



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ANALISIS DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DEL
SISTEMA INTEGRAL DE AGUA POTABLE PARA
SIETE ASENTAMIENTOS HUMANOS DEL SECTOR
UMAPALCA DISTRITO DE SABANDIA- AREQUIPA”**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER
JOSÉ CARLOS HERNANI VARGAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ
DICIEMBRE, 2017**

DEDICATORIA

A Dios por mostrarme que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible. Quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el camino correcto, permitiendo culminar con éxito mis estudios.

A mi compañera e hijos por confiar en mis decisiones y creer en mí.

A mis padres Delia y Francisco, que con su esfuerzo, sacrificio y confianza fortalecieron mi inteligencia y capacidad.

A mi hermano, mi eterna gratitud por el inmenso cariño, sacrificio y apoyo a la conclusión de esta meta.

A mis amigos y compañeros de la universidad por su apoyo incondicional.

José Carlos

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas y a todos los docentes de la escuela profesional de ingeniería civil que durante años de estudio nos enseñaron con esmero la esencia de esta hermosa profesión.

RESUMEN

En la región y departamento de Arequipa, en el cual se encuentra ubicado el área en estudio específicamente en la Provincia de Arequipa del, distrito de Sabandía se encuentran los Asentamientos Humanos de Umopalca, en este sector se ha propuesto hacer un proyecto de saneamiento básico y que la importancia del suministro de agua potable hacen del lugar un territorio de comodidad y progreso para el desarrollo social y económico, y ante todo la reducción de enfermedades gastrointestinales principalmente en la población infantil.

Por lo tanto el siguiente trabajo profesional consiste en hacer todo un estudio del diseño de sistema de agua, como son reservorio de abastecimiento de agua y redes de agua potable.

Dentro de este marco, se optó por desarrollar un documento de investigación que ayude a disminuir la gran problemática que se presenta en nuestro País, sobre todo en los sectores más pobres del Perú. Se eligió una localidad en el Departamento de Arequipa que no cuenta con los servicios básicos de agua potable y saneamiento integral, con la finalidad que este trabajo pueda servir de base en algún momento para brindar el servicio que es tan necesario para el desarrollo del ser humano.

En el sector Umopalca no existe un sistema de agua y alcantarillado para la población, por el notable crecimiento que ha tenido esta población, es que requiere la implementación del servicio de Agua potable para mejorar las condiciones de vida de la misma.

ABSTRACT

In the region and department of Arequipa, in which the area under study is located specifically in the Province of Arequipa del, district of Sabandia are the Human Settlements of Umopalca, in this sector it has been proposed to make a basic sanitation project and that the importance of the supply of drinking water makes the place a territory of comfort and progress for social and economic development, and above all the reduction of gastrointestinal diseases mainly in the child population.

Therefore the following professional work consists of doing a whole study of the design of the water system, as they are a reservoir of water supply and drinking water networks.

Within this framework, it was decided to develop a research document that helps to reduce the great problems that arise in our country, especially in the poorest sectors of Peru. A locality was chosen in the Department of Arequipa that does not have the basic services of potable water and integral sanitation, with the purpose that this work can serve as a base at some time to provide the service that is so necessary for the development of the human being.

In the Umopalca sector there is no water and sewerage system for the population, due to the remarkable growth that this population has had, it requires the implementation of the potable water service to improve the living conditions of it.

INTRODUCCION

En la actualidad el agua superficial disponible en el Perú es relativamente abundante, siendo crítica en algunas regiones del país. Este deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre el país, pues constituye un impedimento para lograr un uso eficiente del recurso, lo que compromete el abastecimiento tanto en calidad como en cantidad, y por ende la salud de las personas, las actividades pecuarias, agrícolas y la conservación del medio ambiente, de modo que su corrección es tarea ineludible e inaplazable.

Actualmente en el Perú, existen más de 3.24 millones de habitantes en las zonas rurales que no cuentan con acceso a agua potable y 5.11 millones carecen de un adecuado sistema de saneamiento y de eliminación de aguas residuales. Cabe resaltar que solo el 12 % de habitantes que cuentan con estas instalaciones las tienen en buen estado.

Existen 50 Empresas Prestadoras de Servicios (EPS) de Saneamiento distribuidas geográficamente por todo el territorio nacional que actualmente tienen bajo su responsabilidad a más de 18 millones de habitantes del Perú.

Según el Instituto de Estadísticas e Informática (INEI) las condiciones explicadas en el párrafo anterior, inciden en el indicador de mortalidad infantil de las zonas rurales. Este índice tiene un promedio nacional de 47% de infantes nacidos vivos, de los cuales el 4.23% fallece por enfermedades gastrointestinales. Además de la mortalidad infantil, la

carencia de servicios de agua y saneamiento también influye en la elevada presencia de enfermedades gastrointestinales en niños menores a cinco años, y la disminución de la productividad por enfermedades.

Dentro de este marco, se optó por desarrollar un documento de investigación que ayude a disminuir la gran problemática que se presenta en nuestro País, sobre todo en los sectores más pobres del Perú. Se eligió una localidad en el Departamento de Arequipa que no cuenta con los servicios básicos de agua potable y saneamiento integral, con la finalidad que este trabajo pueda servir de base en algún momento para brindar el servicio que es tan necesario para el desarrollo del ser humano.

En el sector Umapalca no existe un sistema de agua y alcantarillado para la población, por el notable crecimiento que ha tenido esta población, es que requiere la implementación del servicio de Agua potable para mejorar las condiciones de vida de la misma.

Dentro de este marco, se optó por desarrollar un documento de investigación que ayude a disminuir la gran problemática que se presenta en el sector de Umapalca, el cual no cuenta con los servicios básicos de agua potable y saneamiento integral, con la finalidad que este trabajo pueda servir de base en algún momento para brindar el servicio que es tan necesario para el desarrollo del ser humano de esta localidad.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCION.....	VI
INDICE.....	VIII

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	2
1.2.3. Delimitación social/conductual.....	2
1.2.4. Delimitación conceptual.....	3
1.3. PLANTEAMIENTO PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1. Problema General.....	3
1.3.2. Problemas Específicos.....	3
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4

1.5. FORMULACION HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.5.1. Hipótesis General	4
1.5.2. Hipótesis Específico.....	5
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6.1. Variable independiente	5
1.6.2. Variable dependiente:	5
1.6.3. Operacionalización de Variables.....	6
1.7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.7.1. Tipo y nivel de investigación	6
a). Tipo de investigación.....	6
b). Nivel de investigación.....	7
1.7.2. Diseño y método de investigación.....	7
a). Diseño de investigación.....	7
b). Metodo de investigación.....	8
1.7.3. Población y muestra de la investigación.....	8
a). Población.....	8
b).Muestra	9
1.7.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	9
a). Técnicas.....	9
b). Instrumentos.....	9
1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.8.1. Justificación	10
1.8.2 Importancia	10
1.8.3.Limitaciones.....	10

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1.1. período de diseño y estudios de población	11
2.2.1.1. Periodo de Diseño.....	11
2.1.2. Determinacion del Periodo de Diseño.....	12
2.1.3. Estudio de Poblacion	12
2.1.4. Calculo de la Población Futura.....	13
2.2. DOTACIÓN Y CONSUMO	14
2.3. DOTACIÓN DE AGUA.....	14
2.3.1. Consumo Promedio Diario Anual	15
2.3.2. Consumo Maximo Diario y Consumo Maximo Horario	16
2.4. PARAMETROS ESPECIFICOS	17
2.4.1. PARAMETROS ESPECIFICOS DE AGUA POTABLE	17
2.5. REFERENCIA DE LOS SOFTWARES.....	22
2.5.1. Watercad V8i	22

CAPITULO III

PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACION

3.1. GENERALIDADES.....	25
3.1.1. Localización del Proyecto.....	25
3.1.2. Área de Influencia del proyecto	31
3.1.3. Dotación de Agua.....	31

3.1.4. Densidad Poblacional	32
3.1.5. Factor de Variación de Consumo	32
3.1.6. Factor de Descarga de las Aguas Servidas	32
3.1.7. Periodo de Diseño.....	32
3.1.8. Línea de Aducción.	32
3.1.9. Material de la Tubería	33
3.1.10. Coeficientes de Fricción.....	33
3.1.11. Pendiente Mínimas.	33
3.1.12. Válvula de Aire.....	34
3.1.13. Velocidad en el Conducto	34
3.2. DISEÑO DE LINEAS DE ADUCCION POR GRAVEDAD.....	34
3.2.1. Criterios de Diseño.....	35
3.2.2. Red de Distribución.....	36
3.2.3. Método Empleado en la Modelación.....	36

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	37
4.1.1. Ojeto del servicio.....	37
4.1.2. Ubicacion.	37
4.2. Actividades Previas.....	37
4.2.1. Etapas y Alcances del Levantamiento	38
4.2.2. Recursos Humanos y Fisicos.	40

4.3. Ojetivo del estudio Topografico.	41
4.3.1. Ubicacion.	41
4.3.2. Area de Levantamiento.	42
4.3.3. Sistema de Cordenadas	42
4.3.4. Poligonal Basica de Apoyo	42
4.3.5. Relleno Topografico	44
4.3.6. Nivelacion Geometrica	45
4.4. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	45
4.4.1. Agua Potable.....	52
4.4.2. Configuracion del Modelo	52
4.5. TRANSFORMACION DE PLANOS	60
4.5.1. Ingreso de informacion al Modelo.....	71
4.5.2. Modelado	90

CAPITULO V

RESULTADOS

CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES.....	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
Anexo	105

INDICE DE TABLAS

1.	Tabla I.1. Sectores en Umamalca.....	9
2.	Tabla II.1. Coeficiente de fricción "C" de acuerdo al material.....	18
3.	Tabla II.2. Valores de K para pérdidas locales.....	19
4.	Tabla III.1. Datos del Distrito de Sabandia.....	25
5.	Tabla III.2. Datos de Asentamientos Humanos.....	26
6.	Tabla IV.1. Cuadro de Coordenadas UTM de Nodos.....	43
7.	Tabla IV.2. Cuadro de BM.....	44
8.	Tabla IV.3. Columna Estratigráfica.....	47
9.	Tabla IV.4. Ensayo Proctor.....	48
10.	Tabla IV.5. Límite de Plasticidad.....	49
11.	Tabla IV.6. Limite Determinación de la humedad.....	50

INDICE DE FIGURAS

12.	Figura. I.1.Operacionalización de variables	6
13.	Figura.III.1.Ubicación Macro regional	27
14.	Figura.III.2.Ubicación Micro regional	27
15.	Figura.III.3.Micro localización	28
16.	Figura.III.4.Zona de Intervención del Proyecto Sector Umamalca	29
17.	Figura IV.1.Software WATERCAD	52
18.	Figura IV.2.Software WATERCAD..	53
19.	Figura IV.3.Software WATERCAD.	54

20.	Figura IV.4.Software WATERCAD.	55
21.	Figura IV.5.Software WATERCAD.	56
22.	Figura IV.6.Software WATERCAD.	57
23.	Figura IV.7.Software WATERCAD.	58
24.	Figura IV.8.Software WATERCAD.	59
25.	Figura IV.9.Software WATERCAD.	60
26.	Figura IV.10.Software WATERCAD.	62
27.	Figura IV.11.Software WATERCAD.	63
28.	Figura IV.12.Software WATERCAD.	64
29.	Figura IV.13.Software WATERCAD.	65
30.	Figura IV.14.Software WATERCAD.	66
31.	Figura IV.15.Software WATERCAD.	66
32.	Figura IV.16.Software WATERCAD.	67
33.	Figura IV.17.Software WATERCAD	68
34.	Figura IV.18.Software WATERCAD.	69
35.	Figura IV.19.Software WATERCAD.	70
36.	Figura IV.20.Software WATERCAD.	71
37.	Figura IV.21.Software WATERCAD.	72
38.	Figura IV.22.Software WATERCAD.	73
39.	Figura IV.23.Software WATERCAD.	74
40.	Figura IV.24.Software WATERCAD.	75
41.	Figura IV.25.Software WATERCAD.	76
42.	Figura IV.26.Software WATERCAD.	77
43.	Figura IV.27.Software WATERCAD.	78
44.	Figura IV.28.Software WATERCAD.	79

45.	Figura IV.29.Software WATERCAD.	80
46.	Figura IV.30.Software WATERCAD.	80
47.	Figura IV.31.Software WATERCAD.	82
48.	Figura IV.32.Software WATERCAD.	82
49.	Figura IV.33.Software WATERCAD.	83
50.	Figura IV.34.Software WATERCAD.	84
51.	Figura IV.35.Software WATERCAD.	85
52.	Figura IV.36.Software WATERCAD	85
53.	Figura IV.37.Software WATERCAD.	86
54.	Figura IV.38.Software WATERCAD.	87
55.	Figura IV.39.Software WATERCAD.	87
56.	Figura IV.40.Software WATERCAD.	89
57.	Figura IV.41.Software WATERCAD.	90
58.	Figura IV.42.Software WATERCAD.	91
59.	Figura IV.43.Software WATERCAD.	91
60.	Figura IV.44.Software WATERCAD.	92
61.	Figura IV.45.Software WATERCAD.	94
62.	Figura IV.46.Software WATERCAD.	94
63.	Figura IV.47.Software WATERCAD.	95
64.	Figura IV.48.Software WATERCAD.	96
65.	Figura IV.49.Esquema de Grupos de Diseño	96
66.	Figura IV.50.Software WATERCAD.	97
67.	Figura IV.51.Software WATERCAD.	98
68.	Figura IV.52.Software WATERCAD.	98
69.	Figura IV.53.Software WATERCAD.	100

70.	Figura IV.54.Software WATERCAD.	100
71.	Figura IV.55.Software WATERCAD.	101
72.	Figura IV.56.Software WATERCAD.	101
73.	Figura IV.57.Software WATERCAD.	102
74.	Figura IV.58.Software WATERCAD.	103
75.	Figura IV.59.Software WATERCAD.	103
76.	Figura IV.60.Software WATERCAD.	104
77.	Figura IV.61.Software WATERCAD.	105
78.	Figura IV.62.Software WATERCAD.	106
79.	Figura IV.63.Software WATERCAD.	106
80.	Figura IV.64.Software WATERCAD.	107
81.	Figura IV.65.Software WATERCAD.	108
82.	Figura IV.66.Software WATERCAD.	109
83.	Figura IV.67.Software WATERCAD.	109
84.	Figura IV.68.Software WATERCAD.	110
85.	Figura IV.69.Software WATERCAD.	111
86.	Figura IV.70.Software WATERCAD.	112
87.	Figura IV.71.Reporte de Nodos.	113
88.	Figura IV.72.Reporte de Nodos.	114
89.	Figura IV.73.Reporte de Nodos.	115
90.	Figura IV.74.Reporte de tuberías.	116
91.	Figura IV.75.Reporte de tuberías.	117
92.	Figura IV.76.Reporte de tuberías.	118

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA:

El crecimiento acelerado del Distrito de Sabandia origina la demanda de Servicios Básicos que mejoren la calidad de vida de los pobladores del distrito, como servicios básicos de Saneamiento, Salud, Educación, Infraestructura vial, además de otros, tal es así que en los 07 Asentamientos Humanos del Distrito de Sabandia, donde se albergan 963 familias, con un Coeficiente de Habitabilidad de 5.5 hab/viv, carecen de este Servicio Básico

El área de estudio directa a intervenir se encuentra ubicada en los 07 Asentamientos Humanos del Sector de Umopalca, Distrito de Sabandia, Arequipa siendo esta la zona del proyecto, donde se encuentra la población directamente beneficiada del área del proyecto.

Ante la carencia del Servicio del Sistema de Agua potable, situación que ha dado lugar a la práctica de malos hábitos y ausencia de higiene, así mismo el acarreo y el almacenamiento en depósitos sin protección y sin la debida limpieza ha creado un escenario que expone la salud de los pobladores, sobre todo de los más vulnerables, como son niños y mujeres. El servicio existente del sistema de alcantarillado sin suministro de agua, mediante letrinas y/o silos, se ha convertido en un problema de contaminación en el interior y exterior de las viviendas.

En ese contexto se requiere realizar estudios que permitan brindar el servicio de agua potable para este sector por ello se requiere realizar estudios específicos como con los parámetros de diseño que se tiene que tomar en cuenta para la instalación de dichos servicios por lo que se plantea el siguiente cuestionamiento que direcciona la presente investigación.

¿Cuáles serán los parámetros de diseño de los componentes del sistema de agua potable con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa?

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. Delimitación espacial.

El ámbito de estudio del presente trabajo de investigación es:

Sector	: Umopalca (07 Asentamientos Humanos)
Distrito	: Sabandia
Provincia	: Arequipa
Departamento	: Arequipa
Región	: Arequipa.

1.2.2. Delimitación temporal.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el mes junio del 2017 hasta noviembre del 2017, tiempo que permitió desarrollar y mostrar los resultados de la investigación.

1.2.3. Delimitación social/conductual.

Esta investigación permitirá el mejoramiento del servicio del Sistema de Agua Potable, previniendo la presencia de enfermedades que se derivan de la falta continúa de agua o del uso de aguas infectadas en el sector de estudio.

1.2.4. Delimitación Conceptual.

Esta investigación abarca dos conceptos fundamentales como parámetros de diseño y sistema de agua ambos conceptos direccionaran el presente trabajo de investigación.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACION.

1.3.1. Problema General.

¿Cuáles serán los parámetros de diseño de los componentes del sistema de agua potable con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa?

1.3.2. Problemas Específicos.

- ¿Cómo serán los parámetros de diseño de La línea de aducción y conducción del sistema de agua con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa?
- ¿Cómo serán los parámetros de diseño de La red de distribución del sistema de agua con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

1.4.1. Objetivo general.

Establecer los parámetros de diseño de los componentes del sistema de agua con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umamalca, distrito de Sabandía, Provincia de Arequipa, Región Arequipa

1.4.2. Objetivos específicos.

- Analizar los parámetros de diseño de La línea de aducción y conducción del sistema de agua con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umamalca, distrito de Sabandía, Provincia de Arequipa, Región Arequipa
- Analizar los parámetros de diseño de La red de distribución del sistema de agua potable con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umamalca, distrito de Sabandía, Provincia de Arequipa, Región Arequipa

1.5. FORMULACION DE LA HIPOTESIS DE INVESTIGACION.

1.5.1. Hipótesis general.

Los parámetros de diseño de los componentes del sistema de agua son óptimos con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umamalca, distrito de Sabandía, Provincia de Arequipa, Región Arequipa.

1.5.2. Hipótesis específica

- los parámetros de diseño de La línea de aducción y conducción del sistema de agua potable son óptimos con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa
- los parámetros de diseño de La red de distribución del sistema de agua son óptimos con la aplicación del software WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1 Variable independiente.

- sistema de agua potable.

Indicadores:

- sistema de agua.

1.6.2. Variable dependiente.

- parámetros de diseño.

Indicadores:

- Línea de aducción.
- Red de distribución.

1.6.3 Operacionalización de Variables.

Figura. I.1.
Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE (X) Sistema de agua potable	componentes	– sistema de agua potable
VARIABLE DEPENDIENTE (Y) Parámetros de diseño	Línea de aducción	Tipo de tubería Velocidades Protección contra acumulación de aire Sistema de evacuación de sedimentos Coeficientes de fricción
	Red de distribución	Tipos de tuberías Diámetros de tubería Zonas de presión Flujos de presión Nudos de gradiente Nudos de conexión Interconexión de tuberías Asignación de demandas

Fuente: Elaboración propia.

1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.7.1. Tipo y nivel de Investigación.

a) Tipo de investigación

El presente estudio asume el enfoque cuantitativo, se obtendrá los datos a través de modelación digital en el software WaterCAD y por el propósito de estudio es de tipo aplicado está orientado a determinar los parámetros de diseño de los diferentes componentes del sistema de agua potable.

b) Nivel de investigación

De acuerdo a las características y profundidad del estudio corresponde al nivel de investigación explicativo porque explicara los parámetros de diseño más adecuados para el funcionamiento del sistema de agua potable.

1.7.2. DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

a) Diseño de investigación.

La presente es una investigación asume el diseño no experimental, es transversal, transeccional y se presenta las siguientes fases.

FASE 1. Fase preparatoria. En esta fase se plantea el plan de trabajo, en el cual se definen los objetivos y la hipótesis, como también se analiza los parámetros de diseño, así mismo el software WaterCAD

FASE 2. Recolección de la información. En esta etapa de la investigación se realizara una recopilación de información bibliográfica para adquirir los conocimientos relacionados, con los parámetros de diseño. Posteriormente se identificara la unidad de análisis, donde se tomara los datos en base a observación y estudios básicos (topografía, suelos, hidrología), esta recolección de datos se realizara durante el periodo de 01 mes.

Para lograr la recolección de datos se utilizará los siguientes instrumentos:

- fichas d registro (fichas).
- Registro de datos estadísticos.
- Registro fotográfico apuntes perspectivas.
- Trabajo de campo

- Inventario de información (bibliotecas y centros de información).
- Planos de obra vectorizados

FASE 3. Procesamiento y análisis de la información: En esta etapa se organizara e interpretara las fichas de observación y mediciones de campo en el software WaterCAD. Para la interpretación de datos se usara la estadística ANOVA a fin de determinar los parámetros de diseño.

Se empleará los siguientes medios de procesamiento y análisis.

- AutoCAD (software que se usara para vectorizar planos).
- WaterCAD (software que se usara para modelar el diseño)
- Microsoft Excel (software que se usara para el procesamiento de cuadros y tablas).
- Microsoft Word. (software que se usara para la edición de textos).
- SPSS 11 (software que se usara para probar la hipótesis a través de tabulación de datos y distribución de frecuencias).

b) Método de investigación.

En la investigación se utilizara todo los pasos del método científico y como método general se utilizará el método deductivo.

1.7.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

a) Población.

La población estará constituida por la zona urbana del distrito de Sabandía - Arequipa.

b) Muestra.

El tipo de muestreo es no probabilístico, para el presente trabajo de investigación se tiene 07 sectores del distrito Sabandía - Arequipa.

Tabla I.1.
Sectores en Umopalca

Nº	SECTORES	VIVIENDAS TOTALES
01	Asociación. Múltiple Nueva Campiña	120
02	Umopalca Zona Vivienda	407
03	Asociación Los Balcones de la Campiña	76
04	Asociación Urbanizadora Paraíso de Chuca	88
05	Asociación Los Balcones de Umopalca	57
06	Asociación de Vivienda Rosaspata de Umopalca	87
07	Asociación Urbanizadora Torres de San Isidro	128
TOTAL		963

Fuente: Asentamientos Humanos

1.7.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**a) Técnicas.**

- Modelamiento
- Mediciones en campo

b) Instrumentos.

- Fichas
- software WaterCAD

1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.8.1. Justificación.

El establecimiento de los parámetros de diseño del Sistema de Agua Potable, prevendrá la presencia de enfermedades que se derivan de la falta continua de agua o del uso de aguas infectadas. Así mismo permitirá el mejoramiento e Instalación del sistema suficiente de agua disponible para satisfacer el crecimiento de la demanda. y/o prevenir enfermedades gastrointestinales e impacto ambiental.

1.8.2. Importancia.

Es importante porque permitirá el presente estudio mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria, previniendo la presencia de enfermedades que se derivan de la falta continua de agua o del uso de aguas infectadas.

1.8.3. Limitaciones.

La poca información existente sobre el objeto de estudio es una limitante, así mismo para realizar este tipo de estudios se requiere la coordinación con las instituciones pertinentes que muestran poco interés por realizar este tipo de estudios.

CAPITULO II:

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.

2.2.1. PERÍODO DE DISEÑO Y ESTUDIOS DE POBLACIÓN.

2.2.1.1. PERÍODO DE DISEÑO.

El período de diseño es el lapso de tiempo en el cual se tiene en cuenta que el sistema se desempeñara en forma eficiente cumpliendo los parámetros respecto a los cuales se ha diseñado. El período de diseño tiene factores que influyen la determinación del mismo, entre los cuales podemos nombrar la durabilidad de materiales, ampliaciones futuras, crecimiento o decrecimiento poblacional y capacidad económica para la ejecución de las obras.

Tomando en consideración los factores señalados, se debe establecer para cada caso el período de diseño aconsejable. A continuación, se indican algunos valores asignados a los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua para poblaciones rurales:

- Obras de captación 20 años.
- Conducción 10 a 20 años.
- Reservorios 20 años.
- Redes distribución 10 a 20 años

Para todas las componentes mencionadas anteriormente, las normas generales del Ministerio de Salud para proyectos de abastecimiento de agua en el medio rural recomiendan un periodo de diseño de 20 años.

2.1.2. DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO.

En el periodo de diseño respetaremos los factores antes descritos, realizando un análisis de la vida útil de las estructuras e instalaciones previstas a construir, cotejando la realidad de la zona en estudio, se determinara para cada componente su período de diseño. A través de cuadros comparativos, considerando la componente y su valor adoptado, para luego determinar el promedio de la vida útil determinando un período de diseño para el conjunto de obras.

Para este tipo de diseños, es usual elegir un período de vida útil de estructuras entre 15 y 25 años.

2.1.3 ESTUDIOS DE POBLACIÓN.

Las estructuras de un sistema de agua potable se diseñan tanto para satisfacer una necesidad actual y futura, tomando en cuenta el crecimiento poblacional en un determinado período de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años, siendo necesario estimar cual será la población futura al final de este período.

2.1.4 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.

Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:

1. Métodos Analíticos:

Dentro de estos métodos analíticos, tenemos el método aritmético, geométrico, la curva normal, logística, la ecuación de segundo grado, la curva exponencial, método de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

2. Métodos Comparativos:

Se estiman valores de población, mediante métodos gráficos, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

3. Método racional:

Para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del sector, considerando el crecimiento vegetativo en función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el método analítico y con mayor frecuencia el método de crecimiento aritmético. Esta metodología se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa (1 + rt 1000)$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo en años.

2.2. DOTACIÓN Y CONSUMO.

La dotación o demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada poblador de la zona en estudio, expresada en litros/habitante/día (l/hab./día). Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario.

2.3. DOTACIÓN DE AGUA.

Según el Ministerio de Salud, en un estudio para mejoras en el servicio de agua potable emitido en el año 1984 determinó que en la costa norte, la dotación alcanza los 70 l/hab./día mientras que en la costa sur este valor llega a los 60 l/hab./día. Para la sierra, el consumo de agua depende de la altitud en la cual se encuentra la localidad. En poblados con altura de más de 1500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), la dotación de agua alcanza los 50 l/hab./día y en alturas menores a los 1500 m.s.n.m. la dotación es de 60 l/hab./día, en el caso de la selva peruana, la dotación llega a los 70 l/hab./día.

Para una habilitación urbana en asentamientos humanos mayores de 2000 habitantes, la Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) recomienda fijar la dotación en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

En caso de no contar con los estudios de consumo, se considerará por lo menos una dotación de 180 l/hab./día en clima frío y de 200 l/hab./día en clima templado y cálido, para presente trabajo y lo mencionado en el párrafo anterior, se tomará el valor de 200 l/hab./día.

2.3.1 CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL.

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotacion} (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Dónde:

Qm. = Consumo promedio diario (l/s).

Pp. = Población futura (hab.).

d. = Dotación (l/hab./día).

2.3.2. CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd) Y CONSUMO MÁXIMO HORARIO (Qmh).

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante en los 365 días del año, mientras que el consumo máximo horario se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

Para el consumo máximo diario (Qmd) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio anual (Qm), recomendándose el valor promedio de 130%.

Para el consumo máximo horario (Qmh) se considerará entre el 180% y 250% del consumo promedio anual (Qm), recomendándose el valor máximo de 250%.

De acuerdo a la Norma OS.100 los coeficientes deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada, de lo contrario se podrán utilizar los siguientes coeficientes: Para el consumo máximo diario (Qmd) el coeficiente será de 130% y para el consumo máximo horario (Qmh) el coeficiente deberá estar dentro del rango de 180% a 250%.

Los coeficientes a utilizar en la presente tesis serán los siguientes:

- Consumo máximo diario (Qmd) = 1.3 Qm (l/s)
- Consumo máximo horario (Qmh) = 2.5 Qm (l/s)

2.4. PARÁMETROS ESPECÍFICOS.

Los parámetros y criterios de diseño que se presentan a continuación se basan en las siguientes normativas:

- Normas y requisitos para los proyectos de agua potable y alcantarillado destinadas a las localidades urbanas – Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Nuevo reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de SEDAPAR SA. AREQUIPA.

2.4.1. PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE AGUA POTABLE.

Tomando como datos básicos el caudal a conducir, longitud de tubería, desnivel entre punto de carga y descarga, se consideran los siguientes parámetros:

1. Redes de distribución:

En líneas de aducción y redes de distribución los parámetros a utilizar en los cálculos son los siguientes:

- Tipo de tubería a usar.
- Velocidad recomendada de conducción.
- Protección contra acumulación de aire en los puntos altos.
- Sistema de evacuación de sedimentos en los puntos bajos.

Se denomina línea de aducción a la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento.

La presente tesis se centra en el diseño específico de la red de agua potable en los 07 Asentamientos Humanos del sector Umopalca, considerando la línea de aducción la tubería que empalma del reservorio ficticio hasta el inicio de la red de distribución de agua potable.

2. Coeficientes de fricción:

Los coeficientes de fricción ("C" de Hazen-Williams) considerados en el cálculo hidráulico, se resumen en la Tabla 04.

Tabla II.1.
Coeficiente de fricción "C" de acuerdo al material

TIPO DE TUBERIA	C
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

La determinación de las pérdidas locales se evaluará solo en caso de contar con un número elevado de accesorios o tener una velocidad muy alta en la red. Para lo cual se usará la siguiente ecuación.

$$H_f = k \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

V = Velocidad en m/s

g = Aceleración de la gravedad en m/s²

K = Factor adimensional que depende del tipo de accesorio en la red.

Tabla II.2.
Valores de K para pérdidas locales

ACCESORIO LOCAL	K
Válvula de globo, totalmente abierta	10.00
Válvula angular, totalmente abierta	5.00
Válvula check, totalmente abierta	2.50
Válvula de compuerta, totalmente abierta	0.20
Codo de radio pequeño	0.90
Codo de radio grande	0.80
Codo de 45°	0.60
Curva de cierre de retorno	0.40
Te estándar con flujo	2.20
Te estándar con flujo para una rama	0.60
Ingreso rectangular	0.80
Salida	0.50

Fuente: Manual de Hidráulica. De Azevedo Netto y Acosta Álvarez – 1976

3. Velocidad en el conducto:

Según la Norma OS.050 la velocidad máxima admisible será de 3 m/s y solo en casos justificados se aceptara una velocidad máxima de 6 m/s.

4. Zonas de presión:

Las zonas de presión se definirán en función a la topografía, las presiones mínimas y el área de influencia del reservorio. Teniendo en cuenta que la presión estática no será mayor de 50 (m.c.a.) en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 (m.c.a.) respectivamente, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.050.

Las presión mínima de 10.00 metros de columna de agua (m.c.a.) en las redes de distribución será suministrada en casos en que la zona cuente con edificaciones de hasta 2 pisos.

5. Válvulas de aire:

En las líneas de conducción se colocarán válvulas extractoras de aire en sus puntos altos y cuando se presenten cambios en la dirección de los tramos con pendiente positiva. En los tramos donde la pendiente se mantiene uniforme se colocarán válvulas cada 2 kilómetros como máximo. El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

6. Válvulas de Purga:

La ubicación de las válvulas de purga se realizará en los puntos bajos de las líneas de conducción para lo cual se debe tener en consideración la calidad del agua y la modalidad de funcionamiento de la línea de conducción.

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función de la velocidad de drenaje y serán instaladas en una cámara de concreto armado. En el presente trabajo los criterios de válvulas de aire y válvulas de purga no serán considerados en el modelamiento de la red de agua potable dado que las pérdidas locales no superan el 10% con respecto a las pérdidas generadas por fricción.

7. Criterios de diseño:

Las redes de distribución o conducción se proyectarán, siempre que sea posible, conformando un circuito cerrado o malla. El dimensionamiento de la red se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren el caudal y la presión adecuada en cualquier punto de la red. De acuerdo a la Norma OS.050 el cálculo hidráulico del sistema de distribución se realizará mediante el método de Hardy Cross o cualquier otro método equivalente, mientras que el cálculo hidráulico de las tuberías se realizará mediante la fórmula de Hazen - Williams.

- **Fórmula de Hazen - Williams:**

$$V = 0.355 C D^{0.63} S^{0.54}$$

Dónde:

V = Velocidad media (m/s)

D = Diámetro (m)

Sf = Pérdida de carga unitaria (m/m)

C = Coeficiente de fricción

Reemplazando esta fórmula en la ecuación de continuidad,

$$Q = AV = \pi D^2 / 4 V$$

Se obtiene la fórmula para el caudal.

$$Q = 0.2875 C D^{2.63} S^{0.54}$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s)

2.5. REFERENCIA DE LOS SOFTWARES.

En el diseño de la red de agua potable para la presente tesis se emplean los softwares WATERCAD V8i y Excel respectivamente. Ambos software han mejorado la interfaz, ampliando la posibilidad de obtención de gráficos, integrándolos con sistemas de información geográfica (GIS), a continuación se presenta con mayor detalle las características del software.

2.5.1. WATERCAD V8i.

Es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión, propiedad de la Empresa de Software Bentley Systems, Incorporated que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos. WaterCAD permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.).

Empresas de servicios públicos e ingenierías en todo el mundo confían en WaterCAD como una herramienta confiable de apoyo durante la toma de decisiones para su infraestructura. Podemos diseñar nuevos sistemas hidráulicos y gestionar eficazmente las redes de agua existentes para reducirlos riesgos de interrupción y el uso de energía. La facilidad de uso de WaterCAD. Este software permite el análisis y la modelación hidráulica de sistemas o redes a presión. Ayudando a planificar, diseñar y operar con éxito los sistemas de distribución de agua: aumente la capacidad para adecuar los niveles deservicio, suministre agua potable limpia sin problemas y ejecute diseños de gran calidad y rentables.

Los principios básicos en los cuales se basan todos los métodos numéricos de análisis de régimen permanente en redes de distribución, conocidos también como Leyes de Kirchoff, constituyen un sistema de ecuaciones resultantes de naturaleza no lineal que no tiene una resolución directa y requiere de procesos iterativos. Las diferentes.

El método del gradiente hidráulico constituye un método híbrido con variaciones a los procesos clásicos de solución (Newton – Raphson) donde mediante una técnica de manejo de matrices dispersas el problema es finalmente conducido a una solución algebraica mediante el proceso iterativo conocido como algoritmo de factorización incompleta de Choleski aproximaciones numéricas, para la solución de las redes de distribución, se pueden agrupar en dos grandes grupos:

- Metodologías basadas en técnicas iterativas de Gauss – Seidel y Jacobi en las cuales la resolución del problema se efectúa en cada iteración (una resolución secuencial de cada una de las ecuaciones) como por ejemplo el Método de Cross y sus derivados.
- Metodologías de equilibrio simultáneo de las variables en las cuales la resolución es basada en técnicas de linealización de las ecuaciones como por ejemplo los métodos de los nodos y circuito simultáneos.

Dentro de este último grupo de metodologías se encuentran los métodos del circuito y nodo simultáneo, teoría lineal y gradiente hidráulico que emplean formulaciones matriciales para la solución de los sistemas de distribución, siendo esta última metodología la más utilizada como algoritmo de cálculo en los softwares diseñados actualmente para poder analizar y resolver los sistemas de distribución de agua a presión.

Asimismo el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y codificación por color, etc. Además de contar con una interfaz gráfica independiente (Windows Stand).

CAPITULO III:

PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACION

3.1. GENERALIDADES.

3.1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

La localización y ubicación geográfica, además de su ubicación macro y micro regional del presente proyecto se desarrolla en adelante.

Tabla III.1.
Datos del Distrito de Sabandia

DATOS DEL DISTRITO DE SABANDIA	
Provincia:	Arequipa
Departamento:	Arequipa
Dispositivo de Creación:	Ley
Fecha de Creación:	22/04/1822
Capital:	Sabandia
Altura capital (m.s.n.m.):	2 390
Población Censada 2007:	3699
Superficie (Km2):	36,63
Densidad de Población (Hab/Km2):	100,98

Fuente: Elaboración Propia

Sector : Umopalca
Distrito : Sabandia
Provincia : Arequipa
Departamento : Arequipa
Región : Arequipa.

El área de ubicación del proyecto está en el Sector de Umapalca, comprendidos en 07 Asentamientos Humanos (AA.HH.) instalados en zona Urbana, en el Distrito de Sabandía, Provincia y Región Arequipa, la puesta del presente Proyecto beneficiara beneficiará a todos los pobladores de los 07 Asentamientos Humanos pertenecientes al Sector de Umapalca, trayendo consigo desarrollo y calidad de vida para los habitantes del lugar.

Tabla III.2.
Datos de Asentamientos Humanos

Nº	ASENTAMIENTOS HUMANOS
1	Asociación Múltiple Nueva Campiña
2	Asociación Umapalca Zona de Vivienda
3	Asociación Los Balcones de la Campiña
4	Asociación Urbanizadora Paraíso de Chuca
5	Asociación Los Balcones de Umapalca
6	Asociación de Vivienda Rosaspata de Umapalca
7	Asociación Urbanizadora Torres de San Isidro

Fuente: Municipalidad Distrital de Sabandía

❖ Localización geográfica.

El Distrito de Sabandía está ubicado en la Provincia de Arequipa, Región Arequipa en el Sur del Perú, al Sur Oeste de la Ciudad de Arequipa, a una distancia de 10 km. del Centro de la Ciudad y, está comprendida entre las coordenadas 16° 25' 45'' a 16° 27' 15'' latitud sur, y 75° 45' 10'' a 71° 26' 45 de latitud Oeste, a 2,390 metros sobre el nivel del mar.

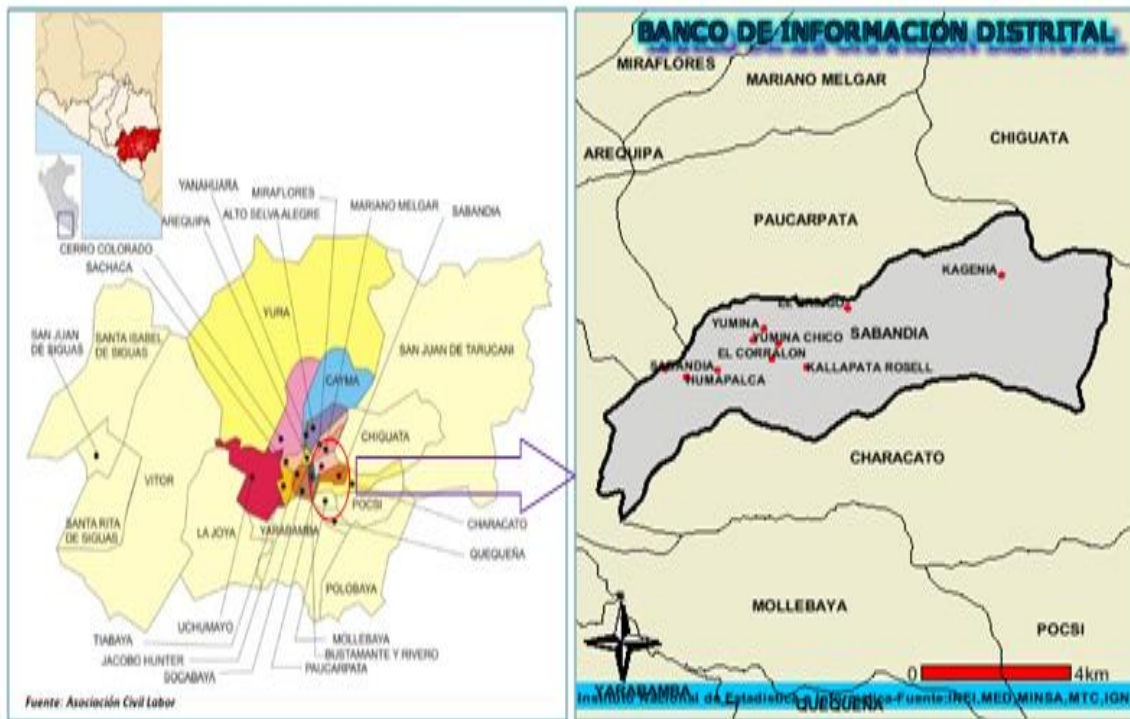
La zona del proyecto se encuentra Ubicada en:

Coordenada Norte	: 8178977.2594
Coordenada Este	: 232571.9437
Altura Promedio	: 2,398.26m.s.n.m

Figura.III.1.
Ubicación Macroregional



Figura.III.2.
Ubicación Microregional



❖ Límites:

Norte : Distrito de Paucarpata

Sur : Distrito de Characato

Este : Distrito de Chiguata

Oeste : Distrito de Socabaya

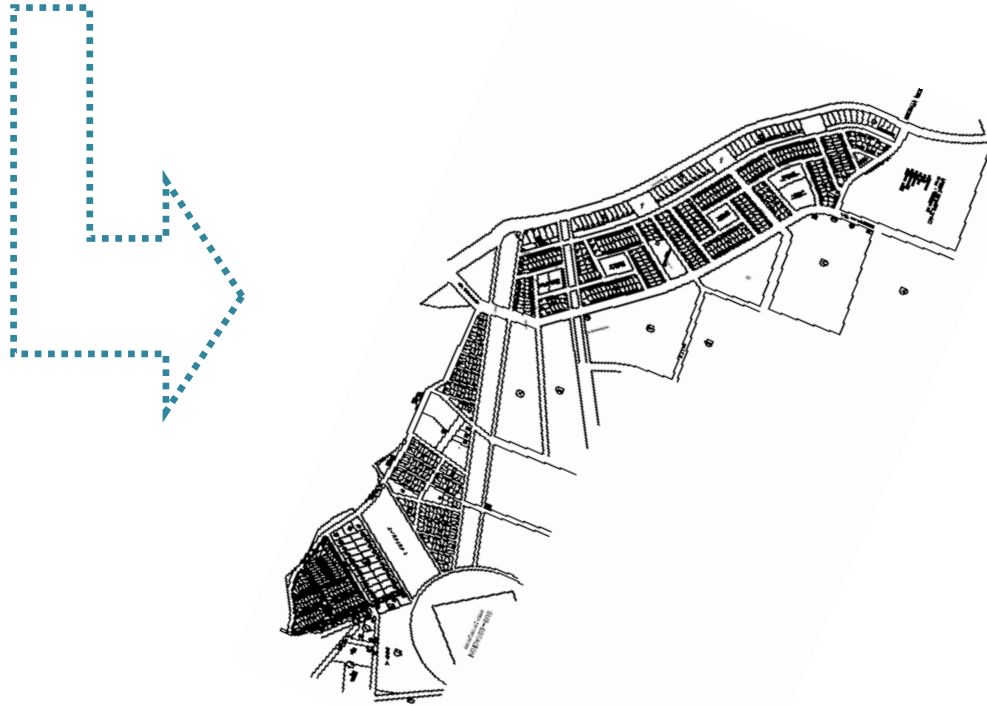
Figura.III.3.
Micro localización



VISTA SATELITAL



Figura.III.4.
Zona de Intervención del Proyecto Sector de Umamalca



❖ Clasificador Funcional Programático del Proyecto

El Presente Proyecto, según el clasificador funcional programático que brinda el SNIP- Anexo 01 y la responsabilidad funcional en su SNIP – Anexo 04 con el fin de determinar la ubicación en el Marco de los Lineamientos de la Política Peruana, es el siguiente:

- **Función 18: Saneamiento**

Corresponde al nivel máximo de agregación de las acciones orientadas a garantizar el abastecimiento de Agua Potable, la implementación y mantenimiento del Alcantarillado sanitario y pluvial.

- **Programa 040: Saneamiento**

Conjunto de acciones para garantizar el abastecimiento de agua potable, la implementación y mantenimiento del alcantarillado sanitario y pluvial, así como para la mejora de las condiciones sanitarias de la población. Comprende el planeamiento, promoción y desarrollo de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento.

- **Subprograma 0088: Saneamiento Urbano**

Comprende las acciones orientadas al planeamiento, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable, instalaciones para disposición de excretas, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, desagüe pluvial, control de la calidad de agua y control de focos de contaminación ambiental, en las zonas urbanas.

- **Sector responsable: Vivienda, Construcción y Saneamiento**

El objetivo estratégico general es promover el acceso de la población a servicios de saneamiento sostenibles y de calidad. Para lograr ello es necesario ampliar y mejorar la infraestructura sanitaria, promover la sostenibilidad de los servicios, y optimizar el uso del recurso hídrico.

PARAMETROS DE DISEÑO

Para el dimensionamiento y pre diseños de los diferentes componentes de agua y alcantarillado de la ciudad de se regirá por las Normas Técnicas de Saneamiento del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano.
- OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano
- OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano
- OS.070 Redes de aguas residuales
- OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria

3.1.2. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

El área del Proyecto, se desarrolla en la Región Arequipa, Provincia de Arequipa, distrito de Sabandía, el área de influencia del proyecto corresponde al área urbana de los Asentamientos Humanos del sector denominado Umopalca.

3.1.3. DOTACIÓN DE AGUA:

La dotación de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones RNE de Proyectos Con habilitaciones urbanas se consideró una dotación de 120 L/hab./Día

Ítem	Criterio	Clima	Clima	Clima
		Templado	Frio	Cálido
1	Sistemas con conexiones	220	180	220
2	Lotes de área menor o igual a 90m ²	150	120	150
3	Sistemas de abastecimiento por surtidores, camión cisterna o piletas públicas	30-50	30-50	30-50

3.1.4. DENSIDAD POBLACIONAL:

La Densidad Poblacional Proyectada hasta el año 2037 es de 5.5 habitantes/lote por vivienda.

3.1.5. FACTOR DE VARIACIÓN DE CONSUMO:

Los coeficientes de variación de consumo referidos al promedio diario anual de las demandas serán los indicados:

- Consumo máximo diario K1: 1.3 del promedio diario anual.
- Consumo máximo horario K2: 2.0 del promedio diario anual.

3.1.6. FACTOR DE DESCARGA DE LAS AGUAS SERVIDAS:

Se considera que no toda el agua potable que se consume y utiliza será evacuada al sistema de alcantarillado, por lo que el caudal de contribución será igual a:

- Contribución al Desagüe Qd: 80% del Qmh

3.1.7. PERIODO DE DISEÑO:

Consideramos un periodo de diseño de acuerdo al reglamento nacional de Edificaciones para el sistema de Abastecimiento de 20 años.

3.1.8. LINEA DE ADUCCION

Se denominan obras de conducción a las estructuras que transportan el agua desde la captación hasta la planta de Tratamiento o a un reservorio.

En líneas de conducción y Aducción, los parámetros a usar en los cálculos son:

- Tipo de tubería a usar.
- Velocidades recomendadas.
- Protección contra acumulación de aire en puntos altos.
- Sistema de evacuación de sedimentos en puntos bajos.

3.1.9. MATERIAL DE LA TUBERIA

PVC, diámetros desde 90 mm, Serie 7.5 y Serie 10 Norma ISO 4422, Norma DIN u otras aceptadas a nivel internacional.

Los accesorios según el material de la tubería, normas DIN u otras normas aceptadas a nivel internacional.

3.1.10. COEFICIENTES DE FRICCION

Para el cálculo hidráulico de tuberías se utilizarán los coeficientes de fricción "C" en la fórmula de Hazen y Williams:

- a) Tuberías nuevas Poli cloruro de vinilo: 150

3.1.11. PENDIENTES MINIMAS.

El diseño de la línea de aducción se ha realizado considerando la operación del sistema, de tal manera que facilite la acumulación de aire en las partes altas pronunciadas, en donde se instalarán elementos (válvulas de aire) que aseguren la evacuación de éste.

Se ha procurado dar siempre pendiente a las tuberías para permitir el ascenso del aire.

Está pendiente mínima será de 2^o/oo. \cong 2.0 m/Km \cong 2.0 mm/m.

3.1.12. VALVULA DE AIRE.

Los aparatos de purga de aire se situarán en puntos altos y en cambios de pendiente. De acuerdo al diámetro del conducto o tubería se colocarán válvulas de aire, alojadas en una cámara de concreto armado:

DN < 200 mm

Ventosa de DN 63 mm

3.1.13. VELOCIDAD EN EL CONDUCTO.

La elección del diámetro se encuentra relacionada en forma directa a la velocidad que se produzca en el conducto:

- Líneas de aducción: 0,6 m/s a 3,0 m/s.

3.2. DISEÑO DE LINEAS DE ADUCCION POR GRAVEDAD

Clase de Tuberías en función de la presión
Normas ISO

Clase	Presión de trabajo en lbs/pulg ²	Equivalencia en metros de columna de agua
5	71,5	50
10	143	100
15	214,5	150
20	286	200
25	357,5	250

3.2.1. CRITERIOS DE DISEÑO:

Para el cálculo de la línea de conducción se a utilizado la fórmula de Hazen y Williams, la misma que nos ha permitido calcular a partir del caudal requerido, el diámetro de la tubería y el coeficiente de rugosidad, determinar el gradiente hidráulico en cada uno de los tramos existentes y proyectados.

La fórmula utilizada ha sido:

$$S = \frac{1.21308 \times 10^{10} \times Q^{1.85}}{D^{4.85} C^{1.85}}$$

Dónde:

S, es el gradiente hidráulico en m/m

Q, es caudal de conducción en l/s.

D, es diámetro interno de la tubería en mm.

C, es el coeficiente de rugosidad.

Para el cálculo de la velocidad hemos utilizado la ecuación de continuidad, es decir:

$$V = 4000 * Q / (3.14159 * D^2)$$

Dónde:

V, es la velocidad del flujo de agua en m/s.

Q, es caudal de conducción o aducción según sea el caso en l/s.

D, es diámetro interno de la tubería en mm.

3.2.2. RED DE DISTRIBUCION

OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano

Es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios, cuyo origen está en el punto de entrada a la ciudad (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles, conduciendo al agua hasta la vivienda del poblador.

La red está relacionada con el reservorio debido a que éste suministra el agua y condiciona la presión en la red (zonas de presión).

Para la simulación hidráulica del modelo matemático se utilizó el software WaterCAD (Bentley).

3.2.3. METODO EMPLEADO EN LA MODELACION

Para el cálculo hidráulico se realizó con el Software WaterCAD (Bentley). Este programa ha sido diseñado para realizar análisis hidráulicos de tuberías con flujos a presión.

Para el modelo matemático los elementos son organizados en tres categorías:

- Nudos con condiciones de gradiente conocidas (tanques, reservorios).
- Nudos de conexión (interconexión de tuberías, cambio de diámetro de tuberías, asignación de demandas).
- Los resultados presentados en cada simulación contemplan:
- Esquema de la red matriz con el casco urbano.
- Esquema de distribución de numeración de nudos y tramos.
- Resultados en esquema de presiones en columnas de metro de columna agua (mca).

CAPITULO IV:

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.1.1. OBJETO DEL SERVICIO:

El levantamiento topográfico tiene por objetivo la realización y ejecución del:

“Análisis de la Variables de Diseño del Sistema Integral de Agua Potable Para Siete Asentamientos Humanos del Sector Umopalca Distrito de Sabandia - Arequipa” Contribuyendo de esta manera en el mejoramiento de la calidad de vida de la población beneficiada y en la disminución de Enfermedades diarreicas, parasitarias y contaminación ambiental” a través de un conjunto de acciones orientadas a mejorar los servicios de saneamiento.

4.1.2. UBICACIÓN:

El proyecto se encuentra ubicado en 07 asentamientos humanos en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, provincia de Arequipa, región Arequipa.

4.2. ACTIVIDADES PREVIAS:

- Coordinación con profesional responsable del Proyecto para determinar los requerimientos técnicos para el mencionado estudio básico de ingeniería.

- Recopilación de información existente, planos anteriores, etc.(si lo hubiera).

- Reconocimiento de campo y determinación de ubicación de los Vértices de los BMs y Puntos de Control Topográfico.
- Posicionamiento en los Puntos de Control en Coordenadas Absolutas WGS 84 UTM.
- Traslado de BM a uno de los puntos de control topográfico.
- Colocación y marcado de BM, debidamente monumentado.

4.2.1. ETAPAS Y ALCANCES DEL LEVANTAMIENTO:

- a) RECONOCIMIENTO DE CAMPO: Se realiza el reconocimiento de campo para efectuar la elaboración del plan de trabajo que conduzca a obtener el resultado óptimo de acuerdo a los requerimientos técnicos señalados.
- b) TRABAJOS DE CAMPO: Después de realizados los trabajos previos al levantamiento topográfico de la zona de estudio, se prosigue con las actividades propiamente dichas:
 - Área de Levantamiento: En coordinación con el profesional encargado se define la zona de los asentamientos humanos, comprendidos en el sector Umopalca, con levantamiento de áreas existentes y detalles requeridos para la elaboración del expediente técnico.
 - Sistema de Coordenadas: Los planos están **geo referenciados** o referidos al sistema de coordenadas (UTM) sistema WGS 84 Zona 19

- Control Horizontal: Se efectúa con el cierre de las coordenadas de posición de los vértices de la línea base o puntos de control topográfico, la misma que domina el ámbito de la zona en estudio. Realizando una verificación simultánea de las coordenadas de los puntos de control topográfico con chequeos de vistas atrás conforme de van desarrollando las labores del levantamiento planimétrico.

Estos puntos de control topográfico de la línea base y los puntos auxiliares puestos estratégicamente y que se usaron para el levantamiento de detalles, están monumentado en campo y señalizados con sus descripciones respectivas.

- c) TRABAJOS DE GABINETE: La información del levantamiento topográfico de campo, recolectada por el equipo topográfico (Estación Total) se transfiere a PC Portátil mediante programas topográficos específicos para proceso de datos.

Se realiza el post-proceso de la información de campo, para luego continuar con el diseño de los planos con software especializado en formato CAD.

Elaboración de los planos respectivos teniendo en consideración los requerimientos técnicos y especificaciones de los términos de referencia.

4.2.2. RECURSOS HUMANOS Y FISICOS:

Recursos Humanos:

- Ing. Miguel Delgado Valdivia - Especialista en Ejecución de Estudios de Saneamiento, Topografía & Geodesia.
- Andrés Salas Topógrafo, con amplia experiencia en el ramo.
- Hipólito Mamani Alexis Dibujante CAD
- Wifredo Soto Asistente de Campo

Equipos y Materiales:

- Estación Total marca TOPCON de 5" de precisión angular y 2 mm. + 2 p.p.m. en longitud.
- Nivel Automático.
- Computadora Portátil, marca Toshiba.
- 01 Trípode, 02 Bastones, 02 Prismas y 02 Porta prismas.
- Brújula y wincha.
- 03 Radios de comunicación (Walkie Takie).
- Camioneta para transporte de personal y equipos.
- Cámara fotográfica digital

Equipo de Gabinete:

- Computadora Core i5" adecuada para dibujo de planos.
- Software especializado.
- Impresora multifuncional.
- Internet
- CDs, escalímetros

4.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO

Elaboración técnica:

“Análisis de la Variables de Diseño del Sistema Integral de Agua Potable Para Siete Asentamientos Humanos del Sector Umapalca Distrito de Sabandia - Arequipa” Los trabajos topográficos se han realizado con el objeto de obtener la información actualizada de la zona del proyecto para poder desarrollar el presente estudio.

Otro de los objetivos del estudio es aplicar la metodología adecuada para desarrollar las labores de topografía, permitiendo el desarrollo del mismo con prontitud y precisión, para ello se ha desarrollado una programación de las labores de campo y las metas a conseguir y es lo que ha permitido finalmente la realización del presente estudio. Los trabajo de topografía, han permitido contar con alturas de niveles absolutas, basándonos en métodos topográficos convencionales y utilizando los equipos de medición electrónica, asimismo han permitido contar con la posición real de cada punto tomado en el sistema de coordenadas planas y geodésicas.

4.3.1. UBICACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado en los 07 asentamientos humanos del sector Umapalca, distrito de Sabandia, provincia de Arequipa, región Arequipa.

4.3.2. AREA DE LEVANTAMIENTO

En coordinación con el profesional encargado se define la zona de trabajo, que comprenden los asentamientos humanos del sector Umopalca, realizando para ellos tareas y labores de levantamiento topográfico de áreas existentes y detalles requeridos para la realización del estudio técnico.

4.3.3. SISTEMA DE COORDENADAS

Los planos están geo referenciados o referidos al sistema de coordenadas (UTM) sistema WGS 84 Zona 19.

4.3.4. POLIGONAL BASICA DE APOYO

La poligonal abierta ubicada en la zona del proyecto que consta de 6 estaciones levantadas en forma ordenada y en lugares estratégicos como se observa en los planos.

Las referencias de cada punto de la poligonal abierta están dadas por el valor de las coordenadas, para su ubicación se han considerado sectores de rápido y fácil acceso utilizando una estación total de precisión, partiendo de la base, que generalmente lo conforman BM el primer punto de la poligonal Abierta.

A continuación se describe el valor en coordenadas UTM de los puntos donde se ha efectuado el levantamiento topográfico del proyecto

Tabla IV.1.
Cuadro de Coordenadas UTM de
Nodos

CUADRO DE COORDENADAS UTM DE NODOS											
NUDO	COTA	ESTE	NORTE	NUDO	COTA	ESTE	NORTE	NUDO	COTA	ESTE	NORTE
J-1	2356.15	231091.55	8177188.03	J-42	2391.35	232270.37	8178944.56	J-83	2381.70	231876.64	8178856.72
J-2	2355.02	231073.84	8177183.51	J-43	2382.76	231457.17	8177604.67	J-84	2388.03	231611.14	8178463.71
J-3	2362.93	231239.82	8177725.75	J-44	2371.08	231228.36	8177372.40	J-85	2383.36	232052.42	8179060.67
J-4	2363.11	231246.16	8177743.51	J-45	2370.57	231258.08	8177336.87	J-86	2363.25	231281.09	8177889.62
J-5	2358.38	231059.50	8177293.38	J-46	2377.54	231345.72	8177600.48	J-87	2382.56	231533.31	8178411.89
J-6	2358.32	231053.73	8177314.13	J-47	2371.63	231423.15	8178232.69	J-88	2383.96	231546.68	8178353.69
J-7	2385.57	231450.22	8177723.90	J-48	2372.83	231425.13	8178185.23	J-89	2385.06	231785.24	8178676.22
J-8	2384.86	231451.67	8177695.86	J-49	2365.25	231375.70	8178231.17	J-90	2385.60	231739.03	8178637.95
J-9	2381.07	231461.67	8177510.33	J-50	2363.95	231272.33	8177831.76	J-91	2382.39	232351.29	8179139.13
J-10	2380.23	231439.40	8177493.06	J-51	2368.15	231393.49	8178325.96	J-92	2378.60	232386.77	8179188.66
J-11	2364.40	231337.54	8178042.92	J-52	2370.85	231197.59	8177409.29	J-93	2374.20	232399.76	8179248.24
J-12	2359.23	231308.97	8178042.39	J-53	2378.76	231432.83	8178044.70	J-94	2381.13	231745.46	8178723.61
J-13	2378.46	231625.31	8178636.81	J-54	2364.08	231367.03	8178183.42	J-95	2390.64	231928.63	8178630.86
J-14	2377.89	231599.46	8178618.27	J-55	2363.73	231109.24	8177336.15	J-96	2390.14	231699.10	8178533.96
J-15	2358.33	231056.91	8177356.31	J-56	2364.75	231141.20	8177299.31	J-97	2385.71	231662.20	8178585.39
J-16	2358.94	231067.52	8177387.54	J-57	2375.60	231471.17	8178466.24	J-98	2389.08	231775.66	8178585.30
J-17	2376.56	231343.93	8177646.84	J-58	2379.28	231512.36	8178493.95	J-99	2386.68	232158.73	8179070.81
J-18	2373.57	231310.03	8177644.24	J-59	2368.43	231273.05	8177687.90	J-100	2391.95	231813.28	8178532.18
J-19	2389.83	231630.12	8178408.60	J-60	2363.65	231172.98	8177259.89	J-101	2382.18	231435.77	8177979.36
J-20	2391.70	231659.11	8178427.66	J-61	2368.38	231158.66	8177375.89	J-102	2371.12	231467.21	8178532.01
J-21	2370.83	231420.63	8178279.41	J-62	2389.11	232092.53	8179018.18	J-103	2379.98	231391.32	8177548.30
J-22	2366.89	231384.84	8178278.72	J-63	2389.15	232058.25	8178979.23	J-104	2392.80	232163.46	8178893.35
J-23	2364.61	231578.82	8178691.83	J-64	2381.50	231833.08	8178805.25	J-105	2389.02	231638.72	8178493.47
J-24	2363.67	231548.62	8178671.29	J-65	2381.36	231794.97	8178769.39	J-106	2388.54	231977.76	8178766.70
J-25	2387.13	231445.47	8177816.22	J-66	2357.57	231072.90	8177241.14	J-107	2377.08	231475.59	8178356.38
J-26	2386.66	231447.81	8177775.35	J-67	2376.68	232294.60	8179204.26	J-108	2372.08	231768.46	8178843.63
J-27	2381.85	231459.15	8177553.38	J-68	2370.54	231417.57	8178334.88	J-109	2370.59	231716.51	8178795.02
J-28	2363.39	231258.76	8177785.77	J-69	2387.88	232016.54	8178929.63	J-110	2391.13	231871.27	8178576.90
J-29	2375.62	231341.57	8177690.99	J-70	2383.94	231973.75	8178965.75	J-111	2382.88	232110.98	8179105.44
J-30	2376.06	231349.52	8177756.16	J-71	2391.57	231972.83	8178675.87	J-112	2385.68	232304.35	8179080.72
J-31	2374.66	231335.61	8177713.83	J-72	2388.01	231931.61	8178714.03	J-113	2369.93	232325.14	8179270.90
J-32	2363.39	231347.91	8178091.26	J-73	2392.66	232081.58	8178798.05	J-114	2367.10	232249.29	8179267.90
J-33	2363.32	231356.85	8178135.41	J-74	2389.70	232038.66	8178835.00	J-115	2362.32	231107.47	8177435.35
J-34	2383.81	231454.80	8177650.93	J-75	2385.02	232214.95	8179102.51	J-116	2359.83	231463.61	8178613.51
J-35	2374.64	231428.20	8178137.95	J-76	2380.02	232187.05	8179151.99	J-117	2376.20	231343.16	8177411.97
J-36	2376.44	231430.17	8178092.76	J-77	2392.67	232117.75	8178842.32	J-118	2358.77	231112.70	8177511.99
J-37	2381.37	232266.24	8179146.64	J-78	2386.50	231979.50	8178885.89	J-119	2362.87	231185.65	8177601.23
J-38	2377.94	232243.48	8179186.02	J-79	2384.23	231587.71	8178544.64	J-120	2371.19	232121.16	8179191.75
J-39	2377.52	231363.30	8177801.78	J-80	2377.14	231570.89	8178599.63	J-121	2370.68	231996.88	8179108.18
J-40	2378.72	231375.97	8177845.86	J-81	2388.53	232274.99	8179001.95	J-122	2371.67	231895.74	8178989.94
J-41	2391.73	232224.59	8178941.79	J-82	2384.77	231920.17	8178818.14	J-125	2397.13	232556.02	8178917.96

Fuente: Elaboración Propia.

Del mismo modo se describe el valor en coordenadas UTM y cotas de los puntos de control topográfico BMS del proyecto para el respectivo control de los mismos.

Tabla IV.2.
Cuadro de BM

CUADRO DE BM			
BM	ESTE	NORTE	COTA
101	232388.8720	8179202.2785	2375.07
102	231907.7094	8179020.0210	2366.14
103	231803.7647	8178772.3476	2381.53
104	231660.7887	8178431.3855	2392.13
105	231427.2816	8178142.4728	2374.06
106	231457.2060	8177605.3257	2382.41
107	231118.9215	8177519.6257	2357.08
108	231172.1691	8177259.6320	2363.11

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.5. RELLENO TOPOGRAFICO.

Basado en la poligonal de apoyo de los puntos de levantamiento topográfico ajustada matemáticamente, ha procedido a efectuar el levantamiento topográfico absoluto, utilizando estaciones totales de 05 segundos los mismos que tienen capacidad de almacenamiento de hasta 5,000 puntos de rellenos, estos fueron transferidos para el procesamiento digital del terreno de modo que se pueda obtener el levantamiento topográfico a la escala 1/1000. Cada grupo de información ha sido ajustada a las porciones de los vértices de la poligonal y también a la cota de los mismos. El relleno topográfico ha permitido obtener las diferentes posiciones de los elementos componentes del área en estudio tanto en altimetría como en planimetría.

4.3.6. NIVELACION GEOMETRICA.

La nivelación aplicada al estudio, se ha referido a la toma de nivel de todos los puntos que forman la poligonal abierta. Dicho nivel, corresponde a la cota sobre el nivel del mar en el sistema absoluto que tiene como partida un Bench March oficial del Instituto Geográfico Nacional. La metodología aplicada para la nivelación correspondiente corresponde al Método de Nivelación Geométrica Compuesta, cuyo error permisible es de 0.012 metros por kilómetro.

Las cotas obtenidas para la poligonal están registradas con un nivel automático de precisión. Esto ha permitido efectuar los cálculos sin la necesidad de la compensación.

4.4. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

INTRODUCCION.-

El estudio de mecánica de suelos consiste en la investigación del terreno de fundación de la zona, mediante pozos o calicatas exploratorias, a fin de determinar las características físicas mecánicas y tipo de suelo,

El objetivo del presente es realizar un estudio de suelos referido a la descripción litológica y estratigráfica en el terreno de construcción del proyecto. El estudio se ha desarrollado en base a trabajos de campo, laboratorio y gabinete.

UBICACIÓN

Sector	: Umopalca
Distrito	: Sabandia
Provincia	: Arequipa
Departamento	: Arequipa

TRABAJO DE CAMPO

Se inicia este trabajo con un reconocimiento de la zona, verificando las características físicas visuales del entorno, tomando en consideración los cambios que se presentan en toda la extensión. Los términos de referencia del presente estudio, establecen diversas condiciones y parámetros para el estudio de mecánica de suelos entre ellas la ejecución de calicatas para la investigación.

Método de ejecución de toma de muestras fue el de pozos a cielo abierto, donde se obtuvieron muestras representativas de las capas de suelos del terreno

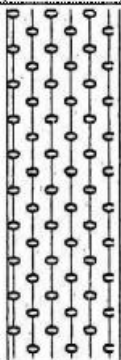
Se determina la ubicación de las calicatas, cuyas dimensiones fueron de 1.00 X 1.00 m. de ancho con una profundidad de 1.00 X 1.00 m tomándose muestras, las que fueron identificadas convenientemente y embaladas en bolsas de polietileno para los respectivos ensayos de acuerdo a las normas ASTM D 420- 69 y AASHTO T86 - 70

La frecuencia de las tomas de las muestras efectuadas es congruente con la distribución estratificada del suelo de fundación, tomándose muestras adicionales en sectores específicos en a fin de determinar dichas características puntuales, en general la toma de datos y pruebas será suficiente para determinar el perfil estratigráfico del terreno.

Durante la ejecución de las investigaciones de campo, se llevaron registros con anotaciones de las características físicas de los diferentes estratos muestreados, tales como color, compacidad, estado de humedad y gradación.

Tabla IV 3.
COLUMNA ESTRATIGRAFICA
CALICATA 01

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	INSTALACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE 07		
	ASENTAMIENTOS HUMANOS EN EL SECTOR DE UMAPALCA DISTRITO DE SABANDIA		
SOLICITANTE	ICC SAC.		
MATERIAL	SUELO DE FUNDACION		
UBICACION	UMAPALCA - SABANDIA		
PROFUNDIDAD DE EXCAV.	1.50		
MÉTODO DE EXCAVACIÓN	MANUAL		FECHA 10/01/2011

ESCALA	ESTRATO		PERFIL	MUESTRA	DESCRIPCION
	NV	SUCS	DEL		
	TOP		SUELO		
0.00	GP-GM				0-00- 1.50 ESTRATO DE MATERIAL NATURAL ARENO LIMOSO CON POCA GRAVA CLASIFICACION SUCS SM , A LA PROFUNDIDAD DE 1.50 SECO, SEMI COMPACTO DE GRANO MEDIO A GRUESO, NO PLASTICO NO SE ENCONTRÓ EL NIVEL FREATICO EL MATERIAL CONTINUA A MAYOR PROFUNDIDAD
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					

NOTA LOS PERFILES TIENEN LA MISMA DESCRIPCION POR QUE ES UN SOLO TIPO DE MATERIAL

Tabla IV 4.
ENSAYO PROCTOR

PROYECTO: PROYECTO: INSTALACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA 07 ASENTAMIENTOS HUMANOS EN EL SECTOR DE UMAMALCA DISTRITO DE SABANDIA - AREQUIPA SOLICITA: ICC SAC. MUESTRA: TERRENO NATURAL	FECHA: 12/01/2011 CAL 01
---	-----------------------------

VOLUMEN:	2032
----------	------

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

Determinación No.			
Peso del Molde y Muest. Gr.	7530	7943	8050
Peso del Molde Gr.	3200	3200	3200
Peso de Muestra Compactado Gr.	4330	4743	4850
Densidad Húmeda Gr/cc.	2.13	2.33	2.39
Densidad Seco Gr/cc.	2.06	2.10	2.04

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.	2	3	4
Peso del Tarro Gr.	9.6	9.5	9.7
Peso del T. + Suelo Húmedo Gr.	109.4	115.9	116.2
Peso de T. + Suelo Seco Gr.	104.5	105.7	100.2
Peso del Agua Gr.	4.9	10.2	16.0
Peso del Suelo Seco Gr.	94.9	96.2	90.5
Contenido de Humedad %	5.16	10.60	17.68
DENSIDAD MÁXIMA	2.10	CONTENIDO DE HUMEDAD: 10.6	

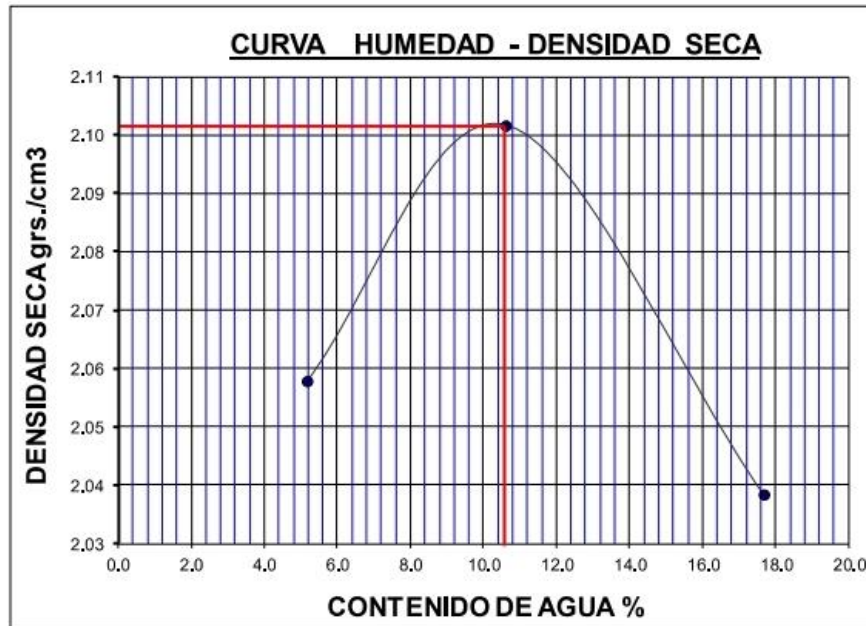


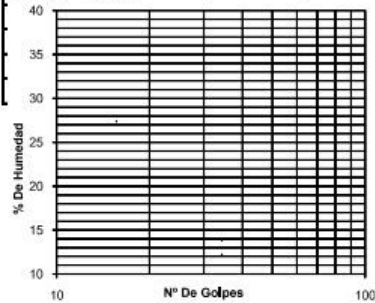
Tabla IV 5.

LIMITES DE PLASTICIDAD

PROYECTO: INSTALACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA 07 ASENTAMIENTOS HUMANOS EN EL SECTOR DE UMAPALCA DISTRITO DE SABANDIA - AREQUIPA SOLICITA: ICC SAC. MUESTRA: TERRENO NATURAL	FECHA: 12/01/2011 CAL 01
---	-----------------------------

LIMITE LIQUIDO				
MUESTRA				
PROFUNDIDAD				
RECIPIENTE	20	21	24	25
Nro. DE GOLPES	26	27	31	41
R + S HUMEDO	19,9	21,3	22,0	22,9
R + S SECO	17,2	18,3	19,0	19,9
PESO - AGUA	2,7	3,0	3,0	3,0
PESO - RECIPIENTE	6,2	6,5	6,7	7,7
PESO - S. SECO	11,0	11,8	12,3	12,2
% DE HUMEDAD	24,5	25,4	24,4	24,6
CORREGIDO				

LIMITE PLASTICO				
MUESTRA				
PROFUNDIDAD				
RECIPIENTE				
R + S HUMEDO				
R + S SECO				
PESO - AGUA				



M. Nro.	1	2	3	4
L.L.	24,5	25,4	24,4	24,6
L.P.	0,0	0,0	0,0	0,0
I.P.	0,0	0,0	0,0	0,0

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
24,7 %	NP %	NP %

Tabla IV 6

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL
PRUEBA DE LABORATORIO**

PROYECTO: INSTALACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA 07 ASENTAMIENTOS HUMANOS EN EL SECTOR DE UMAPALCA DISTRITO DE SABANDIA - AREQUIPA	
SOLICITA: ICC SAC.	FECHA: 12/01/2011
MUESTRA: TERRENO NATURAL	CAL 01

Cápsula			20
Peso de la Cápsula	G		24,9
Peso de Suelo húmedo + Cápsula	G		75.1
Peso de Suelo seco + Cápsula	G		72.1
Peso del Agua	G		3
Peso del Suelo Seco	G		47.2
Humedad Natural	G		6,36

INVESTIGACION DE CAMPO

Se ha realizado la perforación de 03 calicatas, con objeto de determinar y caracterizar los tipos de suelos existentes en la zona de emplazamiento del proyecto

Características de los Suelos

Se ha caracterizado dos tipos de suelos existentes en el área de proyecto, la primera capa es de ceniza volcánica, la segunda es un material granular de no presenta plasticidad del suelo, estrato de material natural areno limoso con poca grava clasificación SUCS SM, a la profundidad de 1.00 tiene una densidad natural de 1.539 tn/m³ su densidad relativa es de 0.73, no se encontró el nivel freático el material continua a mayor profundidad

Agresividad de las sales del sub suelo

El contenido de sales solubles del suelo determinado mediante análisis químicos de laboratorio en muestras representativas del suelo es del orden 833 ppm. Según el manual de concreto americano (1) y las normas técnicas de Edificaciones Peruanas (2), cuando ese contenido es menor de 1,000 el ataque de los suatos del suelo al concreto es despreciable.

Perfil Geológico

El perfil geológico y la determinación de las propiedades de los estratos se han determinado de acuerdo a las investigaciones de campo, es decir 03 calicatas y así mismo a partir de la descripción macroscópica y visual - manual (ASTM D 2488).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

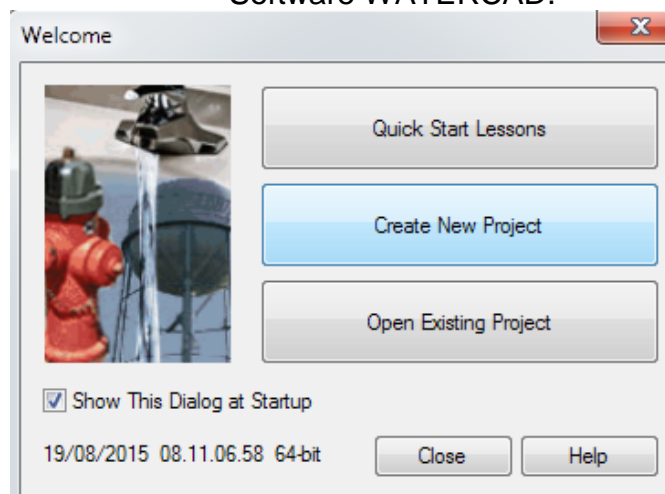
- En general el trazo que comprende la línea de conducción está compuesto por materiales de grano medio a grueso con piedras de diferentes tamaños entre medio y grueso, color rojizo, blanquecino y marrón claro, semi compacto a compacto, para su excavación se necesita maquinaria y/o mano de obra de acuerdo a la descripción que se adjunta.
- Así mismo se apreció que la conformación del terreno no mostro muchas variaciones sustanciales por el transcurso del tiempo
- La zona del presente estudio comprende 2 tipos de materiales bien marcados, los materiales semi compactos y material Lastre

4.4.1. AGUA POTABLE.

4.4.2. CONFIGURACIÓN DEL MODELO

Ingresamos al programa WATERCAD seguidamente elegimos la opción Create New Project como se aprecia en la Figura IV.1. Para iniciar la modelación del proyecto, se deben configurar algunos pasos importantes para el modelación del estudio en el cual se va a trabajar.

Figura IV.1.
Software WATERCAD.

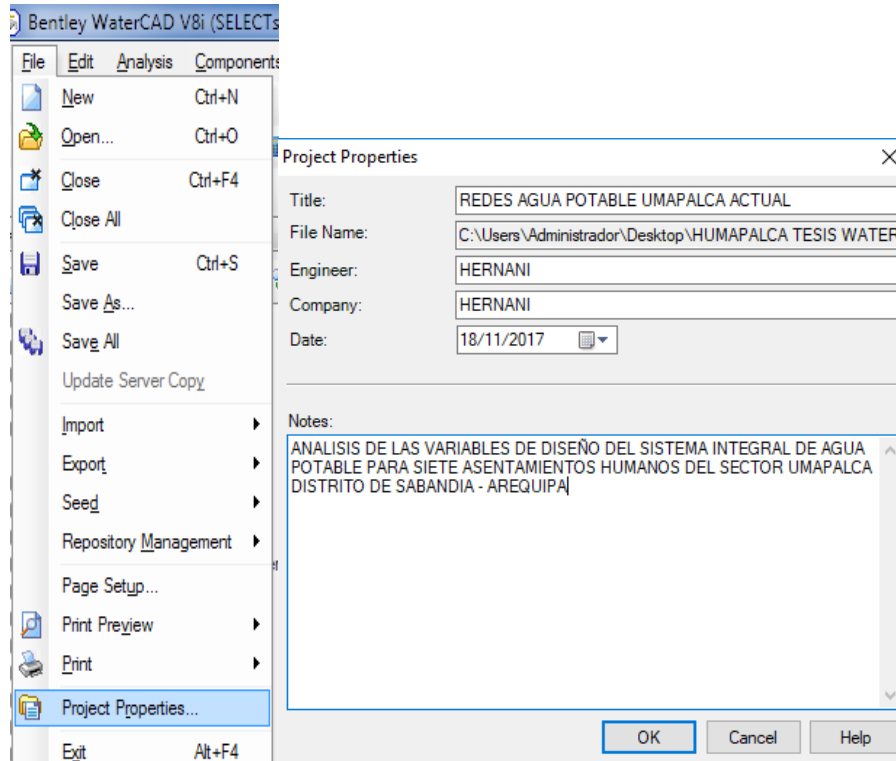


Fuente: Software WATERCAD.

1. Colocar Nombre al Proyecto.

Nos dirigimos a la barra de menú principal y elegimos la opción File, desplegando esta opción elegimos la opción Project Properties (ver Figura IV.2.). Seguidamente se procede a llenar como Título del proyecto, Ingeniero responsable, Compañía, Día de creación del proyecto y el campo de Notas (este último campo se utiliza para hacer algún comentario importante sobre el proyecto a modelar). La cual debe ser realizada para mantener un orden.

Figura IV.2.
Software WATERCAD.

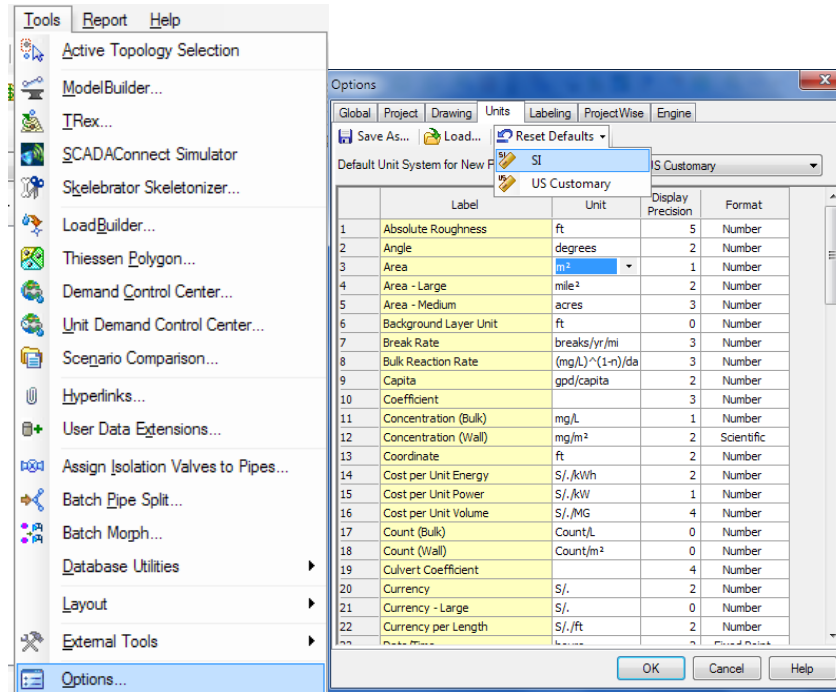


Fuente: Software WATERCAD.

3. Configuración de Unidades.

Por defecto, el programa trabaja con las unidades del sistema inglés. Para configurar las unidades nos dirigimos al menú principal y elegimos la opción Tools en ella elegimos la opción Options (ver Figura IV.3.). Se despliega una ventana donde aparecen las opciones de unidades, la cual muestra 2 opciones de cambio de unidades. La primera opción corresponde a Reset Defaults que permitirá cambiar las unidades del proyecto actual. En ambos casos se debe seleccionar la opción System International.

Figura IV.3.
 Software WATERCAD.



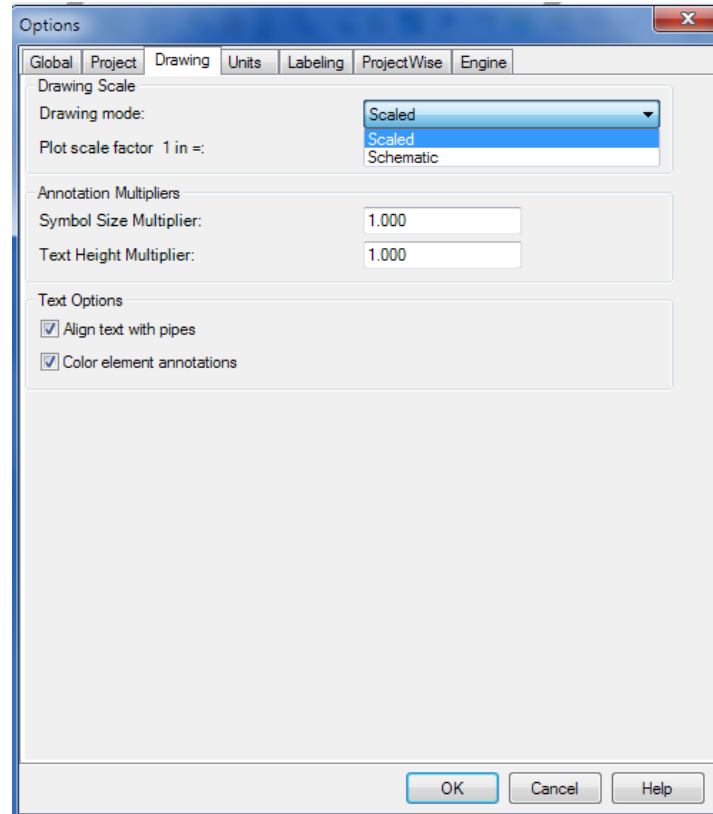
Fuente: Software WATERCAD.

4. Opciones de Dibujo.

En la misma ventana de Opciones se encuentra la pestaña denominada Drawing, en ella se definirán 3 campos referentes al dibujo de la red que son: La escala de dibujo, tamaño de anotación y opciones de texto (ver Figura IV.4). El cuadro nos muestra 2 formas para trabajar el modelo hidráulico:

De manera escalada y de manera esquemática. Cuando se escoge trabajar de manera escalada, significa, trabajar con medidas reales para el proyecto, en cambio si se opta por trabajar de manera esquemática, la medida de la tubería no necesariamente tendrá una medida definida. En nuestro caso, se trabajará de manera escalada.

Figura IV.4.
Software WATERCAD.

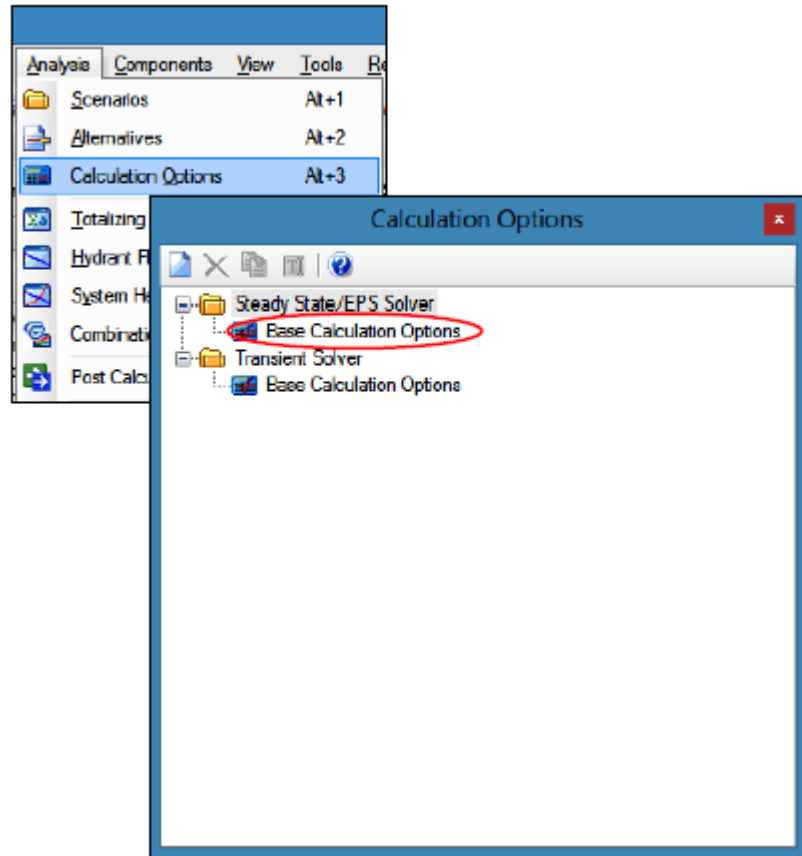


Fuente: Software WATERCAD.

5. Definir la ecuación de pérdida de carga y fluido a modelar.

Estos parámetros se definen mediante la opción Analysis dentro de la cual se selecciona la opción Calculation Options (ver Figura IV.5.) en esta ventana aparecen 2 carpetas denominadas Transient Solver y Steady State/EPS Solver y en el interior de cada una de las carpetas se aprecia una calculadora. En este caso se trabajará con la carpeta denominada Steady State/EPS Solver y con la calculadora en su interior, permitiendo establecer los parámetros de pérdida de carga y fluido a modelar.

Figura IV.5.
Software WATERCAD.

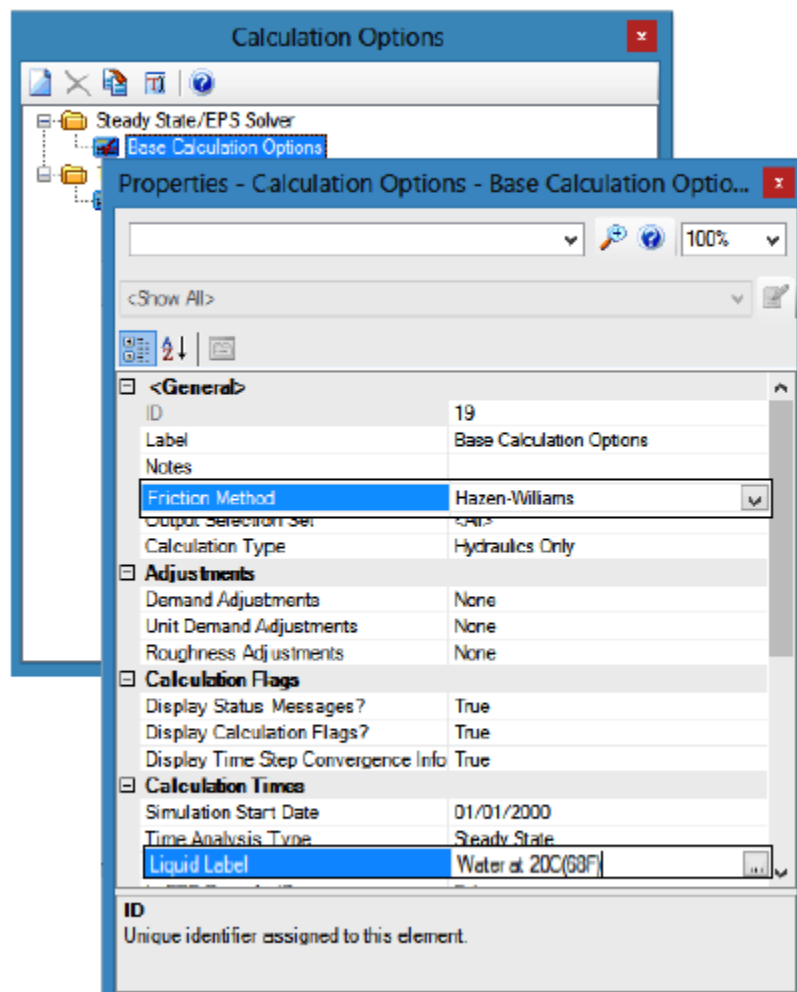


Fuente: Software WATERCAD.

Nos dirigimos al icono de la calculadora en la barra de comandos superior izquierda la cual nos mostrara una ventana y dentro de esta se encuentra el campo denominado Friction Method (ver Figura IV.6.), es aquí donde se debe indicar la ecuación de pérdida de carga, que se utilizará en el modelado de la red. El programa presenta 3 ecuaciones de pérdida de carga, las cuales son: Ecuación de Darcy- Weisbach, ecuación de Hazen-Williams y ecuación de Manning. Para el diseño de la red de agua potable se utilizará la ecuación de Hazen-Williams.

Otro campo que se encuentra dentro de la ventana de propiedades de la calculadora seleccionada, es el denominado Liquid Label (ver Figura IV.6.) en el cual se debe indicar, qué clase de fluido se va a modelar. Por defecto el programa muestra que el fluido a modelar será agua, a una temperatura de 20°C y es con este fluido que se realizará el modelado de la red.

Figura IV.6.
Software WATERCAD.



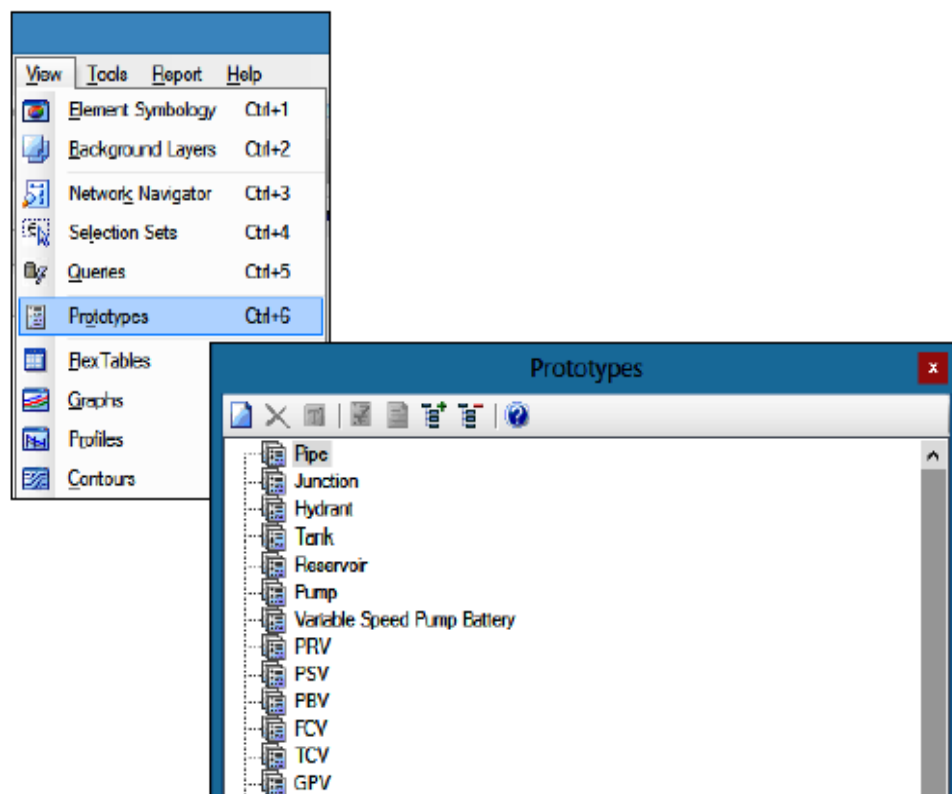
Fuente: Software WATERCAD.

6. Definir Prototipos para el modelado.

Se denominan prototipos a las características que vienen por defecto con los diferentes elementos que conforman la red (tuberías, conexiones, etc.). Al definir los prototipos o características con anticipación se permitirá seleccionar anticipadamente el material y el diámetro de las tuberías que se desean modelar

Para proceder a definir los prototipos de la red a modelar se selecciona la opción View y dentro de ella se selecciona la opción Prototypes, accediendo a una lista con todos los elementos que pueden ser definidos y que conformarán la red a modelar (ver Figura IV.7.).

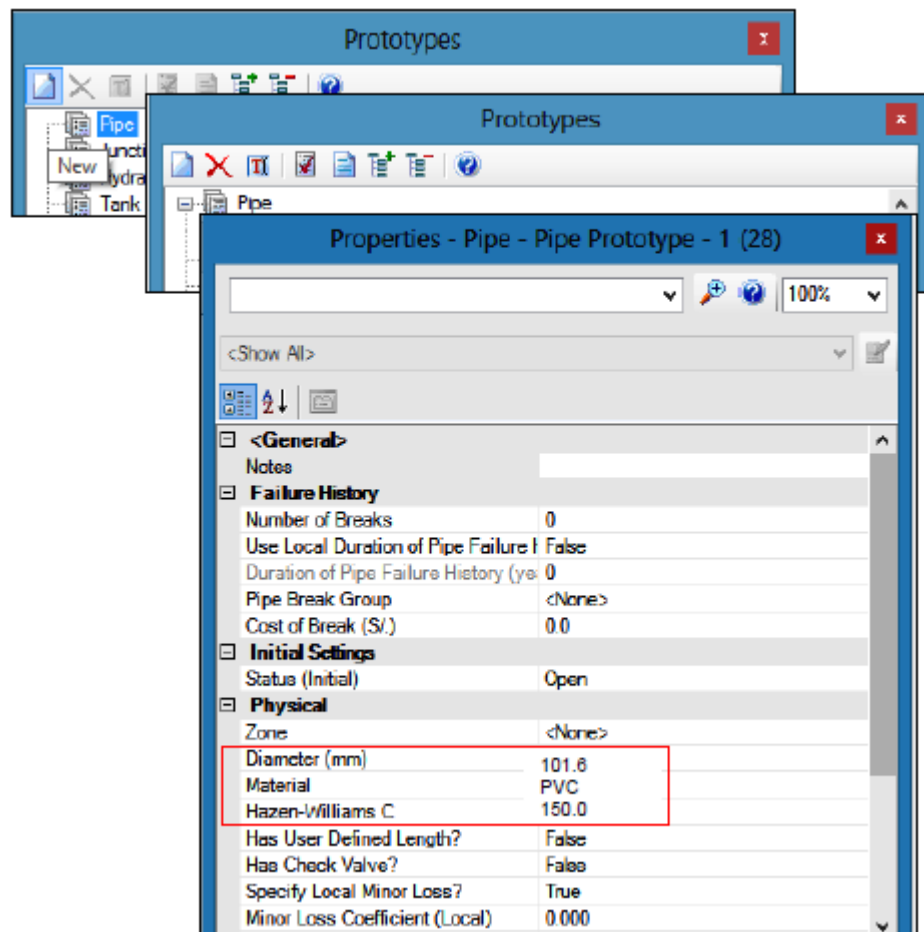
Figura IV.7.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Se selecciona de la lista Prototypes el elemento Pipe y se crea un nuevo prototipo dentro del elemento Pipe (ver Figura IV-8). Al crear el prototipo se accede a sus propiedades, por defecto el prototipo propone tuberías de 152.4 mm de diámetro (que son 6 pulgadas) y como material Ductile Iron con un Hazen-Williams igual a 130 (C = 130). Estos valores serán cambiados por tuberías de 4 pulgadas de diámetro, material PVC y un Hazen-Williams de 150 (C = 150), siendo estos valores los seleccionados para el modelaje.

Figura IV.8.
Software WATERCAD.



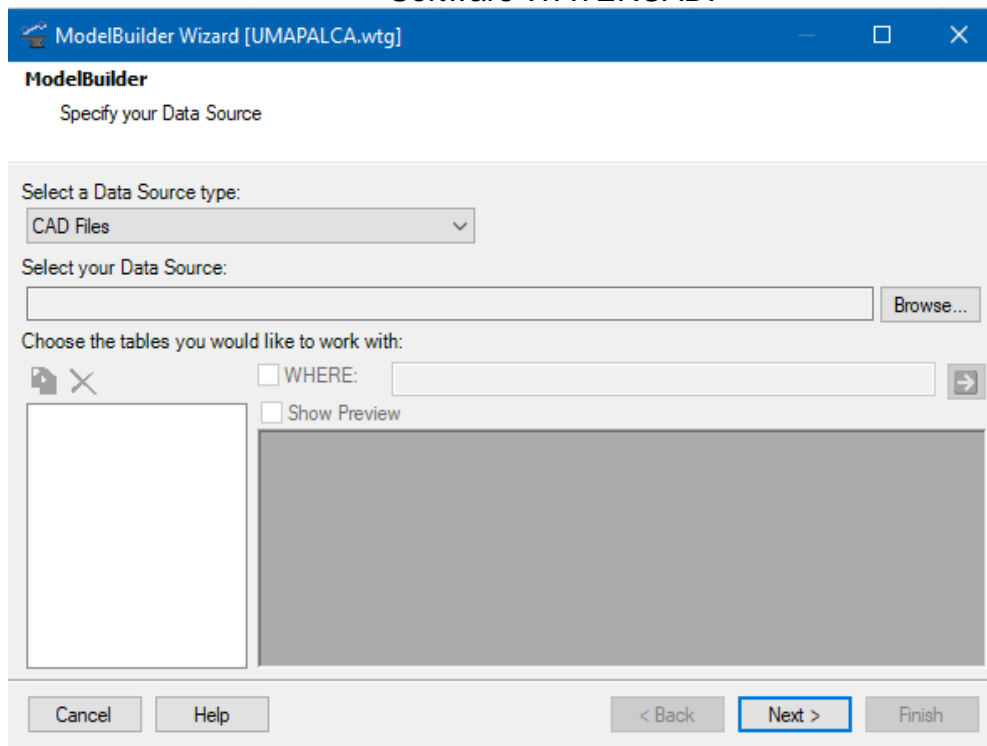
Fuente: Software WATERCAD.

4.5. TRANSFORMACIÓN DE PLANOS.

Una vez realizada correctamente las configuraciones indicadas anteriormente, se tiene todo listo para empezar a convertir los planos y trabajar en la modelación de la red.

Para transformar o convertir los planos, se utiliza el comando denominado ModelBuilder que se encuentra ubicado dentro de la opción Tools. En la barra de menú principal Se accede a la ventana denominada ModelBuilder y dentro de ella se crea un nuevo modelo mediante la ventana denominada ModelBuilder Wizard (ver Figura IV.9).

Figura IV.9.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

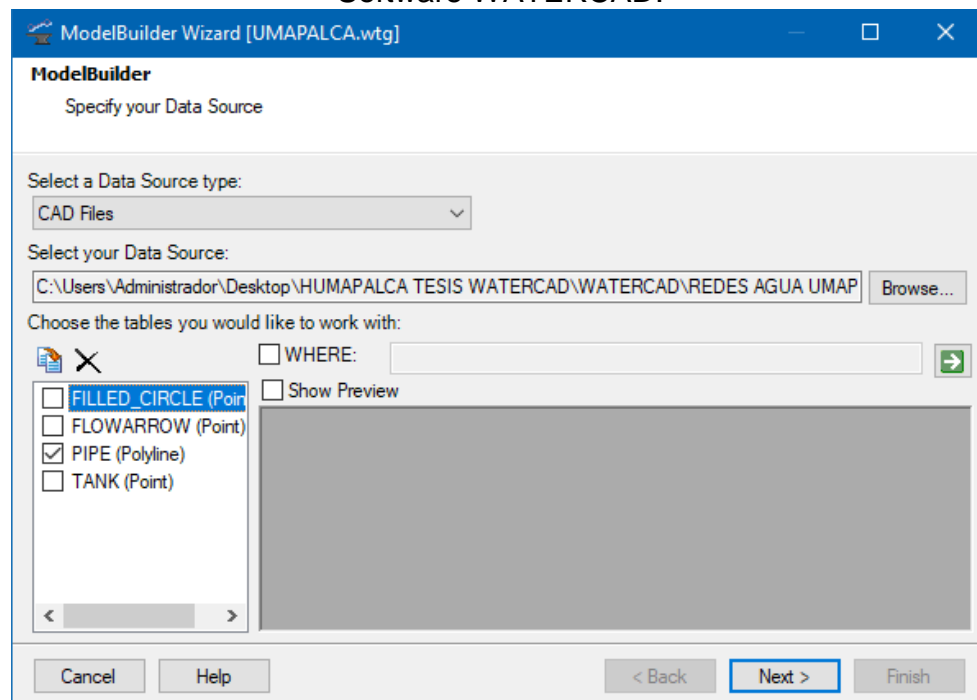
Dentro de esta ventana, el primer campo pide seleccionar el tipo de base de datos que se va a incorporar al modelo, en este caso se cargará un archivo CAD (CAD FILES) (ver Figura IV.10.).

El segundo campo de esta ventana, indica que se seleccione el archivo que se va a transformar. Cuando se selecciona el archivo que se va a transformar, en el recuadro ubicado en la parte izquierda de la ventana, aparecerán todas las capas que posee el archivo CAD seleccionado.

Luego que aparecen todas las capas del archivo CAD, se procede a seleccionar la(s) capa(s) que se exportarán al modelo. En este caso solo se exportará la capa denominada Tuberías Proyectadas, por lo tanto se seleccionará la capa mencionada mediante un check. Al haber seleccionado la capa correspondiente, se procede a marcar la opción Show Preview, ubicada a la derecha del recuadro, el cual permitirá apreciar la base de datos que WATERCAD le genera a la capa (ver Figura IV.10.).

Seguidamente en dicha base de datos se muestra la tabla que el programa ha generado. Cada línea de la tabla es una poli-línea de la capa que se ha creado en AUTOCAD y cada columna representa las propiedades que WATERCAD le asigna a cada poli-línea. De todas las columnas que se muestran en la tabla la que interesa es la denominada Label que se encuentra al final de ésta.

Figura IV.10.
Software WATERCAD.

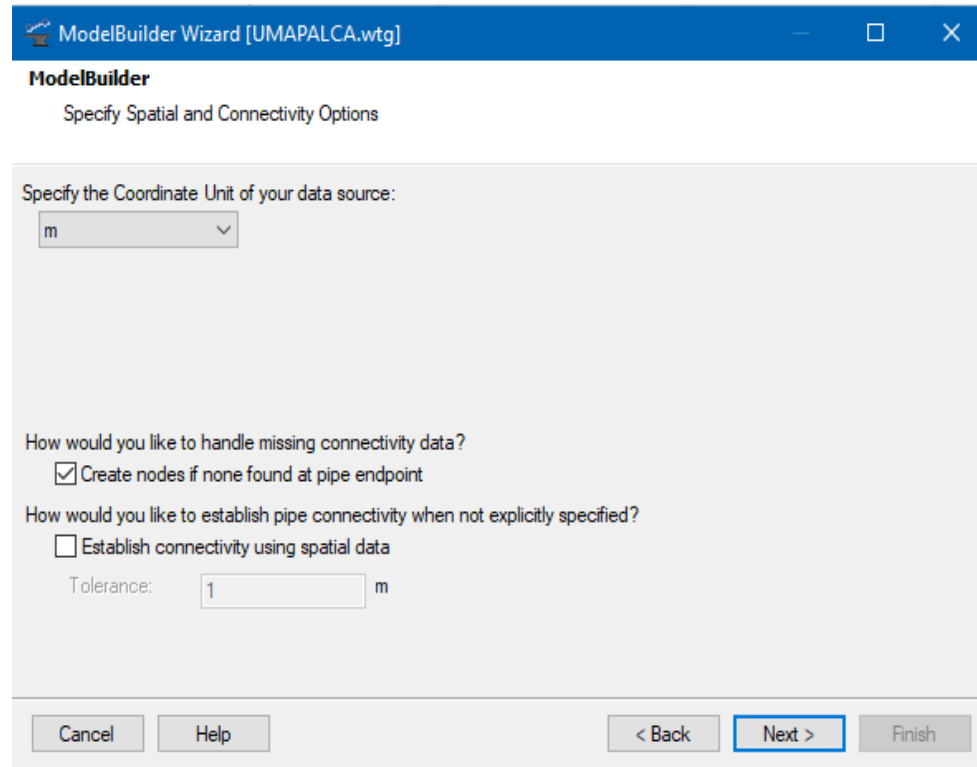


Fuente: Software WATERCAD.

A continuación se debe seleccionar el sistema de unidades de la base de datos que se utilizará en el modelo, en este caso se selecciona como unidad el metro (ver Figura IV.11.).

Se debe tener en cuenta el seleccionar la última opción de la ventana con el check correspondiente (ver Figura IV.11.), el cual permitirá resolver inconvenientes de dibujo que se puedan haber producido en el trazo de la red (si al dibujar la red han quedado espacios en blanco o no se han unido bien las poli-líneas WATERCAD lo hará de forma automática respetando la tolerancia establecida). La tolerancia para resolver los problemas de dibujo será de 1 cm o de 0.01 m (ver Figura IV.11.).

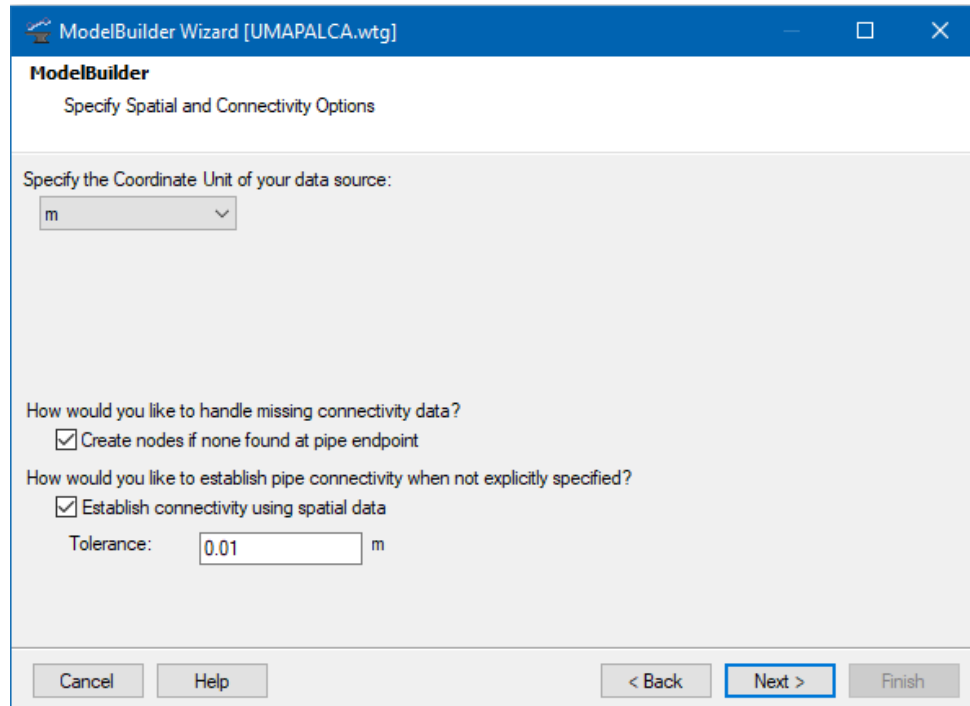
Figura IV.11.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

A continuación se presenta la ventana correspondiente a las especificaciones de creación de los elementos del modelo. En este caso no se modifican las opciones que por defecto presenta la ventana (ver Figura IV.12.).

Figura IV.12.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

A continuación se presenta la ventana correspondiente a opciones adicionales para el funcionamiento del Model Builder. En el primer campo se pregunta en qué escenario se va a trabajar con la data que se ha generado.

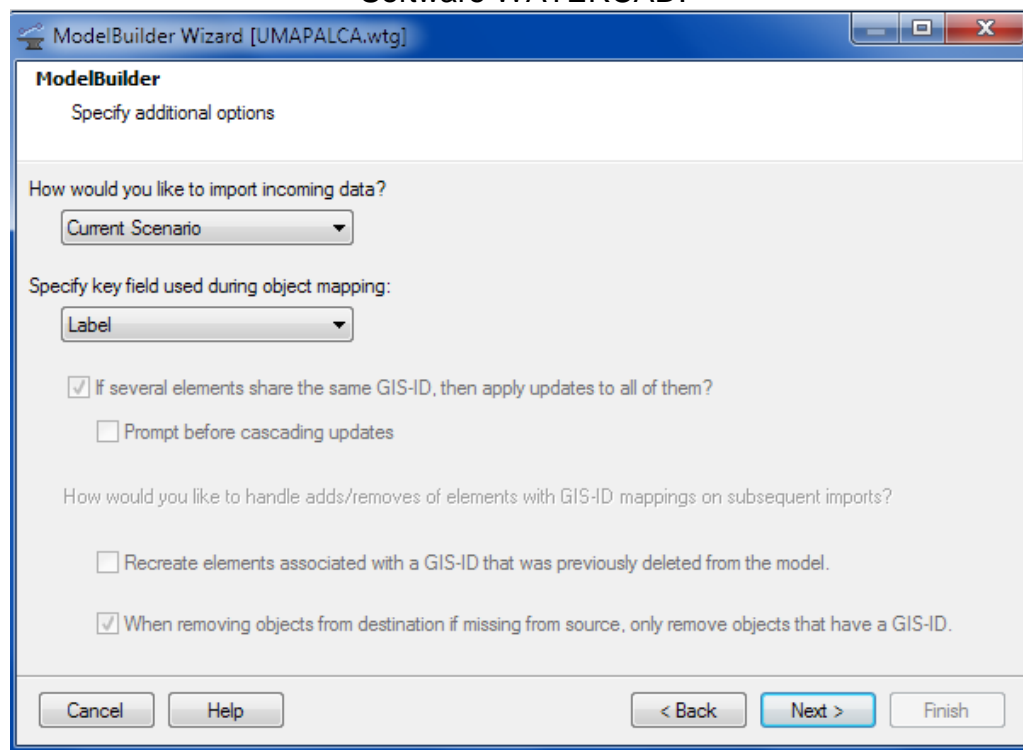
Al solo tener un escenario, se elegirá la opción Current Scenario y en el segundo campo se pregunta con qué columna llave se trabajará, en este caso se trabajará con la columna denominada Label (ver Figura IV.13.).

La ventana que sigue permite establecer mayores detalles para el modelado de la red. Se establecerán a las poli-líneas denominadas "Tuberías Proyectadas" como Pipes (Tuberías) y en el siguiente campo

denominado Key Fields (campo llave) se seleccionará el campo Label donde se ubica nuestra data (ver Figura IV.14.).

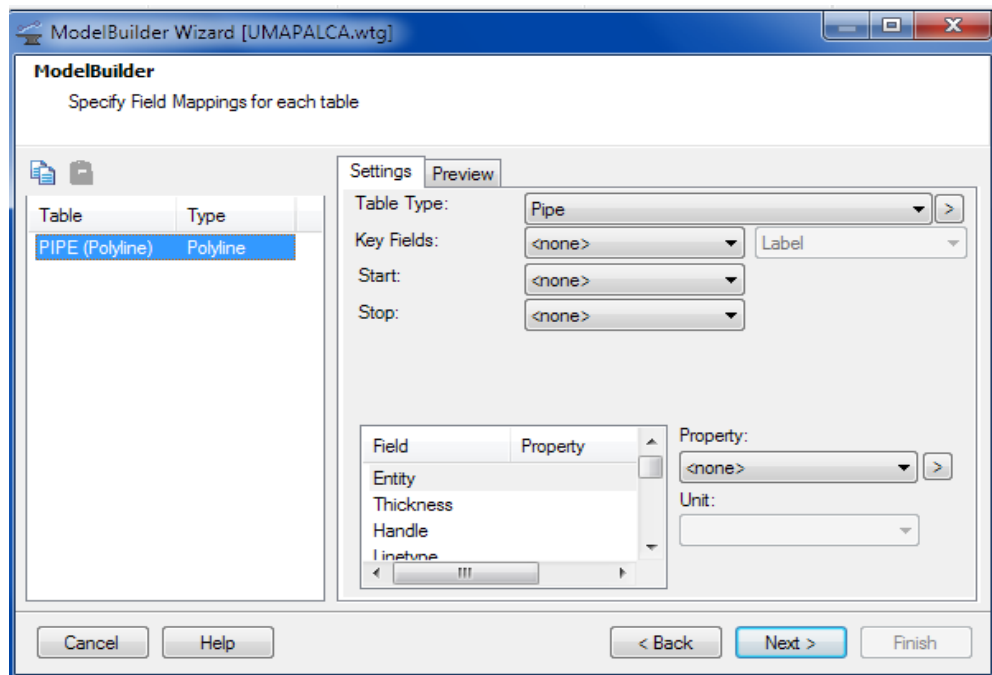
En esta última ventana el programa pregunta si se desea construir el modelo en estos momentos, se selecciona la opción Yes y la opción Finish (ver Figura IV.15.).

Figura IV.13.
Software WATERCAD.



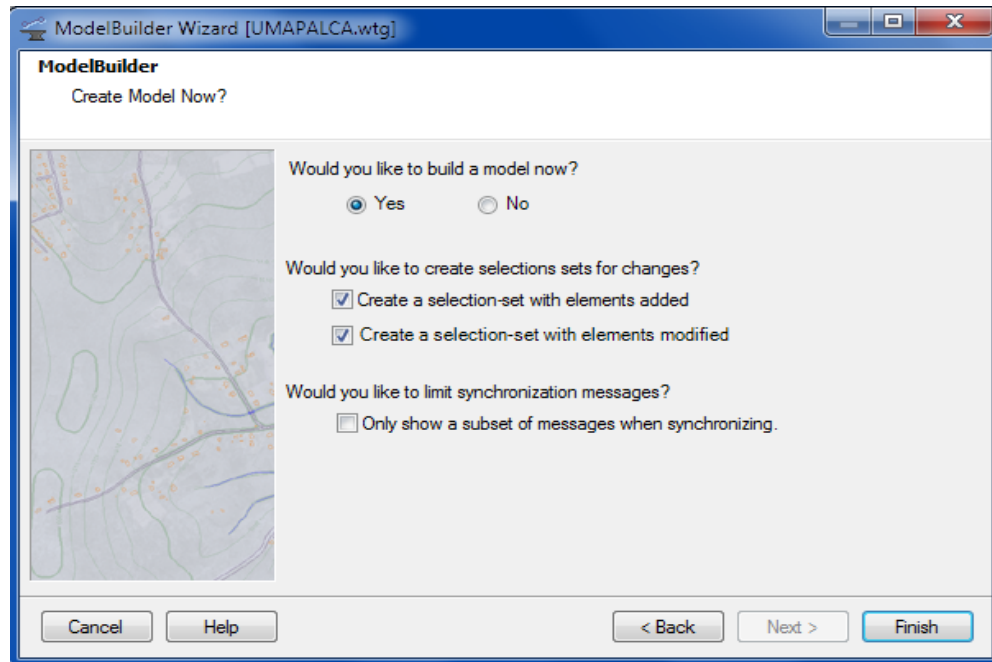
Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.14.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.15.
Software WATERCAD.

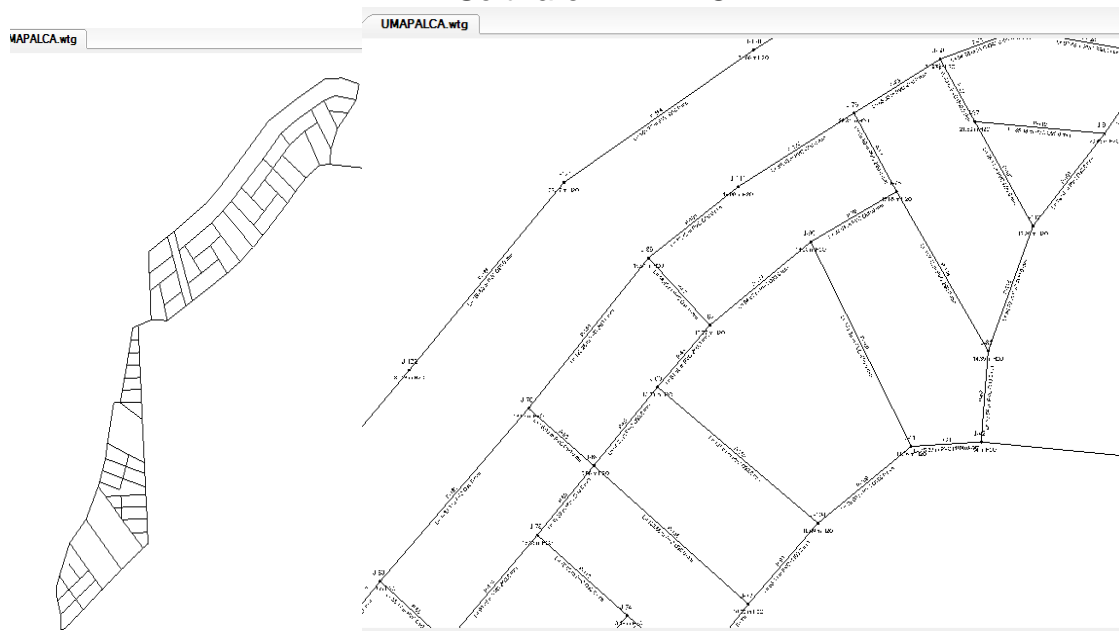


Fuente: Software WATERCAD.

Después de seleccionar la opción Finish en la Figura IV.15., el programa realiza la sincronización y transformación de las poli-líneas (obtenidas de la base de datos del CAD) en tuberías mediante el Model Builder. Al finalizar se obtiene una planta en la cual está comprendida la red de agua potable de los Asentamientos Humanos Umopalca.

Al haber realizado el procedimiento antes descrito se logra crear el modelo de la red de agua potable (ver Figura IV.16.).

Figura IV.16.
Software WATERCAD.

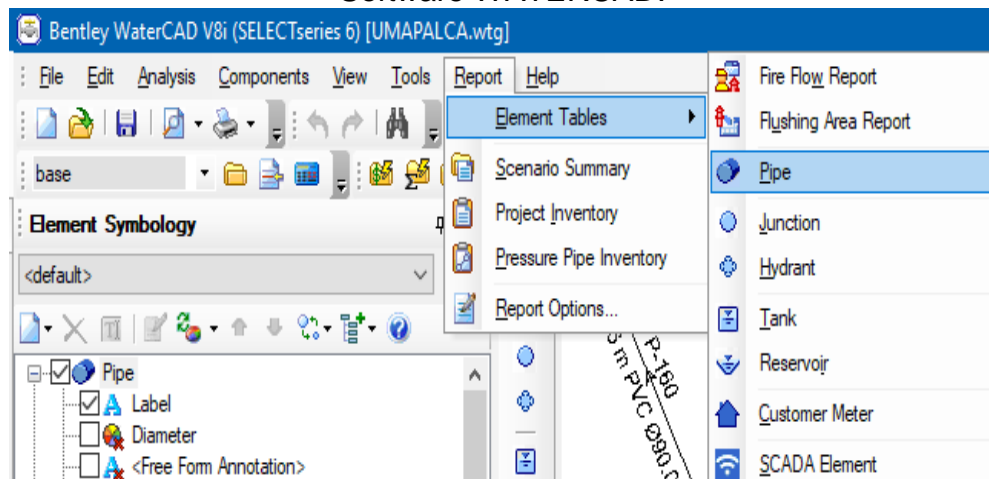


Fuente: Software WATERCAD.

Se puede apreciar que las tuberías generadas por el Model Builder poseen un nombre por defecto generado por el programa (ver Figura IV.16.).

Procedemos a mejorar la nomenclatura por una más manejable seleccionando la opción Report dentro de esta seleccionamos la opción Element Tables que nos permite acceder a los diferentes elementos que componen la red, seleccionando la opción Pipe (ver Figura IV.17.).

Figura IV.17.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Al haber seleccionado la opción Pipe, se accede a la base de datos de las tuberías que se presenta a través de una tabla con diferentes filas y columnas. Las filas representan cada una de las tuberías que han sido creadas en el modelo y cada columna posee alguna propiedad de la tubería o del fluido que discurre por ella (ver Figura IV.18.).

Figura IV.18.
 Software WATERCAD.

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C
31: P-1	31	P-1	18.28	J-1	J-2	90.0	PVC	150.0
34: P-2	34	P-2	18.86	J-3	J-4	90.0	PVC	150.0
37: P-3	37	P-3	21.54	J-5	J-6	90.0	PVC	150.0
40: P-4	40	P-4	28.07	J-7	J-8	90.0	PVC	150.0
43: P-5	43	P-5	28.19	J-9	J-10	90.0	PVC	150.0
46: P-6	46	P-6	28.57	J-11	J-12	90.0	PVC	150.0
49: P-7	49	P-7	31.81	J-13	J-14	90.0	PVC	150.0
52: P-8	52	P-8	32.98	J-15	J-16	90.0	PVC	150.0
55: P-9	55	P-9	34.00	J-17	J-18	90.0	PVC	150.0
58: P-10	58	P-10	34.69	J-19	J-20	100.0	PVC	150.0
61: P-11	61	P-11	35.79	J-21	J-22	90.0	PVC	150.0
64: P-12	64	P-12	36.52	J-23	J-24	90.0	PVC	150.0
67: P-13	67	P-13	40.94	J-25	J-26	90.0	PVC	150.0
70: P-14	70	P-14	42.30	J-6	J-15	90.0	PVC	150.0
71: P-15	71	P-15	43.11	J-27	J-9	90.0	PVC	150.0
73: P-16	73	P-16	44.10	J-4	J-28	90.0	PVC	150.0
75: P-17	75	P-17	44.21	J-29	J-17	90.0	PVC	150.0
77: P-18	77	P-18	44.55	J-30	J-31	90.0	PVC	150.0
80: P-19	80	P-19	45.04	J-32	J-33	90.0	PVC	150.0
83: P-20	83	P-20	45.04	J-8	J-34	90.0	PVC	150.0
85: P-21	85	P-21	45.23	J-35	J-36	90.0	PVC	150.0

177 of 177 elements displayed

Fuente: Software WATERCAD.

Dentro de todas las columnas se ubica la columna denominada Label, es aquí donde se cambiará el nombre a las tuberías. Se selecciona toda la columna Label dándole click al encabezado y con click derecho sobre la selección hecha se ingresa a un listado de opciones de las cuales se selecciona la opción Relabel (re-etiquetar) y aparece la ventana de re-etiquetado. (ver Figura IV.19.).

Figura IV.19.
 Software WATERCAD.

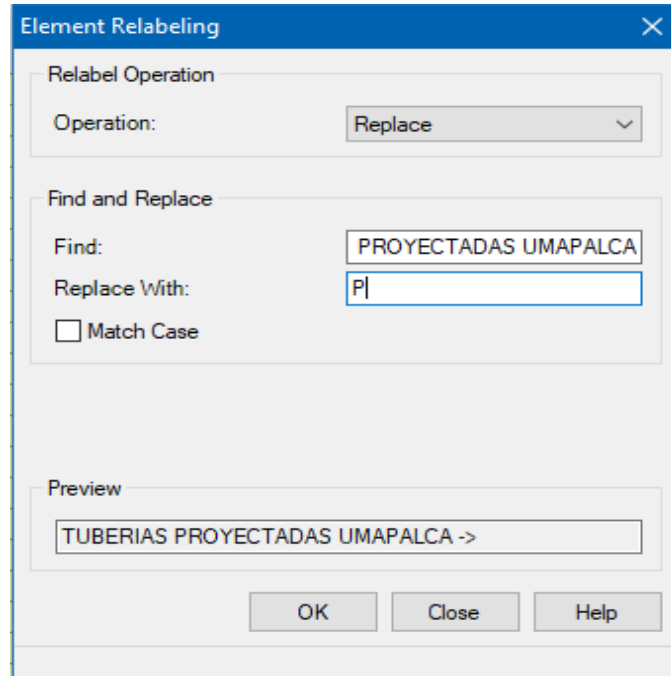
	ID	Lab	Length (Scaled)	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Will C
31:	P-1	31 P-1		J-2	90.0	PVC	
34:	P-2	34 P-2		J-4	90.0	PVC	
37:	P-3	37 P-3		J-6	90.0	PVC	
40:	P-4	40 P-4		J-8	90.0	PVC	
43:	P-5	43 P-5		J-10	90.0	PVC	
46:	P-6	46 P-6		J-12	90.0	PVC	
49:	P-7	49 P-7		J-14	90.0	PVC	
52:	P-8	52 P-8		J-16	90.0	PVC	
55:	P-9	55 P-9		J-18	90.0	PVC	
58:	P-10	58 P-10		J-20	100.0	PVC	
61:	P-11	61 P-11		J-22	90.0	PVC	
64:	P-12	64 P-12		J-24	90.0	PVC	
67:	P-13	67 P-13	40.94	J-25	J-26	90.0	PVC
70:	P-14	70 P-14	42.30	J-6	J-15	90.0	PVC
71:	P-15	71 P-15	43.11	J-27	J-9	90.0	PVC
73:	P-16	73 P-16	44.10	J-4	J-28	90.0	PVC
75:	P-17	75 P-17	44.21	J-29	J-17	90.0	PVC
77:	P-18	77 P-18	44.55	J-30	J-31	90.0	PVC
80:	P-19	80 P-19	45.04	J-32	J-33	90.0	PVC
83:	P-20	83 P-20	45.04	J-8	J-34	90.0	PVC
85:	P-21	85 P-21	45.23	J-35	J-36	90.0	PVC

Fuente: Software WATERCAD.

El primer campo de esta ventana indica que operación se va a realizar y se selecciona la opción Replace (reemplazar).

Seguidamente en el segundo campo se indicara que es lo que va a buscar el programa y con que lo reemplazará, el programa buscará la etiqueta "Tuberías Proyectoadas Agua (Polyline)" y lo reemplazará por la letra "P" obteniendo una nomenclatura ("P-1") más manejable para el modelo (ver Figura IV.20.).

Figura IV.20.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

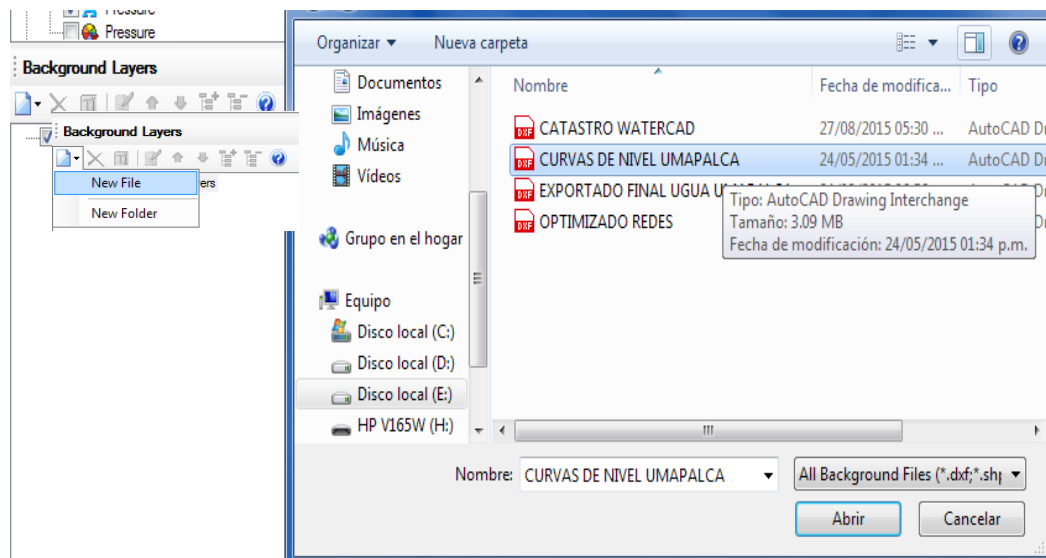
4.5.1. INGRESO DE INFORMACIÓN AL MODELO

Una vez realizado todos los pasos anteriores, el modelo de la red de agua potable ya se encuentra listo. El siguiente paso es empezar a alimentar con información al modelo. Se iniciara colocando cotas a los Junctions o nodos de la red de agua potable.

Este procedimiento se realizará mediante un módulo que posee el software el cual, mediante las curvas de nivel del terreno, interpolará la ubicación del nodo y automáticamente le asignará la cota que le corresponda.

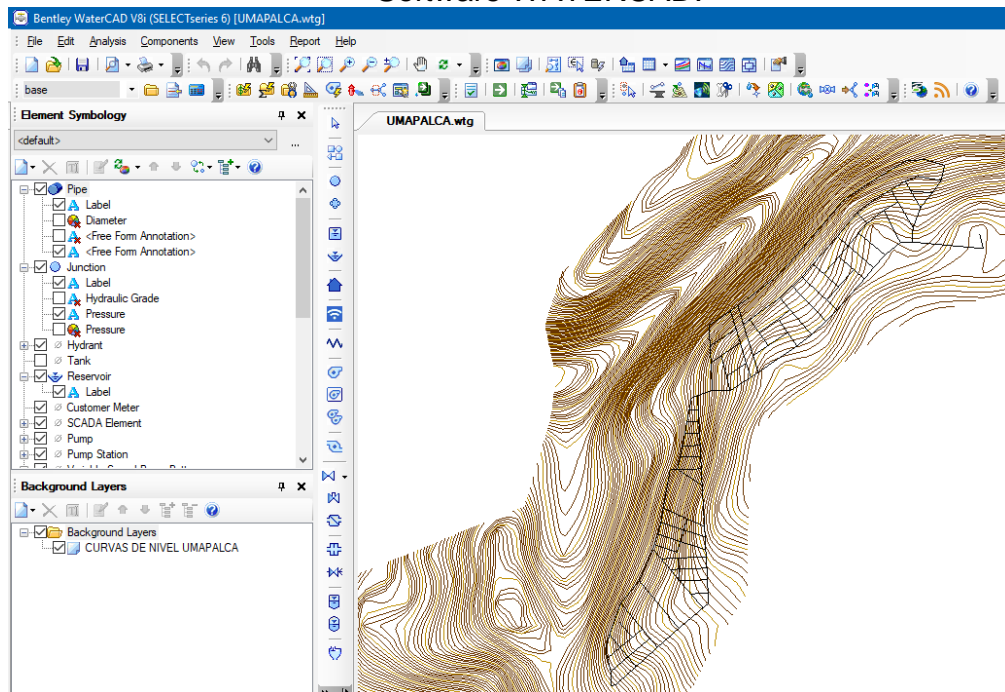
Es necesario importar el archivo de las curvas de nivel previamente preparado y guardado en la extensión .dxf. Este procedimiento se realiza mediante la ventana denominada Background Layers (ver Figura IV.21.) ubicada en la parte inferior izquierda de la ventana del software. Dentro de esta ventana se selecciona el icono New File, luego del cual aparece una ventana que indica seleccionar la ruta del archivo a importar como capa de fondo. En este caso se selecciona el archivo denominado Topografía y se colocará como capa de fondo del modelo (ver Figura 21).

Figura IV.21.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.22.
Software WATERCAD.



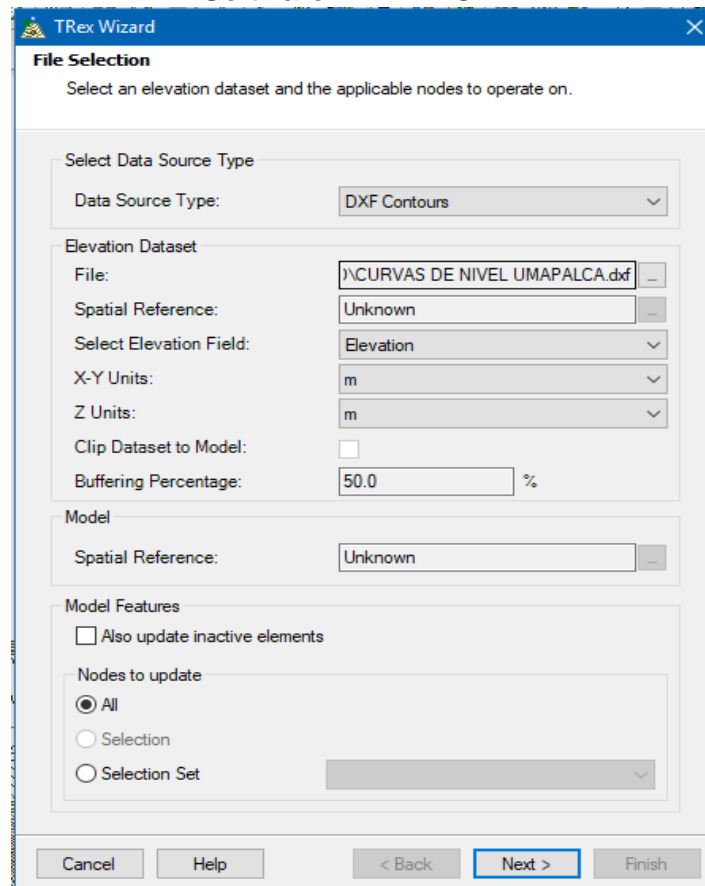
Fuente: Software WATERCAD.

Después de tener como capa de fondo al archivo de la Topografía del terreno (Figura IV.22), se procede a la asignación de cotas de manera automática.

Para ello se selecciona la opción Tools y dentro de ella se selecciona la opción TRex que permitirá colocar las cotas de manera automática (ver Figura IV.23.). Al seleccionar esta opción se presenta la ventana denominada TRex Wizard, en ella se debe indicar al programa desde qué base de datos se extraerá la información para el proceso de asignación de cotas. En el primer campo de la ventana, se solicita seleccionar el tipo de base de datos con la cual se trabajará, en este caso la base de datos será del tipo DXF Contours.

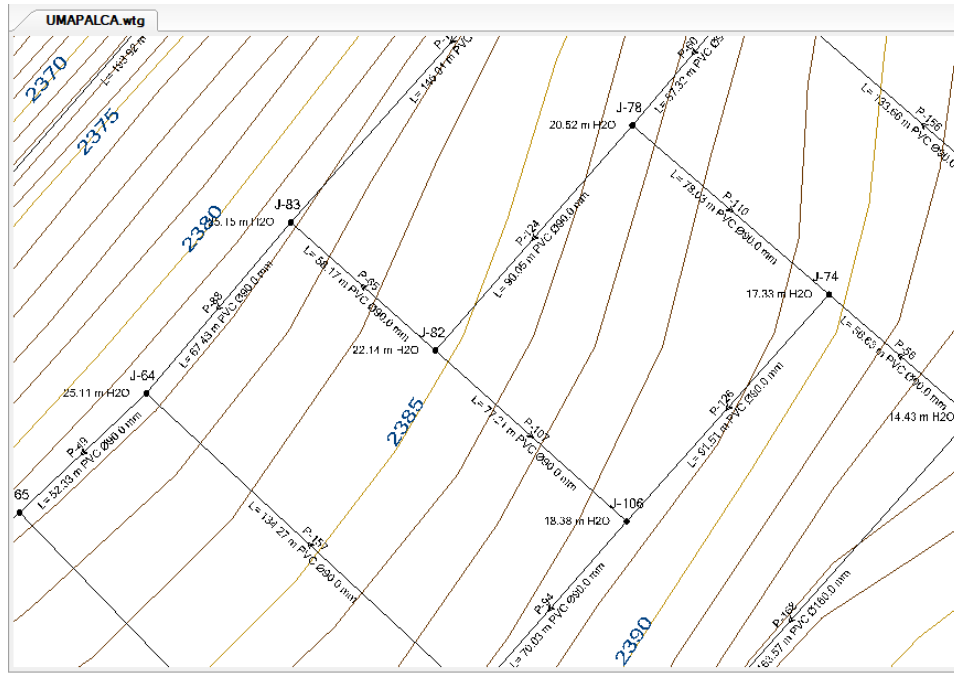
En el segundo campo se solicita indicar el conjunto de los datos de la elevación con la cual se trabajará. Dentro de estos datos se debe indicar el archivo con el cual se va a trabajar (en este caso es el archivo denominado Topografía), indicar el campo que guarda la cota en el archivo dxf (Elevation) e indicar las unidades tanto en los ejes X e Y como en el eje Z (unidades en metros). Para finalizar, se selecciona la opción Next que se encuentra en la parte inferior de la ventana y automáticamente el software interpola y asigna la cota que le corresponda a cada nodo (ver Figura IV.23. y Figura IV.24.).

Figura IV.23.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

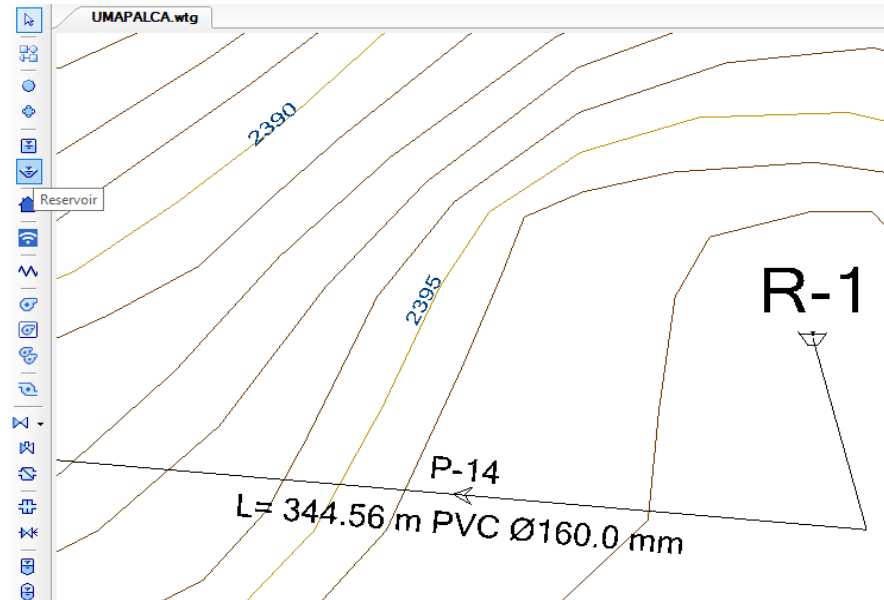
Figura IV.24.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

De acuerdo a la información recopilada, la Empresa Prestadora de Servicio EPS SEDAPAR S.A. AREQUIPA la cual brindara un caudal de empalme de 22 l/s desde la toma ubicada en la planta de tratamiento existente el que representa el punto de inicio para la zona en estudio.

Para colocar el reservorio, se selecciona la herramienta de dibujo de tuberías y sobre la ventana del modelo se da click derecho. Aparece una lista desplegable y se selecciona la opción Reservoir (Reservorio), seguidamente se da click sobre la ventana del modelo y se empalma mediante una tubería el reservorio con el nodo de inicio de la red (ver Figura IV.25.).

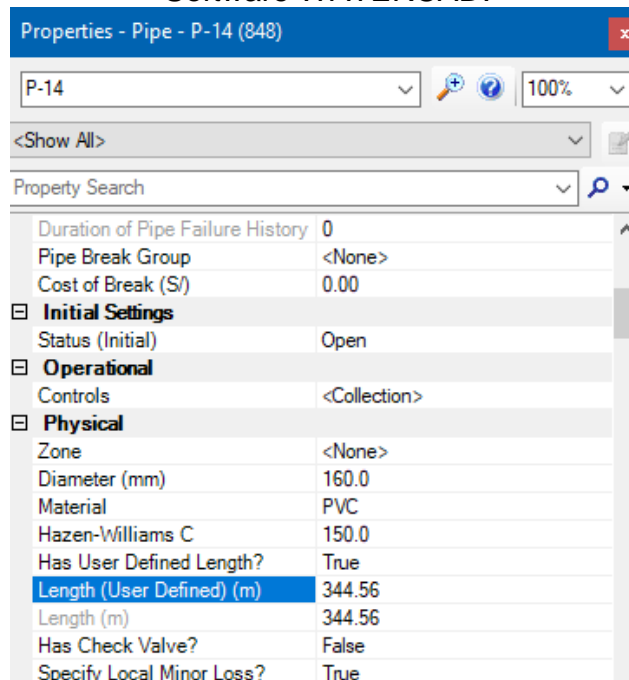
Figura IV.25.
Software WATERCAD.

Fuente: Software WATERCAD.

Después de generar el reservorio y su empalme a la red del modelo, se deben crear las propiedades adecuadas tanto al reservorio como a la tubería de empalme, con la finalidad que no se produzca pérdida de carga en el recorrido y se garantice la presión de 25 m H₂O. como promedio.

En el caso de la tubería, la propiedad que se debe modificar es la longitud (el diámetro y el material fueron definidos al inicio del modelado, D = 6", Material = PVC y C =150). Para ello, dentro de la ventana de propiedades se encuentra el campo que realiza la pregunta si el usuario va a definir la longitud de la tubería, en este caso se colocará como respuesta la opción True con lo cual se logra activar la opción de colocar la longitud de forma manual, esta será de 1 m. Ello permite asegurar que la pérdida de carga sea mínima (ver Figura IV.26.).

Figura IV.26.
Software WATERCAD.

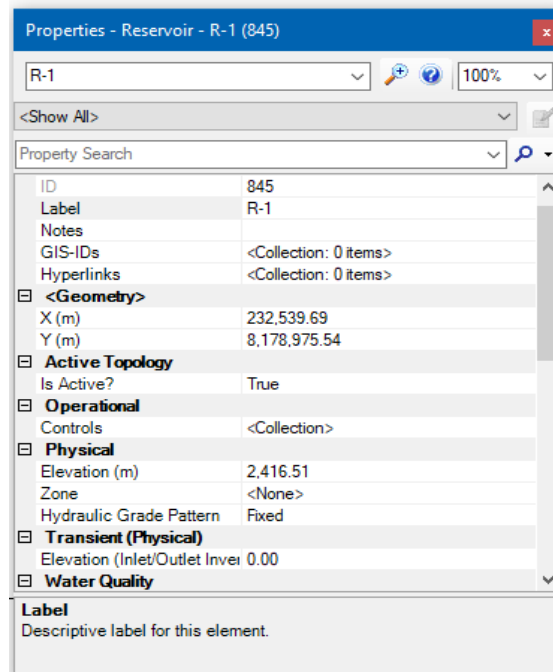


Fuente: Software WATERCAD.

En el caso del reservorio, la propiedad que se debe modificar será la elevación. Dentro de las propiedades se ubica el campo denominado Elevation, en el cual se colocará la elevación que permita generar los 25 m H₂O.aproximadamente.

Esta elevación será la suma de la cota del nodo de empalme y los 25 que se necesitan para ganar presión (Cota Nodo 2391.51, Presión = 25 mca) realizada la operación tenemos la elevación del reservorio proyectado que será de 2416.51m (ver Figura IV.27.).

Figura IV.27.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

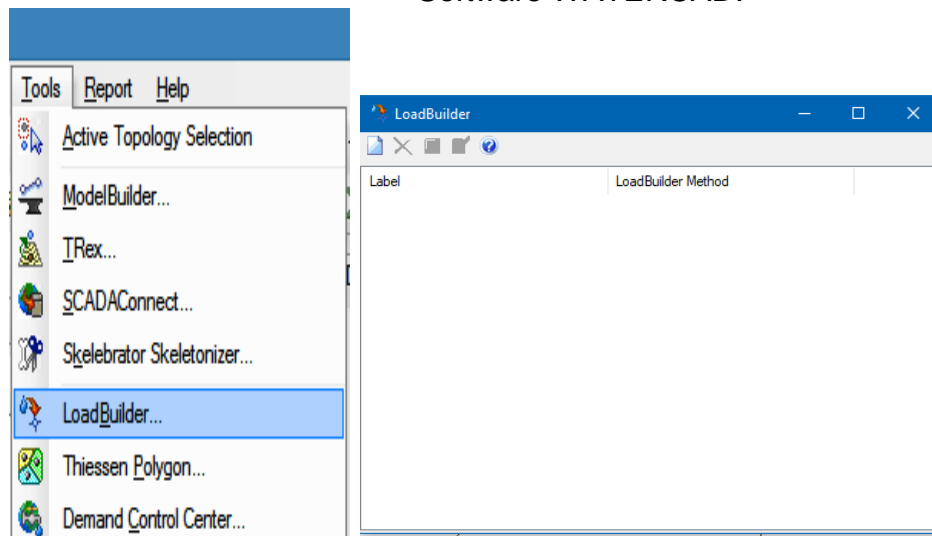
La siguiente información a introducir al modelo será la demanda de cada nodo o distribución de la carga en cada nodo.

Para ello, primero se debe transformar el archivo preparado con anterioridad, en el cual solo se encuentran las conexiones domiciliarias correspondientes a los 07 AA.HH. UMAPALCA representadas como puntos en el archivo CAD. Esta transformación se realiza a través del programa ARCGIS el cual permite obtener un ShapeFile, es decir convierte al archivo CAD en una base de datos. Esta base de datos permitirá trabajar con el caudal unitario para realizar la distribución de la carga en cada nodo.

Para introducir al modelo la demanda de cada nodo se selecciona opción Tools y dentro de ella se selecciona la opción

denominada LoadBuilder. Aparece una ventana con el mismo nombre de la opción anterior y en ella se debe generar una nueva plantilla para cargar la demanda de cada nodo. Al seleccionar esta opción aparece la ventana denominada LoadBuilder Wizard (ver Figura IV.28.).

Figura IV.28.
Software WATERCAD.



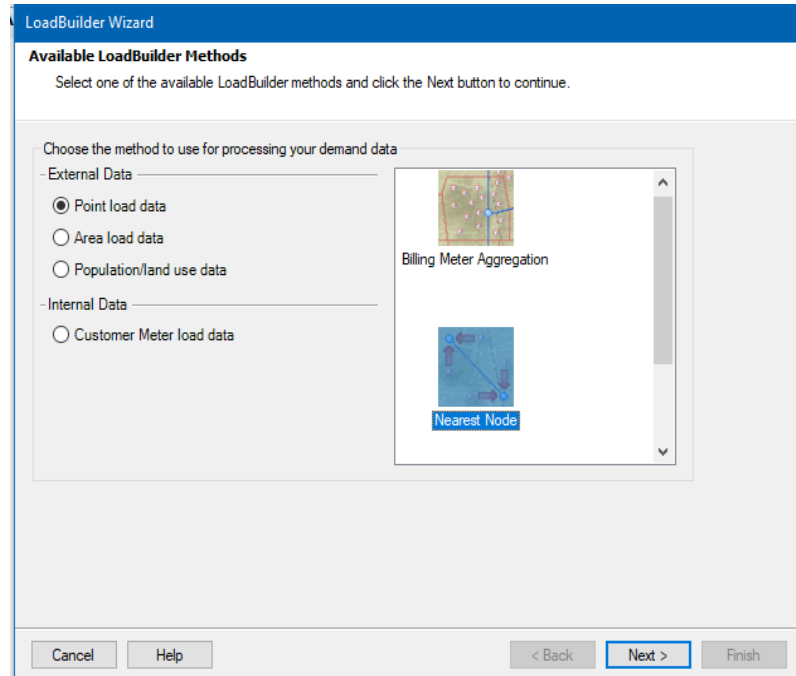
Fuente: Software WATERCAD.

Lo primero que muestra la ventana LoadBuilder Wizard son los métodos que se pueden utilizar para cargar las demandas. En este caso se utilizará el método denominado Nearest Node (Nodo Cercano) (ver Figura IV.29.).

Luego en la siguiente ventana, el primer campo indica a qué elementos se van a cargar las demandas, en este caso se escoge la opción Junction/All elements (Todos los nodos).

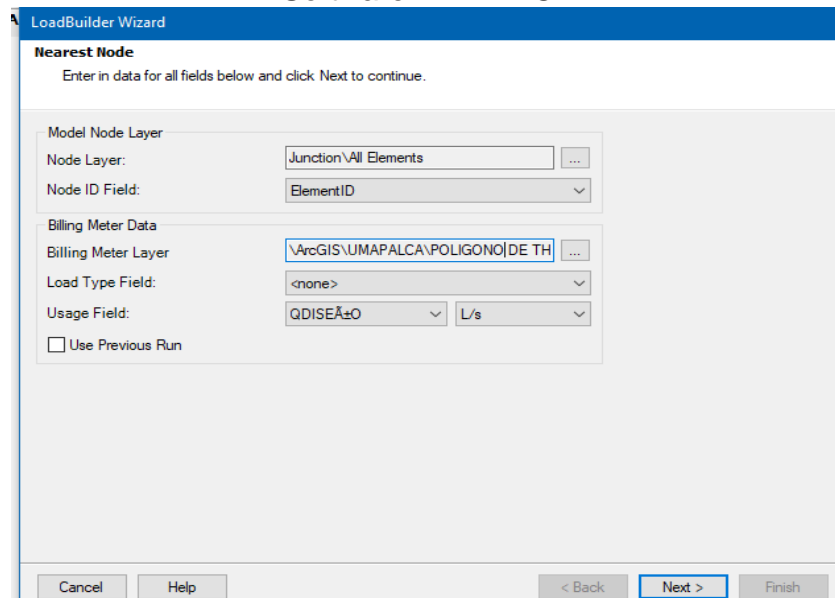
En el tercer campo de esta ventana se debe cargar el archivo ShapeFile que se generó con anterioridad y en el quinto campo se debe seleccionar como se le denomina a la categoría o campo que guarda las cargas a designar, en este caso el campo se denomina Caudal y posee como unidades los litros por segundo (L/s) (ver Figura IV.30.).

Figura IV.29.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.30.
Software WATERCAD.



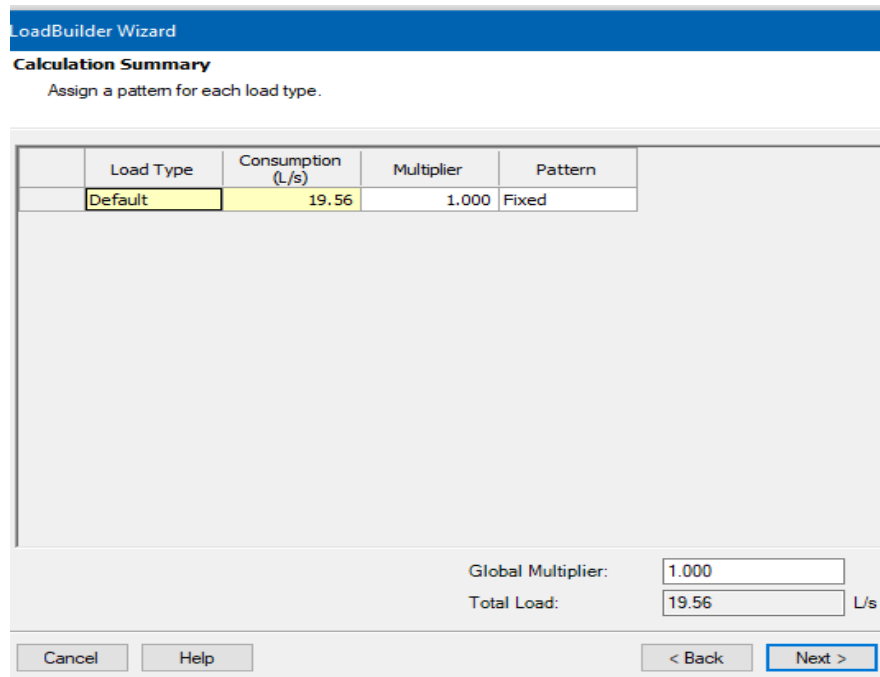
Fuente: Software WATERCAD.

En la siguiente ventana se muestra por defecto la información de un caudal total de 19.56 L/s lo cual no es correcto, debido a que el software interpreta y contabiliza la cantidad de conexiones domiciliarias presentes en el archivo ShapeFile. En este archivo se colocó a cada conexión domiciliaria un caudal unitario con el valor de 1 L/s, con la finalidad de poder multiplicar posteriormente dicho valor unitario por un factor que representará el caudal real de la red de agua potable. Por este motivo se aprecia el valor de 19.56 L/s (ver Figura IV.31.).

En la siguiente ventana se muestra el cuadro denominado Resultados Previos, en el cual en la columna con el encabezado Demand (L/s) (Demanda) aparece la cantidad de caudal que corresponde a cada nodo. En realidad lo que presenta esta columna es la cantidad de lotes o conexiones que le correspondería a cada nodo de acuerdo a la metodología seleccionada para distribuir la carga correspondiente (ver Figura IV.32.).

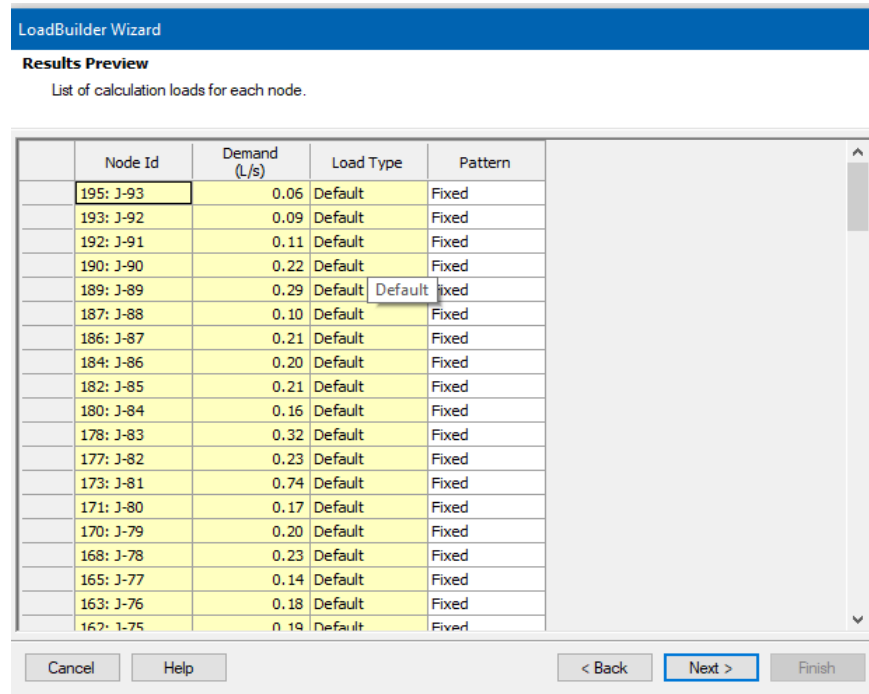
En esta última ventana, en el primer campo se debe colocar el nombre con el cual se designará al procedimiento realizado, en este caso se denominará Nodo Cercano y en el segundo campo indica que se debe sobrescribir en alguna alternativa existente, en este caso la única alternativa existente es la denominada Base Demand. Al seleccionar esta última opción se selecciona la opción Finish para cerrar la ventana LoadBuilder Wizard (ver Figura IV.33.).

Figura IV.31.
Software WATERCAD.



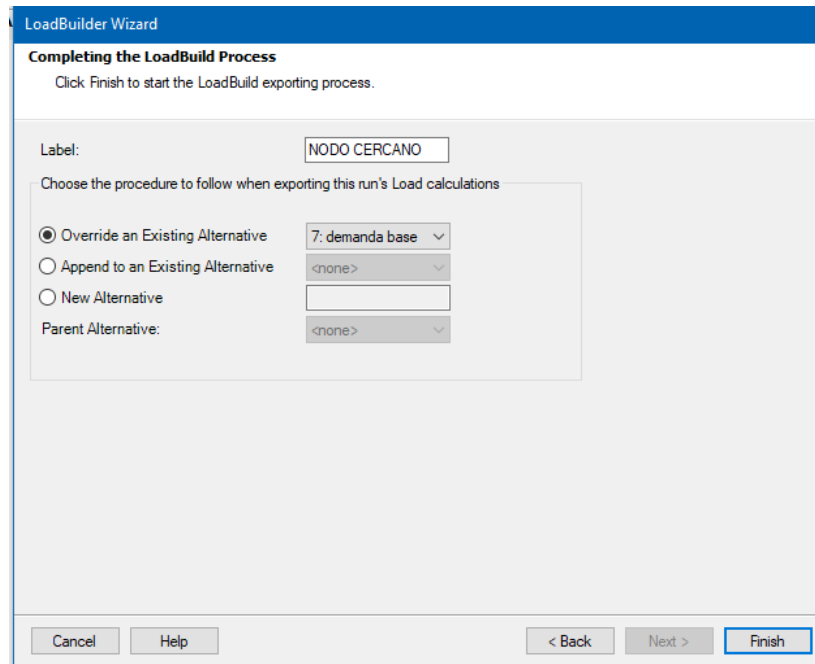
Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.32.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.33.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Finalizada la asignación de carga a cada nodo, se debe visualizar la demanda asignada.

Para ello se selecciona la opción Tools y dentro de ella se selecciona la opción Demand Control Center que permite el acceso a una ventana con el mismo nombre (ver Figura IV.34.).

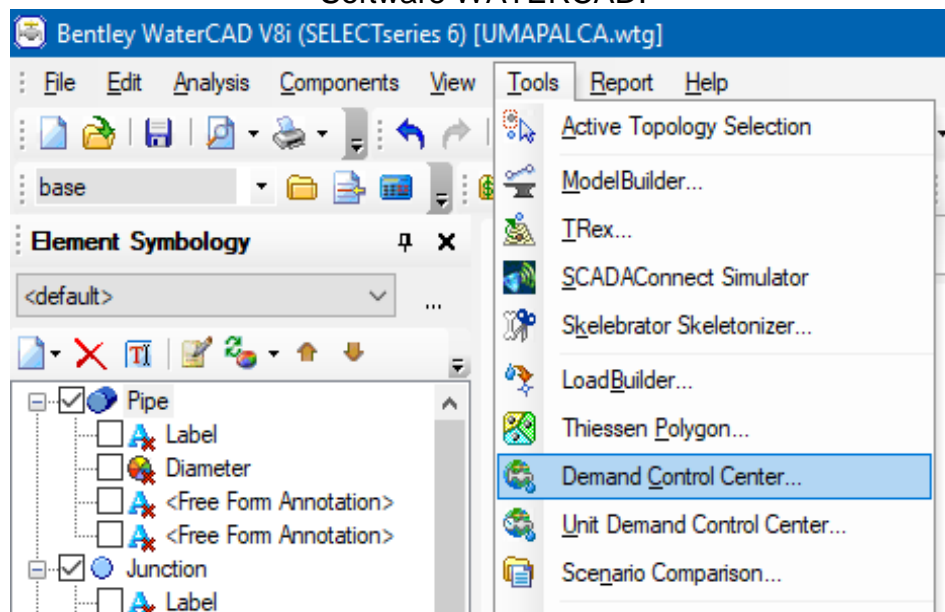
Dentro de esta ventana se aprecian las demandas asignadas a cada nodo pero no son las demandas reales sino que representan la cantidad de lotes que el procedimiento anterior le asignó a cada nodo.

Se debe colocar las demandas reales seleccionando el encabezado de la columna denominada Demand lo que permite que aparezca una lista desplegable donde se selecciona la opción Global Edit.

Dentro de esta lista se ubica el campo denominado Operation, donde se selecciona la opción Multiply con la finalidad de multiplicar por un factor a las asignaciones realizadas por el software para poder trabajar con la demanda real.

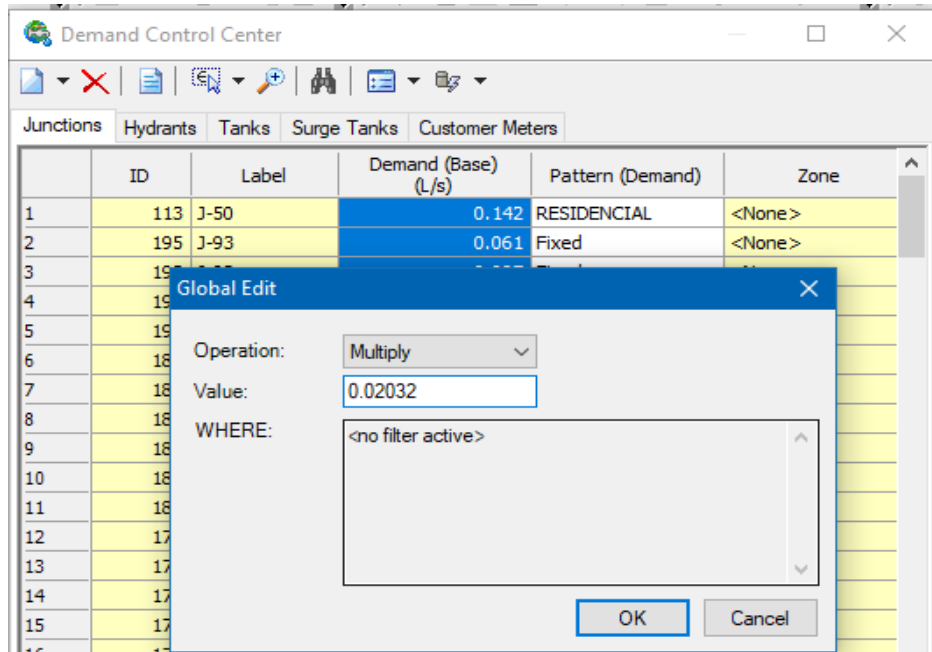
Luego, en el campo denominado Value se colocará el valor por el cual se multiplicará la columna seleccionada, el valor a colocar es de 0.02032 (este valor representa el caudal unitario obtenido de dividir el caudal total entre los 963 lotes de los siete asentamientos Humanos de Umopalca) (Ver Figura IV.35. y Figura IV.36.).

Figura IV.34.
Software WATERCAD.



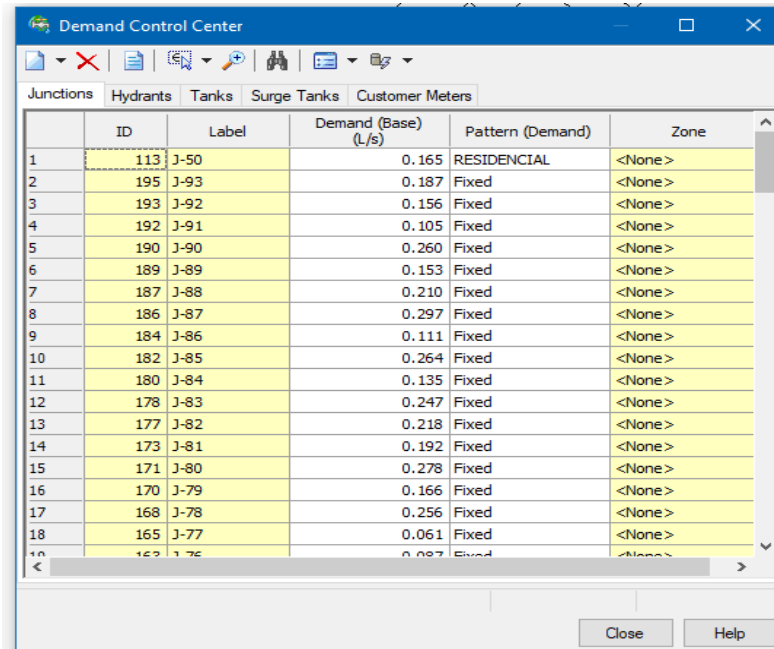
Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.35.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.36.
Software WATERCAD.



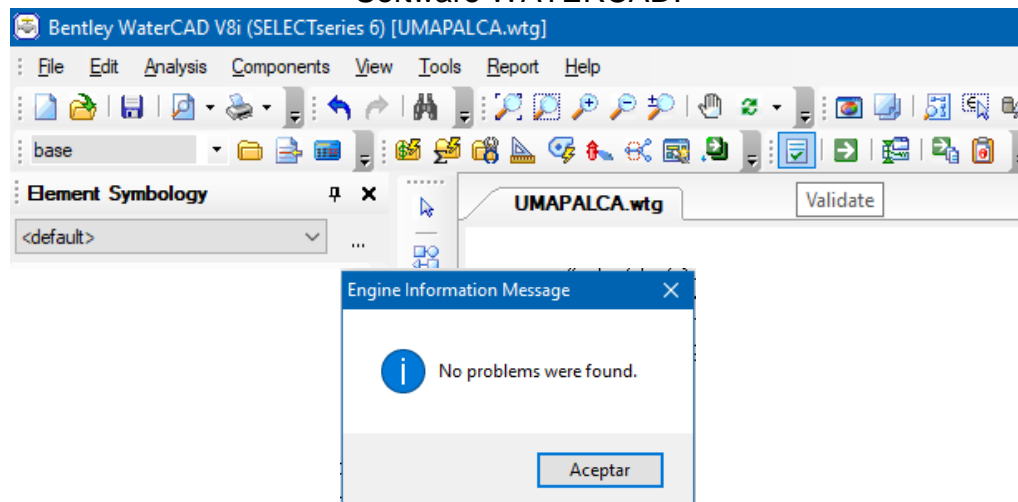
Fuente: Software WATERCAD.

Hasta el momento el modelo de la red de agua potable en estudio posee como diámetro de las tuberías el valor de 4", de acuerdo a lo especificado en los prototipos. Con este diámetro se realizará una simulación para constatar las presiones y velocidades de la red, pero antes de realizar la simulación habrá que validar el modelo de la red de agua potable.

La validación es el procedimiento por el cual el software de WATERCAD evalúa si hasta el momento se ha cometido algún error o presenta alguna incoherencia el modelado de la red.

Para realizar esta validación se debe seleccionar la opción Analysis y dentro de ella se selecciona la opción Validate. El programa empieza a analizar el modelo de no encontrar errores aparece un mensaje indicando que no se hallaron problemas (ver Figura IV.37.).

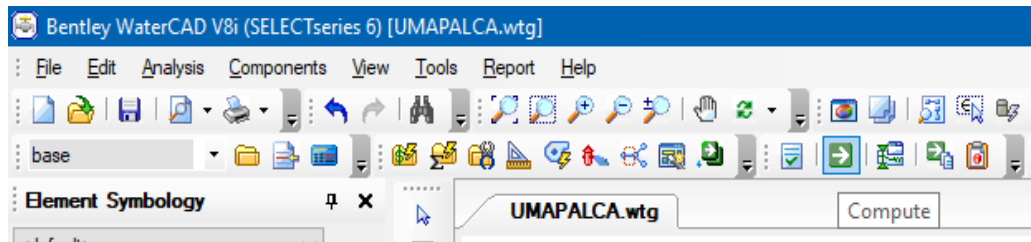
Figura IV.37.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Después de haber terminado la validación del modelo se procederá a realizar el análisis hidráulico. Para ello se selecciona nuevamente la opción Analysis y dentro de ella se selecciona la opción Compute que permite realizar el análisis hidráulico (ver Figura IV.38.).

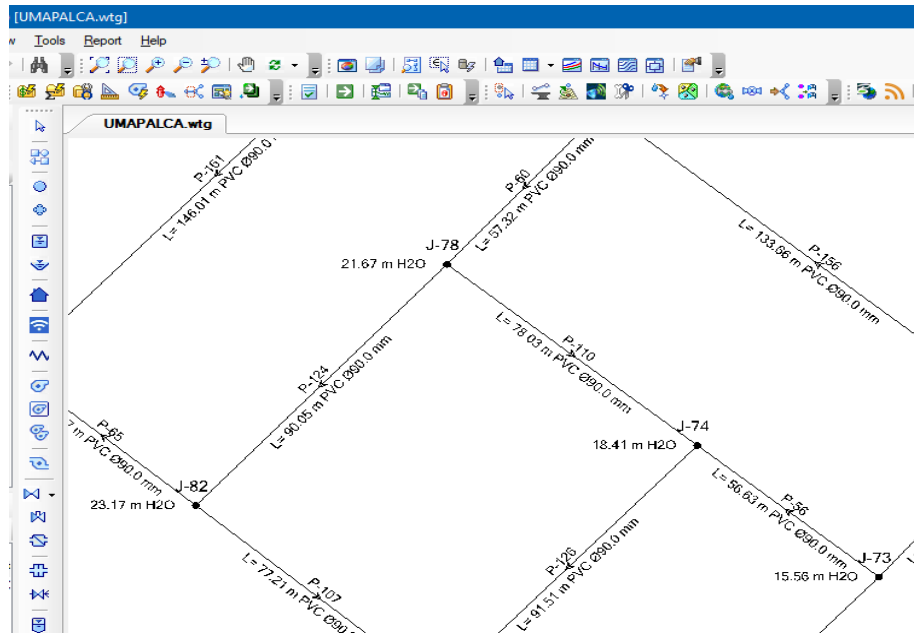
Figura IV.38.
 Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Finalizando el análisis hidráulico, el software le asigna a cada tubería una flecha indicando la dirección del flujo del fluido (ver Figura IV.39).

Figura IV.39.
 Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Realizado el análisis hidráulico, se debe revisar las presiones que se presentan en cada nodo. Para ello se selecciona la opción Report y dentro de ella se selecciona la opción denominada Element Tables, la cual permite ingresar a una lista desplegable en la que se selecciona la opción Junction. En dicha lista aparece la tabla de las propiedades de los nodos donde se ubica la columna denominada Pressure y se verifican las presiones.

En este escenario, en el cual todas las tuberías poseen un diámetro de 3", las presiones en cada nodo son ideales para satisfacer al sistema (ver Figura IV.39).

Ahora es necesario verificar las velocidades que se presentan en el sistema. Para ello, se deben seguir los mismos pasos mencionados para verificar las presiones cambiando la elección de la última opción por el elemento Pipe. Aparece la tabla de las propiedades de las tuberías y en ella se ubica la columna denominada Velocity en la cual se observa la velocidad que posee el fluido en cada una de las tuberías que comprende la red de agua potable.

Es a partir de este punto que se debe afinar⁵⁸ el diseño con la finalidad de obtener el diseño óptimo y más económico de la red de agua potable (ver Figura IV.40.).

Figura IV.40.
 Software WATERCAD.

The figure displays two screenshots from the WATERCAD software interface. The top screenshot shows the 'FlexTable: Junction Table' for the file 'UMAPALCA.wtg'. The bottom screenshot shows the 'FlexTable: Pipe Table' for the same file.

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32 J-1	2,361.15	<None>	<Collection:	0.03	2,407.89	46.65
33: J-2	33 J-2	2,360.02	<None>	<Collection:	0.09	2,407.89	47.77
35: J-3	35 J-3	2,367.93	<None>	<Collection:	0.24	2,408.03	40.02
36: J-4	36 J-4	2,368.11	<None>	<Collection:	0.02	2,408.05	39.86
38: J-5	38 J-5	2,363.38	<None>	<Collection:	0.06	2,407.89	44.42
39: J-6	39 J-6	2,363.32	<None>	<Collection:	0.12	2,407.89	44.48
41: J-7	41 J-7	2,390.57	<None>	<Collection:	0.10	2,408.07	17.46
42: J-8	42 J-8	2,389.86	<None>	<Collection:	0.09	2,408.04	18.15
44: J-9	44 J-9	2,386.07	<None>	<Collection:	0.04	2,408.00	21.88
45: J-10	45 J-10	2,385.23	<None>	<Collection:	0.06	2,408.00	22.72
47: J-11	47 J-11	2,369.40	<None>	<Collection:	0.12	2,408.54	39.06
48: J-12	48 J-12	2,364.23	<None>	<Collection:	0.18	2,408.47	44.15
50: J-13	50 J-13	2,383.46	<None>	<Collection:	0.09	2,412.01	28.49
51: J-14	51 J-14	2,382.89	<None>	<Collection:	0.10	2,411.89	28.94
53: J-15	53 J-15	2,363.33	<None>	<Collection:	0.04	2,407.89	44.47
54: J-16	54 J-16	2,363.94	<None>	<Collection:	0.04	2,407.89	43.87
56: J-17	56 J-17	2,381.56	<None>	<Collection:	0.15	2,408.02	26.41
57: J-18	57 J-18	2,378.57	<None>	<Collection:	0.10	2,408.02	29.39
59: J-19	59 J-19	2,394.83	<None>	<Collection:	0.39	2,411.38	16.52
60: J-20	60 J-20	2,396.70	<None>	<Collection:	0.10	2,411.68	14.95
62: J-21	62 J-21	2,375.83	<None>	<Collection:	0.08	2,409.38	33.48

122 of 122 elements displayed

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	azen-William C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
31: P-1	31 P-1	18.28	J-1	J-2	90.0	PVC	150.0	0.07	0.01
34: P-2	34 P-2	18.86	J-3	J-4	90.0	PVC	150.0	-2.04	0.32
37: P-3	37 P-3	21.54	J-5	J-6	90.0	PVC	150.0	-0.09	0.01
40: P-4	40 P-4	28.07	J-7	J-8	90.0	PVC	150.0	1.86	0.29
43: P-5	43 P-5	28.19	J-9	J-10	90.0	PVC	150.0	0.56	0.09
46: P-6	46 P-6	28.57	J-11	J-12	90.0	PVC	150.0	2.78	0.44
49: P-7	49 P-7	31.81	J-13	J-14	90.0	PVC	150.0	3.70	0.58
52: P-8	52 P-8	32.98	J-15	J-16	90.0	PVC	150.0	-0.24	0.04
55: P-9	55 P-9	34.00	J-17	J-18	90.0	PVC	150.0	0.10	0.02
58: P-10	58 P-10	34.69	J-19	J-20	90.0	PVC	150.0	-5.77	0.91
61: P-11	61 P-11	35.79	J-21	J-22	90.0	PVC	150.0	0.28	0.04
64: P-12	64 P-12	36.52	J-23	J-24	90.0	PVC	150.0	4.68	0.74
67: P-13	67 P-13	40.94	J-25	J-26	90.0	PVC	150.0	1.79	0.28
70: P-14	70 P-14	42.30	J-6	J-15	90.0	PVC	150.0	-0.21	0.03
71: P-15	71 P-15	43.11	J-27	J-9	90.0	PVC	150.0	0.60	0.09
73: P-16	73 P-16	44.10	J-4	J-28	90.0	PVC	150.0	-1.37	0.22
75: P-17	75 P-17	44.21	J-29	J-17	90.0	PVC	150.0	0.47	0.07
77: P-18	77 P-18	44.55	J-30	J-31	90.0	PVC	150.0	0.84	0.13
80: P-19	80 P-19	45.04	J-32	J-33	90.0	PVC	150.0	-3.33	0.52
83: P-20	83 P-20	45.04	J-8	J-34	90.0	PVC	150.0	1.11	0.17
85: P-21	85 P-21	45.23	J-35	J-36	90.0	PVC	150.0	3.33	0.52
88: P-22	88 P-22	45.49	J-37	J-38	90.0	PVC	150.0	0.24	0.04

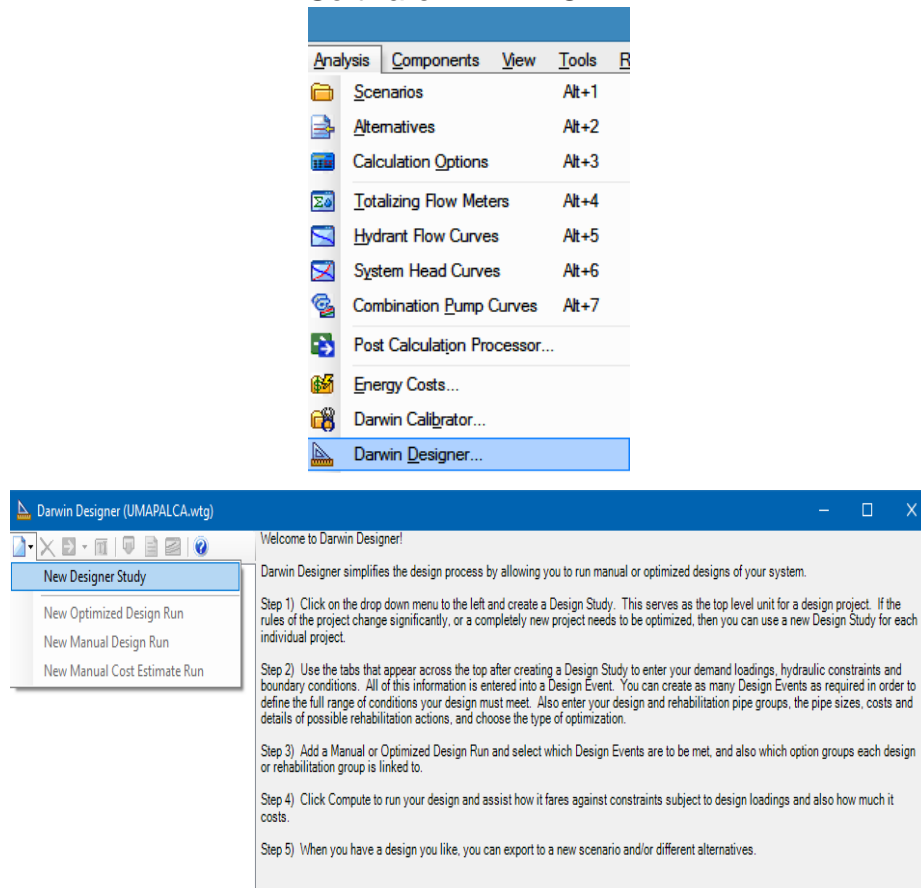
177 of 177 elements displayed

Fuente: Software WATERCAD.

4.5.2. MODELADO.

A continuación se procederá a realizar el diseño de la red de agua potable de los 07 Asentamientos Humanos Umopalca. Para ello se selecciona la opción Analysis y dentro de ella se selecciona la opción denominada Darwin Designer. Al seleccionar esta opción, aparece una nueva ventana en la cual se debe seleccionar la opción New y dentro de ella se selecciona la opción New Designer Study que permitirá realizar un nuevo estudio de diseño (ver Figura IV.41.).

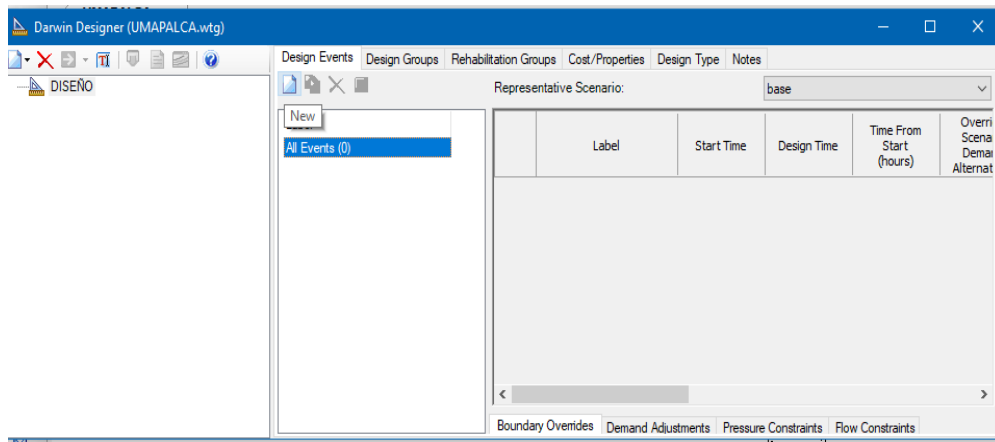
Figura IV.41.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

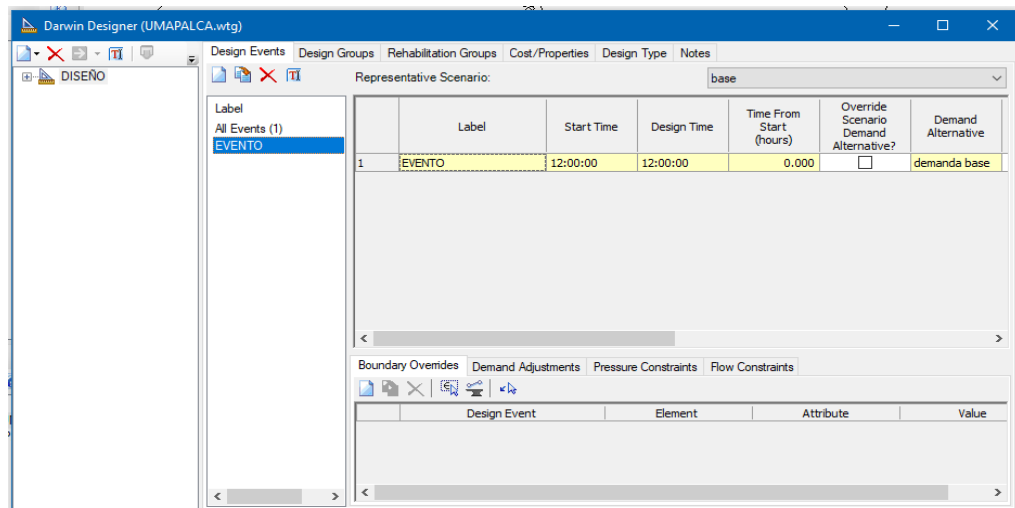
Luego de la selección, aparece un nuevo formato de ventana en el cual se deberá cambiar el nombre del estudio de diseño predeterminado por el nombre de "DISEÑO" (ver Figura IV.41). Un estudio de diseño está conformado por lo menos por un evento de diseño el cual se podrá verificar en la pestaña denominada Design Events. Seleccionando la opción New que permite crear un nuevo evento de diseño, al cual se le denominará "EVENTO" (ver Figura IV.42).

Figura IV.42.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.43.
Software WATERCAD.

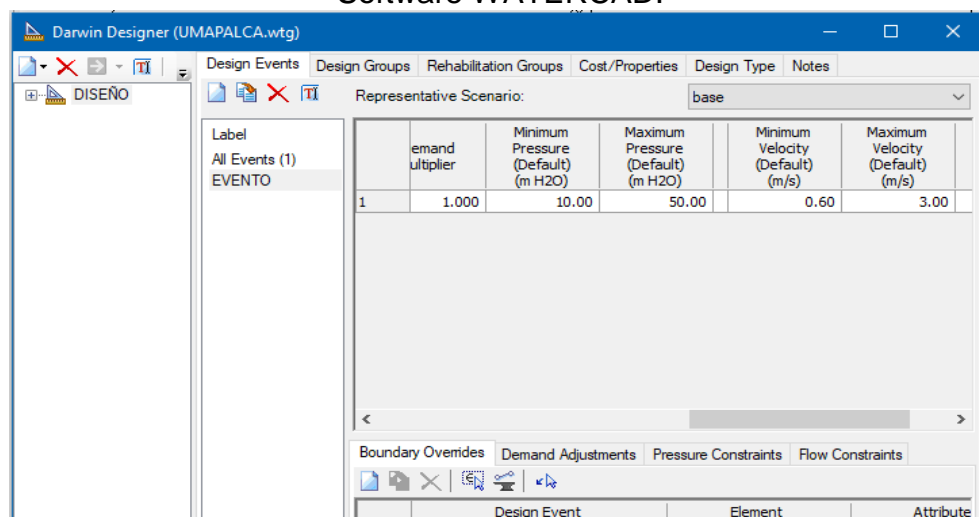


Fuente: Software WATERCAD.

En el evento creado se configurarán las restricciones de diseño, ubicando en el recuadro de la derecha la columna denominada Minimum Pressure (Presión Mínima). En ella se colocará el valor de la mínima presión que deberá tener el sistema de agua potable igual a 10 m de columna de agua (10m H2O) de acuerdo a lo estipulado en la Norma OS.050.

Al lado de la columna de presión mínima se encuentra la columna denominada Maximum Pressure (Máxima Presión) donde se registrará el valor de la máxima presión que deberá tener el sistema de agua potable en este caso corresponderá el valor de 50 m de columna de agua (50m H2O) de acuerdo a lo estipulado en la Norma OS.050. Dentro de este mismo recuadro se deberán ubicar las columnas correspondientes a la velocidad mínima y velocidad máxima (Minimum Velocity y Maximum Velocity) que deberá tener el fluido a modelar colocando en estas columnas son los siguientes valores 0.6 metros por segundo (0.6 m/s) para la velocidad mínima y 3 metros por segundo (3.0 m/s) para la velocidad máxima. denominadas restricciones globales (ver Figura IV.43).

Figura IV.44.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Debajo del recuadro de las restricciones globales se ubican 4 pestañas que permitirán designar qué elementos del sistema deberán cumplir con las restricciones globales definidas anteriormente.

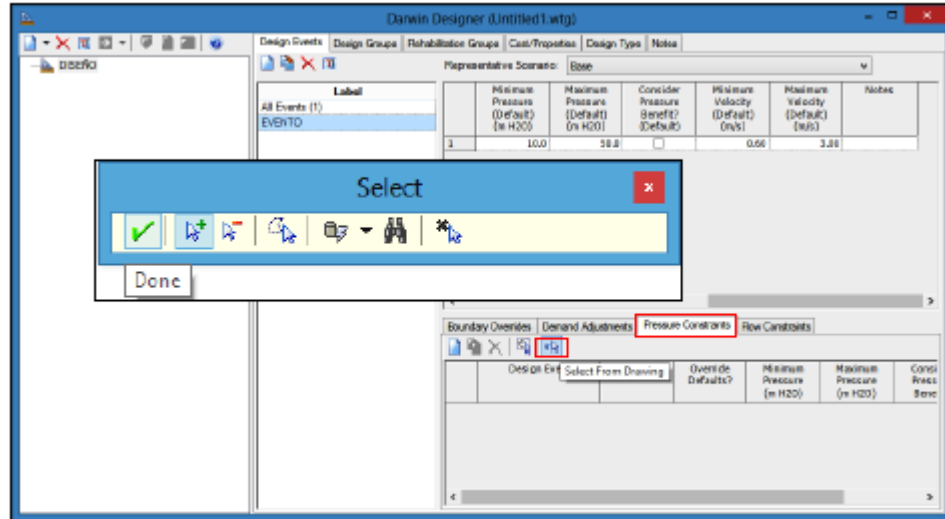
Se selecciona la pestaña Pressure Constraints (Restricciones de Presión) en la cual se deberá indicar que nodos deben cumplir con las restricciones globales establecidas.

Para ello, se selecciona el último icono de esta pestaña denominado Select From Drawing (Seleccionar de Dibujo), luego del cual aparece la ventana de selección procediendo a seleccionar todos los nodos que cumplirán con las restricciones globales.

En este caso, todos los nodos de la red de agua potable deberán ser seleccionados. Luego, se selecciona el icono denominado Done con el cual se retorna a la ventana Darwin Designer, en la cual aparece un listado con todos los nodos seleccionados (ver Figura IV.44 y Figura IV.45).

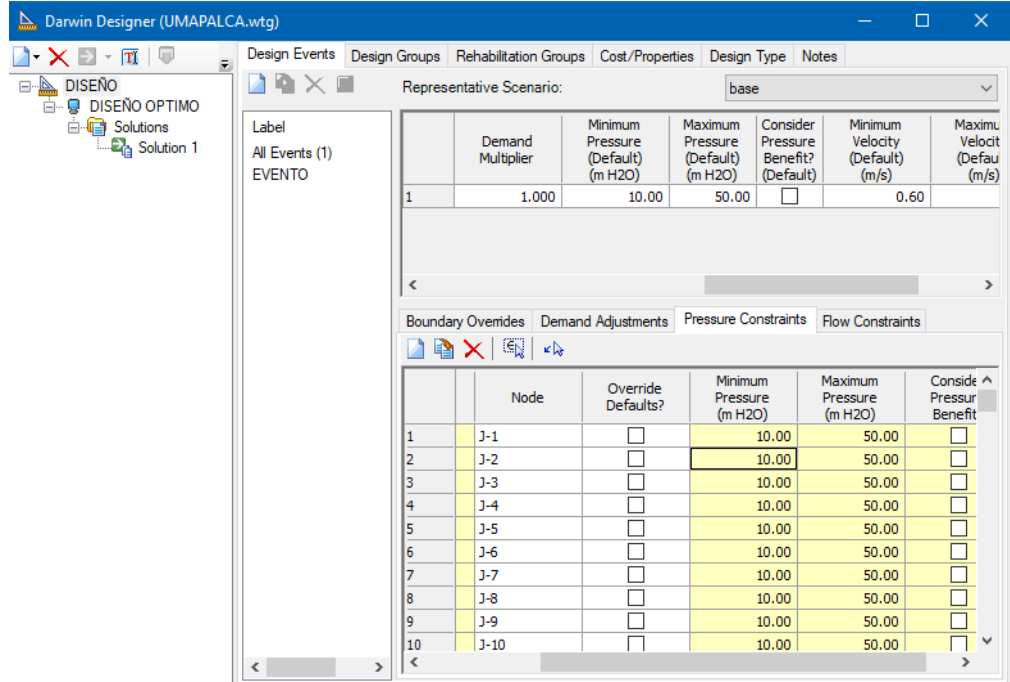
Si fuera el caso que existieran nodos que tuvieran que cumplir con otras restricciones diferentes de las establecidas se podrá generar restricciones adicionales a dichos nodos, en ese caso se estaría tratando con restricciones focalizadas. Para el modelo en estudio, todos los nodos deben cumplir con las restricciones globales establecidas.

Figura IV.45.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

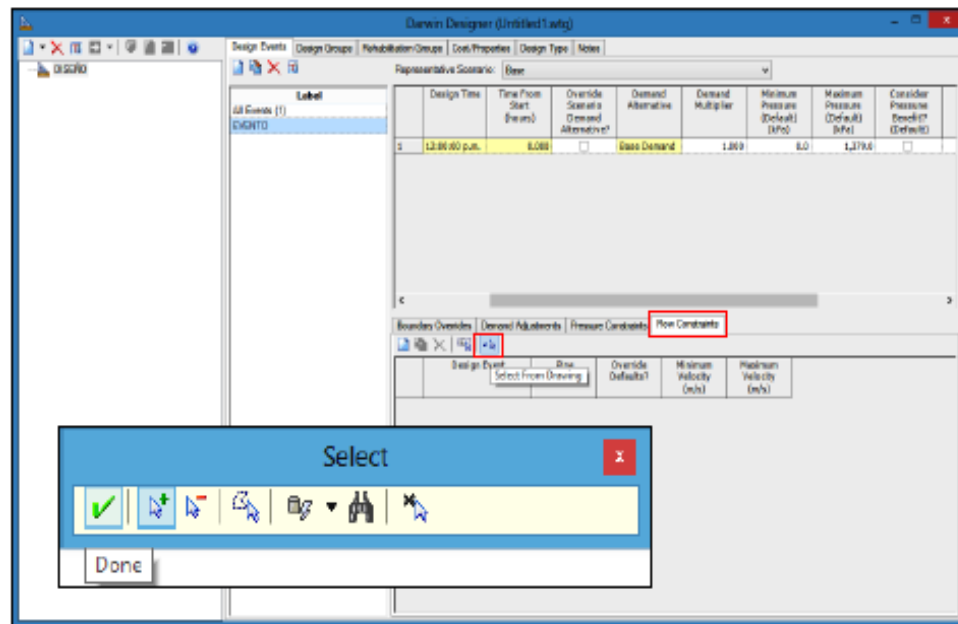
Figura IV.46.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

A continuación se seleccionará la pestaña denominada Flow Constraints (Restricciones de Flujo) ubicada al lado de la pestaña del procedimiento anterior. En esta pestaña se realizará el mismo procedimiento descrito con anterioridad pero en este caso los objetos que se seleccionarán del dibujo serán las tuberías. Se seleccionarán todas las tuberías que conforman la red de agua potable con excepción de la tubería que empalma el reservorio con el primer nodo de la red. Al terminar la selección, en la ventana Darwin Designer aparece el listado de las tuberías que deberán cumplir con las restricciones globales establecidas (ver Figura IV.47 y Figura IV.48).

Figura IV.47.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.48.
 Software WATERCAD.

The screenshot shows the 'Darwin Designer (UMAPALCA.wtg)' window. The 'Design Events' tab is active, displaying a table of parameters for a 'base' scenario. Below this, the 'Boundary Overrides' tab is also visible, showing a table of overrides for pipes P-1 through P-11.

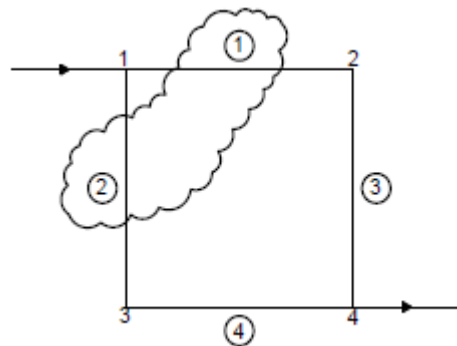
Label	Demand Multiplier	Minimum Pressure (Default) (m H2O)	Maximum Pressure (Default) (m H2O)	Consider Pressure Benefit? (Default)	Minimum Velocity (Default) (m/s)	Maximum Velocity (Default) (m/s)
All Events (1) EVENTO	1.000	10.00	50.00	<input type="checkbox"/>	0.60	

Design Event	Pipe	Override Defaults?	Minimum Velocity (m/s)	Maximum Velocity (m/s)
1 EVENTO	P-1	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
2 EVENTO	P-2	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
3 EVENTO	P-3	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
4 EVENTO	P-4	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
5 EVENTO	P-5	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
6 EVENTO	P-6	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
7 EVENTO	P-7	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
8 EVENTO	P-8	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
9 EVENTO	P-9	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
10 EVENTO	P-10	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00
11 EVENTO	P-11	<input type="checkbox"/>	0.60	3.00

Fuente: Software WATERCAD.

A continuación se seleccionará la pestaña denominada Design Groups (Grupos de Diseño). Para entender qué significan los grupos de diseño se plantea el siguiente ejemplo:

Figura IV.49.
 Esquema de Grupos de Diseño



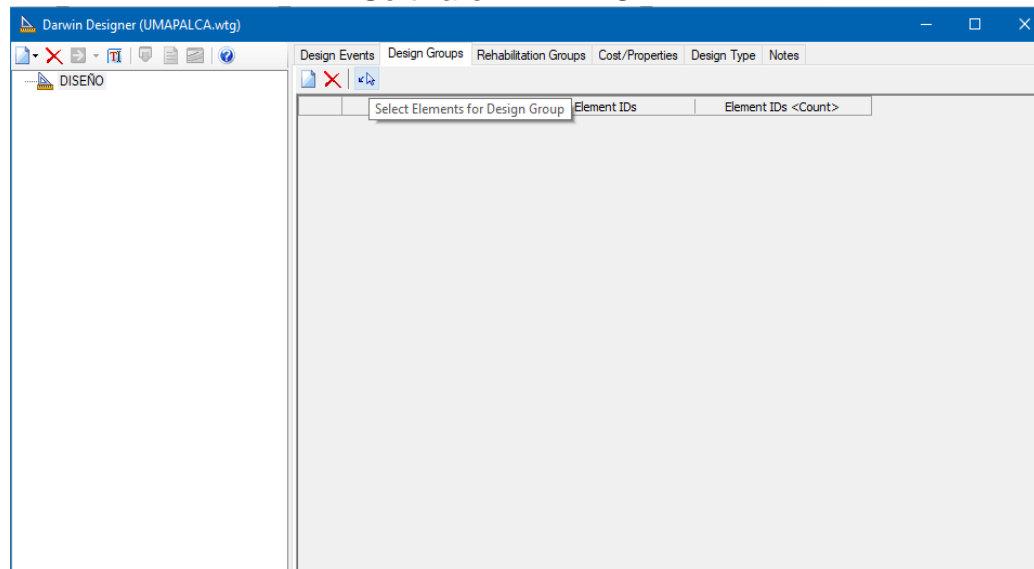
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura IV.49 se desea diseñar la red de agua potable, lo que significa encontrar el diámetro correspondiente de cada tramo de la pequeña red mostrada. Ahora si se deseara que el diámetro de la tubería 1 con el de la tubería 2 fuese el mismo se deberían agrupar, conformando lo que se denomina como un grupo de diseño. Para la red de agua potable en estudio, cada tubería conformaría un grupo de diseño único dado que se desea diseñar cada tramo de la red y obtener el diámetro correspondiente a cada tubería.

Para ello, dentro de la pestaña Design Groups se selecciona el icono denominado Select Elements for Design Group (ver Figura IV.50.) mediante el cual aparece una ventana conteniendo la lista de tuberías que formarán parte del grupo de diseño (ver Figura IV.51.).

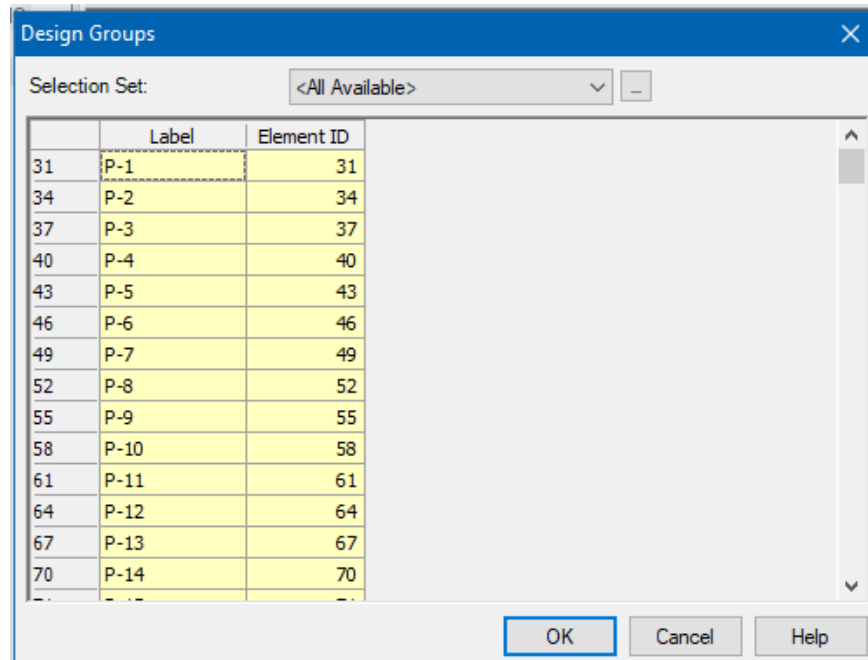
Se seleccionará la opción OK dando conformidad a la lista y regresando a la pestaña Design Groups, en la cual se visualiza la lista de las tuberías anteriormente seleccionadas (ver Figura IV.52.).

Figura IV.50.
Software WATERCAD.



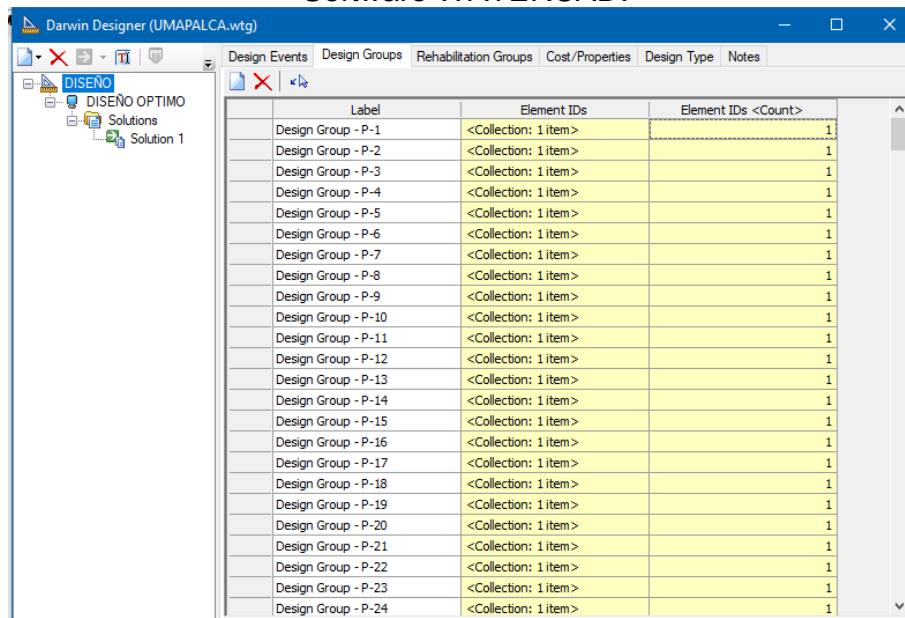
Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.51.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.52.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Seguidamente se selecciona la pestaña denominada Cost/Properties. Dentro de ella, se selecciona la opción New y en él se selecciona la opción denominada Design Option Groups (ver Figura IV.53.), permitiendo generar una nueva opción de diseño la cual se denominará "COSTOS" (ver Figura IV.54).

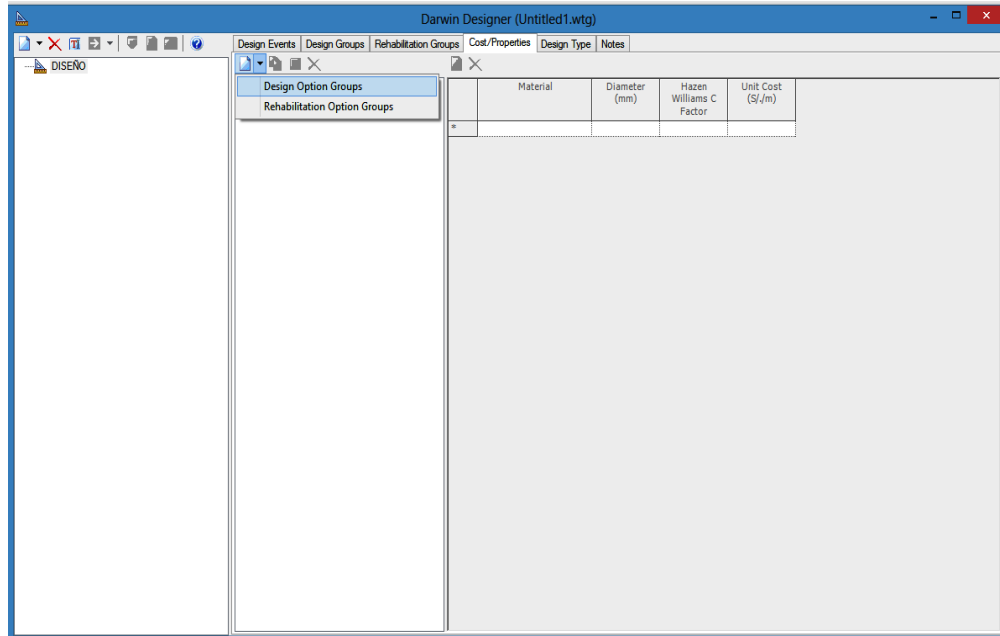
Dentro de la misma pestaña, al lado derecho, se ubica una ventana en la cual se colocará el tipo de material a utilizar, los diámetros que se considerarán y el costo, en nuevos soles, por metro lineal de las tuberías a emplear en el diseño de la red de agua potable.

Para la red en estudio se considerarán 5 tipos de diámetro para el diseño, por ello se agregará esta misma cantidad de filas en la tabla (ver Figura IV.55).

A continuación se procede a definir el tipo de material que se va a utilizar para el diseño, en este caso el material será PVC. Luego se colocarán los diámetros de las tuberías a emplear, los cuales varían de 3 pulgadas a 6 pulgadas. Para finalizar se colocarán los costos por metro lineal de cada tubería que se empleará en el diseño de la red de agua potable (ver Figura IV.56).

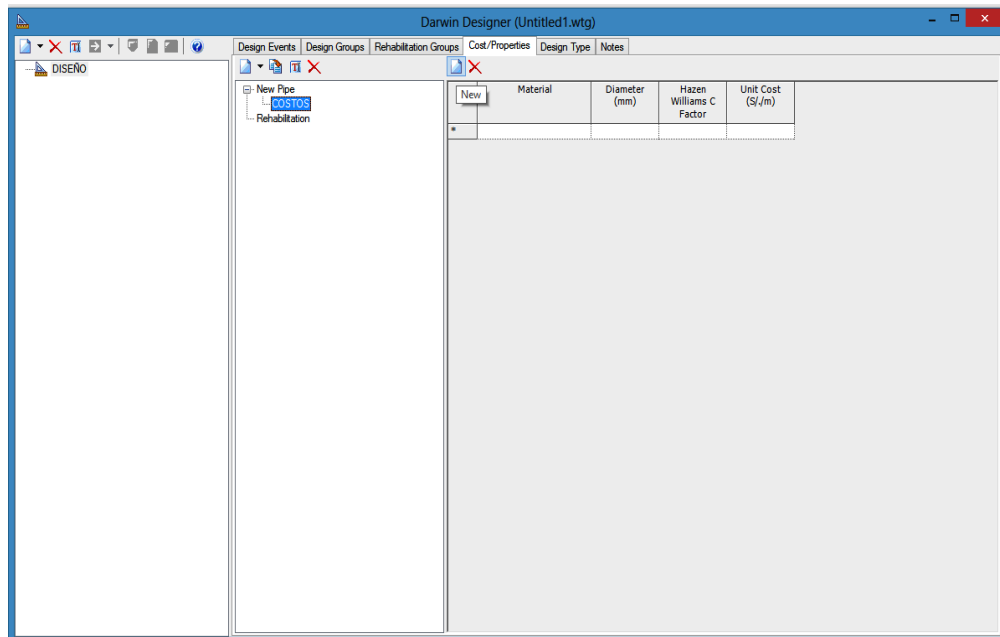
Todos los datos anteriormente introducidos permitirán realizar un diseño óptimo y económico que cumpla con las restricciones establecidas.

Figura IV.53.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.54.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.55.
 Software WATERCAD.

Material	Diameter (mm)	Hazen Williams C Factor	Unit Cost (\$/m)
PVC	63.0	150.0	20.00
PVC	90.0	150.0	25.00
PVC	110.0	150.0	30.00
PVC	200.0	150.0	50.00

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.56.
 Software WATERCAD.

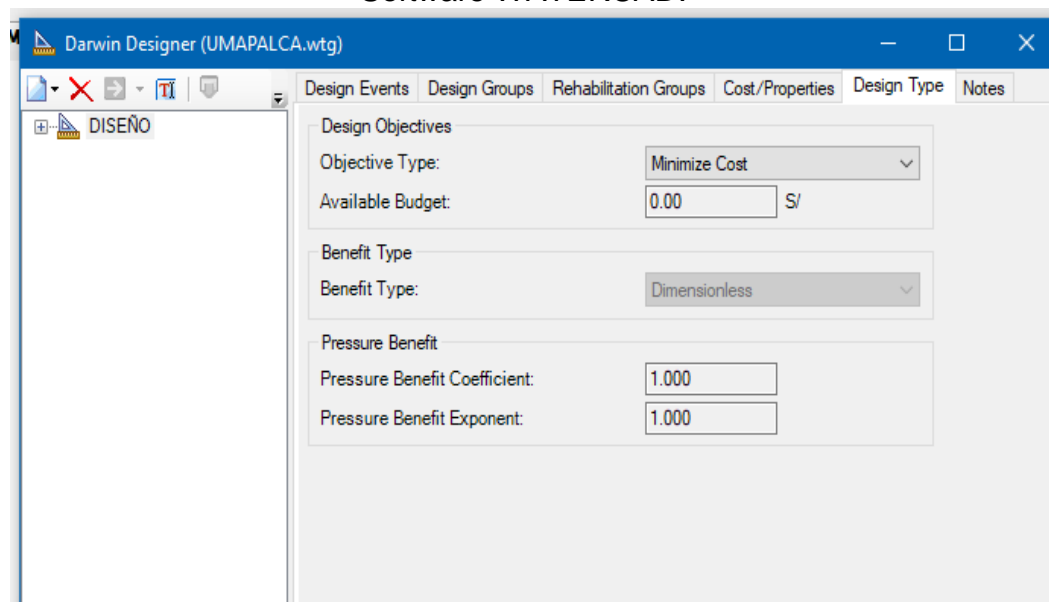
Material	Diameter (mm)	Hazen Williams C Factor	Unit Cost (\$/m)
PVC	63.0	150.0	20.00
PVC	90.0	150.0	25.00
PVC	110.0	150.0	30.00
PVC	200.0	150.0	50.00

Fuente: Software WATERCAD.

A continuación se selecciona la pestaña denominada Design Type. Dentro de ella, se ubica el campo denominado Objective Type y en él se debe seleccionar la opción denominada Minimize Cost. Indicando al software realizar el diseño con un costo mínimo (ver Figura 56).

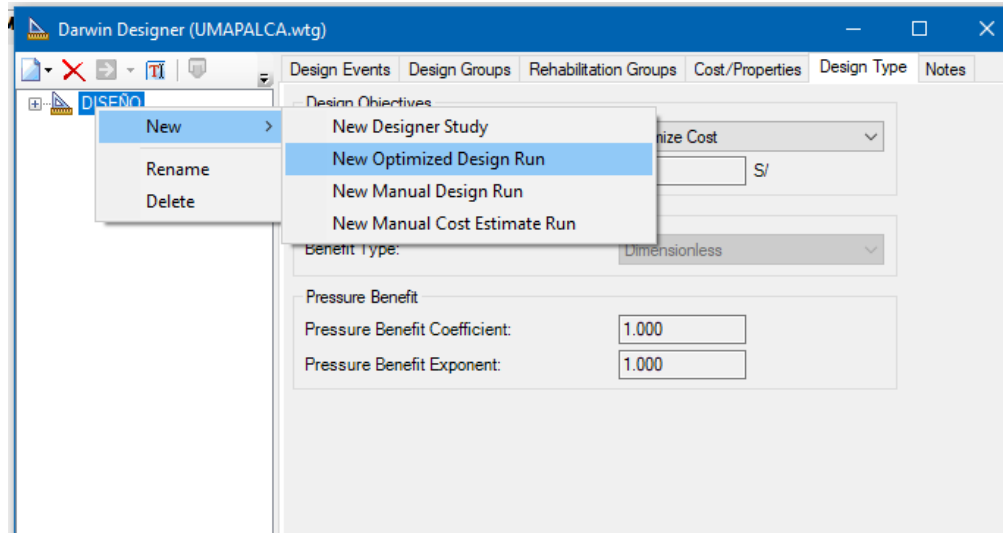
Dentro de la misma pestaña se ubica el proyecto en estudio denominado "DISEÑO" el cual se selecciona permitiendo acceder a la opción denominada New y dentro de ella seleccionar la opción New Optimized Design Run (Nueva corrida de diseño óptimo). Al seleccionar dicha opción se regresa a la pestaña denominada Design Events, pero en esta ocasión presenta un nuevo formato en el cual se debe indicar que evento se va a utilizar para realizar el diseño, seleccionando el único evento creado denominado "EVENTO" (ver Figura IV.57. y Figura IV.58.).

Figura IV.57.
Software WATERCAD.



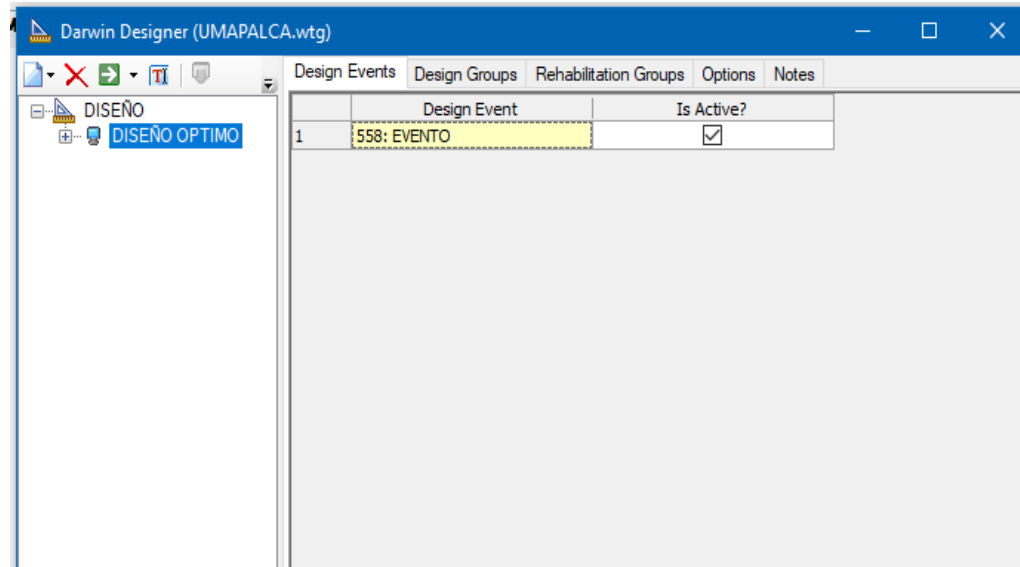
Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.58.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.59.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Luego en la pestaña denominada Design Groups aparecen tres columnas, de las cuales solo se trabajará sobre la columna denominada Cost/Properties. Se selecciona dicha columna y se accede a la opción Global Edit. Dentro de esta ventana se ubica el campo denominado Value en el cual se selecciona la opción Costos. Mediante ello se le indica al software que trabajará el diseño de la red de agua potable con la tabla de costos creada anteriormente (ver Figura IV.59.).

Los datos anteriormente introducidos permiten tener todo configurado para el diseño de la red de agua potable, por lo tanto al nuevo diseño a realizar se le denominará "Diseño Óptimo" (ver Figura IV.59.).

Figura IV.60.
 Software WATERCAD.

	Design Pipe Group	Is Active?	Cost/properties
1	Design Group - P-1	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
2	Design Group - P-2	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
3	Design Group - P-3	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
4	Design Group - P-4	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
5	Design Group - P-5	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
6	Design Group - P-6	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
7	Design Group - P-7	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
8	Design Group - P-8	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
9	Design Group - P-9	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
10	Design Group - P-10	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
11	Design Group - P-11	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
12	Design Group - P-12	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
13	Design Group - P-13	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
14	Design Group - P-14	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
15	Design Group - P-15	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
16	Design Group - P-16	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
17	Design Group - P-17	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
18	Design Group - P-18	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
19	Design Group - P-19	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
20	Design Group - P-20	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
21	Design Group - P-21	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
22	Design Group - P-22	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
23	Design Group - P-23	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
24	Design Group - P-24	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
25	Design Group - P-25	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
26	Design Group - P-26	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS

Fuente: Software WATERCAD.

Luego de haber realizado la configuración del modelo se procede a realizar el cálculo de la red agua potable, para ello se selecciona el icono denominado Compute ubicado en la misma ventana del "Diseño Optimo".

Mediante la selección de este icono el programa diseñará la red de agua potable teniendo en cuenta toda la información brindada (ver Figura IV.61).

Figura IV.61.
 Software WATERCAD.

The screenshot shows the Darwin Designer (TESIS-RED DE AGUA.wtg) window. On the left, a tree view shows 'DISEÑO' with sub-items 'Solutions' and 'Solution 1'. A 'Compute' button is visible. The main area is a table with the following columns: Design Pipe Group, Is Active?, and Cost/properties. The table lists 35 design groups, each with a checked 'Is Active?' box and a 'COSTOS' value.

	Design Pipe Group	Is Active?	Cost/properties
1	Design Group - P-917	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
2	Design Group - P-935	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
3	Design Group - P-934	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
4	Design Group - P-892	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
5	Design Group - P-923	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
6	Design Group - P-906	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
7	Design Group - P-894	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
8	Design Group - P-932	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
9	Design Group - P-940	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
10	Design Group - P-941	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
11	Design Group - P-943	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
12	Design Group - P-936	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
13	Design Group - P-942	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
14	Design Group - P-944	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
15	Design Group - P-921	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
16	Design Group - P-913	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
17	Design Group - P-904	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
18	Design Group - P-933	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
19	Design Group - P-937	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
20	Design Group - P-898	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
21	Design Group - P-931	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
22	Design Group - P-928	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
23	Design Group - P-927	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
24	Design Group - P-929	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
25	Design Group - P-920	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
26	Design Group - P-914	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
27	Design Group - P-918	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
28	Design Group - P-907	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
29	Design Group - P-891	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
30	Design Group - P-889	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
31	Design Group - P-911	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
32	Design Group - P-886	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
33	Design Group - P-897	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
34	Design Group - P-887	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS
35	Design Group - P-895	<input checked="" type="checkbox"/>	COSTOS

Fuente: Software WATERCAD.

Cuando el programa termina de realizar el diseño de la red de agua potable genera una carpeta denominada Solutions ubicada debajo del "Diseño Optimo". Dentro de ella se encuentra la solución que el programa ha encontrado para diseñar la red de agua potable. Al seleccionar la carpeta Solutions, en la parte derecha de la ventana, se muestra la solución que ha generado el programa para la red. Se puede apreciar que la solución brindada por el programa posee un costo total, de acuerdo a los costos que se introdujeron en el software (ver Figura 66).

Para poder visualizar los diámetros que el programa le ha asignado a cada una de las tuberías se debe seleccionar la carpeta denominada Solution 1 (Solución 1), con ello se puede apreciar los diámetros que posee cada tubería (ver Figura IV.62.).

Figura IV.62.
 Software WATERCAD.

Solution	Fitness	Total Cost (S/.)	Total Benefit
1 Solution 1	1,545,461.750	10,366.0	0.000

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.63.
 Software WATERCAD.

Design Group	Pipe	Material	Hazen-Williams C	Diameter (m)	Cost (S/.)
1 Design Group - P-917	P-917	PVC	150.0	1.5	9.8
2 Design Group - P-935	P-935	PVC	150.0	3.0	33.9
3 Design Group - P-934	P-934	PVC	150.0	1.5	12.4
4 Design Group - P-892	P-892	PVC	150.0	2.0	24.3
5 Design Group - P-923	P-923	PVC	150.0	1.5	13.5
6 Design Group - P-906	P-906	PVC	150.0	3.0	45.0
7 Design Group - P-894	P-894	PVC	150.0	3.0	45.8
8 Design Group - P-932	P-932	PVC	150.0	4.0	74.3
9 Design Group - P-940	P-940	PVC	150.0	2.5	32.8
10 Design Group - P-941	P-941	PVC	150.0	3.0	49.0
11 Design Group - P-943	P-943	PVC	150.0	2.5	33.2
12 Design Group - P-936	P-936	PVC	150.0	2.0	30.1
13 Design Group - P-942	P-942	PVC	150.0	1.5	17.7
14 Design Group - P-944	P-944	PVC	150.0	2.5	40.0
15 Design Group - P-921	P-921	PVC	150.0	2.0	33.1
16 Design Group - P-913	P-913	PVC	150.0	1.5	18.5
17 Design Group - P-904	P-904	PVC	150.0	2.0	60.8
18 Design Group - P-933	P-933	PVC	150.0	3.0	130.0
19 Design Group - P-937	P-937	PVC	150.0	4.0	257.9
20 Design Group - P-898	P-898	PVC	150.0	4.0	378.0

Fuente: Software WATERCAD.

Los resultados obtenidos deben ser exportados al escenario donde se encuentra la red modelada. Para ello se selecciona el icono denominado Export to Scenario, en donde aparece una ventana denominada Export Design to Scenario con diferentes campos. En el primer campo se pregunta cómo se le llamará al escenario a exportar, se le denominará Diseño Optimo 1 que es la denominación por defecto que aparece en este campo. En el segundo campo se debe seleccionar la opción exportar alternativa física lo cual garantiza que toda la información referida a la solución hallada por el software se exporte al escenario denominado anteriormente. Para finalizar se selecciona la opción OK de la ventana y se ejecuta la exportación de datos al escenario determinado (ver Figura IV.64 y Figura IV.65).

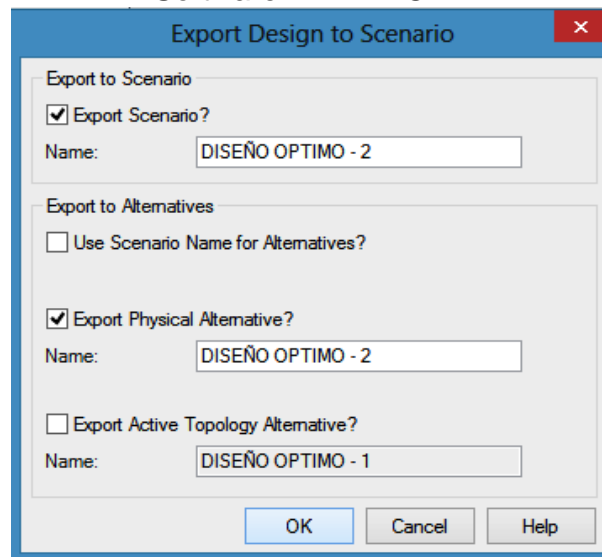
Figura IV.64.
 Software WATERCAD.

The screenshot shows the 'Darwin Designer (TESIS-RED DE AGUA.wtg)' window. On the left, a tree view shows 'DISEÑO' with sub-items 'DISEÑO OPTIMO' and 'Solutions'. An 'Export to Scenario' button is visible. The main area is titled 'Solution | Simulated Results' and contains a 'Solution Browser' with categories: 'Pipe Group Type', 'Design Groups', and 'Rehabilitation Groups'. Below this is a table of solutions.

Solutions	Design Group	Pipe	Material	Hazen-Williams C	Diameter (in)	Cost (\$/')
1	Design Group - P-917	P-917	PVC	150.0	1.5	9.8
2	Design Group - P-935	P-935	PVC	150.0	3.0	33.9
3	Design Group - P-934	P-934	PVC	150.0	1.5	12.4
4	Design Group - P-892	P-892	PVC	150.0	2.0	24.3
5	Design Group - P-923	P-923	PVC	150.0	1.5	13.5
6	Design Group - P-906	P-906	PVC	150.0	3.0	45.0
7	Design Group - P-894	P-894	PVC	150.0	3.0	45.8
8	Design Group - P-932	P-932	PVC	150.0	4.0	74.3
9	Design Group - P-940	P-940	PVC	150.0	2.5	32.8
10	Design Group - P-941	P-941	PVC	150.0	3.0	49.0
11	Design Group - P-943	P-943	PVC	150.0	2.5	33.2
12	Design Group - P-936	P-936	PVC	150.0	2.0	30.1
13	Design Group - P-942	P-942	PVC	150.0	1.5	17.7
14	Design Group - P-944	P-944	PVC	150.0	2.5	40.0
15	Design Group - P-921	P-921	PVC	150.0	2.0	33.1
16	Design Group - P-913	P-913	PVC	150.0	1.5	18.5
17	Design Group - P-904	P-904	PVC	150.0	2.0	60.8
18	Design Group - P-933	P-933	PVC	150.0	3.0	133.0
19	Design Group - P-937	P-937	PVC	150.0	4.0	257.9
20	Design Group - P-898	P-898	PVC	150.0	4.0	378.0

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.65.
Software WATERCAD.

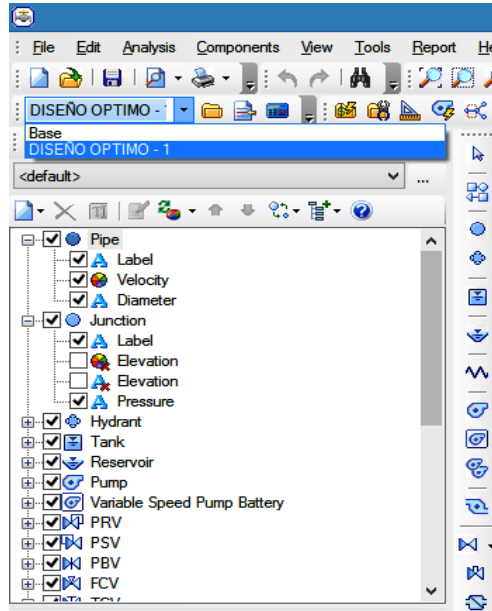


Fuente: Software WATERCAD.

Al realizar la exportación de datos, se regresa a la pantalla original del programa donde se ha realizado el modelo. Para poder apreciar los resultados exportados se debe ir a la barra de herramientas, en la cual se encuentra una ventana desplegable que permite cambiar entre diferentes escenarios y acceder a los diferentes resultados obtenidos.

En el caso en estudio, solo se ha realizado un escenario adicional al escenario base y es el denominado Diseño Óptimo 1. Por lo tanto se selecciona este último escenario para apreciar los resultados exportados (ver Figura IV.66.).

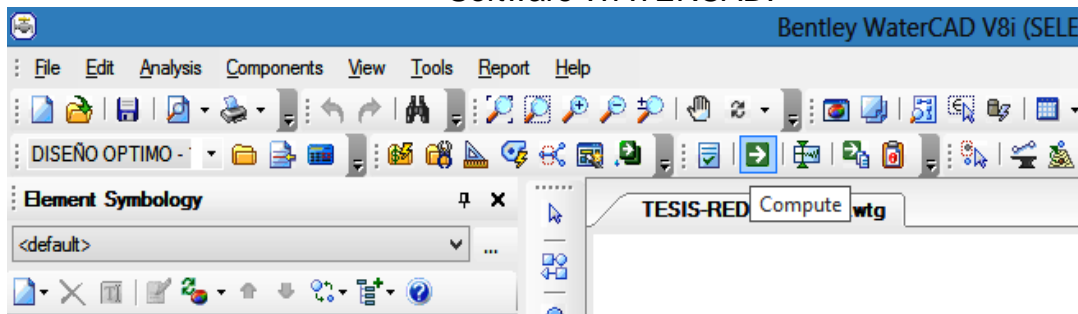
Figura IV.66.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Al seleccionar el escenario con el diseño óptimo de nuestra red, se procede a realizar el cálculo hidráulico. Para ello se selecciona el icono denominado Compute que le permite realizar al software el cálculo hidráulico de la red con la información obtenida del diseño óptimo calculado (ver Figura IV.67).

Figura IV.67.
Software WATERCAD.



Fuente: Software WATERCAD.

Posterior al cálculo hidráulico, se procede a revisar las presiones asignadas a cada nodo de la red. Para ello se ubica la opción Report y dentro de ella se selecciona la opción Element Tables que presenta a los elementos que pueden formar parte de la red a modelar. En este caso se selecciona el elemento denominado Junction (Nodo), donde aparece la ventana de las propiedades y características de los nodos. Dentro de esta ventana se ubica la columna denominada Pressure (Presiones) y se ordena de menor a mayor mediante la opción Sort Ascending. Se aprecia que la presión mínima asignada a un nodo es de 10 m de columna de agua tal y como se colocó en las restricciones globales (ver Figura IV.68. y Figura IV.69.)

Figura IV.68.
 Software WATERCAD.

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
103: J-35	103 J-35	348.91	<None>	<Collected...>	0	358.96	
115: J-39	115 J-39	348.96	<None>	<Collected...>	0	359.10	
113: J-38	113 J-38	349.15	<None>	<Collected...>	0	359.40	
111: J-37	111 J-37	348.70	<None>	<Collected...>	0	358.99	
108: J-36	108 J-36	348.66	<None>	<Collected...>	0	359.00	
54: J-17	54 J-17	347.16	<None>	<Collected...>	1	359.16	
57: J-19	57 J-19	347.13	<None>	<Collected...>	0	359.27	
60: J-21	60 J-21	347.10	<None>	<Collected...>	0	359.27	12.1
55: J-18	55 J-18	347.07	<None>	<Collected...>	0	359.24	12.2
58: J-20	58 J-20	347.05	<None>	<Collected...>	0	359.32	12.2
61: J-22	61 J-22	347.05	<None>	<Collected...>	0	359.34	12.3
31: J-2	31 J-2	346.96	<None>	<Collected...>	0	359.36	12.4
30: J-1	30 J-1	346.95	<None>	<Collected...>	0	359.36	12.4
77: J-28	77 J-28	348.40	<None>	<Collected...>	0	360.90	12.5
74: J-27	74 J-27	347.01	<None>	<Collected...>	0	359.71	12.7
73: J-26	73 J-26	347.45	<None>	<Collected...>	0	360.57	13.1
45: J-11	45 J-11	346.51	<None>	<Collected...>	0	360.35	13.8
46: J-12	46 J-12	346.51	<None>	<Collected...>	0	360.40	13.9
40: J-8	40 J-8	346.51	<None>	<Collected...>	0	360.41	13.9
39: J-7	39 J-7	346.52	<None>	<Collected...>	0	360.48	13.9
63: J-23	63 J-23	346.52	<None>	<Collected...>	0	360.65	14.1
37: J-6	37 J-6	346.52	<None>	<Collected...>	0	360.84	14.3
48: J-13	48 J-13	346.70	<None>	<Collected...>	1	361.18	14.4
49: J-14	49 J-14	346.70	<None>	<Collected...>	1	361.25	14.5
36: J-5	36 J-5	346.52	<None>	<Collected...>	0	361.52	15.0
51: J-15	51 J-15	347.25	<None>	<Collected...>	0	362.62	15.3
34: J-4	34 J-4	346.63	<None>	<Collected...>	0	362.27	15.6
52: J-16	52 J-16	347.20	<None>	<Collected...>	0	362.93	15.7
43: J-10	43 J-10	346.80	<None>	<Collected...>	0	362.57	15.7

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.69.
 Software WATERCAD.

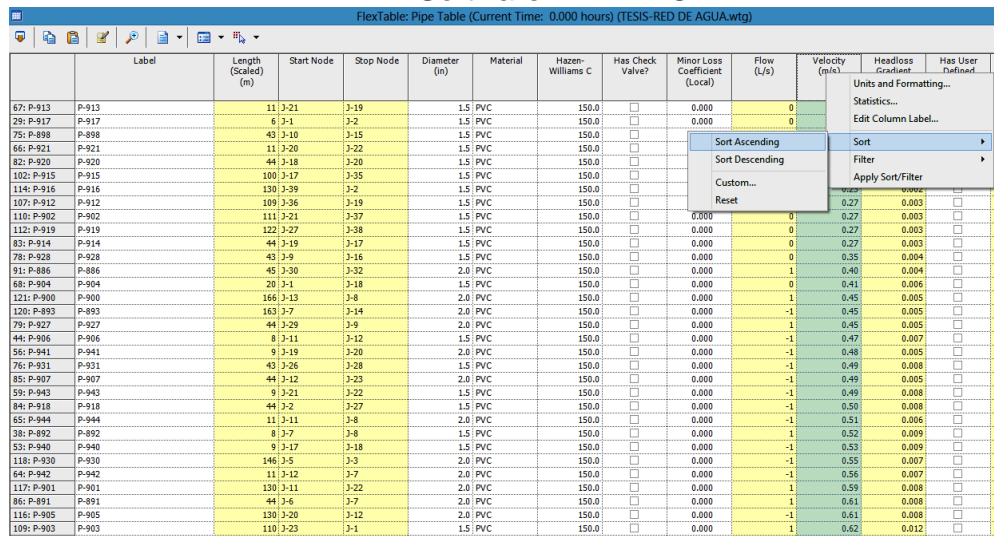
ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
103:J-35	103:J-35	348.91	<None>	<Collec...	0	358.96	10.3
115:J-39	115:J-39	348.96	<None>	<Collec...	0	359.10	10.1
113:J-38	113:J-38	349.15	<None>	<Collec...	0	359.40	10.2
111:J-37	111:J-37	348.79	<None>	<Collec...	0	358.99	10.3
108:J-36	108:J-36	348.66	<None>	<Collec...	0	359.00	10.3
54:J-17	54:J-17	347.16	<None>	<Collec...	1	359.16	12.0
57:J-19	57:J-19	347.13	<None>	<Collec...	0	359.27	12.1
60:J-21	60:J-21	347.10	<None>	<Collec...	0	359.27	12.1
55:J-18	55:J-18	347.07	<None>	<Collec...	0	359.24	12.2
58:J-20	58:J-20	347.05	<None>	<Collec...	0	359.32	12.2
61:J-22	61:J-22	347.05	<None>	<Collec...	0	359.34	12.3
31:J-2	31:J-2	346.96	<None>	<Collec...	0	359.36	12.4
30:J-1	30:J-1	346.95	<None>	<Collec...	0	359.36	12.4
77:J-28	77:J-28	348.40	<None>	<Collec...	0	360.90	12.5
74:J-27	74:J-27	347.01	<None>	<Collec...	0	359.71	12.7
72:J-26	72:J-26	347.08	<None>	<Collec...	0	360.57	13.1
45:J-11	45:J-11	346.51	<None>	<Collec...	0	360.35	13.8
46:J-12	46:J-12	346.51	<None>	<Collec...	0	360.40	13.9
40:J-8	40:J-8	346.51	<None>	<Collec...	0	360.41	13.9
39:J-7	39:J-7	346.52	<None>	<Collec...	0	360.48	13.9
63:J-23	63:J-23	346.52	<None>	<Collec...	0	360.65	14.1
37:J-4	37:J-4	346.52	<None>	<Collec...	0	360.84	14.3
48:J-13	48:J-13	346.79	<None>	<Collec...	1	361.18	14.4
49:J-14	49:J-14	346.70	<None>	<Collec...	1	361.25	14.5
36:J-5	36:J-5	346.52	<None>	<Collec...	0	361.52	15.0
51:J-15	51:J-15	347.25	<None>	<Collec...	0	362.62	15.3
34:J-4	34:J-4	346.63	<None>	<Collec...	0	362.27	15.6
52:J-16	52:J-16	347.20	<None>	<Collec...	0	362.93	15.7
43:J-10	43:J-10	346.80	<None>	<Collec...	0	362.57	15.7
33:J-3	33:J-3	346.66	<None>	<Collec...	0	362.53	15.8
42:J-9	42:J-9	346.79	<None>	<Collec...	0	362.75	15.9
80:J-29	80:J-29	346.73	<None>	<Collec...	0	362.96	16.2
96:J-34	96:J-34	346.75	<None>	<Collec...	1	364.22	17.4
92:J-32	92:J-32	346.88	<None>	<Collec...	1	365.37	18.5
88:J-30	88:J-30	346.99	<None>	<Collec...	0	365.54	18.6

Fuente: Software WATERCAD.

Luego de revisar las presiones asignadas a cada nodo, se debe revisar las velocidades que se presentan en cada una de las tuberías que conforman la red de agua potable. Para ello se selecciona nuevamente la opción Report y dentro de ella se selecciona la opción Element Tables y de las opciones que se presentan, se selecciona el elemento denominado Pipe (Tubería).

En ella aparece la ventana de las propiedades y características de cada una de las tuberías que conforman la red en estudio. Dentro de esta ventana se ubica la columna denominada Velocity (Velocidad) y nuevamente se ordena de menor a mayor mediante la opción Sort Ascending. Se aprecia que hay velocidades que se ubican por debajo de la velocidad mínima establecida en las restricciones globales (0.6 m/s), por ello se aprecian tuberías de color rojo debido a que se ha establecido una anotación con la condición de velocidad (ver Figura IV.70.).

Figura IV.70.
Software WATERCAD.



	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Gradient)	Has User Defined...
67:	P-913		11	3-21	3-19	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.27	0.003	<input type="checkbox"/>
29:	P-917		6	3-1	3-2	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.27	0.003	<input type="checkbox"/>
75:	P-898		43	3-10	3-15	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
66:	P-921		11	3-20	3-22	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
82:	P-920		44	3-18	3-20	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
102:	P-915		100	3-17	3-35	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
114:	P-916		130	3-39	3-2	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
107:	P-912		109	3-36	3-19	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
110:	P-902		111	3-21	3-37	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.27	0.003	<input type="checkbox"/>
112:	P-919		122	3-27	3-38	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.27	0.003	<input type="checkbox"/>
83:	P-914		44	3-19	3-17	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.27	0.003	<input type="checkbox"/>
78:	P-928		43	3-9	3-16	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.35	0.004	<input type="checkbox"/>
91:	P-886		45	3-30	3-32	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	0.40	0.004	<input type="checkbox"/>
58:	P-904		20	3-1	3-18	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.41	0.006	<input type="checkbox"/>
121:	P-900		166	3-13	3-8	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	0.45	0.005	<input type="checkbox"/>
120:	P-893		163	3-7	3-14	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.45	0.005	<input type="checkbox"/>
79:	P-927		44	3-29	3-9	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	0.45	0.005	<input type="checkbox"/>
44:	P-906		8	3-11	3-12	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.47	0.007	<input type="checkbox"/>
56:	P-941		9	3-19	3-20	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.48	0.005	<input type="checkbox"/>
76:	P-931		43	3-26	3-28	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.49	0.008	<input type="checkbox"/>
85:	P-907		41	3-12	3-23	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.49	0.005	<input type="checkbox"/>
59:	P-943		9	3-21	3-22	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.49	0.008	<input type="checkbox"/>
84:	P-918		44	3-2	3-27	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.50	0.008	<input type="checkbox"/>
65:	P-944		11	3-11	3-8	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.51	0.006	<input type="checkbox"/>
38:	P-892		8	3-7	3-8	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	0.52	0.009	<input type="checkbox"/>
53:	P-940		9	3-17	3-18	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.53	0.009	<input type="checkbox"/>
118:	P-930		146	3-5	3-3	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.55	0.007	<input type="checkbox"/>
64:	P-942		11	3-12	3-7	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.56	0.007	<input type="checkbox"/>
117:	P-901		130	3-11	3-22	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	0.59	0.008	<input type="checkbox"/>
86:	P-891		44	3-6	3-7	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	0.61	0.008	<input type="checkbox"/>
116:	P-905		130	3-20	3-12	2.0 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1	0.61	0.008	<input type="checkbox"/>
109:	P-903		110	3-23	3-1	1.5 PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	0.62	0.012	<input type="checkbox"/>

Fuente: Software WATERCAD.

A continuación en la Figura IV.71 hasta la Figura IV.76. se presentan los resultados obtenidos al modelar la red agua potable mediante el software WATERCAD.

Se adjunta el plano del modelo de la red de agua potable diseñada mediante el software WATERCAD

De acuerdo a los resultados obtenidos en el modelado de la red de agua potable, (Figura IV.71 a la Figura IV.76) por lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y los parámetros de la EPS SEDAPAR SA AREQUIPA empresa de agua potable y Alcantarillado y por la información recopilada de proyectos similares en la zona se determina realizar una segunda iteración. En ella se establece que el diámetro de las tuberías que conforman la red de agua potable es de 90 milímetros ó 4 pulgadas tal y como lo establece el RNE por lo tanto se realiza nuevamente el modelado de la red de agua potable. Los resultados obtenidos de la nueva iteración se presentan en la Figura IV.71 hasta la Figura IV.76.

Figura IV.71.
 Reporte de Nodos (Junction)

FlexTable: Junction Table							
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)	Hydraulic Grade (m)	X (m)	Y (m)
32	J-1	2,356.15	0.030	46.650	2409.21	231,091.55	8,177,188.03
33	J-2	2,355.02	0.090	47.770	2409.21	231,073.84	8,177,183.51
35	J-3	2,362.93	0.240	40.020	2409.23	231,239.82	8,177,725.75
36	J-4	2,363.11	0.020	39.860	2409.24	231,246.16	8,177,743.51
38	J-5	2,358.38	0.060	44.420	2409.21	231,059.50	8,177,293.38
39	J-6	2,358.32	0.120	44.480	2409.21	231,053.73	8,177,314.13
41	J-7	2,385.57	0.100	17.460	2409.24	231,450.22	8,177,723.90
42	J-8	2,384.86	0.090	18.150	2409.24	231,451.67	8,177,695.86
44	J-9	2,381.07	0.040	21.880	2409.23	231,461.67	8,177,510.33
45	J-10	2,380.23	0.060	22.720	2409.23	231,439.40	8,177,493.06
47	J-11	2,364.40	0.120	39.060	2409.37	231,337.54	8,178,042.92
48	J-12	2,359.23	0.180	44.150	2409.35	231,308.97	8,178,042.39
50	J-13	2,378.46	0.090	28.490	2409.92	231,625.31	8,178,636.81
51	J-14	2,377.89	0.100	28.940	2409.9	231,599.46	8,178,618.27
53	J-15	2,358.33	0.040	44.470	2409.21	231,056.91	8,177,356.31
54	J-16	2,358.94	0.040	43.870	2409.21	231,067.52	8,177,387.54
56	J-17	2,376.56	0.150	26.410	2409.23	231,343.93	8,177,646.84
57	J-18	2,373.57	0.100	29.390	2409.23	231,310.03	8,177,644.24
59	J-19	2,389.83	0.390	16.520	2409.83	231,630.12	8,178,408.60
60	J-20	2,391.70	0.100	14.950	2409.87	231,659.11	8,178,427.66
62	J-21	2,370.83	0.080	33.480	2409.54	231,420.63	8,178,279.41
63	J-22	2,366.89	0.060	37.410	2409.54	231,384.84	8,178,278.72
65	J-23	2,364.61	0.370	42.000	2409.87	231,578.82	8,178,691.83
66	J-24	2,363.67	0.090	42.720	2409.84	231,548.62	8,178,671.29
68	J-25	2,387.13	0.110	15.990	2409.27	231,445.47	8,177,816.22
69	J-26	2,386.66	0.160	16.420	2409.25	231,447.81	8,177,775.35
72	J-27	2,381.85	0.080	21.120	2409.23	231,459.15	8,177,553.38
74	J-28	2,363.39	0.070	39.610	2409.25	231,258.76	8,177,785.77
76	J-29	2,375.62	0.150	27.350	2409.23	231,341.57	8,177,690.99
78	J-30	2,376.06	0.070	26.960	2409.25	231,349.52	8,177,756.16
79	J-31	2,374.66	0.140	28.350	2409.24	231,335.61	8,177,713.83
81	J-32	2,363.39	0.150	40.210	2409.4	231,347.91	8,178,091.26
82	J-33	2,363.32	0.380	40.420	2409.44	231,356.85	8,178,135.41
84	J-34	2,383.81	0.160	19.180	2409.23	231,454.80	8,177,650.93
86	J-35	2,374.64	0.200	29.120	2409.44	231,428.20	8,178,137.95
87	J-36	2,376.44	0.670	27.180	2409.4	231,430.17	8,178,092.76
89	J-37	2,381.37	0.090	27.790	2410.19	232,266.24	8,179,146.64
90	J-38	2,377.94	0.180	31.210	2410.19	232,243.48	8,179,186.02
92	J-39	2,377.52	0.120	25.540	2409.25	231,363.30	8,177,801.78
93	J-40	2,378.72	0.310	24.370	2409.26	231,375.97	8,177,845.86
95	J-41	2,391.73	0.040	17.820	2410.24	232,224.59	8,178,941.79
96	J-42	2,391.35	0.050	18.350	2410.27	232,270.37	8,178,944.56
98	J-43	2,382.76	0.200	20.220	2409.23	231,457.17	8,177,604.67
100	J-44	2,371.08	0.370	31.750	2409.21	231,228.36	8,177,372.40
101	J-45	2,370.57	0.100	32.260	2409.21	231,258.08	8,177,336.87
103	J-46	2,377.54	0.060	25.430	2409.23	231,345.72	8,177,600.48
105	J-47	2,371.63	0.160	32.480	2409.5	231,423.15	8,178,232.69
107	J-48	2,372.83	0.080	31.110	2409.47	231,425.13	8,178,185.23
109	J-49	2,365.25	0.190	38.850	2409.5	231,375.70	8,178,231.17

UM APALCA.wtg
 19/11/2017

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
 27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

(SELECTseries 6)
 Page 1 of 1

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.72.
 Reporte de Nodos (Junction)

FlexTable: Junction Table							
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H ₂ O)	Hydraulic Grade (m)	X (m)	Y (m)
113	J-50	2,363.95	0.160	39.080	2409.25	231,272.33	8,177,831.76
115	J-51	2,368.15	0.160	36.330	2409.58	231,393.49	8,178,325.96
117	J-52	2,370.85	0.230	31.980	2409.21	231,197.59	8,177,409.29
119	J-53	2,378.76	0.210	24.750	2409.38	231,432.83	8,178,044.70
122	J-54	2,364.08	0.040	39.840	2409.47	231,367.03	8,178,183.42
124	J-55	2,363.73	0.190	39.080	2409.21	231,109.24	8,177,336.15
125	J-56	2,364.75	0.270	38.060	2409.21	231,141.20	8,177,299.31
129	J-57	2,375.60	0.100	30.480	2409.79	231,471.17	8,178,466.24
130	J-58	2,379.28	0.290	26.840	2409.79	231,512.36	8,178,493.95
132	J-59	2,368.43	0.100	34.520	2409.23	231,273.05	8,177,687.90
134	J-60	2,363.65	0.220	39.160	2409.21	231,172.98	8,177,259.89
136	J-61	2,368.38	0.190	34.440	2409.21	231,158.66	8,177,375.89
140	J-62	2,389.11	0.180	20.160	2410.19	232,092.53	8,179,018.18
141	J-63	2,389.15	0.140	20.100	2410.19	232,058.25	8,178,979.23
143	J-64	2,381.50	0.230	26.780	2410.13	231,833.08	8,178,805.25
144	J-65	2,381.36	0.200	26.500	2410.07	231,794.97	8,178,769.39
146	J-66	2,357.57	0.170	45.230	2409.21	231,072.90	8,177,241.14
148	J-67	2,376.68	0.740	32.400	2410.18	232,294.60	8,179,204.26
150	J-68	2,370.54	0.230	34.050	2409.6	231,417.57	8,178,334.88
152	J-69	2,387.88	0.320	21.210	2410.18	232,016.54	8,178,929.63
153	J-70	2,383.94	0.160	25.120	2410.18	231,973.75	8,178,965.75
155	J-71	2,391.57	0.210	16.760	2410.15	231,972.83	8,178,675.87
156	J-72	2,388.01	0.210	20.380	2410.15	231,931.61	8,178,714.03
159	J-73	2,392.66	0.100	16.250	2410.18	232,081.58	8,178,798.05
160	J-74	2,389.70	0.290	19.140	2410.17	232,038.66	8,178,835.00
162	J-75	2,385.02	0.110	24.370	2410.21	232,214.95	8,179,102.51
163	J-76	2,380.02	0.090	29.210	2410.19	232,187.05	8,179,151.99
165	J-77	2,392.67	0.060	16.690	2410.19	232,117.75	8,178,842.32
168	J-78	2,386.50	0.260	22.350	2410.17	231,979.50	8,178,885.89
170	J-79	2,384.23	0.170	22.000	2409.81	231,587.71	8,178,544.64
171	J-80	2,377.14	0.280	29.110	2409.81	231,570.89	8,178,599.63
173	J-81	2,388.53	0.190	20.900	2410.23	232,274.99	8,179,001.95
177	J-82	2,384.77	0.220	23.890	2410.16	231,920.17	8,178,818.14
178	J-83	2,381.70	0.250	26.920	2410.16	231,876.64	8,178,856.72
180	J-84	2,388.03	0.130	18.210	2409.81	231,611.14	8,178,463.71
182	J-85	2,383.36	0.260	25.850	2410.19	232,052.42	8,179,060.67
184	J-86	2,363.25	0.110	39.830	2409.27	231,281.09	8,177,889.62
186	J-87	2,382.56	0.300	23.560	2409.79	231,533.31	8,178,411.89
187	J-88	2,383.96	0.210	22.110	2409.78	231,546.68	8,178,353.69
189	J-89	2,385.06	0.150	22.210	2409.97	231,785.24	8,178,676.22
190	J-90	2,385.60	0.260	21.490	2409.94	231,739.03	8,178,637.95
192	J-91	2,382.39	0.110	26.750	2410.19	232,351.29	8,179,139.13
193	J-92	2,378.60	0.160	30.430	2410.17	232,386.77	8,179,188.66
195	J-93	2,374.20	0.190	34.610	2410.14	232,399.76	8,179,248.24
197	J-94	2,381.13	0.010	26.230	2409.99	231,745.46	8,178,723.61
199	J-95	2,390.64	0.220	17.240	2410.07	231,928.63	8,178,630.86
201	J-96	2,390.14	0.200	16.840	2409.92	231,699.10	8,178,533.96

UMAPALCA.wtg
 19/11/2017

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
 27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

(SELECTseries 6)
 Page 2 of 2

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.74.
 Reporte de Tuberías (Pipe)

FlexTable: Pipe Table										
ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Velocity (m/s)	Pressure (Start) (m H2O)	Pressure (Stop) (m H2O)
31	P-1	J-1	J-2	18.28	90	PVC	150.0	0.030	10.77	11.54
34	P-2	J-3	J-4	18.86	90	PVC	150.0	0.440	26.66	39.96
37	P-3	J-5	J-6	21.54	90	PVC	150.0	0.000	31.18	30.77
40	P-4	J-7	J-8	28.07	90	PVC	150.0	0.420	21.51	12.25
43	P-5	J-9	J-10	28.19	90	PVC	150.0	0.110	11.19	10.94
46	P-6	J-11	J-12	28.57	90	PVC	150.0	0.610	32.25	38.22
49	P-7	J-13	J-14	31.81	90	PVC	150.0	0.730	11.32	10.23
52	P-8	J-15	J-16	32.98	90	PVC	150.0	0.060	20.69	15.75
55	P-9	J-17	J-18	34.00	90	PVC	150.0	0.040	32.17	31.18
58	P-10	J-19	J-20	34.69	100	PVC	150.0	1.070	39.58	43.59
61	P-11	J-21	J-22	35.79	90	PVC	150.0	0.020	31.66	32.17
64	P-12	J-23	J-24	36.52	90	PVC	150.0	0.920	35.74	31.66
67	P-13	J-25	J-26	40.94	90	PVC	150.0	0.420	21.74	24.40
70	P-14	J-6	J-15	42.30	90	PVC	150.0	0.010	18.93	21.17
71	P-15	J-27	J-9	43.11	90	PVC	150.0	0.150	11.16	16.20
73	P-16	J-4	J-28	44.10	90	PVC	150.0	0.300	13.73	10.09
75	P-17	J-29	J-17	44.21	90	PVC	150.0	0.130	39.96	39.90
77	P-18	J-30	J-31	44.55	90	PVC	150.0	0.200	14.87	21.37
80	P-19	J-32	J-33	45.04	90	PVC	150.0	0.680	15.00	10.22
83	P-20	J-8	J-34	45.04	90	PVC	150.0	0.260	32.00	44.05
85	P-21	J-35	J-36	45.23	90	PVC	150.0	0.680	43.88	44.05
88	P-22	J-37	J-38	45.49	90	PVC	150.0	0.040	11.76	17.81
91	P-23	J-39	J-40	45.86	90	PVC	150.0	0.320	24.97	13.86
94	P-24	J-41	J-42	45.87	160	PVC	150.0	0.890	22.63	26.66
97	P-25	J-34	J-43	46.32	90	PVC	150.0	0.170	25.72	31.73
99	P-26	J-44	J-45	46.33	90	PVC	150.0	0.130	19.51	18.93
102	P-27	J-46	J-17	46.39	90	PVC	150.0	0.130	14.35	17.85
104	P-28	J-21	J-47	46.79	90	PVC	150.0	0.820	20.69	38.43
106	P-29	J-48	J-35	47.37	90	PVC	150.0	0.720	44.05	39.96
108	P-30	J-47	J-49	47.47	90	PVC	150.0	0.010	32.27	39.18
110	P-31	J-47	J-48	47.50	90	PVC	150.0	0.780	38.08	31.77
111	P-32	J-30	J-39	47.66	90	PVC	150.0	0.330	26.66	32.27
112	P-33	J-28	J-50	47.96	90	PVC	150.0	0.340	20.11	25.32
114	P-34	J-22	J-51	48.02	90	PVC	150.0	0.810	26.30	19.06
116	P-35	J-44	J-52	48.03	90	PVC	150.0	0.000	18.01	27.24
118	P-36	J-36	J-53	48.13	90	PVC	150.0	0.630	27.25	25.78
120	P-37	J-49	J-22	48.42	90	PVC	150.0	0.810	39.18	46.67
121	P-38	J-54	J-49	48.54	90	PVC	150.0	0.770	17.31	26.80
123	P-39	J-55	J-56	48.77	90	PVC	150.0	0.030	24.14	39.58
126	P-40	J-33	J-54	49.08	90	PVC	150.0	0.700	39.16	42.99
127	P-41	J-32	J-11	49.44	90	PVC	150.0	0.690	18.91	13.05
128	P-42	J-57	J-58	49.64	90	PVC	150.0	0.310	25.34	38.88
131	P-43	J-59	J-3	50.37	90	PVC	150.0	0.120	26.80	39.44
133	P-44	J-56	J-60	50.63	90	PVC	150.0	0.030	38.43	24.10
135	P-45	J-52	J-61	51.30	90	PVC	150.0	0.070	28.19	39.72
137	P-46	J-43	J-27	51.33	90	PVC	150.0	0.170	14.85	20.31
138	P-47	J-26	J-7	51.51	90	PVC	150.0	0.350	24.26	26.18
139	P-48	J-62	J-63	51.88	90	PVC	150.0	0.080	17.28	17.17
142	P-49	J-64	J-65	52.33	90	PVC	150.0	0.910	14.34	13.18
145	P-50	J-66	J-5	53.93	90	PVC	150.0	0.010	23.58	18.64
147	P-51	J-67	J-38	54.28	90	PVC	150.0	0.260	16.38	18.10
149	P-52	J-68	J-21	55.55	90	PVC	150.0	0.880	45.25	38.08
151	P-53	J-69	J-70	56.00	90	PVC	150.0	0.140	22.84	19.99
154	P-54	J-71	J-72	56.17	90	PVC	150.0	0.120	25.34	16.22
157	P-55	J-46	J-18	56.46	90	PVC	150.0	0.110	20.48	21.50
158	P-56	J-73	J-74	56.63	90	PVC	150.0	0.280	20.31	23.58
161	P-57	J-75	J-76	56.80	90	PVC	150.0	0.380	16.20	13.77
164	P-58	J-73	J-77	57.17	160	PVC	150.0	0.570	18.64	14.85
166	P-59	J-18	J-59	57.22	90	PVC	150.0	0.110	14.35	17.20
167	P-60	J-78	J-69	57.32	90	PVC	150.0	0.370	39.44	26.42
169	P-61	J-79	J-80	57.51	90	PVC	150.0	0.250	42.99	31.73
172	P-62	J-42	J-81	57.58	100	PVC	150.0	0.740	11.76	12.25
174	P-63	J-2	J-66	57.64	90	PVC	150.0	0.010	40.51	34.46

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.75.
 Reporte de Tuberías (Pipe)

FlexTable: Pipe Table										
ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Velocity (m/s)	Pressure (Start) (mH2O)	Pressure (Stop) (mH2O)
175	P-64	J-54	J-48	58.13	90	PVC	150.0	0.000	13.18	16.38
176	P-65	J-82	J-83	58.17	90	PVC	150.0	0.250	10.09	11.16
179	P-66	J-19	J-84	58.29	90	PVC	150.0	0.510	28.65	32.91
181	P-67	J-62	J-85	58.43	90	PVC	150.0	0.200	18.10	14.34
183	P-68	J-50	J-86	58.52	90	PVC	150.0	0.380	38.22	24.97
185	P-69	J-87	J-88	59.71	90	PVC	150.0	0.360	17.20	21.50
188	P-70	J-89	J-90	60.00	90	PVC	150.0	0.600	32.91	35.74
191	P-71	J-91	J-92	60.93	90	PVC	150.0	0.370	24.14	15.75
194	P-72	J-92	J-93	60.98	90	PVC	150.0	0.580	25.72	39.16
196	P-73	J-89	J-94	61.87	90	PVC	150.0	0.390	17.20	20.48
198	P-74	J-95	J-71	63.09	100	PVC	150.0	1.080	19.99	19.51
200	P-75	J-96	J-97	63.29	90	PVC	150.0	0.170	22.63	22.88
203	P-76	J-97	J-13	63.29	90	PVC	150.0	0.180	10.94	11.76
204	P-77	J-61	J-55	63.42	90	PVC	150.0	0.020	39.51	28.21
205	P-78	J-90	J-98	64.14	90	PVC	150.0	0.220	30.77	32.25
207	P-79	J-99	J-75	64.54	90	PVC	150.0	0.070	25.78	18.91
209	P-80	J-63	J-69	64.81	90	PVC	150.0	0.340	14.34	14.87
210	P-81	J-98	J-100	65.09	90	PVC	150.0	0.150	22.88	25.32
212	P-82	J-53	J-101	65.41	90	PVC	150.0	0.410	13.86	11.19
214	P-83	J-5	J-55	65.60	90	PVC	150.0	0.040	27.24	34.41
215	P-84	J-102	J-57	65.89	90	PVC	150.0	0.450	10.22	10.09
217	P-85	J-38	J-76	65.90	90	PVC	150.0	0.230	21.02	22.88
218	P-86	J-55	J-16	66.19	90	PVC	150.0	0.010	21.17	21.37
219	P-87	J-65	J-94	67.43	90	PVC	150.0	0.980	21.51	21.74
220	P-88	J-83	J-64	67.43	90	PVC	150.0	0.560	39.10	43.88
221	P-89	J-27	J-103	68.02	90	PVC	150.0	0.000	24.92	22.84
223	P-90	J-77	J-104	68.50	160	PVC	150.0	0.630	31.73	27.25
225	P-91	J-29	J-59	68.59	90	PVC	150.0	0.010	44.44	39.10
226	P-92	J-105	J-20	68.90	90	PVC	150.0	0.610	24.10	20.69
228	P-93	J-103	J-46	69.29	90	PVC	150.0	0.150	13.80	10.94
229	P-94	J-106	J-72	70.03	90	PVC	150.0	0.270	13.73	15.00
231	P-95	J-107	J-88	71.14	100	PVC	150.0	0.900	16.20	17.85
233	P-96	J-108	J-109	71.15	90	PVC	150.0	0.380	17.28	13.80
236	P-97	J-33	J-35	71.40	90	PVC	150.0	0.010	34.46	39.10
237	P-98	J-100	J-110	73.24	100	PVC	150.0	0.740	17.17	24.40
239	P-99	J-10	J-103	73.24	90	PVC	150.0	0.130	12.74	17.17
240	P-100	J-111	J-85	73.72	90	PVC	150.0	0.060	12.25	11.32
242	P-101	J-112	J-91	74.94	90	PVC	150.0	0.270	17.81	21.74
244	P-102	J-80	J-24	75.04	90	PVC	150.0	0.490	24.26	28.65
245	P-103	J-40	J-25	75.56	90	PVC	150.0	0.170	20.48	24.26
246	P-104	J-113	J-114	75.91	90	PVC	150.0	0.480	17.81	17.28
249	P-105	J-112	J-37	76.14	90	PVC	150.0	0.220	20.31	18.91
250	P-106	J-23	J-14	76.40	90	PVC	150.0	0.580	38.88	39.58
251	P-107	J-82	J-106	77.21	90	PVC	150.0	0.030	13.77	19.51
252	P-108	J-93	J-113	77.99	90	PVC	150.0	0.550	13.05	14.85
253	P-109	J-104	J-41	78.00	160	PVC	150.0	0.740	18.10	21.17
254	P-110	J-74	J-78	78.03	90	PVC	150.0	0.030	38.75	30.02
255	P-111	J-115	J-61	78.46	90	PVC	150.0	0.000	47.79	45.25
257	P-112	J-110	J-95	78.74	100	PVC	150.0	0.970	11.54	14.35
258	P-113	J-116	J-102	81.57	90	PVC	150.0	0.320	18.64	25.72
260	P-114	J-32	J-36	82.27	90	PVC	150.0	0.030	16.38	15.00
261	P-115	J-81	J-112	84.07	90	PVC	150.0	0.530	29.28	34.41
262	P-116	J-79	J-84	84.25	90	PVC	150.0	0.110	10.23	10.22
263	P-117	J-99	J-62	84.57	90	PVC	150.0	0.290	17.85	22.84
264	P-118	J-87	J-58	84.70	90	PVC	150.0	0.020	10.23	13.18
265	P-119	J-91	J-37	85.38	90	PVC	150.0	0.130	25.32	29.28
267	P-121	J-39	J-26	88.55	90	PVC	150.0	0.030	11.32	14.87
268	P-122	J-76	J-111	89.18	90	PVC	150.0	0.100	15.00	18.93
269	P-123	J-66	J-56	89.72	90	PVC	150.0	0.040	32.30	32.02
270	P-124	J-78	J-82	90.05	90	PVC	150.0	0.300	26.18	24.92
271	P-125	J-58	J-79	90.81	90	PVC	150.0	0.330	45.25	44.44

UMAPALCA.wtg 19/11/2017 Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center 27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666 Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 6) Page 2 of 3

Fuente: Software WATERCAD.

Figura IV.76.
Reporte de Tuberías (Pipe)

FlexTable: Pipe Table										
ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Velocity (m/s)	Pressure (Start) (m H2O)	Pressure (Stop) (m H2O)
272	P-126	J-106	J-74	91.51	90	PVC	150.0	0.300	21.37	21.51
273	P-127	J-90	J-97	93.09	90	PVC	150.0	0.370	13.77	13.73
274	P-128	J-92	J-67	93.48	90	PVC	150.0	0.240	16.22	17.31
275	P-129	J-84	J-87	93.51	90	PVC	150.0	0.350	20.11	21.02
276	P-130	J-31	J-4	94.25	90	PVC	150.0	0.140	32.00	34.46
277	P-131	J-11	J-53	95.30	90	PVC	150.0	0.180	38.08	39.18
278	P-132	J-30	J-28	95.46	90	PVC	150.0	0.010	34.41	39.90
279	P-133	J-39	J-50	95.79	90	PVC	150.0	0.020	27.25	23.58
280	P-134	J-88	J-19	99.89	100	PVC	150.0	0.650	39.44	38.43
281	P-135	J-24	J-116	102.79	90	PVC	150.0	0.380	39.51	38.75
282	P-136	J-40	J-86	104.49	90	PVC	150.0	0.180	39.10	38.08
283	P-137	J-7	J-30	105.75	90	PVC	150.0	0.080	38.75	37.58
284	P-138	J-60	J-1	108.61	90	PVC	150.0	0.040	37.58	35.95
285	P-139	J-57	J-107	109.95	90	PVC	150.0	0.690	26.42	24.10
286	P-140	J-8	J-29	110.22	90	PVC	150.0	0.150	31.77	32.00
287	P-141	J-17	J-34	110.94	90	PVC	150.0	0.060	35.95	34.69
288	P-142	J-43	J-46	111.52	90	PVC	150.0	0.020	39.44	38.88
289	P-143	J-117	J-45	113.48	90	PVC	150.0	0.240	26.80	25.34
291	P-144	J-56	J-44	113.75	90	PVC	150.0	0.040	31.22	30.02
292	P-145	J-45	J-60	114.75	90	PVC	150.0	0.090	31.22	37.58
293	P-146	J-118	J-119	115.26	90	PVC	150.0	0.240	30.02	28.21
296	P-147	J-101	J-11	117.00	90	PVC	150.0	0.240	32.02	31.22
297	P-148	J-81	J-75	117.12	90	PVC	150.0	0.350	25.32	26.30
298	P-149	J-85	J-70	123.28	90	PVC	150.0	0.230	31.77	32.27
299	P-150	J-80	J-102	123.78	90	PVC	150.0	0.210	19.06	20.11
300	P-151	J-10	J-117	125.85	90	PVC	150.0	0.210	11.16	11.54
301	P-152	J-14	J-105	130.83	90	PVC	150.0	0.110	25.34	24.14
302	P-153	J-110	J-89	131.40	90	PVC	150.0	0.270	21.50	24.92
303	P-154	J-16	J-118	132.40	90	PVC	150.0	0.110	28.21	26.42
304	P-155	J-52	J-118	133.24	90	PVC	150.0	0.100	18.01	19.06
305	P-156	J-69	J-77	133.66	90	PVC	150.0	0.190	39.44	39.51
306	P-157	J-72	J-64	134.27	90	PVC	150.0	0.370	26.80	28.19
307	P-158	J-119	J-3	135.80	90	PVC	150.0	0.290	27.24	26.30
308	P-159	J-63	J-104	135.81	90	PVC	150.0	0.280	39.72	39.44
309	P-160	J-41	J-99	144.86	90	PVC	150.0	0.400	21.02	21.80
310	P-161	J-70	J-83	146.01	90	PVC	150.0	0.360	44.50	44.49
311	P-162	J-94	J-13	148.23	90	PVC	150.0	0.570	15.75	16.22
312	P-163	J-114	J-120	149.04	90	PVC	150.0	0.460	38.22	39.16
314	P-164	J-120	J-121	149.77	90	PVC	150.0	0.450	32.02	35.95
316	P-165	J-86	J-12	155.29	90	PVC	150.0	0.600	13.05	11.19
317	P-166	J-121	J-122	155.60	90	PVC	150.0	0.430	4.59	5.77
319	P-167	J-101	J-25	163.43	90	PVC	150.0	0.600	26.30	29.28
320	P-168	J-71	J-73	163.57	160	PVC	150.0	0.460	44.49	43.88
322	P-170	J-109	J-23	172.07	90	PVC	150.0	0.360	32.30	34.69
323	P-171	J-20	J-100	186.26	100	PVC	150.0	0.600	24.40	24.97
324	P-172	J-65	J-95	192.50	90	PVC	150.0	0.080	25.78	32.30
325	P-173	J-122	J-108	193.92	90	PVC	150.0	0.410	38.43	43.59
326	P-174	J-117	J-119	246.23	90	PVC	150.0	0.030	12.74	13.80
337	P-5	J-105	J-96	72.70	90	PVC	150.0	0.510	21.80	22.63
338	P-6	J-96	J-98	92.17	90	PVC	150.0	0.350	13.86	12.74
339	P-7	J-107	J-68	61.87	100	PVC	150.0	1.420	17.31	18.01
340	P-8	J-68	J-51	25.68	100	PVC	150.0	0.680	44.44	44.50
848	P-14	R-1	J-42	344.56	90	PVC	150.0	3.710	39.90	39.72

UMAPALCA.mtg 19/11/2017 Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center 27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666 Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 6) Page 3 of 3

Fuente: Software WATERCAD.

CAPITULO V:

RESULTADOS

CONCLUSIONES.

- 1- La población beneficiada en el presente estudio de Agua Potable es 963 viviendas los cuales comprenden 07 Asentamientos Humanos del sector Umopalca Sabandia – Arequipa, satisfaciendo sus necesidades hasta el año 2037.

- 2- De acuerdo al RNE y según la Norma OS.050, la presión estática en cualquier punto de la red no deberá ser mayor de 50 m H₂O; el presente estudio presenta una presión máxima de 47.77 mH₂O, por otro lado en condiciones de demanda máxima horaria, la mínima presión no será menor de 10 m H₂O; mientras que el sistema elaborado presenta una presión mínima de 11.19 m H₂O, Por otra parte la misma norma establece que la velocidad máxima en una red de agua potable debe ser de 3 m/s, mientras que el sistema en estudio presenta 1.29 m/s por tanto se concluye que el diseño cumple la normativa vigente. Que indica la Norma OS.050

- 3- Las velocidades de flujo recomendadas en la tubería principal y ramales de agua potable serán en lo posible no menores de 0.60 m/s”; las velocidades que se obtienen al realizar la segunda iteración de la red de agua potable y que se encuentren por debajo del valor recomendado serán aceptadas como parte del diseño dado que lo indicado por SEDAPAR no es de carácter restrictivo con respecto a las velocidades menores al valor de 0.60 m/s.

- 4- La red de distribución de agua potable constara de una línea de aducción en la que se emplearan tuberías clase 7.5 y clase 10 y en redes de distribución clase 7.5; cumpliendo los estándares de calidad, para una vida útil de 50 años.

RECOMENDACIONES.

- 1- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Sabandia, priorice la ejecución del presente estudio para facilitar a los usuarios y demás población medios necesarios que les permita resolver la problemática que actualmente existe en la zona de disponer de óptimos servicios de saneamiento, que conllevara al mejoramiento de su calidad de vida.
- 2- Diseñar la red de agua potable mediante el uso del software WATERCAD permite obtener la solución económicamente viable de acuerdo a los costos actuales del mercado. Por otro lado, permite generar diferentes escenarios en los cuales se podrán variar diferentes elementos que componen la red tales como: diámetro y material de tuberías, restricciones de velocidad, etc.
- 3- Las pruebas se realizarán de acuerdo con la normativa vigente, y como mínimo, se realizará la prueba de presión. Durante la ejecución de las obras, éstas serán inspeccionadas por el supervisor. Para ello se deberá notificar por escrito, la fecha de comienzo de las mismas. No se podrá tapar ninguna tubería, ni anclar las piezas especiales, sin la previa conformidad por parte del supervisor de obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AROCHA RAVELO, Simón (1980) Abastecimientos de agua. Teoría y diseño. Caracas: Vega.

CENTRO PERUANO DE ESTUDIOS SOCIALES (CEPES Portal Rural) (2012) (<http://www.cepes.org.pe/portal/>) Sitio web oficial del CEPES; contiene información sobre la institución y enlaces de interés (consulta: 10 de abril).

DE AZEVEDO NETTO y ACOSTA, Guillermo (1975) Manual de hidráulica. 6ta ed. Sao Paulo: Edgard Blucher.

GILES, Ronald V. – (1999) Mecánica de Fluidos. Tercera Edición, Madrid.

GUTIERREZ, Juan (2009) Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS. En: Bentley Colleague Blogs, 15 de mayo (consulta: 15 de octubre de 2012) (http://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrez_blog/archive/2009/05/14/diferencias-entre-watercad-y-watergems)

GUTIERREZ, Juan (2009) Diferencias entre SewerCAD y SewerGEMS. En: Bentley Colleague Blogs, 30 de junio (consulta: 15 de octubre de 2012) (http://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrez_blog/archive/2009/06/30/diferencias-entre-sewercad-ysewergems?pi20096=2)

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL PERUANO (IGN) (2012) (<http://www.ign.gob.pe/>) Sitio web oficial del IGN; contiene información sobre la institución y enlaces de interés (consulta: 20 de mayo).

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI) (2012)
(<http://www.indeci.gob.pe/>) Sitio web oficial del INDECI; contiene información sobre la institución y enlaces de interés (consulta: 20 de mayo).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI) (2016)
(<http://www.inei.gob.pe/>) Sitio web oficial del INEI; contiene información sobre la institución y enlaces de interés (consulta: 15 de diciembre).

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2016)
Normas y requisitos para los proyectos de agua potable y alcantarillado destinadas a las localidades urbanas. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2016)
Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2016)
Reglamento de elaboración de proyectos condominiales de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas y periurbanas de Lima y Callao. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2016)
Informe final (producto 3). Evaluación independiente del diseño y ejecución del programa Agua para Todos. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2010)
Agua para Todos – Programa nacional de agua y saneamiento rural. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2016)
Plan operativo institucional. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MUNICIPALIDAD DE SABANDIA (2016) (<http://www.munisabandia.gob.pe/>)
Sitio web oficial de la municipalidad de Sabandía (consulta: 23 de noviembre).

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS) (2005) Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado. Lima: Organización Mundial de la Salud.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD) (2009) Informe sobre desarrollo humano Perú 2009: Por una densidad del Estado al servicio de la gente. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU (SENAMHI) (2015) (<http://www.senamhi.gob.pe/>) Sitio web oficial del SENAMHI; contiene información sobre la institución y enlaces de interés (consulta: 10 de junio).

ANEXOS

Anexo 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema general: ¿Cuáles serán los parámetros de diseño de los componentes del sistema de agua potable Con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa?</p> <p>Problema específico: ¿Cómo serán los parámetros de diseño de La línea de aducción del sistema de agua potable con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa?</p> <p>¿Cómo serán los parámetros de diseño de La red de distribución del sistema de agua potable con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa?</p>	<p>Objetivo general: Establecer los parámetros de diseño de los componentes del sistema de agua potable con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa</p> <p>Objetivo específico: Analizar los parámetros de diseño de La línea de aducción del sistema de agua potable con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa</p> <p>Analizar los parámetros de diseño de La red de distribución del sistema de agua potable con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa</p>	<p>Hipótesis general: Los parámetros de diseño de los componentes del sistema de agua potable son óptimos con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa</p> <p>Hipótesis específica: los parámetros de diseño de La línea de aducción del sistema de agua potable son óptimos con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa</p> <p>los parámetros de diseño de La red de distribución del sistema de agua potable son óptimos con la aplicación WaterCAD en el sector Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia de Arequipa, Región Arequipa</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (X) Sistema de agua potable</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE (Y) Parámetros de diseño</p>	<p>componentes</p> <p>Línea de aducción</p> <p>Red de distribución</p>	<p>– sistema de agua potable</p> <p>Tipo de tubería Velocidades Protección contra acumulación de aire Sistema de evacuación de sedimentos Coeficientes de fricción</p> <p>Tipos de tuberías Diámetros de tubería Zonas de presión Flujos de presión Nudos de gradiente Nudos de conexión Interconexión de tuberías Asignación de demandas</p>	<p>TIPO: Cuantitativa, NIVEL: Explicativo, DISEÑO: No Experimental MÉTODO: Deductivo-inductivo POBLACIÓN: Zona urbana del distrito de Sabandia - Arequipa MUESTRA: 07 sectores del distrito Sabandia - Arequipa TÉCNICAS: modelación del software WaterCAD INSTRUMENTOS: software WaterCAD PROCEDIMIENTO método aleatorio simple</p>

MODELADO DE LA RED DE AGUA POTABLE EN WATERCAD

