,0002	0,00001
P-10	J-4	J-8	270	250	80	-1,763	62,99	63,00	0,01	0,00002
P-18	J-4	J-13	600	250	80	0,69	62,99	62,99	0,0023	3,8 X 10-6
P-5	J-5	J-1	270	400	80	-7,829	62,99	63,00	0,01	0,00004
P-14	J-5	J-10	250	400	80	7,275	62,99	62,98	0,01	0,00003
P-8	J-6	J-7	450	250	100	2,16	63,00	62,99	0,01	0,00002
P-12	J-6	J-9	70	350	100	-5,303	63,00	63,00	0,0015	0,00002
P-9	J-7	J-3	150	100	100	0,200	62,90	62,99	0,0034	0,00002
P-11	J-8	J-6	50	250	80	-2,453	63,00	63,00	0,0020	0,00004
P-13	J-9	J-1	10	400	100	6,32	63,00	63,00	0,0002	0,00002
P-43	J-9	R-3	1	350	80	-12,31	63,00	63,00	0,0002	0,00015
P-15	J-10	J-11	215	100	100	1,53	62,98	62,77	0,21	0,00097
P-19	J-10	J-14	180	350	100	5,055	62,98	62,98	0,0036	0,00002
P-16	J-11	J-12	98	100	100	-0,579	62,77	62,79	0,02	0,00016
P-17	J-12	J-7	290	100	100	-1,269	62,79	62,99	0,2	0,00069
P-22	J-14	J-16	40	160	140	10,31	62,98	62,91	0,007	0,0018
P-21	J-15	J-11	170	150	100	-1,42	62,75	62,77	0,002	0,00012
P-29	J-15	J-22	106	150	100	6,90	62,75	62,52	0,23	0,00218
P-23	J-16	J-17	44	160	140	8,93	62,91	62,85	0,06	0,00138
P-26	J-16	J-19	180	150	100	0,69	62,91	62,90	0,01	0,00003
P-24	J-17	J-18	50	160	140	7,55	62,85	62,80	0,05	0,00101
P-27	J-17	J-20	180	100	100	0,69	62,85	62,81	0,04	0,00022
P-25	J-18	J-15	60	160	140	6,17	62,80	62,75	0,04	0,0007
P-28	J-18	J-21	160	100	100	0,69	62,80	62,76	0,04	0,00022
P-30	J-22	J-23	130	100	100	1,978	62,52	62,32	0,20	0,00156
P-31	J-23	J-24	160	100	100	1,288	62,32	62,21	0,11	0,0007
P-32	J-24	J-25	44	100	100	-0,092	62,21	62,21	0,0002	0,00001
P-36	J-24	J-28	202	100	100	0,69	62,21	62,16	0,04	0,00022
P-38	J-26	J-30	210	100	100	0,69	62,25	62,21	0,05	0,00022
P-35	J-27	J-22	130	150	100	-4,232	62,41	62,52	0,11	0,00088
P-39	J-27	J-31	218	150	100	0,69	62,41	62,40	0,01	0,00003
P-40	J-32	J-14	100	250	80	5,945	63,00	62,98	0,02	0,00021
P-41	R-1	J-32	1	250	80	5,945	63,00	63,00	0,0002	0,00021
P-42	R-2	J-1	1	150	130	3,133	63,00	63,00	0,0003	0,00031

6.3.- GRAFICO DE LA ZONA PILOTO BUENOS AIRES – BELLAVISTA – SULLANA - PIURA



CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.- CONCLUSIONES

7.1.1.- Conclusiones Generales

- La sectorización es un medio, no un fin, es una herramienta que conduce a la mejor gestión de los sistemas de abastecimiento de agua potable, pues no será necesario buscar nuevas fuentes de agua, sino hacer más eficiente el servicio brindado a través de un seguimiento y control operacional exhaustivo.
- La sectorización requiere un menor costo que la ejecución de grandes obras de captación y ampliación de la red, se demuestra que con poca inversión se pueden controlar los niveles de pérdidas y mejorar la calidad de los servicios.
- Todo el personal de la empresa prestadora de servicios de saneamiento (EPS) tanto administrativos, como los del área técnica y comercial debe estar involucrados en este trabajo que necesita un enfoque multidisciplinario.

7.1.2.- Conclusiones sobre la operación de la red

- Con la operación adecuada de los sectores se optimizará los parámetros operativos como presiones y caudales, con la finalidad de brindar el servicio de agua hasta en las zonas más desfavorables de la red, evitando sobrepresiones y excesos de volúmenes que puedan ocasionar roturas de tuberías.
- Las pruebas de hermeticidad de los sectores y sub sectores permitirán que el personal operativo de la EPS tenga la seguridad de realizar un cierre de circuito efectivo ante cualquier incidencia operativa.
- Se reduce la cantidad de reclamos asociados a problemas ocurridos en conexiones domiciliarias minimizando de esta manera las molestias a los usuarios.
- Los esquineros y planillas elaborados permitirán que el personal de campo cuente con una herramienta de ayuda para el desarrollo de sus

actividades diarias, ya que a través de estos podrán realizarse de manera más fácil y en tiempo menor la localización de los componentes del sistema de distribución en el tiempo más breve posible.

- Se puede aumentar la continuidad del servicio, es decir aumentar las horas de servicio.

7.1.3.- Conclusiones sobre el agua no facturada (ANF)

- Con la sectorización de la red se puede establecer fácilmente el balance entre la micro medición (consumo de los usuarios) y la macro medición (caudal de ingreso a los sectores) lo que permitirá determinar en cada sector el nivel de agua no facturada (ANF) que corresponde al volumen de agua que es perdida en la red de distribución de agua potable, además de detectar fugas, conocer los patrones de consumo para establecer los ajustes tarifarios convenientes.

7.1.4.- Conclusiones sobre situaciones de emergencia

- Los sismos severos pueden destruir los sistemas de abastecimiento de agua potable sobre todo si las tuberías tienen cierta antigüedad, dejando a una parte importante de la población sin el suministro del vital elemento por varios días, además de que las fracturas generen pérdidas por fugas de agua.
- En una situaciones de emergencia es de suma importancia que los hospitales, escuelas, refugios cuenten con el suministro a pesar de que la red pueda haber sido dañada es por ello que la sectorización permite priorizar el abastecimiento de los sectores donde se encuentran localizados estos establecimientos especiales.
- Durante épocas de sequías la sectorización y una política de conservación del agua potable, permite realizar y ejercer un manejo racional, además de un mejor control de los volúmenes de agua haciendo más justa la distribución de la misma.
- Los incendios en zonas urbanas muchas veces no pueden ser apagados debidos no solo a la falta de agua sino también a que la presión en la red es muy baja, luego de un movimiento sísmico pueden presentarse incendios por lo que los bomberos deber ser abastecidos de agua en forma inmediata, aunque no sea con agua potable. El agua almacenada

dentro de la red de distribución puede ser utilizada, aun cuando su reestablecimiento no sea posible.

- La interrupción de los servicios de agua puede ser tolerada por pequeños períodos, ya que en muchos casos la población está acostumbrada a la escasez y a las interrupciones; pero la falta de agua potable amenaza la salud pública, principalmente si los sistemas de recolección de aguas residuales colapsan. De acuerdo a las encuestas realizadas por el Departamento de Agua de Kobe – KWD, luego del terremoto del año 1995 entre los usuarios el límite máximo que pueden soportar sin recibir este servicio es de cuatro (04) semanas.

7.1.5.- Conclusiones sobre la cultura de ahorro del agua

- La población desperdicia agua por falta de una “cultura del ahorro del agua” de continuar esta situación en el futuro no habrá agua disponible para todos.
- La cultura del ahorro del agua es necesaria y se debe fomentar la participación social en el cuidado de la misma, por ello la implementación de un programa de sectorización debe estar acompañado de campañas de educación e información sobre el tema que promuevan el conocimiento en el mejor uso, manejo y cuidado del vital elemento.
- El valor del agua potable debe ser trabajado mediante el sistema de tarifas que corresponda a los niveles que se han determinado con la micro medición y que tenga un valor justo que sea suficiente como para inhibir el desperdicio y fomentar el ahorro.

7.1.6.- Conclusiones sobre el proyecto de sectorización en la zona piloto Buenos Aires - Sullana

- Los indicadores de gestión de la empresa, muestran que actualmente esta se encuentra trabajando a pérdida ya que en promedio desde el año 2005 se está cobrando solo el 44% del volumen producido, es decir que las pérdidas en promedio en el mismo período superan el 50%.
- El índice de micro medición en la ciudad de Sullana se mantiene casi estable en 17% desde el año 1999 debido a que no se están incrementando nuevas conexiones domiciliarias.

- La continuidad del servicio en la ciudad desde el año 1999 ha oscilado entre 10 y 12 horas al día.
- En cuanto a los indicadores operacionales, la presión en promedio durante el año 2006 fue de 7,45 m.c.a. y durante el primer semestre del 2007 fue de 4,25 m.c.a. valores que están muy por debajo del valor mínimo de 15 m.c.a. recomendado por el RNE, lo que no permite una óptima operación del sistema y un buen servicio a los usuarios.
- El incremento de la oferta de agua potable en Sullana requiere en el corto plazo, la ejecución de un proyecto de mejoramiento de su sistema operacional, con lo cual es posible aumentar en volúmenes significativos, la disponibilidad del recurso, que actualmente se desperdicia o considerada como pérdida, para ello se ha decidido implementar el proyecto de sectorización en una zona piloto, metodología que será aplicada posteriormente en toda la ciudad.
- La EPS Grau S.A. es consciente de que la implantación del presente proyecto de sectorización en la zona piloto Buenos Aires representa la alternativa más viable y eficaz para mejorar la gestión operativa y comercial del servicio de agua potable de la ciudad de Sullana.
- Se considera fundamental la participación ciudadana a través de los usuarios quienes por medio de información (orientación y educación ambiental) que se les proporcione, podrán ser partícipes del proyecto, con lo cual se asegure el éxito del mismo.

7.2.- RECOMENDACIONES

7.2.1.- Recomendaciones Generales

- Los ingenieros del área operativa deben participar en la definición del diseño de los sectores de la red de distribución de agua potable efectuado por el área técnica de la empresa.
- Implantar un programa paralelo al de sectorización de la red en el área comercial de la entidad prestadora de servicios, con el fin de revisar y mejorar el rendimiento del sistema de micro medición, facturación, cobranzas y ligarlos al sistema de sectores de la red de distribución de agua.

- En los proyectos de sectorización se deben considerar de manera conjunta e integral los aspectos técnicos, sociales y de gestión.
- Deben programarse cursos de capacitación al personal del área de mantenimiento del equipo de distribución primaria, antes de realizar labores de mantenimiento preventivo y correctivo en las cámaras de control de sectores.

7.2.2.- Recomendaciones sobre la operación de la red

- Establecer un sistema de monitoreo y evaluación continua de los sectores con la finalidad de optimizar la operación y la calibración de los mismos.
- Debe programarse operativos periódicos de verificación de la estanqueidad de las válvulas de cierre, de tal forma de verificar en todo momento que los sectores se encuentren herméticamente aislados así como para detectar y enmendar posibles movimientos no autorizados de las válvulas de la red.
- Se debe dar mantenimiento preventivo y calibraciones periódicas a los equipos de campo que son utilizados para la medición y control de los parámetros operativos, tales como micro medidores de mano y comparadores de cloro manuales, ya que de la presión de los mismos dependerá la información contenida en el campo.
- Se recomienda que el personal a cargo de la operación del sistema , verifique el cierre de las válvulas de un sub sector, así como la reapertura de los mismos , tan pronto ya no existan la necesidad de tener un sub sector cerrado. Se deberá llevar un historial detallado de los motivos de estas regulaciones, su duración y los resultados.
- Realizar el purgado de las redes de manera mensual con un tiempo de 10 a 20 minutos en horario nocturno. Esto con el fin de evitar afectar las conexiones domiciliarias cercanas al punto de purga, debido a la posible remoción de sedimentos en las tuberías.
- Para efectos de control, la operación de las cámaras de control de los sectores y de las entradas de emergencia solo personal técnico especializado, debidamente capacitado deberá operar los equipos y las válvulas de las cámaras de control.

7.2.3.- Recomendaciones sobre el catastro

- Efectuar un trabajo constante de actualización y verificación del catastro de redes y del catastro comercial.
- Actualizar permanentemente el catastro de redes, debiendo incluirse dentro del mismo y en forma rápida y eficiente cualquier modificación que se realice al sistema, para de esta forma evitar futuros problemas en la operación y mantenimiento del sistema por desconocimiento de la ubicación de los elementos.

7.2.4.- Recomendaciones sobre educación ambiental y la cultura de ahorro del agua

- Creación de un programa por parte de la empresa para la mejora de las instalaciones sanitarias domiciliarias como por ejemplo: “El gasfitero en tu casa” además de fomentar la utilización del uso de dispositivos que ahorren agua en los hogares.
- Es necesario establecer políticas de incentivos para usuarios preocupados en el ahorro del recurso y felicitar a la población por el “ahorro del agua”.
- Fomentar campañas a favor del ahorro del agua haciendo difusión de las fechas representativas como “Día Interamericano del Agua” (primer sábado de octubre), “Día Mundial del Agua” (22 de marzo), “Día del medio ambiente” (05 de junio) a fin de crear conciencia en la población sobretodo en los niños y jóvenes ya que lo que se aprende en la infancia quedará de por vida.
- El fortalecimiento de la cultura del agua entre la población resulta necesaria para garantizar la protección del vital líquido y su reutilización para lo cual serán indispensables programas de concientización en las escuelas, comunidades y empresas prestadoras de servicio.

7.2.5.- Recomendaciones en situaciones de desastres

- Utilizar dispositivos de cierre manual para aislar los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable si es que falla el sistema de automatización luego del desastre.

7.2.6.- Recomendaciones sobre el proyecto de sectorización en la zona piloto Buenos Aires – Sullana

- Según se muestra en los indicadores de gestión la empresa se encuentra trabajando a pérdida pues se está cobrando menos de la mitad del producto, que es el volumen producido de agua potable, por lo que urge la implantación de una herramienta que permita conocer y controlar mejor la red de distribución, la sectorización buscará aumentar las horas de abastecimiento, la presión en el sistema y un mejor control del volumen facturado con lo que se beneficiará económicamente a la empresa.
- Debido a los pocos recursos económicos y la complejidad del sistema es conveniente concretar en breve plazo el proyecto de sectorización en la zona piloto del barrio Buenos Aires ya que servirá como modelo para aplicarlo en toda la ciudad de Sullana además que permitirá ir optimizando la prestación del servicio.
- Dentro de la zona piloto se espera que el índice de micro medición llegue al 100%, aumentar de 20 horas la continuidad del servicio y que el volumen no facturado sea a los más el 25% .
- El proyecto se desarrollará tomando en cuenta que esta aplicación piloto debe ser sistematizada con un proceso y procedimiento debidamente planteados para que la metodología de trabajo seguida, que recoge las experiencias obtenidas y revisión de los costos incurridos en el desarrollo de los trabajos, sea enriquecida para posterior implantación del proyecto en todo el ámbito de la ciudad de Sullana y anexos.
- Las entidades involucradas en el proyecto como son la Municipalidad Provincial de Sullana, Sub Región Luciano Castillo Colonna y con la propia EPS Grau S.A. deben formar un Comité Ejecutivo que represente a las entidades promotoras a fin que determinen las acciones necesarias para la ejecución del proyecto.
- Una de las acciones y decisiones iniciales será la de definir los compromisos de cada una de las entidades promotoras participantes de tal manera que puedan asignarse los presupuestos correspondientes.

FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFIA

Diario Oficial El Peruano – “Reglamento Nacional de Edificaciones” – 08 de junio de 2006 – Lima – Perú – 2006

Quintanilla Cesar – “Estudio del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Zona Piloto Buenos Aires – Sullana” – EPS Grau S.A. – Piura – Perú - 2006

Revista Ambiental No 05, páginas del 13 al 18 - Artículo: “El Catastro de Usuarios y la Mejora en la Prestación de Servicios de Agua y Alcantarillado” por Carmen Zegarra Carmona/ SUM Canadá - UNI – FIA – Lima – Perú – 2006

Revista Ambiental No 04, páginas del 53 al 58 - Artículo: “Experiencia de Sectorización y Mejoramiento del Servicio de agua Potable en la ciudad de Huacho” por SUM Canadá - UNI – FIA – Lima – Perú – 2006

Paucar Hinostroza Marco Cesar - “Gestión de la Operación de la Red Primaria de Agua Potable de la Ciudad de Lima y Callao” - Informe de Suficiencia para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario – UNI – FIA - Lima – Perú - 2005

Castillo E. Fernando, Guerra Livia, Mogollón E. Elias, Leidl Chantelle – “Sectorización del Sistema de Distribución de Agua Potable de Chachapoyas, Ira Etapa Sector SA- R2” - EMUSAP – SUM CANADA – Amazonas - Perú - 2005

Real Academia Española – “Diccionario de la Lengua Española – Tomo XVII” - 22da edición – Ed. Q.W. Ediciones S.A.C.- Ed. Espasa – Lima – Perú – 2005

Unidad de Programas Luciano Castillo Colonna – “Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres Naturales de la Región Piura 2005 -2010” - Ed. Plan Be a part of it – Piura – Perú - 2005

Sarapura Naula Hitarina Sandra – “Operación del Sistema de Distribución en el distrito de Jesús María Sectores 25 y 26” - Informe de Suficiencia para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario – UNI – FIA - Lima – Perú - 2004

Bodero Maria Elena, “Los Servicios de Saneamiento del Perú – Panorama del Sector” – SUM Canadá – Lima – Perú – 2003

OPS,AWWA,CEPIS – “Reducción del Daño Sísmico – Guía para las empresas de agua” – Ed. CEPIS - Lima - Perú – 2003

Kuroiwa Julio – “Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza” – 1ra Edición - Ed. Quebecor World Perú S.A. - Lima- Perú -2002

Centro de Informática FIA – “WATERCAD Carpeta del Participante” - UNI – FIA – Lima – Perú – 2002

Vargas Escobar Maria Victoria – “Proyecto de Sectorización de Lima y Callao” – Sedapal – Lima – Perú - 2001

Villalva Flores Yohn, Lanao Marquéz Augusto, Nonato José – “Proyecto para mejorar la oferta de agua potable en la zona piloto Buenos Aires en Sullana” – PROCAM - Piura – Perú – 2001

Institución de Ingenieros Civiles (Reino Unido) – “Megaciudades reduciendo la vulnerabilidad a los desastres” - ITDG – Lima – Perú – 1999

Cánepa de Vargas Lidia – “Programa de Agua Potable y disposición de Aguas Residuales en situaciones de Emergencia” – Módulo C 34.3” – Ed. CEPIS - Lima – Perú - 1982

Hardenbergh W.,Rodie Edward – “Ingeniería Sanitaria” – Ed. Continental – México - 1966

SEMINARIO

Oropeza Malpartida John - “Seminario Análisis de la Sectorización en Sistemas de Agua Potable” – Jueves CISA – CIP – Lima – Perú – 17 de mayo de 2007

PAGINAS WEB

<http://www.aidisar.org/DIVISIONES%20TECNICAS/d18.html>

<http://www.aidisar.org/DIVISIONES%20TECNICAS/d22.html>

<http://www.arqhys.com/contenidos/agua-sistema.html>

<http://www.amd.gob.mx/proyectos/sectorizacion.pdf>

<http://www.ask-edu.pe/default.asp>

http://www.caasa.com.mx/servicios/division_agua_y_reparacion_de_fugas

<http://www.ceaqueretaro.gob.mx/publicaciones/IMTA.doc>

<http://www.cuencainformacion.com/vernoticia.asp?idnoticia=490&subc=12>

http://www.ecomundo.com.mx/imprimir/agua_09_print.htm

<http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/77025.html>

<http://www.epneiva.gov.co/portal/index.php?lang=esp&objeto=47>

http://www.etapa.net.ec/Agua/agua_ucanc_mac.aspx

http://www.geocities.com/mario_buenfil/depfi/clase_.htm

<http://www.guanajuato.gob.mx/ceag/eventos/expoagua2004/pdfs/pdf%20sem39.pdf>

www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=33519_208&ID2=DO_TOPIC - 25k -

<http://www.invdes.com.mx/anteriores/Diciembre1998/htm/imta.html#arriba>

<http://www.lacrisis.com.mx/index.php?option=content&task=view&id=7747&Itemid=205>

<http://www.noticiasdegipuzkoa.com/ediciones/2006/07/06/vecinos/donostia-auzoak/d06don25.243820.php>

<http://www.olavarria.gov.ar/Gobierno/Novedades/gc20-11-2006.htm>

http://www.poderedomex.com/notas.asp?nota_id=7452

<http://www.sadm.gob.mx/sadm/jps/seccion.jps?id=148>

www.sedapal.com.pe/contenido/00008158.pdf

<http://www.valencia.es/ayuntamiento2/ndnoticiasd.nsf/NoticiasAnterioresWeb/4766273B84BF6D9DC12571CC0023FB31?OpenDocument>

ANEXOS

ANEXO N° 01
PANEL FOTOGRAFICO



Planta de Tratamiento de Agua – Sullana – Piura – Unidad de Floculadores



Planta de Tratamiento de Agua – Sullana – Piura – Unidad de Sedimentador



Planta de Tratamiento de Agua – Sullana – Piura – Unidades de Filtros



Planta de Tratamiento de Agua – Sullana – Piura – Estación de Bombeo



Sistema de Almacenamiento – Reservorio El Mambre $V= 4000 \text{ m}^3$



Vista de la zona de abastecimiento de la Ciudad de Sullana abastecida por el Reservorio El Mambre



Sistema de Almacenamiento – Reservorio Sánchez Cerro $V= 3000 \text{ m}^3$



Sistema de Almacenamiento – Acceso al Reservorio Sánchez Cerro



Sistema de Almacenamiento – Reservorio Bellavista $V= 3000 \text{ m}^3$



Sistema de Almacenamiento – Acceso al Reservorio Bellavista

ANEXO N° 02
SIMULACION HIDRAULICA
WATER CAD

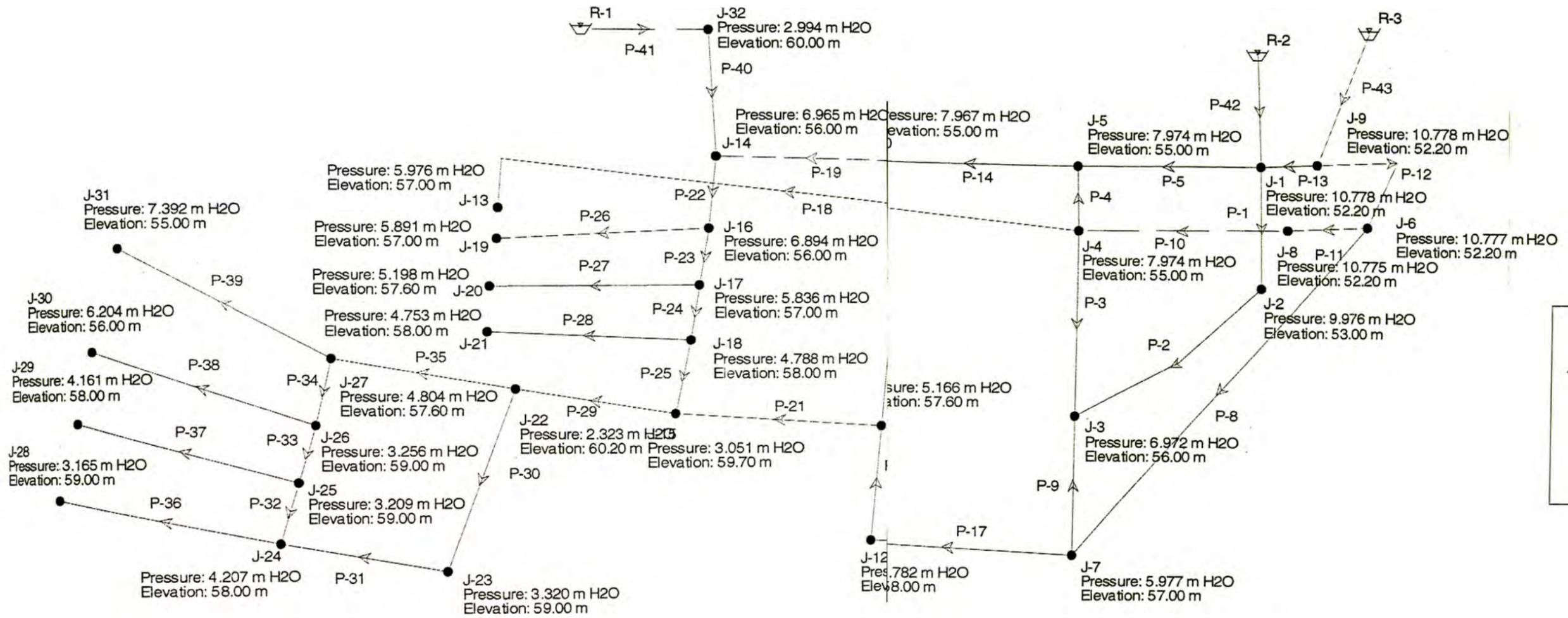
**Scenario: Base
Steady State Analysis
Junction Report**

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Base Flow (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-1	52.20	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	63.00	10.778
J-2	53.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	63.00	9.976
J-3	56.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.99	6.972
J-4	55.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.99	7.974
J-5	55.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.99	7.974
J-6	52.20	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	63.00	10.777
J-7	57.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.99	5.977
J-8	52.20	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	63.00	10.775
J-9	52.20	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	63.00	10.778
J-10	55.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.98	7.967
J-11	57.60	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.78	5.166
J-12	58.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.79	4.782
J-13	57.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.99	5.976
J-14	56.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.98	6.965
J-15	59.70	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.76	3.051
J-16	56.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.91	6.894
J-17	57.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.85	5.836
J-18	58.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.80	4.788
J-20	57.60	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.81	5.198
J-21	58.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.76	4.753
J-22	60.20	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.53	2.323
J-23	59.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.33	3.320
J-24	58.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.22	4.207
J-25	59.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.22	3.209
J-26	59.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.26	3.256
J-27	57.60	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.41	4.804
J-28	59.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.17	3.165
J-29	58.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.17	4.161
J-30	56.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.22	6.204
J-31	55.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.41	7.392
J-32	60.00	Zone-1	Demand	0.000	Fixed	0.000	63.00	2.994
J-19	57.00	Zone-1	Demand	0.690	Fixed	0.690	62.90	5.891

Scenario: Base
Steady State Analysis
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/m)
P-1	60.00	160	Ductile Iron	80.0	0.934	63.00	63.00	0.00	0.00006
P-2	330.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.244	63.00	62.99	0.01	0.00003
P-3	150.00	100	Asbestos Cement	100.0	-0.246	62.99	62.99	0.00	0.00003
P-4	15.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.138	62.99	62.99	0.00	0.00001
P-5	270.00	400	Ductile Iron	80.0	-7.827	62.99	63.00	0.01	0.00003
P-8	450.00	250	Asbestos Cement	100.0	2.161	63.00	62.99	0.01	0.00002
P-9	150.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.200	62.99	62.99	0.00	0.00002
P-10	270.00	250	Ductile Iron	80.0	-1.765	62.99	63.00	0.01	0.00002
P-11	50.00	250	Ductile Iron	80.0	-2.455	63.00	63.00	0.00	0.00004
P-12	70.00	350	Asbestos Cement	100.0	-5.305	63.00	63.00	0.00	0.00002
P-13	10.00	400	Ductile Iron	100.0	6.316	63.00	63.00	0.00	0.00002
P-14	250.00	400	Ductile Iron	80.0	7.275	62.99	62.98	0.01	0.00003
P-15	215.00	100	Asbestos Cement	100.0	1.532	62.98	62.78	0.21	0.00096
P-16	98.00	100	Asbestos Cement	100.0	-0.581	62.78	62.79	0.02	0.00016
P-17	290.00	100	Asbestos Cement	100.0	-1.271	62.79	62.99	0.20	0.00068
P-18	600.00	250	Ductile Iron	80.0	0.690	62.99	62.99	0.00	0.00000
P-19	180.00	350	Asbestos Cement	100.0	5.054	62.98	62.98	0.00	0.00002
P-21	170.00	150	Asbestos Cement	100.0	-1.423	62.76	62.78	0.02	0.00012
P-22	40.00	160	PVC	140.0	10.307	62.98	62.91	0.07	0.00178
P-23	44.00	160	PVC	140.0	8.927	62.91	62.85	0.06	0.00136
P-24	50.00	160	PVC	140.0	7.547	62.85	62.80	0.05	0.00100
P-25	60.00	160	PVC	140.0	6.167	62.80	62.76	0.04	0.00069
P-26	180.00	150	Asbestos Cement	100.0	0.690	62.91	62.90	0.01	0.00003
P-27	180.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.690	62.85	62.81	0.04	0.00022
P-28	160.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.690	62.80	62.76	0.04	0.00022
P-29	106.00	150	Asbestos Cement	100.0	6.900	62.76	62.53	0.23	0.00216
P-30	130.00	100	Asbestos Cement	100.0	1.979	62.53	62.33	0.20	0.00154
P-31	160.00	100	Asbestos Cement	100.0	1.289	62.33	62.22	0.11	0.00070
P-32	44.00	100	Asbestos Cement	100.0	-0.091	62.22	62.22	0.00	0.00001
P-33	52.00	100	Asbestos Cement	100.0	-1.471	62.22	62.26	0.05	0.00089
P-34	50.00	100	Asbestos Cement	100.0	-2.851	62.26	62.41	0.15	0.00303
P-35	130.00	150	Asbestos Cement	100.0	-4.231	62.41	62.53	0.11	0.00087
P-36	202.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.690	62.22	62.17	0.04	0.00022
P-37	212.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.690	62.22	62.17	0.05	0.00022
P-38	210.00	100	Asbestos Cement	100.0	0.690	62.26	62.22	0.05	0.00022
P-39	218.00	150	Asbestos Cement	100.0	0.690	62.41	62.41	0.01	0.00003
P-40	100.00	250	Ductile Iron	80.0	5.944	63.00	62.98	0.02	0.00021
P-41	1.00	250	Ductile Iron	80.0	5.944	63.00	63.00	0.00	0.00020
P-42	1.00	150	Ductile Iron	130.0	3.135	63.00	63.00	0.00	0.00031
P-43	1.00	350	Ductile Iron	80.0	-12.311	63.00	63.00	0.00	0.00015

ScenaBase



Color Coding Legend
Link Diameter (mm)

█	100
█	110
█	160
█	250
█	350
█	400

ANEXO N° 03
PRESUPUESTO

Presupuesto

Obra	MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA						
Departamento	PIURA	Provincia	SULLANA	Distrito	SULLANA		
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
00.00.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>						
00.01.00	CARTELPANEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 1.20 X 2.40 M	UND	1.00	358.00	358.00	358.00	358.00
01.00.00	<u>CATASTRO DE CLIENTES</u>						
01.01.00	TRABAJOS DE CAMPO	UND	1,724.00	0.21	362.04		
01.02.00	TRABAJOS DE GABINETE	UND	1,724.00	11.41	19,670.84	20,032.88	20,032.88
02.00.00	<u>CATASTRO DE REDES DE AGUA POTABLE</u>						
02.01.00	<u>CALICATAS REDES Y ACCESORIOS</u>						
02.01.01	EJECUCION DE CALICATAS EN PAVIMENTO	UND	50.00	39.71	1,985.50		
02.01.03	TRABAJO DE CAMPO	ESQ	90.00	15.30	1,377.00		
02.01.04	TRABAJOS DE GABINETE (AUTOCAD)	ESQ	90.00	18.20	1,638.00		
02.01.05	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	15.00	3.17	47.55	5,048.05	
02.03.00	<u>REPOSICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO</u>						
02.03.01	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO C/PLANCHA VIBRAT.	M2	203.20	4.04	820.93		
02.03.02	BASE AFIRMADA P/PISTA E=0.20M	M2	203.00	14.86	3,016.58		
02.03.03	CONCRETO F'c 210KG/CM2 P/LOSAS P/PISTA	M3	40.60	266.71	10,828.43	14,665.93	
02.03.04	<u>REPOSICION DE PAVIMENTO</u>						
02.03.05	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO C/PLANCHA VIBRAT.	M2	67.50	4.04	272.70		
02.03.06	BASE AFIRMADA P/PISTA E=0.20M	M2	67.50	14.86	1,003.05		
02.03.07	IMPRIMANTE ASFALTICO	M2	67.50	5.78	390.15		
02.03.08	CARPETA ASFALTO EN FRIO E=5.0 CM	M2	67.50	41.19	2,780.33	4,446.23	24,160.21
03.00.00	<u>RED DE AGUA POTABLE Y MANTENIMIENTO DE GRIFO CONTRA INCENDIO</u>						
03.01.00	TRAZO Y REPLANTEO	ML	254.00	0.61	154.94		
03.02.00	EXCAVACIONES A MANO EN TERRENO NORMAL H=1.20 ml	M	254.00	15.99	4,061.46		
03.03.00	REFINE, NIVELACION TERRENO NORMAL	M2	254.00	5.74	1,457.96		
03.04.00	CAMA DE APOYO TUBERIA E= 0.10 MT	ML	254.00	2.66	675.64		
03.05.00	RELLENO COMPACT. MANUAL. C/MATER. PROPIO H=1.20 mts	ML	254.00	9.62	2,443.48		
03.06.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	29.22	3.79	110.74		
03.08.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA ISO PVC 6" (160mm)	ML	254.00	36.87	9,364.98		
03.12.00	PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBO Ø 6" (160mm)	ML	254.00	0.89	226.06	18,495.26	
03.13.00	<u>MANTENIMIENTO DE GRIFO CONTRA INCENDIO</u>						
03.13.01	ROTURA DE PAVIMENTO DE CONCRETO MANUAL. E=20.0 CM.	M2	6.40	82.20	526.08		
03.13.02	EXCAVACION DE ZANJA	M3	5.12	16.30	83.46		
03.13.05	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	1.54	3.17	4.87		
03.13.06	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO C/PLANCHA VIBRAT.	M2	6.40	4.04	25.86		
03.13.07	BASE AFIRMADA P/PISTA E=0.20M	M2	6.40	14.86	95.10		
03.13.08	CONCRETO F'c 210KG/CM2 P/LOSAS DE FONDO-PISO	M3	1.28	266.71	341.39		
03.13.09	MANTENIMIENTO DE G.I.	UND	3.00	262.21	786.63	1,863.38	20,358.65
04.00.00	<u>SECTORIZACION Y REHABILITACION DE VALVULAS</u>						
04.01.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA F'c EMBONE ISO 100MM	UND	3.00	418.13	1,254.39		
04.04.00	MANT/REPARACION VALV COMPUERTA Ø 4" (110 mm)	UND	36.00	86.33	3,107.88		
04.05.00	MANT/REPARACION VALV COMPUERTA Ø 6" (160 mm)	UND	2.00	100.42	200.84		
04.07.00	CAJA DE VALVULA F'c Ø 4"	UND	36.00	161.52	5,814.72		
04.08.00	CAJA PARA VALVULA Ø 6"	UND	2.00	160.30	320.60	10,698.43	10,698.43
05.00.00	<u>MICROMEDICION</u>						
05.02.00	CAJA CONCRETO MEDIDOR AGUA C/TAPA Y MARCO C/SEG. 1/2	PZA	1,724.00	90.19	155,487.56		
05.03.00	Levantamiento conex. domic. (inc. solado y resane veredas)	UND	1,724.00	61.26	105,612.24		
05.04.00	CONEXION DOMICILIARIA AGUA 1/2" INCL. MEDIDOR	UND	1,379.20	237.53	327,601.38		
05.05.00	CONSTRUCCION LOSA FC= 175 Kg/cm ² 0.80 x 0.80 x 0.10 M	UND	1,604.00	39.05	62,636.20		
05.06.00	VEREDAS DE CONCRETO e=10 cm.	M2	120.00	33.68	4,041.60	655,378.98	655,378.98

S10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
 ELABORADO POR BACH. ANA CECILIA ZUBIETA NUÑEZ

Presupuesto

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
 PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Departamento PIURA Provincia SULLANA Distrito SULLANA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
06.00.00	MACROMEDICION - ESTACION DE PITOMETRIA						
06.01.00	SUMINISTRO/INSTAL. MACROMEDIDOR Ø4"	UND	2.00	3,828.60	7,657.20		
06.02.00	SUMINISTRO/INSTAL. MACROMEDIDOR Ø6"	UND	2.00	6,711.27	13,422.54		
06.04.00	SUMI E INSTAL DE MACROMEDIDOR Ø14"	UND	1.00	14,901.89	14,901.89		
06.06.00	CONSTRUCCION DE CAJA DE MACROMEDIDOR Ø6" Y Ø4"	und	4.00	3,654.06	14,616.24		
06.07.00	CONSTRUCCION DE CAJA DE MACROMEDIDOR Ø14"	UND	1.00	4,033.98	4,033.98		
06.10.00	SUMI E INSTAL DE ESCALERA MARINERA	ML	7.20	178.11	1,282.39	55,914.24	55,914.24
08.00.00	CONTROL DE FUGAS						
08.01.00	INVESTIGACION FUGAS NO VISIBLES SONDEOS SISTEMATICOS C/EQUIF KM		9.50	304.20	2,889.90		
08.02.00	REPARACION DE FUGAS	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00	7,889.90	7,889.90
09.00.00	EDUCACION SANITARIA						
09.01.00	CAMPAÑA DE DIFUSION Y CONCIENTIZACION DEL AGUA Y CONSERVAC	GLB	1.00	3,810.00	3,810.00	3,810.00	3,810.00
10.01.00	OTRAS OBRAS						
10.02.00	CAJA PVAL AIRE 1" TN 1.5 X 1.5 X H=1.5 M TUBPVC 160MM	UND	2.00	2,585.62	5,171.24	5,171.24	5,171.24
	COSTO DIRECTO						803,772.52
	GASTOS GENERALES 10%						80,377.25
	UTILIDAD 10%						80,377.25
	SUB TOTAL						964,527.03
	IGV 19%						183,260.14
	TOTAL MONTO REFERENCIAL						1,147,787.17

SON : UN MILLON CIENTO CUARENTASIETE MIL SETECIENTOS OCHENTISIETE Y 18/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO Nº 01 PIURA
 Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO Nº 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	00.01.00	CARTEL/PANEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 1.20 X 2.40 M				
Rendimiento	4.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			358.00
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	2.00	11.40	22.80
470104	PEON	HH	2.00	4.00	9.13	36.52
59.32						
Materiales						
020551	CLAVO CON CABEZA PRECIO PROMEDIO	KG		0.50	3.00	1.50
430234	MADERA TORNILLO	P2		39.00	3.70	144.30
440178	TRIPLAY LUPUNA 4x8x4MM	PZA		1.03	25.00	25.75
541001	PINTURA OLEO BRILLANTE (VENCEDOR)	GAL		0.75	35.00	26.25
197.80						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	59.32	2.97
2.97						
Insumos Partida						
930231	CONCRETO FC=140 KG/CM2 CEMENTO TIPO I	M3		0.50	195.82	97.91
97.91						

Partida	01.01.00	TRABAJOS DE CAMPO				
Rendimiento	48.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			1.69
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
478401	OFICIAL P/REGISTROS DE CLIENTES	hh	1.00	0.17	10.15	1.69
1.69						

Partida	01.02.00	TRABAJOS DE GABINETE				
Rendimiento	15.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			11.41
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
477001	DIBUJANTE CAD	HH	1.00	0.53	11.40	6.08
6.08						
Materiales						
308734	MATERIALES	EST		1.00	5.00	5.00
5.00						
Equipos						
304648	EQUIPOS	EST		0.67	0.50	0.33
0.33						

Partida	02.01.01	EJECUCION DE CALICATAS EN PAVIMENTO				
Rendimiento	4.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			39.71
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	0.10	0.20	10.15	2.03
470104	PEON	HH	2.00	4.00	9.13	36.52
38.55						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.00	38.55	1.16
1.16						

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	02.01.03	TRABAJO DE CAMPO				
Rendimiento	30.00	ESQ/DIA	Costo unitario directo por : ESQ		15.30	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.03	11.40	0.30
470104	PEON	HH	2.00	0.53	9.13	4.87
Materiales						
308735	Materiales	GLB		1.00	10.00	10.00
Equipos						
37605†	WINCHA	HM.	0.50	0.13	1.00	0.13

Partida	02.01.04	TRABAJOS DE GABINETE (AUTOCAD)				
Rendimiento	12.00	ESQ/DIA	Costo unitario directo por : ESQ		18.20	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
477001	DIBUJANTE CAD	HH	1.00	0.67	11.40	7.60
Materiales						
308734	MATERIALES	EST		2.12	5.00	10.60

Partida	02.01.05	ELIMINACION DE DESMONTE				
Rendimiento	250.00	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		3.17	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470104	PEON	HH	2.00	0.06	9.13	0.58
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	0.58	0.03
480691	CAMION VOLQUETE 8 M3	HM	1.00	0.03	80.00	2.56

Partida	02.03.01	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO C/PLANCHA VIBRAT.				
Rendimiento	80.00	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2		4.04	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.01	11.40	0.11
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.10	10.15	1.02
470104	PEON	HH	1.00	0.10	9.13	0.91
Equipos						
491801	COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA 4HP	HM	1.00	0.10	20.00	2.00

Partida	02.03.02	BASE AFIRMADA P/PISTA E=0.20M				
Rendimiento	100.00	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2		14.86	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.08	10.15	0.81
470104	PEON	HH	2.00	0.16	9.13	1.46
Materiales						
381102	AFIRMADO PARA BASE	M3		0.26	28.00	7.28
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	2.27	0.11
480422	CAMION CISTERNA 2000 GLS (AGUA)	HM	0.50	0.04	80.00	3.20
495303	MOTONIVELADORA 125HP	HM.	0.50	0.04	50.00	2.00

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	02.03.08	CARPETA ASFALTO EN FRIO E=5.0 CM				
Rendimiento	1,000.00	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2			41.19
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	4.00	0.03	11.40	0.36
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.02	10.15	0.16
470104	PEON	HH	8.00	0.06	9.13	0.58
						1.10
Materiales						
040201	ARENA GRUESA	M3		0.05	30.00	1.50
						1.50
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL.	%MO		5.00	1.10	0.06
480691	CAMION VOLQUETE 8 M3	HM	1.00	0.01	80.00	0.64
491109	CARGADOR S/LLANTA 100-115HP,2.0-2.45Y3	HM	1.00	0.01	211.00	1.69
493509	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69HP, 10-16'	HM	1.00	0.01	50.00	0.40
496632	RODILLO NEUMATICO AUTOPRO 81-100HP,5.5-20 TN.	HM	1.00	0.01	60.00	0.48
496653	RODILLO TANDEM ESTATICO A 58-70HP, 5-8 TN.	HM	1.00	0.01	80.00	0.64
						3.91
Insumos Partida						
911702	MEZCLA DE ASFALTO EN FRIO (PREPARACION)	M3		0.06	554.89	34.68
						34.68

Partida	03.01.00	TRAZO Y REPLANTEO				
Rendimiento	600.00	ML/DIA	Costo unitario directo por : ML			0.61
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470104	PEON	HH	1.00	0.01	9.13	0.12
471501	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.01	11.40	0.15
						0.27
Materiales						
304651	CORDEL	ML		0.11	0.30	0.03
30E101	YESO	KG		0.03	6.00	0.15
430246	ESTACAS DE MADERA	UND		0.05	0.20	0.01
						0.19
Equipos						
308795	MIRA Y JALONES	HM.	1.00	0.01	1.00	0.01
370101	HERRAMIENTA MANUAL.	%MO		5.00	0.27	0.01
493702	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	0.01	9.62	0.13
						0.15

Partida	03.02.00	EXCAVACIONES A MANO EN TERRENO NORMAL H=1.20 ml				
Rendimiento	10.00	M/DIA	Costo unitario directo por : M			15.99
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.08	11.40	0.91
470104	PEON	HH	2.00	1.60	9.13	14.61
						15.52
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.00	15.52	0.47
						0.47

Partida	03.03.00	REFINE, NIVELACION TERRENO NORMAL				
Rendimiento	30.00	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2			5.74
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.27	11.40	3.04
470104	PEON	HH	1.00	0.27	9.13	2.43
						5.47
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL.	%MO		5.00	5.47	0.27
						0.27

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
 Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	03.04.00	CAMA DE APOYO TUBERIA E= 0.10 MT				
Rendimiento	100.00	ML/DIA	Costo unitario directo por : ML		2.66	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.01	11.40	0.09
470104	PEON	HH	1.00	0.08	9.13	0.73
Materiales						
040201	ARENA GRUESA	M3		0.06	30.00	1.80
Equipos						
370104	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	0.82	0.04

Partida	03.05.00	RELLENO COMPACT. MANUAL C/MATER. PROPIO H=1.20 mts				
Rendimiento	40.00	ML/DIA	Costo unitario directo por : ML		9.62	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.20	11.40	2.28
470104	PEON	HH	1.00	0.20	9.13	1.83
Materiales						
059901	AGUA	M3		0.05	6.00	0.30
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	4.11	0.21
491803	COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA 7HP	HM	1.00	0.20	25.00	5.00

Partida	03.06.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				
Rendimiento	250.00	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		3.79	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470104	PEON	HH	4.00	0.13	9.13	1.17
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	1.17	0.06
480691	CAMION VOLQUETE 8 M3	HM	1.00	0.03	80.00	2.56

Partida	03.08.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA ISO PVC 6" (160mm)				
Rendimiento	200.00	ML/DIA	Costo unitario directo por : ML		36.87	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.04	11.40	0.46
470104	PEON	HH	2.00	0.08	9.13	0.73
Materiales						
720289	TUBO PVC ISO AGUA A-7.5 U.F Ø6" (150MM)	ML		1.03	34.00	35.02
729A01	LUBRICANTE PARA TUBERIA PVC U.F.	GAL		0.02	40.00	0.60
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	1.19	0.06

S10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
 ELABORADO POR BACH. ANA CECILIA ZUBIETA NUÑEZ

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	03.13.07	BASE AFIRMADA P/PISTA E=0.20M				
Rendimiento	100.00	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2			14.86
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.08	10.15	0.81
470104	PEON	HH	2.00	0.16	9.13	1.46
Materiales						
381102	AFIRMADO PARA BASE	M3		0.26	28.00	7.28
Equipos						
370103*	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	2.27	0.11
480422	CAMION CISTERNA 2000 GLS (AGUA)	HM	0.50	0.04	80.00	3.20
495303	MOTONIVELADORA 125HP	HM.	0.50	0.04	50.00	2.00
5.31						

Partida	03.13.08	CONCRETO F'C 210KG/CM2 P/LOSAS DE FONDO-PISO				
Rendimiento	24.00	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			266.71
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.33	11.40	3.80
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.33	10.15	3.38
470104	PEON	HH	6.00	2.00	9.13	18.26
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	25.44	1.27
497391	VIBRADOR CONCRETO 3/4"	HM	1.00	0.33	6.00	2.00
Insumos Partida						
930251	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3		1.05	226.67	238.00
238.00						

Partida	03.13.09	MANTENIMIENTO DE G.1.				
Rendimiento	2.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			262.21
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	4.00	11.40	45.60
470104	PEON	HH	1.00	4.00	9.13	36.52
Materiales						
304632	Empaquetadura de Ø3/8"	ML.		0.20	15.00	3.00
304657	Empaquetadura jebes de lona	M2		0.90	50.00	45.00
30A111	Pemos Ø3/8" x 3" p/válvula con tuerca y anillo plano	UND		10.00	5.00	50.00
30A112	Pemo Ø1/2" x 6" p/válvula con tuerca y anillo plano	UND		2.00	7.00	14.00
502402	Tapa para boca de grifo	UND		1.00	65.00	65.00
530500	GRASA	KG		0.13	5.00	0.63
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.00	82.12	2.46
2.46						

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	04.01.00	SUMI E INSATAL DE VALVULA F°F° EMBONE ISO 100MM				
Rendimiento	5.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			418.13
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.60	11.40	18.24
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.60	10.15	16.24
470104	PEON	HH	1.00	1.60	9.13	14.61
49.09						
Materiales						
040201	ARENA GRUESA	M3		0.02	30.00	0.54
050100	PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"	M3		0.02	40.00	0.92
059901	AGUA	M3		0.01	6.00	0.04
210110	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.25	16.50	4.13
729A01	LUBRICANTE PARA TUBERIA PVC U.F.	GAL		0.02	40.00	0.96
780202	VALVULA COMPUERTA F°F° ISO Ø4"	PZA		1.00	360.00	360.00
366.59						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	49.09	2.45
2.45						

Partida	04.04.00	MANT/REPARC VALV COMPUERTA Ø 4" (110 mm)				
Rendimiento	10.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			86.33
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.08	11.40	0.91
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	10.15	8.12
470104	PEON	HH	1.00	0.80	9.13	7.30
16.33						
Materiales						
652904	Valv. Compuerta Ø4" (Mantenimiento)	GLB		1.00	70.00	70.00
70.00						

Partida	04.05.00	MANT/REPARAC VALV COMPUERTA Ø6" (160 mm)				
Rendimiento	8.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			100.42
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.10	11.40	1.14
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.00	10.15	10.15
470104	PEON	HH	1.00	1.00	9.13	9.13
20.42						
Materiales						
652907	VALV COMPUERTA Ø6" (Mantenimiento)	GLB		1.00	80.00	80.00
80.00						

Partida	04.07.00	CAJA DE VALVULA F°F° Ø4"				
Rendimiento	8.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			161.52
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.00	11.40	11.40
470104	PEON	HH	2.00	2.00	9.13	18.26
29.66						
Materiales						
040201	ARENA GRUESA	M3		0.04	30.00	1.20
210110	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.50	16.50	8.25
390101	AGUA	M3		0.02	6.00	0.12
430102	MADERA ENCOFRADO TORNILLO	P2		2.00	3.70	7.40
504208	MARCO Y TAPA PARA VALVULA	UNO		1.00	54.00	54.00
690207	TUBO C.S.N Ø8" H=1.20M	UNO		1.00	60.00	60.00
130.97						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.00	29.66	0.89
0.89						

S10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
ELABORADO POR BACH. ANA CECILIA ZUBIETA NUÑEZ

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	04.08.00	CAJA PARA VALVULA Ø6"				
Rendimiento	6.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			160.30
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.33	11.40	15.20
470104	PEON	HH	1.00	1.33	9.13	12.17
27.37						
Materiales						
040201	ARENA GRUESA	M3		0.07	30.00	2.10
059901	AGUA	M3		0.06	6.00	0.36
210110	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.50	16.50	8.25
430102	MADERA ENCOFRADO TORNILLO	P2		2.00	3.70	7.40
504208	MARCO Y TAPA PARA VALVULA	UND		1.00	54.00	54.00
690208	TUBO C.S.N Ø10" H=1.20M	UND		1.00	60.00	60.00
132.11						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.00	27.37	0.82
0.82						

Partida	05.02.00	CAJA CONCRETO MEDIDOR AGUA C/TAPA Y MARCO C/SEG. 1/2				
Rendimiento	10.00	PZA/DIA	Costo unitario directo por : PZA			90.19
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	10.15	8.12
470104	PEON	HH	1.00	0.80	9.13	7.30
15.42						
Materiales						
311101	CAJA CONJ. DE CONC. PARA MEDIDOR DE Ø1/2" - Ø1"	PZA		1.00	20.00	20.00
504301	MARCO-TAPA FIERRO FUNDIDO P/CAJA REGISTR.10X20"	PZA		1.00	54.00	54.00
74.00						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	15.42	0.77
0.77						

Partida	05.03.00	Levantamiento conex. domic.(inc. solado y resane veredas)				
Rendimiento	10.00	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			61.26
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.80	11.40	9.12
470104	PEON	HH	4.00	3.20	9.13	29.22
38.34						
Materiales						
040101	ARENA FINA	M3		0.10	25.00	2.50
210110	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.72	16.50	11.88
30C101	PEGAMENTO P/TUBO PVC	GAL		0.02	50.00	1.00
385201	CONFITILLO	M3		0.05	40.00	2.00
390101	AGUA	M3		0.02	6.00	0.12
720301	TUBO PVC AGUA A-10 S.PRESION 1/2"	ML		1.00	1.50	1.50
721513	CODO PVC AGUA S/P Ø12" X 45°	PZA		2.00	1.00	2.00
21.00						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	38.34	1.92
1.92						

Análisis de precios unitarios

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
Fórmula PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIURA

Partida	06.06.00	CONSTRUCCION DE CAJA DE MACROMEDIDOR Ø6" Y Ø4"				
Rendimiento	0.80	und/DIA	Costo unitario directo por : und			3,654.06
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	10.00	11.40	114.00
470103	OFICIAL	HH	2.00	20.00	10.15	203.00
470104	PEON	HH	6.00	60.00	9.13	547.80
864.80						
Materiales						
506401	MARCO F° FDO/ TAPA CONCRETO .60m x .60m P/BUZON	UND		1.00	180.00	180.00
180.00						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	864.80	43.24
43.24						
Insumos Partida						
910404	EXCAVACIONES A MANO EN TERRENO NORMAL	M3		10.00	19.17	191.70
930101	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2		17.00	25.34	430.78
930231	CONCRETO FC=140 KG/CM2 CEMENTO TIPO I	M3		1.23	195.82	240.86
930242	CONCRETO FC=175 KG/CM2 CEMENTO TIPO I	M3		2.60	222.31	578.01
930251	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3		0.97	226.67	219.87
931101	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG		290.00	3.12	904.80
2,566.02						

Partida	06.07.00	CONSTRUCCION DE CAJA DE MACROMEDIDOR Ø14"				
Rendimiento	0.80	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			4,033.98
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	10.00	11.40	114.00
470103	OFICIAL	HH	2.00	20.00	10.15	203.00
470104	PEON	HH	4.00	40.00	9.13	365.20
682.20						
Materiales						
506401	MARCO F° FDO/ TAPA CONCRETO .60m x .60m P/BUZON	UND		1.00	180.00	180.00
180.00						
Insumos Partida						
910404	EXCAVACIONES A MANO EN TERRENO NORMAL	M3		11.88	19.17	227.74
914101	ELIMIN.DESMONTE.CARG. Y VOLQ.7M3 TERRENO NORMAL (R=5K)	M3		11.88	6.69	79.48
930101	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2		25.00	25.34	633.50
930231	CONCRETO FC=140 KG/CM2 CEMENTO TIPO I	M3		1.50	195.82	293.73
930242	CONCRETO FC=175 KG/CM2 CEMENTO TIPO I	M3		3.00	222.31	666.93
930251	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3		1.20	226.67	272.00
931101	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG		320.00	3.12	998.40
3,171.78						

Partida	06.10.00	SUMI E INSTAL DE ESCALAERA MARINERA				
Rendimiento	2.00	ML/DIA	Costo unitario directo por : ML			178.11
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	4.00	11.40	45.60
470103	OFICIAL	HH	1.00	4.00	10.15	40.60
86.20						
Materiales						
030402	FIERRO CORRUGADO / CONST.	KG		2.26	2.50	5.65
301199	SOLDADURA ELECTRICA	KG		5.30	8.00	42.40
560504	PLANCHA FIERRO E=1/4"	ML		1.00	12.00	12.00
655208	TUBO ACERO GALV.STANDARD TIPO ISO 12"	ML		2.05	11.00	22.55
82.60						
Equipos						
370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.00	86.20	4.31
481402	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO	HM	0.25	1.00	5.00	5.00
9.31						

Precios y cantidades de insumos requeridos

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
 PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIUR.

Código	Descripción insumo	Unidad	Precio	Cant. Requerida	Parcial
MANO DE OBRA					
470102	OPERARIO	HH	11.40	5,261.55	59,986.79
470103	OFICIAL	HH	10.15	5,917.32	60,053.60
470104	PEON	HH	9.13	19,303.51	176,245.69
471501	TOPOGRAFO	HH	11.40	3.38	38.10
477001	DIBUJANTE CAD	HH	11.40	979.41	11,165.92
478302	MANO DE OBRA DE (incluye leyes sociales)	GLB	3,000.00	2.76	8,280.00
478401	OFICIAL P/REGISTROS DE CLIENTES	hh	10.15	35.86	362.04
					316,132.14

MATERIALES

020206	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	KG	2.50	82.00	213.20
020302	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG	2.50	16.74	41.85
020551	CLAVO CON CABEZA PRECIO PROMEDIO	KG	3.00	0.50	1.50
027111	ABRAZADERA ACERO P/SUJECION TUBERIA 1"	PZA	35.00	2.00	70.00
030301	ACERO CORRUGADO FY=4200 (GR-60) PRECIO PROMED.	KG	3.45	0.26	0.90
030402	FIERRO CORRUGADO / CONST.	KG	2.50	1,738.27	4,353.88
040101	ARENA FINA	M3	25.00	173.95	4,348.70
040201	ARENA GRUESA	M3	30.00	408.96	12,269.08
045301	MATERIAL	M3	2,000.00	1.00	2,000.00
050100	PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"	M3	40.00	248.23	9,928.80
050203	PIEDRA MEDIANA	M3	35.00	0.09	3.16
059901	AGUA	M3	6.00	69.27	416.15
130403	ASFALTO LIQUIDO RC 250	GAL	8.00	158.67	1,269.32
210110	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS	16.50	3,395.77	56,037.05
303522	MEDIDOR Ø 1/2"	PZA	60.00	1,379.20	82,752.00
303525	MACROMEDIDOR BB Ø6"	PZA	3,100.00	2.00	6,200.00
303526	Macromedidor Ø14"	UND	7,000.00	1.00	7,000.00
303554	MEDIDOR TIPO WOLTMAN Ø4" (100 MM)	PZA	1,800.00	2.00	3,600.00
304632	Empaquetadura de Ø3/8"	ML	15.00	0.60	9.00
304651	CORDEL	ML	0.30	27.94	7.62
304657	Empaquetadura jebe de lona	M2	50.00	2.70	135.00
308734	MATERIALES	EST	5.00	1,914.80	9,574.00
308735	Materiales	GLB	10.00	91.19	911.90
30A111	Pernos Ø3/8" x 3" p/válvula con tuerca y anillo plano	UND	5.00	30.00	150.00
30A112	Perno Ø1/2" x 6" p/válvula con tuerca y anillo plano	UND	7.00	6.00	42.00
30C101	PEGAMENTO P/TUBO PVC	GAL	50.00	40.00	1,999.84
30E101	YESO	KG	6.00	6.35	38.10
30G103	CINTA TEFLON	PZA	1.00	68.96	68.96
30I101	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	KG	8.00	0.18	1.44
30I199	SOLDADURA ELECTRICA	KG	8.00	38.16	305.28
311101	CAJA CONJ. DE CONC. PARA MEDIDOR DE Ø1/2" - Ø1"	PZA	20.00	1,724.00	34,480.00
381102	AFIRMADO PARA BASE	M3	28.00	71.99	2,015.83
385201	CONFITILLO	M3	40.00	86.20	3,448.00
390101	AGUA	M3	6.00	35.20	211.20
391001	HIPOCLORITO DE CALCIO 65%	KG	18.00	1.27	22.86
430102	MADERA ENCOFRADO TORNILLO	P2	3.70	461.95	1,709.68
430234	MADERA TORNILLO	P2	3.70	39.00	144.30
430246	ESTACAS DE MADERA	UND	0.20	12.70	2.54
440178	TRIPLAY LUPUNA 4x8x4MM	PZA	25.00	1.03	25.75
502402	Tapa para boca de grifo	UND	65.00	3.00	195.00
504208	MARCO Y TAPA PARA VALVULA	UND	54.00	38.00	2,052.00
504301	MARCO-TAPA FIERRO FUNDIDO P/CAJA REGISTR. 10X20"	PZA	54.00	1,724.00	93,096.00
506401	MARCO F° FDO/ TAPA CONCRETO .60m x .60m P/BUZON	UND	180.00	7.00	1,260.00
530201	KEROSENE INDUSTRIAL	GAL	8.00	132.00	1,056.00
530500	GRASA	KG	5.00	0.38	1.89
541001	PINTURA OLEO BRILLANTE (VENCEDOR)	GAL	35.00	0.75	26.25
560504	PLANCHA FIERRO E=1/4"	ML	12.00	7.20	86.40
652013	TRANSICION BB- ISO PVC Ø6"	UND	50.00	4.00	200.00
652904	Valv. Compuerta Ø4" (Mantenimiento)	GLB	70.00	36.00	2,520.00
652907	VALV COMPUERTA Ø6" (Mantenimiento)	GLB	80.00	2.00	160.00
653106	UNION DRESSER ACERO 6"	PZA	350.00	2.00	700.00
653114	UNION DRESSER ACERO 14"	PZA	450.00	1.00	450.00
655203	TUBO ACERO GALV.STANDARD TIPO ISO I 1/2"	ML	7.00	6.30	44.10
655204	TUBO ACERO GALV.STANDARD TIPO ISO I 3/4"	ML	5.00	3.15	15.75

Precios y cantidades de insumos requeridos

Obra MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA PILOTO N° 01 PIURA
 PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE AGUA POTABLE ZONA PILOTO N° 01 SECTOR BUENOS AIRES SULLANA - PIUR.

Código	Descripción insumo	Unidad	Precio	Cant. Requerida	Parcial
655208	TUBO ACERO GALV.STANDARD TIPO ISO 12"	ML	11.00	14.76	162.36
656155	CODO ACERO GALVANIZADO TIPO ISO 1 1/2" X 90°	PZA	15.00	4.50	67.50
659003	REJILLA METALICA PARA RETENCION DE SOLIDOS	UND	20.00	2.00	40.00
690203	TUBO C.S.N. ESPIGA CAMPANA U.R. 4"X1.0ML.	ML	7.00	4,137.60	28,963.20
690207	TUBO C.S.N Ø8" H=1.20M	UND	60.00	36.00	2,160.00
690208	TUBO C.S.N Ø10" H=1.20M	UND	60.00	2.00	120.00
714462	NIPLE BB Ø6" L=0.75M	UND	45.00	2.00	90.00
714467	NIPLE BB F°F" Ø4" L= 0.50M	UND	45.00	2.00	90.00
714468	NIPLE B F°F" Ø4" L=0.25M	UND	45.00	4.00	180.00
714469	NIPLE B F°F" Ø6" L=0.23M	UND	56.00	4.00	224.00
714472	NIPLE BB F°F" Ø14 L=1.50M	UND	150.00	1.00	150.00
717103	TRANSICION F F MAZZA-BRIDA 4"	PZA	1.00	4.00	4.00
717108	TRANSICION F F MAZZA-BRIDA 14"	PZA	250.00	2.00	500.00
717403	ACCESOR. P/BRIDAS(PERNO, TUERCAS,EMPAQUET.) Ø4"	CJT	1.00	2.00	2.00
717404	ACCESOR.P/BRIDA(PERNO, TUERCAS,EMPAQUET.) Ø6"	CJT	1.00	2.00	2.00
717409	Accesorio p/brida Ø14" (perno, tuerca y empaq.)	CJT	25.00	1.00	25.00
717913	UNION F°FDO DRESSER Ø 4" (100MM)	UND	1.00	2.00	2.00
718003	ABRAZADERA F°F" Ø4"x1/2"	PZA	15.00	1,379.20	20,688.00
718804	FILTRO F.F. CLASE 125 Ø4"	PZA	980.00	2.00	1,960.00
718806	FILTRO TIPO "T" 150 mm Ø6"	PZA	1,300.00	2.00	2,600.00
718818	Filtro Ffdo/acero Ø14"	UND	1,500.00	1.00	1,500.00
720289	TUBO PVC ISO AGUA A-7.5 U.F Ø6" (150MM)	ML	34.00	261.62	8,895.08
720301	TUBO PVC AGUA A-10 S.PRESION 1/2"	ML	1.50	9,999.20	14,998.80
721513	CODO PVC AGUA S/P Ø12" X 45°	PZA	1.00	3,448.00	3,448.00
722806	UNION MIXTA ROSCA PRESION Ø 1/2"	UND	1.00	2,758.40	2,758.40
723011	LLAVE PASO PVC AGUA Ø 1/2" COMPLETA	PZA	1.50	2,758.40	4,137.60
723041	VALVULA CORPORATION PVC AGUA 1/2" COMPLETA	PZA	8.00	1,379.20	11,033.60
723201	RACOR PVC Y EMPAQUETADURA(TUERCA-NIPLE) Ø 1/2"	PZA	2.00	1,379.20	2,758.40
729A01	LUBRICANTE PARA TUBERIA PVC U.F.	GAL	40.00	3.88	155.28
780202	VALVULA COMPUERTA F°F" ISO Ø4"	PZA	360.00	7.00	2,520.00
780203	VALVULA COMPUERTA F°F" N.T.P ISO Ø6"	PZA	650.00	4.00	2,600.00
781108	VALVULA COMPUERTA F F BRIDA (C-75-150) 14"	PZA	2,500.00	2.00	5,000.00
785350	VALVULA DE AIRE F F 1" SIMPLE EFECTO	PZA	500.00	2.00	1,000.00
					466,507.50

EQUIPOS

304648	EQUIPOS	EST	0.50	1,149.39	568.92
304649	Equipos	GLB	800.00	1.76	1,408.00
308795	MIRA Y JALONES	HM.	1.00	3.38	2.54
376051	WINCHA	HM.	1.00	12.00	11.70
480101	MEZCLADORA DE CONCRETO T.TROMPO 8HP 9P3	HM	10.00	44.76	447.53
480103	MEZCLADORA DE CONCRETO T.TAMBOR 23HP 11-12P3	HM	20.00	15.95	319.04
480422	CAMION CISTERNA 2000 GLS (AGUA)	HM	80.00	11.08	886.08
480691	CAMION VOLQUETE 8 M3	HM	80.00	2.27	181.48
481402	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO	HM	5.00	9.87	49.32
490102	CAMION CONCRETERO 6X4 235-300HP, 6M3	HM	80.00	0.12	10.00
490401	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210HP, 1800 GLN.	HM	80.00	1.08	86.40
491109	CARGADOR SILLANTA 100-115HP,2.0-2.45Y3	HM	211.00	0.92	196.06
491801	COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA 4HP	HM	20.00	27.71	554.20
491803	COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA 7HP	HM	25.00	50.80	1,270.00
493509	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69HP, 10-16'	HM	50.00	0.54	27.00
493702	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	9.62	3.38	33.02
495303	MOTONIVELADORA 125HP	HM.	50.00	11.08	553.80
496632	RODILLO NEUMATICO AUTOPRO 81-100HP,5.5-20 TN.	HM	60.00	0.54	32.40
496653	RODILLO TANDEM ESTATICO A 58-70HP, 5-8 TN.	HM	80.00	0.54	43.20
497391	VIBRADOR CONCRETO 3/4"	HM	6.00	13.96	83.76
					6,764.45

SUB-TOTAL 789,404.09

INSUMOS COMODIN

EQUIPOS

370101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO			14,366.06
					14,366.06
					SUB-TOTAL 14,366.06
					TOTAL 803,770.15

ANEXO N° 04
INDICADORES DE GESTION

EPS GRAU S.A.
INFORMACION COMERCIAL, OPERATIVA Y FINANCIERA A NIVEL EPS
AÑO 2005

ITEM	INFORMACION COMERCIAL Y OPERATIVA	UNIDAD	AÑO 2005												
		MEDIDA	ene-05	feb-05	mar-05	abr-05	may-05	jun-05	jul-05	ago-05	sep-05	oct-05	nov-05	dic-05	Total
INFORMACION FINANCIERA															
BALANCE GENERAL															
1	ACTIVO CORRIENTE	S/.	0	0	15.204.540	13.879.112	13.967.579	14.910.710	14.687.305	15.123.819	14.560.154	13.846.600	0	12.136.235	12.136.235
2	Caja Bancos	S/.	0	0	6.146.026	5.124.804	5.244.453	5.709.664	39.174.359	6.183.641	5.280.542	5.957.897	0	4.860.776	4.880.776
3	Cts. x Cbr	S/.	0	0	38.630.854	38.873.084	38.879.251	39.101.821	-32.648.430	38.826.764	39.405.084	39.024.610	0	38.652.260	38.652.260
4	Prov. Cta. Cobr. Dudosa	S/.	0	0	-32.542.686	-32.855.086	-32.876.814	-32.542.581	1.252.004	-32.732.401	-32.778.699	-33.715.748	0	-34.631.394	-34.631.394
5	Otras Cts. Cobr	S/.	0	0	963.475	962.735	966.520	968.205	689.959	1.270.282	1.258.891	1.245.473	0	1.388.705	1.388.705
6	Existencias	S/.	0	0	694.841	633.391	698.178	667.129	689.959	630.134	540.518	583.653	0	662.364	662.364
7	Gts. Pag. Antic.	S/.	0	0	1.112.030	1.140.184	1.055.991	1.006.472	1.055.172	945.398	853.817	750.715	0	1.203.524	1.203.524
8	PASIVO CORRIENTE	S/.	0	0	7.043.606	5.061.159	4.836.448	5.220.895	4.121.060	3.678.597	4.371.611	4.590.163	0	8.294.614	8.294.614
9	PASIVO NO CORRIENTE	S/.	0	0	268.928.921	268.925.799	268.911.713	268.911.016	268.911.016	268.910.914	266.914.927	266.367.276	0	262.713.124	262.713.124
10	PATRIMONIO	S/.	0	0	118.719.701	118.137.752	117.383.819	116.693.719	116.293.370	115.949.131	118.151.593	116.612.840	0	120.269.766	120.269.766
EST. PERDIDAS Y GANANCIAS															
11	Ingresos	S/.	0	0	11.685.775	15.531.319	19.569.435	23.598.989	27.710.819	31.692.757	35.812.892	39.686.851	0	47.495.797	47.495.797
12	Costo de Ventas	S/.	0	0	9.391.348	12.744.701	16.153.860	19.526.328	22.699.689	26.141.714	29.388.874	32.674.110	0	40.034.415	40.034.415
13	Gasto de Ventas	S/.	0	0	2.158.711	2.826.980	3.687.445	4.554.686	5.430.230	6.298.973	7.147.918	8.360.665	0	11.006.074	11.006.074
14	Gastos Administrativos	S/.	0	0	1.677.032	2.129.545	2.686.468	3.170.599	3.723.239	4.222.105	4.697.914	5.166.787	0	6.334.949	6.334.949
15	Gasto Financieros	S/.	0	0	-28.754	-37.835	-47.929	-55.454	-65.249	-77.245	-89.164	-93.843	0	-111.750	-111.750
16	Utilidad Neta	S/.	0	0	-1.500.666	-2.118.244	-2.958.338	-3.562.276	-3.962.626	-4.768.971	-5.232.557	-6.321.103	0	-9.254.442	-9.254.442
17	Depreciación del periodo	S/.	0	0	3.434.613	4.578.802	5.688.153	6.824.561	7.987.580	9.132.285	10.276.724	11.450.162	0	13.767.725	13.767.725
18	Prov. Cta. Cobr. Dudosa del periodo	S/.	0	0	79.832	98.225	219.673	411.080	625.513	862.623	1.088.566	1.670.084	0	1.789.651	1.789.651
19	Gasto de Remuneraciones	S/.	0	0	4.512.452	5.717.484	7.019.546	8.364.002	9.667.219	10.982.989	12.251.702	13.488.926.3	0	16.727.501	16.727.501
20	Servicios de Terceros (Personal)	S/.	0	0	623.373	0	0	1.601.521	0	0	2.484.975	2.850.395	0	2.137.726	2.137.726
21	Inversión	S/.	2.294	465.167	187.912	280.865	173.516	89.747	71.744	75.353	114.937	15.519	295.206	57.457	3.529.146
22	Costos y gastos (sin deprec. y prov.)	S/.	0	0	9.712.646	13.024.199	16.619.947	20.015.972	23.240.065	26.667.884	29.869.414	33.081.316	0	41.818.062	41.818.062
23	Costos y gastos (Incluy deprec. y prov.)	S/.	0	0	13.227.091	17.701.226	22.527.774	27.251.613	31.853.158	36.662.792	41.234.765	46.201.562	0	57.375.438	57.375.438

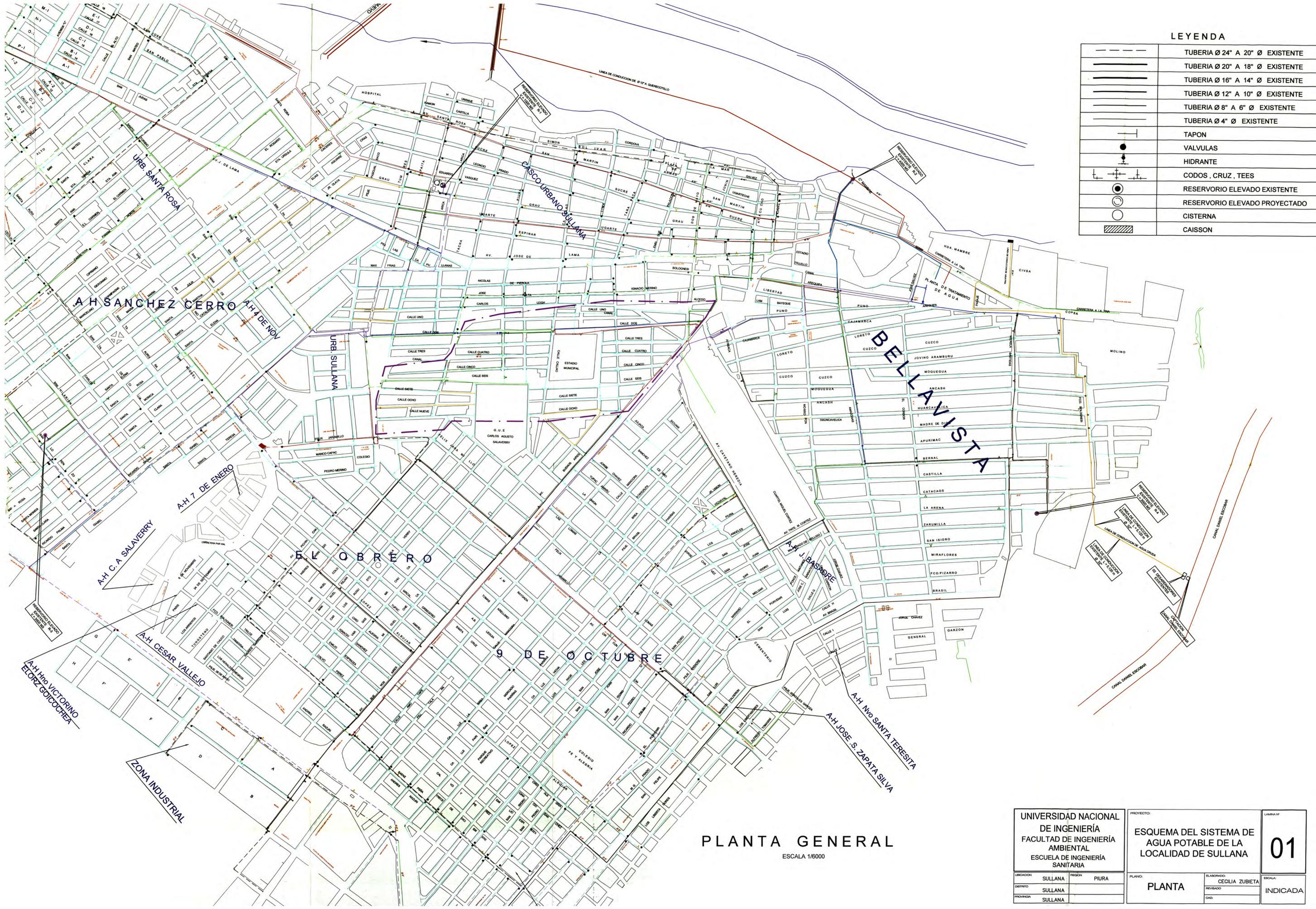
EPS GRAU S.A.
INFORMACION COMERCIAL, OPERATIVA Y FINANCIERA
ZONAL SULLANA

ITEM	INFORMACION COMERCIAL Y OPERATIVA	UNIDAD	AÑO 2006												
		MEDIDA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
INFORMACION FINANCIERA															
EST.PERDIDAS Y GANANCIAS															
14	Ingresos	S/.	695.719	681.186	690.021	669.172	683.124	690.647	680.267	695.970	694.461	712.144	694.172	708.701	8.295.584
15	Costo de Ventas	S/.	383.752	483.812	461.682	444.398	458.638	488.379	489.250	431.976	434.728	473.266	472.141	654.206	5.676.229
16	Gasto de Ventas	S/.	146.749	149.585	141.818	110.240	120.264	144.661	133.061	130.261	156.769	135.830	188.174	221.740	1.779.150
17	Gastos Administrativo	S/.	58.169	53.020	49.503	44.894	45.824	48.499	34.083	40.064	47.872	39.996	58.184	78.136	598.244
18	Gasto Financieros	S/.	103	19	80	-142	-348	-327	-302	-321	-624	-1.876	-320	125	-3.935
19	Utilidad Neta	S/.	107.669	4.360	43.602	73.847	80.350	6.183	26.371	94.235	56.876	62.614	-24.092	-244.557	287.458
20	Depreciación del periodo	S/.	155.264	157.252	157.272	157.272	157.272	157.751	157.751	158.054	158.054	158.054	157.357	157.450	1.888.804
21	Prov.Cta.Cobr.Dudosa del periodo	S/.	15.583	13.792	21.504	13.845	12.580	13.948	14.802	15.414	14.074	15.438	15.112	14.876	180.966
22	Gasto de Remuneraciones	S/.	220.286	209.731	184.530	134.040	161.261	220.645	175.245	181.332	170.072	174.046	222.652	339.975	2.393.814
23	Servicios de Terceros (Personal)	S/.	46.078	141.761	126.003	164.837	136.117	132.530	157.870	147.132	179.815	173.865	165.158	297.092	1.868.259
24	Inversión	S/.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Inmueble, Maquinaria, Equipo Neto	S/.	32.491	77.574	116.151	148.916	180.431	211.512	283.177	317.360	346.486	386.240	438.457	519.176	3.057.969
26	Costos y gastos (sin deprec. y prov.)	S/.	417.824	515.372	474.227	428.416	454.874	509.841	483.841	428.832	467.240	475.600	546.031	781.756	5.983.853
27	Costos y gastos (Incluy deprec. y prov.)	S/.	588.670	686.417	653.003	599.533	624.726	681.540	656.394	602.301	639.368	649.092	718.499	954.082	8.053.624

EPS GRAU S.A.
INFORMACION COMERCIAL, OPERATIVA Y FINANCIERA A NIVEL EPS
AÑO 2007

ITEM	INFORMACION COMERCIAL Y OPERATIVA	UNIDAD MEDIDA	AÑO 2007						Total
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
INFORMACION FINANCIERA									
BALANCE GENERAL									
1	ACTIVO CORRIENTE	SI.	21.110.853	22.680.731	22.271.461	29.777.739	20.761.628	20.413.100	20.413.100
2	Caja Bancos	SI.	6.654.479	10.664.752	10.534.042	12.418.343	12.115.662	12.109.287	12.109.287
3	Cts. x Ctr	SI.	37.983.448	38.333.569	38.591.307	38.737.070	38.686.188	38.129.002	38.129.002
4	Prov.Cta.Cobr.Dudosa	SI.	-34.221.323	-34.254.442	-34.305.578	-34.352.779	-34.396.643	-33.580.134	-33.580.134
5	Otras Cts.Cobr	SI.	8.678.763	3.735.979	3.815.452	8.884.385	376.798	373.051	373.051
6	Existencias	SI.	820.971	833.921	647.249	660.317	809.632	834.927	834.927
7	Gts. Pag. Antic.	SI.	1.194.515	3.366.952	2.988.989	3.432.423	3.169.991	2.546.967	2.546.967
8	ACTIVO NO CORRIENTE	SI.	367.860.819	366.828.231	365.946.102	371.113.660	370.985.260	372.032.044	372.032.044
9	INMUEBLE, MAQUINARI AY EQUIPO	SI.	367.860.819	366.828.231	365.946.102	488.362.448	489.470.378	491.167.750	491.167.750
10	TOTAL ACTIVO	SI.	394.785.847	395.269.529	393.904.456	400.891.400	391.748.888	392.445.145	392.445.145
11	PASIVO CORRIENTE	SI.	5.720.988	6.521.038	7.730.783	15.135.844	6.215.599	6.577.161	6.577.161
12	PASIVO NO CORRIENTE	SI.	262.753.462	262.753.462	260.470.708	260.333.573	260.313.566	261.705.393	261.705.393
13	PATRI MONIO	SI.	126.311.397	125.995.029	125.702.965	125.421.983	125.217.723	124.162.591	124.162.591
EST.PERDIDAS Y GANANCIAS									
14	Ingresos	SI.	4.440.779	4.731.256	4.964.651	4.651.517	4.540.597	4.570.908	27.899.706
15	Costo de Ventas	SI.	2.822.560	3.404.482	3.472.474	3.455.028	3.148.019	3.272.730	19.575.291
16	Gasto de Ventas	SI.	714.537	718.143	820.094	726.003	765.586	705.893	4.450.256
17	Gastos Administrativo	SI.	906.457	855.950	1.020.010	876.519	863.031	830.104	5.352.071
18	Gasto Financieros	SI.	-9.473	-15.008	-11.176	-9.732	-13.534	-10.522	-69.445
19	Utilidad Neta	SI.	-12.247	-262.328	-359.103	-628.811	-249.572	-248.342	-1.760.403
20	Depreciación del periodo	SI.	1.182.118	1.181.566	1.181.150	1.180.245	1.176.826	1.188.560	7.090.464
21	Prov.Cta.Cobr.Dudosa del periodo	SI.	-38.763	336.855	554.703	149.775	159.995	175.718	1.338.283
22	Gasto de Remuneraciones	SI.	1.657.001	1.666.407	1.568.069	1.384.055	1.497.008	1.383.831	9.156.372
23	Servicios de Terceros (Personal)	SI.	1.195.080	1.246.168	1.271.510	1.381.316	1.370.279	1.349.100	7.813.452
24	Inversión	SI.	95.515	861.124	158.697	648.518	331.528	172.021	2.267.403
25	Inmueble, Maquinaria, Equipo Neto(Costo Mant.)	SI.	379.487	396.225	366.556	398.855	423.145	228.708	228.708
26	Costos y gastos (sin deprec. y prov.)	SI.	3.300.199	3.460.155	3.576.726	3.727.528	3.439.815	3.444.449	20.948.872
27	Costos y gastos (Incluy deprec. y prov.)	SI.	4.443.553	4.878.576	5.312.578	5.057.548	4.776.636	4.808.727	29.377.818

ANEXO N° 05
ESQUEMA DEL SISTEMA



LEYENDA

	TUBERIA Ø 24" A 20" Ø EXISTENTE
	TUBERIA Ø 20" A 18" Ø EXISTENTE
	TUBERIA Ø 16" A 14" Ø EXISTENTE
	TUBERIA Ø 12" A 10" Ø EXISTENTE
	TUBERIA Ø 8" A 6" Ø EXISTENTE
	TUBERIA Ø 4" Ø EXISTENTE
	TAPON
	VALVULAS
	HIDRANTE
	CODOS , CRUZ , TEES
	RESERVORIO ELEVADO EXISTENTE
	RESERVORIO ELEVADO PROYECTADO
	CISTERNA
	CAISSON

PLANTA GENERAL

ESCALA 1/6000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL ESCUELA DE INGENIERÍA SANITARIA		PROYECTO: ESQUEMA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SULLANA	LÁMINA Nº: 01
UBICACION: SULLANA	REGION: PIURA	PLANO: PLANTA	ELABORADO: CECILIA ZUBIETA
DISTRITO: SULLANA	PROVINCIA: SULLANA	PREPARADO:	ESCALA: INDICADA

