

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE SULLANA Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL
SECTOR MAMBRÉ MEDIANTE WATERCAD**

PRESENTADA POR LA BACHILLER

PATRICIA MILAGROS ROMERO LACHIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

DR. HECTOR FELIX MENDOZA

PIURA-PERÚ

2017

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE SULLANA Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL
SECTOR MAMBRÉ MEDIANTE WATERCAD**

MIEMBROS DEL JURADO

PRESIDENTE	Dr. Ing. JAMES ALEX HUAMAN CHORRES
MIEMBRO	Dr. Ing. EDWIN OMAR VENCES MARTINEZ
MIEMBRO/SECRETARIO	Ing. HELMER SERNAQUE BARRANTES

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis padres: Nancy y Vidal, por el apoyo incondicional y todo el esfuerzo que tuvieron que hacer durante los cinco años de mis estudios, para apoyarme con los recursos necesarios en la culminación de mi carrera profesional. Ustedes me han dado todo lo que soy como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios creador del universo y dueño de mi vida que me permite construir todos mis éxitos.

A mis padres Nancy y Vidal, por el apoyo incondicional durante toda mi vida.

A mis hermanas Carmen, Juliana, Mercedes, a mis hermanos Juan y José, porque los quiero mucho.

A mi esposo Edgar y a mi hija Génesis, mi nueva familia a quienes amo con toda mi vida.

Al Ing. Rolando, por ser un buen jefe, excelente profesional, buen compañero y un gran amigo. Gracias por todas las experiencias que compartió conmigo.

A mi tutor Ing. Hector Félix Mendoza, por su apoyo técnico como profesional.

A mis amigos(a), que por medio de las discusiones y preguntas, me hacen crecer en conocimiento.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es delimitar las redes del sistema de agua potable del sector denominado Mambre de la ciudad de Sullana, preservando la salud pública, continuidad, presión del servicio de agua potable y protegiendo el medio ambiente.

Primero se realiza un diagnóstico para evaluar el sistema existente de agua potable: Situación de la Infraestructura, calidad del agua potable, cantidad del agua potable, continuidad y presión del servicio.

Luego se realiza un estudio de población y desarrollo urbano: Tasa de crecimiento, densidad poblacional y se realiza el cálculo de población usando los métodos matemáticos: Método Aritmético, Método Geométrico y Método de Wappaus.

Posteriormente se propone el dimensionamiento del sector Mambre, a través de un análisis hidráulico de las redes de agua potable en estado estático aplicando el programa de computo Watercad/Gems, de forma aplicativo mostrando paso a paso el uso del programa.

Finalmente, se ha realizado un presupuesto referencial sobre el costo de ejecución de los trabajos a ejecutar de acuerdo con los resultados del modelamiento hidráulico. Asimismo se muestran los planos de planta existente de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana, Plano de Sectorización del sector Mambre y plano del Modelamiento Hidráulico.

Palabras Claves: Medio ambiente, análisis hidráulico de las redes de agua potable y programa de computo Watercad.

SUMMARY

The objective of the present study is to delimit the networks of the drinking water system of the sector called Mambre of the city of Sullana, preserving the public health, continuity, pressure of the potable water service and protecting the environment.

First, a diagnosis is made to evaluate the existing drinking water system: Infrastructure situation, quality of drinking water, quantity of drinking water, continuity and pressure of service.

Then a study of population and urban development is carried out: Rate of growth, population density; And the population calculation is performed using the mathematical methods: Arithmetic Method, Geometric Method and Wappaus Method.

Subsequently it is proposed the dimensioning of the Mambre sector, through a hydraulic analysis of drinking water networks in static state applying the software Watercad / Gems, in an application form showing step by step the use of the program.

Finally a reference budget has been made on the cost of execution of the works to be executed according to the results of hydraulic modeling. It also shows the existing floor plans of the potable water networks of the city of Sullana, Sector plan Mambre and hydraulic modeling.

Key words: Environment, hydraulic analysis of the networks of drinkable water and program of calculation Watercad.

ÍNDICE

CARATULA	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
SUMMARY	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	3
1.1 Descripción de la realidad problemática	4
1.1.1 Breve historia de la ciudad de Sullana	4
1.1.2 Características generales	6
A) Ubicación geográfica	6
B) Superficie	7
C) Topografía	7
D) Tipos de suelo	9
E) Hidrología	10
F) Clima	12
G) Geografía	12
H) Sistema vial	13
1.1.3 Estado actual y problemática del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona de estudio	15
1.2 Delimitación de la investigación	18
1.2.1 Delimitación espacial	18
1.2.2 Delimitación social	18

1.2.3	Delimitación temporal	19
1.2.4	Delimitación conceptual	19
1.3	Planteamiento de problemas de investigación	19
1.3.1	Problema general	19
1.3.2	Problemas específicos	22
1.4	Objetivos de la investigación	23
1.4.1	Objetivo general	23
1.4.2	Objetivos específicos	23
1.5	Formulación de la hipótesis de la investigación	24
1.5.1	Hipótesis general	24
1.5.2	Hipótesis específicas	24
1.6	Variables de la investigación.	24
1.6.1	Variable independiente	24
1.6.2	Variable dependiente	24
1.6.3	Definición y operacionalización de variables	25
1.7	Diseño de la investigación	26
1.7.1	Tipo de investigación	26
1.7.2	Nivel de investigación	26
1.7.3	Método de investigación	26
1.7.4	Diseño de investigación	27
1.8	Población y muestra de la investigación	27
1.8.1	Población	27
1.8.2	Muestra	27
1.9	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
1.9.1	Técnicas	28
1.9.2	Instrumentos	28
1.10	Justificación e importancia de la investigación	29
1.10.1	Justificación	29
1.10.2	Importancia	29

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	30
2.1. Antecedentes de la investigación	31
2.2. Bases teóricas	35
2.2.1. Saneamiento básico	35
2.2.2. Componentes del sistema de agua potable	36
2.2.3. Bases de diseño	41
2.2.4. Cantidad de agua	46
2.2.5. Demanda de agua potable	46
2.2.6. Caudales de diseño de agua potable	55
2.2.7. Aplicación de caudales en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable	57
2.2.8. Sectorización	58
2.2.9. Aplicativo WatercadV8i	60
2.3. Definición de términos básicos	66
CAPÍTULO III. TRABAJO DE CAMPO	68
3.1. Descripción del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista al año 2016.	69
3.1.1. General	69
3.1.2. Sistema de agua potable existente	69
3.1.3. Como es el Abastecimiento de agua potable del distrito de Sullana y Bellavista	70
3.1.4. Componentes del sistema de agua potable	71
3.2. Situación actual de la infraestructura del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista al año 2016.	72
3.2.1. Fuente	72
3.2.2. Captación	76
3.2.3. Línea de conducción	84
3.2.4. Planta de tratamiento de agua potable	85
3.2.5. Líneas de impulsión	95

3.2.6.	Reservorios	99
3.2.7.	Redes de distribución	112
3.3.	Calidad del agua potable	116
3.4.	Cantidad del agua potable	119
3.5.	Continuidad	120
3.6.	Presión del servicio	121
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		124
4.1.	Estudio de población y desarrollo urbano	125
4.1.1.	Características demográficas	125
4.2.	Proyección de población	131
4.2.1.	Definiciones	131
4.2.2.	Métodos de estimación de población futura	132
4.2.3.	Datos censos INEI	137
4.2.4.	Datos oficina de catastro de la Municipalidad Provincial de Sullana	138
4.2.5.	Cálculo de población al año 2016	142
4.3.	Propuesta de dimensionamiento del sector Mambré de la ciudad de Sullana	145
4.3.1.	Análisis hidráulico de las redes de distribución del sector Mambré de la ciudad de Sullana en estado estático, aplicando el programa de cómputo Watercad/Gems.	145
4.3.2.	Presupuesto referencial	180
4.3.3.	Planos	182
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS		183
CONCLUSIONES		186
RECOMENDACIONES		187
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		188

ANEXOS	190
ANEXO N° 01: Imágenes de ubicación	190
ANEXO N° 02: Matriz de consistencia	192
ANEXO N° 03: Catálogo de SUNEDU	195
ANEXO N° 04: Artículo científico	209
ANEXO N° 05: Gastos de la investigación	222
ANEXO N° 06: Constancia de originalidad	223
ANEXO N° 07: Planos	224

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01 :	Precipitaciones pluviales Sullana (mm) – estación Mallares.	11
TABLA N° 02 :	Temperatura anual de la ciudad de Sullana.	12
TABLA N° 03 :	Jerarquía vial de la ciudad de Sullana.	13
TABLA N° 04 :	Descripción de Reservorios existentes	21
TABLA N° 05 :	Operacionalización de variables	25
TABLA N° 06 :	Dotaciones según tipo de uso y clima.	47
TABLA N° 07 :	Programas de cómputo utilizados en el análisis y diseño de redes de distribución de agua potable.	62
TABLA N° 08 :	Que podemos realizar en el aplicativo Watercad	65
TABLA N° 09 :	Descripción de equipos de captación de emergencia.	81
TABLA N° 10 :	Descripción de las líneas de impulsión existentes.	97
TABLA N° 11 :	Características de los reservorios existentes.	100
TABLA N° 12 :	Características de la cisterna existente.	100
TABLA N° 13 :	Características de los equipos de bombeo de la cisterna Grau.	104
TABLA N° 14 :	Contenido de cloro residual libre a la salida de la planta de tratamiento de agua y reservorios	118
TABLA N° 15 :	Resultado de los análisis de aluminio y hierro en agua cruda PTAP Sullana – Diciembre 2014.	119
TABLA N° 16 :	Producción de Agua Potable en PTAP Bellavista.	120
TABLA N° 17 :	Continuidad promedio de servicio por reservorio existente.	121
TABLA N° 18 :	Presión Promedio por sectores.	123
TABLA N° 19 :	Puntos de presión en diferentes zonas de la ciudad de Sullana y Bellavista.	123
TABLA N° 20 :	Población de las provincias de Piura.	125
TABLA N° 21 :	Densidad poblacional.	127
TABLA N° 22 :	Índice de continuidad y usuarios a diciembre 2015.	127
TABLA N° 23 :	Agua no contabilizada durante los últimos seis (6) años.	128

TABLA N° 24 :	Datos censales población Provincia de Sullana – Distrito de Sullana y Bellavista.	137
TABLA N° 25 :	Lotización ciudad de Sullana año 2011.	138
TABLA N° 26 :	AA.HH abastecidos por el Reservorio Mambré.	140
TABLA N° 27 :	AA.HH considerados en la delimitación sectorial propuesta.	142
TABLA N° 28 :	Número de habitantes de los AA.HH delimitados.	143
TABLA N° 29 :	Cálculo del caudal unitario.	171
TABLA N° 30 :	Caudales de influencia por nudo.	171
TABLA N° 31 :	Descripción de datos de un tramo de tubería	176
TABLA N° 32 :	Resultado de presiones del modelamiento hidráulico de la sectorización propuesta.	184

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 01:	Mapa político de la provincia de Sullana.	5
IMAGEN N° 02:	Ubicación geográfica de la provincia de Sullana.	6
IMAGEN N° 03:	Hidrograma de caudales del río Chira – Estación el Ciruelo	10
IMAGEN N° 04:	Vista del abastecimiento de agua potable de la población con conexión al sistema de agua potable.	16
IMAGEN N° 05:	Vista del abastecimiento de agua potable de la población no conectada.	17
IMAGEN N° 06:	Vista del abastecimiento de agua potable de la población que se abastece mediante uso de pilones.	18
IMAGEN N° 07:	Componentes de un sistema de agua potable.	37
IMAGEN N° 08:	Consumos típicos de los sectores comercial e industrial.	50
IMAGEN N° 09:	Gráfico de coeficiente máximo diario.	52
IMAGEN N° 10:	Gráfico de coeficiente máximo horario.	53
IMAGEN N° 11:	Gráfico de coeficiente mínimo.	55
IMAGEN N° 12:	Esquema de un sistema de abastecimiento de agua potable.	57
IMAGEN N° 13:	Caudales de diseño por componente del sistema de abastecimiento.	58
IMAGEN N° 14:	Historia de la modelación del sistema de distribución	64
IMAGEN N° 15:	Vista Interfaz del programa Watercad.	66
IMAGEN N° 16:	Vista Fotográficas de excavaciones para abastecerse de agua potable.	71
IMAGEN N° 17:	Mapa de Cuencas.	73
IMAGEN N° 18:	Vista fotográfica del canal Daniel Escobar.	76
IMAGEN N° 19:	Vista fotográfica del punto de captación en el canal Daniel Escobar.	77

IMAGEN N° 20:	Planta de desarenadores.	78
IMAGEN N° 21:	Vista fotográficas de desarenadores.	79
IMAGEN N° 22:	Vista fotográficas del desarenador en operación.	80
IMAGEN N° 23:	Vista en planta de captación de emergencia.	82
IMAGEN N° 24:	Vista fotográfica de interiores de la cámara de bombeo de captación de emergencia.	83
IMAGEN N° 25:	Vista fotográfica de los exteriores de la captación de emergencia.	84
IMAGEN N° 26:	Vista en planta de la PTAP – Sullana.	87
IMAGEN N° 27:	Vista fotográficas del sistema de dosificación químicos de la PTAP-Sullana.	89
IMAGEN N° 28:	Vista fotográfica de floculadores.	90
IMAGEN N° 29:	Vista fotográfica sedimentadores	91
IMAGEN N° 30:	Vista fotográfica filtros.	91
IMAGEN N° 31:	Vista fotográfica del sistema de dosificación de cloro.	92
IMAGEN N° 32:	Vista fotográfica del laboratorio de la PTAP-Sullana.	93
IMAGEN N° 33:	Equipos laboratorio de la PTAP-Sullana.	94
IMAGEN N° 34:	Vista fotográfica de cámara de contacto de cloro.	95
IMAGEN N° 35:	Vista fotográfica de equipos de bombeo de la PTAP-Sullana.	96
IMAGEN N° 36:	Vista en planta del área del Reservoirio Grau.	101
IMAGEN N° 37:	Vista en elevación del Reservoirio Grau.	102
IMAGEN N° 38:	Vista fotográfica de Cisterna Grau.	103
IMAGEN N° 39:	Vista en planta del Reservoirio Mambré.	106
IMAGEN N° 40:	Vista en elevación del Reservoirio Mambré.	107
IMAGEN N° 41:	Vista fotográfica de protección de talud con roca en loma Mambré.	108
IMAGEN N° 42:	Vista en planta del Reservoirio Sánchez Cerro.	109
IMAGEN N° 43:	Vista en elevación del Reservoirio Sánchez Cerro.	110
IMAGEN N° 44:	Vista en planta del Reservoirio Bellavista.	111

IMAGEN N° 45:	Vista en elevación del Reservoirio Bellavista.	112
IMAGEN N° 46:	Vista fotográfica abastecimiento con conexiones empíricas.	114
IMAGEN N° 47:	Vista fotográfica distribución agua clandestinamente usando a los famosos carreteros.	115
IMAGEN N° 48:	Vista fotográfica de un hidrante donde una de las bocas ha quedado embutida en la vereda.	116
IMAGEN N° 49:	Vista fotográfica de toma de muestras que determinaron la caracterización del agua distribuida.	117
IMAGEN N° 50:	Vista fotográfica de resultados para determinar la caracterización del agua distribuida.	117
IMAGEN N° 51:	Nivel de presión de agua de una vivienda.	122
IMAGEN N° 52:	Cálculo de los caudales de influencia, método de áreas.	170

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación titulada **“DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SULLANA Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL SECTOR MAMBRÉ MEDIANTE WATERCAD”**, tiene por objetivo evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sullana por las deficiencias en la continuidad del servicio y la baja presión del servicio de agua potable que sufre la población de la ciudad de Sullana y Bellavista.

La Empresa Prestadora de Servicio Grau quien suministra agua potable cuenta con 04 Reservorios para el abastecimiento de agua potable de la población de la ciudad en estudio; sin embargo, si bien, a nivel de infraestructura estos reservorios se encuentran en buen estado la continuidad del servicio para abastecimiento de la población es deficiente teniendo un promedio de 10.25 horas por día aunado a la baja presión del servicio de agua potable; conlleva a que la población tenga que hacer “excavaciones” y crear desniveles que permitan que colocando depósitos o llaves permitan ganar presión para abastecerse de agua potable.

Esta investigación comprende cinco capítulos. En el primer capítulo se proporciona la información básica de la ciudad de Sullana y Bellavista concerniente a su ubicación geográfica, hidrográfica, clima y precipitación, terreno, geología, geomorfología y vías de comunicación. En el segundo capítulo, se presentan las bases teóricas. En el tercer capítulo, se desarrolla el trabajo de campo el cual comprende un análisis de los aspectos relevantes del sistema de agua potable describiéndolo y evaluándolo con la información facilitada por la Empresa Prestadora de Servicio Grau – Zonal Sullana. En el cuarto capítulo se desarrollan los resultados del estudio de población y desarrollo urbano, así como el cálculo y dimensionamiento del sector Mambré, mediante el programa Watercad, para optimizar su servicio a la población; asimismo se proporciona un presupuesto referencial de la propuesta de

dimensionamiento con la ejecución de las obras para la sectorización del sector Mambré y garantizar un servicio en condiciones adaptadas a la preservación de la salud pública. En el quinto capítulo se presentan la discusión de resultados.

Finalmente, se presentan las Conclusiones del trabajo realizado en este estudio y algunas recomendaciones que contribuirán a brindar un eficiente funcionamiento y servicio de agua potable para la Ciudad de Sullana y Bellavista. Además de algunas recomendaciones que contribuirán a que la Empresa Prestadora de Servicio de Agua EPS GRAU SA, tenga en cuenta para mejorar y brindar un eficiente funcionamiento y servicio de agua potable para la Ciudad de Sullana y Bellavista.

CAPÍTULO I.
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Descripción de la realidad problemática

1.1.1 Breve historia de la ciudad de Sullana

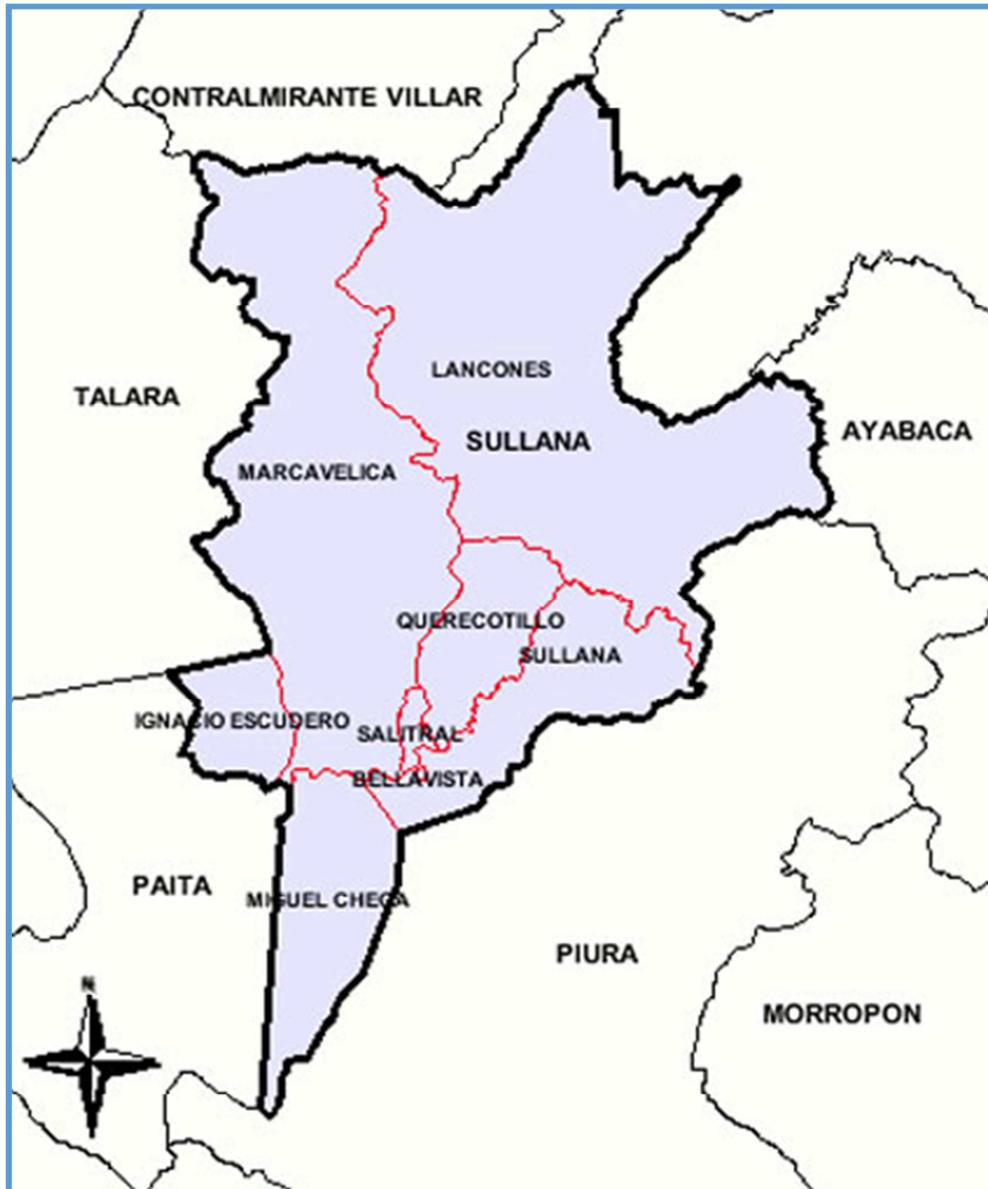
Sullana es una ciudad peruana capital del distrito de Sullana y de la provincia de Sullana en el departamento de Piura. Fue fundada en 1783 por Baltasar Jaime Martínez Compañón con el nombre de Santísima Trinidad de La Punta. Se ubica en la región de la Costa al Norte del país. Según el INEI tenía 233.615 habitantes en 2012 lo que la convertía en la decimosegunda en población del país.

La ciudad está emplazada a orillas del río Chira y está rodeada por la cordillera de Amotape. Su área urbana se extiende sobre un territorio de 1,985.32 ha y es una conurbación de tres municipios, dos de ellos (Sullana y Bellavista) completamente conurbados y uno, parcialmente. Posee una ubicación estratégica, lo que la convierte en eje vial de comunicación de las provincias del departamento.

Su clima soleado le ha valido apelativos como La Perla del Chira, La Ciudad del Eterno Verano o La Novia del Sol. La provincia tiene una extensión de 5 423,61 km² y se divide en ocho distritos: Sullana, Bellavista, Ignacio Escudero, Lancones, Marcavelica, Miguel Checa, Querecotillo y Salitral.

Imagen N° 01

Mapa político de la provincia de Sullana



Fuente: Google(<http://riquezadesullana.blogspot.pe/2012/10/historia.html>)

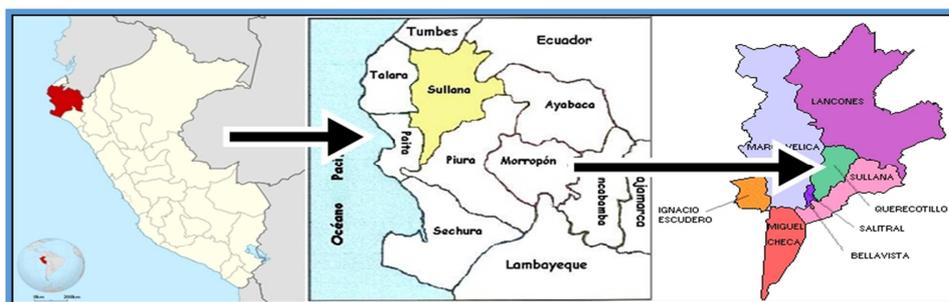
1.1.2 Características generales.

A. Ubicación geográfica

Sullana, es la capital de la provincia de Sullana. Se ubica concretamente a $04^{\circ}53'18''$ de latitud sur y $80^{\circ}41'07''$ de longitud oeste, a una altura de 60 msnm, a la margen izquierda del río Chira, de tendencia urbana e industrial-comercial y de servicios cuya característica geográfica principal es que la ciudad se ha desarrollado a lo largo del río Chira, sobre una “meseta”; otra característica es la topografía singular del terreno en donde se ha desarrollado la ciudad de Sullana, el cual presenta un terreno ondulado y con escaso relieve, a la vez posee superficies llanas y suaves hondonadas, con lechos secos de escorrentía, que se alternan con lomas alargadas y prominencias de formas redondeadas; al ser su accidente topográfico más importante el acantilado de la margen izquierda del río Chira, el que se forma desde la loma de Mambré hasta el puente “Artemio García Vargas”, con una altura de 35 metros sobre el nivel del río.

Imagen N° 02

Ubicación geográfica de la provincia de Sullana



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

B. Superficie

La actual ciudad de Sullana y Bellavista ocupa un área de aproximadamente 2,230 Has y limita con los siguientes:

- Por el norte con el río Chira.
- Por el sur con áreas potencialmente aptas para uso agrícola y/o pecuario por la presencia del Canal Lateral de Irrigación del Proyecto Especial Chira – Piura (PECHP), así como con la zona de protección ecológica.
- Por el Este con el dren El Boquerón, quebrada o erosión artificial creada mediante la derivación de las aguas de la Quebrada Bellavista como medida de protección.
- Por el Oeste con áreas agrícolas intangibles.

C. Topografía

La ciudad de Sullana presenta el accidente topográfico más importante, el acantilado de la margen izquierda del río Chira, donde se ubica parte de la ciudad, desde la loma de Mambré hasta el puente “Artemio García Vargas”, con una altura de 35 metros sobre el nivel del río. Las mayores elevaciones se encuentran a lado de dicho acantilado, que de este a oeste son:

- La loma de Mambré (82 msnm), al costado del cementerio “San José”.
- La loma de la plaza de Armas.
- Monte de la Paloma (donde está el Hospital del Ministerio de Salud) y,
- La loma de Teodomiro, (donde está el cuartel general del E. P.)

- El acantilado una altura de 12 metros en la desembocadura del canal vía o quebrada de Cieneguillo (a espalda del cementerio), la parte más baja del territorio que ocupa la ciudad.

También existen quebradas localizadas dentro y alrededor de la ciudad:

- Quebrada Cieneguillo, es el principal dren local, y tiene tres etapas
Primera: Es un amplio abanico colector, al sur de la ciudad, con numerosos afluentes, con cauces secos, superficiales y divagantes.
Segunda: Corre de sur a norte, con 2 Km. de longitud, desde el abanico colector hasta su encuentro con la Cola del Alacrán. Es de fondo casi plano, con 250 m. de ancho, angostándose progresivamente hasta terminar casi en un embudo en su confluencia con la Cola del Alacrán. En este sector existen numerosas lagunas, por un canal de irrigación que lo atraviesa.
Tercera: Corre de suroeste a noreste y se une en el trayecto a la quebrada Bellavista, hasta su desembocadura en el río Chira, al este de la Loma de Mambré, con una caída de 10 á 12 m. El cauce es sinuoso y actualmente se encuentra canalizado mediante la construcción del Canal-Vía.
- Quebrada Cola del Alacrán, tributario de la quebrada Cieneguillo, que desemboca a la altura de la urbanización FONAVI. Es parecida a la de Cieneguillo, pues en su primera etapa recolecta las aguas de numerosas quebraditas de la zona más

elevada al oeste de la ciudad. Luego ensancha su cauce hasta llegar al canal transversal de regadío, para luego hacer una curva de casi 90° al Este, Cruzando la carretera Panamericana, a partir de donde es canalizado por el Canal-Vía.

- Quebrada Bellavista, drena las aguas de las partes más altas del sureste y del este. Atraviesa el distrito de Bellavista por el lado norte del Cuartel del Ejército y desemboca en la quebrada Cieneguillo a la altura del Mercadillo. Después de su nacimiento el cauce se vuelve ancho y superficial. A partir del Cuartel el cauce ha sido invadido por construcciones que lo han canalizado artificialmente reduciendo su cauce a 1 ó 2 m. de profundidad y 20 m. de ancho. El A.H Jorge Basadre, ubicado en el mismo cauce, poco antes del Cuartel, fue arrasado durante las lluvias de 1983, sin embargo ha sido reconstruido en el mismo sitio.
- El Boquerón, al extremo Este, es una erosión que fue creada artificialmente por la construcción de un dique de defensa contra inundaciones debidas a la quebrada Bellavista y sus afluentes. Tiene casi 30 m. de profundidad y 100 m. de ancho en su desembocadura. Actúa, como límite urbano.

D. Tipos de suelo

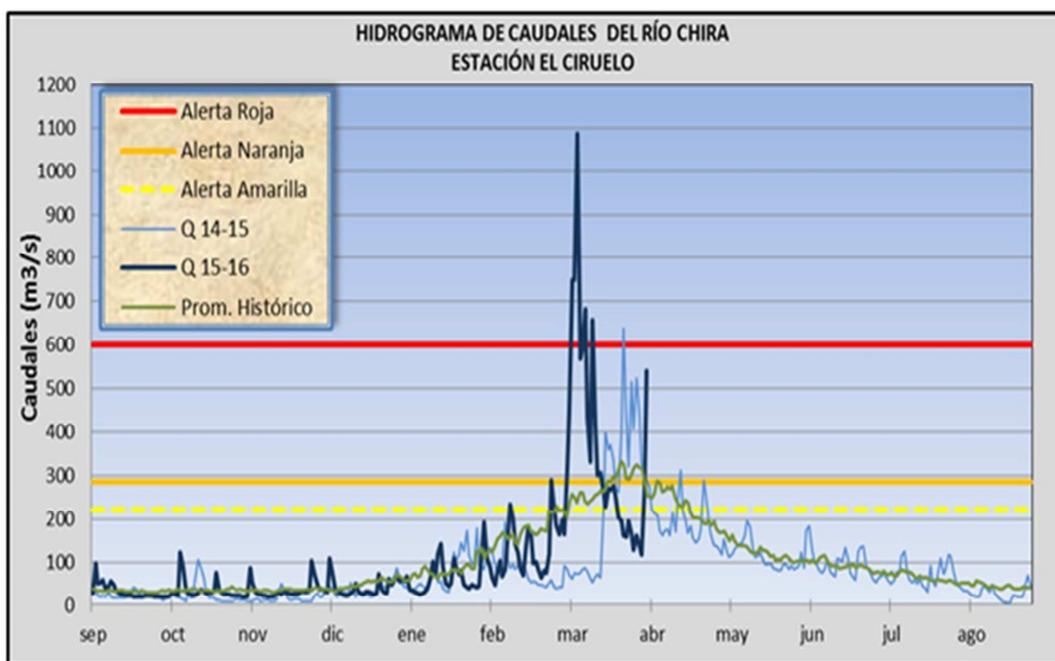
La geología del suelo es homogénea; cubierta predominantemente de depósitos de arena eólica, la napa freática está muy baja o no existe.

Adicionalmente se ha podido observar en Bellavista formaciones de arena con fierro, con lo que se da mayor estabilidad a las estructuras.

E. Hidrología

El área de estudio desde el punto de vista hidrológico está conformado por el Río Chira y un conjunto de quebradas, las cuales normalmente se mantienen secas durante el año a excepción de épocas de lluvias. En cuanto a su caudal esta varía de acuerdo al volumen de precipitaciones, siendo más abundante en las épocas de ocurrencia del Fenómeno “El Niño”.

Imagen N° 03



Fuente: Aviso N° 025-SENAMHI (<http://www.peruclima.pe/?p=avisos-hidro&c=025&a=2016&d=026>)

El Fenómeno El Niño presenta el siguiente historial de precipitaciones pluviales, siendo los mayores en los años 1983, 1997 y 1998.

Tabla N° 01
Precipitaciones pluviales - Sullana (m m) - estación de Mallares

AÑO	EN	FEB	MA	AB	MA	JUN	JU	AG	SE	OC	NO	DIC	ANU
1983	321.	218.	500.	608.	460.	234.	4.0	0.0	0.0	5.4	0.2	3.1	2,355.
1984	1.5	61.3	11.7	12.7	0.0	0.2	0.7	3.2	0.9	0.3	0.6	0.0	93.1
1985	0.3	0	5.1	0.2	3.2	0.0	0	1.3	0.0	0.7	0.0	1.8	12.6
1986	2.3	7.7	0.0	12.6	2.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8	0.1	25.6
1987	9.6	184	92.2	33.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.9	0.7	0.0	321.1
1988	9.6	2.4	1.4	20.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	1.7	0.0	37.2
1989	9.5	63.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.4	4.3	0	0.0	78.2
1990	0.1	0.9	1.4	1.1	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.3	2.1	4.3	12.5
1991	3.3	5.9	26.9	0.2	0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.9	41.6
1992	8.6	42.5	202.	230.	4.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0		0.3	490.2
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1997	0.0	11.5	25	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	1.8	199.	259.8
1998	548.	434.	692.	53.5	34.1	2.7	0.1	0.0	0.0	1.4	1.0	0.3	1,768.
1999	8.0	130	11.2	17.5	4.6	2.0	0.0	0.0	0.2	2.2	0.0	5.4	1,353.
2000	0.0												0.0
2001	0.0	2.6	238.										240.7
2002	0.0	5	71.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			76.7
MAX	548.	434.	692.	608.	460.	234.	4.0	3.5	1.8	8.4	2.3	199.	3,198.
PRO	32.5	44.9	73.0	35.8	17.5	8.1	0.2	0.3	0.3	1	0.5	8.7	222.8
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SIN	4.7	24.8	35.6	14.7	1.1	0.3	0.0	0.3	0.3	0.9	0.5	1.1	84.3

Fuente: Proyecto Chira Piura – Hidrometeorología

F. Clima

La proximidad de la ciudad de Sullana a la línea ecuatorial y la influencia que ejercen sobre ésta los desiertos costeros y la corriente de El Niño determinan un clima sub árido tropical cálido, con una atmósfera húmeda de promedio 65% aunque en el verano, por el microclima en el valle puede llegar a 90%; la ciudad presenta una temperatura máxima de 40° C y una mínima de 19° C en las partes bajas siendo 26° C su promedio anual, siendo la dirección del viento en la ciudad de sur-oeste a nor-oeste, con una velocidad máxima de 36 km/hora.

Tabla N° 02

Temperatura anual de Sullana			
Primavera	Verano	Otoño	Invierno
21 sep. 20 dic.	21 dic. 20 mar.	21 mar 20 jun	21 jun 20 sep
18 °C	26 °C	19 °C	17 °C
32 °C	40 °C	30 °C	27 °C

Fuente: Google (<https://es.wikipedia.org/wiki/Sullana>)

G. Geografía

La ciudad se ha desarrollado a lo largo del río Chira, sobre una “meseta”. La topografía del terreno del distrito de Sullana, como características geográficas presenta un terreno ondulado y con escaso relieve, superficies llanas y suaves hondonadas, con lechos secos de escorrentía, que se alternan con lomas alargadas y prominencias formas redondeadas.

H. Sistema vial

El sistema vial de Sullana es complicado por diversas razones, en principio no es fluido ni interconectado, al presentarse en la ciudad elementos urbanos que actúan como límites y divisores de la ciudad e impiden la continuidad del sistema vial. Entre los cuales identificamos:

- La carretera Panamericana que divide la ciudad en este y oeste.
- El canal-vía, que divide la zona en norte y sur.
- El cuartel militar, que divide a los distritos de Bellavista y Sullana.

Categorización del sistema vial urbano

De acuerdo a la evaluación del funcionamiento del sistema vial, a los flujos, las secciones viales, las áreas que articulan; actualmente se distinguen diferentes categorías de vías: vías de Primer Orden, Vías de Segundo Orden, Vías Colectoras, Vías Interprovinciales, Regionales y de frontera.

Tabla N° 03

JERARQUIA VIAL		
Vías		
Tipo de vía	Vías	Definición
Vías metropolitanas	Av. José de Lama, Av. Champagnat, Av. Buenos Aires, Av. Panamericana, Canal vía, Av. San Felipe	Señaladas como las principales vías de acceso al centro de la metrópoli y soportan un gran flujo de vehículos interconectado los distritos conurbados.
Vía de circunvalación	Av. Circunvalación, Av. San Martín, Av. Santa Rosa hasta su encuentro con la Av. Champagnat, Av. Industrial (carretera a Tambogrande), Transv. Piura, Transv. Arica, Cl. Grau, Transv. Lima, Pnte. España, Av. Cayetano Heredia.	

Vías colectoras	Av. San Felipe, Av. Marcos Calderón, Prolog. Av. Brasil, Cls. Morropón, Madre de Dios, Micaela Bastidas, Puno, Lambayeque y Arequipa hasta el Canal-Vía, Transv.Ayacucho.
Vías preferenciales locales	Av. Saint Johns, Av.Otawa, Av. San Hilarión, Cl. CAP EP Martín Dioses Torres, Av. Tangarara, Cl. Santa Teresa.
Vías peatonales	Cl. El Alto, Cl. San Juan Bosco, Cl. Bolívar, Psj.Enrique Palacios, Cl. Sucre, Cl. Grau Calles y pasajes de uso peatonal, todas excepto la calle Grau.
Vías secundarias	- El resto de vías

Fuente: Google (<https://es.wikipedia.org/wiki/Sullana>)

Vías de acceso

- Costanera Norte, Piura - Sullana - Dv. Talara - Dv. El Alto - Los Órganos - Máncora - Punta Sal - Punta Mero - Zorritos - Tumbes - Zarumilla - Eje Vial Binacional I Perú - Ecuador. Es la principal vía de acceso a la ciudad, la conecta con la capital departamental y los más concurridos balnearios de la costa norte peruana. Cabe precisar que el tramo Piura - Sullana pertenece a la concesión de COVISOL, y posee doble calzada de dos carriles cada lado.
- 1NL, Tambogrande - Sullana. Ruta muy recomendada desde Loja, Cuenca, Quito en Ecuador hacia Sullana. Se trata de una vía secundaria que conecta con la Panamericana Norte en Tambogrande, antiguamente esta vía formaba parte de la ruta 1N, hasta la

inauguración de la ruta Señor de Chocán - Tambogrande en diciembre de 2013.

- Eje Vial Binacional II Perú - Ecuador, Sullana - Lancones - Puente Internacional "Lalamor". Vía no muy utilizada que conecta a Sullana con Zapotillo y Alamor, cantones del suroeste de Loja. Ruta altamente recomendada para dirigirse hacia o desde Machala y Guayaquil.
- Vía Paita - Sullana. Para conexión entre el Puerto de Paita, Sullana y los tres ejes viales binacionales. Se trata de una vía secundaria.

1.1.3 Estado actual y problemática del sistema de abastecimiento de agua en la zona de estudio.

Según los datos tomados de la EPS Grau Zonal Sullana¹, se considera:

Sistema de agua potable existente: El Sistema de abastecimiento de agua de las ciudades de Sullana y Bellavista está trabajando ineficientemente por limitaciones en la producción de agua potable, en el control de caudales que abastecen a los reservorios, la falta de micromedición y políticas orientadas a la reducción del agua no contabilizada.

Abastecimiento de agua potable: La Empresa Prestadora de Servicio Grau cuenta con 04 Reservorios para el abastecimiento de agua potable de la población de la ciudad de Sullana y Bellavista; sin embargo, si bien a nivel de infraestructura estos reservorios se encuentran en buen estado la continuidad del servicio para abastecimiento de la población es deficiente teniendo un promedio de 10.25 horas por día aunado a la baja

¹Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”

presión del servicio de agua potable conlleva a que la población tenga que hacer “excavaciones” para abastecerse de agua potable.

La modalidad creada por la población, de revestir las excavaciones con cemento puede “aliviar” el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico, sin embargo la insalubridad existente ocasiona en esta población también enfermedades gastrointestinales y dérmicas.

Imagen N° 04

Vistas del Abastecimiento de agua potable de la población con conexión al sistema de agua potable



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Los sectores de la ciudad de Sullana y Bellavista que no cuentan servicio y/o redes de agua potable son las que se encuentran en mayor riesgo y perjuicio económico al tener que abastecerse por

el acarreo de agua potable desde cisternas y pilones con las consecuentes efectos a la salud por consumo de agua en sistemas no adecuados de almacenamiento y por la contaminación ambiental ante la eliminación de excretas por sistema de letrinas y/o a campo abierto.

Imagen N° 05

Vistas del Abastecimiento de agua potable de la población no conectada



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Imagen N° 06

Vistas del Abastecimiento de agua potable de la población que se abastece mediante el uso de pilones.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

1.2 Delimitaciones de la investigación

1.2.1 Delimitación espacial

Se desarrollará en la ciudad de Sullana, las cuales se encuentran conformadas por la conurbación de las antiguas área urbana de los Distritos de Sullana y Bellavista.

1.2.2 Delimitación social

Este proyecto de investigación resolverá la problemática que involucra a la población del sector Mambré, compuesto por los

siguientes asentamientos humanos: AH. 04 De Noviembre, AH. El Obrero, AH. Juan Velasco Alvarado, AH. Luis M. Sánchez Cerro, AH. Manuel Seoane, Barrio Buenos Aires, Barrio Leticia, Barrio Norte, Barrio Sur, Centro De Sullana, Urb. Empleados Bancarios, Urb. Salaverry, Urb. Santa Rosa, Urb. Sullana, Apv. Víctor Raúl Haya De La Torre.

1.2.3 Delimitación temporal

El trabajo de investigación se realizará en dos fases:

- a) Primera Fase: comprende la formulación y aprobación del proyecto. Iniciado en el mes de Diciembre del 2015 y concluido en el mes de Febrero del 2016.
- b) Segunda Fase: comprende desde el desarrollo del proyecto, hasta finalizar con las conclusiones y las recomendaciones. Iniciado en el mes de Febrero del 2016 y proyectado a concluir en el mes de Noviembre del 2016.

1.2.4 Delimitación conceptual

En el proyecto de la investigación se evaluará el sistema de agua potable de la ciudad de Sullana, así como el modelamiento hidráulico de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana empleando el programa **WATERCAD**.

La finalidad es lograr un abastecimiento permanente de la población en estudio.

1.3 Planteamiento de problemas de la investigación

1.3.1 Problema general

En la actualidad la población de la ciudad de Sullana y Bellavista sufre deficiencias en la continuidad del servicio de agua potable, teniendo un promedio de 9 horas por día aunado a la baja presión

del servicio de agua potable. Lo cual nos lleva a la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las causas de la deficiente condición del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana?

Según los últimos resultados censales del INEI la población de la ciudad de Sullana y Bellavista al año 2007 es de 192,673 habitantes, usando el método aritmético para calcular la población actual esta resulta de 220,572 habitantes.

Datos:

Pf – al año	=	2015	
Po - al año	=	2007	
Po	=	192,673	Censos 2007
r	=	1.81	dato INEI
t	=	8	

1º Método aritmético

Donde:

$$Pf = Po * \left(1 + r * \frac{t}{100} \right)$$

Pf = Población futura (hab)

Po = Población inicial de referencia (hab)

r = Tasa anual de crecimiento (%)

t = Periodo de diseño, a partir del año dato para la población inicial (años)

Aplicando la fórmula

Pf . = 220,572 Habitantes

La ciudad cuenta con un sistema existente de 04 reservorios, con una capacidad total de 11,000 m3, descrito a continuación:

Tabla N° 04

Descripción de Reservorios existentes			
Reservorio N°	Descripción	Nombre	CapacidadM3
1	Existente	Grau	1,000.00
2	Existente	Mambre	4,000.00
3	Existente	Sanchez Cerro	3,000.00
4	Existente	Bellavista	3,000.00
Total			11,000.00
Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016			

Haciendo un cálculo de capacidad se verifica la deficiencia de volumen para abastecer a toda la población actual de la ciudad de Sullana y Bellavista, tal como se detalla a continuación:

A.- Población actual	220,572	Hab.
B.- Tasa de crecimiento	1.81	%
C.- Periodo de diseño	0	años
D.- Población futura	220,572.00	Hab

$$Pf = Po * \left(1 + r * \frac{t}{100} \right)$$

E.- Dotación (lt/hab./día)	220	
F.- Consumo promedio anual	561.64	lt/seg.

$$Q = \text{Pob.} * \text{Dot.} / 86,400$$

G.- Consumo máximo diario	730.13	lt/seg.
$Q_{md} = 1.30 * Q$		
H.- Consumo máximo horario	1,314.24	lt/seg.
$Q_{mh} = 1.80 * Q_{md}$		
I.- Caudal de la fuente	0.40	lt/seg.
J.- Volumen del reservorio	15,770.90	m ³
$V = 0.25 * Q_{md} * 86400/1000$		
K.- Demanda contra incendio	270.00	m ³
a) poblaciones hasta 10,000 Hab.	0	0
b) poblaciones de 10,000 A 100,000 Hab.	2	108
c) poblaciones mayores de 100,000 Hab.	5	270
L.- Volumen reservorio + incendio	16,040.90	m ³
M.- Volumen de reserva	4,010.22	m ³
$V_{res} = 25\% (V_{reservorio} + V_{incendio})$		
N.- Volumen total	20,051.12	m ³
$V_{reservorio} + V_{incendio} + V_{reserva}$		
se necesita:	20,000.00	m ³

1.3.2 Problemas específicos

- Riesgo a contraer enfermedades de origen hídrico como son las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el sistema de agua potable de la ciudad de Sullana, así como el modelamiento hidráulico de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana empleando el programa **Watercad**, para cubrir la demanda de agua proyectada para el año 2036.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de los aspectos relevantes del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista, haciendo una descripción, evaluación y optimización.
- Desarrollar un estudio de población y desarrollo urbano. La proyección de población se basa en los tres últimos censos realizados por el INEI, mientras que la proyección del desarrollo urbano propone únicamente una mínima densificación de la población central del casco urbano y una expansión en las zonas periféricas de la ciudad.
- Realizar el cálculo y dimensionamiento de las redes del sistema de agua potable del sector Mambré, para mejorar su servicio a la población.
- Proporcionar un presupuesto referencial de la propuesta con la ejecución de las obras para cubrir la proyección de la demanda total de agua potable y garantizar un servicio en condiciones adaptadas a la preservación de la salud pública y protección del medio ambiente.

1.5 Formulación de la hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

Debido a que la investigación es exploratoria y la investigación tiene como fuentes de referencias datos de instituciones reconocidas siendo longitudinales, la hipótesis se demuestra de manera conceptual.

Con la evaluación del sistema existente de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista se logrará definir las causas de la deficiencia en la continuidad del servicio de agua potable y la baja presión.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Con el dimensionamiento del sistema de las redes de agua potable del sector Mambré se mejorará el servicio a la población
- Sin servicio continuo la calidad del agua distribuida a la red estará siempre sujeta a posibles alteraciones por contaminaciones externas como las filtraciones de aguas servidas.

1.6 Variables de la investigación.

1.6.1 Variable independiente

Evaluación del sistema existente de agua potable de Sullana - Bellavista y sectorización de las redes de distribución de agua para el Reservoirio Mambré mediante el programa WATERCAD.

1.6.2 Variable dependiente

Continuidad del servicio de agua potable y presiones necesarias para la red.

1.6.3 Definición y operacionalización de variables

Tabla N° 05: Operacionalización de variables

Variable independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Evaluación del sistema existente de agua potable de Sullana - Bellavista y sectorización de las redes de distribución de agua para el Reservoirio Mambré mediante el programa WATERCAD.	La SECTORIZACIÓN Consiste en definir áreas menores a 3 Km ² , aisladas unas de otras, cada una de ellas dotadas de un solo punto de ingreso y otro de emergencia.	La SECTORIZACIÓN surge por la necesidad de: 1) Ordenar y 2) Mejorar las condiciones del servicio con relación al caudal entregado y presiones en la red.	Programas de cómputo utilizados en el análisis y diseño de redes de distribución de agua: Loop, Epanet, Pipe200, Mikenet, H20net, Watnet, Watercad/Gems	Baja presión del servicio
Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Continuidad del servicio de agua potable y presiones necesarias para la red.	La presión estática no será mayor de 50m. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10m.	Mejora del servicio de agua potable a la población.	Datos de EPS Grau – Zonal Sullana.	Exceso de redes, sin aumento del volumen de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia 2016.

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Tipo de investigación

De acuerdo al tipo de investigación resulta siendo de tipo “aplicada”, porque se utilizarán los conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria para el análisis del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana así como se aplicará el MODELAMIENTO COMPUTARIZADO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA mediante la aplicación de WaterCAD V8i, en beneficio de la población estudiantil.

“La investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica y se encuentra íntimamente ligada a la anterior ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”.²

1.7.2 Nivel de investigación:

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación reúne por su nivel las características de un estudio al detalle no experimental, porque se planteará una solución a los problemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista con un presupuesto referencial para la ejecución del mismo.

1.7.3 Método de investigación:

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizará el método de SÍNTESIS, porque se procederá a evaluar el sistema

²Mario Tamayo y Tamayo – El proceso de la investigación científica – Pág. 440 – 4ta edición

de abastecimiento de la ciudad de Sullana y Bellavista, para plantear un dimensionamiento de las redes del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista mediante el WATERCAD.

1.7.4 Diseño de investigación:

Por responder mejor a la naturaleza y tipo de proyecto de investigación, se ha seleccionado el diseño de Investigación no experimental ya que se basará en proyectos ya aplicados en distintas zonas del Perú con respecto al modelamiento de redes del sistema de agua potable.

1.8 Población y muestra de la investigación

1.8.1 Población

Se tomará como población al Distrito de Sullana y Bellavista, para el periodo 2016-2036.

1.8.2 Muestra

Se considerará como muestra a la Población beneficiado por el Reservoirio Mambré, comprendida por los AA.HH: 04 de noviembre, el Obrero, Juan Velasco Alvarado, Sánchez Cerro, Manuel Seoane, Buenos Aires, Barrio Leticia, Barrio norte, barrio Sur, Centro de Sullana, Urb. Empleados Bancarios, Urb. Salaverry, Urb. Santa Rosa 1, Urb. Sullana, APV Víctor Raúl Haya de la Torre.

1.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas e instrumentos utilizados, tanto para la recopilación, procesamiento y despliegue de la información, han correspondido a los que en forma regular se emplean para este tipo de investigaciones.

1.9.1 Técnicas.

Las principales técnicas que se han utilizado para el levantamiento de la información son:

- a) Entrevistas: Es una conversación entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados) basándose en una guía de preguntas específicas.
- b) Observación: Consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta manifiestos.

1.9.2 Instrumentos.

Entre los instrumentos utilizados, tenemos:

- a) Software Autocad: para la elaboración de los planos correspondientes a las redes del sistema de agua potable.
- b) Software Watercad V8i: para el MODELAMIENTO COMPUTARIZADO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.
- c) Hojas de Cálculo en Excel: elaboradas para la facilidad de cálculos de población, capacidad, etc.

1.10 Justificación e importancia de la investigación

1.10.1 Justificación

Para que el abastecimiento de agua potable para una ciudad sea el adecuado debe contar con un sistema de abastecimiento de manera integral, es decir deberá contar con una fuente debidamente protegida, una línea de conducción, un tanque de regularización y almacenamiento; y una red de distribución; por lo que la presente investigación evaluará el sistema de agua potable existente de la ciudad de Sullana y Bellavista

El Watercad, es un programa de cómputo que va a permitir realizar el análisis, simulación y diseño de sistemas de distribución de agua, por lo que la presente investigación plantea el diseño de las redes de distribución con el programa WATERCAD.

Por lo tanto se justifica la evaluación del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana en la búsqueda de soluciones para la mejora de la continuidad del servicio de agua potable, así como la baja presión del servicio de agua potable.

Por lo tanto esta investigación está conducida a resolver un problema social particularmente en la ciudad de Sullana y Bellavista.

1.10.2 Importancia

La importancia de esta investigación radica en que los resultados de la evaluación de las deficiencias del sistema actual de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sullana, nos llevarán a la propuesta de un proyecto como solución a las deficiencias de continuidad y baja presión del servicio de agua potable que sufre la población de la ciudad de Sullana.

CAPÍTULO II.
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

El contenido de esta investigación es sobre la evaluación del sistema existente de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista, así como la aplicación del Modelamiento hidráulico de las redes del sistema de agua potable del sector Mambré mediante el **WATERCAD**.

En la universidad Alas Peruanas se ha realizado una investigación en tema de saneamiento denominado “PROPUESTA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS POBLADORES DE LAS LOCALIDADES DE HUACAS, CHANRRO, PIEDRA AZUL, LOMA LARGA BAJA Y LOMA LARGA ALTA, DISTRITO DE SAN MIGUEL DE EL FAIQUE, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA” desarrollada por el bachiller Frank Smith Guimaraes Gonzales en el año 2015.

El sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Sullana, es administrado por la Empresa Prestadora de Servicio Grau-Zonal Sullana; con una red principal de Agua Potable que sale de los equipos de impulsión de la Planta de tratamiento de Agua Potable, hacia los diferentes reservorios para el abastecimiento de la ciudad de Sullana y Bellavista.

En término de cobertura del servicio en función del área ocupada de la ciudad, el Servicio de Agua Potable tiene una cobertura del orden del 76% del área urbana ocupada, y el servicio de Alcantarillado tiene una cobertura del 69% del área ocupada de la ciudad de Sullana, según indicadores de Gestión de la Empresa Prestadora de Servicios – Zonal Sullana³, al mes de Noviembre del 2013.

³ Estudio de Pre inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Las Ciudades De Sullana–Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”

A. En Piura:

- Vise Ruiz Manuel Benito. “Dimensionamiento del sistema de agua potable de la localidad de las lomas”. Piura – 1999. Universidad de Piura.

El objetivo del presente estudio fue dimensionar el sistema de agua potable de la localidad de las Lomas hasta el año 2025, preservando la salud pública y protegiendo el medio ambiente.

Primero se realizó un diagnóstico para evaluar el sistema existente de agua potable y se planteó su optimización y rehabilitación. Luego se determinó para el periodo 1996-2025 la proyección anual de la población, su demanda de agua potable y se propuso el área de expansión urbana a ser ocupada. Entonces se determinó el déficit del sistema, el cual para cubrirlo se propuso: Instalar una línea de conducción paralela a la existente y de mayor capacidad, rehabilitar la estación de bombeo y captación del río Chipillico e instalar una nueva línea de impulsión, ampliar la planta de tratamiento, construir una cámara de contacto e instalar su sistema de cloración. Construir un reservorio elevado e instalar su línea de impulsión, instalar una nueva red de distribución e instalar y reponer el equipo de bombeo en su respectiva estación.

B. En el Perú:

- Díaz Solano, Luis Francisco. “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la Ciudad de la Unión Huánuco”. Lima – 2010. Universidad Nacional de Ingeniería.

El desarrollo de la Tesis profesional que se presenta tiene por objetivo rediseñar e implementar los Sistemas de Agua Potable y Desagüe Sanitario de la Ciudad de La Unión, Capital de la Provincia de Dos de Mayo del Departamento de Huánuco, que

tienen una antigüedad de más de 50 años, habiéndose deteriorado por esta condición las tuberías de fierro fundido de los sistemas; presentando fisuras y tuberculización de las mismas lo que ocasiona la contaminación de las aguas que llegan a los domicilios, complementariamente las capacidades del reservorio de almacenamiento resulta insuficiente para satisfacer las variaciones de consumo de la población que ha crecido considerablemente y en lo que respecta al aspecto estructural el mismo presenta deficiencias al igual que lo relativo a la estanqueidad. Se describe el nuevo diseño del Sistema de Agua Potable que consta de una obra de captación, un desarenador, línea de aducción y de conducción así como todo el Sistema de Distribución, incluyendo instalaciones domiciliarias. En el Sistema de Desagüe que funciona a gravedad se ha rediseñado el colector principal y el emisor y se ha implementado una planta de tratamiento de las aguas servidas, del Tipo Facultativo (serie-paralelo), con la finalidad de reducir la descarga contaminante antes de verterlas al río Vizcarra. La fuente de abastecimiento de agua en calidad y cantidad suficiente proviene de un manantial de agua subterránea ubicado en las laderas del Cerro de MarkaRagra; pero en época de invierno las mismas se contaminan con el barro que arrastra motivo por el cual se ha implementado el desarenador. Para el cálculo de la población futura se ha fijado un periodo de vida útil de veinte años (2005-2025) y el análisis poblacional se ha realizado con la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) filial Huánuco de los Censos poblacionales de los años 1940, 1961, 1972, 1981,1993. Los diseños hidráulicos de los Sistemas de Agua y Desagüe se realizaron de conformidad con las normas

vigentes correspondientes al Capítulo del Reglamento Nacional de Edificaciones. En el Sistema de Agua se ha utilizado la ecuación de Hazen& Williams y el material de las tuberías utilizado es de PVC, con un valor de $CH&W=140$ clase A-5. Para el Sistema de Desagüe se ha hecho uso de la Ecuación de Manning habiéndose adoptado como material de las tuberías de desagüe el cloruro de Polivinilo (PVC), con un coeficiente de rugosidad $n= 0.010$. En el diseño de las Lagunas de Estabilización se han seguido las normas establecidas en el programa de Tratamiento de Aguas Residuales de la OPS/CEPIS, habiéndose previsto la construcción en dos etapas con finalidad de optimizar el uso del dinero disponible.

- Olivari Feijoo, Oscar Piero/Castro Saravia, Raúl. “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”. Lima 2008. Universidad Ricardo Palma.

El presente estudio propone el diseño de agua potable y alcantarillado mediante la simulación hidráulica del programa Epanet, Watercad, Sewercad. Con ello buscamos solucionar el problema del abastecimiento de agua potable y de la evacuación de las aguas servidas, contando con un sistema de alcantarillado.

C. En el extranjero:

- García Narváez Cesar Vicente. “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Totutla, Veracruz”. México – 2015. Universidad Nacional Autónoma de México.

La tesis fue hecha para ayudar a solucionar el gran problema que existe en la colonia El Capricho municipio de Totutla

Veracruz la cual es una solución factible para solucionar el gran problema de la falta de agua que sufren los habitantes de dicha comunidad. La tesis se enfocó en resolver los problemas técnicos, desde los estudios preliminares (investigaciones de campo) hasta la simulación de la red de agua en softwares especializados. Todo esto hizo que se llevaran a cabo respetando especificaciones que la CONAGUA da como recomendaciones y otras más, las cuales debido a las circunstancias del lugar de la obra como: clima, topografía, y materiales de construcción fueran propias para el proyecto. En la red de distribución CONAGUA recomienda que las líneas secundarias deben tener un mínimo de 2" de diámetro, pero en la presente tesis se muestra que esta recomendación no aplica en este trabajo de investigación ya que al realizar las simulaciones se observa que las velocidades serían muy bajas o nulas, lo cual hizo cambiar el diámetro a $\frac{3}{4}$ " y de $\frac{1}{2}$ " en las tomas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Saneamiento básico

En el país el sector saneamiento como tal (con ese nombre), está a cargo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y siempre ha estado ligado al sector Vivienda. Así, el sector saneamiento es un sub sector de actividades económicas, dentro del sector Vivienda.

El Saneamiento básico comprende una parte de las actividades económicas del saneamiento identificadas en el sector vivienda como las actividades económicas en agua potable y alcantarillado (sanitario, pluvial y disposición sanitaria de

excretas). En el sector Gobiernos Locales el saneamiento tiene la misma concepción y se incorporan las actividades económicas de limpieza pública (denominado también aseo urbano o residuos sólidos), que comprenden las actividades de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

2.2.2 Componentes del sistema de agua potable

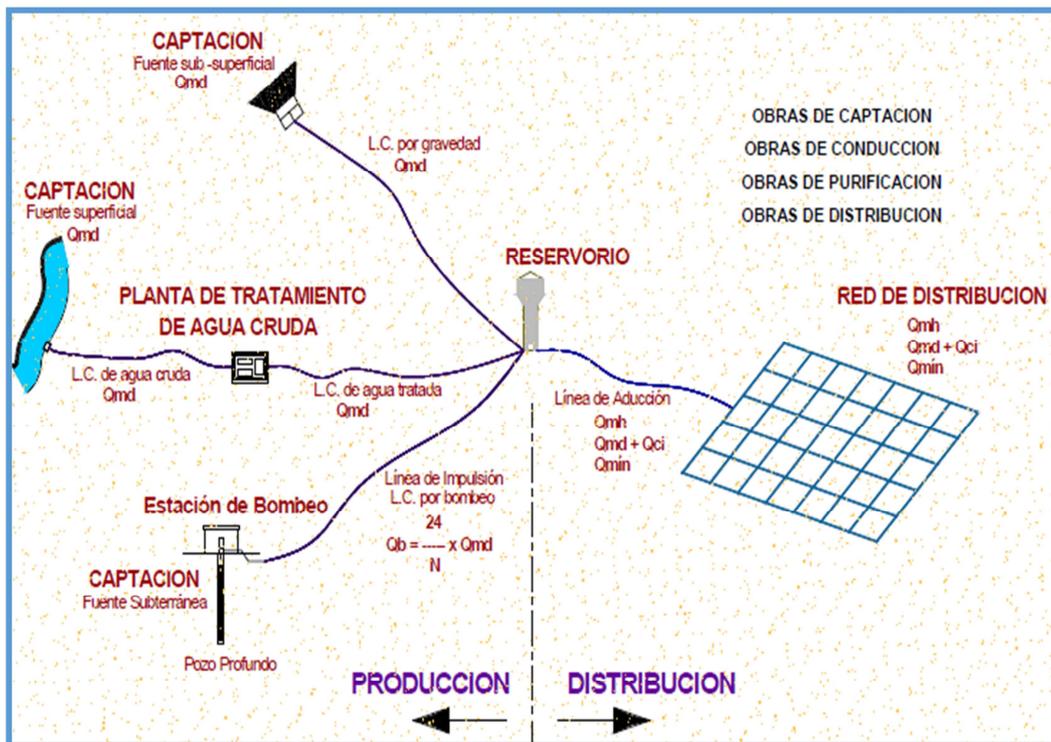
Cualquier sistema de abastecimiento de agua a una comunidad, por rudimentario que sea, consta de los siguientes elementos:

- Fuentes de abastecimiento.
- Obras de Captación.
- Obras de Conducción.
- Tratamiento.
- Almacenamiento.
- Distribución.

Un ejemplo de sistemas de agua potable se muestra en el gráfico siguiente:

Imagen N° 07

Componentes de un sistema de agua potable.



Fuente: Diplomado en Ingeniería Sanitaria – Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial – Universidad Nacional de Piura.

A. Fuentes de abastecimiento:

La fuente de abastecimiento de agua, es el cuerpo de agua de donde se abastece de agua con fines de consumo humano, puede ser superficial, como en los casos de ríos, lagos, embalses o incluso aguas de lluvias, o de aguas subterráneas superficiales o profundas. La elección del tipo de abastecimiento depende de factores tales como localización, calidad y cantidad.

B. Obras de captación:

Las obras de captación son obras destinadas a la toma de agua de la naturaleza. En el diseño de estas estructuras tiene que tenerse en cuenta las fuerzas (movimiento cinético, empujes, fuerzas sísmicas, geología, tipo de suelos, etc.) que intervienen en la estructura de la toma. La clase de estructura utilizada para la captación del agua depende en primer lugar del tipo de fuente de abastecimiento utilizado. En general, en los casos de captación de agua superficial se habla de bocatomas mientras que la captación de aguas subterráneas se hace por medio de pozos.

C. Obras para el transporte del agua:

En un proyecto de acueductos, existen necesidades de transporte de agua. En principio, las condiciones de diseño para el transporte del agua dependerán del tipo de fluido; en este sentido, se puede transportar agua cruda (sin tratamiento), o se puede transportar agua potable, en ambos casos el término empleado para referirse a estos tipos de transporte es de conducción.

Dependiendo de las condiciones topográficas y la distancia el transporte del agua puede efectuarse en tuberías o conductos a presión o por gravedad. La conducción por tratarse del transporte del transporte de agua cruda puede realizarse en conductos abiertos o cerrados, pero la conducción de agua tratada se hace en conductos cerrados, normalmente tuberías que trabajan a una presión mayor que la atmosférica.

D. Tratamiento del agua

Las plantas de tratamiento son estructuras en las cuales se producen procesos físicos, químicos, biológicos, mediante los cuales se purifica el agua cruda. En la actualidad, ningún agua en su estado es apta para el consumo humano; además siempre se requerirá un tratamiento mínimo de cloración, con el fin de prevenir la contaminación con organismos patógenos durante la conducción del agua.

E. Almacenamiento

Las obras de almacenamiento tienen el objeto de regular el abastecimiento de agua cuando se presentan picos de demanda de agua. Dado que el caudal de captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, se requiere almacenar agua en un tanque durante los periodos en los que la demanda es menor que el suministro y utilizarla en los periodos en que la comunidad necesite una mayor cantidad.

F. Distribución

La distribución de agua a la comunidad puede hacerse desde la manera más simple, que sería un suministro único por medio de una pileta de agua, hasta su forma más compleja, por medio de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio.

Redes de distribución.

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el **agua potable**.

a) Partes de una red de distribución

▪ Tuberías.

Incluyendo dados de anclaje; eventualmente puede darse el caso de cruces aéreas de tubería y estructuras especiales para el cruce de tuberías bajo ríos, quebradas o accidentes.

▪ Accesorios.

(Codos, reducciones, ampliaciones, térs, codos, tapones, válvulas reductoras de presión, válvulas controladoras de flujo, etc.).

▪ Cámaras rompe presión.

Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.

▪ Válvula de aire

Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías; se las ubica en los puntos altos de la línea.

▪ Válvula de purga

Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos.

b) Tipos de redes

Según la configuración de las redes

▪ Redes abiertas.-

Son redes (conjunto de tuberías y accesorios) que se inician en un reservorio y su extremo termina en un tapón (sin retorno) que debe tener consumo permanente en su extremo para evitar estancamiento.

- **Redes cerradas o malladas.-**

Son redes compuestas por circuitos cerrados. Las mallas son una parte de la red que se inicia en el reservorio y constituyen circuitos cerrados. Las mallas no deben abarcar más de 6 x 6 manzanas (por una cuestión de pérdida de carga).

- **Redes combinadas.-**

Son redes cerradas en la que también contiene ramales abiertos.

Según la importancia de las tuberías de las redes

- **Redes primarias, matrices o principales.-**

Son tuberías y accesorios de gran diámetro, mayores de 100 mm.

- **Redes secundarias o de relleno.-**

Son tuberías y accesorios de 100 mm de diámetro.

- **Redes terciarias.-**

Son tuberías y accesorios de menor diámetro, hasta de 63 mm.

c) Tipo de sistemas

Por el tipo de sistemas, pueden ser:

- Convencionales
- Condominiales o redes menores

2.2.3 Bases de diseño

Las bases de diseño están conformadas por los parámetros, fórmulas y métodos de diseño del componente del sistema de agua potable.

La formulación de las bases de diseño se desarrolla para cada proyecto. Son importantes porque permiten tener una visión

clara de lo que se pretende proyectar para desarrollar el proyecto con conocimiento de lo que se va a hacer en cada momento. Para la formulación de las bases de diseño se requiere dominar los campos de aplicación en el diseño de cada parte de cada uno de los sistemas. Dependen de la disponibilidad de información y tiempo para recabar e investigar y determinar algunas variables de las cuales no existe información.

Las bases de diseño se pueden ordenar de la siguiente manera:

- Parámetros básicos
- Caudales de diseño
- Fórmulas de gobierno
- Fórmulas de aplicación
- Métodos de diseño
- Metas de gestión

A. Parámetros de diseño

Así como para el diseño de estructuras, existen parámetros de diseño como son: la capacidad portante del terreno, la carga muerta o peso propio de las estructuras, la carga viva, la resistencia de los materiales, en saneamiento existen parámetros de diseño como son los siguientes:

Parámetros básicos

La formulación de los parámetros de diseño, involucra efectuar estudios dirigidos a determinar la demanda del servicio de agua.

En tal sentido estos estudios son importantes para determinar la envergadura del proyecto y son:

Estudio de las fuentes de agua, en la que se determina la cantidad y la calidad de las aguas de las posibles fuentes de agua.

- Estudio de población, en el que se determina cuantitativamente, la población actual, la tasa de crecimiento, la densidad hab/viv y la población futura, geográficamente se estima donde se ubicará esa población en el futuro.
- Estudio de mercado, en el que se determinan el número de usuarios: actuales, factibles, potenciales; número de conexiones domiciliarias: domésticas, comerciales, industriales, estatales, sociales; conexiones activas y conexiones en corte.
- Estudio de Consumos, cuando existe población o población servida se determinan los volúmenes de consumo de agua por tipo de conexión domiciliaria.

Cuando el proyecto no está dirigido a una población existente usuarias de un servicio, en ausencia de información estadística se usan los valores de dotación según reglamento.

Así, los parámetros de diseño quedaran constituidos por las variables de diseño como son:

- Cantidad de agua de las fuentes.
- Calidad de las aguas de las fuentes de agua.
- Población actual.
- Población futura.
- Periodo de diseño.
- Densidad hab/viv.
- Conexiones Domiciliarias.

- Consumos.
- Dotación.
- Coeficientes de variación.
- Coeficiente de retorno.
- Pérdidas de agua.
- Tasa de infiltración de aguas de lluvia.
- Tasa de infiltración de aguas subterráneas.
- Contribuciones por infiltraciones subterráneas.
- Contribuciones de aguas de lluvia.
- Contribuciones por conexiones erradas.
- Precipitación de lluvias.
- Temperatura.
- Carga superficial de aplicación.
- Demanda de agua potable.
- Demanda de alcantarillado.

B. Caudales de diseño

De estos parámetros básicos se desprenden los parámetros que van a servir para diseñar las estructuras, como son los caudales de diseño.

Estos caudales son:

- Caudal promedio
- Caudal máximo diario
- Caudal máximo horario
- Caudal mínimo

C. Fórmulas de gobierno

Las fórmulas de gobierno, se refieren a las fórmulas que rigen el paso de las aguas por canales, tuberías y elementos hidráulicos.

Ejemplo:

- Fórmula de DarcyWeisbach.
- Fórmula de Manning.
- Fórmula de la fuerza tractiva.
- Fórmula de Colebrook-White.
- Fórmula de gobierno de orificios, vertederos.

D. Fórmulas de aplicación

Se refieren a las fórmulas que se derivan de la aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones, de Normas Referenciales Nacionales o Internacionales o leyes de la economía.

Ejemplo para el diseño de reservorios:

Volumen de regulación = 25% del caudal promedio diario anual.

E. Métodos de diseño

Se refieren a los métodos que se van aplicar en el diseño de los componentes.

Ejemplo, para el diseño de redes de agua potable:

- Método de seccionamiento.
- Método de Hardy Cross.
- Método de aproximaciones.
- Simulación asistida por software.

F. Metas de gestión

Las metas de gestión son de diversas áreas de acción como son: comercial, operacional, económico, etc.: como: Volumen facturado, Eficiencia de la cobranza acumulada, morosidad, liquides, Volumen producido, producción per capita, relación trabajadores/1000 conexiones.

Sin embargo, existen metas de gestión que inciden directamente en el cálculo de la demanda; de manera que para fines de diseño, hay que tomar en cuenta estas variables, para que el proyecto, trabaje y opere en forma eficiente, de manera que el diseño y la aplicación de los recursos sean óptimos.

Estas variables son principalmente las siguientes:

- Cobertura de servicios de agua.
- Cobertura de servicios de alcantarillado.
- Agua no facturada.
- Nivel de micro medición.

2.2.4 Cantidad de agua

La cantidad de agua que requiere un sistema de abastecimiento de agua depende de diferentes variables como son:

- Población.
- Periodo de diseño.
- Consumo de agua.
- Coeficientes de variación.

2.2.5 Demanda de agua potable

El agua es un bien económico y por sus características es necesaria e insustituible.

El servicio de agua es pagado por los usuarios y como bien económico, el nivel de consumo del mismo está sujeto a sus ingresos, a la tarifa y a la calidad de los servicios por el cual paga.

El concepto de dotación es una definición que no toma en cuenta la decisión del usuario en función de su capacidad

adquisitiva por lo que este concepto está dejándose de usar, para fines de estimación de la demanda en sistemas existentes.

A. Dotación

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadística comprobadas (RNE).

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerarán los siguientes valores:

Tabla N° 06

Dotaciones según tipo de uso y clima

Tipo de uso	Clima	Clima
	Frío (l/hab/d)	cálido (l/hab/d)
Para sistemas con conexiones domiciliarias	180	220
Programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m ²	120	150
Para programas de vivienda	120	150
Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas	30	50

Fuente: Norma OS.100 Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las habilitaciones de tipo industrial deberán determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

En la práctica se usan los valores de dotación, cuando no existe sistema de abastecimiento de agua.

B. Consumo

El consumo neto es la cantidad de agua usada efectivamente en cada una de las actividades que se realiza en una localidad.

Clasificación de los consumos

Los consumos se clasifican en:

- Consumo doméstico
- Consumo comercial
- Consumo Industrial
- Consumo público o estatal
- Consumo social

a) Consumo doméstico

El consumo doméstico se refiere al consumo que hacen los usuarios en las viviendas, en las actividades propias del consumo en la vivienda. Es variable según se adopten medidas de uso racional del agua, educación de los usuarios. En la actualidad los aparatos sanitarios aún generan elevados consumos, motivo por el cual, se han desarrollado diseños y accesorios para disminuir los volúmenes de consumo y descarga de los aparatos (dispositivos ahorradores).

b) Consumo comercial

El consumo comercial se refiere al consumo que realizan los usuarios en los locales donde se efectúan actividades de servicio comercial, varía de acuerdo al uso que hacen del agua en el local o establecimiento. En estos consumos se clasifican los restaurantes, hoteles, tiendas, fuentes de soda, etc.

c) Consumo industrial

El Consumo industrial se refiere al consumo que realizan los usuarios en los locales industriales, varía de acuerdo al tipo de industria según los procesos que desarrolla la industria, la tecnología que utiliza.

d) Consumo estatal

El consumo estatal se refiere al consumo que realizan los usuarios en los locales estatales o públicos, también varía de acuerdo al tipo de establecimiento que se trate. Ejemplos de establecimientos estatales son los colegios, los Centros de Salud, los Ministerios, etc. Los consumos comerciales, industriales y estatales, son independientes del número de habitantes de la localidad.

Los consumos típicos de consumo comercial e industrial se muestran en el siguiente cuadro.

e) Consumo social

En el país se tiene este tipo de consumo, que como se indica es de carácter social. El consumo social se refiere al consumo que realizan los usuarios a través de piletas públicas y albergues, a los que se aplican tarifas sociales.

f) Consumo neto

El consumo neto es también denominado demanda agregada, es la suma de los consumos domésticos, comerciales, industriales, estatales.

Imagen N° 08

Consumos típicos de los sectores comercial e industrial	
Usos	Consumo (L/d)
Hoteles (por habitación)	200 - 300
Escuelas:	
< 20 alumnos	50
> 20 alumnos	80
Industrias (por persona empleada)	80
Lecherías (por habitante)	0,8
Fábricas de bebidas (por habitante)	0,2
Fábricas de hielo (por habitante)	1,0
Curtiembre (por habitante)	0,5
Depósitos de materiales	100
Farmacias o graneros hasta 50 m ²	500
hasta 100 m ²	1.000
hasta 200 m ²	1.600
≥ 200 m ² (por m ²)	8
Fuentes de soda y heladerías hasta 20 m ²	1.000
hasta 50 m ²	2.000
> 50 m ²	3.000
Restaurantes hasta 50 m ²	40
>50 m ²	90
Oficina (por empleado y por 10 m ²)	80
Hospitales (por cama)	400
Mataderos (por cabeza sacrificada)	300 - 500
Riego de parques (por habitante)	9
Lavado de calles (por m ²)	1,5
Lavado del alcantarillado (por habitante)	3

Fuente: Ricardo López Cualla. Elementos de Diseño para acueductos y alcantarillados.

C. Pérdidas de agua

Las pérdidas de agua en un sistema de abastecimiento de agua se calculan como la diferencia de volumen de agua producido y el volumen utilizado por los usuarios, expresado en porcentaje.

En el país las pérdidas del sistema se los denominan Índice de Agua No Contabilizada o No Facturada (IANC o IANF).

$$IANC = \frac{VolumenProducido - Volumen}{VolumenProducido}$$

D. Consumo total

El consumo total de la población se calcula, incrementando las pérdidas de agua. Se calcula con la fórmula:

$$ConsumoTotal = \frac{ConsumoNeto}{1 - \frac{IANC}{100}}$$

E. Variaciones de consumo

El consumo de agua de una ciudad varía según las estaciones, las costumbres, los días del año y las horas del día.

Los coeficientes de variación básicos son:

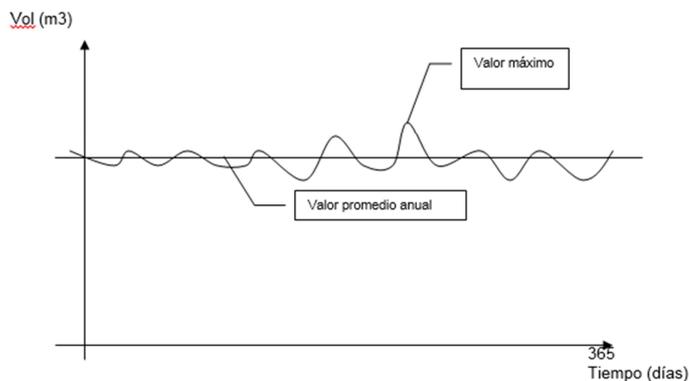
- Coeficiente máximo diario.
- Coeficiente máximo horario
- Coeficiente máximo maximorum
- Coeficiente mínimo

a) Coeficiente máximo diario k_1

El coeficiente de variación máximo diario es el máximo valor que varía el consumo respecto del consumo promedio diario anual, se lo simboliza como k_1 . El coeficiente de variación máximo diario varía entre 1.3 y 1.8, dependiendo del tamaño de la población. El coeficiente es inversamente proporcional al tamaño de la población.

Imagen N° 09

Gráfico de coeficiente máximo diario.



Fuente: Diplomado en Ingeniería Sanitaria –
Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial –
Universidad Nacional de Piura.

Se calcula a partir de los registros diarios de consumos de agua de una población.

$$K_1 = \frac{\text{Valor máximo (m}^3\text{)}}{\text{Valor Promedio anual (m}^3\text{)}}$$

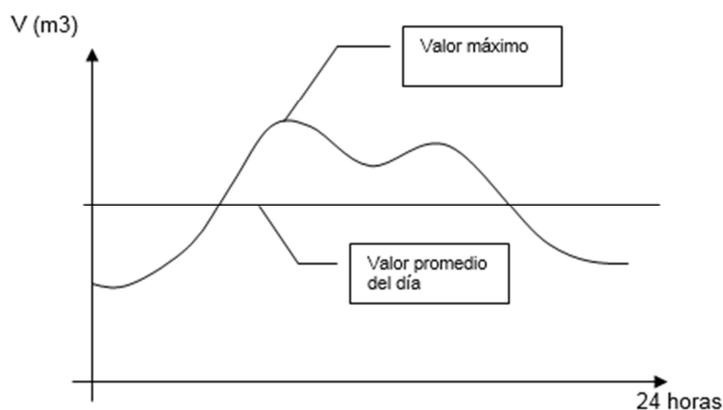
b) Coeficiente máximo horario

El coeficiente máximo horario es el máximo valor que varía el consumo en un día respecto del promedio de consumo de ese día, se lo simboliza como k_2 . El coeficiente de variación horario varía entre 1.8 y 2.5. El coeficiente es menor en poblaciones grandes y mayor en poblaciones pequeñas, debido a que en poblaciones menores se presenta simultaneidad en los consumos por las costumbres. En las ciudades grandes, el coeficiente es menor debido a lo heterogéneo de los consumos debido a que se presentan diferentes consumos a diferentes horas

del día. Es inversamente proporcional al tamaño de la población.

Imagen N° 10

Gráfico de coeficiente máximo horario.



Fuente: Diplomado en Ingeniería Sanitaria – Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial – Universidad Nacional de Piura.

Se calcula a partir de los registros horarios de consumos de agua de una población.

$$k_2 = \frac{\text{Valormáximo (m}^3\text{)}}{\text{Valorpromedioanual (m}^3\text{)}}$$

La norma OS.100 refiere lo siguiente: En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo referidos al promedio diario anual de la demanda deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada.

De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

- Máximo anual de la demanda diaria 1.3 a 1.8

- Máximo anual de la demanda horaria 1.8 a 2.5

La norma de SEDAPAL precisa: $k_1 = 1.3$ y $k_2 = 2.6$

c) Coeficiente máximo maximorum o factor de mayoración

El coeficiente máximo maximorum es el máximo valor del consumo en la hora de mayor consumo el día de mayor consumo, respecto del promedio de consumo de ese día, se lo simboliza como k_3 .

$$k_3 = k_1 * k_2$$

El factor de mayoración ha sido investigado por varios autores, quienes presentaron las siguientes correlaciones para estimar el valor de $F=k_1 \cdot k_2$, en función de la población P expresada en miles de habitantes.

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})} \quad \text{Harmon}$$

$$F = \frac{5}{P^{0.2}} \quad \text{Babbit}$$

$$F = \frac{3.5}{P^{0.1}} \quad \text{Flores}$$

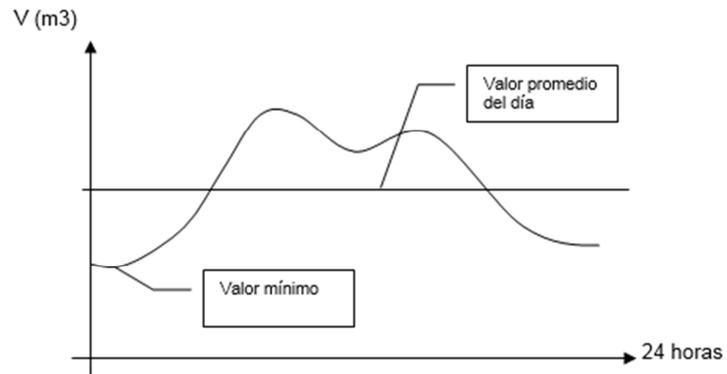
Fuente: Diplomado en Ingeniería Sanitaria –
Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial –
Universidad Nacional de Piura. (RAS 2000)

d) Coeficiente mínimo

El coeficiente mínimo es el valor de consumo que se presenta en la hora de menor consumo, respecto del promedio de consumo de ese día, se lo simboliza como k_4 .

Imagen N° 11

Gráfico de coeficiente mínimo.



Fuente: Diplomado en Ingeniería Sanitaria –
Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial –
Universidad Nacional de Piura.

Se calcula a partir de los registros horarios de consumos de agua de una población.

$$k_4 = \frac{\text{Valormínimo (m}^3\text{)}}{\text{Valorpromediodeldía (m}^3\text{)}}$$

2.2.6 Caudales de diseño de agua potable

A. Caudal promedio diario

El caudal promedio diario se define como el promedio de los consumos diarios durante un año. Se expresa como la relación del volumen total consumido por la población en un día (consumo neto).

También se define como el caudal correspondiente al promedio de los caudales diarios utilizados por una población determinada, dentro de una serie de valores medidos. A este caudal también se lo denomina por la forma de calcular, caudal promedio diario anual.

Cuando se presenta insuficiencia de datos medidos este caudal medio diario se obtiene de la relación de la dotación necesaria y el parámetro de la población total.

$$Q_p = \frac{\text{Población (hab)} * \text{Dotación (l/hab/d)}}{86400 \text{ seg/d}}$$

B. Caudal Máximo Diario

Es el caudal máximo correspondiente al día de máximo consumo de la serie de datos medidos, de igual manera en ausencia de datos este caudal se consigue mediante la aplicación de un coeficiente de variación diaria.

$$Q_{md} = Q_p * k_1$$

C. Caudal Máximo Horario

Es el caudal correspondiente a la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo y se obtiene a partir del caudal medio y un coeficiente de variación horaria.

Se calcula con la fórmula:

$$Q_{mh} = Q_p * k_2$$

D. Caudal máximo maximorum o factor de mayoración

Es el caudal que se presenta en la hora de mayor consumo coincide con el día de mayor consumo.

Se calcula con la fórmula:

$$Q_{mm} = Q_p * k_1 * k_2$$

E. Caudal de Bombeo

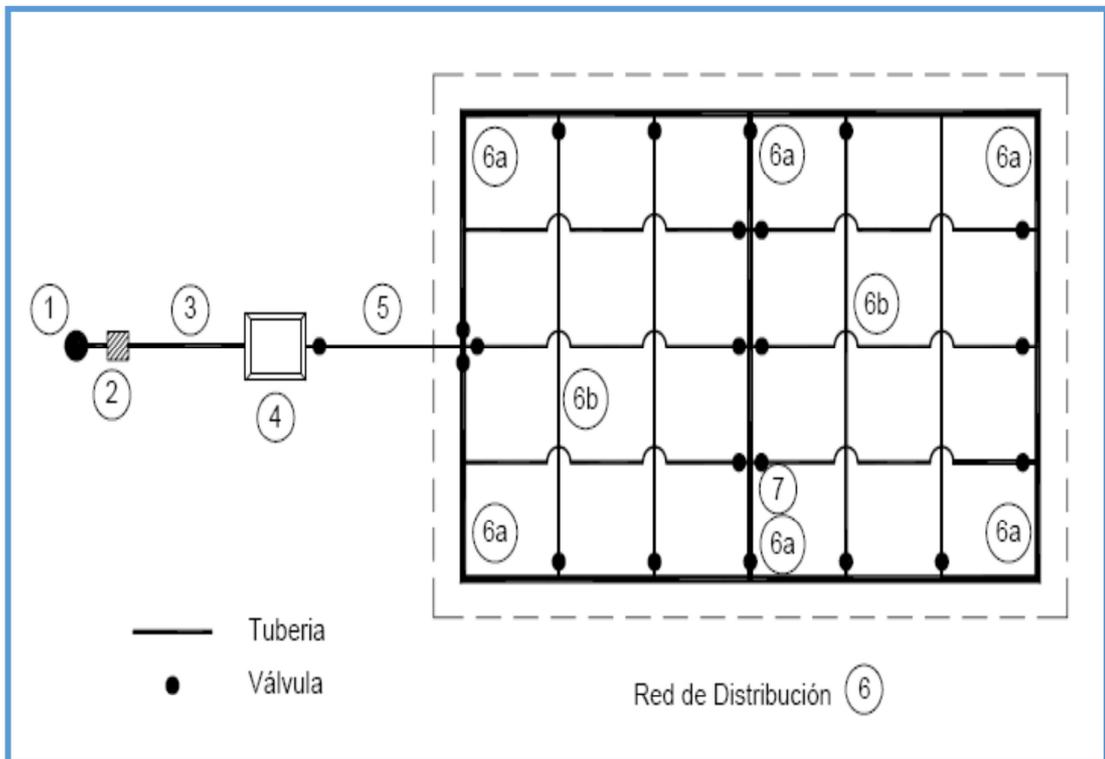
Es el caudal requerido por las instalaciones destinadas a impulsar el agua a los puntos elevados del sistema de abastecimiento de agua y no es más que estimar el caudal equivalente al caudal medio para el número de horas de

bombeo necesaria que no puede exceder las 16 horas diarias.

2.2.7 Aplicación de caudales en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua

Imagen N° 12

Esquema de un sistema de abastecimiento de agua potable



Fuente: Diplomado en Ingeniería Sanitaria – Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial – Universidad Nacional de Piura.

A continuación se presenta un cuadro donde se sintetizan los caudales de diseño para cada componente del sistema de abastecimiento.

Imagen N° 13
Caudales de diseño por componente del sistema de abastecimiento.

No	Componente	Gasto de diseño	Abreviatura
1	Fuente de abastecimiento	Gasto máximo diario	Q_{md}
2	Estación de bombeo	Gasto máximo diario	Q_{md}
3	Línea de Conducción	Gasto máximo diario	Q_{md}
4	Tanque de Regulación (Almacenamiento) Superficial Elevado	Gasto máximo diario	Q_{md}
5	Línea de Alimentación	Gasto máximo horario	Q_{mh}
6 6a 6b	Red de Distribución Primaria Secundaria	Gasto máximo horario	Q_{mh}
7	Crucero		

Fuente: Diplomado en Ingeniería Sanitaria – Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial – Universidad Nacional de Piura.

2.2.8 Sectorización

La sectorización surge por la necesidad de ordenar y mejorar las condiciones del servicio con relación al caudal entregado y presiones en la red.

La SECTORIZACION, consiste en definir áreas menores a 3 Km², aisladas unas de otras. Cada una de ellas dotadas de un solo punto de ingreso y otro de emergencia. En tal sentido permitirá lograr un control del caudal entregado al sector, del cloro en el líquido entregado y las presiones necesarias en la red (Dentro de 10 a 50 mca).

El hecho de tener áreas aisladas permitirá efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo en la red como los casos de rotura de tubería, obstrucción de una matriz, 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, sean sub-sectores o sectores, mediante el cierre de válvulas que los define.

Asimismo será posible establecer el balance y determinar las pérdidas en la red como la diferencia matemática entre el volumen de agua entregada al sector menos el volumen de agua consumido por todos los clientes existentes en el sector, esto último calculado gracias a la micromedición.

A) Objetivos de la sectorización

Los objetivos que persigue la sectorización son:

- Permitir controlar, en un área definida, parámetros importantes para el buen funcionamiento del Sistema de Distribución de Agua Potable. Estos parámetros son: caudal de ingreso al sector y presión en la red (que debe ser entre de 10 a 50 mca).
- Permitir la aplicación de una justa política de racionamiento de agua, en épocas de escasez, mediante la correcta utilización de fuentes superficiales y subterráneas, en lo que se denomina uso conjuntivo.
- Determinar la cantidad de agua no Facturada, obtenida como la diferencia del volumen de agua que ingresa al sector y el volumen facturado, obtenido a través de la micromedición.

- Permitir el aislamiento de un sector con respecto al resto del sistema a fin de realizar trabajos de mantenimiento y reparación por problemas de emergencia en una zona definida de la red de agua. Con ello se reducirá las molestias a los usuarios por falta de agua, pasando una gran área del Sistema de Distribución afectada hacia un pequeño sector en el futuro.

2.2.9 Aplicativo WatercadV8i⁴.

A. Modelamiento de la red



1. Nodos (nodes):

Uniones, tanques y reservorios

Coordenadas (X,Y)

2. Conexiones (links):

Tuberías

Del Nodo1 al Nodo2

3. Elementos híbridos:

Bombas y válvulas

⁴Curso taller - modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua – aplicación de WatercadV8i (ing. Yuri Marco Sanchez Merlo).

B. Aplicaciones modelamiento de la red

Aplicaciones generales de los modelos matemáticos

1. Permiten determinar las presiones en los nudos y los caudales reales que circulan por las tuberías, para unas condiciones de trabajo dadas
2. Ayudan a diagnosticar el estado de la red y detectar sus problemas
3. Apoyan en estimar la eficiencia hidráulica del sistema y evaluar las fugas
4. Permiten planificar las mejoras a efectuar en la red de una forma efectiva, aprovechando así mejor las inversiones
5. Permiten mejorar las condiciones de operación de la red para garantizar las presiones, ahorrar energía, etc.
6. Permiten determinar y controlar la calidad del agua que le llega a los abonados, tras viajar por la red.

C. Programas de cómputo utilizados en el análisis y diseño de redes de distribución de agua

Tabla N° 07: Programas de cómputo utilizados en el análisis y diseño de redes de distribución de agua

Programa de cómputo	Nombre	Página WEB	Comercial/Libre
	LOOP	www.emcentre.com	Libre
	EPANET	www.epa.gov/ORD/NR MRL/wswrd/epanet.ht ml. www.redhisp.upv.es/s oftware/epanet.	Libre
	PIPE2000	www.kypipe.com	Comercial
	MIKENET	www.bossintl.com www.dhigroup.com	Comercial
	H2ONET	www.mwhsoft.com	Comercial
	WATNET	www.wrcplc.com	Comercial
	WATERCA D/GEMS	www.haestad.com www.bentley.com	Comercial

Curso taller - modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua – aplicación de WatercadV8i (ing. Yuri Marco Sanchez Merlo).

D. Análisis y simulación de redes de distribución de agua

El análisis y simulación de redes se realiza para investigar la relación compleja que existe entre las características de la red, la demanda de los consumidores (Doméstico, comercial, Industrial y público), los caudales y cargas en un momento determinado.

Básicamente se calcula caudales, presiones y valores asociados en un momento determinado, mediante un cálculo hidráulico (al modelo matemático).

Aplicaciones del análisis y simulación de redes:

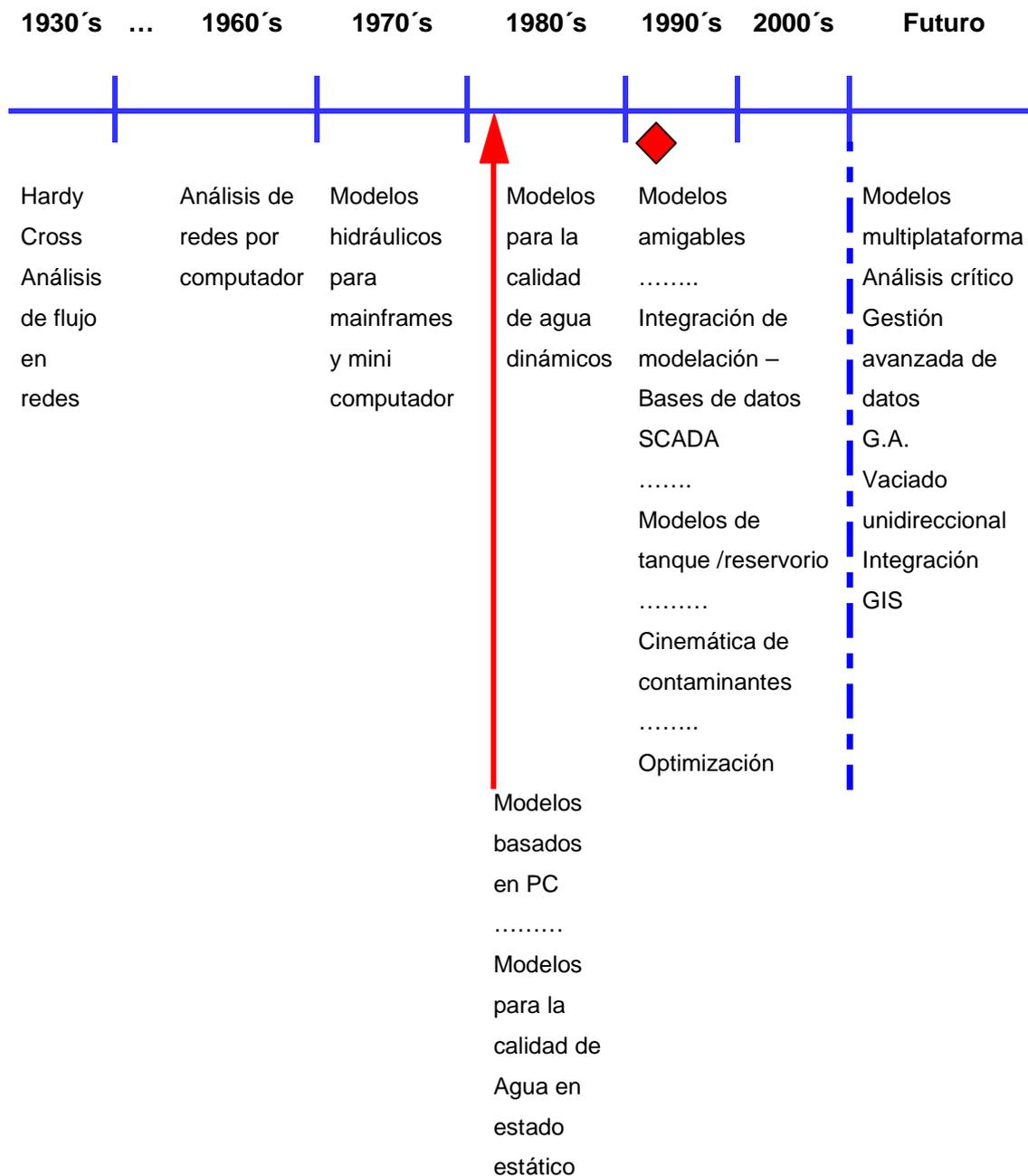
- Conocer el comportamiento de los sistemas de distribución de agua.
- Estimación de niveles de servicio.
- Diseño de nuevos sistemas.
- Evaluación de la capacidad de conducción de la red existente.
- Uso eficiente y/o reforzamiento de las redes existentes.
- El planeamiento contingente. Solución de las redes para diferentes escenarios y alternativas.

Análisis de flujo permanente - análisis estático

En este tipo de análisis de flujo permanente se conoce los diámetros de todos los tramos de la red, los niveles en los tanques y las demandas en los nudos, y se busca la distribución de caudales y presiones en la red, en condiciones de demanda y niveles constantes.

Imagen N° 14

Historia de la modelación de sistemas de distribución



Fuente: Curso taller - modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua – aplicación de WatercadV8i (ing. Yuri Marco Sanchez Merlo).

El Watercad, es un programa de cómputo que va a permitir realizar el análisis, simulación y diseño de sistemas de distribución de agua.

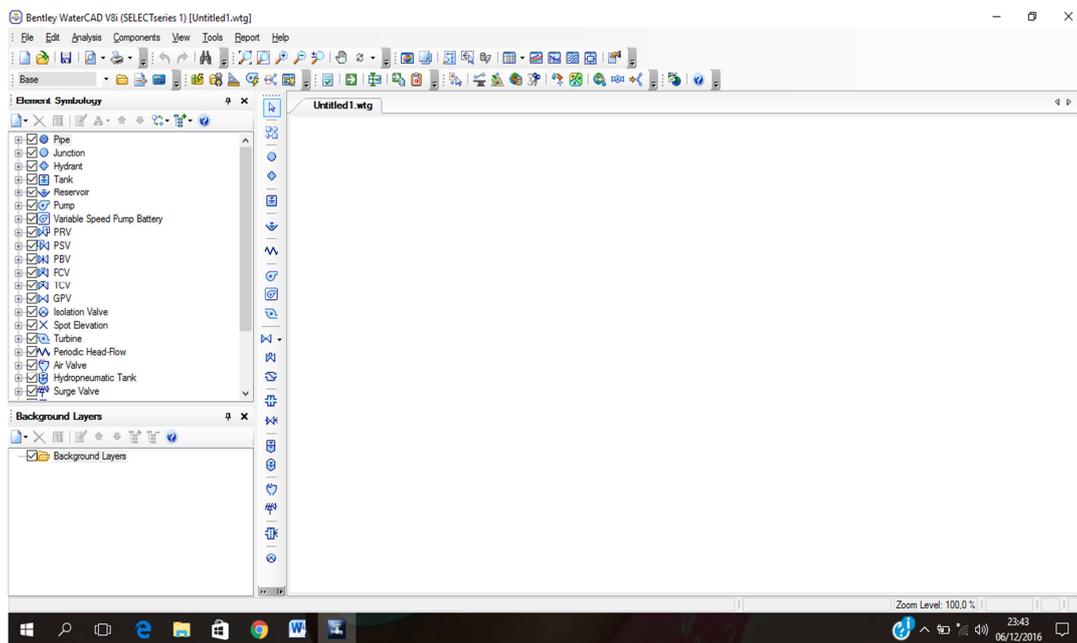
Tabla N° 08

Que podemos realizar en el aplicativo Watercad

Análisis hidráulico	Análisis hidráulico en estado estático.
	Análisis hidráulico en periodos extendidos.
	Análisis de flujo contraincendio.
Análisis de calidad de agua	Análisis de constituyente (concentración).
	Análisis de edad de agua.
	Análisis de trazas.
Diseño de redes	Darwin Designer.
Calibración del modelo	Darwin Calibrator.

Fuente: Curso taller - Modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua – aplicación de WatercadV8i (ing. Yuri Marco Sanchez Merlo).

Imagen N° 15
Interfaz del Programa Watercad.



Fuente Propia 2016

2.3 Definición de términos básicos

- Agua potable: Agua apta para el consumo humano.
- Redes de distribución: Conjunto de tuberías que partiendo del reservorio de distribución y siguiendo su desarrollo por las calles de la ciudad sirven para llevar el agua potable al consumidor.
- Tubería matriz: Es la que arranca de un reservorio principal para alimentar un circuito primario.
- Tubería principal: Forma los circuitos básicos que alimentan a las manzanas o distritos, también son los que alimentan a los reservorios reguladores.
- Tuberías secundarias: Forman los circuitos básicos que conforman el relleno (tuberías de servicio).

- Circuito primario: Es el formado por tuberías principales de mayor diámetro de la red (de 800 a 100mts de separación).
- Circuito secundario: se enlaza al circuito primario por tuberías de diámetro intermedio separadas de 400 a 600 mts.
- Circuito relleno: Constituyen el sistema propiamente dicho de distribución del cual salen las conexiones domiciliarias con un diámetro mínimo de 3" que en casos extremos podría ser de 2" de diámetro.
- Conexión domiciliaria de agua potable: Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.
- Dotación: Es el volumen diario de agua potable que una persona necesita para satisfacer sus necesidades vitales. Se expresa en lt/(hab.día).
- Demanda unitaria: Es el volumen de agua potable que un usuario está dispuesto a consumir bajo condiciones establecidas tales como: calidad del servicio, tarifa, ingreso, etc.
- Consumo: Es el volumen de agua utilizado por una persona en un día sin restricciones.
- Demanda de agua: Es la cantidad de agua que requiere una población, para satisfacer sus necesidades, basada en la estimación del volumen de agua potable que un usuario está dispuesto a consumir bajo condiciones de calidad del servicio, tarifa, ingreso, etc. Se expresa en m³/año.

CAPÍTULO III.
TRABAJO DE CAMPO

3.1 Descripción del sistema de agua potable del distrito de Sullana y Bellavista al año 2016.

3.1.1 General

El sistema de agua potable y alcantarillado es administrado por la Empresa Prestadora de Servicio Grau - Zonal Sullana; con una red principal de Agua Potable que sale de los equipos de impulsión de la Planta de tratamiento de Agua Potable, hacia los diferentes reservorios para el abastecimiento de la ciudad de Sullana y Bellavista.

En término de cobertura del servicio en función del área ocupada de la ciudad, el Servicio de **Agua Potable** tiene una cobertura del orden del 76% del área urbana ocupada, y el servicio de **Alcantarillado** tiene una cobertura del 69% del área ocupada de la ciudad de Sullana, según indicadores de Gestión de la Empresa Prestadora de Servicios – Zonal Sullana, al mes de Octubre del 2014.

3.1.2 Sistema de agua potable existente.

El Sistema de abastecimiento de agua de las ciudades de Sullana y Bellavista está trabajando ineficientemente por limitaciones en la producción de agua potable, en el control de caudales que abastecen a los reservorios, la falta de micromedición y políticas orientadas a la reducción del agua no contabilizada.

3.1.3 Como es el Abastecimiento de agua potable del distrito de Sullana y Bellavista

El abastecimiento de agua potable para la ciudad de Sullana-Bellavista se realiza mediante la captación de los recursos de agua del canal Daniel Escobar (Chira-Piura) que cuenta con 2 líneas de conducción de agua cruda de DN 750 mm (30") cada una, que van a la planta de tratamiento de agua existente. La cota del canal es suficiente como para abastecer de agua cruda por gravedad a la planta de tratamiento. Existe otra captación de agua cruda denominada de emergencia, que se realiza directamente del río Chira mediante 2 líneas de impulsión de DN 400 mm y DN 630 mm, el agua del río tiene que bombearse hacia la planta de tratamiento.

La Empresa Prestadora de Servicio Grau cuenta con 04 Reservorios para el abastecimiento de agua potable de la población de la ciudad de Sullana y Bellavista; sin embargo, si bien a nivel de infraestructura estos reservorios se encuentran en buen estado la continuidad del servicio para abastecimiento de la población es deficiente teniendo un promedio de 10.25 horas por día aunado a la baja presión del servicio lo que conlleva a que la población tenga que hacer excavaciones para abastecerse de agua potable.

La modalidad creada por la población, de revestir las excavaciones con cemento puede "aliviar" el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico, sin embargo la insalubridad existente ocasiona en esta población también enfermedades gastrointestinales y dérmicas

Imagen N°16

Vista Fotográfica de excavaciones para abastecerse de agua potable.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Los sectores de la ciudad de Sullana y Bellavista que no cuentan servicio y/o redes de agua potable son las que se encuentran en mayor riesgo y perjuicio económico al tener que abastecerse por el acarreo de agua potable desde cisternas y pilones con las consecuentes efectos a la salud por consumo de agua en sistemas no adecuados de almacenamiento y por la contaminación ambiental ante la eliminación de excretas por sistema de letrinas y/o a campo abierto.

3.1.4 Componentes del sistema de agua potable.

El sistema de agua potable existente está conformado por los siguientes componentes:

- Fuente.
- Captación de agua cruda.
- Línea de conducción.
- Planta de tratamiento de agua.

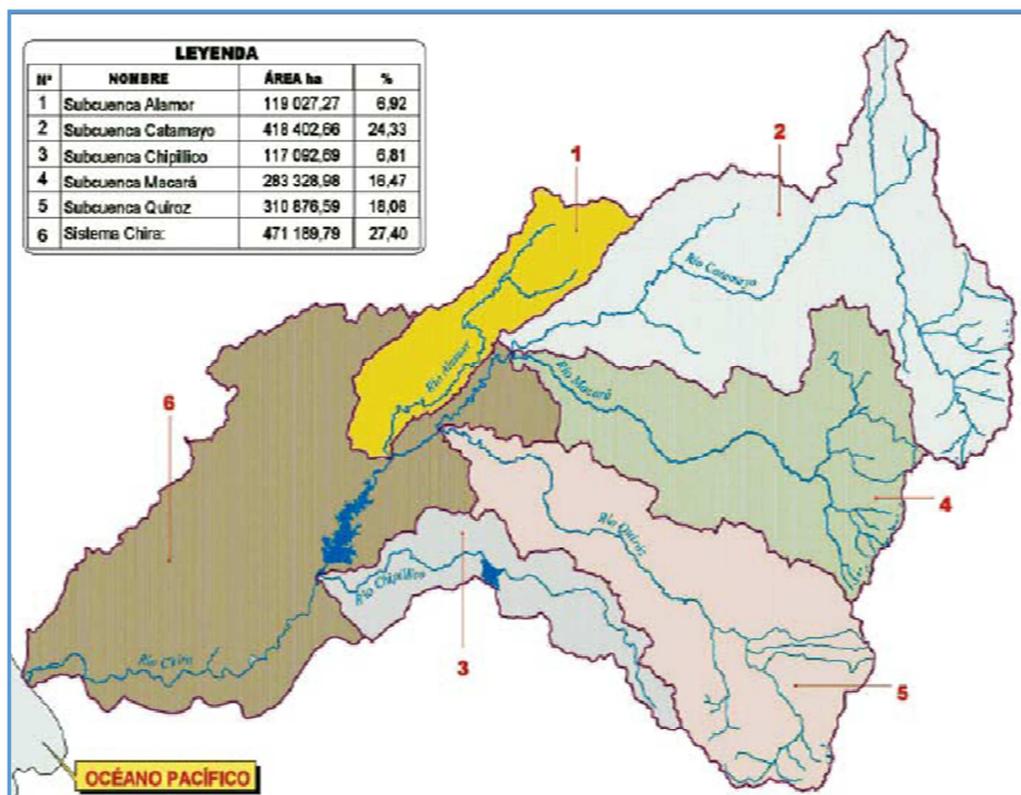
- Líneas de impulsión.
- Reservorios.
- Redes de distribución.
- Conexiones domiciliarias de agua potable.

3.2 Situación actual de la infraestructura del sistema de agua potable del distrito de Sullana y Bellavista al año 2016.

3.2.1 Fuente

La fuente de abastecimiento de agua para las ciudades de Sullana y Bellavista es producto de las precipitaciones que son realizadas en la parte alta de **LA CUENCA CATAMAYO CHIRA**. Con una superficie de 17, 199.18 km², comprende a territorios de Perú y Ecuador de las cuales 7,212.37 km² están en territorio ecuatoriano. En territorio peruano, la Cuenca, ocupa una superficie de 9,986.81 km² del departamento de Piura, en la que se encuentra la provincia de Sullana.

Imagen N° 17
 Mapa de Cuencas.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

La cuenca se sitúa entre las coordenadas 03°30´ a 05°08´ latitud sur y 79°- 10´ a 81° 11´ de longitud oeste. El rango altitudinal va desde el nivel del mar en la desembocadura del río Chira en el Océano Pacífico y la cota 3,700 ms.n.m. Limita por el norte con la cuenca Puyango – Tumbes (departamento de Tumbes en Perú y las provincias de El Oro y Loja en Ecuador), por el este con la provincia Zamora - Chinchipe de Ecuador, por el sur con las provincias de Piura y Huancabamba en Perú (cuencas del mismo nombre) y por el oeste con el Océano Pacífico.

A partir de la unión de los ríos Catamayo y Macará, el curso principal de la Cuenca toma la denominación de Chira. Aguas abajo recibe las contribuciones de los ríos Quiroz, Alamor, Chipillico y de otras pequeñas quebradas que se activan en épocas lluviosas.

El sistema del río chira

Denominado así al sistema hidrográfico que a partir de la unión de los ríos Macará y Catamayo toma el nombre de río Chira, punto desde el cual este sistema tiene el carácter de binacional hasta el sitio Alamor, donde se interna en territorio peruano. Está conformado por todos los afluentes que drenan al río Chira (márgenes izquierda y derecha).

El sistema así indicado abarca una superficie de 471, 189.79 ha que significa el 27,39% del área de la Cuenca.

Calidad del agua de la cuenca

- Las características físico-químicas de las aguas muestran preocupantes niveles de turbidez y de nutrientes.
- La información sobre metales pesados a nivel de Cuenca es relativamente escasa, pero revela la presencia de mercurio, cadmio y plomo por encima de los valores límites que evidencian alta incidencia de focos contaminantes en la cuenca alta.
- La agricultura, que es la principal actividad usuaria del agua, sin embargo no se registra información de muestreos sobre pesticidas y fertilizantes para evaluar la presencia o ausencia de los impactos de la contaminación de esta actividad.

Aguas superficiales

En la parte baja de la cuenca Catamayo-Chira las aguas superficiales reguladas se encuentran relativamente en

abundancia, lo que se ha constituido en un problema debido a que los usuarios tienden a derrochar el recurso.

La abundancia y el consecutivo derroche del agua han tenido graves consecuencias, sobre todo en la salinización de los suelos y abandono de cultivos tradicionales, como por ejemplo el algodón, que ya no produce en suelos afectados por alto nivel freático y/o salinidad.

El almacenamiento del agua en el reservorio Poechos y en la presa derivadora Sullana ha provocado la destrucción de muchas formas de vida y ha roto el equilibrio ecológico, que se traduce en el deterioro de la calidad de vida de los pobladores. La proliferación de plagas y enfermedades mortifica a los habitantes de los lugares cercanos. El caso más grave es la ciudad de Sullana que soporta gran cantidad de zancudos de la presa de Sullana.

Otro problema es el proceso acelerado de sedimentación que está sufriendo el reservorio de Poechos que reduce su vida útil. Esto es debido a la alta concentración de sólidos transportados por los diferentes ríos de la Cuenca y en especial en las épocas de ocurrencia de fenómeno del niño en los que se ha evidenciado el incremento considerable del volumen de sedimentos depositados.

Canal Daniel Escobar

Desde el reservorio Poechos sale un canal denominado Daniel Escobar, en el que se ubica la toma de agua (progresiva 34+200) desde el cual se abastece de agua a la planta de tratamiento de Bellavista, para abastecer a las ciudades de Marcavelica, Querecotillo, salitral, Sullana y Bellavista.

Imagen N° 18

Vista fotográfica del canal Daniel Escobar



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

3.2.2 Captación

A. Captación desde el canal Daniel Escobar

La captación de agua para abastecer a la planta de tratamiento de Sullana-Bellavista se efectúa en el canal Daniel Escobar. Tiene una capacidad de 540 lps, caudal suficiente para atender la capacidad actual de la planta de tratamiento de Sullana Bellavista. Su caudal máximo es de 70 m³/s con cota de 82,25 msnm, y su caudal mínimo es de 12 m³/s. Para lograr el caudal de captación actual hay dos muros que sirven para elevar el nivel mínimo del agua.

La limpieza del canal Daniel Escobar es una vez al año, así lo ha programado el proyecto Chira – Piura.

La estructura de Captación ubicada en la progresiva 34+ 200 está conformada por una toma en la pared lateral del Canal Daniel Escobar, en la que se ha empalmado una tubería de Concreto Simple Reforzado de DN 1000 mm (40”), mediante la cual se toma agua, la que es conducida hacia dos desarenadores ubicados a 60m de distancia.

Imagen N° 19

Vista fotográfica del punto de captación en el canal Daniel Escobar.

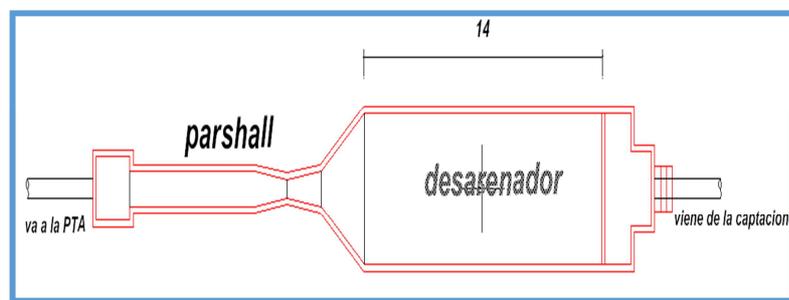


Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

En la actualidad el suministro de agua cruda para fines poblacionales proveniente del canal Daniel Escobar es del orden de 14.08 Millones de metros cúbicos, de acuerdo a la Resolución Administrativa N° 273-200-CTAR-PIURA-DRA-AACH-ATDRCH de fecha 15 de Diciembre del año 2,000.

Mediante Oficio N° 021-2007/MPS-DDUel-UF-NAVC, se remite a la Administración Técnica de Riego, la solicitud de ampliación de capacidad de la captación a 31'536,000 m3 anuales a razón de 900 l/s, con el objeto de atender el crecimiento poblacional de las ciudades de Sullana Bellavista, Marcavelica, Salitral y Querecotillo.

Imagen N° 20
Planta de Desarenadores



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Tal como se aprecia en las siguientes fotos, a la derecha se aprecia la pared que se levanta en uno de los desarenadores como medida de protección ante el acceso de caudal que soporta la unidad.

Imagen N° 21

Vista fotográfica de desarenadores.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

El acceso a la captación se realiza por medio del camino de servidumbre del canal Daniel escobar y un camino existente, no existe cerco perimétrico que delimite la propiedad, ni se cuenta con registro predial que defina los límites del área de propiedad de la EPS GRAU.

Imagen N° 22
Vista del Desarenador en Operación



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

B. Captación de emergencia

Constituida por una captación directa del río Chira a 400m de la planta de tratamiento de agua potable. Posee un edificio de captación, cuya estructura es de concreto armado. La captación se hace por bombeo, desde una caseta equipada con 4 conjuntos de motobombas de eje vertical, para elevar el agua hasta la planta de tratamiento con cota de llegada de 60 msnm; capta hasta un tope de 540 lps.

La estación de bombeo se ubica en el mencionado edificio que alberga 4 equipos electromecánicos.

Tabla N° 09

Descripción de Equipos de Captación de Emergencia

Equipo	Bombas				Motor (HP)
	Tipo	Marca	Caudal (lps)	ADT (m)	
Nº 1, 2 y 3 c/u	Doble succión	Hidrostral	140	30	100
Nº 4	Doble succión	Lee Honl	200	30	220
Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016					

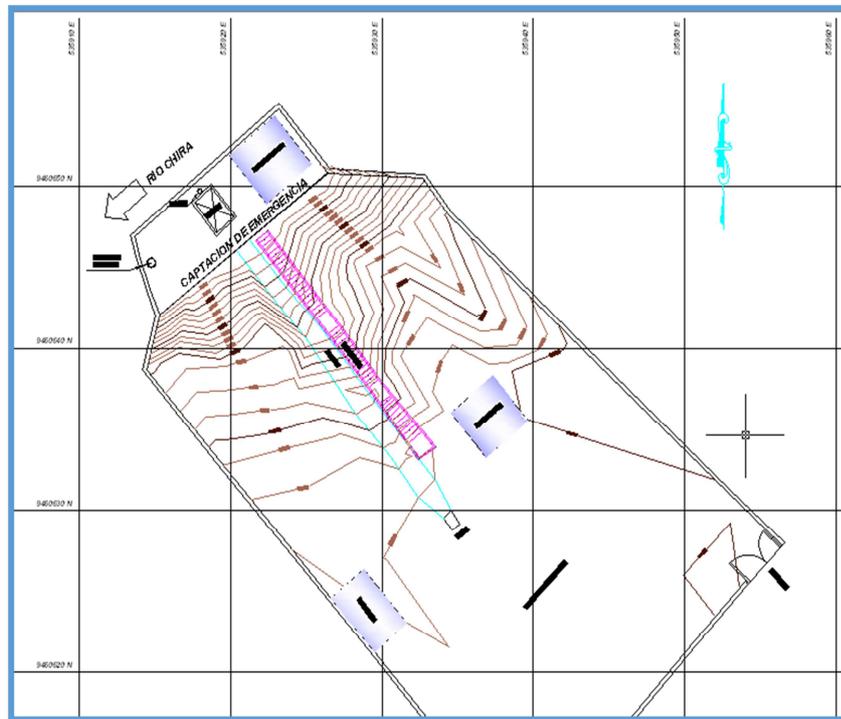
Los problemas de arenamiento en el área de captación, así como los problemas de cavitación por la excesiva altura de succión han sido superados, porque se está trabajando con un tirante sobre el nivel de las bombas, que es ocasionado por el represamiento existente.

Esta captación de emergencia seguirá con su funcionamiento actual y servirá para alimentar a la planta de tratamiento de agua en el tiempo que demande la limpieza del canal Daniel Escobar y como prevención para la captación cuando se requiera la demanda necesaria para la ciudad de Sullana.

La captación de emergencia está conformada por una estructura de concreto que desciende hasta por debajo desnivel del agua en el río, con el objeto de tomar agua desde los equipos con una succión positiva.

Imagen N° 23

Vista en planta de captación de emergencia.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Estado actual de la captación de emergencia en el río chira.-

Las estructuras de concreto de la captación se encuentran en buen estado. El traslado de los equipos desde la caseta de vigilancia, hacia el techo de la Captación, ubicada 10 m. hacia abajo y con pendiente pronunciada, se realiza a través de losa de concreto en mal estado y con carro metálico tirado mediante cables desde un mecanismo que permite la tracción ubicado en la parte superior.

Imagen N° 24

Vista fotográfica de los interiores de la Cámara de Bombeo



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Imagen N° 25
Vista fotográfica de los exteriores de la captación de
emergencia.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad:
Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua
Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana –
Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

3.2.3 Línea de conducción.

A. Línea de conducción de agua cruda del canal Daniel Escobar a planta de tratamiento

Existen 2 líneas que conducen el agua cruda por gravedad, cuya cota de salida de la línea en el canal es de 78,50 msnm y la cota de llegada en la planta de tratamiento es de 60,0 msnm. Las longitudes de estas líneas de conducción son de 5,12 km y sus DN de 750 mm (30”) cada una los cuales están constituidos de material Asbesto Cemento atravesando en su recorrido por una zona altamente vulnerable conformada por

la quebrada denominada boquerón de Nuñez y que se ubica a 1Km de la Planta de Tratamiento, la cual presenta incrementos de caudal como consecuencia del fenómeno del niño. La oferta que conducen actualmente estas líneas es de 600 lps.

La capacidad de estas líneas de conducción es de 800 l/s, considerando que la cota de los desarenadores se encuentra en los 76.73 y 77.71 msnm y la cota de llegada a la PTA de 56.50 msnm, sin embargo, el máximo caudal captado está dependiendo básicamente de la capacidad de producción de la planta de tratamiento de agua, toda vez que no se puede captar más agua de la que se trata.

Una vez que las líneas de conducción ingresan a la planta de tratamiento de agua de Bellavista, se distribuyen para alimentar a cada uno de los módulos de tratamiento, en los que se ha instalado medidores electromagnéticos, los mismos que registran un caudal total de 559 l/s.

Estado actual de la conducción.-

Las líneas de conducción se encuentran en buen estado de conservación, las mismas que trabajan por gravedad con una carga hidráulica de hasta 16 m.c.a. lo que no representa mayores exigencias en una tubería de A.C.

3.2.4 Planta de tratamiento de Agua Potable

La planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Sullana es un modelo convencional con los procesos de: desarenado, mezcla rápida, floculación, decantación, filtración, desinfección y almacenamiento de agua tratada.

La planta de tratamiento de agua está ubicada en el distrito de Bellavista consta de 3 módulos construidos en diferentes años: módulo I construido en el año 1951, módulo II construido en el año 1979 y módulo III construido en el año 1980, con capacidades de 180, 140 y 180 lps respectivamente,

La producción promedio diaria estimada de la Planta de tratamiento es de 47'000 m³/día (543 l/s) que ingresan directamente a la cisterna enterrada de 4'000 m³ de capacidad donde se procede a la desinfección y distribución a 04 reservorios existentes⁵.

En los meses de enero, febrero, marzo y abril cuando existen turbiedades altas en el río Chira se hace imposible tratar el agua con los parámetros que exigen los organismos reguladores por lo que se hace imperiosa la necesidad de la construcción de una nueva planta de agua potable con tecnología avanzada⁶

⁵ Información EPS GRAU ZONAL SULLANA a Diciembre del 2015.

⁶ Informe N° 010-2016-EPS GRAU-S.A-JZS-COyMANT

Imagen N° 26
Vista en planta de la PTAP – Sullana.



Fuente: Google Earth

A. Estado actual

La PTAP presenta actualmente una deficiente dosificación debido a que los equipos de dosificación son completamente antiguos y constantemente vienen presentando problemas de operatividad

a) Cámara de llegada

Lo conforma una estructura de concreto en la que llegan las dos líneas de agua potable, la del canal Daniel Escobar y la de emergencia.

b) Almacenamiento de reactivos.

El almacenamiento de reactivos se hace en tres edificios, para cada módulo.

El **Sulfato de Aluminio** granulado se recepciona en bolsas de polipropileno, con bolsa interior de polietileno, garantizando la conservación del producto de tal manera que cumpla con los requisitos de las especificaciones de calidad del producto. Cada bolsa contiene 50 kilos de peso neto con tolerancia $\pm 2\%$. Cada bolsa indica en forma legible lo siguiente:

- Marca del fabricante y razón social.
- Tipo del Sulfato de Aluminio.
- Peso neto en Kg.
- Fecha de Caducidad del producto.

c) Dosificación de reactivo

Actualmente la Planta de Tratamiento cuenta con un sistema de dosificación de reactivos químicos para coagulación (en este caso se aplica el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$) cuya dosificación se realiza de manera manual mecánica, tal como se muestra en la vistas fotográficas y como se describe a continuación:

El cuerpo del dosificador de Sulfato de Aluminio está conformado por:

- La parte superior del equipo de dosificación consta de una tolva donde el operador vierte el Sulfato de Aluminio Tipo B granulado.
- La parte inferior de este equipo, está conformada por un tornillo en espiral sin fin activado por un motor eléctrico el cual permite la distribución del insumo hacia la zona de descarga.

Imagen N° 27

Vista fotográfica del sistema de dosificación químicos de la PTAP-Sullana.



Fuente Propia 2013

d) Floculadores

Los Floculadores de las unidades son hidráulicos del tipo horizontal, con canales que presentan gradientes de velocidad variables impidiendo la correcta formación de flor, además de presentar deficiencias estructurales que ponen en riesgo al personal como se aprecia en la foto, debido a que ya han cumplido su periodo de vida útil.

Imagen N° 28

Vista fotográfica de floculadores.



Fuente Propia 2013

e) Sedimentadores

Los Sedimentadores son del tipo convencional y de flujo horizontal y compuesto de dos unidades por modulo.

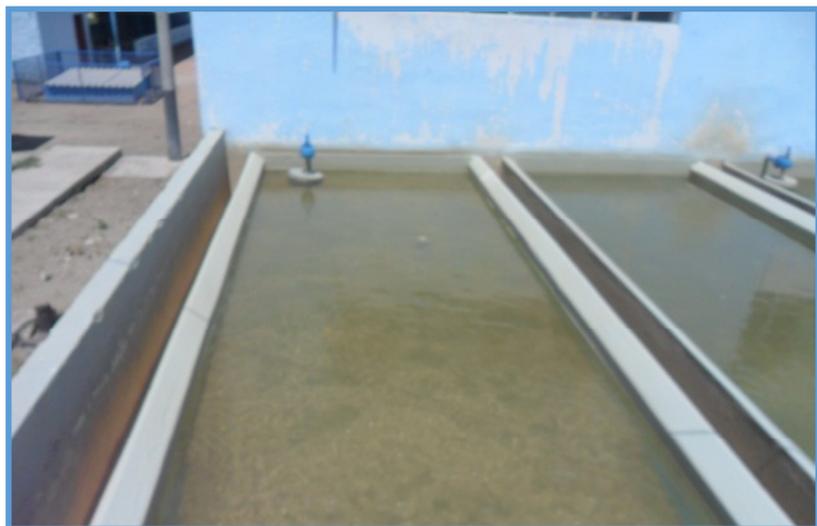
Imagen N° 29
Vista fotográfica sedimentadores



Fuente Propia 2013

f) FILTROS

Imagen N° 30
Vista fotográfica filtros



Fuente Propia 2013

g) Dosificación de cloro

En cuanto al sistema de dosificación de cloro, se aprecia una infraestructura inadecuada, en la que se mantiene la operación manual de cilindros de cloro gas de 1 Tn. de capacidad, exponiendo al personal que manipula dichos reactivos.

Imagen N° 31

Vista fotográfica del sistema de dosificación de cloro



Fuente Propia 2013

h) Laboratorio

La manipulación de las sustancias químicas a nivel de planta se realizan tomando en cuenta condiciones necesarias que las hojas MSDS mencionan para asegurar la salud laboral y ocupacional de los trabajadores que manipulan estos insumos químicos.

El ambiente de laboratorio cuenta con un orden específico para la ubicación y distribución de cada tipo de instrumento e insumo químico según se encuentran establecidos en las normas vigentes.

El ambiente donde se encuentran los instrumentos para los análisis microbiológicos cuenta con el espacio suficiente para que el laboratorista pueda tener mejor manejo y control de los equipos y del espacio.

Imagen N° 32

Vista fotográfica del laboratorio de la PTAP-Sullana



Fuente propia - 2013

Imagen N° 33

Equipos laboratorio de la PTAP-Sullana.



Fuente propia – 2013

i) Cámara de contacto de cloro

La Cámara de contacto de cloro está conformada por una Cisterna de 4000 m³ de almacenamiento, la cual se encuentra en mal estado y requiere reparación.⁷

Imagen N° 34

Vista fotográfica de cámara de contacto de cloro



Fuente propia - 2013

3.2.5 Líneas de impulsión.

A. Desde la estación bombeo hacia los reservorios.

La impulsión de agua hacia los reservorios y usuarios se realiza desde la Estación de bombeo adyacente a la cisterna de la PTA, en ella se encuentran los 8 equipos de bombeo distribuidos en dos sistemas de bombeo.

⁷ Información EPS GRAU ZONAL SULLANA a Diciembre del 2015.

Imagen N° 35

Vista fotográfica de equipos de bombeo de la PTAP-Sullana.



Fuente propia - 2013

Tabla N° 10

Descripción de Líneas de Impulsión Existentes

Tramo	Antigüedad (años)	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Materia l	Capacidad (lps)	Velocidad (m/s)
P.T. al R-2 (Mambré)	40	600	670	A-C	560	2
P.T. al R-2 (Mambré)	40	500	502	A-C	390	2
R-2 a la red distrib. Bellavista	40	400	155	A-C	202	-
R-2 a la red distrib. Bellavista	30	200	425	A-C	50	-
P.T. al R-1	30	600	2460	A-C	-	-
Pto. Derivación al R-1 y Cisterna	20	250	180	A-C	-	-
Pto. Derivación al R-3	20	400	1706	A-C	-	-
P.T. al R-4	20	450	1230	A-C	-	-

Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

a) Desde la planta de tratamiento al R-2 (mambré)

De la planta de tratamiento al reservorio R-2 (Mambré) existen dos líneas de impulsión.

- Una tubería de asbesto-cemento DN 630 mm y 670 m de longitud. Actualmente está en funcionamiento con una capacidad de 560 lps y una velocidad de 2 m/s.

La cota de salida de esta tubería es de 52,05 msnm y su cota de llegada al reservorio es de 102,97 msnm (con una diferencia de niveles de 51 m entre la salida en la PTA y el nivel de agua en el Reservorio).

- Otra tubería de DN 500 mm y 502 m de longitud, de asbesto-cemento. Tiene una capacidad de 390 lps para una velocidad de 2 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 y consta de un tramo inicial de 2460 m de longitud y 630 mm de diámetro, que comprende un recorrido que se inicia desde la planta de tratamiento de agua hasta llegar a un punto de derivación desde donde se bifurcan dos líneas de derivación, una al reservorio R-1 con tubería de DN 250 mm y una longitud de 180 m; otra línea que va al R-3, con tubería de DN 400 mm y 1706 m de longitud.

La oferta de agua de esta línea de impulsión es de 140 lps y desde este punto de derivación al R-1 es de tubería de DN de 250 mm, continuando al R-3, a partir del punto de derivación al R-1, con una tubería de DN 400 mm.

La diferencia de niveles entre la salida de la planta y los reservorios Grau y Sánchez Cerro es 35 m y 45m respectivamente.

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

Consta de una tubería de asbesto-cemento de DN 450 mm y una longitud de 1230 m, con una diferencia de niveles de 39 m entre la salida en la PTA y el nivel de agua en el Reservorio

d) Línea de abastecimiento al sector 9 de Octubre

Esta línea es de Asbesto cemento de DN 450 mm y 1230 m de longitud con una diferencia de niveles de 39 m entre la salida en la PTA y el nivel de agua en el Reservorio.

B. Línea de impulsión de agua cruda de la captación de emergencia a planta de tratamiento

Consiste en dos líneas de AC de DN 400 mm y DN 630 mm, cuyas longitudes son de 0,54 km cada una. La cota de salida de esta línea es de 32,0 msnm y la cota de llegada en la planta de tratamiento de agua potable es de 60.0 msnm, su oferta es de 540 lps.

3.2.6 Reservorios.

El almacenamiento de agua potable se realiza en diferentes estructuras de concreto, como son cisternas y reservorios elevados.

El Sistema de Almacenamiento de agua de Sullana y Bellavista contempla actualmente cuatro reservorios elevados, cada uno con un área de influencia diferente, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla N° 11
Características de los Reservorios Existentes

Reservorio	Dimensiones					Niveles (msnm)		
	Volumen	Forma	Diámetro mayor	Diámetro interior	Tirante de agua	Fondo	Agua	Terreno
	m ³		(m)	(m)	(m)			
R-1 Existente	1000	Circular	19	18,5	4,24	93,09	97,25	74
R-2 Existente	4000	Circular	28,5	28	9,1	93,97	87,64	76,43
R-3 Existente	3000	Circular	23,7	23,2	6,95	80,69	90,70	60,92
R-4 Existente	3000	Circular	20,4	19,9	7,8	82,9	104,30	61,21

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

Tabla N° 12
Características de Cisterna Existente

Descripción	Volumen m ³	Tipo	Forma	Niveles (msnm)		
				Terreno	Fondo	Agua
Cisterna Grau	1.000	Semienterrado	Circular	73	67	72

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

Los Reservorio R2 (Loma Mambre), R3 (Av. Sánchez cerro) y R4 (Bellavista), se encuentran en buen estado de conservación, y estructuralmente no se presentan problemas que ameriten su reemplazo o demolición.

A. Reservorio Grau

Reservorio elevado de 1,000 m³de capacidad, se encuentra ubicado en la Av. Grau Construido en concreto armado presenta una estructura conformada por vigas y columnas que soportan la cuba en la que se encuentra adosada la escalera de acceso y las tuberías de ingreso. La cuba de forma

cilíndrica y techo abovedado presenta dos ingresos de agua, uno proveniente de la línea de impulsión desde la PTA y el otro proveniente desde la cisterna adyacente.

Imagen N°36

Vista en planta del área del Reservorio Grau.



Fuente: Google Earth

El reservorio cuenta con un cerco perimétrico que alberga al reservorio, la cisterna, oficinas de vigilancia y administración, construido sobre un terreno de 2,741 m² inscrito en los registros públicos con ficha N° 16448

El reservorio se encuentra sobre la cota 74 msnm, con una altura de **19 m** el fondo de la cuba se encuentra en 93.03 msnm y un **tirante de agua de 4.20 m**.

Imagen N° 37

Vista elevación del Reservorio Grau



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

El reservorio abastece de agua potable a las zonas: A.H. Nueva Sullana y Nuevo Horizonte, Virgen de las Mercedes, Loma de Teodomiro, Villa Primavera, Héroes del Cenepa, y Ramiro Priale.

El horario de Abastecimiento es de: 11:00pm a 08:00pm y (21 horas).

El reservorio R1 (Grau) presenta deficiencias estructurales habiendo cumplido su periodo de vida útil, es una estructura que presenta agrietamientos en las columnas centrales.

Cisterna Grau

Cisterna semienterrada de **1,000 m³** de capacidad, adyacente al reservorio elevado Construido en concreto armado de forma circular y **6.0 m de profundidad**.

Imagen N°38

Vista fotográfica de Cisterna Grau.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Esta cisterna fue construida para alimentar el reservorio elevado Grau y mantener el nivel de agua en el mismo, dado que por la función que tiene el reservorio no era llenado convenientemente.

La actual alimentación de esta cisterna es a través de una línea de impulsión DN 250 mm empalmada a la línea de impulsión de DN 630 mm que proviene de la planta de tratamiento para alimentar a los reservorios R-1 y R-3.

Albergan 3 equipos de bombeo de los cuales sólo uno se encuentra operativo a continuación se muestran sus características.

Tabla N° 13

Características de los Equipos de Bombeo de la Cisterna Grau.

Descripción	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3
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)	18/21,3	18/21,3	18/21,3
Eficiencia (%)	65/59	65/59	65/59
Estado General	R	R	R
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
Rpm	1.750/1.750	1.750/1.750	1.750/1.750
Estado General	R	**	**

Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

(**) En mantenimiento

(R) estado general regular

B. Reservoirio Mambre

Reservoirio elevado de **4,000 m³** de capacidad, se encuentra ubicado en la loma de Mambre Construido en concreto armado presenta un fuste cilíndrico nervado en la que se encuentra adosada la escalera de acceso y las tuberías de ingreso y salida.

La cuba de forma cilíndrica y techo abovedado presenta dos ingresos de agua, los dos desde la línea de impulsión que proviene de la PT.

El reservoirio abastece de agua potable a las zonas: Cercado de Sullana, Urbanización Santa Rosa, Urb. Jardín, Urb. Mariano Santos, Pedro Silva Arévalo, Urb. Sullana, Urb. Carlos Augusto Salaverry y Asentamientos Humanos de Santa Teresita, Juan Velazco Alvarado, El Obrero, Victorino, Elor Goicochea, Manuel Ceoane y Cesar Vallejo

El horario de Abastecimiento es de: 05:00am a 09:00am y 02:00pm a 05:00pm (07 horas).

Imagen N° 39

Vista en planta del Reservoirio Mambré



Fuente: Google Earth

El reservorio se encuentra sobre la cota 76.43 msnm, **con una altura de 17.54 m** el fondo de la cuba se encuentra en 93.97 msnm y un **tirante de agua de 9.10 m** y adyacente al río Chira.

Imagen N° 40

Vista en elevación de Reservorio Mambré



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

El reservorio no cuenta con cerco perimétrico, pero se cuenta con un terreno de 2,934 m² de área inscrito en los registros públicos con la ficha N° 16452.

Imagen N° 41

Protección de Talud con Roca en Loma Mambré



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Las áreas adyacentes al reservorio R2 (Loma Mambré) mantienen peligro de erosión y deslizamiento progresivo. Se han ejecutado trabajos de cubrir con rocas tipo mampostería, sobre manto negro de Fibras, sin concreto. Las rocas están sueltas y sufren el daño del intemperismo y el robo.

C. Reservorio Sánchez Cerro

Reservorio elevado de **3,000 m³** de capacidad, se encuentra ubicado en la Av. Sánchez Cerro. Construido en concreto armado presenta un fuste cilíndrico nervado en la que se encuentra adosada la escalera de acceso y las tuberías de ingreso y salida.

La cuba de forma cilíndrica y techo abovedado.

El reservorio abastece de agua potable a las zonas: Urbanización López Albuja I y II Etapa, A.A.H.H Luis M. Sánchez Cerro, José Carlos Mariátegui, Pilar Nores y Francisco Bolognesi.

El horario de Abastecimiento es de: 05:00am a 12:00pm (07 horas).

Imagen N° 42

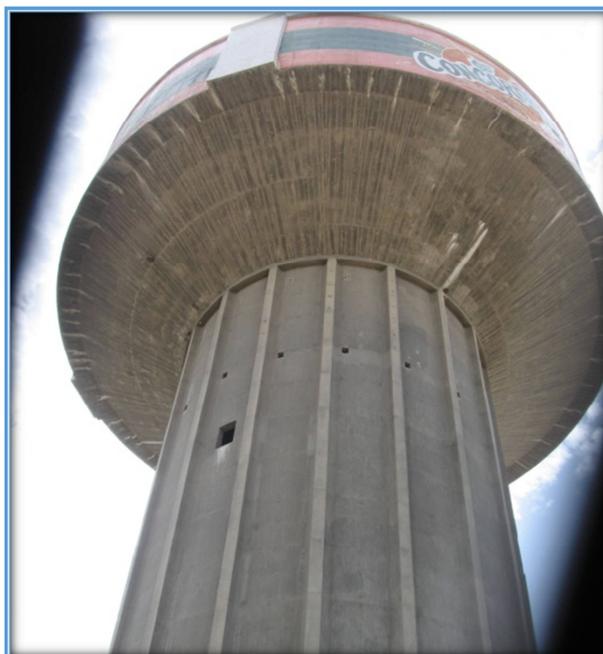
Vista en planta del Reservorio Sánchez Cerro



Fuente: Google earth

Imagen N° 43

Vista en elevación del Reservorio Sánchez Cerro



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

D. Reservorio Bellavista

Reservorio elevado **de 3,000 m³** de capacidad, se encuentra ubicado en el Distrito de Bellavista en el parque entre la calle La Arena y la Av. Brazil. Construido en concreto armado presenta un fuste cilíndrico en la que se encuentra adosada la escalera de acceso y las tuberías de ingreso y salida. La cuba de forma cilíndrica y techo abovedado.

El reservorio abastece de agua potable a las zonas: Pueblos Jóvenes del distrito de Bellavista, Santiago Zapata Silva, 15 de Marzo y Jesús María.

Horario de Abastecimiento: 05:00pm a 11:00pm (06 horas)

Imagen N° 44

Vista en planta del Reservorio Bellavista.



Fuente: Google Earth

El reservorio se encuentra sobre la cota 61.21 msnm, con una altura **de 21.7 m**, el fondo de la cuba se encuentra en la cota 82.90 msnm y **un tirante de agua de 7.80 m**.

Imagen N° 45

Vista en elevación del Reservorio Bellavista



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

El reservorio no cuenta con cerco perimétrico, pero se cuenta con un terreno de 745 m² de área.

3.2.7 Redes de distribución.

Las tuberías de la red son de asbesto-cemento y de fierro fundido. Las zonas altas de la red tienen servicio restringido y las bajas disponen de mayor continuidad. Las tuberías de la red se encuentran en estado aceptable de conservación en especial las de asbesto-cemento (A.C.) Las tuberías de fierro fundido (FºFº) pese a su antigüedad conservan en un 95% su espesor original.

A. Redes primarias

Del reservorio R-2 Mambré sale una tubería matriz de DN 630 mm que distribuye el agua a la zona Oeste de la ciudad de Sullana.

Hay una segunda línea de aducción de DN 630 mm derivada del reservorio R-2 Mambré. De esta tubería, mediante un empalme, se deriva una línea de DN 400 mm a la red de Bellavista en la intersección de las calles Arequipa y Amazonas. Esta tubería al funcionar implica altas presiones a la red de Bellavista.

B. Redes secundarias

La red secundaria existente tiene una longitud total de 132,745 m de tuberías, siendo 2,649 m de DN 75 mm y 130,096 m de 100 mm.

Las redes de distribución de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista tiene más de treinta años de construidas, por lo que encontramos materiales de fierro fundido y asbesto cemento, las cuales representan serios problemas en cuanto a la estanqueidad, toda vez que las juntas entre las tuberías son rígidas no permitiendo la expansión de las mismas en casos de movimientos sísmicos, por lo que el nivel de pérdidas de agua alcanzan niveles de hasta el 65%.

El abastecimiento de agua al sector Oeste es realizada directamente desde las redes matrices con, conexiones empíricas, desde las cuales se abastecen de agua, generando que el agua sucia acumulada ingrese al sistema como resultado de presiones negativas en la red cuando el sistema queda desabastecido.

Imagen N° 46

Vista fotográfica abastecimiento con conexiones empíricas.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Así mismo en la siguiente imagen, se aprecia que la distribución de agua a los sectores no conectados (Los Olivos) se realiza clandestinamente desde los sectores conectados, empleando a los famosos carreteros, para cubrir las necesidades insatisfechas.

Imagen N° 47:

Vista fotográfica distribución agua clandestinamente usando a los famosos carreteros



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Por otro lado los hidrantes de agua contra incendio, presentan problemas de antigüedad y por falta de un plan de mantenimiento preventivo, han perdido operatividad, al quedar las compuertas adosadas en la base y/o haber perdido las roscas para la apertura de las compuertas. En la foto se aprecia que de una de las bocas ha quedado embutida en las veredas construidas, lo que demuestra la poca o ninguna importancia que estas tienen en los sistemas de abastecimiento de agua y la prevención de incendios.

Imagen N° 48

Vista fotográfica de un hidrante donde una de las bocas ha quedado embutida en la vereda



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

3.3 Calidad del agua potable

La calidad fisicoquímica del agua distribuida se encuentra dentro de los estándares, con un PH neutro entre 7 y 8, una conductividad entre 250 y 260 uohm , y una dureza de 210.

El nivel de cloro residual del agua distribuida a la población se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles para el agua de consumo humano de acuerdo a la directiva emitida por la SUNASS, encontrándose niveles de cloro residual menores a 0.1 en las habilitaciones más alejadas de la ciudad.

Imagen N° 49

En la foto se aprecia la toma de muestras que determinaron la caracterización del agua distribuida



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

Imagen N° 50

Vista fotográfica de resultados para determinar la caracterización del agua distribuida.



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

La calidad bacteriológica del agua se encuentra dentro de los estándares, no habiéndose encontrado la presencia de coliformes (indicadores de contaminación por patógenos).

A continuación se muestran los cuadros resumen del número de muestras microbiológicas, físico químicas y de cloro residual ejecutadas a las redes de distribución de las localidades que administra la EPS GRAU – ZONAL SULLANA, durante el mes de diciembre del 2014⁸.

Tabla N° 14

CONTENIDO DE CLORO RESIDUAL LIBRE A LA SALIDA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO, FUENTES DE AGUA Y RESERVORIOS										
COMPONENTE TIPO	N° DE MUESTRAS TOMADAS EN EL PERIODO	NUMERO DE MUESTRAS					PORCENTAJES DE MUESTRAS >=0.5	CONCENTRACIÓN (mg/l) (TODAS LAS MUESTRAS)		
		=0	>0-<0.3	>=0.3-<0.5	>0.5-<1.0	>=1.0		MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
PLANTAS DE TRATAMIENTO										
PLANTA DE TRATAMIENTO SULLANA	124					124	100	1.30000	1.51830	1.87000
RESERVORIOS										
RESERVORIO GRAU	R1	124			16	108	100	0.85000	1.08314	1.28000
RESERVORIO MAMBRÉ	R2	124			2	122	100	0.97000	1.18758	1.28000
RESERVORIO SÁNCHEZ CERRO	R3	124			10	114	100	0.80000	1.09064	1.21000
RESERVORIO BELLAVISTA	R4	124			12	112	100	0.83000	1.08612	1.18000
TOTAL							100	0.80000	1.193156	1.87000
CONSUMO QUÍMICO EN EL MES										
- CLORO GASEOSO										4,216.00 kg
- HIPOCLORITO DE CÁLCIO (65% DE CLORO ACTIVO)										10.00 kg
- CAL CLORADA (30% DE CLORO ACTIVO)										0.00 kg
- HIPOCLORITO DE SODIO (10% CLORO ACTIVO)										0.00 kg
CANTIDAD TOTAL DE AGUA PRODUCIDA EN EL MES										1,073,034.00 m3
COMENTARIOS SOBRE LA DESINFECCIÓN Y ACCIONES TOMADAS PARA MEJORAR LA DESINFECCIÓN DEL AGUA:										
LOS VALORES CONSIGNADOS ESTAN DENTRO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES.										

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

⁸MEMORANDO N° 017-2015EPS GRAU S.A-COYMANT-JZS - INFORME DE CONTROL DE CALIDAD MES DE DICIEMBRE 2014

Tabla N° 15

Resultados de los análisis de aluminio y hierro en agua cruda PTAP-Sullana diciembre 2014⁹

FECHA	HORA	PARÁMETRO	UNIDAD	DSN° 002- 2008 MINAN (ECAS)	RESULTADOS
04/12/2014	08:35 a.m.	Aluminio	mgAl/L	0.20	0.060
	09:10 a.m.	Hierro	mgFe/L	1.00	0.021
11/12/2014	09:36 a.m.	Aluminio	mgAl/L	0.20	0.020
	10:10 a.m.	Hierro	mgFe/L	1.00	0.020
18/12/2014	08:45 a.m.	Aluminio	mgAl/L	0.20	0.038
	09:50 a.m.	Hierro	mgFe/L	1.00	0.050
29/12/2014	09:25 a.m.	Aluminio	mgAl/L	0.20	0.045
	10:10 a.m.	Hierro	mgFe/L	1.00	0.040
Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016					

Los resultados de la calidad de agua cruda de la PTAP-Sullana, están dentro de los estándares de calidad ambiental de agua, según: D.S. N° 002-2008 MINAN.

3.4 Cantidad de agua

La cantidad de agua producida en la planta de tratamiento de agua de Bellavista es de los 559 l/s, información corroborada en campo con la

⁹MEMORANDO N° 017-2015EPS GRAU S.A-COYMANT-JZS - INFORME DE CONTROL DE CALIDAD MES DE DICIEMBRE 2014

lectura de los medidores de Caudal electromagnéticos instalados en cada uno de los módulos de tratamiento.

Tabla N° 16

Producción de agua potable en la planta de tratamiento Bellavista

	Capacidad de diseño (l/s)	Aforo Actual (l/s)
Módulo I	180	195
Módulo II	140	172
Módulo III	180	192
TOTAL	500	559

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

3.5 Continuidad

La continuidad del servicio de distribución de agua potable para las ciudades de Sullana y Bellavista es de 8.67horas, encontrándose horarios de abastecimiento mínimos de 6 horas y horarios de abastecimiento máximo de 16 horas diarias distribuido en la mañana y en la tarde.

En la siguiente tabla se aprecian la continuidad de servicio por reservorio¹⁰:

¹⁰MEMORANDO N° 017-2015EPS GRAU S.A-COyMANT-JZS - INFORME DE CONTROL DE CALIDAD MES DE DICIEMBRE 2014

Tabla N° 17

CONTINUIDAD PROMEDIO						
SECTOR		HORA INICIO	HORA FINAL	HORAS DE SERVICIO	N° CONEX. ACTIVAS	N° DIAS/ SEMANA
RESERVORIO GRAU	R1	05:00	11:00	06:00	1,935	7
RESERVORIO MAMBRÉ	R2	05:00	12:00	07:00	14,642	7
RESERVORIO SÁNCHEZ CERRO	R3	04:00	10:00	06:00	3,441	7
RESERVORIO BELLAVISTA	R4	12:00	20:00	08:00	2,029	7
LÍNEA FRUBERG DE 16" DN (LF)		04:00	13:00	09:00	2,216	7
LÍNEA DE 10" A BELLAVISTA		04:00	20:00	16:00	4,920	7
PROMEDIO				8.67		

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

3.6 Presión de servicio

La presión de servicio tomada en campo ha reflejado las deficiencias de la prestación del servicio en este aspecto, situación que se encontró en las cuatro áreas de influencia de los reservorios y que demuestran el ¿por qué? la población de Sullana tiene que hacer excavaciones a nivel de las redes matrices para poder disponer del agua que no llega a las instalaciones interiores de agua.

Imagen N° 51

Se aprecia el nivel de presión de agua en una vivienda



Fuente: Estudio de Pre Inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de las ciudades de Sullana – Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”.

En la siguiente tabla se aprecian las muestras las presiones por zona de abastecimiento¹¹.

Tabla N° 18

<u>PRESIÓN PROMEDIO</u>			
SECTOR		N° CONEX. ACTIVAS	PRESIÓN PROMEDIO
RESERVORIO GRAU	R1	1,935	3.60
RESERVORIO MAMBRÉ	R2	14,642	9.56
RESERVORIO SÁNCHEZ CERRO	R3	3,441	10.23
RESERVORIO BELLAVISTA	R4	2,029	4.10

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

En el siguiente cuadro se aprecian las muestras de presión tomadas en las diferentes zonas de la ciudad de Sullana y Bellavista.

Tabla N° 19

<u>PUNTOS DE PRESIÓN</u>		
UBICACIÓN	PRESIÓN (PSI)	ZONA
469 RAMÓN CASTILLA	8	ALTA
CALLE 7 321 BS. AIRES	12	MEDIA
CALLE UGARTE 330	25	BAJA
CALLE PEDRO MERINO 300 EL OBRERO	15	MEDIA
TUPAC AMARU 106 EL OBRERO	5	ALTA
CALLE 1 151	25	BAJA

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016.

¹¹MEMORANDO N° 017-2015EPS GRAU S.A-COyMANT-JZS - INFORME DE CONTROL DE CALIDAD MES DE DICIEMBRE 2014

**CAPÍTULO IV:
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Estudio de población y desarrollo urbano

4.1.1 Características demográficas.

4.1.1.1 Población

La ciudad de Sullana está conformada por la conurbación de las áreas urbanas de los distritos de Sullana y Bellavista. La Provincia de Sullana representa el 15.11 % de la superficie de la Región Piura (que tiene una superficie de 35,892.49 km²) y alberga una población de 287,680 habitantes, que representa un 17.16 % de la población regional. A nivel de Sullana Provincia tenemos una superficie de 5,423.61 Km², en tanto que distritos de Sullana y Bellavista tienen una superficie de 491.10 Km² que representa en conjunto el 9.06 % de la superficie total. Los distritos en mención, tienen una población 192,673 habitantes que representa un 66.98 % de la población total provincial.

Tabla N° 20

Poblaciones de las provincias de Piura

PROVINCIA	POBLACIÓN	%
PIURA	665,991	39.73
AYABACA	138,403	8.26
HUANCABAMBA	124,298	7.41
MORROPON	159,693	9.53
PAITA	108,535	6.47
SULLANA	287,680	17.16
TALARA	129,396	7.72
SECHURA	62,319	3.72
TOTAL	1,676,315	100.00

Fuente: Datos Censos nacionales 2007 INEI

4.1.1.2 Tasa de crecimiento intercensal

Para efectos de proyección de la demanda, se considera la tasa de crecimiento poblacional determinada en los estudios del Plan Maestro Optimizado de la EPS Grau S.A., para las ciudades de Sullana y Bellavista de 1.88 % y se ha optado considerar una tasa de 0.05% en aquellas sectores de la ciudad de Sullana y Bellavista para efectos de cálculo de la demanda de agua potable y alcantarillado de los reservorios, donde no existe posibilidad de crecimiento horizontal.

4.1.1.3 Densidad poblacional

La densidad poblacional de la ciudad de Sullana y Bellavista varía según la fuente estadística; para efectos del análisis del proyecto se tomará una densidad poblacional por cada una de las Ciudades de Sullana y Bellavista:

- 4.61 hab./viv, para la ciudad de Sullana,
- 5.18 hab./viv, para la ciudad de Bellavista

4.73 hab./viv. Como ponderado obtenido de la densidad poblacional y población de cada ciudad para los análisis de la Demanda Total de Agua Potable de la ciudad de Sullana y Bellavista de manera global.

Tabla N° 21
Densidad poblacional

Distrito	Densidad Poblacional (hab./viv.)		
	Censo de Población y Vivienda 2007	Plan de desarrollo Urbano	Para la presente Tesis
Sullana	4.51	4.74	4.67
Bellavista	4.74	4.92	4.75
Sullana-	4.33		4.75

Fuente: Censos de Población y Vivienda, Plan de Desarrollo Urbano, Proyecto Integral MPS.

4.1.1.4 Cobertura del servicio de agua potable.

De acuerdo a la base de datos de la EPS Zonal Sullana al mes de diciembre del 2015 cuenta con un total de 28,551.00 conexiones activas¹².

Tabla N° 22

INDICE DE CONTINUIDAD Y USUARIOS A DICIEMBRE 2015	
ITEM	SULLANA
HORAS PROMEDIO DICIEMBRE 2015	10.25
N° CONEXIONES ACTIVAS	28,551.00

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

¹²INFORME N° 010-2016-EPS GRAU-S.A-JZS-COyMANT - Informe para memoria anual 2015 de la coordinación operativa de Sullana

4.1.1.5 Pérdidas de agua

De acuerdo con los intentos de determinación del Nivel de Agua no Contabilizada, y tomando como válida la información que figura en el PMO de la EPS GRAU S.A. el Nivel de ANC estaría en el orden del 49.99%, situación que se manifestaría por la presencia de tuberías de A.C. que trabajan con presiones elevadas. Habiendo cumplido su periodo de vida útil.

Tabla N° 23

AGUA NO CONTABILIZADA durante los últimos 06 años¹³

AGUA NO CONTABILIZADA			
AÑO	VOLUMEN PRODUCIDO (M3)	VOLUMEN FACTURADO (M3)	AGUA NO CONTABILIZADA %
2010	12,404,104.00	6,697,971.00	46.00
2011	12,620,572.00	6,826,593.00	45.91
2012	13,480,302.00	6,929,036.00	48.60
2013	14,546,132.00	7,099,819.00	51.19
2014	15,045,649.00	6,718,005.00	55.35
2015	14,363,356.00	7,183,034.00	49.99

Fuente: Planta de Operaciones EPS GRAU ZONAL SULLANA - 2016

4.1.1.6 Tipos de usuarios

Comprende las siguientes clasificaciones de las conexiones registradas en el Sistema de EPS GRAU S.A – Zonal Sullana:

¹³INFORME N° 010-2016-EPS GRAU-S.A-JZS-COyMANT - Informe para memoria anual 2015 de la coordinación operativa de Sullana

A. Domestica :

Comprende aquellos usuarios cuyos predios son utilizados como vivienda o casa habitación. Se divide en Categoría Domestica I y Categoría Domestica II

▪ Domestica I:

Considera las conexiones de los que viven en un Asentamiento Humano, Pueblo Joven o que no está dentro de zonas urbanas o casco urbano se le factura un volumen asignado de 25 m³. por el importe S/. 18.90 nuevos soles. Si el usuario de esta categoría tuviera medición (medidor) se le factura por diferencia de lecturas ósea lo que marque el medidor

▪ Domestica II

Considera a los que viven dentro de zonas urbanas o casco urbano se le factura un volumen asignado de 25 m³ por el importe S/. 52.70 nuevos soles

Si el usuario de esta categoría tuviera medición (medidor) se le factura por diferencia de lecturas ósea lo que marque el medidor.

B. Comercial

Es aplicable a todo predio en cuyo interior se realizan actividades de compra y venta de bienes y prestación de servicios diversos.

Dentro de esta categoría se consideran las actividades siguientes: Panaderías, Pastelerías, Hoteles, Restaurantes, Cubicherías, Picanterías, Juguerías, Grifos, mercados municipales, mercados particulares y afines, colegios particulares, terminales terrestres entre otros.

C. Industrial

Se consideran a los predios en cuyo interior se realizan actividades de fabricación y/o transformación física y química de materiales y componentes en productos nuevos perecederos. Por ejemplo: Procesamiento de Productos Hidrobiológicos, Preparación de conservación de jugos de frutas y hortalizas, Preparación de aceite y grasa de origen vegetal o animal, Fabricación de Productos Textiles, Elaboración de productos de tabaco, Fabricación de prendas de vestir, Producción de madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles, Fabricación de papel y productos de papel, Fabricación de Productos de Caucho y Plástico, Fabricación de metales comunes, Fabricación de Maquinaria y equipo, entre otros

D. Estatal

Se considera a las unidades de uso destinadas al funcionamiento de entidades y reparticiones del Gobierno Central, Gobierno Regional, y Gobiernos Locales así como el funcionamiento de instituciones civiles que persiguen un fin social o comunitario y que no clasifiquen dentro de la categoría Social, Domestico, Comercial, o Industrial. Se consideran dentro de esta categoría los siguientes: Hospitales y Centros de Salud, Parques, jardines, cementerios entre otros.

E. Social

Se considera dentro de esta categoría a aquellos usuarios residenciales a quienes se les presenta un servicio común fuera de sus viviendas y a aquello inmuebles a cargo de

instituciones de servicio social en los que se albergan personas de escasos recursos económicos o que sirven de residencia a instituciones que prestan apoyo social. Por Ejemplo: Asilos, Albergue, Iglesias, Parroquias, Monasterios, Conventos, e Internados, Pílon o Pileta Publica,

4.2 Proyección de población.

4.2.1 Definiciones

La predicción del crecimiento poblacional deberá ser perfectamente justificada de acuerdo a las características de la ciudad, sus factores socio-económicos y su tendencia de desarrollo.

La población proyectada debe ser concordada con las densidades del Plan Regulador o Plan Director de desarrollo urbano de la localidad y los programas de expansión y desarrollo regional.

La proyección de la población se realiza empleando métodos que utilizan los datos de los censos de población y vivienda del INEI, determinándose por extrapolación los valores futuros.

Los valores obtenidos deben ser considerados como aproximados debido a la complejidad de los fenómenos que intervienen con el crecimiento poblacional.

La población futura en los proyectos se calcula por años y para el diseño de los componentes se tiene que determinar el período de diseño óptimo. Así, la población futura se calcula:

- Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá estar acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir estos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socioeconómicos, sus tendencias de desarrollo y otros que se pudieran obtener.
- Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6hab/vivienda.

4.2.2 Métodos de estimación de población futura

- A. Método de los Componentes.
- B. Modelos Matemáticos.
- C. Método Gráfico.

A continuación se explica cada uno de ellos

A. Método de los componentes

Se determinan conociendo cada uno de los factores que intervienen en el crecimiento y el desarrollo de una localidad, tales como: económicos (inversión), sociales (migraciones) y políticos.

B. Modelos matemáticos

Método Aritmético, Método Geométrico, Método de WAPPUS, Interés Compuesto, Interés Simple, Parábola de segundo grado, Incrementos Variables, Racional.

a) Método aritmético.

Este consiste y se emplea cuando la población está en franco crecimiento.

Para este método se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o * \left(1 + r * \frac{t}{100}\right)$$

Donde:

- P_f = Población futura (habitantes).
- r = Tasa de crecimiento anual (%).
- P_o = Población inicial de referencia (habitantes).
- T = Periodo de diseño, a partir del año dato para la población inicial (años).
- I = Índice de crecimiento anual (%).
- e = Base de los logaritmos neperianos.

b) Método geométrico.

Este método se utiliza para niveles de complejidad bajo, medio y medio alto, para poblaciones de actividad económica importante, el crecimiento es GEOMETRICO si el aumento de población es proporcional al tamaño.

$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

Donde:

- P_f = Población futura (habitantes).
- r = Tasa de crecimiento anual (%).
- P_o = Población inicial de referencia (habitantes).
- T = Periodo de diseño, a partir del año dato para la población inicial (años).
- I = Índice de crecimiento anual (%).
- e = Base de los logaritmos neperianos.

c) Método wappaus.

$$P_f = P_0 \left(\frac{200 + r * t}{200 - r * t} \right)$$

Donde:

P_f = Población futura (habitantes).

r = Tasa de crecimiento anual (%).

P_0 = Población inicial de referencia (habitantes).

T = Periodo de diseño, a partir del año dato para la población inicial (años).

I = Índice de crecimiento anual (%).

e = Base de los logaritmos neperianos.

d) Métodos de interés compuesto

$$P_f = P_0 * (1 + r)^t$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento (%)

t = tiempo (años)

P_0 = población de último censo

P_f = población futura (habitantes)

e) Método de interés simple

Este método es aplicado por lo general a localidades rurales.

$$P_f = P_0 * (1 + r * t)$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento anual (%).

t = Tiempo (años).

P_0 = Población de último censo (habitantes).

P_f = Población futura (habitantes).

f) Método de parábola de segundo grado

La ecuación que la define es:

$$Y = A + B * X + C * X^2, \text{ cuando } X = 0$$

La ecuación anterior es similar a:

$$P_f = P_o + B * t + C * t^2, \text{ t = 0 en el año } P_o$$

Donde:

t = Tiempo (años).

B,C = Constantes.

P₀ = Población de último

P_f = Población futura

g) Método de incremento variables

A este método lo define la siguiente ecuación:

$$P_t = P_n + m * \Delta 1P + \frac{m}{2} * (m + 1) * \Delta 2P$$

Donde:

P_t = Población a "m" intervalos de tiempo.

P_n = Población ultima de referencia.

m = N° de intervalos de tiempo.

$\Delta 1P$ = Promedio de incrementos variables de población.

$$\Delta 1P = \frac{(P_n - P_o)}{(n - 1)}$$

Donde:

P_o = Población inicial.

n = número de clases.

m = 0 en 2005.

$$\Delta^2 P = \frac{(P_n - P_{n-1}) - (P_1 - P_0)}{(n - 2)}$$

Donde:

P_{n-1} = Población penúltima de referencia.

P_1 = Población siguiente a P_0 .

h) Método racional

Esté definido por la siguiente ecuación:

$$P_f = P_a + (N + D) * n + (I - E) * n$$

Donde:

(N - D) = Es crecimiento vegetativo.

(I - E) = Es crecimiento migratorio.

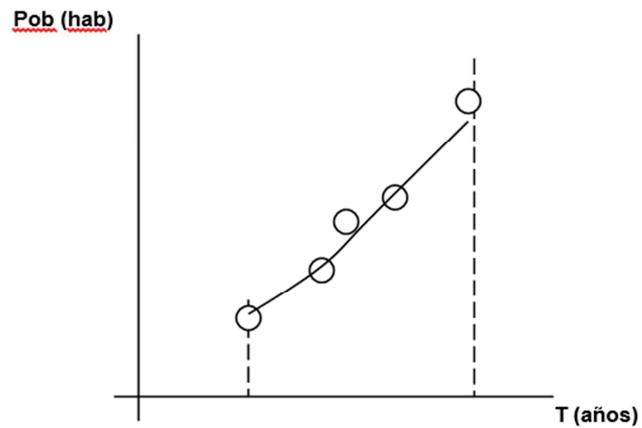
Los nacimientos y defunciones se extraen

P_a = Población de último censo (habitantes).

n = Tiempo, n=0 en el año P_a .

i) Método del gráfico

Es un método por comparación que se utilizaba antiguamente cuando no existían computadoras.



Si en un gráfico se representan las poblaciones censadas en el tiempo de una localidad, es posible graficar la tendencia de la curva de esta, en la que ocurrieron sucesos que originaron ese crecimiento. De manera que si existe una población cercana y/o similar por las características y que es motivo de estudio, se puede asumir que van a seguir la misma tendencia.

4.2.3 Datos censos INEI

Para nuestro proyecto tenemos tres datos censales de la base de INEI de los años:

Tabla N° 24
Resultados censales INEI

POBLACIÓN PROVINCIA DE SULLANA DIST. SULLANA Y BELLAVISTA

Categorías	AÑO		
	1981	1993	2007
Hombre	59923	75039	93769
Mujer	62128	78732	98904
Total	122,051	153,771	192,673

Fuente Propia 2016

4.2.4 Datos catastro Municipalidad Provincial de Sullana.

Según los datos de la oficina de catastro de la Municipalidad Provincial de Sullana al año 2011 la lotización de la ciudad de Sullana es la siguiente:

Tabla N° 25

Lotización de la ciudad de Sullana al año 2011

Sector	N° Lotes
A.H José Carlos Mariátegui Sector - A	171.00
A.H José Carlos Mariátegui Sector - B	257.00
Adus	2,500.00
Ah. 04 De Noviembre	218.00
Ah. 15 De Marzo B2	79.00
Ah. 15 De Marzo D	248.00
Ah. 15 De Marzo Sector A	127.00
Ah. 15 De Marzo Sector B1	86.00
Ah. 15 De Marzo Sector C	75.00
Ah. 17 De Enero	140.00
Ah. 9 De Octubre 2	1,188.00
Ah. Carlos Augusto Salaverry	120.00
Ah. César Vallejo Sector A	235.00
Ah. César Vallejo Sector B	224.00
Ah. El Obrero 1	2,327.00
Ah. Esteban Pavletich I Etapa	304.00
Ah. Esteban Pavletichli Etapa	148.00
Ah. Francisco Bolognesi	71.00
Ah. Héroe Del Cenepa	323.00
Ah. Jorge Basadre I Etapa	457.00
Ah. Jorge Basadre li Etapa	93.00
Ah. José Carlos Mariátegui	412.00
Ah. José Santiago Zapata Silva A	152.00

Ah. José Santiago Zapata Silva B	196.00
Ah. Juan Velasco Alvarado	366.00
Ah. Los Cocos De Mambré	40.00
Ah. Luis M. Sánchez Cerro	1,910.00
Ah. Manuel Seoane	75.00
Ah. Nuevo Porvenir	554.00
Ah. Pilar Nores De García	150.00
Ah. Santa Teresita 2	2,148.00
Ah. Santa Teresita li Etapa	119.00
Ah. Tupac Amaru	628.00
Ah. VictorElorz Goicochea	279.00
Ah. Villa Primavera	723.00
Ampliación Asoc. Jaime Bardales I Etapa	426.00
Apv. Ccc	43.00
Apv. La Perla Del Chira	50.00
Apv. Las Capullanas	245.00
Apv. Las Capullanas 2	51.00
Apv. Los Cedros	36.00
Apv. Pedro Silva Arévalo	350.00
Apv. Ramiro PrialéPrialé	354.00
Apv. Victor Raúl Haya De La Torre	49.00
Asoc. Jaime Bardales I Etapa	345.00
Asoc. Jaime Bardales li Etapa	324.00
Barrio Bellavista Sector B	46.00
Barrio Buenos Aires	1,778.00
Barrio El Porvenir Sector A	1,273.00
Barrio El Porvenir Sector B	162.00
Barrio Leticia	908.00
Barrio Norte	965.00
Barrio Sur	1,852.00
Bellavista Cercado	3,106.00

Centro De Sullana	714.00
ElianeKarp	125.00
Isaias Vásquez Morán	250.00
Nuevo Horizonte	646.00
Urb. Empleaados Bancarios	61.00
Urb. Jardín	903.00
Urb. López Albuja I Etapa	586.00
Urb. López Albuja II Etapa	558.00
Urb. Mariano Santos	155.00
Urb. Nvo Santa Rosa	96.00
Urb. Pop. Nueva Sullana	770.00
Urb. Popular Loma De Teodomiro	81.00
Urb. Popular Nueva Esperanza	835.00
Urb. Salaverry	200.00
Urb. Santa Rosa 1	1,904.00
Urb. Sullana	142.00
Villa Perú Canadá	472.00
Zue Carretera A Paita	466.00
TOTAL	38,470.00
Fuente: Municipalidad Provincial de Sullana	

Según el plan de sectorización de la Entidad Prestadora de Servicio Grau SA. Los asentamientos humanos correspondientes al abastecimiento del sector Mambre corresponden:

Tabla N° 26

AA.HH abastecidos por el Reservorio Mambre

Sector	N° Lotes
Ah. 04 De Noviembre	218.00
Ah. 17 De Enero	140.00

Ah. Carlos Augusto Salaverry	120.00
Ah. César Vallejo Sector A	235.00
Ah. César Vallejo Sector B	224.00
Ah. El Obrero 1	2,327.00
Ah. Juan Velasco Alvarado	366.00
Ah. Luis M. Sánchez Cerro	955.00
Ah. Manuel Seoane	75.00
Ah. Santa Teresita 2	2,148.00
Ah. VictorElorz Goicochea	279.00
Apv. Las Capullanas	245.00
Apv. Pedro Silva Arévalo	350.00
Barrio Buenos Aires	1,778.00
Barrio Leticia	908.00
Barrio Norte	965.00
Barrio Sur	1,852.00
Centro De Sullana	714.00
Urb. Empleaados Bancarios	61.00
Urb. Jardín	903.00
Urb. Mariano Santos	155.00
Urb. Nvo Santa Rosa	96.00
Urb. Salaverry	200.00
Urb. Santa Rosa 1	1,697.00
Urb. Sullana	142.00
Apv. Víctor Raúl Haya De La Torre	49.00
TOTAL	17,202.00
	Fuente Propia

Existen zonas restringidas del servicio de agua potable, es decir que no cuentan con la presión mínima para que el agua llegue a sus casas, por lo que para esta tesis estoy planteando la

delimitación sectorial que comprende los siguientes asentamientos humanos:

Tabla N° 27

AA.HH considerados en la delimitación sectorial propuesta

Asentamientos Humanos Sector	N° Lotes
Ah. 04 De Noviembre	218.00
Ah. El Obrero 1	1,597.00
Ah. Juan Velasco Alvarado	366.00
Ah. Luis M. Sánchez Cerro	955.00
Ah. Manuel Seoane	75.00
Barrio Buenos Aires	1,778.00
Barrio Leticia	908.00
Barrio Norte	965.00
Barrio Sur	1,852.00
Centro De Sullana	714.00
Urb. Empleados Bancarios	61.00
Urb. Salaverry	200.00
Urb. Santa Rosa 1	455.00
Urb. Sullana	142.00
Apv. Víctor Raúl Haya De La Torre	49.00
TOTAL	10,335.00
	Fuente Propia

4.2.5 Cálculo de población año 2016.

Con los datos de la catastro hasta el año 2011, se han empleado tres métodos matemáticos: Método Aritmético, Método Geométrico y Método de Wappaus para el cálculo de la población para el año actual (2016), mostrado a continuación:

Tabla N° 28

Número de habitantes de los AA.HH delimitados

Asentamientos Humanos Sector Mambre	N° Lotes	Densidad Poblacional Censo De Población Y Vivienda 2007 (Hab/Vivienda)	N° Habitantes
Ah. 04 De Noviembre	218.00	4.49	979.00
Ah. El Obrero 1	1,597.00	4.49	7,171.00
Ah. Juan Velasco Alvarado	366.00	4.49	1,643.00
Ah. Luis M. Sánchez Cerro	955.00	4.49	4,288.00
Ah. Manuel Seoane	75.00	4.49	337.00
Barrio Buenos Aires	1,778.00	4.49	7,983.00
Barrio Leticia	908.00	4.49	4,077.00
Barrio Norte	965.00	4.49	4,333.00
Barrio Sur	1,852.00	4.49	8,315.00
Centro De Sullana	714.00	4.49	3,206.00
Urb. Empleados Bancarios	61.00	4.49	274.00
Urb. Salaverry	200.00	4.49	898.00
Urb. Santa Rosa 1	455.00	4.49	2,043.00
Urb. Sullana	142.00	4.49	638.00
Apv. Victor Raúl Haya De La Torre	49.00	4.49	220.00
TOTAL	10,335.00		46,405.00
Fuente Propia			

Con este dato aplicamos tres métodos para calcular la población del sector Mambré al año 2016:

Pf - al año	=	2016	
Po - al año	=	2011	
Po	=	46.405	Dato del cálculo anterior (Catastro MPS)
r	=	1,81	Dato de INEI
t	=	5	

1º MÉTODO ARITMÉTICO

$$Pf = Po * \left(1 + r * \frac{t}{100} \right)$$

Donde:

Pf Población futura (hab)

Po Población inicial de referencia (hab)

r Tasa anual de crecimiento (%)

t : dato para la población inicial (años)

APLICANDO LA FÓRMULA

Pf . = **50.605 Habitantes**

2º MÉTODO GEOMÉTRICO

$$Pf = Po * \left(1 + \frac{r}{100} \right)^t$$

Donde:

Pf Población futura (hab)

Po Población inicial de referencia (hab)

r Tasa anual de crecimiento (%)

t : Periodo de diseño, a partir del año

APLICANDO LA FÓRMULA

Pf . = **50.759 Habitantes**

3º MÉTODO DE WAPPAUS

$$P_f = P_o \left(\frac{200 + r * t}{200 - r * t} \right)$$

Donde:

P_f Población futura (hab)

P_o Población inicial de referencia (hab)

r Tasa anual de crecimiento (%)

t : Periodo de diseño, a partir del año

APLICANDO LA FÓRMULA

P_f = 50.804 Habitantes

Para la presente tesis se asumirá para el año 2016 una población de 50,605 habitantes en el sector que abastece el Reservorio Mambré, es decir el resultado del método aritmético.

4.3 Propuesta de dimensionamiento del sector Mambré de la ciudad de Sullana

El planteamiento de la solución para el abastecimiento de agua del sector Mambré en la ciudad de Sullana, se ha realizado en base a la evaluación de los diferentes componentes del sistema, así como a la información estadística proporcionada por la EPS GRAU.S.A y la Municipalidad Provincial de Sullana.

4.3.1 Análisis hidráulico de las redes de distribución del sector Mambré de la ciudad de Sullana en estado estático, aplicando el programa de cómputo Watercad/Gems.

Etapas I: Planos.

Contamos con los siguientes planos proporcionados por la EPS GRAU S.A:

- Plano de redes existentes de la ciudad de Sullana y Bellavista,
- Plano topográfico de la ciudad de Sullana y Bellavista,
- Plano de lotización de la ciudad de Sullana y Bellavista.

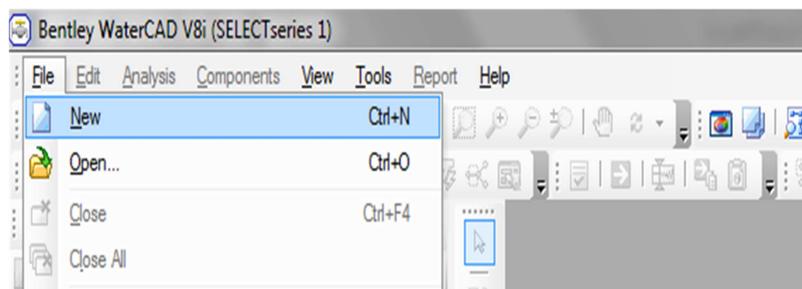
Etapa II: Construcción Topológica–Esqueletonización

Determinamos las redes existentes para el sector en estudio: “Mambre”, ver Plano N° PL-03.

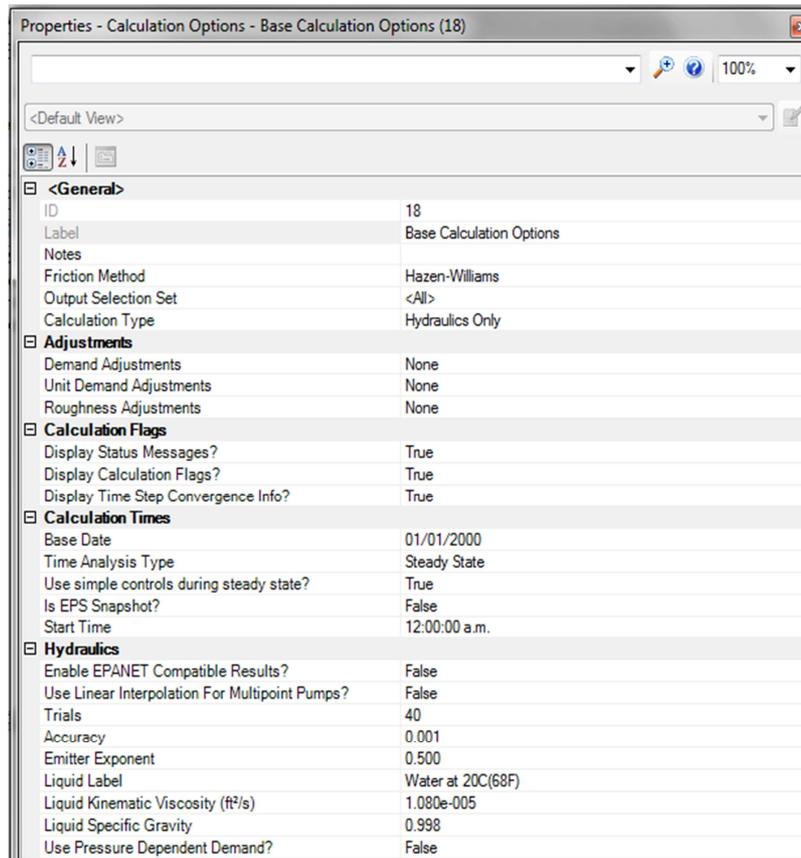
ETAPA III: Ingreso de datos al programa Watercad V8i.

A. Creación y configuración del proyecto

En el Menú despegable seleccionar **File/New** ó **Ctrl+N**.



Luego de crear un nuevo modelo, en primer lugar se definió la configuración básica del Proyecto. Para ello en el menú Análisis seleccionar Calculation Options(Opciones de cálculo).



Aceptamos la configuración por defecto que se muestra. Así tenemos que la ecuación de **Hazen-Williams** se usará como método de cálculo de la fricción (Friction Method).

Ver que el tipo de análisis (Time Analysis Type), seleccionado es en Estado Estático (Steady State).

Como líquido a modelarse considera: **Water at 20C(68F) (Liquid)**.

Cabe señalar que:

- WaterCAD/GEMS, puede modelar tuberías a presión con diferentes fluidos a diversas temperaturas
- Para balancear hidráulicamente la red, utiliza el Método de Gradiente, que es iterativo.

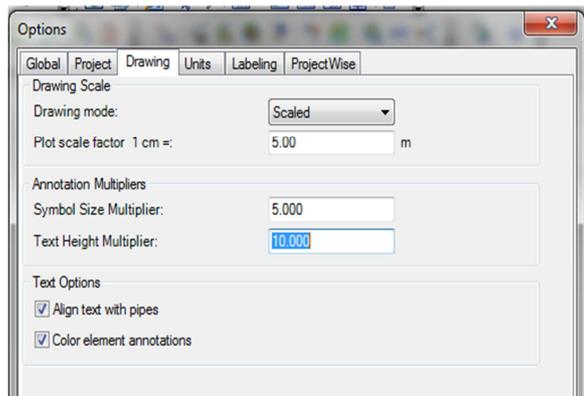
B. Opciones generales del proyecto.

Con respecto a las opciones generales del proyecto, es necesario definir el sistema de unidad es de nuestra preferencia, los colores de fondo y frontales, los tamaños de los textos y símbolos.

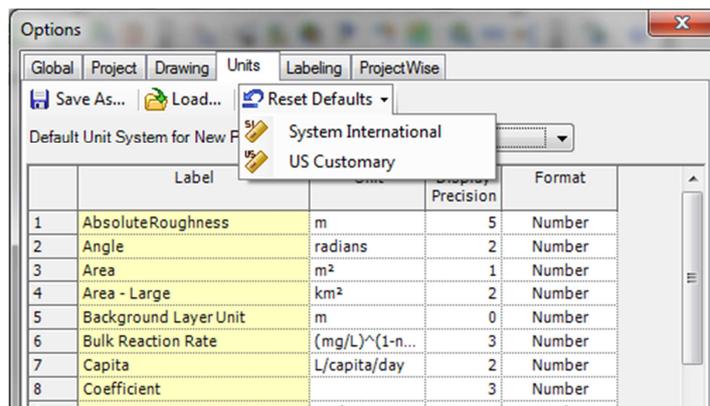
Ahora en el menú **Tools** elegimos **Options**.

En el presente proyecto, trabajaremos en forma Scaled (La longitud en el modelo es real).

Introducir 5 en Symbol Size Multiplier y 10 en **Text Height Multiplier**, en la sección **Annotation Multipliers**, (multiplicadores de anotación) como los valores multiplicadores para las anotaciones y símbolos del dibujo.

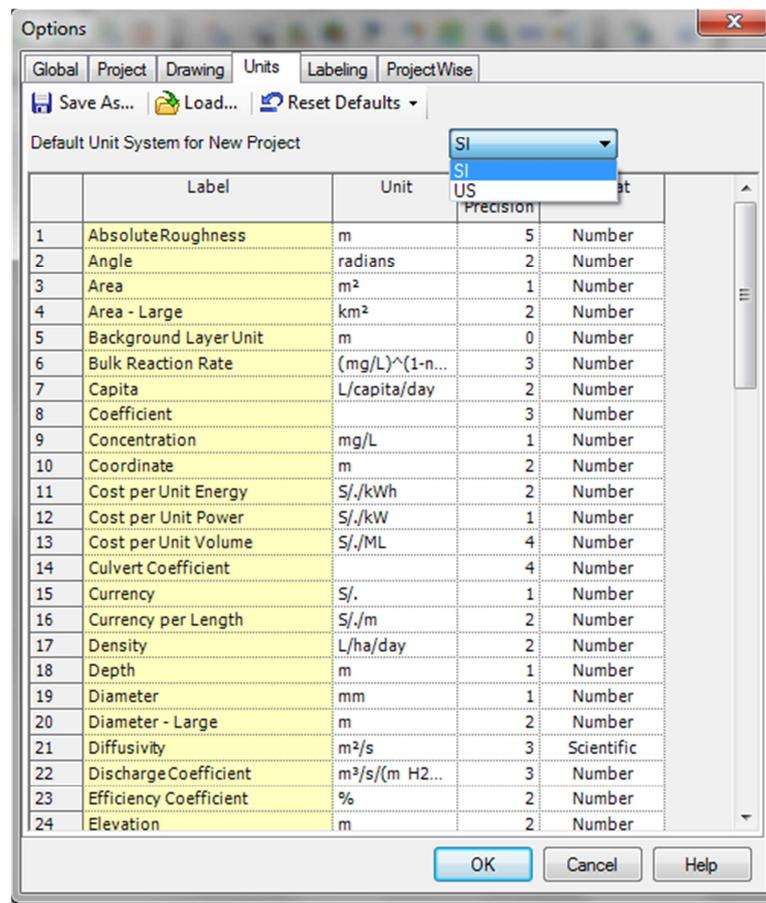


Asimismo, debemos verificar el sistema de unidades con la cual estará configurado el Proyecto.



En la ventana **Options**, en la etiqueta <Units>, en <Reset Defaults>, seleccionar **SI (System International)**

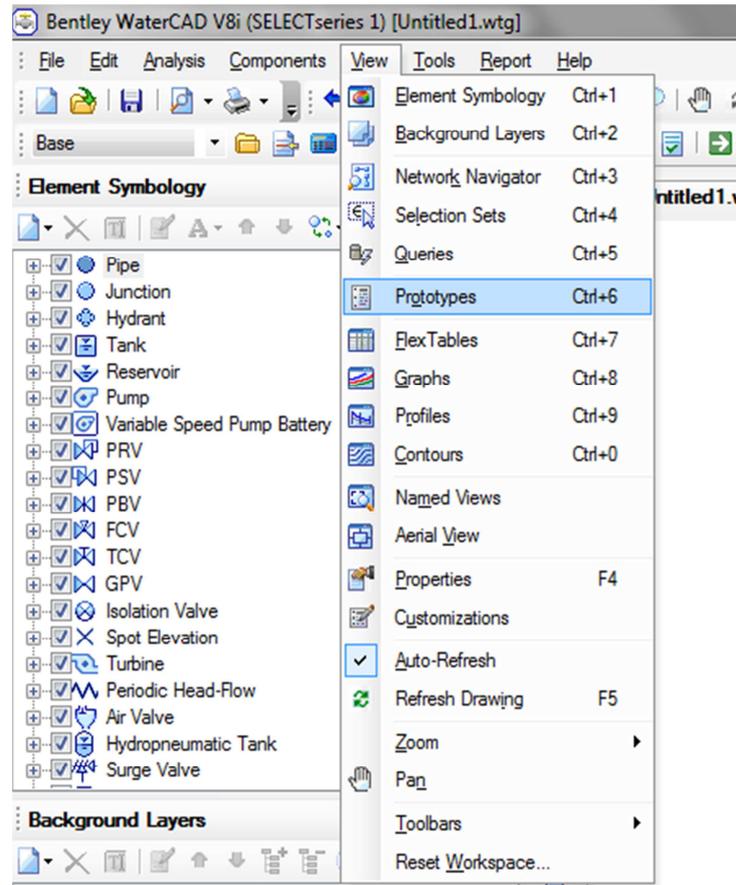
También en **Default Unit System for New Project**, seleccionar **SI** (Sistema Internacional).



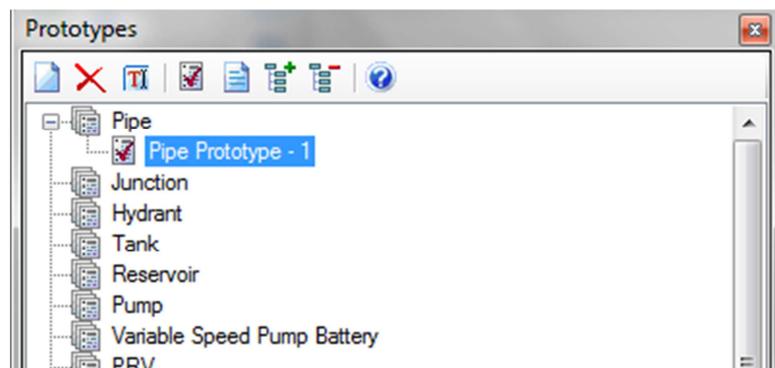
Luego, hacer clic **OK**.

El WaterCAD/GEMS, ofrece asignar valores por defecto a cada uno de los prototipos a utilizar en el modelo hidráulico.

Para ello, ir al menú **View** y seleccionar **Prototypes**.



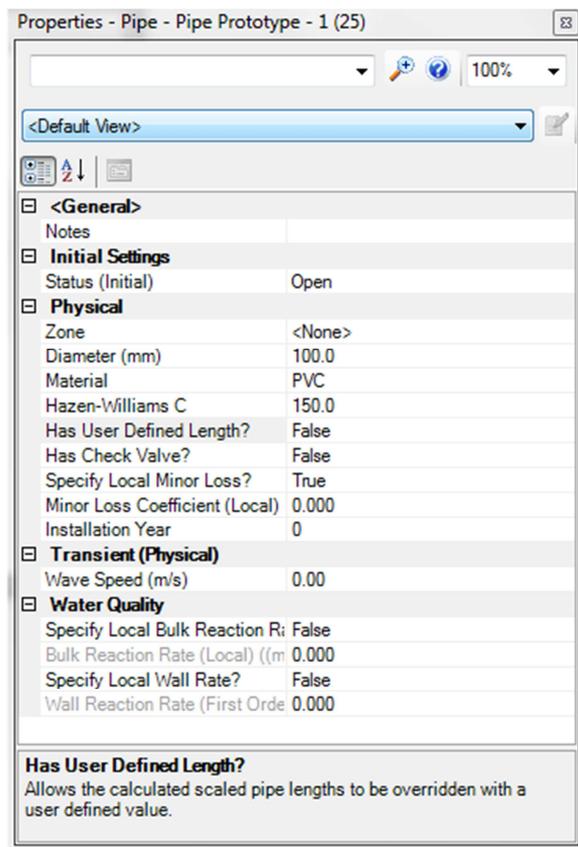
Hacer click en el botón **New**, para crear un nuevo prototipo (Pipe Prototype-1).



Para el caso de las tuberías (Pipe), en la ventana de diálogo que a continuación se muestra configurar como se muestra, donde se

considera como datos por defecto:

- Diámetro: 110mm
- Material: AC
- Hazen y William C: 140



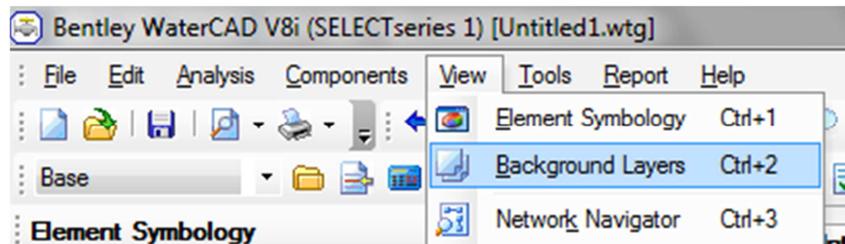
Luego cerrar la ventana **Prototypes** (Prototipos).

Recordar que estos serán datos que por defecto contendrá cada tubería al inicio, luego se podrá modificar sus datos para cada uno de ellos.

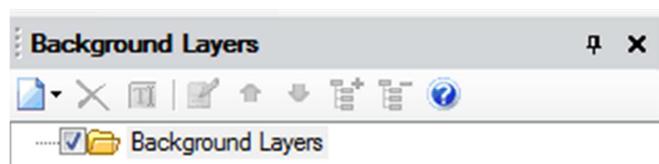
C. Recuperación de la cartografía (planimetría) y manzaneo.

Para recuperar la planimetría de la zona de estudio, se realiza lo siguiente, estando trabajando en WaterCAD/GEMS:

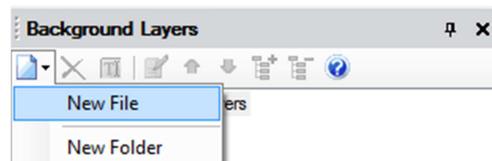
En el menú desplegable **View**, seleccionamos la opción **Background Layers**.



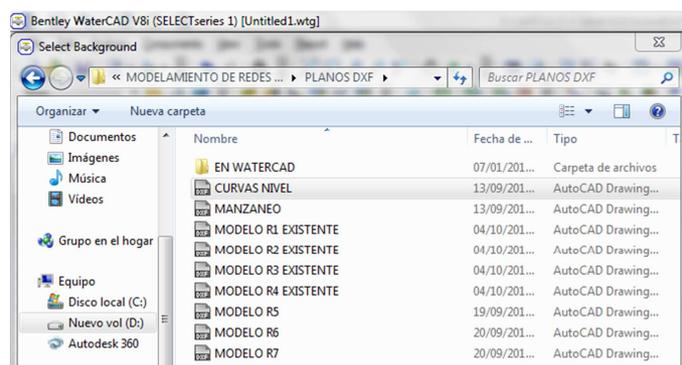
En la ventana de diálogo **Background Layers**.



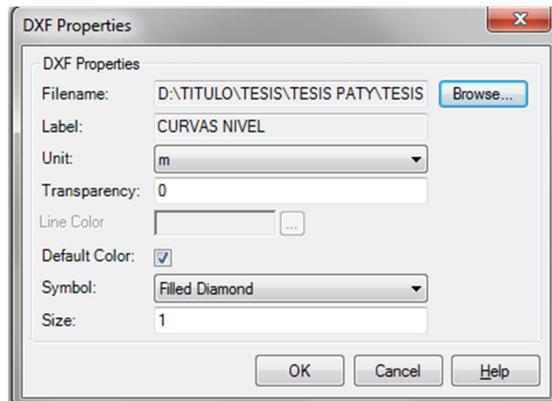
En el primer botón de la izquierda , elegir **New File**.



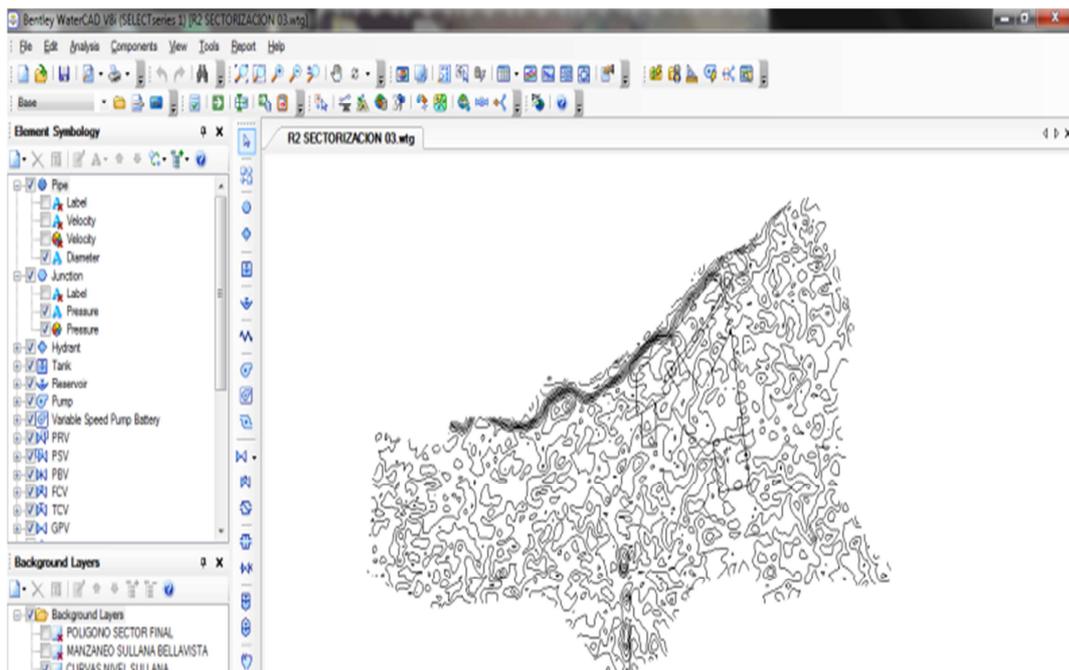
Ubicamos y abrimos el archivo, en donde lo tenemos guardado, en nuestro proyecto está denominado como “CURVAS DE NIVEL”.



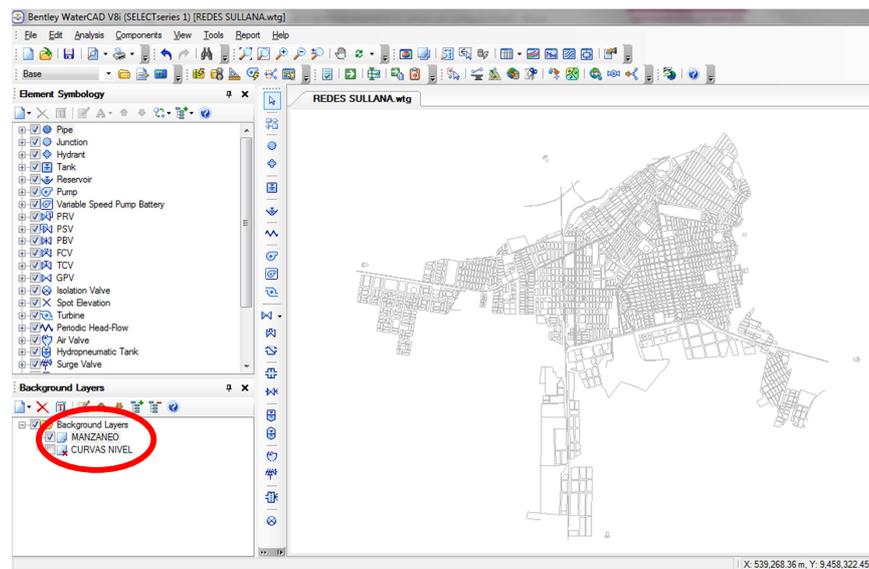
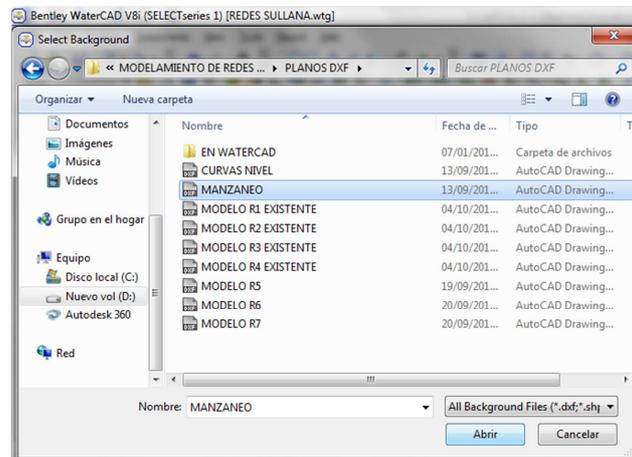
Aparecerá la ventana siguiente, y hacer click en **OK**.



Si no aparece la planimetría, presionar el botón **zoom extents**  de la barra de herramientas superior para obtener una vista de toda la extensión del modelo.



Con el mismo procedimiento abrimos el archivo que hemos denominado manzaneo:

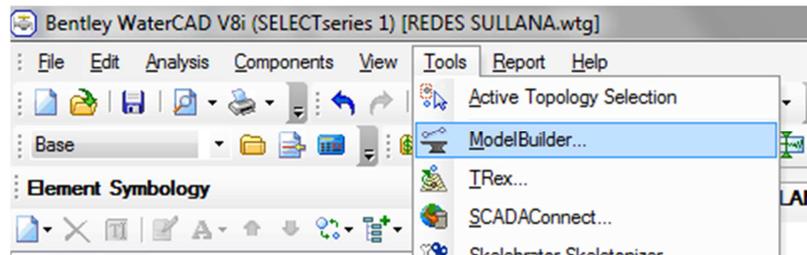


D. Generar la red matriz en watercadv8i a partir de un archivo cad.

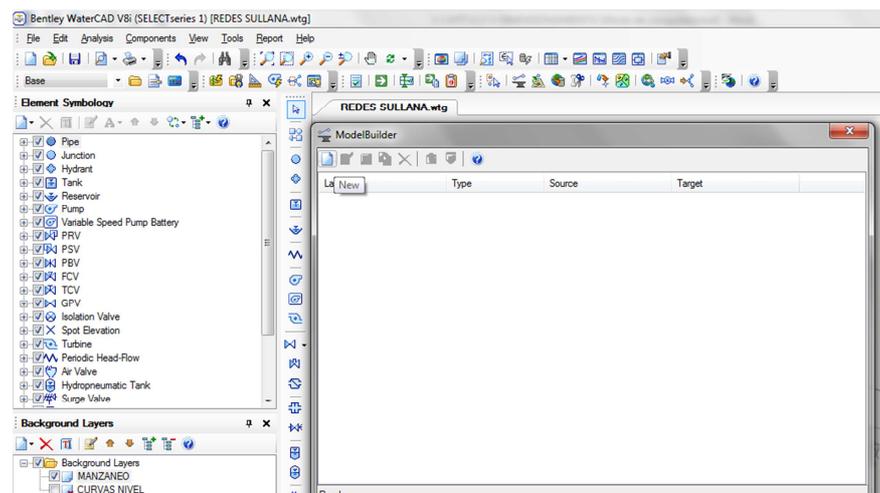
En el plano de redes existentes de la ciudad de Sullana y Bellavista Plano denominado (archivo de autocad) para el sector Mambré se ha delimitado las tuberías principales y se han proyectado tuberías

para cerrar el sector, (utilizando estilo poli líneas) y generamos el archivo en dxf, al cual denominamos: Modelo R2 existente.

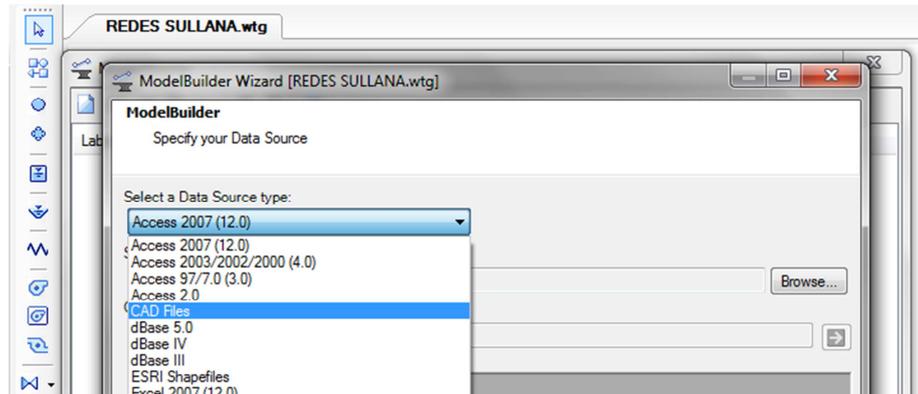
En el menú desplegable **Tools**, seleccionamos la opción **Model Builder**.



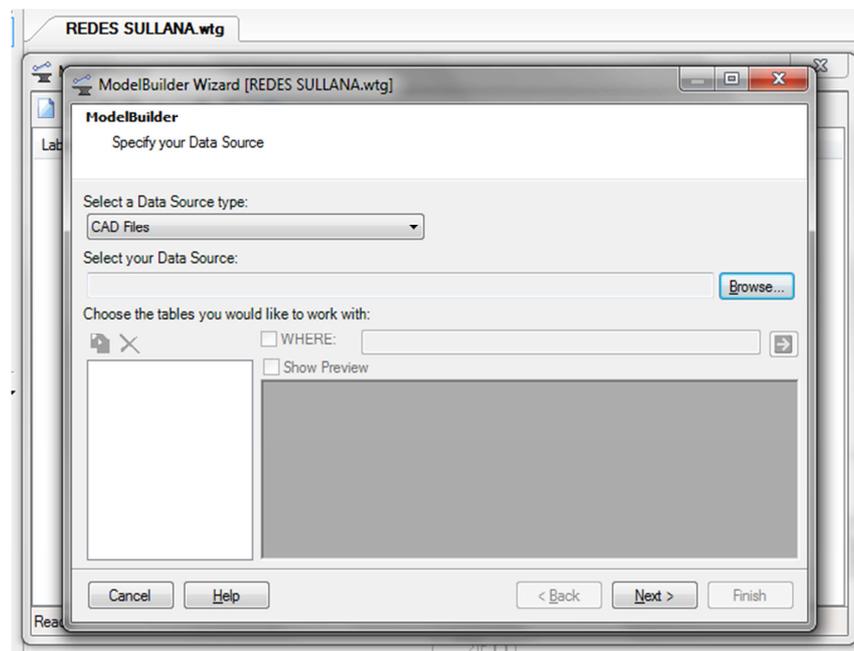
Aparece la siguiente ventana en la que seleccionamos el ícono nuevo (New).

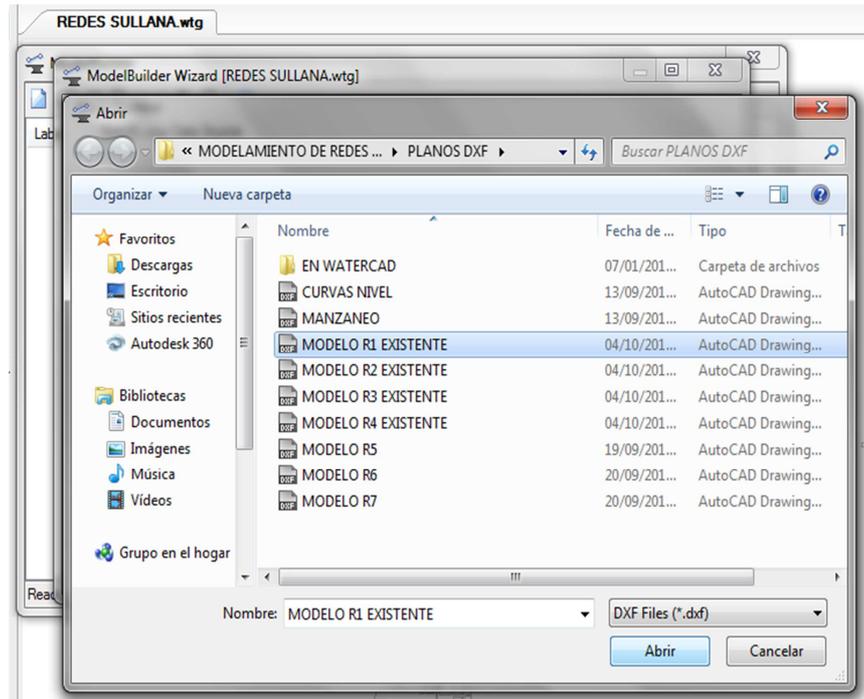


En la opción **Select a Data SourceType**, el archivo que usamos es un archivo de autocad por lo que seleccionamos **CAD Files**.

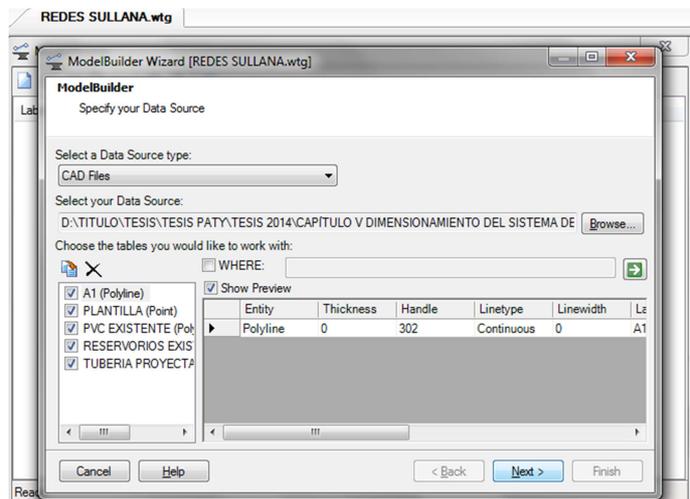


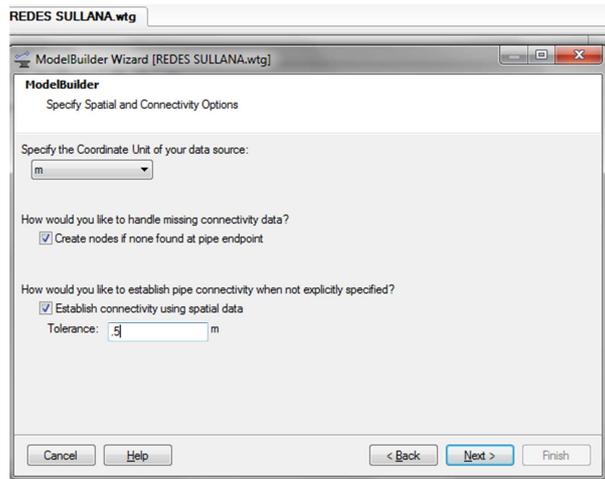
En la opción **Select your Data Source** seleccionamos el archivo cad que denominamos Modelo R2 existente



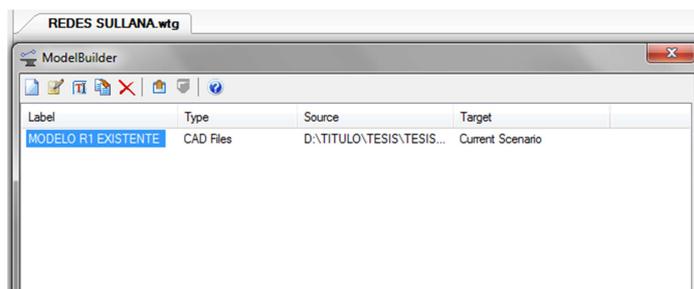
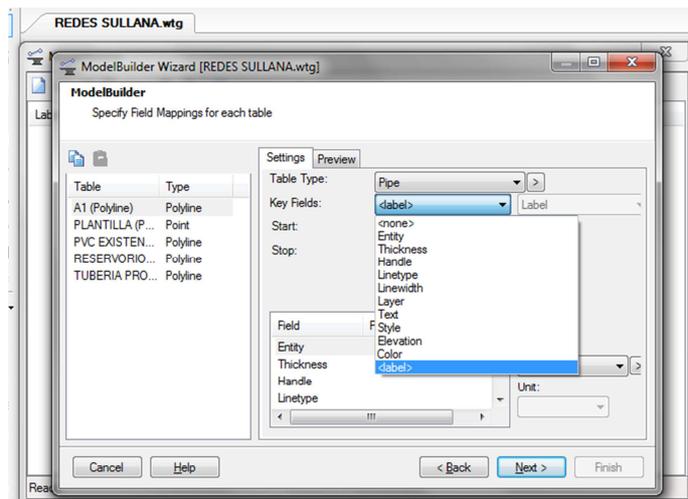


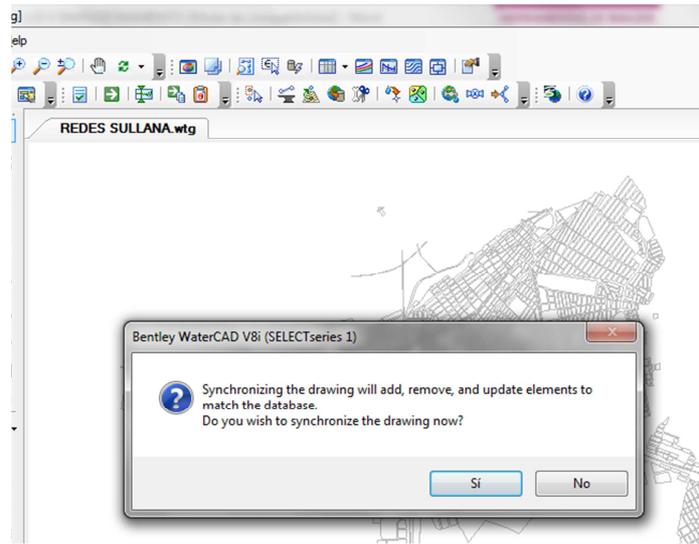
Aparecerá esta ventana donde muestra las capas del archivo que hemos seleccionado, damos click en siguiente (Next)



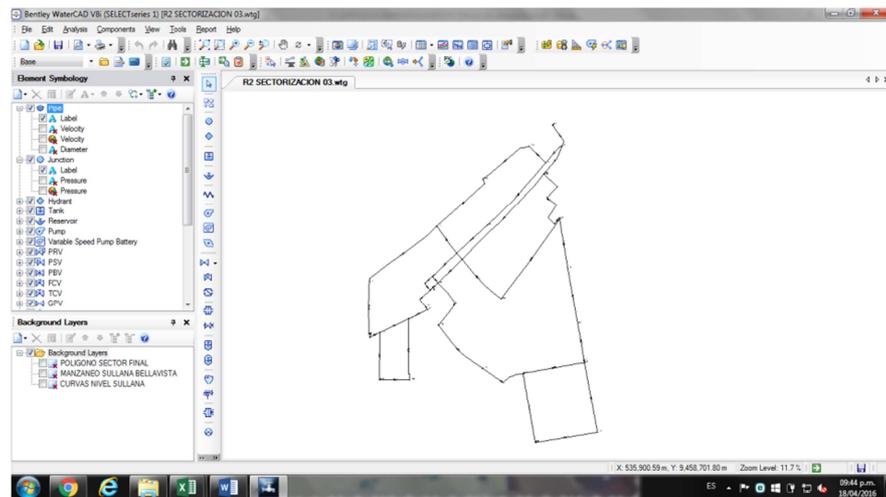


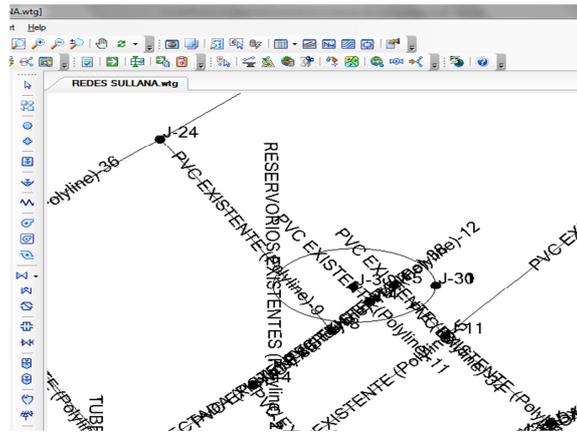
Seleccionamos <label> en Key Field y click en siguiente (next)



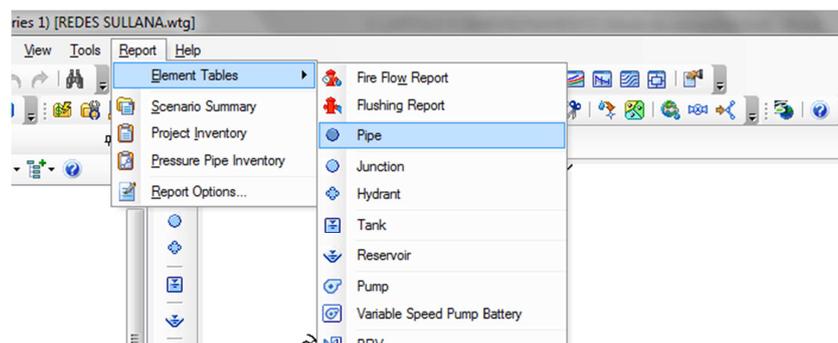


Aparecerá la red que hemos importado de autocad.





Ahora configuraremos el texto de las tuberías (Pipe) y los nudos.



En el menú desplegable **Report**, seleccionamos la opción **Element Tables** y la opción tubería (**Pipe**).

En la columna (**label**), hacemos anticlick y seleccionamos la opción (**Relabel**)

FlexTable: Pipe Table (REDES SULLANA.wtg)

ID	Label	Length (Scaled)	Start Node	Stop Node	Dis (
27: A1 (Polyl...	27 A1 (P...			J-2	
30: PVC EXI...	30 PVC E...			J-4	
33: PVC EXI...	33 PVC E...			J-4	
35: PVC EXI...	35 PVC E...			J-7	
38: PVC EXI...	38 PVC E...			J-8	
40: PVC EXI...	40 PVC E...			J-10	
43: PVC EXI...	43 PVC EXISTE...	74.01	J-11	J-5	
45: PVC EXI...	45 PVC EXISTE...	77.21	J-12	J-13	

Seleccionamos la opción (Renumber), y a continuación denotaremos a los tramos de tuberías con el prefijo P

Element Relabeling

Relabel Operation

Relabel Operation: **Replace**

Find and Replace

Find:

Replace With:

Match Case:

Element Relabeling

Relabel Operation

Relabel Operation: **Renumber**

Renumber

Next:

Increment:

Prefix:

Digits:

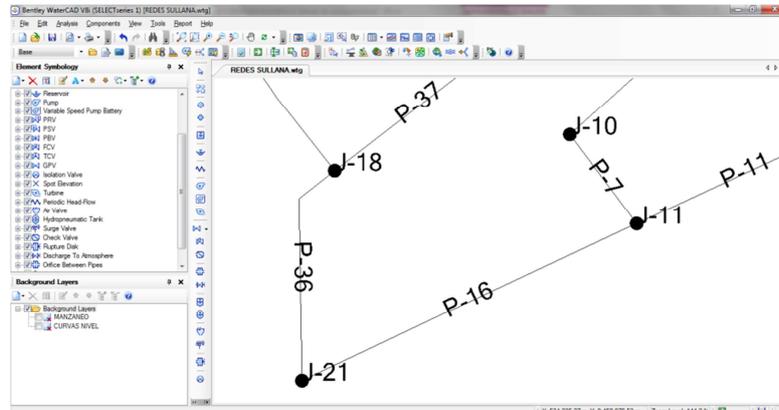
Suffix:

Preview

Preview:

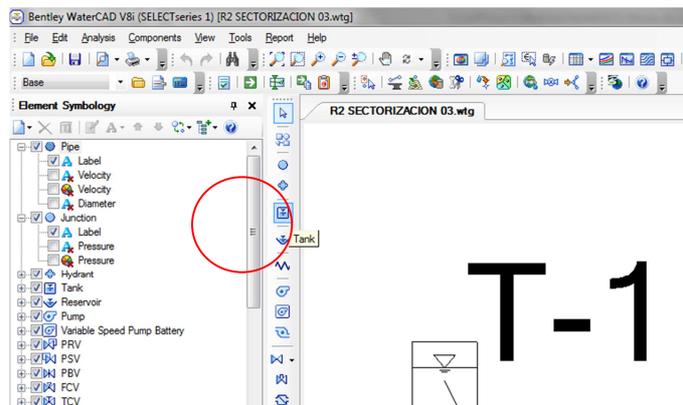
OK Close Help

Aparecerán las tuberías renombradas tal como se detalló.



E. Ubicación de componentes

Luego de generar las redes, se ubicó el reservorio Mambre, usando el prototipo: Tank (tanque).

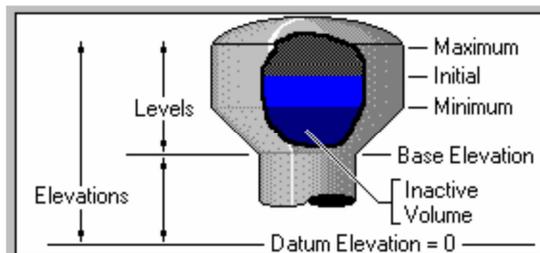
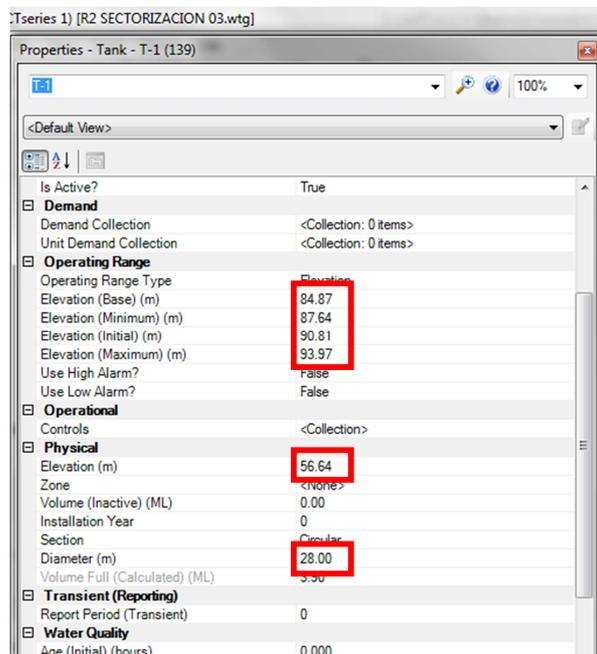


F. Ingreso de datos – Entering data

a) Datos para el reservorio:

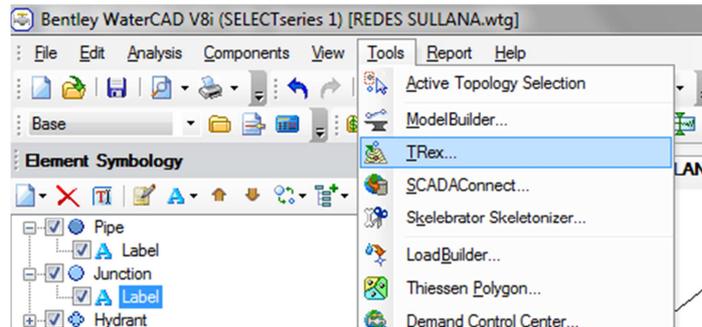
Hacer doble click sobre el Tank “T-1” (o haciendo click derecho y seleccionar **Properties**).

En la ventana que aparece ingresar los datos:

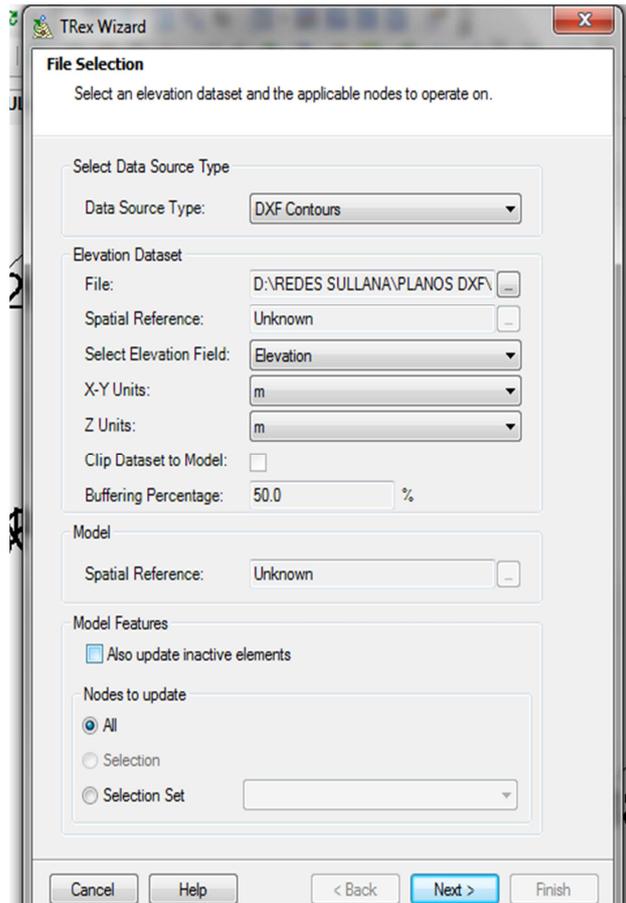


b) Asignar cotas de terreno en cada uno de los nudos (Junction).

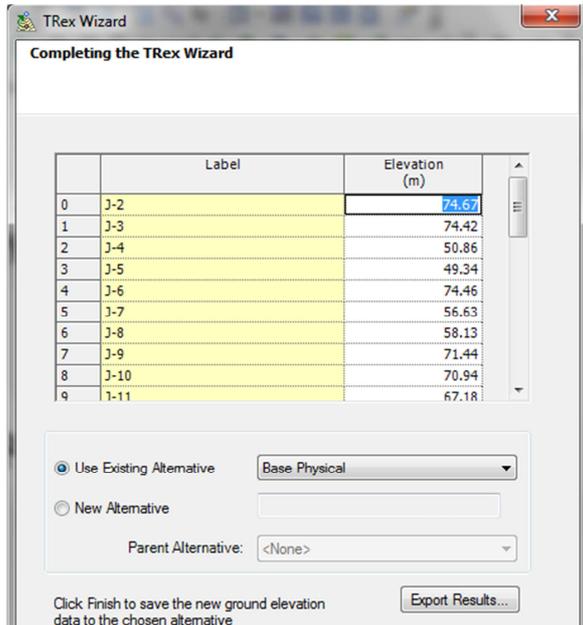
En el menú desplegable herramientas (**Tools**), seleccionamos la opción **Trex....**



- En la opción **Select a Data SourceType**, el archivo que usamos es un archivo de autocad por lo que seleccionamos **DXF Contours**.
- En la opción archivo (**File**), seleccionamos la ubicación de nuestro archivo de curvas de nivel del proyecto.
- En la opción **Select Elevation Field**, seleccionamos elevación (**elevation**), que es la cota de cada nodo que vamos a encontrar.
- En la opción X-Y Units seleccionamos como unidad metros (**m**).
- En la opción Z Units seleccionamos como unidad metros (**m**).

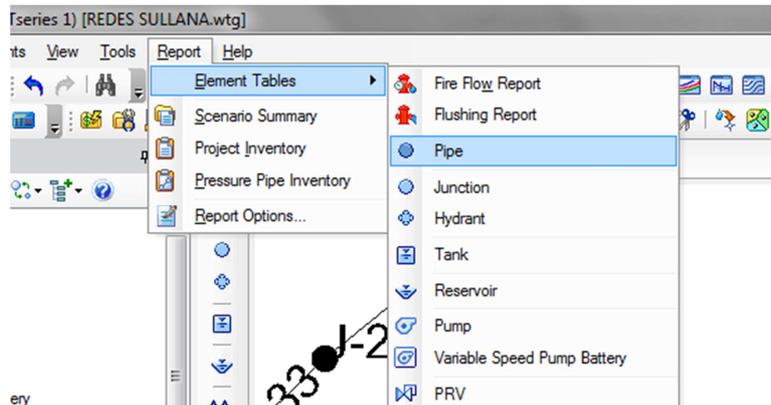


Click en siguiente (**Next**), y aparecerá la tabla de las elevaciones de cada nodo. Las elevaciones calculadas son a nivel de terreno natural por lo que a cada una de ellas le descontamos 1.20m, que es el recubrimiento que asumimos de la tubería.



c) Datos de las tuberías (Pipe)

En el menú desplegable **Report**, seleccionamos la opción **Element Tables** y la opción tubería (**Pipe**).



En la columna diámetro (**Diameter**), digitaremos los diámetros de las tuberías correspondientes a los tramos de la tubería existente y tubería proyectada.

FlexTable: Pipe Table (REDES SULLANA.wtg)									
ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has	V
26: P-1	26 P-1	23.15	T-1	J-2	400.0	PVC	150.0		
29: P-2	29 P-2	29.10	J-3	J-2	400.0	PVC	150.0		
31: P-3	31 P-3	46.09	J-4	J-5	200.0	PVC	150.0		
34: P-4	34 P-4	47.90	J-2	J-6	400.0	PVC	150.0		
36: P-5	36 P-5	65.42	J-7	J-8	160.0	PVC	150.0		
39: P-6	39 P-6	74.01	J-9	J-3	300.0	PVC	150.0		
41: P-7	41 P-7	77.21	J-10	J-11	250.0	PVC	150.0		
44: P-8	44 P-8	92.90	J-6	J-12	350.0	PVC	150.0		
46: P-9	46 P-9	118.01	J-13	J-14	110.0	PVC	150.0		
49: P-10	49 P-10	136.75	J-15	J-9	300.0	PVC	150.0		
51: P-11	51 P-11	167.05	J-11	J-16	110.0	PVC	150.0		
53: P-12	53 P-12	173.58	J-7	J-17	110.0	PVC	150.0		
55: P-13	55 P-13	178.26	J-9	J-10	350.0	PVC	150.0		
56: P-14	56 P-14	258.23	J-18	J-19	110.0	PVC	150.0		
59: P-15	59 P-15	214.39	J-20	J-4	200.0	PVC	150.0		
61: P-16	61 P-16	254.88	J-21	J-11	110.0	PVC	150.0		
63: P-17	63 P-17	266.43	J-22	J-6	200.0	PVC	150.0		
65: P-18	65 P-18	277.51	J-23	J-20	200.0	PVC	150.0		
67: P-19	67 P-19	273.46	J-13	J-24	110.0	PVC	150.0		
69: P-20	69 P-20	288.90	J-8	J-23	160.0	PVC	150.0		
70: P-21	70 P-21	288.81	J-4	J-8	250.0	PVC	150.0		
71: P-22	71 P-22	290.85	J-14	J-25	110.0	PVC	150.0		
73: P-23	73 P-23	291.76	J-5	J-7	110.0	PVC	150.0		
74: P-24	74 P-24	322.47	J-26	J-22	200.0	PVC	150.0		
76: P-25	76 P-25	352.33	J-27	J-13	110.0	PVC	150.0		
78: P-26	78 P-26	452.52	J-14	J-9	250.0	PVC	150.0		
79: P-27	79 P-27	486.12	J-8	J-14	250.0	PVC	150.0		
80: P-28	80 P-28	489.77	J-22	J-25	200.0	PVC	150.0		
81: P-29	81 P-29	521.94	J-25	J-23	200.0	PVC	150.0		
82: P-30	82 P-30	31.70	J-16	J-15	110.0	PVC	150.0		
83: P-31	83 P-31	44.02	J-19	J-28	200.0	PVC	150.0		
85: P-32	85 P-32	45.93	J-24	J-17	110.0	PVC	150.0		
86: P-33	86 P-33	48.57	J-29	J-26	200.0	PVC	150.0		
88: P-34	88 P-34	66.24	J-28	J-29	200.0	PVC	150.0		
89: P-35	89 P-35	105.04	J-15	J-27	110.0	PVC	150.0		

37 of 37 elements displayed

d) Asignar la demanda.

En el capítulo anterior calculamos la población actual (al año 2016); mediante la siguiente hoja de cálculo de Excel, (elaborada por el ingeniero Rolando Pasache Araujo), calcularemos el consumo promedio anual, el consumo máximo diario, el consumo máximo horario, el consumo máximo maximorun, y el volumen del reservorio con el que debería contar nuestro Reservorio Mambré, para abastecer al sector propuesto:

A.- POBLACION ACTUAL	50,605	Habitantes
B.- TASA DE CRECIMIENTO	1.88	%
C.- PERIODO DE DISEÑO	20	años
D.- POBLACION FUTURA	69,632.00	Habitantes

$$Pf = Po * \left(1 + r * \frac{t}{100} \right)$$

E.- DOTACION	220	lt/hab./día
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL	177.30	lt/seg.

$$Q = \text{Pob.} * \text{Dot.} / 86,400$$

G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO	230.49	lt/seg.
----------------------------------	---------------	---------

$$Q_{md} = 1.30 * Q$$

H.- CONSUMO MAXIMO HORARIO	319.15	lt/seg.
-----------------------------------	---------------	---------

$$Q_{mh} = 1.80 * Q$$

I.- CONSUMO MAXIMO MAXIMORUN	414.89	lt/seg.
-------------------------------------	---------------	---------

$$Q_{mm} = 1.30 * 1.80 * Q$$

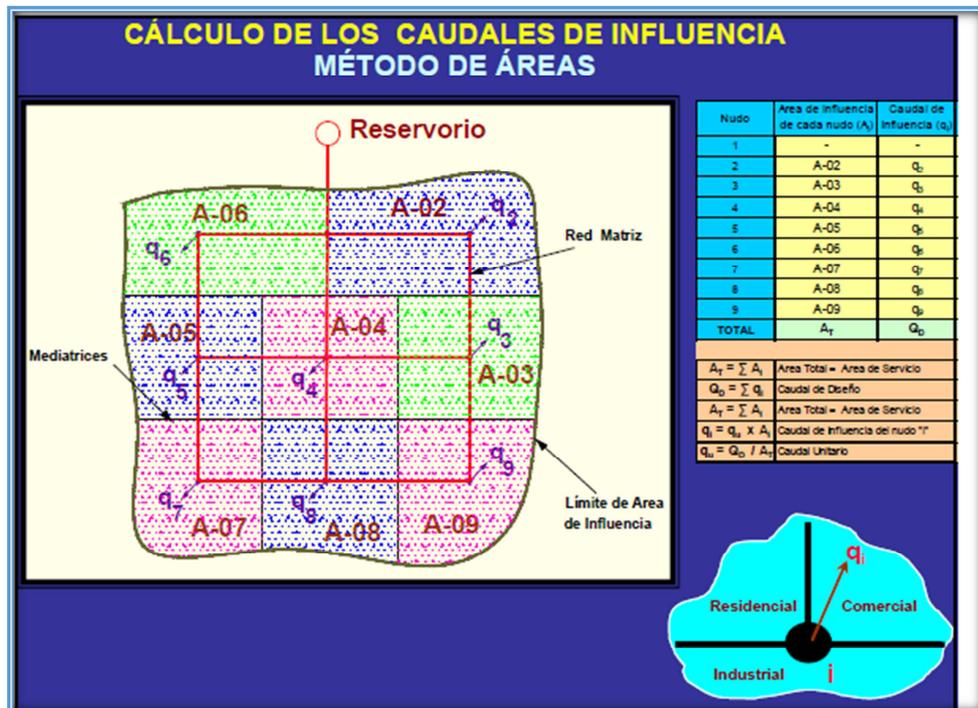
J.- VOLUMEN DEL RESERVORIO	3829.76	m³
-----------------------------------	----------------	----

$$V = 0.25 * Q_{md} * 86400 / 1000$$

K.- DEMANDA CONTRA INCENDIO		108.00 m ³
a) POBLACIONES HASTA 10,000 HAB.	0 0	
b) POBLACIONES DE 10,000 A 100,000 HAB.	2 108	
c) POBLACIONES MAYORES DE 100,000 HAB.	5 270	
	1	
L.- VOLUMEN RESERVORIO + INCENDIO		3,937.8 m ³
M.- VOLUMEN DE RESERVA		984.44 m ³
VRES = 25% (VRESERVORIO + VINCENDIO)		
N.- VOLUMEN TOTAL		4,922.200 m ³
VRESERVORIO + VINCENDIO + V RESERVA		
Ñ.- VOLUMEN DE RESERVORIO MAMBRÉ		4,000.00 m ³
ÁREA TOTAL		3,156,753.93 m ²
Qu=Qmm/AT		0.00013143 lt/seg/m ²

Ahora calculamos los caudales de influencia de los nudos, mediante: Gasto por unidad de área – Método de Áreas

Imagen N° 52



Fuente: Curso taller - modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua – aplicación de WatercadV8i (ing. Yuri Marco Sanchez Merlo).

El área total del sector propuesto es de: 3´480,271.60m², área calculada mediante el programa ARGIS.

Ahora calcularemos el caudal unitario:

$$Q_u = \frac{Q_{mm}}{A_t}$$

Donde:

Q_u = Caudal unitario

Q_{mm} = Consumo máximo maximorun

A_t = Área total

Aplicando la fórmula obtenemos:

Tabla N° 29

Cálculo del caudal unitario

ÁREA TOTAL	3,156,753.93	m2
Qu=Qmm/AT	0.00013143	lt/seg/m2

Fuente propia

Luego calculamos los caudales de influencia en cada nudo, mediante esta hoja de cálculo elaborada para esta tesis:

Tabla N° 30

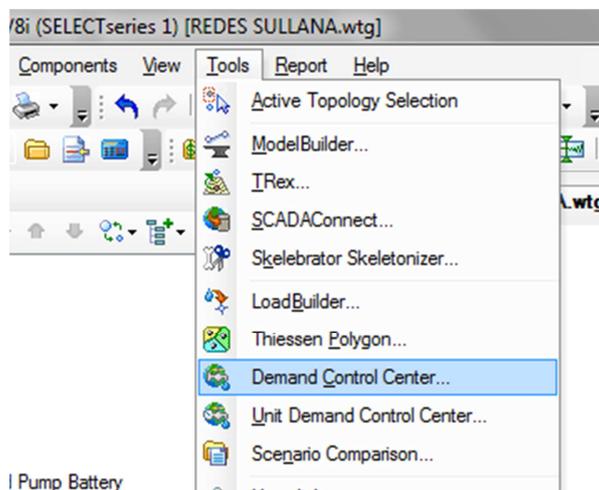
Caudales de influencia por nudo

NUDO	ÁREA	Qu	Qnudos
1	77497.14251	0.00013143	10.19
2	42367.41279	0.00013143	5.57
3	10831.38194	0.00013143	1.42
4	5885.502124	0.00013143	0.77
5	17300.63668	0.00013143	2.27
6	19109.332	0.00013143	2.51
7	43798.42724	0.00013143	5.76
8	104217.0998	0.00013143	13.70
9	43357.86726	0.00013143	5.70
10	43792.34107	0.00013143	5.76
11	53096.55523	0.00013143	6.98
12	15056.9948	0.00013143	1.98

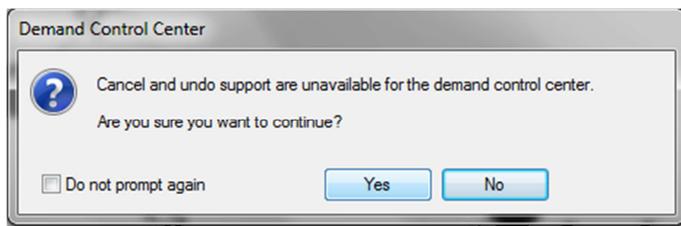
13	56484.31835	0.00013143	7.42
14	72074.39943	0.00013143	9.47
18	8705.215251	0.00013143	1.14
19	27483.82765	0.00013143	3.61
20	25280.75638	0.00013143	3.32
21	122032.4633	0.00013143	16.04
24	137024.4469	0.00013143	18.01
25	27979.33918	0.00013143	3.68
26	58214.86475	0.00013143	7.65
27	108994.5955	0.00013143	14.33
28	92186.85163	0.00013143	12.12
29	44224.71116	0.00013143	5.81
30	67000.46957	0.00013143	8.81
31	131177.2311	0.00013143	17.24
32	72944.11532	0.00013143	9.59
35	89592.51656	0.00013143	11.78
36	28747.82931	0.00013143	3.78
38	158890.6509	0.00013143	20.88
39	106590.9892	0.00013143	14.01
40	163919.3278	0.00013143	21.54
41	122921.4812	0.00013143	16.16
42	71237.44761	0.00013143	9.36
43	43528.36245	0.00013143	5.72
44	98604.69855	0.00013143	12.96

45	132889.9847	0.00013143	17.47
46	66902.79463	0.00013143	8.79
48	54034.45483	0.00013143	7.10
49	72295.68191	0.00013143	9.50
50	87433.10881	0.00013143	11.49
51	87729.77816	0.00013143	11.53
52	243316.5258	0.00013143	31.98
TOTAL	3,156,753.93		414.89

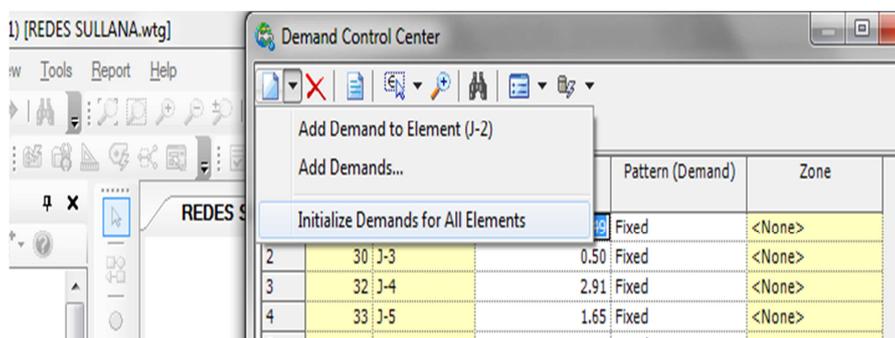
Para asignar la demanda requerida en cada una de s uniones, hacer click en el menú desplegable herramientas (**Tools**), y la opción **Demand Control Center** (Centro de control de Demandas).



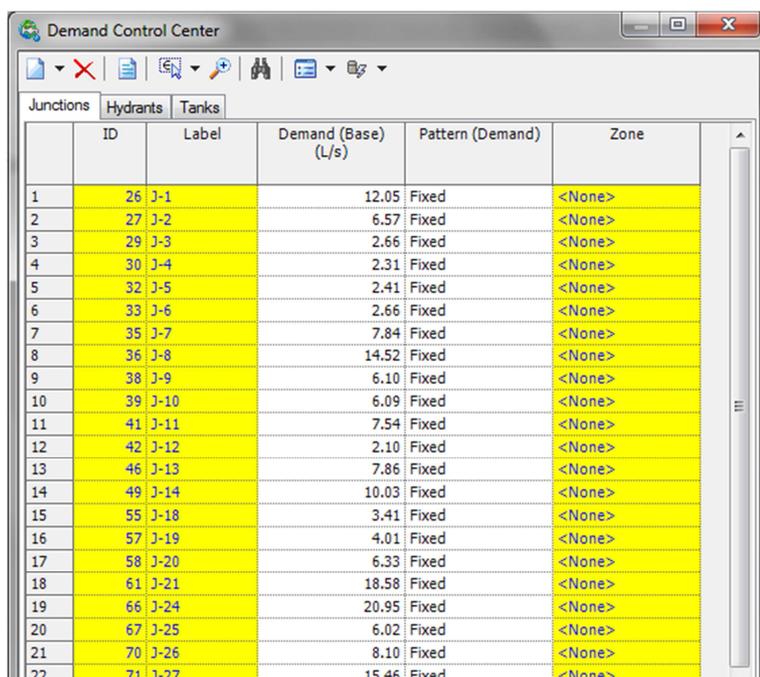
En el mensaje que aparece hacer click en **Yes** (Si)



Luego, en la ventana de **Demand Control Center** (Centro de Control de Demandas), hacer click en el primer botón de la izquierda y seleccionar **Initialize Demands for All Elements**.



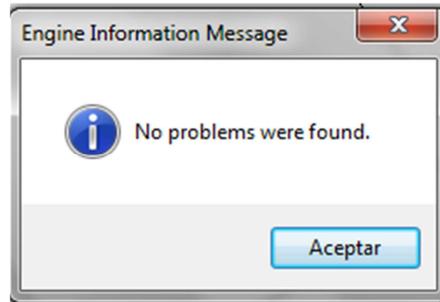
Asignar la demanda a cada unión, calculadas anteriormente:



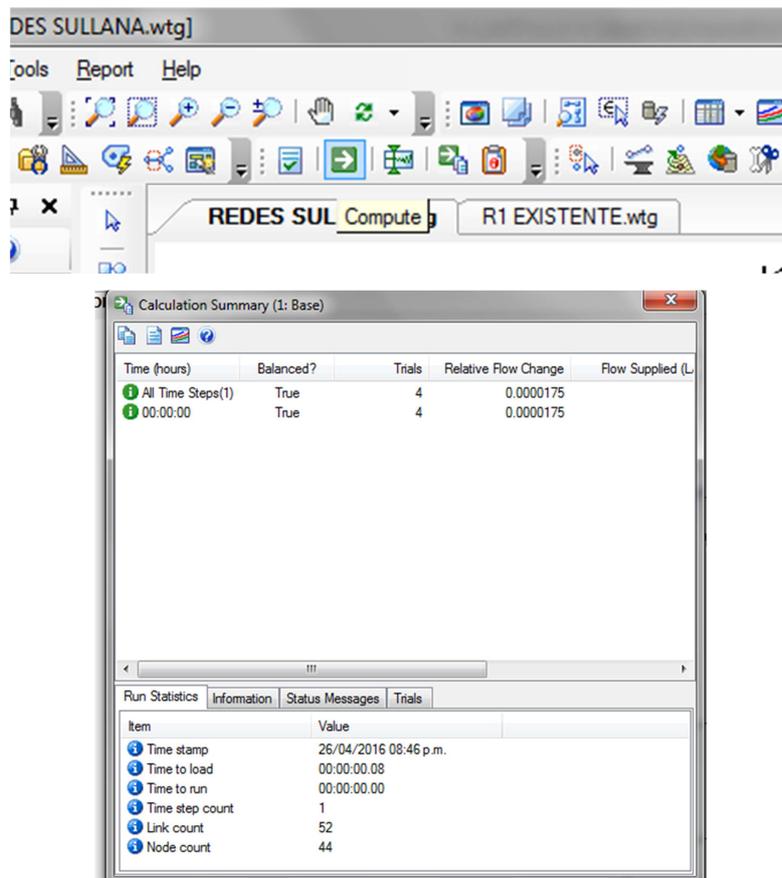
Junctions	ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	26	J-1	12.05	Fixed	<None>
2	27	J-2	6.57	Fixed	<None>
3	29	J-3	2.66	Fixed	<None>
4	30	J-4	2.31	Fixed	<None>
5	32	J-5	2.41	Fixed	<None>
6	33	J-6	2.66	Fixed	<None>
7	35	J-7	7.84	Fixed	<None>
8	36	J-8	14.52	Fixed	<None>
9	38	J-9	6.10	Fixed	<None>
10	39	J-10	6.09	Fixed	<None>
11	41	J-11	7.54	Fixed	<None>
12	42	J-12	2.10	Fixed	<None>
13	46	J-13	7.86	Fixed	<None>
14	49	J-14	10.03	Fixed	<None>
15	55	J-18	3.41	Fixed	<None>
16	57	J-19	4.01	Fixed	<None>
17	58	J-20	6.33	Fixed	<None>
18	61	J-21	18.58	Fixed	<None>
19	66	J-24	20.95	Fixed	<None>
20	67	J-25	6.02	Fixed	<None>
21	70	J-26	8.10	Fixed	<None>
22	71	J-27	15.46	Fixed	<None>

e) Cálculo. Run - Correr el Programa

Click en el botón validate (validar), para verificar que no falten datos.



Click en el ícono compute



En la cual el programa señala que la red se ha balanceado después de 04 iteraciones (Trials) con un error de cierre $\Delta Q=0.0000175$.

Recordar que el Watercad/GEMS, para efectuar el balance hidráulico, es decir determinar los caudales reales que circula por cada tubería, hace uso del **Método del Gradiente**.

f) Visualización y verificación de resultados

- **Ventanas de Diálogo (Properties):** cada elemento o prototipo tiene su ventana de diálogo o de propiedades y se activa haciendo click derecho sobre el elemento que se quiere revisar y seleccionamos Properties o también se puede hacer doble clic en el elemento para mostrar dicha ventana.

Por ejemplo, escogemos al azar la tubería P-61, hacer click derecho sobre esta tubería y seleccione Properties, y nos mostrará los siguientes datos:

En Resultados (Results), se tiene lo siguiente:

Tabla N° 31

Descripción de datos de un tramo de tubería

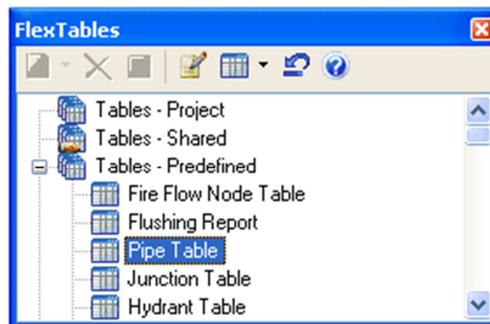
Flow	Caudal que circula por dicha tubería	202 l/s
Velocity	Velocidad del flujo	0.65 m/s
Headloss	Gradiente hidráulico	0.553m/km
Headloss	Pérdida de carga total	0.49m
Hdraulic Grade (Start)	Cota piezométrica inicial (aguas arriba)	90.01m

Hidraulic	Cota piezométrica	89.52m
Grade (Stop)	final (aguas abajo)	
Fuente propia		

- **Tablas flexibles – Flex Tables – Tabular Reports:**

Hacer click en el botón  Reporte tabular – Tabular Reports, para mostrar las tablas dinámicas.

Seleccionamos Pipe Table.



En la tabla se observa los resultados (Columnas de color amarillo), se tiene lo siguiente:

Flow: Caudal que circula por dicha tubería

Velocity: Velocidad del flujo

Headloss Gradiente: Gradiente hidráulico

FlexTable: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (R2 SECTORIZACION 04.wtg)

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
74: P-22	74 P-22	251.99	J-29	J-9	400.0	Cast iron	130.0	38	0.30	0.262
76: P-23	76 P-23	252.82	J-30	J-29	315.0	Cast iron	130.0	-8	0.10	0.043
78: P-24	78 P-24	299.18	J-27	J-31	200.0	PVC	150.0	-68	2.15	17.163
80: P-25	80 P-25	258.32	J-32	J-10	400.0	Asbestos...	140.0	191	1.52	4.591
85: P-27	85 P-27	275.27	J-2	J-21	200.0	PVC	150.0	-43	1.37	7.493
86: P-28	86 P-28	365.99	J-35	J-36	200.0	Asbestos...	140.0	-32	1.01	4.831
91: P-30	91 P-30	358.47	J-31	J-38	200.0	PVC	150.0	63	2.00	15.081
93: P-31	93 P-31	311.36	J-39	J-26	200.0	Asbestos...	140.0	-44	1.40	8.808
95: P-32	95 P-32	314.51	J-40	J-29	400.0	Cast iron	130.0	120	0.95	2.202
98: P-34	98 P-34	413.82	J-10	J-41	315.0	Asbestos...	140.0	166	2.13	11.269
100: P-35	100 P-35	325.54	J-42	J-43	200.0	PVC	150.0	9	0.28	0.391
103: P-36	103 P-36	330.13	J-44	J-39	200.0	Asbestos...	140.0	-26	0.84	3.432
105: P-37	105 P-37	354.19	J-25	J-13	110.0	PVC	150.0	-14	1.45	16.688
106: P-38	106 P-38	359.25	J-35	J-42	200.0	PVC	150.0	19	0.59	1.588
107: P-39	107 P-39	370.50	J-45	J-7	250.0	Asbestos...	140.0	-82	1.67	9.435
109: P-40	109 P-40	512.61	J-43	J-46	200.0	PVC	150.0	-1	0.03	0.006
113: P-42	113 P-42	539.58	J-28	J-8	250.0	Asbestos...	140.0	70	1.43	7.097
114: P-43	114 P-43	398.57	J-48	J-4	200.0	Cast iron	130.0	13	0.42	1.108
116: P-44	116 P-44	494.68	J-46	J-44	200.0	Asbestos...	140.0	-13	0.40	0.884
117: P-45	117 P-45	432.56	J-20	J-49	315.0	Cast iron	130.0	43	0.55	1.056
119: P-46	119 P-46	428.22	J-21	J-45	200.0	PVC	150.0	-62	1.97	14.542
120: P-47	120 P-47	453.07	J-50	J-36	200.0	Asbestos...	140.0	39	1.24	7.092
122: P-48	122 P-48	472.56	J-14	J-24	110.0	PVC	150.0	13	1.39	15.300
123: P-49	123 P-49	465.64	J-41	J-31	315.0	Asbestos...	140.0	149	1.91	9.212
124: P-50	124 P-50	468.33	J-38	J-1	250.0	Asbestos...	140.0	5	0.10	0.051
125: P-51	125 P-51	473.46	J-51	J-50	200.0	Asbestos...	140.0	24	0.76	2.810
127: P-52	127 P-52	479.29	J-29	J-52	315.0	Cast iron	130.0	68	0.87	2.475
129: P-53	129 P-53	522.35	J-49	J-30	315.0	PVC	150.0	30	0.38	0.410
130: P-54	130 P-54	534.54	J-38	J-51	250.0	PVC	150.0	36	0.73	1.800
131: P-55	131 P-55	540.68	J-50	J-1	200.0	Asbestos...	140.0	-29	0.94	4.196
134: P-58	134 P-58	642.82	J-19	J-40	600.0	PVC	150.0	142	0.50	0.324
135: P-59	135 P-59	664.68	J-30	J-48	315.0	PVC	150.0	24	0.31	0.284
136: P-60	136 P-60	741.99	J-52	J-7	250.0	Asbestos...	140.0	34	0.69	1.852
137: P-61	137 P-61	885.60	J-28	J-32	630.0	Asbestos...	140.0	202	0.65	0.553

Si se quiere cambiar las unidades de alguna de las columnas, hacer click derecho en el encabezado de la columna y seleccionar formatting, luego elegir la unidad (Unit) y el número de decimales (format).

Para el caso de las Uniones a presión seleccionar la Tabla de Reporte de Uniones a Presión – **Junction Table**.

En la tabla se observa los resultados (Columnas de color amarillo), se tiene lo siguiente:

Demand: Demanda total de agua requerida

Hydraulic Grade: Cota piezométrica en la unión

Pressure: Presión en la unión

FlexTable: Junction Table (Current Time: 0.000 hours) (R2 SECTORIZACION 04.wtg)

	ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
26: J-1	26	J-1	53.83	12	73.96	20.1
27: J-2	27	J-2	54.11	7	74.07	19.9
29: J-3	29	J-3	57.88	3	87.68	29.7
30: J-4	30	J-4	58.50	2	87.77	29.2
32: J-5	32	J-5	63.67	2	87.73	24.0
33: J-6	33	J-6	62.36	3	87.72	25.3
35: J-7	35	J-7	53.50	8	85.85	32.3
36: J-8	36	J-8	54.69	15	86.19	31.4
38: J-9	38	J-9	68.66	6	88.35	19.6
39: J-10	39	J-10	67.80	6	88.34	20.5
41: J-11	41	J-11	68.50	8	88.34	19.8
42: J-12	42	J-12	66.69	2	88.20	21.5
46: J-13	46	J-13	56.76	8	87.68	30.9
49: J-14	49	J-14	59.67	10	87.69	28.0
55: J-18	55	J-18	44.29	3	90.28	45.9
57: J-19	57	J-19	50.82	4	89.31	38.4
58: J-20	58	J-20	62.98	6	89.07	26.0
61: J-21	61	J-21	55.22	19	76.13	20.9
66: J-24	66	J-24	50.35	21	80.46	30.0
67: J-25	67	J-25	49.65	6	81.77	32.1
70: J-26	70	J-26	48.81	8	70.32	21.5
71: J-27	71	J-27	48.50	15	74.25	25.7
73: J-28	73	J-28	58.18	13	90.01	31.8
75: J-29	75	J-29	62.14	6	88.41	26.2
77: J-30	77	J-30	55.80	13	88.40	32.5
79: J-31	79	J-31	48.50	18	79.39	30.8
81: J-32	81	J-32	60.69	10	89.52	28.8
87: J-35	87	J-35	53.50	13	66.71	13.2
88: J-36	88	J-36	63.50	7	68.47	5.0
92: J-38	92	J-38	53.50	22	73.98	20.4
94: J-39	94	J-39	52.44	18	67.58	15.1
96: J-40	96	J-40	58.50	23	89.10	30.5
99: J-41	99	J-41	59.44	17	83.68	24.2
101: J-42	101	J-42	53.50	10	66.14	12.6
102: J-43	102	J-43	53.50	10	66.01	12.5

43 of 43 elements displayed

En el plano MH-05 adjunto en los anexos 06, se puede observar la sectorización planteada por este proyecto, es decir los diámetros de las tuberías proyectadas, así como las presiones en cada nudo y el caudal de cada tramo de tubería.

4.3.2 Presupuesto Referencial

De acuerdo al modelamiento hidráulico para el sector Mambré se modificaron los diámetros de tubería de los siguientes tramos:

Tramo	Longitud	Start Node	Stop Node
P-20	370.37	J-26	J-27
P-24	299.18	J-27	J-31
P-28	365.99	J-35	J-36
P-31	311.36	J-39	J-26
P-35	325.54	J-42	J-43
P-36	330.13	J-44	J-39
P-38	359.25	J-35	J-42
P-40	512.61	J-43	J-46
P-44	494.68	J-46	J-44
Total	3,369.11		

Considerando el metrado anterior, el siguiente presupuesto referencial, es el costo del suministro e instalación de las tuberías, así como los accesorios necesarios para cumplir con la sectorización del sector Mambre. El costo directo referencial es de: S/ 205,232.55 (Doscientos Cinco Mil doscientos treinta y dos con 55/100 Soles), tal como se detalla a continuación:

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	TRABAJOS PRELIMINARES				2.352,63
01.01	TRAZO Y REPLANTEO RED DE AGUA.	km	3,37	698,11	2.352,63
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				75.510,93
02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS				7.142,51

02.01.01	EXCAV. ZANJAS 0.60x1.20 RED DE AGUA.	m	3.369,11	2,12	7.142,51
02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS				3.470,18
02.02.01	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS.	m	3.369,11	1,03	3.470,18
02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS				21.124,32
02.03.01	CAMA DE ARENILLA E=0.10M.	m	3.369,11	6,27	21.124,32
02.04	RELLENO COMPACTADO DE ZANJAS				36.723,30
02.04.01	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS.	m	3.369,11	10,90	36.723,30
02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				7.050,62
02.05.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=4 KM.	m3	568,14	12,41	7.050,62
03	TUBERIAS				112.898,88
03.01	SUMINISTRO E INSTAL. TUB. Ø=8" PVC UF CL-7.5 Prof. =1.20m c/3% desp.	m	3.369,11	33,51	112.898,88
04	PRUEBAS HIDRAULICAS				4.817,83
04.01	DOBLE PRUEBA HIDRAULICA TUB PVC	m	3.369,11	1,43	4.817,83
05	ACCESORIOS				9.652,28
05.01	SUMINISTRO E INSTAL. VALVULA DE 8".	und	3,00	1.800,00	5.400,00
05.02	SUMINISTRO E INSTAL. VALVULA DE 16".	und	1,00	3.500,00	3.500,00
05.03	CAJA DE PROTECCION PARA VALVULAS.	und	4,00	188,07	752,28
COSTO DIRECTO					205.232,55

4.3.3 Planos

A continuación, se muestra la relación de planos existentes y proyectados para la sectorización del Sector Mambre del Distrito de Sullana y Bellavista, los cuales se adjuntan en la parte final - Anexos N° 07 de la presente tesis.

	Descripción	Codificación
*	Ubicación y localización	UB-01
*	Esquema General del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Sullana y Bellavista	PG-02
*	Plano de planta del Sistema de Agua Potable existente – EPS GRAU ZONAL SULLANA	PL-03
*	Plano Manzaneo – Catastro Municipalidad Provincial de Sullana	PL-04
*	Plano de Modelamiento Hidráulico con Watercad del Sector Mambre	MH-05

CAPITULO V
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A. Usando el método aritmético, se asumió una población de 50,605 habitantes para el año 2016, en el sector que abastece el Reservorio Mambré.

1º MÉTODO ARITMÉTICO

$$Pf = Po * \left(1 + r * \frac{t}{100} \right)$$

Donde:

Pf Población futura (hab)

Po Población inicial de referencia (hab)

r Tasa anual de crecimiento (%)

t : dato para la población inicial (años)

APLICANDO LA FÓRMULA

Pf = **50.605 Habitantes**

B. Con el uso del programa Watercad V8i, se ha podido determinar la sectorización para el Reservorio existente Mambré, las mismas que han sido plasmadas en el Plano de Modelamiento Hidráulico. Con este diseño se deberán adicionar tuberías de agua potable a las redes existentes, así como el uso de válvulas para el cierre del sector, costo que se ha plasmado en un presupuesto referencial. Con ello las presiones estarán dentro del límite permitido según RNE para el abastecimiento de la población calculada en el sector Mambré, tal como se muestra a continuación:

Tabla N° 32

Resultado de presiones del modelamiento hidráulico de la sectorización propuesta.

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-1	53,83	12	73,96	20,1
J-2	54,11	7	74,07	19,9
J-3	57,88	3	87,68	29,7

J-4	58,5	2	87,77	29,2
J-5	63,67	2	87,73	24
J-6	62,36	3	87,72	25,3
J-7	53,5	8	85,85	32,3
J-8	54,69	15	86,19	31,4
J-9	68,66	6	88,35	19,6
J-10	67,8	6	88,34	20,5
J-11	68,5	8	88,34	19,8
J-12	66,69	2	88,2	21,5
J-13	56,76	8	87,68	30,9
J-14	59,67	10	87,69	28
J-18	44,29	3	90,28	45,9
J-19	50,82	4	89,31	38,4
J-20	62,98	6	89,07	26
J-21	55,22	19	76,13	20,9
J-24	50,35	21	80,46	30
J-25	49,65	6	81,77	32,1
J-26	48,81	8	70,32	21,5
J-27	48,5	15	74,25	25,7
J-28	58,18	13	90,01	31,8
J-29	62,14	6	88,41	26,2
J-30	55,8	13	88,4	32,5
J-31	48,5	18	79,39	30,8
J-32	60,69	10	89,52	28,8
J-35	53,5	13	66,71	13,2
J-36	63,5	7	68,47	5
J-38	53,5	22	73,98	20,4
J-39	52,44	18	67,58	15,1
J-40	58,5	23	89,1	30,5
J-41	59,44	17	83,68	24,2
J-42	53,5	10	66,14	12,6
J-43	53,5	10	66,01	12,5
J-44	52,77	14	66,45	13,7
J-45	58,5	20	82,36	23,8
J-46	53,5	12	66,01	12,5
J-48	71,96	11	88,21	16,2
J-49	60,79	13	88,61	27,8
J-50	49,85	14	71,69	21,8
J-51	53,5	12	73,02	19,5
J-52	51,21	34	87,23	35,9

CONCLUSIONES

- A. De la evaluación del sistema de Agua Potable existente de la ciudad de Sullana y Bellavista se pudo determinar que este no cuenta con una sectorización de las redes de distribución para los cuatro Reservorios existentes, lo cual es uno de las causas por la cual la población de la ciudad de Sullana y Bellavista cuenta baja presión del servicio de agua potable.
- B. En cuanto a la cantidad de reservorios existentes en los distritos de Sullana y Bellavista se puede concluir que son insuficientes para abastecer a la población actual y proyectada para un periodo de 20 años considerando el crecimiento poblacional.
- C. Este ejemplo de propuesta de dimensionamiento usando el Programa Watercad se ha desarrollado paso a paso, con la finalidad de que la población estudiantil de esta Universidad Alas peruanas conozca y pueda aplicar el programa para el desarrollo de modelamientos de redes de distribución del Sistema de Agua Potable.
- D. Tal como lo establece el Art. 1 de la Ley de Recursos Hídricos Ley 29338, El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan y la seguridad de la Nación, por lo que no basta solo con tener el recurso, sino concientizar a la población sobre su uso, ya que este es desperdiciado de manera indiscriminada.

RECOMENDACIONES

- A. La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana deberá elaborar y ejecutar un proyecto de sectorización de las redes de distribución existente, para mejorar la calidad del servicio de agua potable a la población de la ciudad de Sullana y Bellavista en lo que respecta a la presión del servicio de agua potable.
- B. La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana deberá elaborar y ejecutar un proyecto integral de ampliación de la cantidad de Reservorios, así como la ampliación de producción de la planta de tratamiento de agua potable existente, así mejoraría la calidad del servicio de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista.
- C. Se recomienda a la población estudiantil de esta Universidad Alas Peruanas que tengan acceso a esta información, investigar sobre el programa Watercad, y/o capacitar con un curso para lograr ampliar los conocimientos sobre los beneficios de este programa.
- D. La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana conjuntamente con la Municipalidad Provincial de Sullana deberán fomentar charlas informativas y capacitaciones para concientizar a la población sobre la importancia de cuidar el recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Caballero Romero Alejandro - Metodología de la investigación científica.
- Díaz Solano, Luis Francisco. (2010) - “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la Ciudad de la Unión Huánuco”. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Diplomado en Ingeniería Sanitaria – Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial – Universidad Nacional de Piura.
- Estudio de Preinversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación Del Sistema De Agua Potable Y Alcantarillado De Las Ciudades De Sullana – Bellavista - Provincia De Sullana - Piura”.
- García Narváez Cesar Vicente. (2015) - “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Totutla, Veracruz”. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guimaraes Gonzales Frank Smith (2015) - Tesis: “Propuesta De Diseño De Redes De Distribución De Agua Potable Para Los Pobladores De Las Localidades De Huacas, Chanrro, Piedra Azul, Loma Larga Baja Y Loma Larga Alta, Distrito De San Miguel De El Faique, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura”.
- Ing. Sanchez Merlo Yuri Marco - Curso Taller Modelamiento Computarizado De Sistemas De Distribución De Agua - Aplicación De Watercad V8i.
- Ley De Recursos Hídricos Ley N° 29338.
- Maria Victoria Vargas Escobar (2001) - Proyecto de sectorización de la ciudad de Lima y Callao.
- Mario Tamayo y Tamayo – El proceso de la investigación científica – 4ta edición.
- Olivari Feijoo, Oscar Piero/Castro Saravia, Raúl (2008) “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro

Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”. Lima. Universidad Ricardo Palma.

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Obras de Saneamiento OS).
- Roberto Hernández Sampieri-Carlos Fernández C. Pilar Baptista Lucio- 5ta Edición - Metodología de la Investigación.
- Vise Ruiz Manuel Benito (1999) “Dimensionamiento del sistema de agua potable de la localidad de las lomas”. Piura. UNIVERSIDAD DE PIURA.
- (2015) Datos Técnicos EPS GRAU – Zonal Sullana.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- Censos de población y Vivienda. <http://www.inei.gob.pe>.
- Especificaciones de tuberías PVC U. <http://www.amanco.com>.
- <http://www.ana.gob.pe/media/316755/leyrh.pdf>.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. <http://www.vivienda.gob.pe>.
- SNIP. Estudios de Pre Inversión. <http://www.mef.gob.pe> Portal SNIP
- Watercad. <http://www.haestad.com>.

ANEXOS

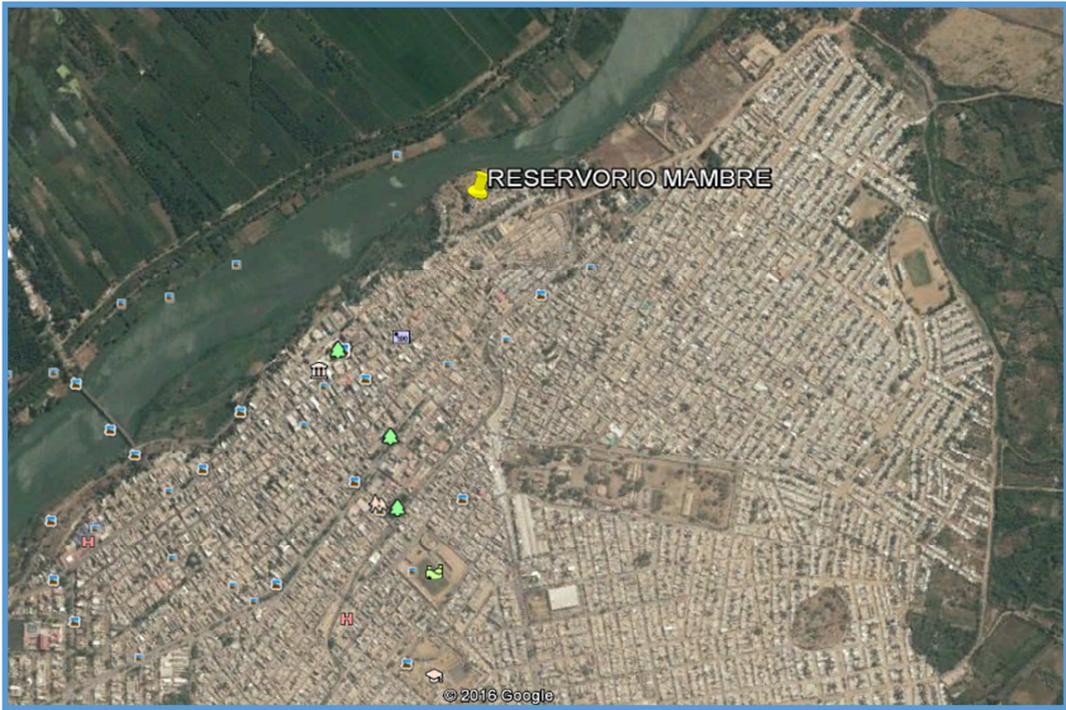
ANEXO N°01: Imágenes de ubicación

Vista de planta del distrito de Sullana y Bellavista



Fuente Google Earth

Ubicación del Reservorio Mambre



Fuente Google Earth

ANEXO N°02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título	Problema	Objetivos	Marco teórico	Metodología
<p>Descripción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la ciudad de Sullana y Modelamiento hidráulico del sector Mambré mediante Watercad.</p>	<p>Problema General</p> <p>¿Cuáles son las causas de la deficiente condición del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>❖ Riesgo a contraer enfermedades de origen hídrico como son las enfermedades gastrointestinales</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar el sistema de agua potable de la ciudad de Sullana, así como el modelamiento hidráulico de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana empleando el programa WATERCAD, para cubrir la demanda de agua proyectada para el año 2036.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Conocer el caudal que permita diseñar el diámetro de la tubería. ❖ Realizar un análisis de los aspectos relevantes del sistema de agua potable 	<p>El contenido de esta investigación es sobre la evaluación del sistema existente de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista, así como la aplicación del Modelamiento hidráulico de las redes del sistema de agua potable del sector Mambré mediante el WATERCAD.</p> <p>En la Universidad de Alas Peruanas se ha realizado una investigación en tema de saneamiento denominado "Propuesta De Diseño De Redes De Distribución De Agua Potable Para Los Pobladores</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>De acuerdo al tipo de investigación resulta siendo de tipo "aplicada", porque se utilizarán los conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria para el análisis del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana así como se aplicará el MODELAMIENTO COMPUTARIZADO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA mediante la Aplicación de WaterCAD V8i, en beneficio de la población estudiantil.</p>

	s, parasitarias y dérmicas.	<p>de la ciudad de Sullana y Bellavista, haciendo una descripción, evaluación y optimización.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Desarrollar un estudio de población y desarrollo urbano. La proyección de población se basa en los tres últimos censos realizados por el INEI, mientras que la proyección del desarrollo urbano propone únicamente una mínima densificación de la población central del casco urbano y una expansión en las zonas periféricas de la ciudad. ❖ Realizar el cálculo y dimensionamiento de las 	<p>De Las Localidades De Huacas, Chanro, Piedra Azul, Loma Larga Baja Y Loma Larga Alta, Distrito De San Miguel De El Faique, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura” desarrollada por el bachiller Frank Smith Guimaraes Gonzales en el año 2015.</p> <p>El sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Sullana, es administrado por la Empresa Prestadora de Servicio Grau-Zonal Sullana; con una red principal de Agua Potable que sale de los equipos de impulsión de la Planta de tratamiento de Agua Potable,</p>	<p>Nivel de investigación:</p> <p>De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación reúne por su nivel las características de un estudio al detalle no experimental, porque se planteará una solución a los problemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista con un presupuesto referencial para la ejecución del mismo.</p> <p>Método de investigación:</p> <p>Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizará el método de SÍNTESIS, porque se procederá a evaluar el sistema de abastecimiento de</p>
--	-----------------------------	--	---	--

		<p>redes del sistema de agua potable del sector Mambré, para mejorar su servicio a la población.</p> <p>❖ Proporcionar un presupuesto referencial de la propuesta con la ejecución de las obras para cubrir la proyección de la demanda total de agua potable y garantizar un servicio en condiciones adaptadas a la preservación de la salud pública y protección del medio ambiente.</p>	<p>hacia los diferentes reservorios para el abastecimiento de la ciudad de Sullana y Bellavista. En término de cobertura del servicio en función del área ocupada de la ciudad, el Servicio de Agua Potable tiene una cobertura del orden del 76% del área urbana ocupada, y el servicio de Alcantarillado tiene una cobertura del 69% del área ocupada de la ciudad de Sullana, según indicadores de Gestión de la Empresa Prestadora de Servicios – Zonal Sullana¹⁴, al mes de Noviembre del 2013.</p>	<p>la ciudad de Sullana y Bellavista, para plantear un dimensionamiento de las redes del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista mediante el WATERCAD.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Por responder mejor a la naturaleza y tipo de proyecto de investigación, se ha seleccionado el diseño de Investigación no experimental ya que se basará en proyectos ya aplicados en distintas zonas del Perú con respecto al modelamiento de redes del sistema de agua potable.</p>
--	--	--	---	--

¹⁴ Estudio de Pre inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Las Ciudades De Sullana–Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”

ANEXO N° 03: CATÁLOGO DE SUNEDU
CATÁLOGO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS Y PROYECTOS
ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES
RESUMEN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
TESIS Y PROYECTOS

I. DATOS GENERALES

□ PRE GRADO

▪ **UNIVERSIDAD**

Alas Peruanas

▪ **FACULTAD**

Ingeniería y Arquitectura

▪ **CARRERA PROFESIONAL**

Ingeniería Civil

▪ **TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Descripción del sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la ciudad de Sullana y Modelamiento Hidráulico del sector Mambré mediante watercad.

▪ **AREA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Hidráulico

▪ **AUTOR**

Bachiller Romero Lachira Patricia Milagros

DNI: 45485550

▪ **TÍTULO PROFESIONAL A QUE CONDUCE**

Ingeniero Civil

▪ **AÑO DE APROBACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN**

2016

- **Email:**
romeromila@hotmail.com

II. EL RESUMEN

El objetivo del presente estudio es delimitar las redes del sistema de agua potable del sector denominado Mambre de la ciudad de Sullana, preservando la salud pública, continuidad, presión del servicio de agua potable y protegiendo el medio ambiente.

Primero se realiza un diagnóstico para evaluar el sistema existente de agua potable: Situación de la Infraestructura, calidad del agua potable, cantidad del agua potable, continuidad y presión del servicio.

Luego se realiza un estudio de población y desarrollo urbano: Tasa de crecimiento, densidad poblacional; y se realiza el cálculo de población usando los métodos matemáticos: Método Aritmético, Método Geométrico y Método de Wappaus.

Posteriormente se propone el dimensionamiento del sector Mambre, a través de un análisis hidráulico de las redes de agua potable en estado estático aplicando el programa de computo Watercad/Gems, de forma aplicativo mostrando paso a paso el uso del programa.

Finalmente se ha realizado un presupuesto referencial sobre el costo de ejecución de los trabajos a ejecutar de acuerdo a los resultados del modelamiento hidráulico. Asimismo, se muestran los planos de planta existente de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana, Plano de Sectorización del sector Mambre y plano del Modelamiento Hidráulico.

Palabras Claves: Medio ambiente, análisis hidráulico de las redes de agua potable y programa de computo Watercad.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el sistema de agua potable de la ciudad de Sullana, así como el modelamiento hidráulico de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana empleando el programa **WATERCAD**, para cubrir la demanda de agua proyectada para el año 2036.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de los aspectos relevantes del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista, haciendo una descripción, evaluación y optimización.
- Desarrollar un estudio de población y desarrollo urbano. La proyección de población se basa en los tres últimos censos realizados por el INEI, mientras que la proyección del desarrollo urbano propone únicamente una mínima densificación de la población central del casco urbano y una expansión en las zonas periféricas de la ciudad.
- Realizar el cálculo y dimensionamiento de las redes del sistema de agua potable del sector Mambré, para mejorar su servicio a la población.
- Proporcionar un presupuesto referencial de la propuesta con la ejecución de las obras para cubrir la proyección de la demanda total de agua potable y garantizar un servicio en condiciones adaptadas a la preservación de la salud pública y protección del medio ambiente.

FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

Debido a que la investigación es exploratoria y la investigación tiene como fuentes de referencias datos de instituciones reconocidas siendo longitudinales, la hipótesis se demuestra de manera conceptual.

Con la evaluación del sistema existente de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista se logrará definir las causas de la deficiencia en la continuidad del servicio de agua potable y la baja presión.

Hipótesis específicas

- Con el dimensionamiento del sistema de las redes de agua potable del sector Mambré se mejorará el servicio a la población
- Sin servicio continuo la calidad del agua distribuida a la red estará siempre sujeta a posibles alteraciones por contaminaciones externas como las filtraciones de aguas servidas.

BREVE REFERENCIA AL MARCO

A. Antecedentes de la investigación

a) En Piura:

- Vise Ruiz Manuel Benito. “Dimensionamiento del sistema de agua potable de la localidad de las lomas”. Piura – 1999. Universidad De Piura: El objetivo de este estudio fue dimensionar el sistema de agua potable de la localidad de las Lomas hasta el año 2025, preservando la salud pública y protegiendo el medio ambiente. Primero se realizó un diagnóstico para evaluar el sistema existente de agua potable y se planteó su optimización y rehabilitación. Luego se determinó para el periodo 1996-2025 la proyección anual de la población, su demanda de agua potable y se propuso el área de expansión urbana a ser ocupada. Entonces se determinó el déficit del sistema, el cual para cubrirlo

se propuso: Instalar una línea de conducción paralela a la existente y de mayor capacidad, rehabilitar la estación de bombeo y captación del río Chipillico e instalar una nueva línea de impulsión, ampliar la planta de tratamiento, construir una cámara de contacto e instalar su sistema de cloración. Construir un reservorio elevado e instalar su línea de impulsión, instalar una nueva red de distribución e instalar y reponer el equipo de bombeo en su respectiva estación.

b) En el Perú:

- Díaz Solano, Luis Francisco. “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la Ciudad de la Unión Huánuco”. Lima – 2010. Universidad Nacional de Ingeniería: El objetivo de esta Tesis fue rediseñar e implementar los Sistemas de Agua Potable y Desagüe Sanitario de la Ciudad de La Unión, Capital de la Provincia de Dos de Mayo del Departamento de Huánuco, que tienen una antigüedad de más de 50 años, habiéndose deteriorado por esta condición las tuberías de fierro fundido de los sistemas; presentando fisuras y tuberculización de las mismas lo que ocasiona la contaminación de las aguas que llegan a los domicilios, complementariamente las capacidades del reservorio de almacenamiento resulta insuficiente para satisfacer las variaciones de consumo de la población que ha crecido considerablemente y en lo que respecta al aspecto estructural el mismo presenta deficiencias al igual que lo relativo a la estanqueidad. Se describe el nuevo diseño del Sistema de Agua Potable que consta de una obra de captación, un desarenador, línea de aducción y de conducción así como todo el Sistema de Distribución, incluyendo instalaciones domiciliarias. En el Sistema de Desagüe que funciona a gravedad se ha

rediseñado el Colector Principal y el Emisor y se ha implementado una Planta de Tratamiento de las aguas servidas, del Tipo Facultativo (serie-paralelo), con la finalidad de reducir la descarga contaminante antes de verterlas al río Vizcarra. La fuente de abastecimiento de agua en calidad y cantidad suficiente proviene de un manantial de agua subterránea ubicado en las laderas del Cerro de MarkaRagra; pero en época de invierno las mismas se contaminan con el barro que arrastra motivo por el cual se ha implementado el desarenador. Para el cálculo de la población futura se ha fijado un periodo de vida útil de veinte años (2005-2025) y el análisis poblacional se ha realizado con la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) filial Huánuco de los Censos poblacionales de los años 1940, 1961, 1972, 1981,1993. Los diseños hidráulicos de los Sistemas de Agua y Desagüe se realizaron de conformidad con las normas vigentes correspondientes al Capítulo del Reglamento Nacional de Edificaciones. En el Sistema de Agua se ha utilizado la ecuación de Hazen& Williams y el material de las tuberías utilizado es de PVC, con un valor de CH&W=140 clase A-5. Para el Sistema de Desagüe se ha hecho uso de la Ecuación de Manning habiéndose adoptado como material de las tuberías de desagüe el cloruro de Polivinilo (PVC), con un coeficiente de rugosidad $n=0.010$. En el diseño de las Lagunas de Estabilización se han seguido las normas establecidas en el programa de Tratamiento de Aguas Residuales de la OPS/CEPIS, habiéndose previsto la construcción en dos etapas con finalidad de optimizar el uso del dinero disponible.

- Olivari Feijoo, Oscar Piero/Castro Saravia, Raúl. "Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro

Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”. Lima 2008. Universidad Ricardo Palma: El presente estudio propone el diseño de agua potable y alcantarillado mediante la simulación hidráulica del programa Epanet, Watercad, Sewercad. Con ello buscamos solucionar el problema del abastecimiento de agua potable y de la evacuación de las aguas servidas, contando con un sistema de alcantarillado.

c) En el extranjero:

- García Narváez Cesar Vicente. “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Totutla, Veracruz”. México – 2015. Universidad Nacional Autónoma de México: La tesis fue hecha para ayudar a solucionar el gran problema que existe en la colonia El Capricho municipio de Totutla Veracruz la cual es una solución factible para solucionar el gran problema de la falta de agua que sufren los habitantes de dicha comunidad. La tesis se enfocó en resolver los problemas técnicos, desde los estudios preliminares (investigaciones de campo) hasta la simulación de la red de agua en softwares especializados. Todo esto hizo que se llevaran a cabo respetando especificaciones que la CONAGUA da como recomendaciones y otras más, las cuales debido a las circunstancias del lugar de la obra como: clima, topografía, y materiales de construcción fueran propias para el proyecto. En la red de distribución CONAGUA recomienda que las líneas secundarias deben tener un mínimo de 2” de diámetro, pero en la presente tesis se muestra que esta recomendación no aplica en este trabajo de investigación ya que al realizar las simulaciones se observa que las velocidades serían muy bajas o nulas, lo cual hizo cambiar el diámetro a $\frac{3}{4}$ ” y de $\frac{1}{2}$ ” en las tomas.

B. Marco Teórico

□ Antecedentes de la investigación

El contenido de esta investigación es sobre la evaluación del sistema existente de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista, así como la aplicación del Modelamiento hidráulico de las redes del sistema de agua potable del sector Mambré mediante el **WATERCAD**.

En la Universidad de Alas Peruanas se ha realizado una investigación en tema de saneamiento denominado “Propuesta De Diseño De Redes De Distribución De Agua Potable Para Los Pobladores De Las Localidades De Huacas, Chanro, Piedra Azul, Loma Larga Baja Y Loma Larga Alta, Distrito De San Miguel De El Faique, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura” desarrollada por el bachiller Frank Smith Guimaraes Gonzales en el año 2015.

El sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Sullana, es administrado por la Empresa Prestadora de Servicio Grau-Zonal Sullana; con una red principal de Agua Potable que sale de los equipos de impulsión de la Planta de tratamiento de Agua Potable, hacia los diferentes reservorios para el abastecimiento de la ciudad de Sullana y Bellavista.

En término de cobertura del servicio en función del área ocupada de la ciudad, el Servicio de Agua Potable tiene una cobertura del orden del 76% del área urbana ocupada, y el servicio de Alcantarillado tiene una cobertura del 69% del área ocupada de la ciudad de Sullana, según indicadores de Gestión de la Empresa Prestadora de Servicios – Zonal Sullana¹⁵, al mes de Noviembre del 2013.

¹⁵ Estudio de Pre inversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Las Ciudades De Sullana–Bellavista - Provincia de Sullana - Piura”

□ **Aspecto Metodológico**

▪ **Tipo de investigación**

De acuerdo al tipo de investigación resulta siendo de tipo “aplicada”, porque se utilizarán los conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria para el análisis del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana así como se aplicará el MODELAMIENTO COMPUTARIZADO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA mediante la Aplicación de WaterCAD V8i, en beneficio de la población estudiantil.

“La investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica y se encuentra íntimamente ligada a la anterior ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”.¹⁶

▪ **Nivel de investigación:**

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación reúne por su nivel las características de un estudio al detalle no experimental, porque se planteará una solución a los problemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista con un presupuesto referencial para la ejecución del mismo.

▪ **Método de investigación:**

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizará el método de SÍNTESIS, porque se procederá a evaluar el sistema

¹⁶Mario Tamayo y Tamayo – El proceso de la investigación científica – Pág. 440 – 4ta edición

de abastecimiento de la ciudad de Sullana y Bellavista, para plantear un dimensionamiento de las redes del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista mediante el WATERCAD.

▪ **Diseño de investigación:**

Por responder mejor a la naturaleza y tipo de proyecto de investigación, se ha seleccionado el diseño de Investigación no experimental ya que se basará en proyectos ya aplicados en distintas zonas del Perú con respecto al modelamiento de redes del sistema de agua potable.

C. Conclusiones

- a) De la evaluación del sistema de Agua Potable existente de la ciudad de Sullana y Bellavista se pudo determinar que este no cuenta con una sectorización de las redes de distribución para los cuatro Reservorios existentes, lo cual es uno de las causas por la cual la población de la ciudad de Sullana y Bellavista cuenta baja presión del servicio de agua potable.
- b) En cuanto a la cantidad de reservorios existentes en los distritos de Sullana y Bellavista se puede concluir que son insuficientes para abastecer a la población actual y proyectada para un periodo de 20 años considerando el crecimiento poblacional.
- c) Este ejemplo de propuesta de dimensionamiento usando el Programa Watercad se ha desarrollado paso a paso, con la finalidad de que la población estudiantil de esta Universidad Alas peruanas conozca y pueda aplicar el programa para el desarrollo de modelamientos de redes de distribución del Sistema de Agua Potable.
- d) Tal como lo establece el Art. 1 de la Ley de Recursos Hídricos Ley 29338, El agua es un recurso natural renovable, indispensable para

la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación, por lo que no basta solo con tener el recurso, sino concientizar a la población sobre su uso, ya que este es desperdiciado de manera indiscriminada.

D. Recomendaciones

- a) La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana deberá elaborar y ejecutar un proyecto de sectorización de las redes de distribución existente, para mejorar la calidad del servicio de agua potable a la población de la ciudad de Sullana y Bellavista en lo que respecta a la presión del servicio de agua potable.
- b) La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana deberá elaborar y ejecutar un proyecto integral de ampliación de la cantidad de Reservorios, así como la ampliación de producción de la planta de tratamiento de agua potable existente, así mejoraría la calidad del servicio de Agua Potable de la ciudad de Sullana y Bellavista.
- c) Se recomienda a la población estudiantil de esta Universidad Alas Peruanas que tengan acceso a esta información, investigar sobre el programa Watercad, y/o capacitar con un curso para lograr ampliar los conocimientos sobre los beneficios de este programa.
- d) La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana conjuntamente con la Municipalidad Provincial de Sullana deberán fomentar charlas informativas y capacitaciones para concientizar a la población sobre la importancia de cuidar el recurso hídrico.

SUMMARY

The objective of the present study is to delimit the networks of the drinking water system of the sector called Mambre of the city of Sullana, preserving the public health, continuity, pressure of the potable water service and protecting the environment.

First, a diagnosis is made to evaluate the existing drinking water system: Infrastructure situation, quality of drinking water, quantity of drinking water, continuity and pressure of service.

Then a study of population and urban development is carried out: Rate of growth, population density; And the population calculation is performed using the mathematical methods: Arithmetic Method, Geometric Method and Wappaus Method.

Subsequently it is proposed the dimensioning of the Mambre sector, through a hydraulic analysis of drinking water networks in static state applying the software Watercad / Gems, in an application form showing step by step the use of the program.

Finally a reference budget has been made on the cost of execution of the works to be executed according to the results of hydraulic modeling. It also shows the existing floor plans of the potable water networks of the city of Sullana, Sector plan Mambre and hydraulic modeling.

Key words: Environment, hydraulic analysis of the networks of drinkable water and program of calculation Watercad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Caballero Romero Alejandro - Metodología de la investigación científica.

- Díaz Solano, Luis Francisco. (2010) - “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la Ciudad de la Unión Huánuco”. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Diplomado en Ingeniería Sanitaria – Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial – Universidad Nacional de Piura.
- Estudio de Preinversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación Del Sistema De Agua Potable Y Alcantarillado De Las Ciudades De Sullana – Bellavista - Provincia De Sullana - Piura”.
- García Narváez Cesar Vicente. (2015) - “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Totutla, Veracruz”. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guimaraes Gonzales Frank Smith (2015) - Tesis: “Propuesta De Diseño De Redes De Distribución De Agua Potable Para Los Pobladores De Las Localidades De Huacas, Chanro, Piedra Azul, Loma Larga Baja Y Loma Larga Alta, Distrito De San Miguel De El Faique, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura”.
- Ing. Sanchez Merlo Yuri Marco - Curso Taller Modelamiento Computarizado De Sistemas De Distribución De Agua - Aplicación De Watercad V8i.
- Ley De Recursos Hídricos Ley N° 29338.
- Maria Victoria Vargas Escobar (2001) - Proyecto de sectorización de la ciudad de Lima y Callao.
- Mario Tamayo y Tamayo – El proceso de la investigación científica – 4ta edición.
- Olivari Feijoo, Oscar Piero/Castro Saravia, Raúl (2008) “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”. Lima. Universidad Ricardo Palma.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Obras de Saneamiento OS).

- Roberto Hernández Sampieri-Carlos Fernández C. Pilar Baptista Lucio- 5ta Edición - Metodología de la Investigación.
- Vise Ruiz Manuel Benito (1999) "Dimensionamiento del sistema de agua potable de la localidad de las lomas". Piura. UNIVERSIDAD DE PIURA.
- (2015) Datos Técnicos EPS GRAU – Zonal Sullana.

Direcciones electrónicas

- Censos de población y Vivienda. <http://www.inei.gob.pe>.
- Especificaciones de tuberías PVC U. <http://www.amanco.com>.
- <http://www.ana.gob.pe/media/316755/leyrh.pdf>.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. <http://www.vivienda.gob.pe>.
- SNIP. Estudios de Pre Inversión. <http://www.mef.gob.pe> Portal SNIP
- Watercad. <http://www.haestad.com>.

ANEXO N° 04: ARTÍCULO CIENTÍFICO

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SULLANA Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL SECTOR MAMBRÉ MEDIANTE WATERCAD

SYSTEM DESCRIPTION OF DRINKING WATER SUPPLY SULLANA CITY AND HYDRAULIC MODELING BY SECTOR OF MAMRE WATERCAD

Autor (a): Patricia Milagros Romero Lachira

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es delimitar las redes del sistema de agua potable del sector denominado Mambre de la ciudad de Sullana, preservando la salud pública, continuidad, presión del servicio de agua potable y protegiendo el medio ambiente.

Primero se realiza un diagnóstico para evaluar el sistema existente de agua potable: Situación de la Infraestructura, calidad del agua potable, cantidad del agua potable, continuidad y presión del servicio.

Luego se realiza un estudio de población y desarrollo urbano: Tasa de crecimiento, densidad poblacional; y se realiza el cálculo de población usando los métodos matemáticos: Método Aritmético, Método Geométrico y Método de Wappaus.

Posteriormente se propone el dimensionamiento del sector Mambre, a través de un análisis hidráulico de las redes de agua potable en estado estático aplicando el programa de computo Watercad/Gems, de forma aplicativo mostrando paso a paso el uso del programa.

Finalmente se ha realizado un presupuesto referencial sobre el costo de ejecución de los trabajos a ejecutar de acuerdo a los resultados del modelamiento hidráulico. Asimismo se muestran los planos de planta existente de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana, Plano de Sectorización del sector Mambre y plano del Modelamiento Hidráulico.

Palabras Claves: Medio ambiente, análisis hidráulico de las redes de agua potable y programa de computo Watercad.

SUMMARY

The objective of the present study is to delimit the networks of the drinking water system of the sector called Mambre of the city of Sullana, preserving the public health, continuity, pressure of the potable water service and protecting the environment.

First, a diagnosis is made to evaluate the existing drinking water system: Infrastructure situation, quality of drinking water, quantity of drinking water, continuity and pressure of service.

Then a study of population and urban development is carried out: Rate of growth, population density; And the population calculation is performed using the mathematical methods: Arithmetic Method, Geometric Method and Wappaus Method.

Subsequently it is proposed the dimensioning of the Mambre sector, through a hydraulic analysis of drinking water networks in static state applying the software Watercad / Gems, in an application form showing step by step the use of the program.

Finally a reference budget has been made on the cost of execution of the works to be executed according to the results of hydraulic modeling. It also shows the existing floor plans of the potable water networks of the city of Sullana, sector plan Mambre and hydraulic modeling.

Key words: Environment, hydraulic analysis of the networks of drinkable water and program of calculation Watercad.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación titulada **“DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SULLANA Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL SECTOR MAMBRÉ MEDIANTE WATERCAD”**, tiene por objetivo evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sullana por las deficiencias en la continuidad del servicio, y la baja presión del servicio de agua potable que sufre la población de la ciudad de Sullana y Bellavista.

La Empresa Prestadora de Servicio Grau quien suministra agua potable cuenta con 04 Reservorios para el abastecimiento de agua potable de la población de la ciudad en estudio; sin embargo, si bien, a nivel de infraestructura estos reservorios se encuentran en buen estado la continuidad del servicio para abastecimiento de la población es deficiente teniendo un promedio de 10.25 horas por día aunado a la

baja presión del servicio de agua potable; conlleva a que la población tenga que hacer “excavaciones” y crear desniveles que permitan que colocando depósitos o llaves permitan ganar presión para abastecerse de agua potable.

Esta investigación comprende cinco capítulos. En el primer capítulo se proporciona la información básica de la ciudad de Sullana y Bellavista concerniente a su ubicación geográfica, hidrográfica, clima y precipitación, terreno, geología, geomorfología y vías de comunicación. En el segundo capítulo, se presentan las bases teóricas. En el tercer capítulo, se desarrolla el trabajo de campo el cual comprende un análisis de los aspectos relevantes del sistema de agua potable describiéndolo y evaluándolo con la información facilitada por la Empresa Prestadora de Servicio Grau – Zonal Sullana. En el cuarto capítulo se desarrollan los resultados del estudio de población y desarrollo urbano, así como el cálculo y dimensionamiento del sector Mambré, mediante el

programa Watercad, para optimizar su servicio a la población; asimismo se proporciona un presupuesto referencial de la propuesta de dimensionamiento con la ejecución de las obras para la sectorización del sector Mambré y garantizar un servicio en condiciones adaptadas a la preservación de la salud pública. En el quinto capítulo se presentan la discusión de resultados.

Finalmente, se presentan las Conclusiones del trabajo realizado en este estudio y algunas recomendaciones que contribuirán a brindar un eficiente funcionamiento y servicio de agua potable para la Ciudad de Sullana y Bellavista. Además de algunas recomendaciones que contribuirán a que la Empresa Prestadora de Servicio de Agua EPS GRAU SA, tenga en cuenta para mejorar y brindar un eficiente funcionamiento y servicio de agua potable para la Ciudad de Sullana y Bellavista.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Evaluar el sistema de agua potable de la ciudad de Sullana, así como el modelamiento hidráulico de las redes de agua potable de la ciudad de Sullana empleando el programa **WATERCAD**, para cubrir la demanda de agua proyectada para el año 2036.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de los aspectos relevantes del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista, haciendo una descripción, evaluación y optimización.
- Desarrollar un estudio de población y desarrollo urbano. La proyección de población se basa en los tres últimos censos realizados por el INEI, mientras que la proyección del desarrollo urbano propone únicamente una mínima densificación de la población central del casco urbano y una

expansión en las zonas periféricas de la ciudad.

- Realizar el cálculo y dimensionamiento de las redes del sistema de agua potable del sector Mambré, para mejorar su servicio a la población.
- Proporcionar un presupuesto referencial de la propuesta con la ejecución de las obras para cubrir la proyección de la demanda total de agua potable y garantizar un servicio en condiciones adaptadas a la preservación de la salud pública y protección del medio ambiente.

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizará el método de SÍNTESIS, porque se procederá a evaluar el sistema de abastecimiento de la ciudad de Sullana y Bellavista, para plantear un dimensionamiento de las redes del sistema de agua potable de la ciudad de Sullana y Bellavista mediante el WATERCAD.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

a) En Piura:

- Vise Ruiz Manuel Benito. “Dimensionamiento del sistema de agua potable de la localidad de las lomas”. Piura – 1999. UNIVERSIDAD DE PIURA: El objetivo del presente estudio fue dimensionar el sistema de agua potable de la localidad de las Lomas hasta el año 2025, preservando la salud pública y protegiendo el medio ambiente.

Primero se realizó un diagnóstico para evaluar el sistema existente de agua potable y se planteó su optimización y rehabilitación. Luego se determinó para el periodo 1996-2025 la proyección anual de la población, su demanda de agua potable y se propuso el área de expansión urbana a ser ocupada. Entonces se determinó el déficit del sistema, el cual para cubrirlo

se propuso: Instalar una línea de conducción paralela a la existente y de mayor capacidad, rehabilitar la estación de bombeo y captación del río Chipillico e instalar una nueva línea de impulsión, ampliar la planta de tratamiento, construir una cámara de contacto e instalar su sistema de cloración. Construir un reservorio elevado e instalar su línea de impulsión, instalar una nueva red de distribución e instalar y reponer el equipo de bombeo en su respectiva estación.

b) En el Perú:

- Díaz Solano, Luis Francisco. "Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la Ciudad de la Unión Huánuco". Lima – 2010. Universidad Nacional de Ingeniería: El objetivo de la Tesis fue rediseñar e implementar los Sistemas de Agua Potable y Desagüe Sanitario de la Ciudad de La Unión, Capital de la Provincia

de Dos de Mayo del Departamento de Huánuco, que tienen una antigüedad de más de 50 años, habiéndose deteriorado por esta condición las tuberías de fierro fundido de los sistemas; presentando fisuras y tuberculización de las mismas lo que ocasiona la contaminación de las aguas que llegan a los domicilios, complementariamente las capacidades del reservorio de almacenamiento resulta insuficiente para satisfacer las variaciones de consumo de la población que ha crecido considerablemente y en lo que respecta al aspecto estructural el mismo presenta deficiencias al igual que lo relativo a la estanqueidad. Se describe el nuevo diseño del Sistema de Agua Potable que consta de una obra de captación, un desarenador, línea de aducción y de conducción, así como todo el Sistema de Distribución,

incluyendo instalaciones domiciliarias. En el Sistema de Desagüe que funciona a gravedad se ha rediseñado el Colector Principal y el Emisor y se ha implementado una Planta de Tratamiento de las aguas servidas, del Tipo Facultativo (serie-paralelo), con la finalidad de reducir la descarga contaminante antes de verterlas al río Vizcarra. La fuente de abastecimiento de agua en calidad y cantidad suficiente proviene de un manantial de agua subterránea ubicado en las laderas del Cerro de Marka Ragra; pero en época de invierno las mismas se contaminan con el barro que arrastra motivo por el cual se ha implementado el desarenador. Para el cálculo de la población futura se ha fijado un periodo de vida útil de veinte años (2005-2025) y el análisis poblacional se ha realizado con la información proporcionada por el Instituto

Nacional de Estadística e Informática (INEI) filial Huánuco de los Censos poblacionales de los años 1940, 1961, 1972, 1981, 1993. Los diseños hidráulicos de los Sistemas de Agua y Desagüe se realizaron de conformidad con las normas vigentes correspondientes al Capítulo del Reglamento Nacional de Edificaciones. En el Sistema de Agua se ha utilizado la ecuación de Hazen & Williams y el material de las tuberías utilizado es de PVC, con un valor de $CH&W=140$ clase A5. Para el Sistema de Desagüe se ha hecho uso de la Ecuación de Manning habiéndose adoptado como material de las tuberías de desagüe el cloruro de Polivinilo (PVC), con un coeficiente de rugosidad $n=0.010$. En el diseño de las Lagunas de Estabilización se han seguido las normas establecidas en el programa de Tratamiento de Aguas

Residuales de la OPS/CEPIS, habiéndose previsto la construcción en dos etapas con finalidad de optimizar el uso del dinero disponible.

- Olivari Feijoo, Oscar Piero/Castro Saravia, Raúl. “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”. Lima 2008. Universidad Ricardo Palma: El presente estudio propone el diseño de agua potable y alcantarillado mediante la simulación hidráulica del programa Epanet, Watercad, Sewercad. Con ello buscamos solucionar el problema del abastecimiento de agua potable y de la evacuación de las aguas servidas, contando con un sistema de alcantarillado.

c) En el extranjero:

- García Narváez Cesar Vicente. “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la

localidad de Totutla, Veracruz”. México – 2015. Universidad Nacional Autónoma de México: La tesis fue hecha para ayudar a solucionar el gran problema que existe en la colonia El Capricho municipio de Totutla Veracruz la cual es una solución factible para solucionar el gran problema de la falta de agua que sufren los habitantes de dicha comunidad. La tesis se enfocó en resolver los problemas técnicos, desde los estudios preliminares (investigaciones de campo) hasta la simulación de la red de agua en softwares especializados. Todo esto hizo que se llevaran a cabo respetando especificaciones que la CONAGUA da como recomendaciones y otras más, las cuales debido a las circunstancias del lugar de la obra como: clima, topografía, y materiales de construcción fueran propias para el

proyecto. En la red de distribución CONAGUA recomienda que las líneas secundarias deben tener un mínimo de 2" de diámetro, pero en la presente tesis se muestra que esta recomendación no aplica en este trabajo de investigación ya que al realizar las simulaciones se observa que las velocidades serían muy bajas o nulas, lo cual hizo cambiar el diámetro a ¾" y de ½" en las tomas.

MARCO TEÓRICO

▪ **Saneamiento básico**

En el país el sector saneamiento como tal (con ese nombre), está a cargo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y siempre ha estado ligado al sector Vivienda. Así, el sector saneamiento es un sub sector de actividades económicas, dentro del sector Vivienda.

El Saneamiento básico comprende una parte de las

actividades económicas del saneamiento identificadas en el sector vivienda como las actividades económicas en agua potable y alcantarillado (sanitario, pluvial y disposición sanitaria de excretas). En el sector Gobiernos Locales el saneamiento tiene la misma concepción y se incorporan las actividades económicas de limpieza pública (denominado también aseo urbano o residuos sólidos), que comprenden las actividades de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

▪ **Componentes del sistema de agua potable**

Cualquier sistema de abastecimiento de agua a una comunidad, por rudimentario que sea, consta de los siguientes elementos:

- Fuentes de abastecimiento.
- Obras de Captación.
- Obras de Conducción.
- Tratamiento.

- Almacenamiento.
- Distribución.

CONCLUSIONES

- e) De la evaluación del sistema de Agua Potable existente de la ciudad de Sullana y Bellavista se pudo determinar que este no cuenta con una sectorización de las redes de distribución para los cuatro Reservorios existentes, lo cual es uno de las causas por la cual la población de la ciudad de Sullana y Bellavista cuenta baja presión del servicio de agua potable.
- f) En cuanto a la cantidad de reservorios existentes en los distritos de Sullana y Bellavista se puede concluir que son insuficientes para abastecer a la población actual y proyectada para un periodo de 20 años considerando el crecimiento poblacional.
- g) Este ejemplo de propuesta de dimensionamiento usando el Programa Watercad se ha desarrollado paso a paso, con la finalidad de que la población

estudiantil de esta Universidad Alas peruanas conozca y pueda aplicar el programa para el desarrollo de modelamientos de redes de distribución del Sistema de Agua Potable.

- h) Tal como lo establece el Art. 1 de la Ley de Recursos Hídricos Ley 29338, El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación, por lo que no basta solo con tener el recurso, sino concientizar a la población sobre su uso, ya que este es desperdiciado de manera indiscriminada.

RECOMENDACIONES

- i) La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana deberá elaborar y ejecutar un proyecto de sectorización de las redes de distribución existente, para mejorar la calidad del

servicio de agua potable a la población de la ciudad de Sullana y Bellavista en lo que respecta a la presión del servicio de agua potable.

- j) La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana deberá elaborar y ejecutar un proyecto integral de ampliación de la cantidad de Reservorios, así como la ampliación de producción de la planta de tratamiento de agua potable existente, así mejoraría la calidad del servicio de Agua Potable de la ciudad de Sullana y Bellavista.
- k) Se recomienda a la población estudiantil de esta Universidad Alas Peruanas que tengan acceso a esta información, investigar sobre el programa Watercad, y/o capacitar con un curso para lograr ampliar los conocimientos sobre los beneficios de este programa.
- l) La Empresa Prestadora de servicio Grau – Zonal Sullana conjuntamente con la Municipalidad Provincial de

Sullana deberán fomentar charlas informativas y capacitaciones para concientizar a la población sobre la importancia de cuidar el recurso hídrico.

BIBLIOGRAFÍA REFERENCIAL

- Caballero Romero Alejandro - Metodología de la investigación científica.
- Díaz Solano, Luis Francisco. (2010) - “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la Ciudad de la Unión Huánuco”. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Diplomado en Ingeniería Sanitaria – Programa de Doctorado de Ingeniería Industrial – Universidad Nacional de Piura.
- Estudio de Preinversión Nivel de Factibilidad: Mejoramiento, Ampliación Del Sistema De Agua Potable Y Alcantarillado De Las Ciudades De Sullana – Bellavista - Provincia De Sullana - Piura”.

- García Narváez Cesar Vicente. (2015) - “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Totutla, Veracruz”. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Guimaraes Gonzales Frank Smith (2015) - Tesis: “Propuesta De Diseño De Redes De Distribución De Agua Potable Para Los Pobladores De Las Localidades De Huacas, Chanro, Piedra Azul, Loma Larga Baja Y Loma Larga Alta, Distrito De San Miguel De El Faique, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura”.
 - Ing. Sanchez Merlo Yuri Marco - Curso Taller Modelamiento Computarizado De Sistemas De Distribución De Agua - Aplicación De Watercad V8i.
 - Ley De Recursos Hídricos Ley N° 29338.
 - Maria Victoria Vargas Escobar (2001) - Proyecto de sectorización de la ciudad de Lima y Callao.
 - Mario Tamayo y Tamayo – El proceso de la investigación científica – 4ta edición.
 - Olivari Feijoo, Oscar Piero/Castro Saravia, Raúl (2008) “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”. Lima. Universidad Ricardo Palma.
 - Reglamento Nacional de Edificaciones (Obras de Saneamiento OS).
 - Roberto Hernández Sampieri- Carlos Fernández C. Pilar Baptista Lucio- 5ta Edición - Metodología de la Investigación.
 - Vise Ruiz Manuel Benito (1999) “Dimensionamiento del sistema de agua potable de la localidad de las lomas”. Piura. UNIVERSIDAD DE PIURA.
 - (2015) Datos Técnicos EPS GRAU – Zonal Sullana.
- Direcciones electrónicas**
- Censos de población y Vivienda. <http://www.inei.gob.pe>.

- Especificaciones de tuberías PVC U. <http://www.amanco.com>.
- <http://www.ana.gob.pe/media/316755/leyrh.pdf>.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.
<http://www.vivienda.gob.pe>.
- SNIP. Estudios de Pre Inversión.
<http://www.mef.gob.pe> Portal SNIP
- Watercad.
<http://www.haestad.com>.

persona adaptable, flexible y comunicativa capaz de realizar las tareas necesarias para conseguir las metas trazadas.

REFERENCIAS PERSONALES



Romero Lachira Patricia Milagros

Profesional en Ingeniería Civil, egresado de la Universidad Alas Peruanas – Filial Piura. Soy una

ANEXO N° 05: GASTOS DE LA INVESTIGACIÓN

A) RECURSOS HUMANOS						
ITEM	CONCEPTO					PU (S/)
1	Asesoría					5,000.00
SUB TOTAL (A)						5,000.00
B) MATERIALES						
ITEM	BIENES	UND	CANT.	P.U (S/)	P.P (S/)	
1	Hojas A4	MILLAR	5	20.00	100.00	
2	CDs	UND	15	2.00	30.00	
3	Fólderes	UND	20	1.00	20.00	
4	Lápíceros	UND	10	2.00	20.00	
5	Anillados	UND	6	10.00	60.00	
6	Empastado	UND	4	50.00	200.00	
7	Impresión	HOJAS	5,000	0.50	2,500.00	
8	Gastos Telefónicos	GLB	1	500.00	500.00	
9	Transporte	GLB	1	1,000.00	1,000.00	
SUB TOTAL (B)						4,430.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO (A + B)						9,430.00

ANEXO N° 06: CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



DECLARACIÓN JURADA

Yo, **PATRICIA MILAGROS ROMERO LACHIRA** Bachiller de INGENIERIA CIVIL de la Universidad ALAS PERUANAS, identificado (a) con DNI N° 45485550, con la tesis titulado: **“DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SULLANA Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL SECTOR MAMBRÉ MEDIANTE WATERCAD”**

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), de plagio (información sin citar a autores), de piratería (uso ilegal de información ajena) o de falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad ALAS PERUANAS.

Piura, Marzo del 2017


Patricia Milagros Romero Lachira
DNI 45485550

ANEXO N° 07: PLANOS

	Descripción	Codificación
*	Ubicación y localización	UB-01
*	Esquema General del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Sullana y Bellavista	PG-02
*	Plano de planta del Sistema de Agua Potable existente – EPS GRAU ZONAL SULLANA	PL-03
*	Plano Manzaneo – Catastro Municipalidad Provincial de Sullana	PL-04
*	Plano de Modelamiento Hidráulico con Watercad del Sector Mambre	MH-05