

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



## **TESIS**

**“DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO  
HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSSEN  
Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE – CP.  
ROSARIO”**

**PRESENTADA POR:**

Bach. Julio Cesar COLQUE SULLCA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA - PERÚ**

**2017**

## ACTA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En Juliaca, siendo las 10:30 horas del día 30 de junio del 2017, en el Salón de Grados de la Universidad Alas Peruanas y bajo la Presidencia del **Ing. FAUSTO PONCIANO MAMANI MAMANI**, se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil por la modalidad de **Sustentación de Tesis**.

En la que el Bachiller: **COLQUE SULLCA, JULIO CESAR**

Sustentó la **Tesis de Ingeniería**:

*Tesis*

**“DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE THYSSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSÉ – CP. ROSARIO”**

Ante el jurado integrado por los señores catedráticos:

<b>Ing. FAUSTO PONCIANO MAMANI MAMANI</b>	<b>(Presidente)</b>
<b>Ing. VIANEY CHAMBI GUTIERREZ</b>	<b>(Miembro)</b>
<b>Ing. GILMER SALAS MADERA</b>	<b>(Secretario)</b>

Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

*APROBADO POR UNANIMIDAD*

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el señor Presidente y los demás miembros del Jurado.



Ing. FAUSTO PONCIANO MAMANI MAMANI

Presidente  
CIP: 38080

Ing. GILMER SALAS MADERA

Secretario  
CIP: 86417

Ing. VIANEY CHAMBI GUTIERREZ

Miembro  
CIP: 86416

## **DEDICATORIA**

A Dios padre celestial por darme la vida y la fuerza para ser perseverante en mis metas y objetivos trazados, a mis padres José Adán Colque Huamán y Nicolasa Sullca Aquino, por brindarme su apoyo y comprensión en todo momento de mi formación académica, a mis hermanas Virginia y Maribel por su apoyo y enseñanza incondicional, a memoria de mi hermana Yovana, Por guiarme por un camino de paz unidad y entendimiento en esta vida maravillosa.

Y a todos mis amigos por sus consejos y apoyo incondicional.

A mi pareja Sudia Choque Mamani por darme felicidad, fuerza y perseverancia para enfrentar retos y obstáculos y apoyarme en la ejecución de la presente investigación, a mis suegros Ignacio y Eulalia por su apoyo y comprensión.

Julio Cesar Colque Sullca.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Alas Peruanas – Juliaca, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por ser alma mater de mi formación académica y profesional.

A los docentes de la, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por sus sabias enseñanzas y formación de profesionales con éxito.

A mis amigos, familiares y todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente de manera desinteresada al desarrollo del presente Proyecto de Tesis.

## RESUMEN

El proyecto de investigación titulado “DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE – CP. ROSARIO”, tiene como objetivo principal Determinar la utilidad de los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda en el diseño hidráulico de agua potable. Y objetivos secundarios, Analizar los resultados obtenidos utilizando el método de Polígono de Thyssen y unidad de demanda, cumplirán los parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda y como tercer objetivo determinar la relación entre las presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

El procedimiento de la investigación inicia con el planeamiento para la recolección de datos, reconocimiento del área de investigación, recopilación de información y trabajo de gabinete con. La prueba estadística utilizada fue el análisis de varianza ANOVA de un solo factor, el método de comparación Dunnett, para la fase de interpretación de resultados, conclusiones y recomendaciones; el tipo de investigación es *cuantitativo*, nivel de investigación *explicativa* y un diseño de investigación *experimental*.

Al final concluimos PRIMERO la utilización del método Polígono de Thyssen y Unidad de demanda en un diseño hidráulico son significativos, en el diseño hidráulico de los subsistemas del C.P. de Rosario y San Jose, SEGUNDO los resultados obtenidos por el método Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda en el diseño hidráulico de agua potable, cumplen parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda, con la diferencia que los resultados obtenidos por el método de Unidad de Demanda generan una mejor distribución y dimensionamiento de redes de tubería., TERCERO los parámetros de presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda, varían, generando una mayor dimensionamiento en la distribución de la tubería entre ambas fórmulas. Concluyendo que en las líneas de conducción es recomendable aplicar el criterio de diseño para tuberías menores o iguales a 1 ½” aplicar la fórmula de Fair Whiple y para diámetros mayores a 1 ½” aplicar la fórmula de Hazen Williams.

**Palabra Clave:** Diseño Hidráulico.

## ABSTRACT

The research project entitled "DETERMINATION OF ERRORS OF THE HYDRAULIC DESIGN OF THE POTABLE WATER SYSTEM BY THYSSEN POLYGON METHODS AND DEMAND UNIT, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO ", has as main objective To determine the usefulness of the methods of Polygon of Thyssen and Unit of Demand in the hydraulic design of drinking water. And secondary objectives, Analyze the results obtained using the Thyssen Polygon method and demand unit, will comply with the normative parameters of the National Building Regulation Norma OS.010, Norma OS.050 and Ministerial Resolution N ° 173 - 2016 - Housing and how Third objective to determine the relationship between pressures, flow and velocity by the formulas Hazen Williams and Fair Whiple, according to Ministerial Resolution No. 173 - 2016 - Housing.

The research procedure begins with the planning for data collection, recognition of the research area, collection of information and cabinet work with. The statistical test used was the single-factor ANOVA variance analysis, the Dunnett comparison method, for the interpretation phase of results, conclusions and recommendations; The type of research is quantitative, level of explanatory research and an experimental research design.

At the end we conclude FIRST the use of the Thyssen Polygon method and Demand unit in a hydraulic design are significant, in the hydraulic design of the subsystems of the C.P. Of Rosario and San Jose, SECOND the results obtained by the Polygon of Thyssen and Demand Unit in the hydraulic design of drinking water, comply with normative parameters of the National Regulation of Buildings Norma OS.010, Norma OS.050 and Ministerial Resolution N ° 173 - 2016 - Housing, with the difference that the results obtained by the Demand Unit method generate a better distribution and dimensioning of pipe networks., THIRD the parameters of pressures, flow and velocity by the formulas of Hazen Williams and Fair Whiple , According to Ministerial Resolution No. 173 - 2016 - Housing, vary, generating a greater dimensioning in the distribution of the pipe between both formulas. Concluding that in the lines of conduction it is advisable to apply the design criterion for pipes less than or equal to 1 ½ "to apply the formula of Fair Whiple and for diameters greater than 1 ½" to apply the formula of Hazen Williams.

**Key Word:** Hydraulic design.

# ÍNDICE

Contenido	Pág.
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE SÍMBOLOS.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPITULO I .....	17
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	17
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	17
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	18
1.2.1.1. Ubicación política.....	18
1.2.1.2. Ubicación geográfica.....	19
1.2.1.3. Vías de acceso.....	19
1.2.1.4. Cuenca hidrográfica.....	21
1.2.1.5. Condiciones climáticas.....	21
1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	21
1.2.3. DELIMITACIÓN SOCIAL/CONDUCTUAL.....	22
1.2.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.....	22
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	22
1.3.1. PROBLEMA GENERAL.....	22
1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	22
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	23
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	23
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	23
1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....	24
1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	24
1.7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.7.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	24
a) Tipo de investigación.....	24
b) Nivel de investigación.....	25
1.7.2. DISEÑOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	25
a) Diseño de investigación.....	25
b) Método de investigación.....	25
1.7.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
a) Población.....	25

b)	Muestra.....	25
1.7.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	26
a)	Técnicas.....	26
b)	Instrumentos.....	26
1.8.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
a)	Justificación.....	28
b)	Importancia.....	28
c)	Limitaciones.....	28
CAPITULO II.....		29
MARCO TEÓRICO.....		29
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	29
2.2.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	29
2.2.2.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	33
2.2.3.	ESTUDIOS DE FUENTE DE AGUA.....	34
2.2.4.	CALIDAD DE AGUA DE LA FUENTE (ANÁLISIS DE PARAMETROS FISICO- QUÍMICOS –MICROBIOLÓGICOS-INORGÁNICOS Y OTROS.....	35
2.2.5.	CERTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	36
2.2.6.	CERTIFICADO DE INEXISTENCIA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS (CIRA) Y PLAN DE MONITOREO ARQUEOLÓGICO (PMA).....	38
2.2.7.	ESTUDIO DE LA POBLACIÓN.....	42
2.2.8.	TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	42
2.2.9.	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	43
2.2.10.	NORMATIVAS VIGENTES.....	49
2.2.11.	LINEAMIENTOS DE POLÍTICA SECTORIAL NACIONAL.....	51
2.2.12.	TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE AGUA POTABLE.....	51
2.2.13.	VÁLVULAS E HIDRANTES.....	52
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	53
2.3.1.	HIDROSTÁTICA.....	53
2.3.2.	CARGA HIDROSTÁTICA.....	53
2.3.3.	LÍNEA PIEZOMÉTRICA.....	53
2.3.4.	PÉRDIDAS DE CARGAS CONTINUÚAS.....	54
2.3.5.	PÉRDIDAS LOCALES.....	55
2.3.6.	CARGA RESIDUAL.....	56
2.3.7.	LÍMITE DE PRESIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA.....	57
2.3.8.	LÍMITE DE VELOCIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA.....	57
2.3.9.	BLOQUEOS DE AIRE.....	58
2.3.10.	GOLPE DE ARIETE.....	58
2.3.11.	VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	59
2.3.12.	VÁLVULAS DE GLOBO.....	59
2.3.13.	VÁLVULAS DE PURGA.....	60
2.3.14.	DESAGÜES DE LIMPIEZA.....	60
2.3.15.	TANQUES DE ROMPE-PRESIÓN.....	60
2.3.16.	CAJAS DE VÁLVULAS.....	61
2.3.17.	REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	61
2.3.18.	RAMAL DISTRIBUIDOR.....	61
2.3.19.	TUBERÍA PRINCIPAL.....	61
2.3.20.	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE.....	62
2.3.21.	CONEXIÓN PREDIAL SIMPLE.....	62
2.3.22.	CAUDAL MÁXIMO DIARIO.....	62
2.3.23.	ELEMENTOS DE CONTROL.....	62
2.3.24.	RECUBRIMIENTO.....	62



CAPITULO III.....	63
PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
3.1.    FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	63
3.1.1.    CRITERIOS DE DISEÑO MÉTODO UNIDAD DE DEMANDA .....	63
3.1.1.1.    Fuente de abastecimiento.....	63
3.1.1.2.    Estimación del caudal por el método de flotadores (velocidad área). .....	64
3.1.1.3.    Parámetros de diseño. ....	65
3.1.2.    CRITERIO DE CALCULO DE POBLACIÓN Y DISEÑO DE DEMANDA.....	69
3.1.2.1.    Población y diseño de demanda de agua Sub Sistema I (C.P. Rosario).....	69
3.1.2.2.    Población y diseño de demanda de agua Sub Sistema II (C.P. San Jose).....	73
3.1.3.    LÍNEA DE CONDUCCIÓN TRAMO (CAPTACIÓN – CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES – RESERVORIO N°01), SUB SISTEMA I C.P. ROSARIO. ....	78
3.1.3.1.    Criterio de diseño según Hazen Williams .....	79
3.1.3.2.    Criterio de diseño según Fair Whipple.....	82
3.1.4.    LÍNEA DE CONDUCCIÓN TRAMO (CAPTACIÓN – CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES – RESERVORIO N°02), SUB SISTEMA II C.P. SAN JOSE. 85	
3.1.4.1.    Criterio de diseño según Hazen Williams .....	85
3.1.4.2.    Criterio de diseño según Fair Whipple.....	89
3.1.5.    REDES DE DISTRIBUCIÓN MÉTODO UNIDAD DE DEMANDA (UD).....	92
3.1.5.1.    Elaboración de la planimetría del proyecto de investigación. ....	92
3.1.5.2.    Creación y configuración del proyecto en WaterGEMS. ....	96
3.1.5.3.    Construcción del modelo prototipos .....	98
3.1.5.4.    Recuperar la planimetría de la zona del estudio .....	100
3.1.5.5.    Ingreso de datos. ....	101
3.1.5.6.    Ejecutar el programa WaterGEMS. ....	107
3.1.5.7.    Visualizar y verificar resultados cuadro de presiones. ....	108
3.1.5.8.    Visualizar y verificar resultados del cálculo Hidráulico por el método unidad de demanda 112	
3.1.5.9.    Resumen de metrado de redes.....	116
3.1.6.    REDES DE DISTRIBUCIÓN MÉTODO POLÍGONO DE THYSSSEN.....	117
3.1.6.1.    Elaboración del polígono de Thyssen C.P. Rosario. ....	117
3.1.6.2.    Creación, configuración y asignación de CMH del proyecto en ArcGIS. ....	118
3.1.6.3.    Creación del Polígono de Thyssen en WaterGEMS C.P. Rosario.....	119
3.1.6.4.    Ejecución del programa WaterGEMS C.P. Rosario. ....	122
3.1.6.5.    Visualización de resultados en WaterGEMS C.P. Rosario. ....	123
3.1.6.6.    Reporte de nodos y pipes del entorno WaterGEMS C.P. Rosario.....	124
3.1.6.7.    Reporte de metrados de tubería C.P. Rosario.....	125
3.1.6.8.    Elaboración del polígono de Thyssen C.P. San Jose. ....	126
3.1.6.9.    Creación, configuración y asignación de CMH del proyecto en ArcGIS. ....	127
3.1.6.10.    Creación del Polígono de Thyssen en WaterGEMS C.P. San Jose. ....	127
3.1.6.11.    Ejecución del programa WaterGEMS C.P. San Jose. ....	130
3.1.6.12.    Visualización de resultados en WaterGEMS C.P. San Jose. ....	131
3.1.6.13.    Reporte de nodos y pipes del entorno WaterGEMS C.P. San Jose. ....	132
3.1.6.14.    Reporte de metrados de tubería C.P. San Jose. ....	134
CAPITULO IV.....	135
REPRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	135
4.1.    REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES .....	135
4.2.    DISEÑO EXPERIMENTAL.....	135
4.2.1.    PRUEBA ESTADÍSTICA A UTILIZAR .....	135
4.2.1.1.    Análisis de varianza de un solo factor.....	135

4.2.1.2.	Prueba de DUNNETT (Presion).	136
4.2.1.3.	Prueba de DUNNETT (velocidad).	139
4.2.1.4.	Prueba de DUNNETT (Caudal).	144
4.3.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	148
4.3.1.	PRUEBA DE LA HIPÓTESIS GENERAL	148
4.3.2.	PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.	148
4.4.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	149
CONCLUSIONES		150
RECOMENDACIONES		151
BIBLIOGRAFÍA		152
ANEXOS		153
1.	Diseño Hidráulico	153
2.	Tabla de Prueba de Dunnett	153
3.	Planos	153

## ÍNDICE DE TABLAS

Figura 1	Mapa de ubicación política de la provincia de EL COLLAO.....	18
Figura 2	Croquis de acceso hacia el área de intervención del proyecto de investigación. .....	20
Figura 3	Ubicación de la investigación en el mapa de Cuenca Hidrográfica.....	21
Figura 4	Manantial Pumahuta.....	65
Figura 5	Tasa de crecimiento del distrito de Capaso.....	68
Figura 6	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°01). ....	81
Figura 7	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°01). ....	84
Figura 8	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°02). ....	88
Figura 9	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°02). ....	91
Figura 10	Receptores TRIMBLE R7/R8. ....	92
Figura 11	Geo Referenciación del área de investigación. ....	93
Figura 12	Configuración de intervalos de curva y visualización. ....	93
Figura 13	Plano de lotización del C.P. Rosario.....	94
Figura 14	Plano de lotización del C.P. San Jose. ....	94
Figura 15	Plano general del área de investigación. ....	95
Figura 16	Plano de trazado de redes.....	95
Figura 17	Creación de un nuevo proyecto.....	96
Figura 18	Configuración del método de diseño.....	96
Figura 19	Configuración de unidades Sistema Internacional.....	97
Figura 20	Configuración de escala.....	97
Figura 21	Creación de tuberías y configuración del material.....	98
Figura 22	Configuración de diámetros de tubería por color.....	98
Figura 23	Configuración de presión de tubería por color.....	99
Figura 24	Creación de Captación, Reservorio, Pipes y Nodos.....	99
Figura 25	Selección de la superficie.....	100
Figura 26	Rango de elevación en reservorio. ....	100
Figura 27	Asignación Unidad de Demanda por nodo. ....	106
Figura 28	Asignación de Unidad de Demanda por nodo.....	107
Figura 29	Validación de problemas del diseño hidráulico UD. ....	107
Figura 30	Cálculo de diseño hidráulico Unidad de Demanda.....	108
Figura 31	Presiones del diseño hidráulico UD, C.P. Rosario.....	108

Figura 32 Presiones del diseño hidráulico UD, C.P. San Jose. ....	109
Figura 33 Etiquetado de (Pipe, L, D, V, Q) UD. ....	112
Figura 34 Visualización de Pipe, L, Q, V, D (C.P. Rosario) UD. ....	112
Figura 35 Visualización de Pipe, L, Q, V, D (C.P. San Jose) UD.....	113
Figura 36 Polígono de Thyssen C.P. Rosario. ....	117
Figura 37 Exportación de datos a un formato Shapefile C.P. Rosario método Thyssen..	118
Figura 38 Asignación de CMH C.P. Rosario método Thyssen. ....	118
Figura 39 Creación de Polígono de Thyssen C.P. Rosario método Thyssen. ....	119
Figura 40 Distribución de demanda por área con LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen.....	119
Figura 41 Importación del archivo Shapefile C.P. Rosario método Thyssen.....	120
Figura 42 Visualización del CMH en LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen. ....	120
Figura 43 Visualización de demanda C.P. Rosario método Thyssen. ....	121
Figura 44 Reporte de LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen. ....	121
Figura 45 Validación de información C.P. Rosario Método Thyssen. ....	122
Figura 46 Reporte de cálculo C.P. Rosario método Thyssen. ....	122
Figura 47 Modelamiento hidráulico C.P. Rosario método Thyssen.....	123
Figura 48 Reporte de pipes y nodos del entorno WaterGEMS C.P. Rosario método Thyssen.....	123
Figura 49 Polígono de Thyssen C.P. San Jose. ....	126
Figura 50 Exportación de datos a un formato Shapefile C.P. San Jose método Thyssen.	126
Figura 51 Asignación de CMH C.P. San Jose método Thyssen.....	127
Figura 52 Creación de Polígono de Thyssen C.P. San Jose método Thyssen.....	127
Figura 53 Distribución de demanda por área con LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen.....	128
Figura 54 Importación del archivo Shapefile C.P. San Jose método Thyssen. ....	128
Figura 55 Visualización del CMH en LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen.....	129
Figura 56 Visualización de demanda C.P. San Jose método Thyssen. ....	129
Figura 57 Reporte de LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen. ....	130
Figura 58 Validación de información C.P. San Jose Método Thyssen. ....	130
Figura 59 Reporte de cálculo C.P. San Jose método Thyssen.....	131
Figura 60 Modelamiento hidráulico C.P. San Jose método Thyssen. ....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de ubicación política de la provincia de EL COLLAO.....	18
Figura 2	Croquis de acceso hacia el área de intervención del proyecto de investigación. .....	20
Figura 3	Ubicación de la investigación en el mapa de Cuenca Hidrográfica.....	21
Figura 4	Manantial Pumahuta.....	65
Figura 5	Tasa de crecimiento del distrito de Capaso.....	68
Figura 6	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°01). ....	81
Figura 7	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°01). ....	84
Figura 8	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°02). ....	88
Figura 9	Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservorio N°02). ....	91
Figura 10	Receptores TRIMBLE R7/R8. ....	92
Figura 11	Geo Referenciación del área de investigación. ....	93
Figura 12	Configuración de intervalos de curva y visualización. ....	93
Figura 13	Plano de lotización del C.P. Rosario.....	94
Figura 14	Plano de lotización del C.P. San Jose. ....	94
Figura 15	Plano general del área de investigación. ....	95
Figura 16	Plano de trazado de redes.....	95
Figura 17	Creación de un nuevo proyecto.....	96
Figura 18	Configuración del método de diseño.....	96
Figura 19	Configuración de unidades Sistema Internacional.....	97
Figura 20	Configuración de escala.....	97
Figura 21	Creación de tuberías y configuración del material.....	98
Figura 22	Configuración de diámetros de tubería por color.....	98
Figura 23	Configuración de presión de tubería por color.....	99
Figura 24	Creación de Captación, Reservorio, Pipes y Nodos.....	99
Figura 25	Selección de la superficie.....	100
Figura 26	Rango de elevación en reservorio. ....	100
Figura 27	Asignación Unidad de Demanda por nodo. ....	106
Figura 28	Asignación de Unidad de Demanda por nodo.....	107
Figura 29	Validación de problemas del diseño hidráulico UD. ....	107
Figura 30	Cálculo de diseño hidráulico Unidad de Demanda.....	108
Figura 31	Presiones del diseño hidráulico UD, C.P. Rosario.....	108

Figura 32 Presiones del diseño hidráulico UD, C.P. San Jose. ....	109
Figura 33 Etiquetado de (Pipe, L, D, V, Q) UD. ....	112
Figura 34 Visualización de Pipe, L, Q, V, D (C.P. Rosario) UD. ....	112
Figura 35 Visualización de Pipe, L, Q, V, D (C.P. San Jose) UD.....	113
Figura 36 Polígono de Thyssen C.P. Rosario.....	117
Figura 37 Exportación de datos a un formato Shapefile C.P. Rosario método Thyssen..	118
Figura 38 Asignación de CMH C.P. Rosario método Thyssen.....	118
Figura 39 Creación de Polígono de Thyssen C.P. Rosario método Thyssen. ....	119
Figura 40 Distribución de demanda por área con LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen.....	119
Figura 41 Importación del archivo Shapefile C.P. Rosario método Thyssen.....	120
Figura 42 Visualización del CMH en LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen. ....	120
Figura 43 Visualización de demanda C.P. Rosario método Thyssen. ....	121
Figura 44 Reporte de LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen. ....	121
Figura 45 Validación de información C.P. Rosario Método Thyssen.....	122
Figura 46 Reporte de cálculo C.P. Rosario método Thyssen. ....	122
Figura 47 Modelamiento hidráulico C.P. Rosario método Thyssen.....	123
Figura 48 Reporte de pipes y nodos del entorno WaterGEMS C.P. Rosario método Thyssen.....	123
Figura 49 Polígono de Thyssen C.P. San Jose. ....	126
Figura 50 Exportación de datos a un formato Shapefile C.P. San Jose método Thyssen.	126
Figura 51 Asignación de CMH C.P. San Jose método Thyssen.....	127
Figura 52 Creación de Polígono de Thyssen C.P. San Jose método Thyssen.....	127
Figura 53 Distribución de demanda por área con LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen.....	128
Figura 54 Importación del archivo Shapefile C.P. San Jose método Thyssen. ....	128
Figura 55 Visualización del CMH en LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen.....	129
Figura 56 Visualización de demanda C.P. San Jose método Thyssen. ....	129
Figura 57 Reporte de LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen. ....	130
Figura 58 Validación de información C.P. San Jose Método Thyssen. ....	130
Figura 59 Reporte de cálculo C.P. San Jose método Thyssen.....	131
Figura 60 Modelamiento hidráulico C.P. San Jose método Thyssen. ....	131

## ÍNDICE DE SÍMBOLOS

RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
$Q_p$	Caudal promedio
$Q_{pd}$	Caudal de producción
$Q_{af}$	Caudal de la fuente
$Q_{md}$	Caudal máximo diario
$Q_{mh}$	Caudal máximo horario
$Q_u$	Unidad de demanda

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la cobertura nacional de agua potable en el 2007 alcanzó al 32.4% en el ámbito rural y 70.0% en el ámbito urbano; para el año 2009 se elevó a 34.4% en el ámbito rural y 86.1% en el ámbito urbano.

Existe una diferencia significativa en la cobertura de agua potable en los ámbitos rural y urbano, reportados por el ministerio de vivienda y las de INEI, esto explica porque el ministerio de vivienda define el ámbito rural para poblaciones con menos de 2000 habitantes, estimación basada en número de conexiones y piletas considerada en los proyectos de agua potable, mientras el INEI determina la cobertura a través del censo y las informaciones proporcionada por el ENAHO está actualizada con la población del censo 2007.

En el marco de objetivos del milenio y el plan BICENTENARIO, el Perú sea comprometido a reducir la población sin acceso a los servicios de agua para el año 2021, el cumplimiento de este compromiso representa un reto inmenso para nuestro país

El ministerio de vivienda, construcción y saneamiento aprobó la R.M. 173 – 2016 (Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural), por otro lado implemento la guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento v 1.5 2016.

Para el cumplimiento de los proyectos de saneamiento los profesionales especialistas en el área nos encontramos inmersos al plan BICENTENARIO, y nos sujetamos a las nuevas normativas vigentes, sin embargo existe un espacio normativo para decisión de efectuar el diseño hidráulico de agua potable.

Según la norma y guía del ministerio los modelamientos hidráulicos se efectuaran con el software WaterGEMS, pero no menciona si el cálculo de los caudales lo efectuaremos por el método Polígono de Thyssen o Unidad de Demanda

Para la toma de decisión de los métodos se efectuara una comparación de los resultados con los parámetros de la norma.



## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente en los Centros Poblados de Rosario y San Jose del Distrito de Capaso, cuenta con los Sub Sistemas de agua potable por gravedad mediante manantiales, los sub sistemas se encuentran deteriorados por la antigüedad y la falta de mantenimiento de los mismos.

Motivo por el cual se encuentran una serie de deficiencias técnicas que los hacen ineficaces, tanto desde el punto de vista sanitario, como de servicio por la culminación de su vida útil. Según la Junta Administradora del Servicio de Saneamiento JASS los Sub sistemas mencionados tienen una antigüedad de 20 años ejecutados por FONCODES.

La línea de conducción en sus tramos (Captación Pumahuta – Cámara Distribuidora de Caudales, C.D.C. – Reservoirio N°01, C.D.C. – Reservoirio N°02) se encuentra en estado de deterioro, las dimensiones de las tuberías en sus tres tramos no cumplen el diseño hidráulico ocasionando pérdidas de agua a los C.P. de Rosario y San Jose, generándose desabastecimiento del elemento vital para el consumo de la población.

La línea de Aducción y las Redes de distribución en ambos Sub Sistemas se encuentran en estado de deterioro y los dimensionamientos de tubería PVC no cubren el caudal de conducción necesario para el abastecimiento de agua potable para las familias de los Sub Sistemas.

Frente al dimensionamiento reducido no se cumplen las presiones estáticas, presiones dinámicas, velocidades mínimas y máximas según el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010 (Captación y conducción de agua para consumo humano), Norma OS.050 (redes de distribución de agua para consumo humano), Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda, Guía de Orientación de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2016.

## 1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

Esta investigación se desarrolló en los Centros Poblados de Rosario de Ancomarca y San José de Ancomarca, ubicados en el Distrito de Capaso, Provincia de El Collao y Departamento de Puno, Región Sierra. Las variables de estudio son del diseño de red de agua potable.

#### 1.2.1.1. Ubicación política.

Centro Poblado : Rosario de Ancomarca y San José de Ancomarca  
Distrito : Capaso  
Provincia : El Collao  
Departamento : Puno.

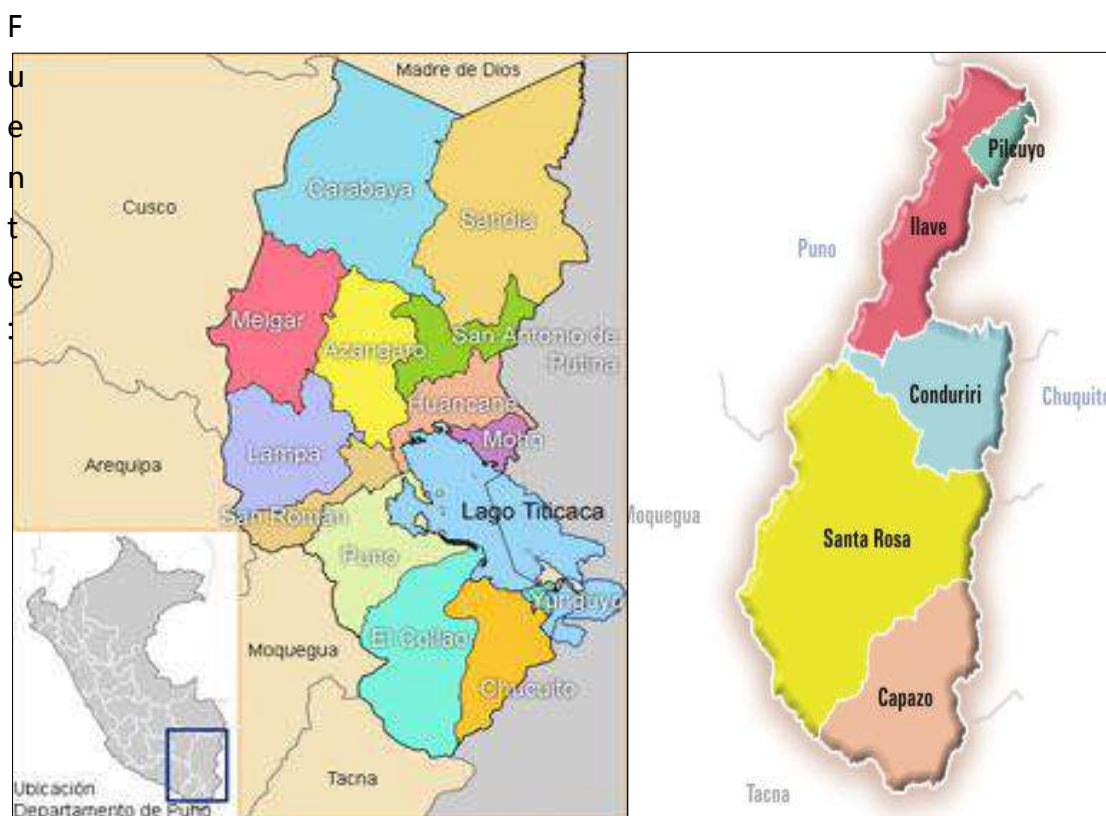


Figura 1 Mapa de ubicación política de la provincia de EL COLLAO.  
(Elaboración Propia, 2017)

### **1.2.1.2. Ubicación geográfica.**

CP. Rosario de Ancomarca

Norte : 8101316.710 m S

Este : 431579.342 m E

Altitud: 4240.543 m.s.n.m.

CP. San Jose de Ancomarca

Norte : 8097858.420 m S

Este : 4224.276 m E

Altitud: 4224.276 m.s.n.m.

El Distrito de Capaso, ubicado a una altura de 4407.216 m.s.n.m. con coordenadas en U.T.M. (Universal Transversal Mercator) Norte: 8099968.52m, Este: 420804.011m y en coordenadas Geográficas Latitud: 17°11'1.41"S, Longitud 69°44'41.04"O del meridiano de Greenwich.

El Centro Poblado de Rosario de Ancomarca, ubicado a una altura de 4240.543 m.s.n.m. con coordenadas en U.T.M. (Universal Transversal Mercator) Norte: 8101316.710m, Este: 431579.342m y en coordenadas Geográficas Latitud: 17°10'18.81"S, Longitud 69°38'36.14"O del meridiano de Greenwich.

El Centro Poblado de San Jose de Ancomarca, ubicado a una altura de 4224.276 m.s.n.m. con coordenadas en U.T.M. (Universal Transversal Mercator) Norte: 8097858.420m, Este: 435219.763m y en coordenadas Geográficas Latitud: 17°12'11.71"S, Longitud 69°36'33.29"O del meridiano de Greenwich.

### **1.2.1.3. Vías de acceso.**

El acceso al área de influencia de la investigación desde la capital del departamento de Puno es vía terrestre tal como se muestra en el presente cuadro:

Tabla 1 Vías de acceso vía terrestre de la capital de departamento hacia Distrito.

<b>VÍA DE ACCESO DE CAPITAL DE DEPARTAMENTO HACIA CAPITAL DE DISTRITO</b>				
<b>Tramo</b>	<b>Tipo carretera</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo de Recorrido</b>	<b>Frecuencia</b>
Puno - Ilave	Asfaltado	54.6	0 hras 59 min.	Permanente
Ilave - Sorapa	Afirmado	37.9	0 hras 49 min.	Temporal
Sorapa -Santa Rosa	Afirmado	46.8	1 hras 02 min.	Temporal
Santa Rosa - Capaso	Afirmado	55.4	0 hras 47 min.	Temporal
<b>Total</b>		194.7	3 hras 37 min	.....

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 2 Vías de acceso vía terrestre de la capital de Distrito hacia C.P.

<b>VÍA DE ACCESO DE CAPITAL DE DISTRITO HACIA ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>Tramo</b>	<b>Tipo carretera</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo de Recorrido</b>	<b>Frecuencia</b>
Capaso - CP. Rosario	Trocha	11.9	0 hras 10 min.	Temporal
CP. Rosario - CP. San Jose	Trocha	6.0	0 hras 8 min.	Temporal
<b>Total</b>		17.9	0 hras 18 min	.....

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

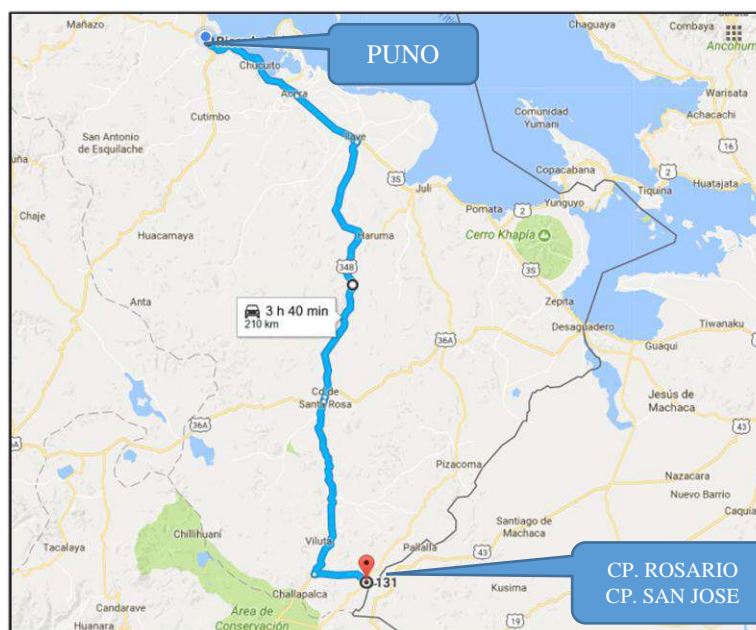


Figura 2 Croquis de acceso hacia el área de intervención del proyecto de investigación.

Fuente: (<https://www.google.com.pe/maps>, 2017).

#### 1.2.1.4. Cuenca hidrográfica.

El área de la investigación se encuentra ubicado en la cuenca hidrográfica de Mauri con una extensión de 1764.5094 km<sup>2</sup>, Nivel 4 y Orden 147.

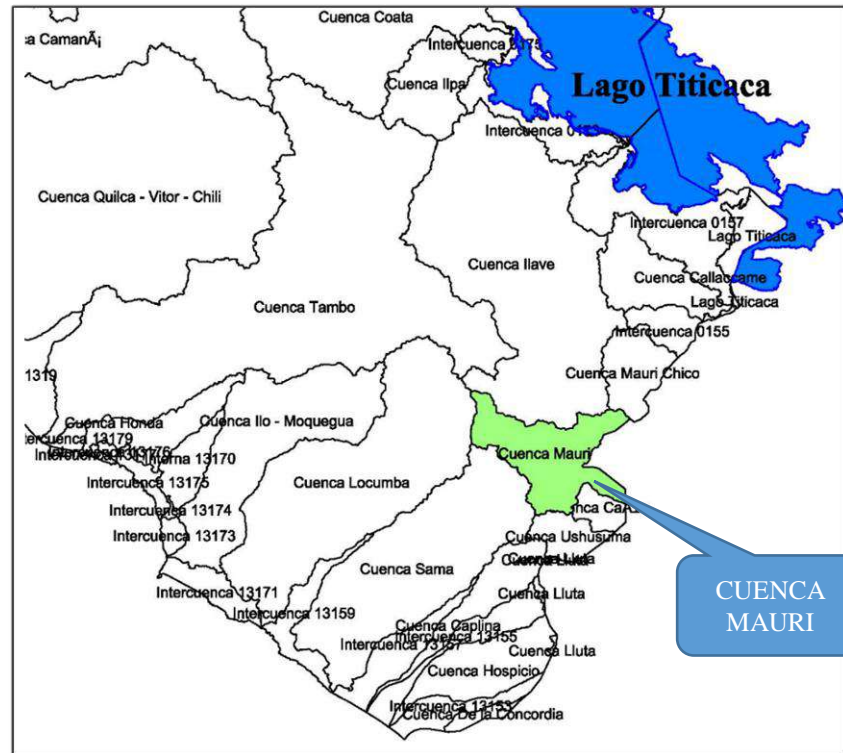


Figura 3 Ubicación de la investigación en el mapa de Cuenca Hidrográfica.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

#### 1.2.1.5. Condiciones climáticas.

Según el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú “SENAMHI”, En el Distrito de CAPASO la temperatura oscila entre -14° a 12° grados Centígrados, variando durante las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), la velocidad de viento varía de 6 km/h a 24 km/h.

#### 1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.

La investigación se llevó a cabo entre los meses de diciembre del 2016 a mayo del 2017, tiempo que permitió el desarrollo de la presente investigación.

### 1.2.3. DELIMITACIÓN SOCIAL/CONDUCTUAL.

Diseño y dimensionamiento correcto de redes de tubería para un buen abastecimiento de agua potable en las Centros Poblados de Rosario y San Jose.

### 1.2.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.

La investigación se realizó con el apoyo intelectual de asesores, profesionales con conocimientos y experiencia que contribuyeron en el desarrollo de la presente investigación.

## 1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. PROBLEMA GENERAL.

¿Es óptimo utilizar el método de Polígono de Thyssen o Unidad de Demanda en el diseño hidráulico de agua potable?

### 1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.

- ¿Los resultados obtenidos utilizando el método de Polígono de Thyssen y unidad de demanda, cumplirán los parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.?
  
- ¿Cuál será la relación entre las presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda?

## 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la utilidad de los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda en el diseño hidráulico de agua potable.

#### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar los resultados obtenidos utilizando el método de Polígono de Thyssen y unidad de demanda, cumplirán los parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.
- Determinar la relación entre las presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

### 1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.

Es óptimo utilizar el método de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda en el diseño hidráulico de agua potable.

#### 1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

- Los resultados obtenidos utilizando el método de Polígono de Thyssen y unidad de demanda, cumplen los parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.
- Existe diferencia significativa entre los parámetros de presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

### 1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Topografía del área de investigación

**Indicadores:**

- Especificaciones técnicas de tuberías PVC

- Longitud de la línea de conducción, aducción y redes de distribución
- Coeficiente de Hazen Williams.

### 1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES.

Diseño Hidráulico

**Indicadores:**

- Presiones
- Velocidad
- Caudal
- Diámetro de la tubería

### 1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente <i>Topografía del área de investigación</i>	Especificaciones técnicas de tuberías	
	PVC	Clase
	Longitud de la línea de conducción, aducción y redes de distribución	Pendiente (S), presión y velocidad
	Coeficiente de Hazen Williams	Material
Variable Dependiente <i>Diseño hidráulico</i>	Presión	10-50-75 mH <sub>2</sub> O
	Velocidad	0.6-3-5 m/s
	Caudal	Coeficiente H.W., (D) y (S) Fair Whipple, Hazen
	Diámetro de la tubería (D)	Williams

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

## 1.7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.7.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

**a) Tipo de investigación.**

La investigación pertenece a un criterio de tendencia de *tipo cuantitativo*, por la forma de análisis de los tratamientos de las variables, recopilados del Diseño Hidráulico por los métodos Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda.



***b) Nivel de investigación.***

Es una investigación de *nivel explicativa o de comprobación de hipótesis causa*. Las variables como presión, velocidad, caudal, diámetro y clase de tubería al comparar por los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda varían, con esto surge una hipótesis de cauda efecto.

1.7.2. DISEÑOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

***a) Diseño de investigación.***

El diseño de la investigación es *experimental*, pues trata de resolver por los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda el Diseño Hidráulico que cumpla los parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

***b) Método de investigación.***

El método de investigación empleado fue el *método de modelación* por la aplicación del conocimiento y el uso de la experiencia en el desarrollo de la investigación.

1.7.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

***a) Población.***

La población está distribuido a lo largo de la línea de conducción, línea de aducción y redes de distribución de los Centros Poblados de Rotario y San Jose, las variables como presión, caudal, velocidad por cada longitud de metro lineal que representan en toda la longitud a la población total de investigación.

***b) Muestra.***

Los datos de muestras fueron obtenidos de los diseños hidráulicos por los métodos de Polígono de Thyssen y unidad de demanda, mediante el empleo

del Software WaterGEMS V8i S6., las variables de presión, caudal, velocidad fueron obtenidas de cada nodo o tramo según el diseño hidráulico en las línea de conducción, aducción y redes de distribución de los Sub Sistemas I y II.

#### 1.7.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

##### *a) Técnicas.*

###### **La técnica de recolección documental**

En la que se utilizaran como instrumentos de recolección de datos de fuentes documentales, los libros especializados, documentos oficiales de Internet, guías, manuales, planos catastrales, cartas nacionales y fotografías aéreas; que aplicaremos para obtener los datos correspondientes a las variables, conceptos básicos, técnicas avanzadas, etc.

###### **La técnica de la encuesta y entrevista**

En la que se utilizaran como instrumentos de recopilación de datos de campo los correspondientes formatos de inspección o encuesta y entrevista.

###### **La técnica de observación de campo**

En la que se utilizaran los diferentes instrumentos (equipos topográficos, herramientas, formatos, manuales) para la obtención de la superficie terrestre.

##### *b) Instrumentos.*

###### **Materiales**

- Pintura (color amarillo y negro).
- Thiñer
- Brocha
- Pincel
- Balde
- Costalillos
- Cemento
- Arena gruesa y fina
- Piedra

- Varillas de acero  $\phi 3/8''$
- Formas de madera
- Ficha Geodésica del IGN
- Carta nacional
- Libreta topográfica y fichas de observación

### **Herramientas**

- Pala
- Pico
- Cinta métrica
- Carretilla
- Plancha metálica de construcción
- Badilejo
- Comba
- Martillo
- Alicata
- Cincel
- Otros.

### **Equipos y otros**

- GPS Diferencial de doble frecuencia (Rover y Master)
  - 02 Trípode de soporte
  - 02 bastones
  - 02 bipodes
- 01 GPS Navegador.
- Boqui toquis
- 01 laptop
- Memoria USB
- 01 computadoras
- 01 plotter Laser
- 01 Impresora a colores
- 01 Escáner
- 01 camioneta 4x4 doble cabina
- Calculadora científica
- Cámara fotográfica

## **Software**

- AutoCAD
- AutoCad CIVIL 3D
- Software para post procesamiento TGO
- Software Carlson Survce
- Software Carlson X-Port
- Software WaterGEMS v 8i
- Software ArcMap 10.3
- Software ArcCatalog 10.3

## **1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### ***a) Justificación.***

**Desde el punto de vista teórico**, en referencia a las normas de saneamiento de Diseño Hidráulico se contribuirá a la implementación de toma de decisiones durante el modelamiento hidráulico para determinados tipos de poblaciones.

**Desde el punto de vista práctico**, en las etapas de estudios de proyectos y ejecución de obras de saneamiento se contribuirá a un buen calculo hidráulico y dimensionamiento de estructuras hidráulicas como (Captaciones, línea de conducción, reservorios, línea de aducción, reses de distribución, Carama distribuidora de presiones, válvulas de purga, válvulas de aire, pases aéreos, Sifones y conexiones domiciliarias); por tanto se minimizaran tiempo y costos durante los estudio y ejecución de proyectos de saneamiento.

### ***b) Importancia.***

Importante para el correcto diseño hidráulico de un sistema de agua potable.

### ***c) Limitaciones.***

La presente investigación se limitará en realizar las determinaciones de los parámetros del diseño hidráulico de los valores de presión, velocidad y caudal.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los cálculos hidráulicos efectuados antes de la entrada en vigencia de la Norma R.M. 173 – 2016, se efectuaron en hojas de cálculo de Excel, sin importar el estudio topográfico del área de estudio, ingresando para ello solo datos de elevación tomados con nivel simétrico. Los cálculos por los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda no se aplicaron y mucho menos las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple que desde la vigencia de la norma se consideran aplicables según el diámetro de tubería. En la zona de estudio se puede apreciar claramente la sobredimensión de las estructuras hidráulicas ejecutadas en la década de los 90.

#### 2.2. BASES TEÓRICAS

##### 2.2.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El estudio Topográfico debe de iniciarse una vez culminada el estudio Geodésico que consiste en Georreferenciación del área de influencia del proyecto de investigación referidos a la Red Geocéntrica Nacional REGGEN. Es decir que los proyectos en estudio y ejecución deben de ser georreferenciados a puntos de control geodésico según la clasificación de la Norma Técnica de Geodesia (especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global) o en su defecto ser georreferenciados a la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) de la estación permanente ubicadas en el departamento de puno en las ciudades de Juliaca, Yunguyo y Macusani. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

Clasificación de los puntos de control geodésico según IGN:

##### ***Punto Geodésico Orden “0”***

Este orden es considerado a nivel continental, y están destinados para estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre, de sus

efectos geodinámicos y trabajos en los que se requiera una precisión a un nivel máximo de 4.00 mm; estos puntos servirán para la densificación de la Red Geodésica Nacional. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

#### ***Punto Geodésico Orden “A”***

Este orden debe aplicarse para aquellos trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia continental básico, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6.00 mm. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

#### ***Punto Geodésico Orden “B”***

Este orden se destina a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 8.00 mm. Los trabajos que se hagan dentro de esta clasificación deben integrarse a la red geodésica básica nacional y ajustarse junto con ella. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

#### ***Punto Geodésico Orden “C”***

Este orden debe destinarse al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

#### ***Puntos de apoyo (PFCH)***

Estos son puntos geodésicos característicos de los puntos geodésicos de orden “C”, no son monumentados y se destinarán a los puntos de fotocontrol de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y de desarrollo urbano – rural, el nivel de precisión de estos puntos no serán mayores a 10.00 mm. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

El Instituto Geográfico Nacional de conformidad a la Ley N° 27292, su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-DE/SG y el Decreto Supremo N° 034-2008-PCM que aprueba la calificación de Organismos Públicos de acuerdo a lo dispuesto por la Ley N° 29158, es un Organismo Público Ejecutor del Sector Defensa, con personería jurídica de derecho público interno, goza de autonomía técnica, administrativa y económica, constituye un pliego presupuestal del Sector Defensa; tiene por finalidad fundamental, elaborar y actualizar la Cartografía Básica Oficial del Perú, información que es proporcionada a las entidades públicas y privadas para los fines del Desarrollo y Defensa Nacional. Teniendo como función entre otras, “actuar como organismo competente del Estado para normar actividades geográfico - cartográficas que se ejecutan en el ámbito nacional”. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

Es indispensable que los trabajos cartográficos y geográficos que se realicen en el país se hallen de acuerdo a lineamientos técnicos, estándares y actividades mínimas que se debe cumplir en todo posicionamiento geodésico con el objeto de permitir la unificación de métodos y procedimientos, en un marco de referencia geodésico. Todos los trabajos de georreferenciación deben estar referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), tomando el origen definido por el Instituto Geográfico Nacional. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

Estos lineamientos se han establecido utilizando como referencia las especificaciones técnicas y demás textos descriptivos referidos a posicionamiento geodésico con receptores de navegación por satélite (GNSS), de diversas Instituciones generadoras de Cartografía Nacional e Internacional y la experiencia alcanzada en esta materia, por el personal técnico especializado que labora en el Instituto Geográfico Nacional, de modo que se facilite su operación, intercambio y aprovechamiento integral evitando la multiplicidad de esfuerzos y costos, homogenizando los levantamientos geodésicos que sirven de sustento a los trabajos cartográficos que realiza el sector público y privado del Estado. (Instituto Geodesico Del Perú IGN, 2015).

El estudio topográfico continua después del estudio geodésico, en la etapa de topografía se trabajara el levantamiento topográfico con equipos sofisticados

como (Estación total, nivel de ingeniero, dron, GPS-Diferencia modo RTK o PPK, etc.) (Elaboración Propia, 2017).

El estudio de topografía debe de contener Memoria Descriptiva del trabajo realizado y resultados obtenidos (incluye data de los puntos tomados, panel fotográfico).

El estudio de topografía deberá elaborarse sobre la base de un BM oficial o un BM Auxiliar, para lo cual deberá contar con la cartilla del IGN correspondiente. Deberán definirse las curvas de nivel cada metro de desnivel, en toda la extensión del proyecto. En el caso de líneas de conducción, aducción y/o impulsión, sólo será necesario que se delimite su recorrido, considerando un ancho de 10m por lado.

Asimismo, para los planos de los perfiles longitudinales de las líneas de conducción y/o líneas de impulsión, se dibujarán a escalas horizontal 1/500 y vertical 1/50 incluyendo la ubicación de cruces e interferencias de las redes de agua, alcantarillado, redes telefónicas, eléctricas, etc., si las hubiera, para considerar en el presupuesto su protección durante la ejecución de las obras.

Todo estudio topográfico deberá contar con un informe topográfico y los planos topográficos de la zona de estudio. El informe debe contar con la siguiente información:

- Objetivo
- Metodología - memoria de cálculo (Incluir Equipamiento Utilizado)
- Levantamiento Topográfico: Trabajos de Campo y Trabajos de Gabinete
- Fotos de BM
- Coordenadas UTM de la Poligonal
- Plano Topográfico
- Anexos: Descripción de Marca de Cota Fija (BM), dado por el IGN; BMs Auxiliares; Libreta de Nivelación (Copia), etc.
- Conclusiones recomendaciones

Nota: El plano topográfico deberá representar el Norte magnético de manera perpendicular al ancho del plano. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).



## 2.2.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El estudio de suelos es muy importante y fundamental para definir el tipo de suelo, tipo de tubería a instalar en la zona de estudio (PVC-U o HDP), distribución de rendimientos a lo largo de las redes de tubería durante su excavación, etc. Todo ello conlleva a un minucioso estudio, pues del mismo dependerá los costos y tiempo de ejecución de una obra. (Elaboración Propia, 2017).

Los registros de exploración, estudios granulométricos, perfiles estratigráficos, plano de ubicación de calicatas, panel fotográfico, test de percolación (de corresponder), etc. Los ensayos deben ser de laboratorios de mecánica de suelos acreditados por INDECOPI. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

El Estudio de mecánica de suelos debe corresponder al ámbito del estudio del proyecto, de manera que se identifique el tipo de terreno en donde se realizarán las diferentes actividades del proyecto. Para ello es necesario, que este estudio considere como resultado, los siguientes parámetros:

- Número de calicata por componentes
- Tipo de terreno
- Agresividad del terreno contra el concreto y el acero (Calidad Físico-Química del Suelo)
- Capacidad Portante

Profundidad de la napa freática (para plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de infiltración. El estudio de mecánica de suelos, deberá recomendar el tipo de cemento a utilizar y/o el empleo de aditivos, u otras medidas de protección adecuadas para cada material. Asimismo, el estudio deberá considerar un plano con la ubicación y cantidad de las calicatas realizadas, las mismas que deben tener una relación con la profundidad de la excavación para cimentación a realizar, con su respectiva codificación. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

Recomendaciones:

Para definir el número de calicatas se hará uso de los siguientes criterios:

Para Líneas de conducción, 1 calicata @ 400m

Para Redes de Distribución Primarias: 1 calicata @ 200m

Para Redes de Distribución Secundarias: 1 calicata @ 50 lotes

Para Reservorios, cámaras de bombeo, PTAP: 1 calicata @ 200m<sup>2</sup>.

Plantas de Tratamiento Desagüe, 3 calicatas mín. @ 1 Ha. (Lagunas)

Los estudios de Mecánica de suelos deberán contar con un informe, el cual deberá contener conclusiones y recomendaciones, las cuales deben estar relacionadas con la instalación y fundación de las estructuras.

Debe de presentarse un plano de ubicación de calicatas y fotos de las excavaciones, así como los perfiles estratigráficos de cada una de las calicatas de acuerdo a la normativa vigente. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

### 2.2.3. ESTUDIOS DE FUENTE DE AGUA

El Reglamento de Procedimiento Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y Autorizaciones de Ejecución de obras en fuentes naturales de Agua aprobado con la Resolución Jefatural N° 007- 2015-ANA de fecha 08 de enero de 2015 de la Autoridad Nacional del Agua – ANA, establece 5 formatos - anexos para la elaboración de los estudios de aprovechamiento hídrico para acreditar la Disponibilidad Hídrica de las fuentes. Dichos anexos establecen un contenido mínimo y una explicación del contenido. A continuación presentamos los índices de los mencionados estudios:

- Estudio Hidrológico para la acreditación de la disponibilidad hídrica superficial Formato Anexo N° 06.
- Memoria Descriptiva para la acreditación de la disponibilidad hídrica superficial de pequeños proyectos - Formato Anexo N° 07.
- Estudio Hidrogeológico para la acreditación de la disponibilidad hídrica subterránea para pozos tubulares - Formato Anexo N° 08.
- Estudio Hidrogeológico para la acreditación de la disponibilidad hídrica subterránea para pozo tubular de pequeños proyectos - Formato Anexo N° 09.

- Memoria Descriptiva para la acreditación de la disponibilidad hídrica subterránea para pozo artesanal o galería filtrante - Formato Anexo N° 10.

La Autoridad Nacional del Agua - ANA, ha aprobado con la Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA de fecha 08/01/2015 el nuevo Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua. En dicho documento se establecen los procedimientos para obtener la Acreditación de Disponibilidad Hídrica.

El Ministerio de Agricultura y Riego, ha aprobado con la Resolución Ministerial N° 186-2015-MINAGRI de fecha 29/04/2015 la simplificación y actualización del Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA de la Autoridad Nacional del Agua- ANA.

En el TUPA-ANA se ha establecido el procedimiento “Aprobación de estudios de aprovechamiento de recursos hídricos para la obtención de la licencia de usos de agua subterránea o superficial (acreditación de disponibilidad hídrica) el cual especifica el procedimiento que se debe realizar para la obtención de dicho documento. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

#### 2.2.4. CALIDAD DE AGUA DE LA FUENTE (ANÁLISIS DE PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS –MICROBIOLÓGICOS-INORGÁNICOS Y OTROS

La caracterización del agua a tratar debe ser sustentada con resultados de análisis actualizados por un laboratorio acreditado, los cuales deberán evaluar con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM).

Los factores fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos a considerar son: Turbiedad, color, alcalinidad, pH, dureza, coliformes totales y fecales, sulfatos, nitratos, nitritos, metales pesados, entre otros. Cabe señalar que de acuerdo a la ubicación y el entorno de la fuente, el proyectista deberá evaluar si es necesario analizar otros parámetros establecidos en la Tabla N° 01.- parámetros y valores consolidados del Decreto Supremo N° 015-2015-

MINAM. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

#### 2.2.5. CERTIFICACIÓN AMBIENTAL

Mediante Ley N° 27446 se crea el Sistema Nacional de Evaluación Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

Mediante Decreto Legislativo N° 1078 que modifica la Ley N° 27446, se dispone (Art. 2°) que quedan comprendidos en el ámbito de la Ley N° 27446 los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, obras, y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impactos ambientales negativos significativos. Asimismo, se dispone en su Art. 3°.- Obligatoriedad de la certificación ambiental, que no podrá iniciarse la ejecución de proyectos ni actividades de servicios y comercio referidos en el artículo 2° y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitir las, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

Mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM se aprueba el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación Ambiental, que establece entre otras disposiciones los procedimientos de Clasificación y Certificación, precisando lo siguiente:

- Artículo 11°.-Instrumentos de gestión ambiental o estudios ambientales de aplicación del SEIA son:
  - a) La Declaración de Impacto Ambiental – DIA (Categoría I).
  - b) El Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado – EIA-sd (Categoría II)
  - c) El Estudio de Impacto Ambiental Detallado – EIA-d (Categoría III)

d) La Evaluación Ambiental Estratégica – EAE.

- Artículo 15°.-Obligatoriedad de la Certificación Ambiental: Toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado, nacional o extranjera, que pretenda desarrollar un proyecto de inversión susceptible de generar impactos ambientales negativos de carácter significativo, que estén relacionados con los criterios de protección ambiental establecidos en el Anexo V del presente Reglamento y los mandatos señalados en el Título II, debe gestionar una Certificación Ambiental ante la Autoridad Competente que corresponda, de acuerdo con la normatividad vigente y lo dispuesto en el presente Reglamento. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

La desaprobación, improcedencia, inadmisibilidad o cualquier otra causa que implique la no obtención o la pérdida de la Certificación Ambiental, implica la imposibilidad legal de iniciar las obras, ejecutar y continuar con el desarrollo del proyecto de inversión. El incumplimiento de esta obligación está sujeto a las sanciones, de Ley.

La gestión correspondiente se realizará en el marco de la Certificación Ambiental emitida por la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) - MVCS, Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional del Impacto Ambiental, Resolución Ministerial N° 052-2012-MINAM, Directiva para la concordancia entre el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) Art.3°, Art. 6°. (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

La gestión correspondiente se realizará en el marco de la Certificación Ambiental según el Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA (ROFMVCS), y considerando el Decreto Supremo N° 001-2016-VIVIENDA, que aprueba el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el cual en su Procedimiento N° 13 se establece los procedimientos para la "Clasificación Ambiental de proyectos de inversión

y aprobación de los Términos de Referencia del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) ó Reclasificación Ambiental de proyectos de inversión".

Distinguimos las siguientes gestiones, en función al tipo de proyecto:

Tabla 4 Gestiones vinculadas al Impacto Ambiental.

Ítem	Tipo de Proyecto	Gestión / Trámite
1	Proyectos en general. (Con excepción de los contenidos en la siguiente fila)	Tramitar ante la Dirección General de Asuntos Ambientales, según lo establecido en el Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA. De acuerdo a su Clasificación pueden ser: 1) Declaración de Impacto Ambiental (DIA) 2) EIA-Semidetallado (EIA-sd) 3) EIA-Detallado (EIA-d)
2	Según la RM N°300-2013-MINAM, se indica: 17. Saneamiento Rural (centro poblado que no sobrepase 2,000 hab.), con exclusión de los siguientes proyectos de inversión rural que no generan impactos ambientales negativos significativos (*) : -Agua potable por gravedad sin tratamiento. -Agua potable por gravedad con tratamiento. -Agua potable por bombeo sin tratamiento. -Agua potable por bombeo con tratamiento. -Unidad básica de saneamiento (USB) de arrastre hidráulico. -UBS ecológica o compostera. -UBS de compostaje continuo. -USB de hoyo seco ventilado	Ficha Técnica Ambiental (FTA)

Fuente: (Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento MVCS, 2016).

#### 2.2.6. CERTIFICADO DE INEXISTENCIA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS (CIRA) Y PLAN DE MONITOREO ARQUEOLÓGICO (PMA)

La gestión de obtención de CIRA ó del PMA se realizará en el marco del Decreto Supremo N° 003-2014-MC, publicado en el Diario de Peruano el 4 de octubre del 2014 que aprueba el Reglamento de Intervenciones Arqueológicas (RIA).

Por el tipo de proyecto identificamos las siguientes gestiones a realizar que se detallan a continuación:

- CERTIFICADO DE INEXISTENCIA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS  
CIRA

Es el documento mediante el cual el Ministerio de Cultura certifica que en un área determinada no existen vestigios arqueológicos en superficie. El CIRA no está sujeto a plazo de caducidad alguno.

Para el caso, el CIRA devendrá de una solicitud, y se obtendrá necesariamente para la ejecución de cualquier proyecto de inversión pública (DS N° 003-2014-MC) y privada, excepto en los casos establecidos en el Título VII, Artículo 57, como son:

- Áreas con CIRA emitido anteriormente.
- Cuando se ejecuten sobre infraestructura preexistente.
- Sobre polígonos de áreas catastradas y aprobados por el Ministerio de Cultura.
- Áreas urbanas consolidadas, siempre que sean áreas urbanas sin antecedentes arqueológicos e históricos.
- Zonas sub acuáticas.

El CIRA será emitido por la Dirección de Certificaciones, así como por las Direcciones Desconcentradas de Cultura (DDC), según el ámbito de sus competencias.

Para la emisión del CIRA es necesario presentar un expediente debidamente foliado, adjuntando un disco compacto conteniendo las versiones digitales de textos, tablas, mapas y planos en los formatos establecidos por el Ministerio de Cultura (Título VII, Art. 55 del RIA). El expediente deberá incluir:

- a) Formulario de solicitud dirigida a la Dirección de Certificaciones o a la Dirección Desconcentrada de Cultura, según el ámbito de sus competencias, indicando el número de comprobante de pago por derecho de tramitación.
- b) Presentación del expediente técnico del área materia de solicitud, en dos (2) ejemplares, conformado por:
  - Plano de ubicación del proyecto de inversión, geo referenciado en coordenadas UTM indicando su zona geográfica convencional, Datum WGS 84, firmado por un ingeniero o arquitecto.

- Plano del ámbito de intervención del proyecto (área a certificar), geo referenciado en coordenadas UTM indicando su zona geográfica convencional, Datum WGS 84, firmado por un ingeniero o arquitecto.
- Memoria descriptiva del terreno (área a certificar) con el respectivo cuadro de datos técnicos, presentado en coordenadas UTM indicando su zona geográfica convencional, Datum WGS 84, firmado por un ingeniero o arquitecto.

La Dirección de Certificaciones o la Dirección Desconcentrada de Cultura, según el ámbito de sus competencias, emitirán el CIRA en un plazo no mayor de veinte (20) días hábiles siguientes a la presentación de la solicitud, sujetándose a las normas del silencio administrativo positivo, conforme a lo dispuesto mediante el Decreto Supremo 054-2013-PCM.

Los costos de expedición para el CIRA están determinados en el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA - DS N° 001-2015-MC) del Ministerio de Cultura que varía según su área o extensión:

Pago de derecho de trámite de CIRA

ÁREA O EXTENSIÓN	% UIT (vigente)
0 a 10 ha 0 km	32.23
Más de 10 a 25 ha o km	42.91
Más de 25 a 50 ha o km	53.74
Más de 50 a 100 ha o km	58.70
Más de 100 a 200 ha o km	71.20
Más de 200 ha o km	84.43

FUENTE: Decreto Supremo N° 001-2015-MC

Cuando la obra se ejecute sobre Infraestructura preexistente, deberá solicitarse al Ministerio de Cultura o Dirección Desconcentrada de Cultura, según el ámbito de su competencia, una Inspección Ocular al área de intervención del proyecto a fin de determinar de manera oficial la preexistencia de estructuras para proceder a solicitar el PMA respectivo. Esta solicitud deberá estar acompañada de los planos del ámbito de ejecución del proyecto.



En el Expediente Técnico debe adjuntarse el CIRA y de no corresponder, debe adjuntarse el documento emitido por el Ministerio de Cultura, indicando la preexistencia de estructuras en el ámbito del proyecto.

- PLAN DE MONITOREO ARQUEOLÓGICO – PMA

El PMA establece las acciones para prevenir, evitar, controlar, reducir y mitigar los posibles impactos negativos, antes y durante la fase de ejecución de obras de un proyecto de desarrollo y/u obras civiles, que podrían afectar los bienes integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación.

Todos los Proyectos de Inversión Pública deben implementar de manera obligatoria un PMA, el cual debe ser aprobado por el Ministerio de Cultura previa a la ejecución de la obra. El Ministerio de Cultura está habilitado para disponer la paralización de la obra y dictar las medidas correctivas que estime pertinentes de no contar con un PMA aprobado.

Los costos de ejecución del PMA correspondiente deben ser considerados en el expediente técnico y tramitado previo a la ejecución de obra.

Para obtener la autorización, deberá presentar la solicitud pertinente antes del inicio de la obra, adjuntando cartas de compromiso de no afectación al Patrimonio Cultural de la Nación, responsabilizándose de los eventuales daños y perjuicios, suscritas por el director y el solicitante. Los solicitantes deberán presentar estas cartas a la Sede Central del Ministerio de Cultura o a la Dirección Desconcentrada de Cultura, según el ámbito de sus competencias, con las firmas originales (Título VIII, Capítulo I, Art. 62 del RIA).

El Plan de Monitoreo Arqueológico para proyectos que se ejecuten sobre infraestructura preexistente no requerirá de la tramitación del CIRA.

Los costos de aprobación de un Plan de Monitoreo Arqueológico están determinados en el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA - DS N° 001-2015-MC) del Ministerio de Cultura que varía según su procedencia:

Pago de derecho de trámite de PMA	
TIPO	% UIT (vigente)
Sin infraestructura pre existente	24.07
Con infraestructura pre existente	50.20

FUENTE: Decreto Supremo N° 001-2015-MC

### 2.2.7. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN

La población actual del ámbito del proyecto, será definido por el número viviendas y la densidad en (hab./vivienda). Para justificar la población actual, se deberá recurrir a la información del INEI. En el ámbito Rural de no haber fuente de información o no coincidir con información del INEI, será necesario presentar un padrón de usuarios (aprobado por la unidad ejecutora) debidamente firmada y con el número de documento de identidad del propietario. Otro factor que se deberá definir es la tasa de crecimiento poblacional, la misma que deberá ser debidamente justificada con información del INEI.

Una vez definida la población actual y la tasa de crecimiento poblacional, se deberá realizar un estudio de crecimiento poblacional para determinar de manera adecuada la población de diseño en el horizonte establecido del proyecto. Estos factores son importantes, toda vez que el buen diseño del sistema de agua potable y alcantarillado, dependerá de una correcta estimación de la población actual y la tasa de crecimiento. Nota: De no tener tasas de crecimiento poblacional definidas por el INEI, se deberá determinar esta mediante censos de poblaciones anteriores, debidamente sustentadas.

### 2.2.8. TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Clasificación general de los distintos tipos de sistemas de abastecimiento de agua por gravedad que podemos construir. La primera gran clasificación que podremos hacer será diferenciando sistemas abiertos de sistemas cerrados. (Serrano, 2009).

**Sistemas abiertos:**

Los puntos de servicio de agua pueden permanecer abiertos todo el tiempo y se suministrará aún así un flujo constante de agua a todos estos puntos de servicio. Es decir, que el caudal que se tiene es suficiente como para abastecer a todos los puntos de servicio constantemente, sin necesidad de un tanque de distribución o depósitos de reserva. (Serrano, 2009).

**Sistemas cerrados:**

En ellos, el caudal de agua disponible no es suficiente para abastecer simultáneamente todos los puntos de servicio o plantea carencias en las horas punta de consumo, con lo que se hace necesario el uso de un tanque de distribución. Todos los puntos de servicio del sistema deben contar con un sistema de cierre, como puede ser un grifo. (Serrano, 2009).

Partiendo de estas dos categorías se pueden construir cinco tipos de sistemas.

- Sistema abierto sin grifos de cierre.
- Sistema abierto con grifos de cierre.
- Sistema cerrado con servicio intermitente.
- Sistema cerrado con válvulas de flotador.
- Sistema cerrado con depósito de reserva.

**Sistema cerrado con depósito de reserva:**

El depósito de reserva es necesario cuando la demanda punta de agua en la aldea no se puede cubrir únicamente con la fuente. El depósito de reserva acumula agua en momentos de bajo consumo, como por ejemplo por la noche y cubre con esa agua las demandas más exigentes, como por la mañana temprano. El depósito permite la obtención de agua en cualquier momento del día pero requiere la instalación de grifería y el buen mantenimiento de la instalación. (Serrano, 2009).

## 2.2.9. CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

### **Aguas Superficiales**

- a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.
- b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.
- c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

### **Aguas Subterráneas**

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

#### **- Pozos Profundos**

- a) Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/ o proyectados para evitar problemas de interferencias.
- c) El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.

- d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.
- e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.
- f) La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.
- g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.
- h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

#### **- Pozos Excavados**

- a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1.50 m.
- c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

- d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
- e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0.50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.
- i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

#### **- Galerías Filtrantes**

- a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.
- b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.
- c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.
- d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.
- e) La velocidad máxima en los conductos será de 0.60 m/s.

- f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

**- Manantiales**

- a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.
- b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.
- c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.
- d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.
- e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

## CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

### **Conducción Por Gravedad**

- Canales
  - a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
  - b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0.60 m/s

- c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.
- Tuberías
- a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/s
- c) La velocidad máxima admisible será:  
 En los tubos de concreto = 3 m/s  
 En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC = 5 m/s  
 Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.
- d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:  
 Asbesto-cemento y PVC = 0,010  
 Hierro Fundido y concreto = 0,015  
 Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.
- e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

Tabla 5 Coeficientes de fricción «c» en la fórmula de Hazen y Williams

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, 2006).



## **Conducción Por Bombeo**

- a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.
- b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3

### 2.2.10. NORMATIVAS VIGENTES

- **Resolución Ministerial N°173 – 2016 – VIVIENDA**, aprueban la guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural.
- Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua y saneamiento para poblaciones concentradas del ámbito rural”, aprobada mediante **Resolución Ministerial N° 065-2013-Vivienda**.
- Lineamientos para la formulación de programas o proyectos de agua y saneamiento para los centros poblados del ámbito rural”, aprobados por **Resolución Ministerial N° 108-2011-Vivienda**.
- Normas técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, título II habilitaciones urbanas, II.3 obras de saneamiento, (OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano, OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano, OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano, OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano, OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano, OS.060 Drenaje pluvial urbano, OS.070 Redes de aguas residuales, OS.080 Estaciones de bombeo de aguas residuales, OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales, OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria), título III edificaciones, III.3 instalaciones sanitarias (IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones, IS.020 Tanques sépticos), aprobados por **DS N° 011-2006-Vivienda**.
- **Norma Técnica Peruana 399.002 – 2015**, tubos de poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC – U) para la conducción de fluidos a presión agua fría.
- **Norma Técnica Peruana 399.003 – 2015**, tubos de poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC – U) para instalaciones domiciliarias de desagüe.

- **Norma TN ISO – 65**, diámetros y espesores de tuberías con acero al carbono para conducciones de agua, gas, vapor, petróleo, aire presurizado, y fluidos no corrosivos.
- **Decreto legislativo N°1252** que crea el sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones.
- Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación, según **Decreto N° 015-2015-MINAM**.
- **Directiva general N°006 – 2016 – VIVIENDA – SG**, lineamientos para la elaboración, aprobación y modificación de los manuales de operación de los programas del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- **Resolución ministerial N°365 -2014 – VIVIENDA**, modelo de constitución de la organización comunal que brinda servicios de saneamiento en los centros poblados rurales y comunidades.
- **Resolución Directoral N°071 – 2016/VIVIENDA/VMCS/PNSU/1.0** lineamientos y procedimientos para la elaboración de expedientes técnicos de proyectos de inversión pública a cargo del PNSU.
- **Resolución Directoral N°002 – 2015 – EF/63.01** contenidos mínimos específicos de estudios de pre inversión a nivel de perfil de los proyectos de inversión pública de saneamiento que se detallan en el anexo 2 del **Decreto supremo N°001 – 2015 – PCM**.
- **Resolución Jefatural N°484 – 2012 – ANA**, metodología de formalización de usos de agua poblacional y agrario.
- **Decreto Supremo N°007-2015 MINAGRI**, decreto supremo que regula los procedimientos de formalización o regularización de licencias de usos de agua.
- **Decreto Supremo N°022-2016 – MINAGRI**, simplificación de trámites ante al ALA.
- **Resolución ministerial N°205 – 2010 – VIVIENDA**, Definiciones básicas, contenidas en el anexo I que forma parte integrante de la presente resolución.
- **Reglamento para la delimitación y mantenimiento de las fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua natural y artificial**, Ministerio de Agricultura y Autoridad Nacional del Agua.
- **Resolución Viceministerial N° 037-2013-VMPCIC-MC** Normas y Procedimientos para la emisión del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA)

- **Resolución Jefatural N°135 – 2015/IGN/UCCN**, publicación del proyecto de norma técnica para posicionamiento Geodésico Estático Relativo con receptores del sistema satelital de navegación global.
- **Resolución Jefatural N°0066 – 2016/IGN/OAJ**, formularios de información de las estaciones GNSS permanente.
- **Resolución Ministerial N° 299-2013-Vivienda (28.11.2013)**, se aprueba la Ficha Técnica Ambiental (FTA) para Proyectos de Inversión en Saneamiento Rural.

#### 2.2.11. LINEAMIENTOS DE POLÍTICA SECTORIAL NACIONAL

##### **Acuerdo nacional**

Con respecto a la elaboración del presente estudio se puede señalar lo siguiente:

En su décimo tercera Política de Estado: Acceso Universal a los Servicios de Salud y a la Seguridad Social, menciona como uno de sus objetivos de estado, “Ampliar el acceso al agua potable y al saneamiento básico y controlar los principales contaminantes ambientales”. (Sucasaca Choque, 2013).

##### **Lineamientos estratégicos en saneamiento (MVCS)**

Para la consecución de los objetivos trazados, el Sector Saneamiento está empleando las siguientes estrategias:

- Formular y evaluar el Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM), el Plan Estratégico Institucional (PEI) y el Plan Operativo Institucional (POI), en los aspectos que corresponda a la Dirección Nacional de Saneamiento, en coordinación con la Oficina General de Planificación y Presupuesto (OGPP).
- Formular Programas y Proyectos de Inversión del Sub Sector Saneamiento, hasta la obtención de su viabilidad y financiamiento, para favorecer la mejor utilización de las diferentes fuentes de financiamiento disponibles.
- Priorizar los proyectos de inversión que favorezcan el desarrollo del Sub Sector Saneamiento. (Sucasaca Choque, 2013).

#### 2.2.12. TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE AGUA POTABLE

Deberá realizarse inspecciones rutinarias y periódicas para localizar probables roturas, y/o fallas en las uniones o materiales que provoquen fugas con el

consiguiente deterioro de pavimentos, cimentaciones, etc. De detectarse aquellos, deberá reportarse a fin de realizar el mantenimiento correctivo. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016)

A criterio de la dependencia responsable de la operación y mantenimiento de los servicios, deberá realizarse periódicamente, muestreos y estudios de pitometría y/o detección de fugas; para determinar el estado general de la red y sus probables necesidades de reparación y/o ampliación. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016)

Deberá realizarse periódicamente muestreo y control de calidad del agua en puntos estratégicos de la red de distribución, a fin de prevenir o localizar probables focos de contaminación y tomar las medidas correctivas del caso.

La periodicidad de las acciones anteriores será fijada en los manuales respectivos y dependerá de las circunstancias locales, debiendo cumplirse con las recomendaciones del Ministerio de Salud. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016)

### 2.2.13. VÁLVULAS E HIDRANTES

Toda válvula o hidrante debe ser operado utilizando el dispositivo y/o procedimiento adecuado, de acuerdo al tipo de operación (manual, mecánico, eléctrico, neumático, etc.) por personal entrenado y con conocimiento del sistema y tipo de válvulas. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

Toda válvula que regule el caudal y/o presión en un sistema de agua potable deberá ser operada en forma tal que minimice el golpe de ariete. La ubicación y condición de funcionamiento de toda válvula deberán registrarse convenientemente. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

Al iniciarse la operación de un sistema, deberá verificarse que las válvulas y/o hidrantes se encuentren en un buen estado de funcionamiento y con los elementos de protección (cajas o cámaras) limpias, que permitan su fácil operación. Luego se procederá a la lubricación y/o engrase de las partes móviles. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

Se realizará inspección, limpieza, manipulación, lubricación y/o engrase de las partes móviles con una periodicidad mínima de 6 meses a fin de evitar su agarrotamiento e inoperabilidad. De localizarse válvulas o hidrantes

deteriorados o agarrotados, deberá reportarse para proceder a su reparación o cambio. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1. HIDROSTÁTICA**

La hidrostática es la parte de la Hidráulica que estudia los líquidos en reposo. En este apartado, sólo se destaca el caso en el que el agua está en reposo en una tubería que pertenece a un sistema de abastecimiento de agua. En dicho caso, el sistema está en equilibrio estático y las presiones que se miden son iguales en cualquier punto. Es decir, que si en cualquier punto del sistema insertamos un tubo piezométrico, la columna de agua que ascendería por dicho tubo se elevaría hasta justamente la línea de carga estática del sistema, o lo que es lo mismo, hasta el nivel más alto del sistema, por ejemplo, el de la superficie libre de un depósito. A continuación, se incluye una representación gráfica de lo planteado. (Serrano, 2009).

### **2.3.2. CARGA HIDROSTÁTICA**

En hidráulica, por comodidad, las unidades que se suelen emplear para medir presiones, en vez de bares ( $1 \text{ bar} \approx 1 \text{ kg/cm}^2$ ) son las equivalentes a la altura en metros de la columna de agua de superficie  $1 \text{ cm}^2$  que ejercería dicha presión. Según la fórmula  $P = \rho g h$ , si igualamos  $1 \text{ kg/cm}^2$  a  $\rho g h$ , con  $\rho = 1000 \text{ kg/cm}^3$  y  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , despejando la  $h$  deducimos que  $1 \text{ kg/cm}^2$  es igual a 10 metros de presión (10 mca ó metros de columna de agua). Un caso en el que también se emplea mucho esta equivalencia es en la medición de presiones barométricas, con los milímetros de mercurio. (Serrano, 2009).

### **2.3.3. LÍNEA PIEZOMÉTRICA**

La línea piezométrica es una indicación de la energía presente en cada punto de la tubería.

La distancia vertical desde la tubería a la línea piezométrica es la medida de carga hidrostática y la diferencia entre la línea piezométrica y el nivel estático

representa la carga hidrostática que se ha perdido por fricciones. Puesto que la presión del agua en los interfaces agua / aire es la atmosférica (considerada como referencia cero), cada vez que nos encontremos en un punto con estas características, la línea piezométrica deberá descender hasta el cero también.

Una línea piezométrica se podría conseguir en la realidad colocando tubitos derivados verticalmente en los puntos que se desee de la tubería (tubos piezométricos). Si se hiciera un pequeño orificio, el agua ascendería hasta alcanzar el nivel necesario y suficiente para equilibrar la presión que hay en cada punto de la tubería en donde se colocó el tubo piezométrico. Uniendo los puntos que ha alcanzado el agua en cada tubo piezométrico nos dará la línea piezométrica.

Debido a que la energía que se pierde por fricción no se recupera, la línea piezométrica siempre tendrá un sentido descendente en el sentido que sigue el agua. La pendiente de la línea piezométrica determina el ritmo al que se pierde carga hidrostática. En el caso ideal de que no hubiese pérdidas, la pendiente sería nula, es decir, la línea piezométrica sería una línea horizontal, aunque por razones prácticas la línea piezométrica se puede trazar como una línea horizontal en el caso de flujos muy reducidos en tuberías de diámetro grande (cuando la pérdida de carga estática es menor que 0,5 metros cada 100m de tubería).

Para el trazado de la línea piezométrica, se calculan las pérdidas de carga entre un punto y otro del sistema y se traza una recta que una las distintas cargas hidráulicas entre ellas. Se suele calcular la línea piezométrica para dos casos: para cuando todos los puntos de servicio (ej. grifos) están abiertos y para cuando todos están cerrados. De esta manera sabremos cuáles son los puntos de máxima y mínima presión, para poder asegurar que estarán dentro de los límites permitidos. (Serrano, 2009).

#### 2.3.4. PÉRDIDAS DE CARGAS CONTINUAS

Para calcular las pérdidas de carga debidas al rozamiento continuo, resulta imprescindible definir previamente el tipo de flujo que se produce en la tubería en las condiciones del problema que tratamos de resolver. Para clasificar acertadamente el tipo de flujo que se origina al transportar el agua

por una tubería a presión hay que determinar previamente los parámetros adimensionales número de Reynolds,  $Re$ , y la rugosidad relativa de la tubería ( $k/D$ ). Aunque las fórmulas logarítmicas tienen mayor precisión que las empíricas (como por ejemplo las de Colebrook o Karman-Prandtl), en algunas de éstas los valores del coeficiente de rugosidad son mejor conocidos por la experiencia que los valores de la rugosidad absoluta equivalente, lo que permite resolver con suficiente aproximación los problemas relativos a las pérdidas de carga debidas al rozamiento continuo en las tuberías que transportan agua a presión. Las fórmulas empíricas deben aplicarse siempre en las condiciones de flujo y dentro de la gama de valores avalados por la experiencia. Las fórmulas empíricas de Darcy corresponden a la siguiente expresión general:

$$J = \beta \frac{Q^n}{D^m}$$

$J$  = Coeficiente de Darcy [m/m].

$Q$  = Caudal [m<sup>3</sup>/s].

$D$  = Diametro [m].

$\beta$  = Coeficiente del material con que esté construida la tubería

La fórmula monómica aportada por Hazen-Williams, correspondiente a un régimen turbulento de transición. Se expresa como:

$$J = \frac{10,62 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

El coeficiente  $C$  depende del material de la tubería tomando, en el caso de PVC-U  $C=150$ . (Serrano, 2009).

### 2.3.5. PÉRDIDAS LOCALES

Elementos como codos, tes, válvulas, etc. actúan como puntos concentrados de pérdidas por fricción. Las pérdidas que ocasiona dependen de su forma y del caudal que circule por ellos.

Estas pérdidas de carga se calculan obteniendo la longitud equivalente de tubería que ocasionaría las mismas pérdidas. (Serrano, 2009).

### 2.3.6. CARGA RESIDUAL

Es la cantidad de energía que permanece en el sistema después de que el caudal deseado haya llegado al punto de descarga. Representa la energía gravitatoria que sobra. Si se instala una válvula de control en el punto de descarga, se disipará dicha carga residual. Aunque reduzca el flujo de agua, probablemente conlleve a características más deseables de presión en el sistema. (Serrano, 2009).

#### **Carga residual negativa:**

Indica que no hay suficiente energía gravitatoria para desplazar la cantidad de agua deseada, así que dicha cantidad de agua no fluirá. La línea piezométrica se debe recalcular empleando un caudal más pequeño y/o tuberías de mayor tamaño. (Serrano, 2009).

#### **Carga residual positiva:**

Indica que existe un exceso de energía gravitatoria en el sistema. El sistema podría incluso desplazar una cantidad de agua mayor a la establecida. Si se permite que descargue libremente, la carga residual positiva hará que el caudal que circula por las tuberías tienda a aumentar. A medida que el caudal incrementa, las pérdidas de carga por fricción disminuirán la carga residual en el punto de descarga. El flujo aumentará hasta que la carga residual sea reducida a cero. (Serrano, 2009).

#### **Flujo natural:**

Cuando la carga residual es cero en una tubería que descarga libremente a la atmósfera, significa que el máximo caudal de agua se está desplazando por dicha tubería. Esto es el flujo natural de la tubería, el caudal máximo de agua que puede desplazarse por acción de la gravedad. El flujo natural se puede controlar por medio de un dimensionado selectivo de las tuberías.

Si el flujo natural de una tubería supera el caudal que se obtiene de la fuente de agua, la tubería descarga más rápido de lo que se llena, con lo que nunca irá totalmente llena de agua. En este caso, la línea piezométrica irá sobre la superficie del agua, en el interior de la tubería. Si no hay puntos de servicio



en el camino, no hay mayores consecuencias. Sin embargo, en presencia de un punto de servicio, como un grifo, es muy importante que la tubería circule totalmente llena de agua, para asegurar el buen funcionamiento de la grifería. Las tuberías que no puedan ir llenas del todo con agua deberán incluir una válvula de control en los puntos de descarga. que se ajusta hasta que se alcanza el caudal deseado. En la práctica, las válvulas de control se ajustan cuando todos los puntos de descarga están abiertos. Así, los usuarios no tienen que estar constantemente reajustando las válvulas de control cada vez que se abre o se cierra un grifo. (Serrano, 2009).

### 2.3.7. LÍMITE DE PRESIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA

Como norma general, se debe evitar diseñar sistemas en los que la línea piezométrica descienda a menos de 10 metros del suelo. Por supuesto, se evitará que la línea piezométrica vaya bajo tierra en ningún momento. Si esto sucediese, lo que tenemos es una “presión negativa” no deseable para nuestro sistema. Lo que significa esto es que el agua está siendo succionada desde abajo y no empujada desde arriba. Esta succión puede aspirar agua contaminada e introducirla en el sistema desde el exterior a través de uniones o pequeñas fugas que no estén totalmente cerradas o selladas. Además, este tipo de presiones pueden extraer el aire disuelto en el agua creando bolsas de aire en los puntos altos del sistema. (Alegria Mori, 2013).

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3.50 m a la salida de la pileta. (Reglameto Nacional de Edificaciones, 2006).

### 2.3.8. LÍMITE DE VELOCIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

La velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s. (Reglameto Nacional de Edificaciones, 2006).

### 2.3.9. BLOQUEOS DE AIRE

Un bloqueo de aire se produce cuando una burbuja de aire suficientemente grande queda atrapada en la tubería de tal manera que llega a interferir en el paso del agua. Cuando un sistema de distribución de agua está vacío, bien porque se acaba de construir, bien por labores de mantenimiento y se hace pasar agua de nuevo por él, el aire que había dentro que no puede escapar queda atrapada. A medida que la presión aumenta, las bolsas de aire creadas se van comprimiendo, reduciéndose así su volumen. En el proceso, parte de la presión hidrostática del sistema es absorbida, con lo que queda menos energía disponible para mover el agua. Si se emplea demasiada energía en comprimir el aire, no llegará caudal al punto de descarga a no ser que se trate el problema de los bloqueos de aire.

Por lo general, no habrá problema en el caso de que el tanque de distribución se encuentre a una cota por debajo de la zona de bloqueo de aire, con tal de que el bloqueo de aire se encuentre al menos 10 metros por debajo de la línea de carga estática. El análisis de bloqueos de aire se debería hacer en las zonas con perfiles en “u”. La metodología a seguir para reducir el efecto de posibles bloqueos de aire es el siguiente:

- Elegir los diámetros de las tuberías que minimicen las pérdidas de carga entre la fuente y el primer bloqueo de aire.
- Emplear diámetros mayores en la parte de arriba y menores en la de debajo de las secciones donde el aire vaya a estar atrapado, como entre justo después del final de un perfil en “u” y la siguiente subida.
- Los bloqueos de aire que se encuentran en cotas más altas, que están más cercanos al nivel estático, son los más críticos y, consecuentemente, los que primero han de ser minimizados o eliminados.

### 2.3.10. GOLPE DE ARIETE

El golpe de ariete es el fenómeno que se origina debido a que el agua es ligeramente elástica (aunque en diversas situaciones se puede considerar como un fluido no compresible). En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de

cierta longitud, las partículas de agua que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad algo menor que la velocidad del sonido en el agua. La sobrepresión genera tiene dos efectos: comprime ligeramente el agua, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería. Cuando toda el agua que circulaba en la tubería se ha detenido, cesa el impulso que la comprimía y, por tanto, ésta tiende a expandirse.

Por otro lado, la tubería que se había ensanchado ligeramente tiende a retomar su dimensión normal. Conjuntamente, estos efectos provocan otra onda de presión en el sentido contrario. El agua se desplaza en dirección contraria pero, al estar la válvula cerrada, se produce una depresión con respecto a la presión normal de la tubería. Al reducirse la presión, el agua puede pasar a estado gaseoso formando una burbuja mientras que la tubería se contrae. Al alcanzar el otro extremo de la tubería, si la onda no se ve disipada, por ejemplo, en un depósito a presión atmosférica, se reflejará siendo mitigada progresivamente por la propia resistencia a la compresión del agua y a la dilatación de la tubería, siendo entonces es muy factible que pase. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

#### 2.3.11. VÁLVULAS DE COMPUERTA.

Se emplean para cortar por completo el paso del agua. Normalmente se colocan a la salida de captaciones de agua, de depósitos de reserva, de cajas rompe-presión estratégicos, etc. No se recomiendan para regular el flujo de agua porque esto supondría a la válvula estar parcialmente abierta o cerrada y el agua erosionaría la parte de debajo de la compuerta ocasionando fugas en el momento en el que se quisiese cerrar la válvula por completo. La dirección del agua a través de la válvula no tiene importancia. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

#### 2.3.12. VÁLVULAS DE GLOBO

Estas válvulas sí se emplean para regular el flujo de agua a través del sistema. El mejor lugar donde instalarlas es en puntos de descarga para que sea más

fácil medir el caudal de agua a través de la válvula. Los puntos de descarga son generalmente en depósitos de reserva, en tanques de rompepresión y en puntos de servicio. La dirección del flujo de agua sí es importante: hay una flecha en la válvula que indica cuál es la dirección apropiada que el agua debe seguir. Hay que asegurarse de que se instala correctamente. (Serrano, 2009).

#### 2.3.13. VÁLVULAS DE PURGA.

Los aparatos de purga de aire se situarán por lo tanto en los puntos altos y en los cambios de pendiente donde realizarán: En la siguiente figura se incluye el esquema de donde se pondrían las válvulas de purga. (Sucasaca Choque, 2013).

#### 2.3.14. DESAGÜES DE LIMPIEZA

Después de un tiempo de uso, las partículas en suspensión que transporta el agua irán sedimentándose en los puntos bajos del sistema o donde la velocidad del caudal no supere los 0,7 m/s. Normalmente, los tanques de distribución permiten la sedimentación de muchas de estas partículas pero las tuberías anteriores a dicho tanque no se benefician de este fenómeno. En los tanques de rompe-presión no se produce sedimentación debido a la extrema turbulencia que tiene el agua en estos puntos.

Los puntos de limpieza se deben colocar en las zonas bajas de los principales perfiles en “u” del sistema. El número de puntos de limpieza depende de la fuente de donde proviene el agua; un arroyo aportará muchas más partículas en suspensión que un nacimiento. (Sucasaca Choque, 2013).

#### 2.3.15. TANQUES DE ROMPE-PRESIÓN

La función de un tanque de rompe-presión es permitir descargar el caudal de agua a la atmósfera, reduciendo consecuentemente la presión hidrostática a un valor de cero y estableciendo así una nueva línea estática. La colocación estratégica de estos tanques puede minimizar la cantidad de tubería de PVC de 16 atm y de HG empleada en el sistema (salvo en los puntos de perfil de “u”). En ocasiones resultará más barato instalar un tanque de rompepresión y

tubería de PVC 10 atm que instalar directamente PVC 16 atm. No hay unas dimensiones mínimas que deba tener el tanque de rompedor. La idea es que permita que el agua se drene a la misma velocidad a la que se llena. (Serrano, 2009).

#### 2.3.16. CAJAS DE VÁLVULAS

La función de una caja de válvulas es la de proteger una válvula de control de manipulaciones indeseadas o de factores externos que modificarían el equilibrio hidráulico del sistema alterando el caudal que se suministra. Las cajas de válvulas pueden colocarse junto a estructuras, como suele pasar con los depósitos de distribución, o pueden estar colocados de manera independiente en un punto del trazado de tubería, en algún lugar estratégico como podría ser cercana a alguna ramificación o punto de servicio. Suelen ser de hormigón u hormigón armado y pueden contener tuberías tanto de PVC como de HG. Las dimensiones y diseño están en función del número y tamaño de las válvulas, de la frecuencia con la que se van a operar, etc. (Serrano, 2009).

#### 2.3.17. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

#### 2.3.18. RAMAL DISTRIBUIDOR

Es la red que es alimentada por una tubería principal, se ubica en la vereda de los lotes y abastece a una o más viviendas. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

#### 2.3.19. TUBERÍA PRINCIPAL

Es la tubería que forma un circuito de abastecimiento de agua cerrado y/o abierto y que puede o no abastecer a un ramal distribuidor. (Simon Arocha, 1977).

### 2.3.20. CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE

Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

### 2.3.21. CONEXIÓN PREDIAL SIMPLE

Aquella que sirve a un solo usuario. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016).

### 2.3.22. CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

### 2.3.23. ELEMENTOS DE CONTROL

Dispositivos que permiten controlar el flujo de agua. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016).

### 2.3.24. RECUBRIMIENTO

Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería). (Humberto Joseph, 2013).

## CAPITULO III

### PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

##### 3.1.1. CRITERIOS DE DISEÑO MÉTODO UNIDAD DE DEMANDA

Se recurrió a la aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma, OS.050, Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda y guía de orientación 2016 del ministerio de vivienda.

##### 3.1.1.1. Fuente de abastecimiento.

La fuente de abastecimiento de los Sub sistemas I y II es de una fuente subterránea del tipo de fuente manantial de ladera concentrado.

Tabla 6 Nombre de la fuente hidrográfica

NOMBRE DE LA FUENTE HIDROGRÁFICA (Detalle Plano Topográfico - Hidrológico)		
Ubicación Política	Departamento	: Puno
	Provincia	: El Collao
	Distrito	: Capaso
	Localidad	: C.P. San Jose - Rosario
	Manantial	: Pumahuta
Fuente de Agua	Fuente de abastecimiento	: Aguas subterráneas
	Tipo de fuente	: Manantial de ladera
	Tipo de Manantial	: Concentrado
ANA	Autoridad Administrativa del Agua (AAA)	: Titicaca
	Administración local del agua (ALA)	: Ilave
	Tipo de Uso	: Saneamiento Rural
Hidrología	Región Hidrográfica	: Titicaca
	Cuenca / Orden / Nivel	: Mauri/ 147 / 4
Carta Nacional	Nombre/Código	: Rio Mauri/ 35-x
	Zona / Cuadrícula	: 19 / L
Ubicación	Norte (Y)	: 8106667.598
	Este (X)	: 437358.404
	Cota (Z)	: 4352.435
	fecha de Aforo	: Febrero del 2017

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.1.2. Estimación del caudal por el método de flotadores (velocidad área).

#### - Cálculo del Área de la sección de la corriente (A)

$$A = a * h$$

Donde:

A: área

a: ancho = 1 m

H: alto = 0.1 m

Reemplazando:

$$A = a * h = 1 * 0.1 \Rightarrow A = 0.1 \text{ m}^2$$

#### - Cálculo de la velocidad superficial (Vs)

$$V_s = \frac{D}{T}$$

Donde:

D: longitud del tramo recorrido = 3 m

T: tiempo = 10 s

Reemplazando:

$$V_s = \frac{D}{T} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ m/s}$$

#### - Cálculo de la velocidad Media (Vm)

$$V_m = 0.85 * V_s$$

Donde:

Vs: velocidad superficial = 0.3 m/s

0.85: factor de velocidad promedio (Fuente ministerio del ambiente)

Reemplazando:

$$V_m = 0.85 * 0.3 = 0.26 \text{ m/s}$$

#### - Cálculo del caudal de aforo (sección medida)

$$Q_{af} = V_m * A$$

Donde:

Vs: velocidad media = 0.26 m/s

A: área = 0.1 m<sup>2</sup>



Reemplazando:

$$V_{af} = 0.26 \frac{m}{s} * 0.1 m^2 * \frac{100l}{1m^3} = 25.50 l/s$$



Figura 4 Manantial Pumahuta.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.1.3. *Parámetros de diseño.*

#### - **Número de familias**

La población del área de investigación está distribuida en los centros poblados de Rosario y San José, distribuidos en dos sub sistemas, el primer sub sistema comprende 17 manzanas y un total de 135 lotes, el segundo sub sistema comprende 16 manzanas y un total de 104 lotes.

Haciendo un total de 239 lotes, distribuidos en los sub sistemas que se dividen a partir de una cámara distribuidora de caudales, es decir comprenden de una sola captación proyectada y una sola línea de conducción de tramo (captación – cámara distribuidora de caudales).

Tabla 7 Numero de manzanas y lotes de sistema de agua potable

CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. SAN JOSE DE ANCOMARCA			CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. ROSARIO DE ANCOMARCA		
N°	MANZANA	N° LOTES	N°	MANZANA	N° LOTES
1	B-1	1	1	A-1	2
2	B-2	5	2	A-2	0
3	B-3	16	3	A-3	3
4	B-4	1	4	A-4	6
5	B-5	12	5	A-5	11
6	B-6	22	6	A-6	7
7	B-7	8	7	A-7	4
8	B-8	4	8	A-8	1
9	B-9	3	9	A-9	7
10	B-10	7	10	A-10	11
11	B-11	4	11	A-11	5
12	B-12	1	12	A-12	2
13	B-13	10	13	A-13	6
14	B-14	11	14	A-14	10
15	B-15	10	15	A-15	14
16	B-16	8	16	A-16	15
17	B-17	12	-	-	-
número de lotes		135	número de lotes		104

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

**- Número de personas por familia**

El número de personas por familia entre varones y mujeres de todas las edades, según el padrón de beneficiarios en los centros poblados de Rosario y San Jose varia de 03 – 04 – 05, para la presente investigación se consideró el promedio de personas por familia es decir 04 personas por familia.

**- Población actual conectada al sistema Sub Sistema I (C.P. Rosario)**

$$P_a = N_f * NP_f$$

Donde:

$P_a$ : población actual conectada al sistema

$N_f$ : número de familias = 104

$NP_f$ : número de personas por familia = 04

Reemplazando:

$$P_a = N_f * NP_f = 104 * 4 = 416 \text{ habitantes}$$

- **Población actual conectada al sistema Sub Sistema II (C.P. San Jose)**

$$P_a = N_f * NP_f$$

Donde:

$P_a$ : población actual conectada al sistema

$N_f$ : número de familias = 135

$NP_f$ : número de personas por familia = 04

Reemplazando:

$$P_a = N_f * NP_f = 135 * 4 = 540 \text{ habitantes}$$

- **Tasa de crecimiento poblacional**

La tasa de crecimiento poblacional se calculó por el método de interés simple, método por el cual la tasa de crecimiento poblacional se asemeja a los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

$$P = P_o [1 + r(t - t_o)]$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)}$$

Donde:

P: población a calcular (habitantes)

$P_o$ : población inicial (habitantes)

r: razón de crecimiento (%)

t: tiempo futuro (años)

$t_o$ : tiempo inicial (años)

Tabla 8 Población del distrito de Capaso

Año	Población
1993	1377
2007	1830

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Reemplazando:

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)} = \frac{1830 - 1377}{1377 * (2007 - 1993)} = 2.35\%$$

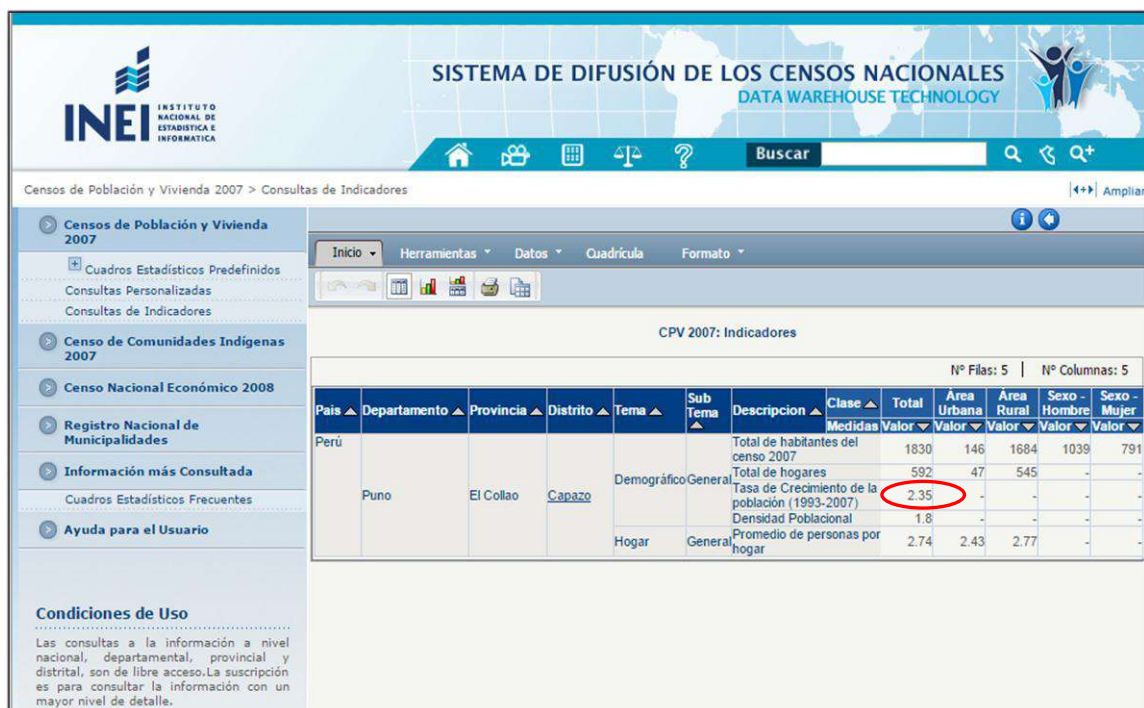


Figura 5 Tasa de crecimiento del distrito de Capazo.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

#### - Periodo de diseño

El periodo de diseño fue diseñado según la capacidad de producción de los componentes de los sub sistemas de agua potable, con lo cual se cubre la demanda proyectada minimizando el valor actual de las instalaciones, operación y mantenimiento. El periodo de diseño según la resolución ministerial N°173 -2016 – vivienda para las redes del sistema de agua potable es de 20 años, tiempo que se empleó para el diseño hidráulico en la investigación.

#### - Dotación

La dotación se promedió del cuadro de dotación de agua según reglamento nacional de edificación (l/hab/dia) en habilitaciones urbanas en el ámbito urbano y la tabla de dotación de agua en el ámbito rural.

Tabla 9 Dotación de agua según RNE OS. 100, zona urbana

Dotación de agua según RNE (l/hab/d) (Habilitaciones Urbanas)				
Item	Criterio	Clima Templado	Clima Frio	Clima Cálido
1	sistemas con conexiones	220	180	220
2	lotes de área menor o igual a 90m2	150	120	150
3	sistemas de abastecimiento por surtidores,	30-50	30-50	30-50

---

camión cisterna o piletas publicas

---

Fuente: (Reglameto Nacional de Edificaciones, 2006).

Tabla 10 Dotación de agua según MEF - RM N°173

<b>Dotación de agua según RM N°173-Vivienda (l/hab/d)</b> <b>(Ámbito Rural)</b>			
<b>Item</b>	<b>Región</b>	<b>Sin arrastre hidráulico</b>	<b>Con arrastre hidráulico</b>
1	Costa	60	90
2	Sierra	50	80
3	Selva	70	100

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016).

Tabla 11 Dotación de agua C.P. Rosario y San Jose

<b>Dotación de agua (l/hab/d)</b> <b>(Habilitaciones Urbanas)</b>		
<b>Item</b>	<b>Criterio</b>	<b>Clima Frio</b>
1	Poblaciones rurales (agua y desagüe)	100

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Nota: El Programa Nacional de Saneamiento Rural del Ministerio de Vivienda y Construcción, por medio de los y evaluadores recomienda una dotación promedio entre (R.N.E. OS.100 y RM N°173-Vivienda), siendo el promedio de 100 (lit/hab/dia), la dotación de agua para poblaciones rurales concentradas.

#### **- Porcentaje de pérdida en captación**

Para los subsistemas I y II no se consideró ninguna perdida, en vista que la captación se ubica en una manantial de ladera concentrado, más no de rio.

### **3.1.2. CRITERIO DE CALCULO DE POBLACIÓN Y DISEÑO DE DEMANDA**

#### **3.1.2.1. Población y diseño de demanda de agua Sub Sistema I (C.P. Rosario).**

##### **- Calculo de la población de diseño**

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.

Para la investigación aplicamos el modelo matemático empleado es el “método aritmético” expresada mediante la siguiente formula:

$$P = P_o[1 + r(t - t_o)]$$

Donde:

P: población de diseño o futura (habitantes)

P<sub>o</sub>: población inicial = 416 (habitantes)

r: razón de crecimiento = 2.35 (%)

t: tiempo futuro = 2036 (años)

t<sub>o</sub>: tiempo inicial = 2016(años)

Reemplazando:

$$P = P_o[1 + r(t - t_o)]$$

$$P = 416 * \left[ 1 + \frac{2.35 * (2036 - 2016)}{100} \right]$$

$$P = 612 \text{ hab.}$$

#### - Consumo promedio diario anual o gasto medio diario

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.

$$Q_p = \frac{P_f \cdot d}{86400}$$

Donde:

Q<sub>p</sub>: caudal promedio (lts/seg)

P<sub>f</sub>: población futura = 612 (habitantes)

d: dotación = 100 lts/hab/día

Reemplazando:

$$Q_p = \frac{P_f \cdot d}{86400} = \frac{612 * 100}{86400} = 0.71 \text{ lts/s}$$

### - Caudal de producción

El caudal de producción para el Subsistema de agua potable viene expresada por la siguiente formula.

$$Q_{pd} = \frac{Q_p}{1 - \%p}$$

Donde:

$Q_{pd}$ : caudal de producción (lts/seg)

$Q_p$ : caudal promedio = 0.71 (lts/seg)

$\%P$ : porcentaje de perdida = 0 (%) ..... Captación de manantial.

Reemplazando:

$$Q_{pd} = \frac{Q_p}{1 - \%p} = \frac{0.71}{1 - 0} = 0.71 \text{ lts/s}$$

### - Caudal de la fuente

El caudal de la fuente es muy importante, para la solicitud de disponibilidad hídrica y licencia de uso, en la investigación obtuvimos un caudal de aforo superior al caudal máximo diario, lo cual es muy correcto, con la misma aseguramos los caudales de conducción para beneficiar a los sub sistemas y el caudal ecológico, para el mantenimiento de poblaciones aguas abajo.

$$Q_{AF} = 25.5 \frac{\text{lts}}{\text{s}} > Q_{md} = 2.12 \frac{\text{lts}}{\text{s}} \dots \dots \dots \text{Conforme}$$

### - Consumo máximo diario

Según los registros de consumo de un año es decir 365 días, se presenta un día donde la localidad consume la mayor cantidad de agua, denominado máxima demanda, que debe ser necesariamente satisfecha para evitar conflictos sociales, perdidas de materiales. Este valor relacionado con la dotación promedio o caudal de producción permite establecer constantes de diseño, apoyadas en diversas investigaciones nacionales y extranjeras. Todas las investigaciones permiten establecer un factor comprendido entre 120% y 200% como constantes de diseño para instalaciones o partes del sistema de abastecimiento que serán afectadas por el máximo anual de la demanda diaria.

Tabla 12 Coeficientes del caudal máximo diario

<b>País</b>	<b>Autor</b>	<b>K1</b>
Alemania	Hutler	1.6 - 2.0

Brasil	Azevedo - Neto	1.2 - 1.5
España	Lasaro Urria	1.5
Estados Unidos	Fair & Geyer	1.5 - 2.0
Francia	Devaube - Imbeaux	1.5
Inglaterra	Gourlex	1.2 - 2.4
Italia	Galizio	1.5 - 1.6
Venezuela	Rivas Mijares	1.2 - 1.5

Fuente: (Simon Arocha, 1977).

Tabla 13 Coeficiente de caudal máximo diario

País	Autor	K1
Perú	MEF	1.3
Perú	RNE	1.3

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016), (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

En nuestro país el valor recomendado de  $K_1$  por el Reglamento Nacional de Edificaciones y la resolución ministerial del Ministerio de Economía y Finanzas e de  $K_1 = 1.3$ , de donde se establece la relación:

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

Donde:

$Q_{md}$ : caudal máximo diario (lts/seg)

$Q_p$ : caudal de producción = 0.71 (lts/seg)

$K_1$ : coeficiente de caudal máximo diario = 1.3

Reemplazando:

$$Q_{md} = 1.3 * Q_p = 1.3 * 0.71 = 0.92 \text{ lts/s}$$

**- Consumo máximo horario**

Durante un día cualquiera, los consumos de los subsistemas presentan variaciones hora a hora, dependiendo de los hábitos y actividades de la población. Investigaciones realizadas muestran que los consumos horarios son mayores al medio día y mínimos durante la madrugada.

El caudal máximo horario es relacionado respecto al promedio anual de la demanda.

La constante de diseño  $K_2$  en nuestro país comprende de  $k_2 = 1.8 - 2.5$ , según el Reglamento Nacional de Edificaciones, para la investigación se considera  $k_2 = 2$ .



La expresión de caudal máximo horario queda expresada mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

$Q_{mh}$ : caudal máximo horario (lts/seg)

$Q_p$ : caudal de producción = 0.71 (lts/seg)

$K_2$ : coeficiente de caudal máximo horario = 2.0

Reemplazando:

$$Q_{mh} = k_2 * Q_p = 2.0 * 0.71 = 1.42 \text{ lts/s}$$

#### - Unidad de Demanda

La unidad de demanda o gasto de consumo por persona, según el Reglamento Nacional de Edificaciones, queda expresada mediante la siguiente formula.

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{P_f}$$

Donde:

$Q_u$ : Unidad de Demanda (lts/seg)

$Q_{mh}$ : caudal máximo horario = 1.42 (lts/seg)

$P_f$ : población futura= 612 (habitantes)

Reemplazando:

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{P_f} \text{ lts/s} = \frac{1.42}{612} = 0.0023203 \text{ lts/s}$$

### 3.1.2.2. Población y diseño de demanda de agua Sub Sistema II (C.P. San Jose)

#### - Calculo de la población de diseño

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.

Para la investigación aplicamos el modelo matemático “método aritmético” expresada mediante la siguiente formula:

$$P = P_o[1 + r(t - t_o)]$$

Donde:

P: población de diseño o futura (habitantes)

P<sub>o</sub>: población inicial = 540 (habitantes)

r: razón de crecimiento = 2.35 (%)

t: tiempo futuro = 2036 (años)

t<sub>o</sub>: tiempo inicial = 2016(años)

Reemplazando:

$$P = P_o[1 + r(t - t_o)]$$

$$P = 540 * \left[ 1 + \frac{2.35 * (2036 - 2016)}{100} \right]$$

$$P = 794 \text{ hab.}$$

#### - **Calculo de la población de diseño**

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.

Para la investigación aplicamos el modelo matemático “método aritmético de interés simple” expresada mediante la siguiente formula:

$$P = P_o[1 + r(t - t_o)]$$

Donde:

P: población de diseño o futura (habitantes)

P<sub>o</sub>: población inicial = 540 (habitantes)

r: razón de crecimiento = 2.35 (%)

t: tiempo futuro = 2036 (años)

t<sub>o</sub>: tiempo inicial = 2016(años)

Reemplazando:

$$P = P_o[1 + r(t - t_o)]$$

$$P = 540 * \left[ 1 + \frac{2.35 * (2036 - 2016)}{100} \right]$$

$$P = 794 \text{ hab.}$$

#### - Consumo promedio diario anual o gasto medio diario

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.

$$Q_p = \frac{P_f \cdot d}{86400}$$

Donde:

$Q_p$ : caudal promedio (lts/seg)

$P_f$ : población futura = 794 (habitantes)

$d$ : dotación = 100 lts/hab/día

Reemplazando:

$$Q_p = \frac{P_f \cdot d}{86400} = \frac{794 * 100}{86400} = 0.92 \text{ lts/s}$$

#### - Caudal de producción

El caudal de producción para el Subsistema de agua potable viene expresada por la siguiente formula.

$$Q_{pd} = \frac{Q_p}{1 - \%p}$$

Donde:

$Q_{pd}$ : caudal de producción (lts/seg)

$P_p$ : caudal promedio = 0.92 (lts/seg)

$\%P$ : porcentaje de perdida = 0 (%)

Reemplazando:

$$Q_{pd} = \frac{Q_p}{1 - \%p} = \frac{0.92}{1 - 0} = 0.92 \text{ lts/s}$$

#### - Caudal de la fuente

El caudal de la fuente es muy importante, para la solicitud de disponibilidad hídrica y licencia de uso, en la investigación obtuvimos un caudal de aforo superior al



De donde se establece la relación:

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

Donde:

$Q_{md}$ : caudal máximo diario (lts/seg)

$Q_p$ : caudal de producción = 0.92 (lts/seg)

$K_1$ : coeficiente de caudal máximo diario = 1.3

Reemplazando:

$$Q_{md} = 1.3 * Q_p = 1.3 * 0.92 = 1.20 \text{ lts/s}$$

#### - **Consuma máximo horario**

Durante un día cualquiera, los consumos de los subsistemas presentan variaciones hora a hora, dependiendo de los hábitos y actividades de la población. Investigaciones realizadas muestran que los consumos horarios son mayores al medio día y mínimos durante la madrugada.

El caudal máximo horario es relacionado respecto al promedio anual de la demanda.

La constante de diseño  $K_2$  en nuestro país comprende de  $k_2 = 1.8 - 2.5$ , según el Reglamento Nacional de Edificaciones, para la investigación se considera  $k_2 = 2$ .

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

Donde:

$Q_{mh}$ : caudal máximo horario (lts/seg)

$Q_p$ : caudal de producción = 0.92 (lts/seg)

$K_2$ : coeficiente de caudal máximo horario = 2.0

Reemplazando:

$$Q_{mh} = k_2 * Q_p = 2.0 * 0.92 = 1.84 \text{ lts/s}$$

#### - **Unidad de Demanda**

La unidad de demanda o gasto de consumo por persona, según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Queda expresada mediante la siguiente formula.

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{P_f}$$

Donde:

$Q_u$ : unidad de demanda (lts/seg)

$Q_{mh}$ : caudal máximo horario = 1.84 (lts/seg)

$P_f$ : población futura= 794 (habitantes)

Reemplazando:

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{P_f} \text{ lts/s} = \frac{1.84}{794} = 0.0023174 \text{ lts/s}$$

### 3.1.3. LÍNEA DE CONDUCCIÓN TRAMO (CAPTACIÓN – CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES – RESERVORIO N°01), SUB SISTEMA I C.P. ROSARIO.

La línea de conducción en el tramo Captación – Cámara distribuidora de caudales y reservorio N°01, se diseñó en función a un caudal máximo diario, en vista que la captación es de manantial y existe una C.D.C. y reservorio durante el diseño se tuvo las siguientes consideraciones.

- Que en todo el tramo la línea de conducción sea serrada y a presión.
- Que el trazado de la línea de conducción sea lo más directo posible de la fuente a la cámara distribuidora de caudales.
- Que la línea de conducción evite tramos extremadamente difíciles o inaccesibles.
- Que la línea de conducción esté siempre por debajo de la línea piezométrica proyectada más desfavorable, a fin de evitar pérdidas de columna de agua.
- Evitar presiones excesivas que afecten la seguridad de la conducción.
- Que la línea evite zonas de deslizamiento e inundaciones.
- Evitar tramos de pendiente y contrapendiente, los que pueden causar acumulación de aire o sedimentación de material.

#### - Criterios para el diseño

En el diseño se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- La diferencia de cotas entre los extremos (altura estática)
- Capacidad de transporte de caudal (Qmd)
- La clase de tuberías disponibles y comerciales
- El material de las tuberías según el trazo.
- Diámetros disponibles y comerciales
- Estructuras complementarias (válvulas, accesorios)

### 3.1.3.1. Criterio de diseño según Hazen Williams

Según el Ministerio de Economía y Finanzas RM. 173-2016-VIVIENDA, el criterio de diseño hidráulico por la fórmula de Hazen Williams es para diámetros superiores a 50mm equivalente a 1 ½", las formulas son expresadas:

#### - Perdida de carga

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{(C^{1.852} * D^{4.86})} \right] * L$$

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{\left( \frac{Q}{1000} \right)^{1.852}}{C^{1.852} * (D * 0.0254)^{4.86}} \right] * L$$

$$H_f = 1678.1676 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (m3/s)

D = Diámetro interior (m)

C = Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

L = Longitud del tramo (m)

#### - Velocidad

$$V_{elc} = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D}$$

$$V_{elc} = \frac{4 * \frac{Q}{1000}}{\pi * (D * 0.0254)^2} = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

Dónde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

D = Diámetro (m)

#### - Caudal y diámetro

$$Q = 0.0002464 * C * D^{2.64} S^{0.54}$$

$$D = 18.6968 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} * S^{0.21}}$$

Dónde:

D = Diámetro de la tubería (Pulg)

Q = Caudal (lts/seg)

S = Pendiente (m/Km)

C = Coeficiente de Hazen - Williams

#### - Diseño Hidráulico

Tabla 16 Criterio de diseño Hazen Williams tramo (captación - CDC - Reservoirio 01)

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERÍA CLASE	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	Cota Del Terreno		Pendiente S (m/Km)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.72	4281.00	16.483
CDC - R (01)	10.0	150	5805.00	10217.00	0.92	4281.00	4262.29	3.22

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).



Tabla 17 Criterio de diseño Hazen Williams tramo (captación - CDC - Reservoirio 01)

Diámetro considerado (D) (Pulg)	Diámetro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Perdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Perdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	Cota Piezometrica		Presión Estática (m)
					Inicial (msnm)	Final (msnm)	
2.12	<b>2.50</b>	0.67	---	32.34	4353.72	4321.38	<b>40.38</b>
2.15	<b>3.00</b>	0.20	---	3.74	4281.00	4277.26	<b>14.98</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

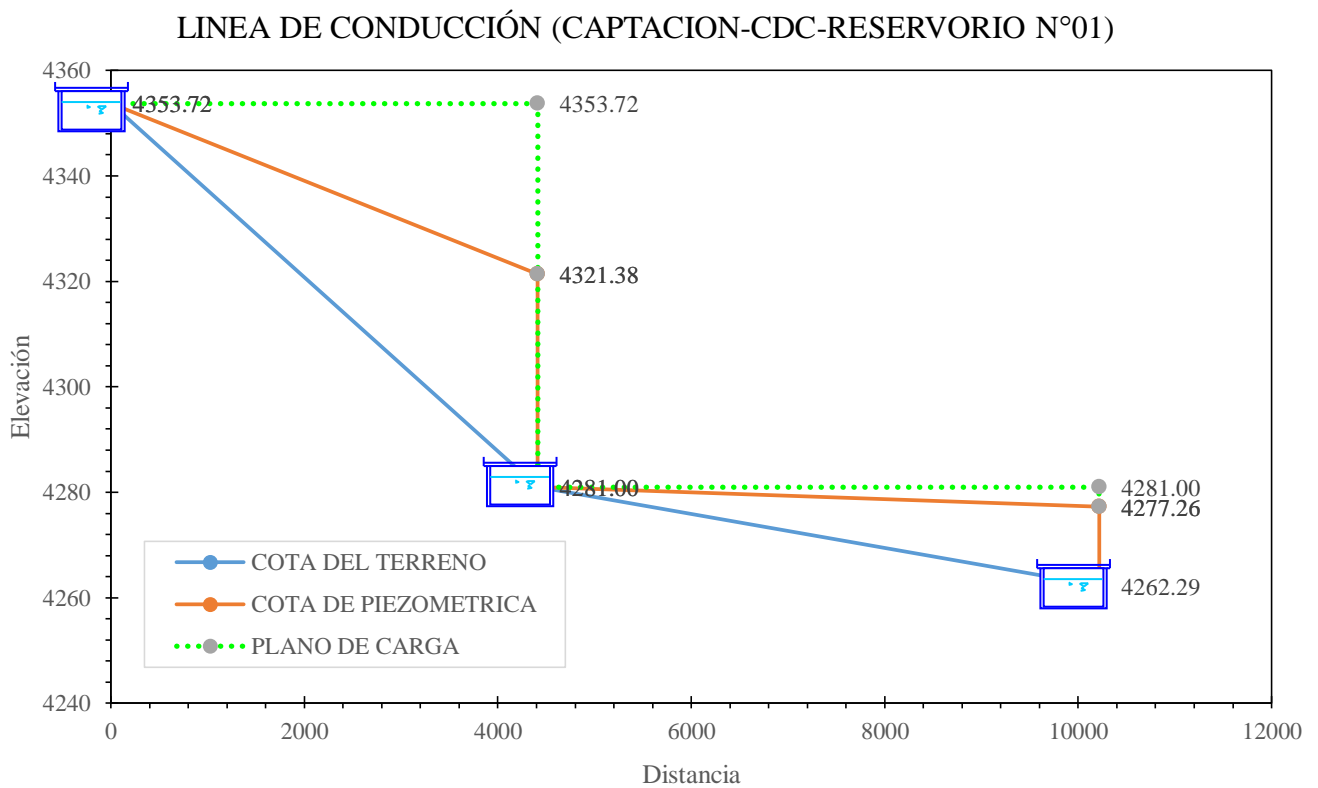


Figura 6 Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservoirio N°01).

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 18 Cuadro de cotas tramo 01.

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10217.00	4262.29
COTA DE PIEZOMETRICA	

0.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00
10217.00	4277.26
10217.00	4262.29
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00
10217.00	4281.00
10217.00	4277.26

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

### 3.1.3.2. Criterio de diseño según Fair Whipple

Según el Ministerio de Economía y Finanzas RM. 173-2016-VIVIENDA, el criterio de diseño hidráulico por la fórmula de Fair Whipple es para diámetros igual o inferior a 50mm equivalente a 1 ½”, las formulas son expresadas:

#### - Pérdida de carga

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{(D^{4.753})} \right] * L$$

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{(Q*60)^{1.751}}{(D*25.4)^{4.753}} \right] * L$$

$$H_f = 0.1848 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right] * L$$

Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (lts/min)

D = Diámetro interior (mm)

L = Longitud del tramo (m)

**- Diseño hidráulico**

Tabla 19 Criterio de diseño Fair Whipple tramo (captación - CDC - Reservoirio 01)

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERÍA	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	Cota del Terreno		Pendiente e S (m/Km)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.72	4281.00	16.483
CDC - R (01)	10.0	150	5805.00	10217.00	0.92	4281.00	4262.29	3.22

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 20 Criterio de diseño Fair Whipple tramo (captación - CDC - Reservoirio 01).

Diámetro considerado (D) (Pulg)	Diámetro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Pérdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Pérdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	Cota Piezometrica		Presión Estática (m)
					Inicial (msnm)	Final (msnm)	
2.12	<b>2.50</b>	0.67	39.02	---	4353.72	4314.70	<b>33.70</b>
2.15	<b>3.00</b>	0.20	5.00	---	4281.00	4276.00	<b>13.71</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CAPTACION-CDC-RESERVORIO N°01)

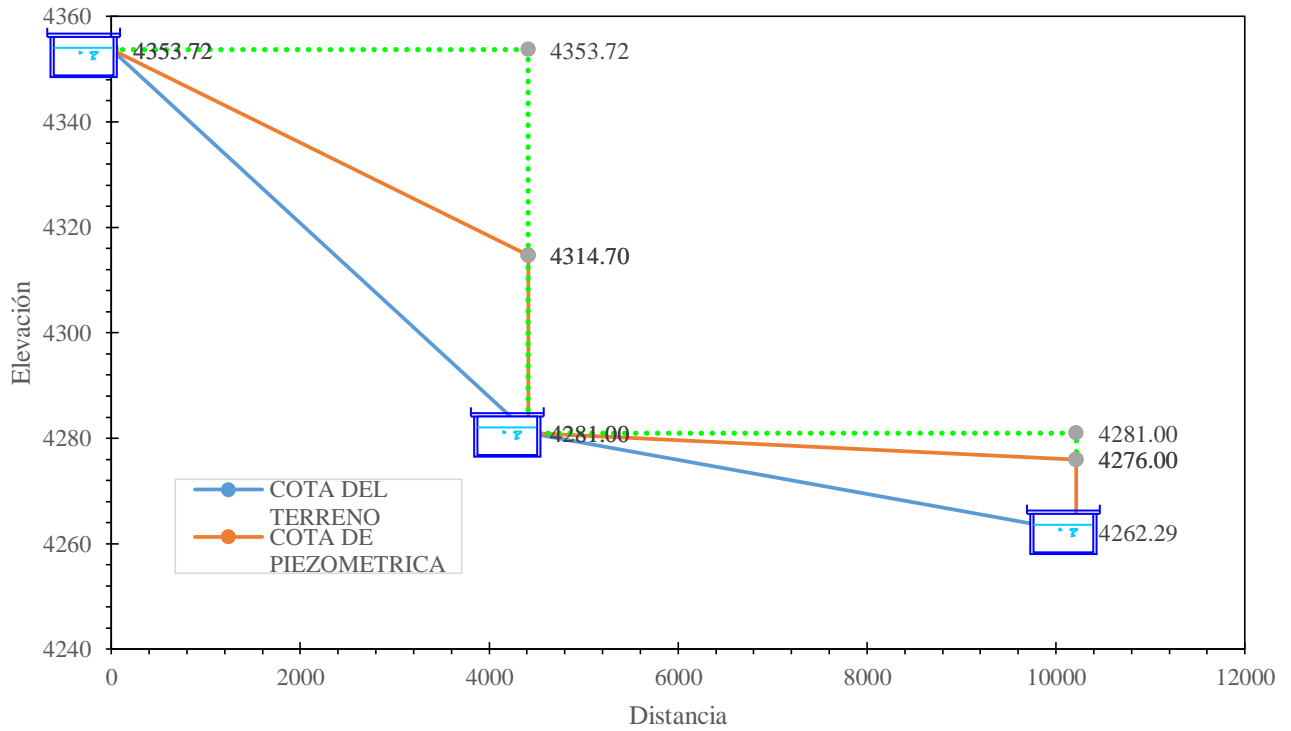


Figura 7 Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservoirio N°01).  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 21 Cuadro de cotas tramo 01.

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10217.00	4262.29
COTA DE PIEZOMETRICA	
0.00	4353.72
4412.00	4314.70
4412.00	4281.00
10217.00	4276.00
10217.00	4262.29
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4314.70

4412.00	4281.00
10217.00	4281.00
10217.00	4276.00

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.4. LÍNEA DE CONDUCCIÓN TRAMO (CAPTACIÓN – CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES – RESERVORIO N°02), SUB SISTEMA II C.P. SAN JOSE.

La línea de conducción en el tramo Captación – Cámara distribuidora de caudales y reservorio N°02, se diseñó en función a un caudal máximo diario.

#### - Criterios para el diseño

En el diseño se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- La diferencia de cotas entre los extremos (altura estática)
- Capacidad de transporte de caudal (Qmd)
- La clase de tuberías disponibles y comerciales
- El material de las tuberías según el trazo.
- Diámetros disponibles y comerciales
- Estructuras complementarias (válvulas, accesorios)

#### 3.1.4.1. Criterio de diseño según Hazen Williams

Según el Ministerio de Economía y Finanzas RM. 173-2016-VIVIENDA, el criterio de diseño hidráulico por la fórmula de Hazen Williams es para diámetros superiores a 50mm equivalente a 1 ½”, las formulas son expresadas:

#### - Perdida de carga

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{(C^{1.852} * D^{4.86})} \right] * L$$

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{\left( \frac{Q}{1000} \right)^{1.852}}{C^{1.852} * (D * 0.0254)^{4.86}} \right] * L$$

$$H_f = 1678.1676 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

D = Diámetro interior (m)

C = Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

L = Longitud del tramo (m)

#### - Velocidad

$$V_{elc} = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D}$$

$$V_{elc} = \frac{4 * \frac{Q}{1000}}{\pi * (D * 0.0254)^2} = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

D = Diámetro (m)

#### - Caudal y diámetro

$$Q = 0.0002464 * C * D^{2.64} S^{0.54}$$

$$D = 18.6968 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} * S^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería (Pulg)

Q = Caudal (lts/seg)

S = Pendiente (m/Km)

C = Coeficiente de Hazen - Williams

**- Diseño Hidráulico**

Tabla 22 Criterio de diseño Hazen Williams tramo (captación - CDC - Reservoirio 02)

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERÍA CLASE	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	Cota del Terreno		Pendiente S (m/Km)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.721	4281.00	16.483
CDC – R (02)	10.0	150	5887.00	10299.00	1.20	4281.000	4222.343	9.96

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 23 Criterio de diseño Hazen Williams tramo (captación - CDC - Reservoirio 02)

Diámetro considerado (D) (Pulg)	Diámetro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Perdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Perdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	Cota Piezometrica		Presión Estática (m)
					Inicial (msnm)	Final (msnm)	
2.12	<b>2.50</b>	0.67	---	32.34	4353.72	4321.38	<b>40.38</b>
1.89	<b>2.00</b>	0.59	---	44.49	4281.00	4236.51	<b>14.17</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CAPTACION-CDC-RESERVORIO N°02)

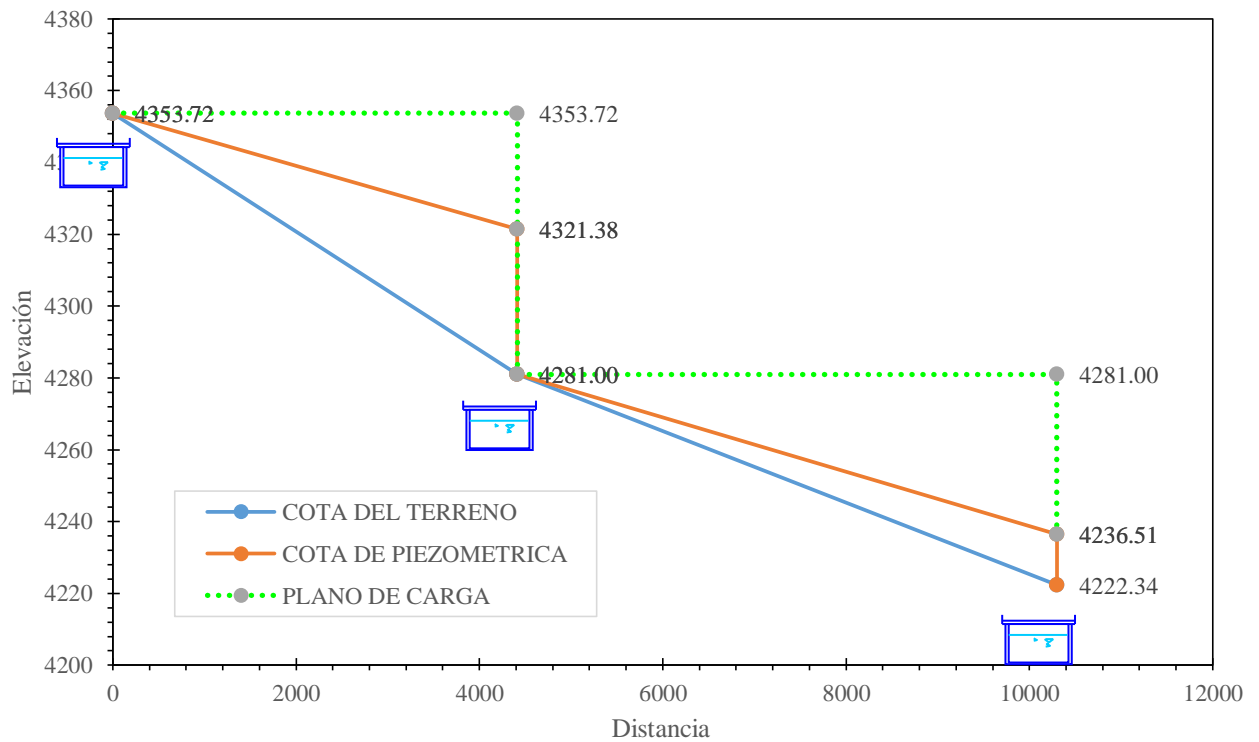


Figura 8 Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservoirio N°02).  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 24 Cuadro de cotas tramo 02.

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10299.00	4222.34
COTA DE PIEZOMETRICA	
0.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00
10299.00	4236.51
10299.00	4222.34
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00



10299.00	4281.00
10299.00	4236.51

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

### 3.1.4.2. Criterio de diseño según Fair Whipple.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas RM. 173-2016-VIVIENDA, el criterio de diseño hidráulico por la fórmula de Fair Whipple es para diámetros igual o inferior a 50mm equivalente a 1 ½”, las formulas son expresadas:

#### - Pérdida de carga

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{(D^{4.753})} \right] * L$$

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{(Q*60)^{1.751}}{(D*25.4)^{4.753}} \right] * L$$

$$H_f = 0.1848 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right] * L$$

Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (lts/min)

D = Diámetro interior (mm)

L = Longitud del tramo (m)

**- Diseño hidráulico**

Tabla 25 Criterio de diseño Fair Whipple tramo (captación - CDC - Reservorio 02)

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERÍA	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	Cota del Terreno		Pendiente e S (m/Km)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.72	4281.00	16.483
CDC - R (02)	10.0	150	5887.00	10299.00	1.20	4281.00	4222.34	9.96

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 26 Criterio de diseño Fair Whipple tramo (captación - CDC - Reservorio 01).

Diámetro considerado (D) (Pulg)	Diámetro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Pérdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Pérdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	Cota Piezométrica		Presión Estática (m)
					Inicial (msnm)	Final (msnm)	
2.12	<b>2.50</b>	0.67	39.02	---	4353.72	4314.70	<b>33.70</b>
1.89	<b>2.00</b>	0.59	55.52	---	4281.00	4225.48	<b>3.14</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CAPTACION-CDC-RESERVORIO N°02)

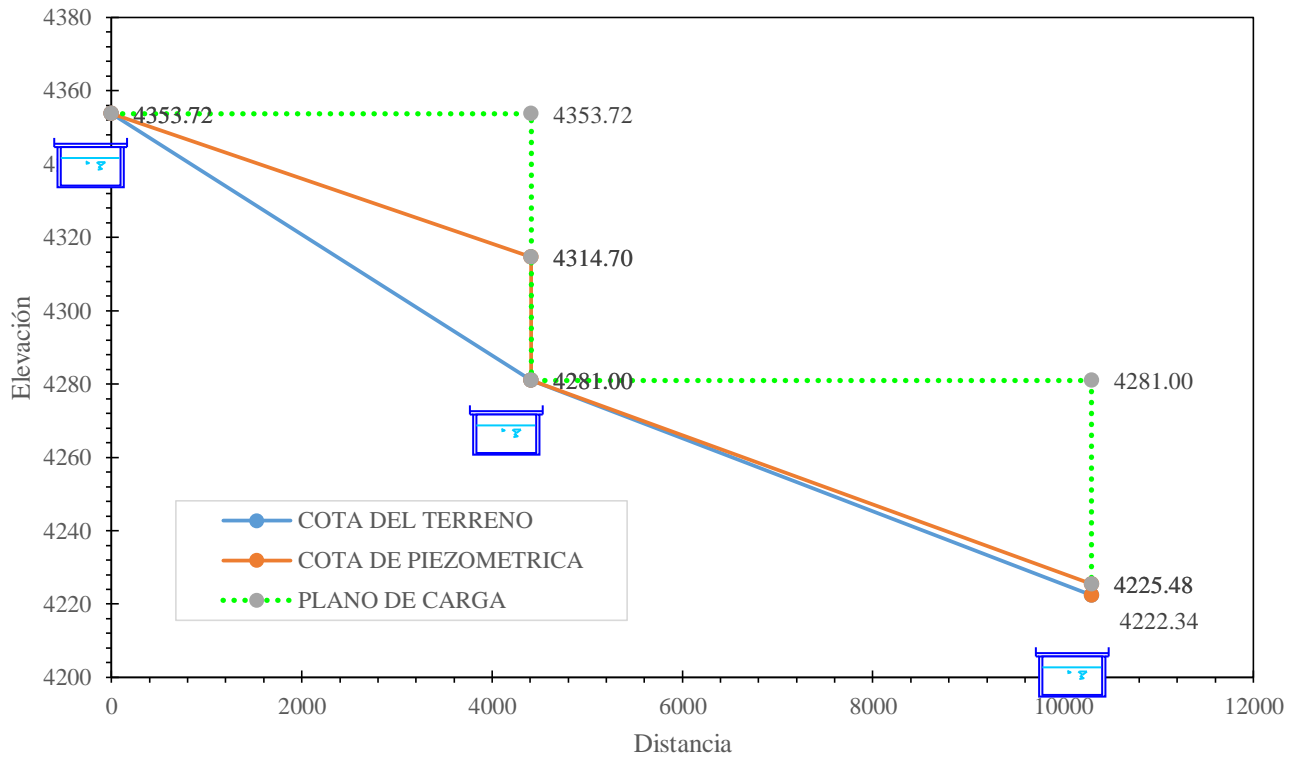


Figura 9 Línea de conducción tramo (captación - CDC - Reservoirio N°02).  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 27 Cuadro de cotas tramo 02.

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10299.00	4222.34
COTA DE PIEZOMETRICA	
0.00	4353.72
4412.00	4314.70
4412.00	4281.00
10299.00	4225.48
10299.00	4222.34
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4314.70
4412.00	4281.00

10299.00	4281.00
10299.00	4225.48

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5. REDES DE DISTRIBUCIÓN MÉTODO UNIDAD DE DEMANDA (UD)

El diseño hidráulico de los sub sistemas se desarrolló con el programa de computo Bentley, software WaterGEMS V8i Serie 6, con un entorno grafico de ArcGIS, con una cartografía planimétrico entorno Shapefile (\*SHP).

Procedimiento de cálculo con WaterGEMS:

#### 3.1.5.1. *Elaboración de la planimetría del proyecto de investigación.*

Se utilizó el programa AutoCAD Civil 3D 2015 for WaterGEMS se creó un nuevo trabajo geo referenciado en coordenada UTM.

En el estudio de Geodesia se Georreferencio el área de intervención de la investigación con el punto de control geodésico de monitoreo permanente ubicada en la ciudad de Yunguyo. En los centros poblados se establecieron dos puntos de control geodésico de orden “C”, para dicho establecimiento se empleó el equipos GNSS (Global Position Saletital Sistem) TRIMBLE modelo R7/R8.

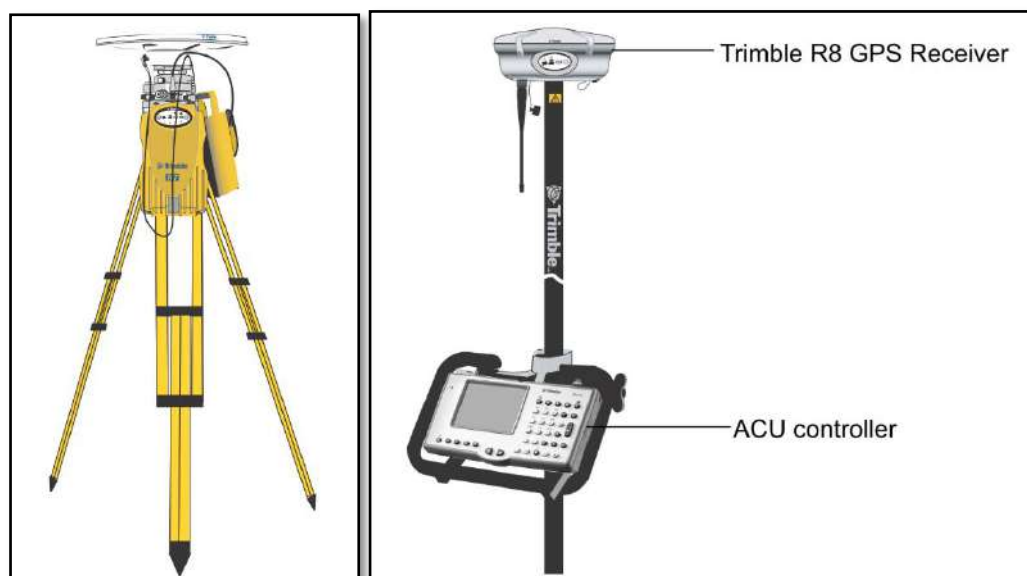


Figura 10 Receptores TRIMBLE R7/R8.

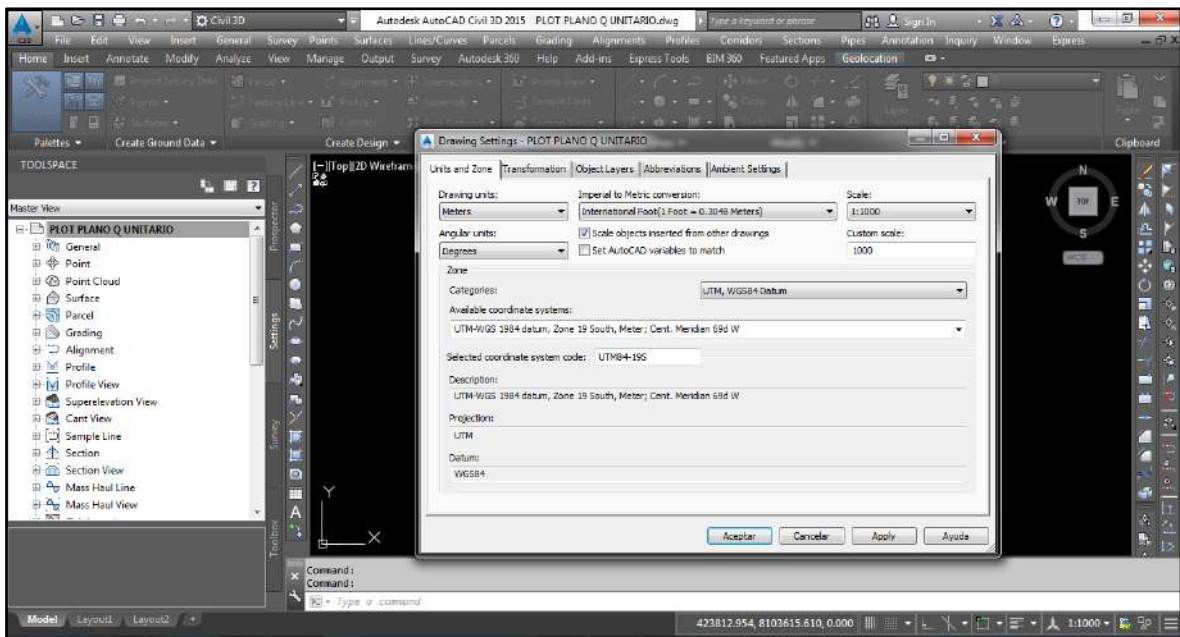


Figura 11 Geo Referenciación del área de investigación.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

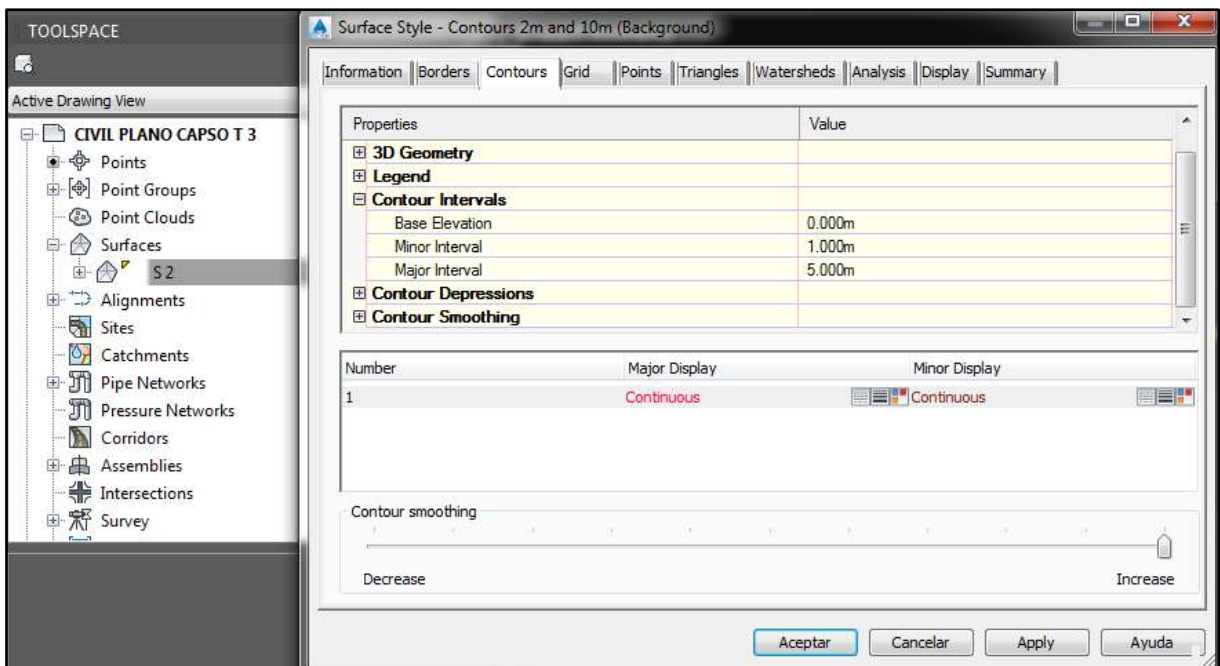


Figura 12 Configuración de intervalos de curva y visualización.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).



Figura 13 Plano de lotización del C.P. Rosario.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).



Figura 14 Plano de lotización del C.P. San Jose.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

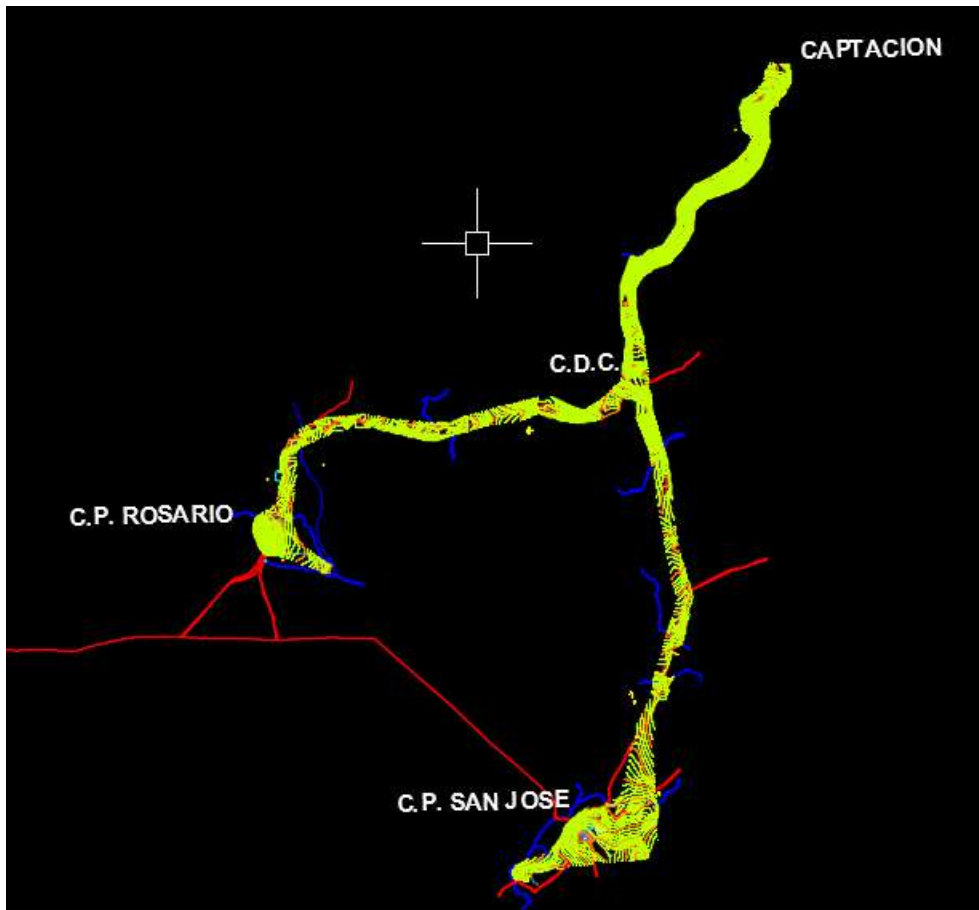


Figura 15 Plano general del área de investigación.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

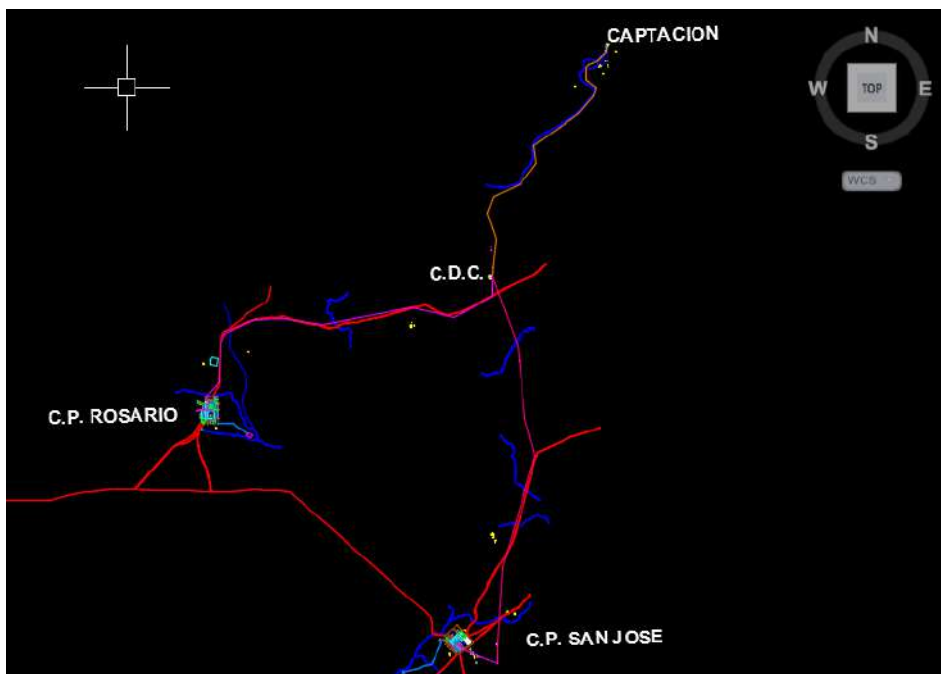


Figura 16 Plano de trazado de redes.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.2. Creación y configuración del proyecto en WaterGEMS.

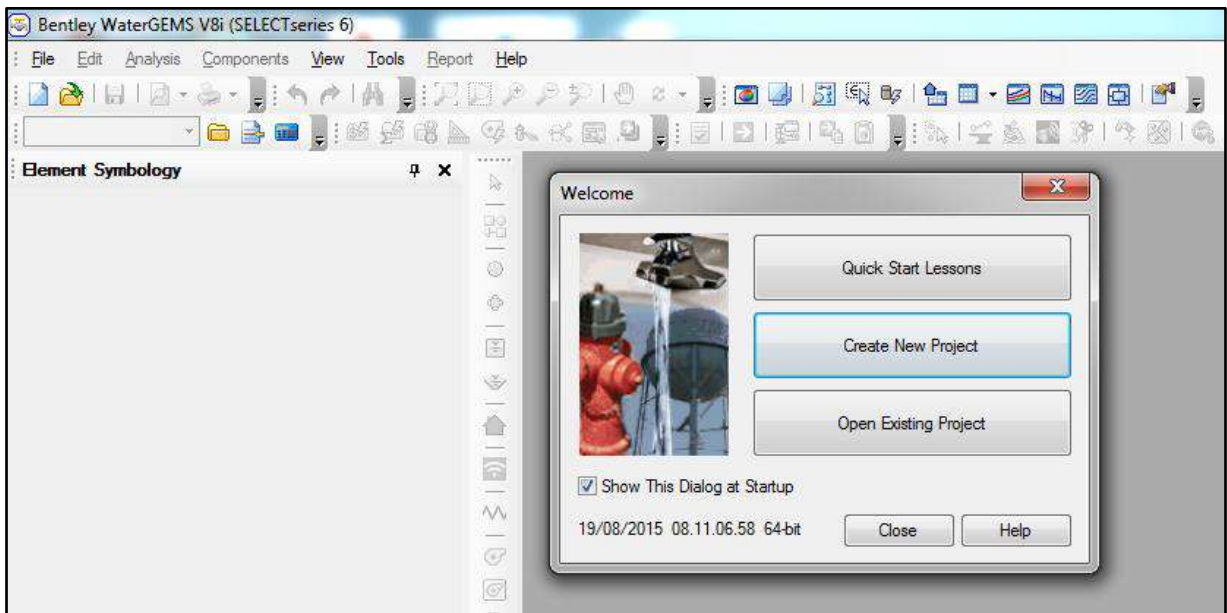


Figura 17 Creación de un nuevo proyecto.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

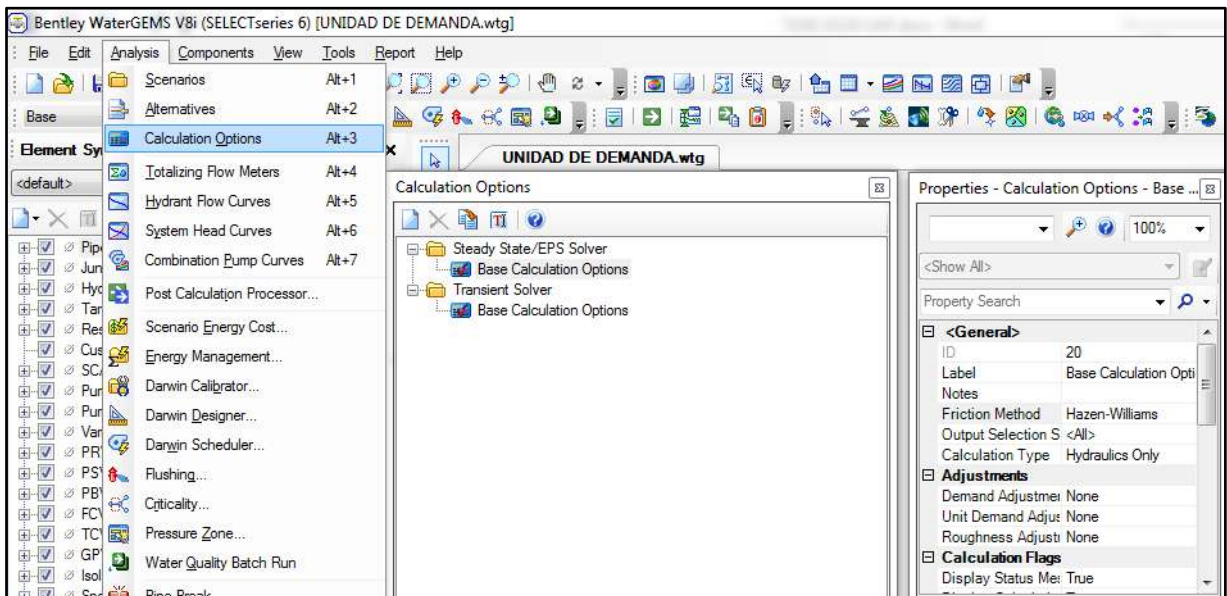


Figura 18 Configuración del método de diseño.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).



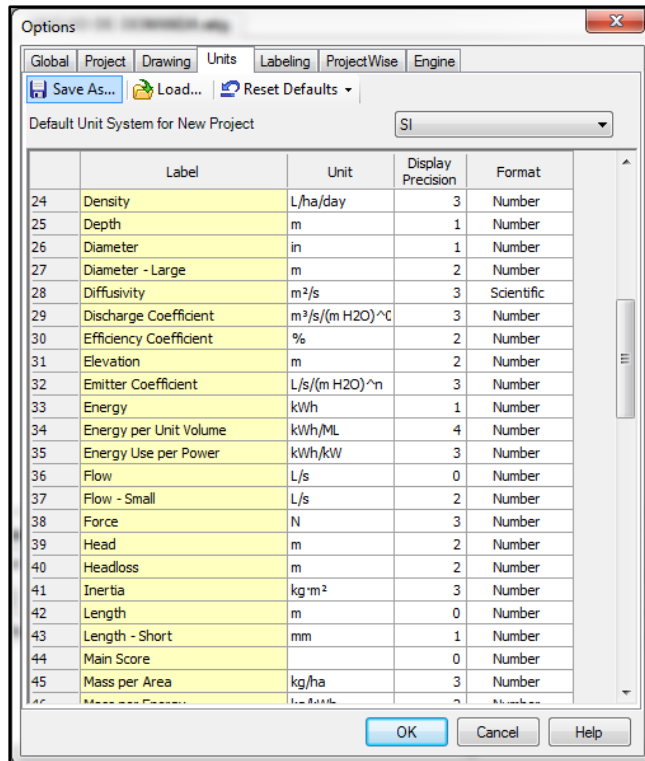


Figura 19 Configuración de unidades Sistema Internacional.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

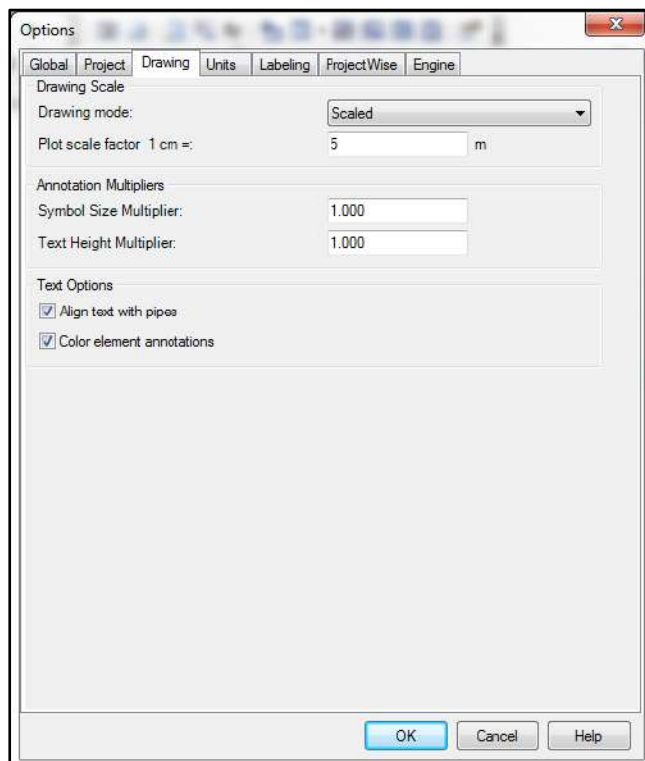


Figura 20 Configuración de escala.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.3. Construcción del modelo prototipos

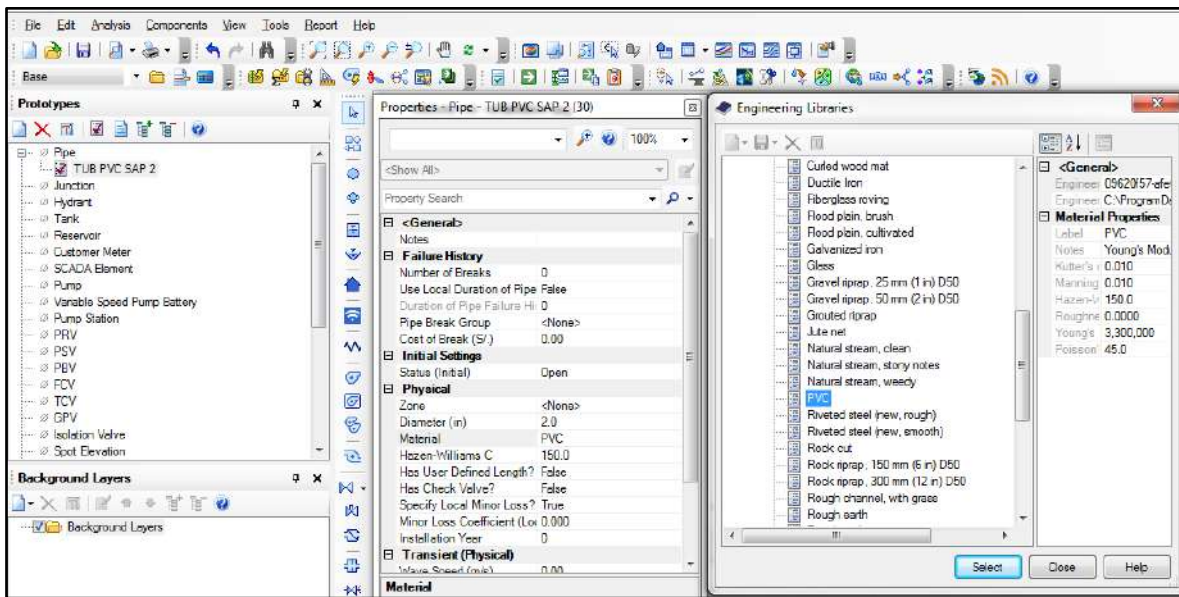


Figura 21 Creación de tuberías y configuración del material  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

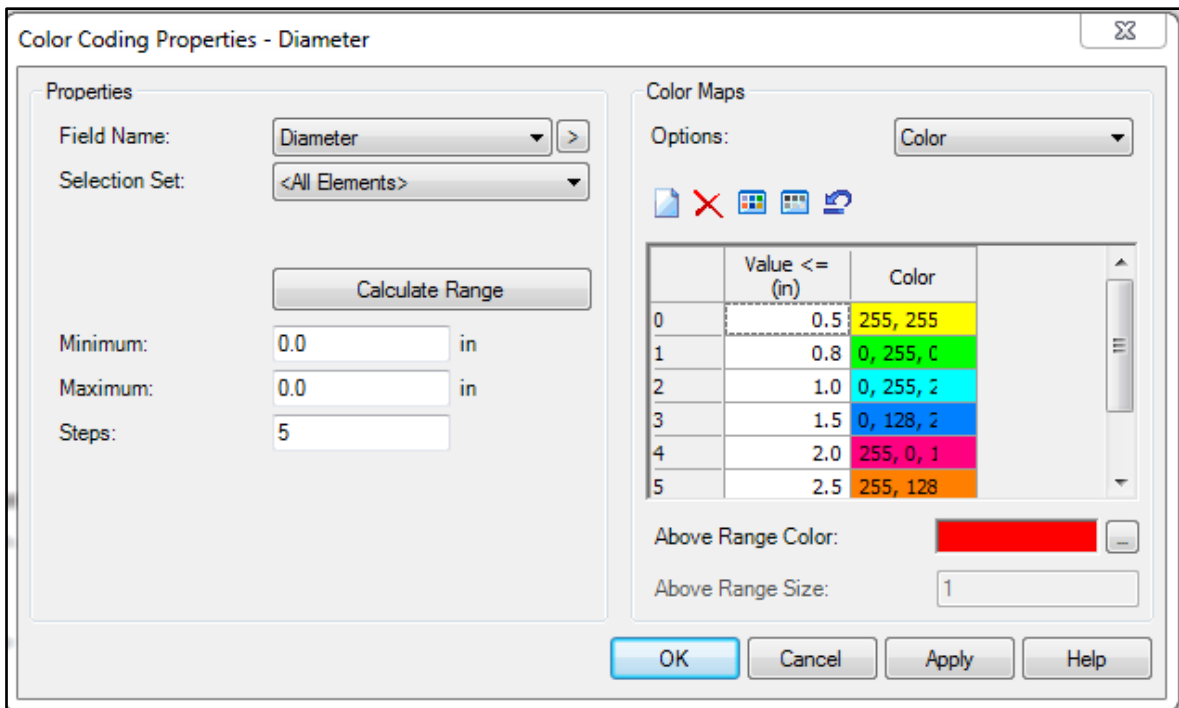


Figura 22 Configuración de diámetros de tubería por color.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

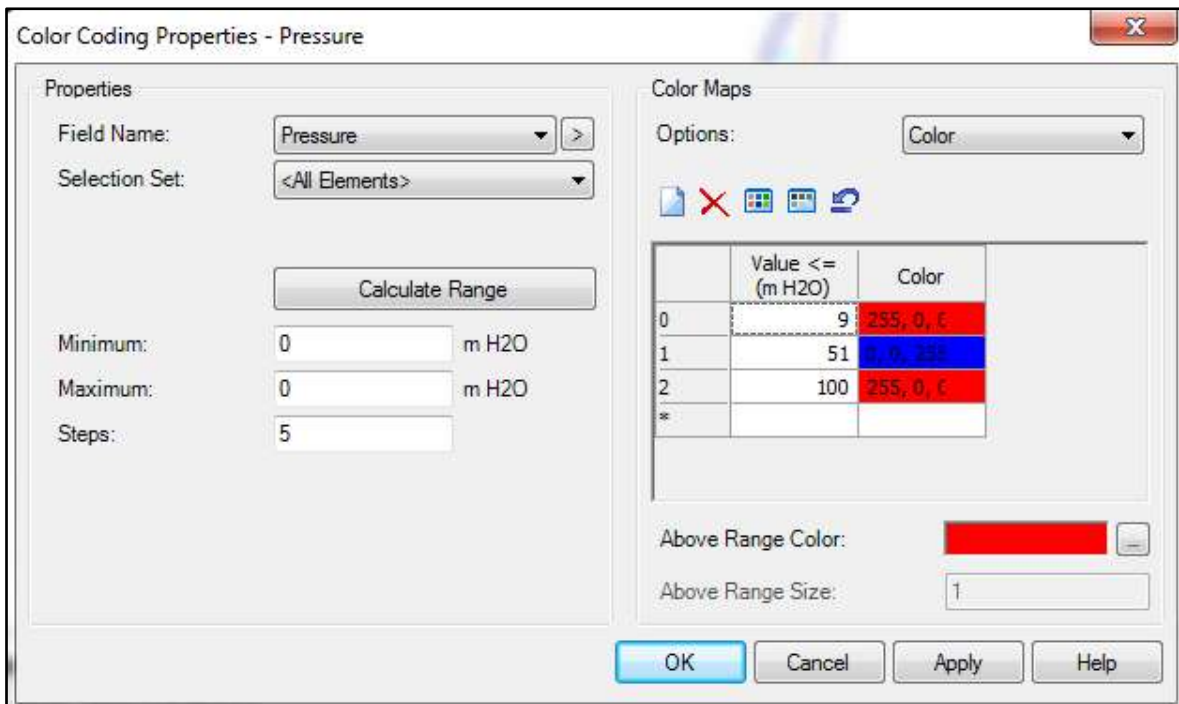


Figura 23 Configuración de presión de tubería por color.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

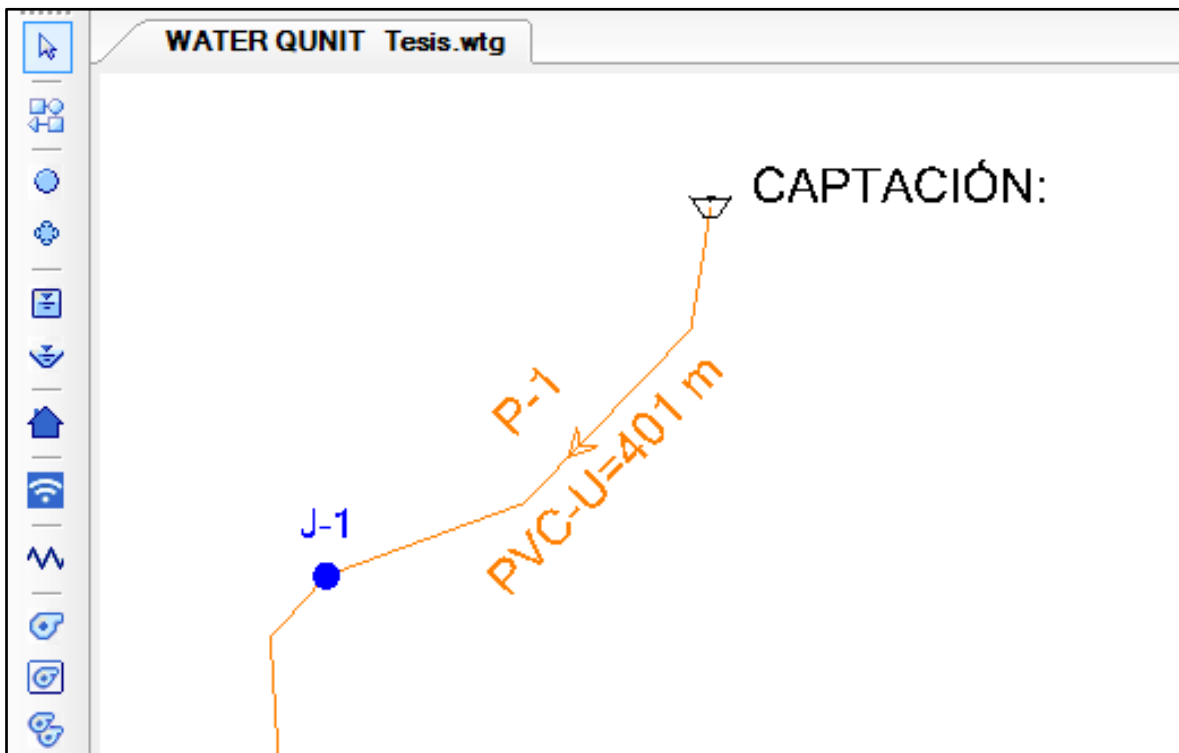


Figura 24 Creación de Captación, Reservorio, Pipes y Nodos.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.4. Recuperar la planimetría de la zona del estudio

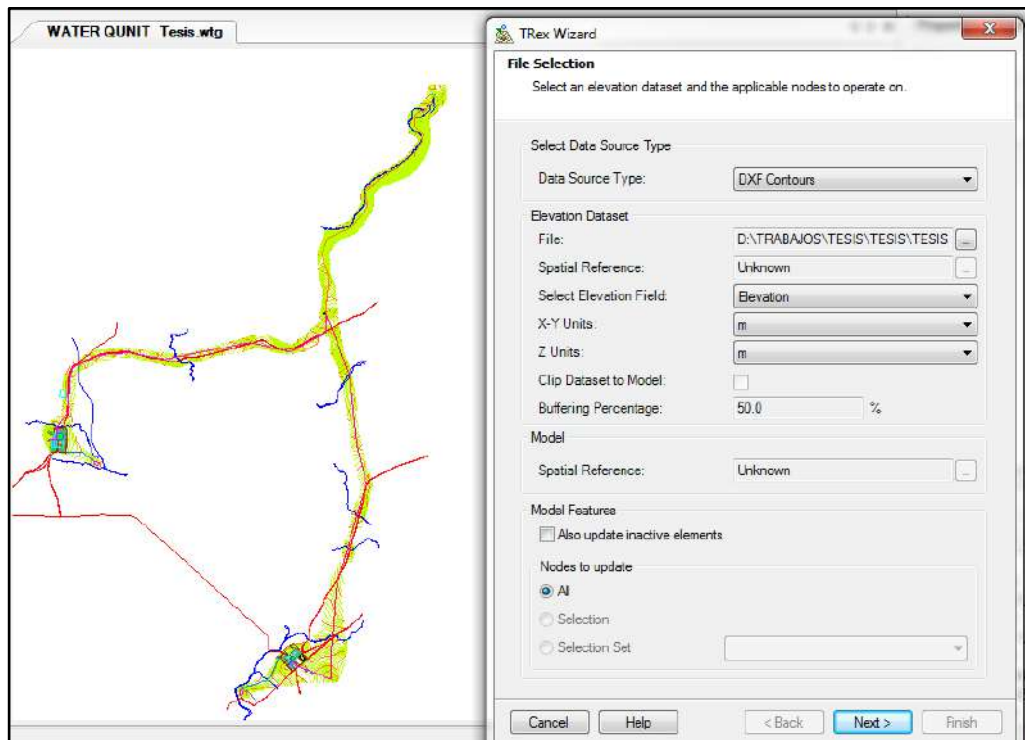


Figura 25 Selección de la superficie.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

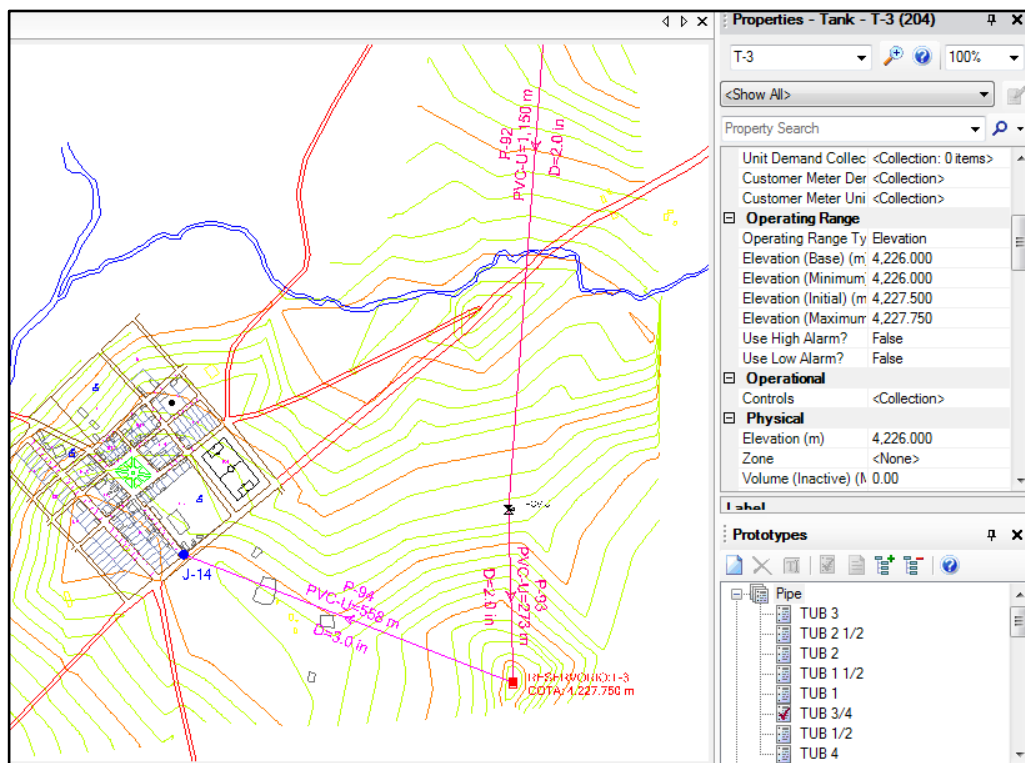


Figura 26 Rango de elevación en reservorio.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.5. Ingreso de datos.

Tabla 28 Demanda Unitaria C.P. Rosario.

<b>CUADRO DE DEMANDA UNITARIO C.P. ROSARIO</b>							
NODO	MANZANA	LOTE	CU L/Seg.VIV	VIV. CONECTADA	VIVIENDAS POR NODO	DEMANDA L/Seg.	DEMANDA POR NODO
J-35	A-10	1	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365
J-40	A-10	3	0.0136538	1		0.01365	
J-40	A-10	4	0.0136538	1		0.01365	
J-40	A-10	6	0.0136538	1	3	0.01365	0.04096
J-41	A-10	9	0.0136538	1		0.01365	
J-41	A-10	10	0.0136538	1	2	0.01365	0.02731
J-47	A-9	7	0.0136538	1		0.01365	
J-47	A-9	6	0.0136538	1	2	0.01365	0.02731
J-48	A-9	5	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365
J-42	A-10	2	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-10	5	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-10	7	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-10	8	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-10	11	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-15	14	0.0136538	1	6	0.01365	0.08192
J-43	A-9	1	0.0136538	1		0.01365	
J-43	A-9	2	0.0136538	1		0.01365	
J-43	A-9	3	0.0136538	1		0.01365	
J-43	A-9	4	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-45	A-8	1	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	1	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	4	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-14	10	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	5	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	6	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	7	0.0136538	1	7	0.01365	0.09558
J-49	A-7	1	0.0136538	1		0.01365	
J-49	A-7	2	0.0136538	1		0.01365	
J-49	A-7	3	0.0136538	1		0.01365	
J-49	A-7	4	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-50	A-6	2	0.0136538	1		0.01365	
J-50	A-6	3	0.0136538	1		0.01365	
J-50	A-5	11	0.0136538	1	3	0.01365	0.04096
J-44	A-15	4	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	5	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	6	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	7	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	8	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	9	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	10	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	11	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	12	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	13	0.0136538	1	10	0.01365	0.13654

J-36	A-15	1	0.0136538	1		0.01365	
J-36	A-15	2	0.0136538	1		0.01365	
J-36	A-15	3	0.0136538	1		0.01365	
J-36	A-16	10	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-37	A-14	1	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	2	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	3	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	4	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	5	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	6	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	7	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	8	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	9	0.0136538	1	9	0.01365	0.12288
J-46	A-11	1	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	2	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	3	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	4	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	5	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	11	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	12	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	13	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	14	0.0136538	1	9	0.01365	0.12288
J-58	A-16	1	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	2	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	3	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	4	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	5	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	6	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	7	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	8	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	9	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	15	0.0136538	1	10	0.01365	0.13654
J-57	A-12	1	0.0136538	1		0.01365	
J-57	A-13	1	0.0136538	1		0.01365	
J-57	A-1	1	0.0136538	1		0.01365	
J-57	A-1	2	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-38	A-13	2	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	3	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	4	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	5	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	6	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	4	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	5	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	6	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	7	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	8	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	9	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	10	0.0136538	1	12	0.01365	0.16385
J-51	A-5	1	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-5	2	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-5	3	0.0136538	1		0.01365	

J-51	A-4	4	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-4	5	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-4	6	0.0136538	1	6	0.01365	0.08192
J-52	A-4	1	0.0136538	1		0.01365	
J-52	A-4	3	0.0136538	1	2	0.01365	0.02731
J-53	A-3	1	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365
J-54	A-4	2	0.0136538	1		0.01365	
J-54	A-3	2	0.0136538	1		0.01365	
J-54	A-3	3	0.0136538	1	3	0.01365	0.04096
J-59	A-11	2	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365

**Total**

**104**

**1.42**

° Consumo máximo horario (Qmh)	1.42	Lts/s
° UNIDAD DE DEMANDA (Qunit)	0.0136538	Lts/s
° Numero de viviendas	104	Vivienda

Tabla 29 Demanda Unitaria C.P. San Jose.

**CUADRO DE DEMANDA UNITARIO C.P. SAN JOSE**

NODO	MANZANA	LOTE	CU L/Seg.VIV	VIV. CONECTADA	VIVIENDAS POR NODO	DEMANDA L/Seg.	DEMANDA POR NODO
J-15	B-5	12	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	5	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	6	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	7	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	8	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	9	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	10	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	11	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	12	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	13	0.0136296	1	10	0.01363	0.13630
J-19	B-15	5	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-15	6	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-15	7	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-15	8	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-6	2	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-6	3	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-6	4	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-29	B-6	1	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	14	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	15	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	16	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	17	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	18	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	19	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	20	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	21	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	22	0.0136296	1		0.01363	

J-29	B-7	1	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	2	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	3	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	4	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	5	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	6	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	7	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	8	0.0136296	1	18	0.01363	0.24533
J-20	B-16	4	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-16	5	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-16	6	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-16	7	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-15	9	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-15	10	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	1	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	2	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	3	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	4	0.0136296	1	10	0.01363	0.13630
J-22	B-9	1	0.0136296	1		0.01363	
J-22	B-9	2	0.0136296	1		0.01363	
J-22	B-9	3	0.0136296	1		0.01363	
J-22	B-16	8	0.0136296	1		0.01363	
J-22	B-11	4	0.0136296	1	5	0.01363	0.06815
J-28	B-10	1	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	2	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	3	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	4	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	5	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	6	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	7	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-11	1	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-11	2	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-11	3	0.0136296	1	10	0.01363	0.13630
J-23	B-16	1	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-16	2	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-16	3	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-17	8	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-17	9	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-17	10	0.0136296	1	6	0.01363	0.08178
J-16	B-15	1	0.0136296	1		0.01363	
J-16	B-15	2	0.0136296	1		0.01363	
J-16	B-15	3	0.0136296	1		0.01363	
J-16	B-15	4	0.0136296	1	4	0.01363	0.05452
J-18	B-5	1	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	2	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	3	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	4	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	5	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	6	0.0136296	1	6	0.01363	0.08178
J-17	B-14	5	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-14	6	0.0136296	1		0.01363	



J-17	B-14	7	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-14	8	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-14	9	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	2	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	3	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	4	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	5	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	6	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	7	0.0136296	1	11	0.01363	0.14993
J-24	B-17	1	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-17	11	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-17	12	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-13	7	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-12	1	0.0136296	1	5	0.01363	0.06815
J-26	B-14	1	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-14	10	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-14	11	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	3	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	4	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	5	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	6	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-25	B-13	1	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	2	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	8	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	9	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	10	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-2	4	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-2	5	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-30	B-1	1	0.0136296	1		0.01363	
J-30	B-2	1	0.0136296	1		0.01363	
J-30	B-2	3	0.0136296	1	3	0.01363	0.04089
J-31	B-3	1	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	12	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	13	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	14	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	15	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	16	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-2	2	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-32	B-3	9	0.0136296	1		0.01363	
J-32	B-3	10	0.0136296	1		0.01363	
J-32	B-3	11	0.0136296	1	3	0.01363	0.04089
J-27	B-5	7	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	8	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	9	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	10	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	11	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-14	2	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-14	3	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-14	4	0.0136296	1	8	0.01363	0.10904
J-33	B-4	1	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	2	0.0136296	1		0.01363	

J-33	B-3	3	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	4	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	5	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	6	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	7	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	8	0.0136296	1	8	0.01363	0.10904

**Total**

**135**

**1.84**

° Consumo máximo horario (Qmh)	1.84	Lts/s
° UNIDAD DE DEMANDA (Qunit)	0.0136296	Lts/s
° Número de viviendas	135	Vivienda

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

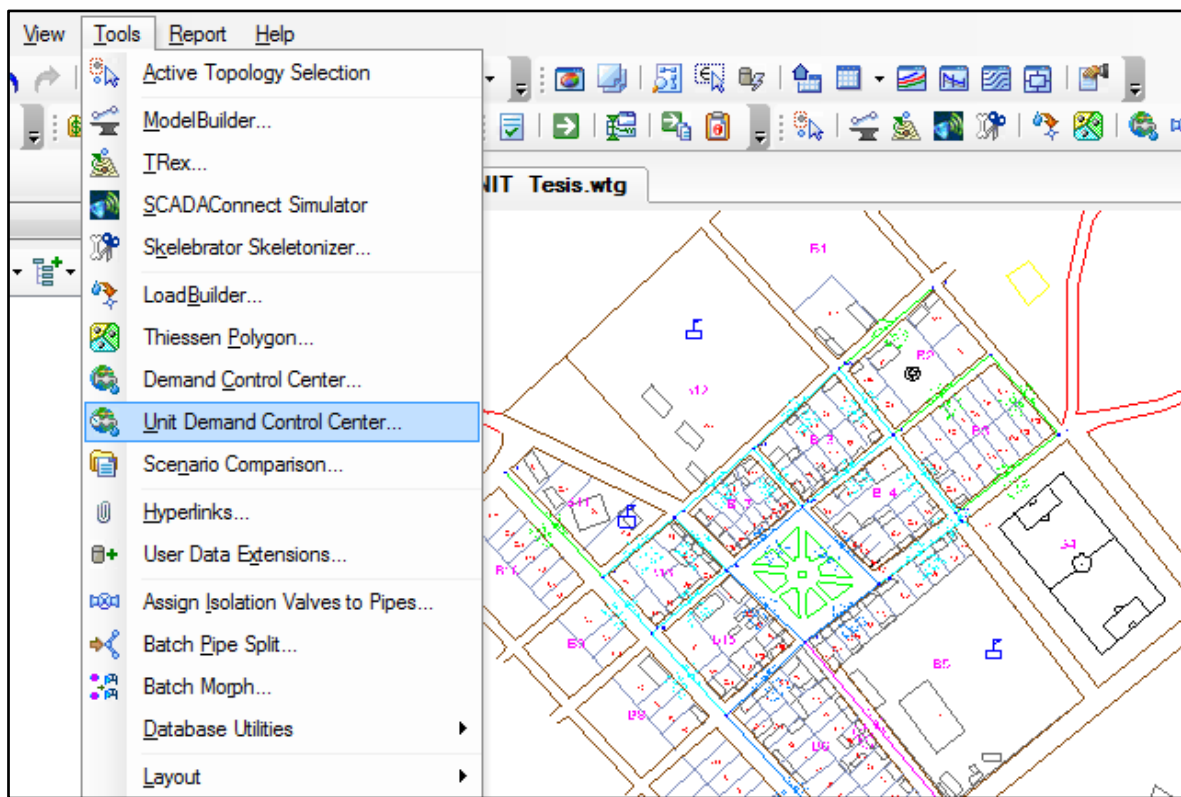


Figura 27 Asignación Unidad de Demanda por nodo.

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

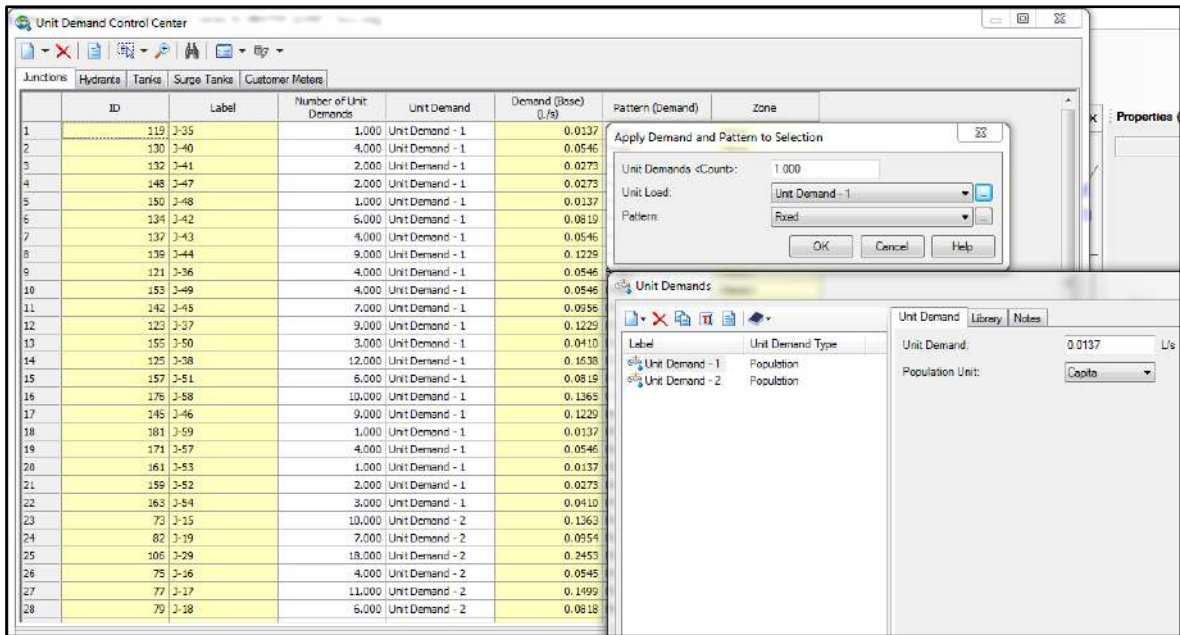


Figura 28 Asignación de Unidad de Demanda por nodo.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.6. Ejecutar el programa WaterGEMS.

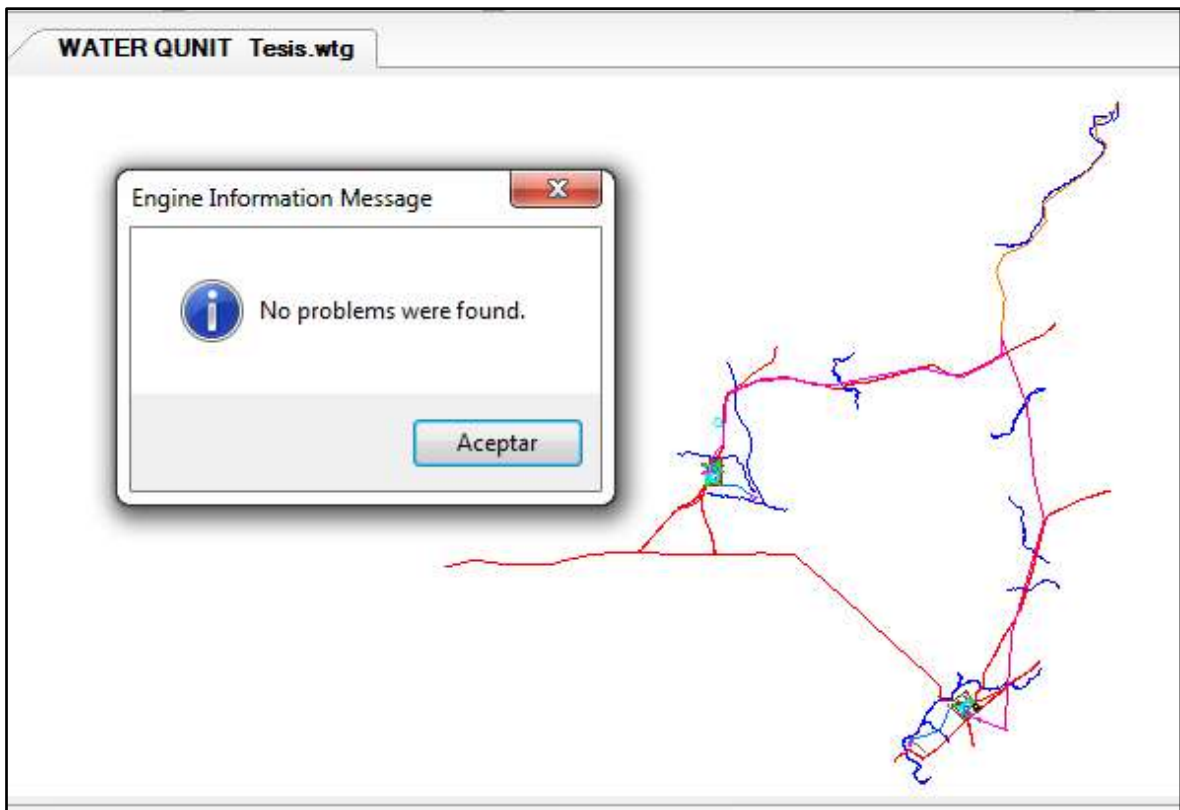


Figura 29 Validación de problemas del diseño hidráulico UD.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

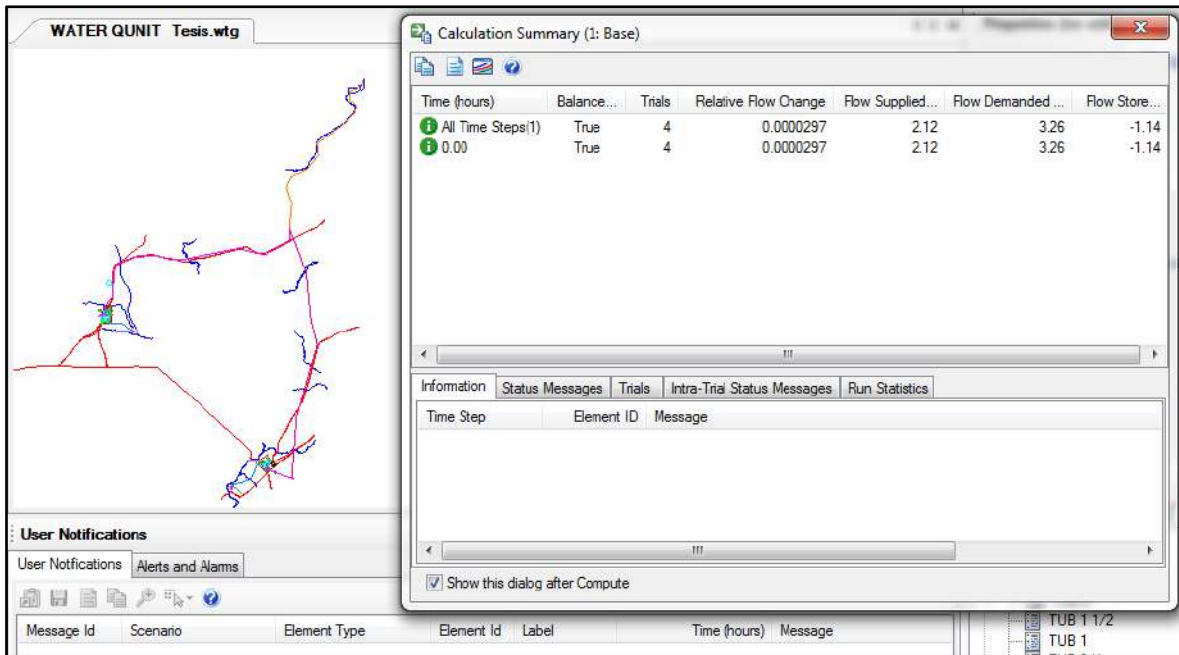


Figura 30 Cálculo de diseño hidráulico Unidad de Demanda.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.7. Visualizar y verificar resultados cuadro de presiones.

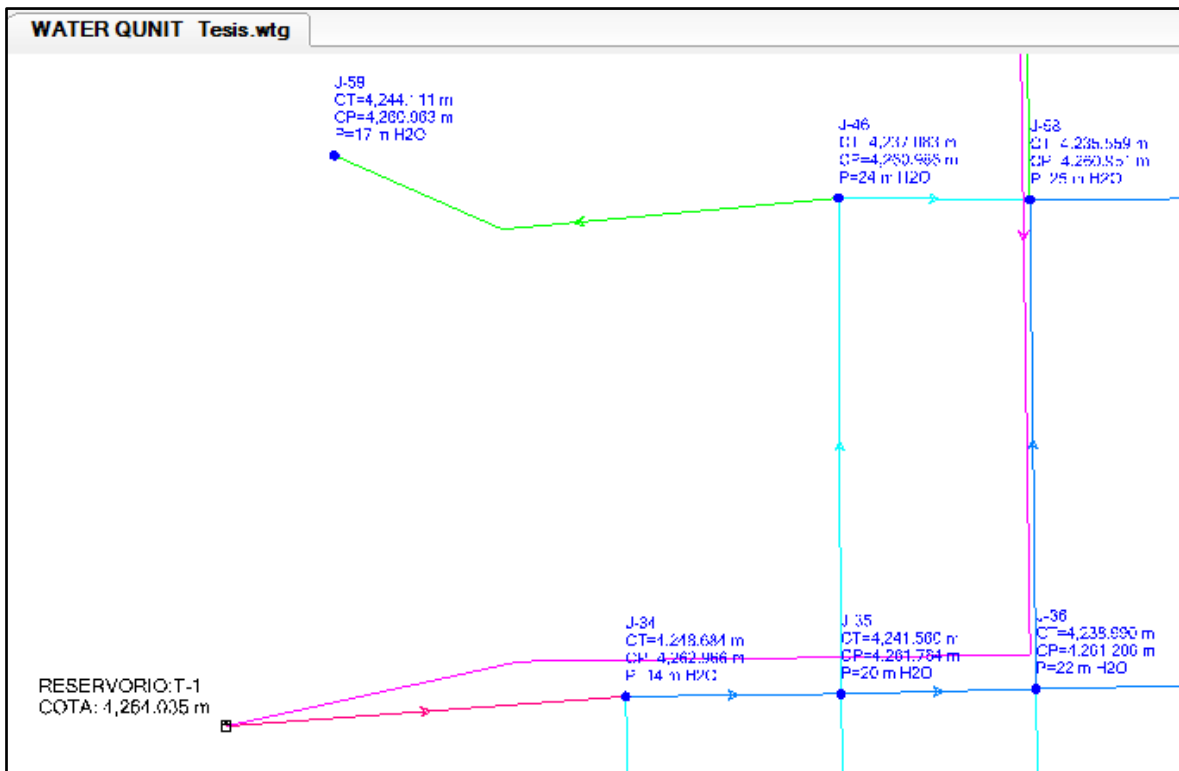


Figura 31 Presiones del diseño hidráulico UD, C.P. Rosario.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

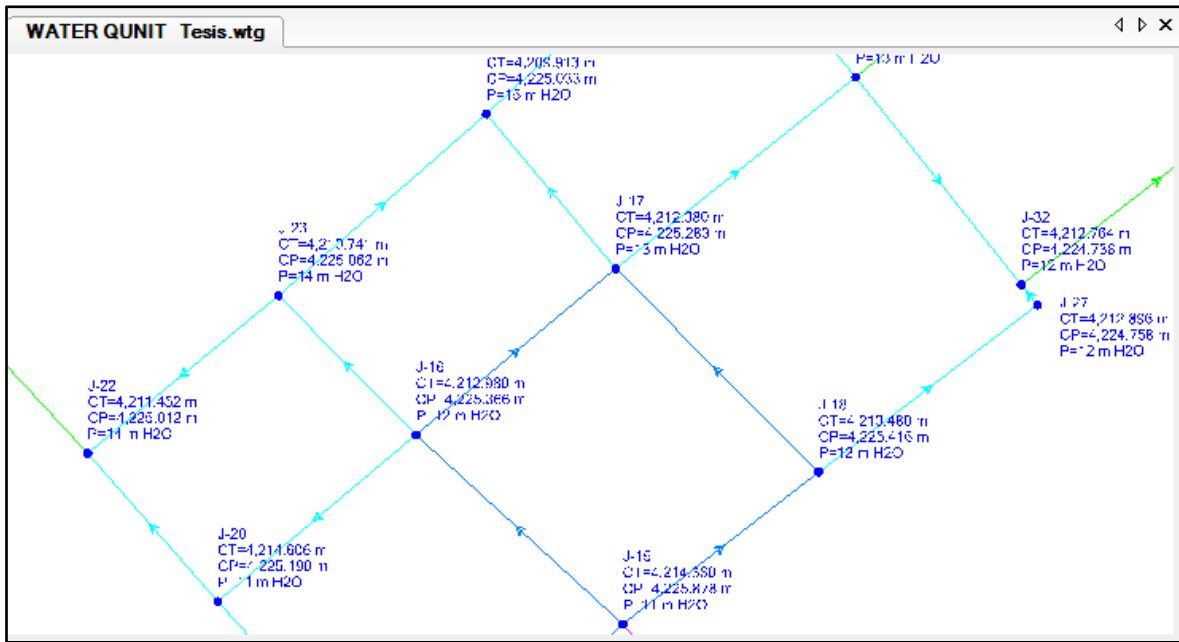


Figura 32 Presiones del diseño hidráulico UD, C.P. San Jose.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 30 Cuadro de Nodos LC (Captación - CDC) UD.

<b>CUADRO DE NODOS - LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>						
<b>TRAMO (CAPTACIÓN - CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES)</b>						
Nº	LABEL	ELEVACIÓN (m)	ALTURA HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	CAPTACIÓN	4353.721	4353.721	0	437358.400	8106667.610
2	J-1	4344.567	4350.694	6	437090.570	8106410.820
3	J-2	4319.500	4346.486	27	437169.980	8105937.910
4	J-3	4286.648	4337.770	51	436286.240	8105205.430
5	J-4	4287.348	4329.577	42	435698.380	8104448.310
6	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 31 Cuadro de nodos LC (CDC - Reservorio N°01) UD.

<b>TRAMO (CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°01)</b>						
N°	LABEL	ELEVACIÓN (m)	ALTURA HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870
2	J-5	4243.029	4279.946	37	434483.390	8102819.800
3	J-6	4239.444	4278.662	39	432577.710	8102657.140
4	J-7	4233.985	4278.061	44	431711.400	8102436.790
5	J-8	4226.286	4277.584	51	431633.390	8101726.310
6	RESERVORIO N°01	4264.035			431299.310	8101288.670

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 32 Cuadro de nodos LC (CDC - Reservorio N°02) UD.

<b>TRAMO (CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°02)</b>						
N°	LABEL	ELEVACIÓN (m)	ALTURA HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870
2	J-60	4264.850	4277.163	12	435844.530	8102820.920
3	J-12	4234.506	4264.019	29	436157.910	8101178.010
4	J-13	4218.719	4246.101	27	435827.110	8098966.250
5	RESERVORIO N°02	4227.750			435749.640	8097546.300

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 33 Cuadro de Nodos redes de agua potable (C.P. Rosario) UD.

<b><u>CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE</u></b>						
<b>CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. ROSARIO</b>						
N°	LABEL	ELEVACIÓN (m)	ALTURA HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	RESERVORIO N°01	4264.035			431299.310	8101288.670
2	J-34	4248.684	4262.966	14	431375.940	8101294.370
3	J-35	4241.560	4261.764	20	431417.170	8101294.860
4	J-36	4238.990	4261.206	22	431454.630	8101295.810
5	J-37	4233.688	4260.905	27	431547.730	8101297.810
6	J-38	4231.566	4260.852	29	431548.210	8101390.120
7	J-40	4252.023	4262.017	10	431377.520	8101229.960
8	J-41	4250.380	4261.436	11	431371.810	8101170.610
9	J-42	4245.875	4261.258	15	431421.150	8101169.950

10	J-43	4243.850	4261.099	17	431443.990	8101169.570
11	J-44	4242.716	4261.036	18	431456.840	8101169.150
12	J-45	4235.022	4260.828	26	431544.460	8101167.960
13	J-46	4237.083	4260.986	24	431416.770	8101389.910
14	J-47	4245.464	4261.200	16	431366.230	8101111.690
15	J-48	4242.966	4261.139	18	431409.950	8101110.260
16	J-49	4233.800	4260.648	27	431544.150	8101108.490
17	J-50	4230.414	4260.803	30	431605.080	8101298.730
18	J-51	4229.210	4260.509	31	431601.560	8101391.800
19	J-52	4230.896	4260.507	30	431546.450	8101443.810
20	J-53	4230.481	4260.501	30	431545.690	8101471.340
21	J-54	4229.309	4260.412	31	431599.690	8101445.040
22	J-57	4230.663	4260.702	30	431451.980	8101471.680
23	J-58	4235.559	4260.951	25	431453.460	8101389.630
24	J-59	4244.111	4260.963	17	431320.050	8101398.070

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 34 Cuadro de Nodos redes de agua potable (C.P. San Jose) UD.

<b>CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. SAN JOSE</b>						
Nº	LABEL	ELEVACIÓN (m)	ALTURA HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	RESERVORIO N°02	4227.750			435749.640	8097546.300
2	J-14	4214.704	4226.166	11	435229.360	8097748.750
3	J-15	4214.360	4225.878	11	435151.600	8097840.910
4	J-16	4212.980	4225.366	12	435108.590	8097880.290
5	J-17	4212.380	4225.283	13	435150.120	8097914.870
6	J-18	4213.480	4225.416	12	435192.310	8097872.530
7	J-19	4215.515	4225.511	10	435108.390	8097800.340
8	J-20	4214.606	4225.190	11	435067.410	8097845.600
9	J-22	4211.452	4225.012	14	435040.370	8097876.440
10	J-23	4210.741	4225.062	14	435080.030	8097909.260
11	J-24	4209.913	4225.033	15	435123.240	8097947.010
12	J-25	4210.398	4224.742	14	435170.280	8097990.760
13	J-26	4211.512	4224.741	13	435200.010	8097954.660
14	J-27	4212.896	4224.758	12	435237.780	8097907.290
15	J-28	4205.050	4223.719	19	434987.150	8097933.940
16	J-29	4215.159	4225.319	10	435185.430	8097716.140
17	J-30	4208.599	4224.621	16	435221.950	8098035.360
18	J-31	4209.486	4224.062	15	435253.310	8097998.550
19	J-32	4212.764	4224.738	12	435234.430	8097911.500
20	J-33	4210.050	4224.058	14	435290.940	8097954.890

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.8. Visualizar y verificar resultados del cálculo Hidráulico por el método unidad de demanda

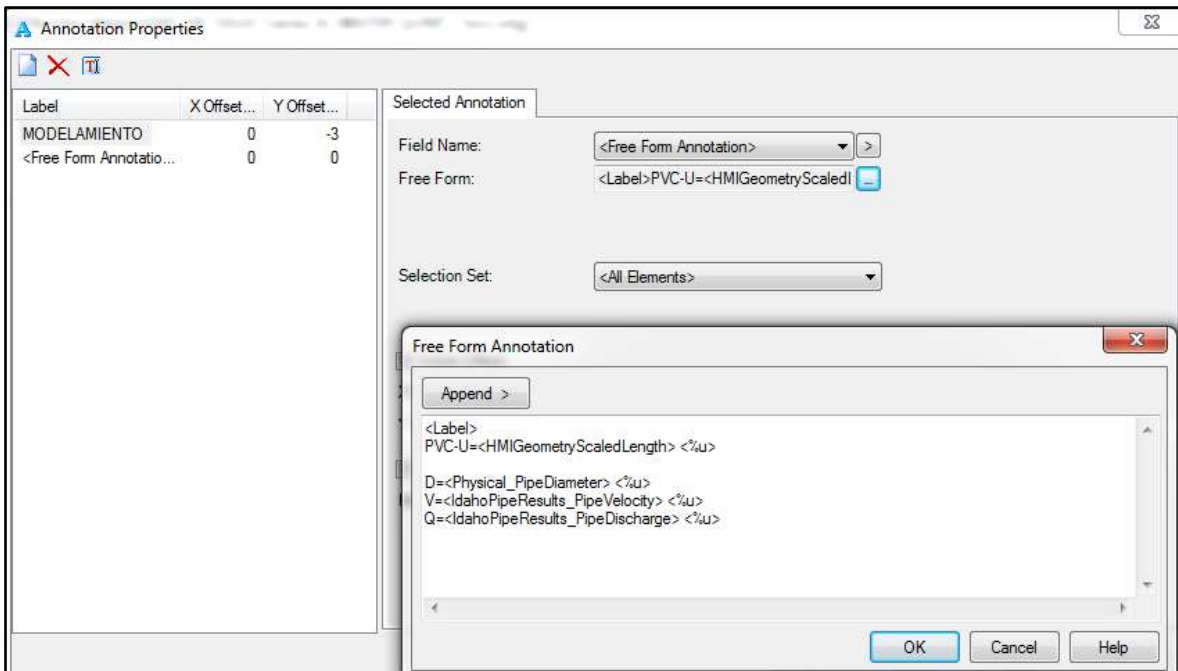


Figura 33 Etiquetado de (Pipe, L, D, V, Q) UD.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

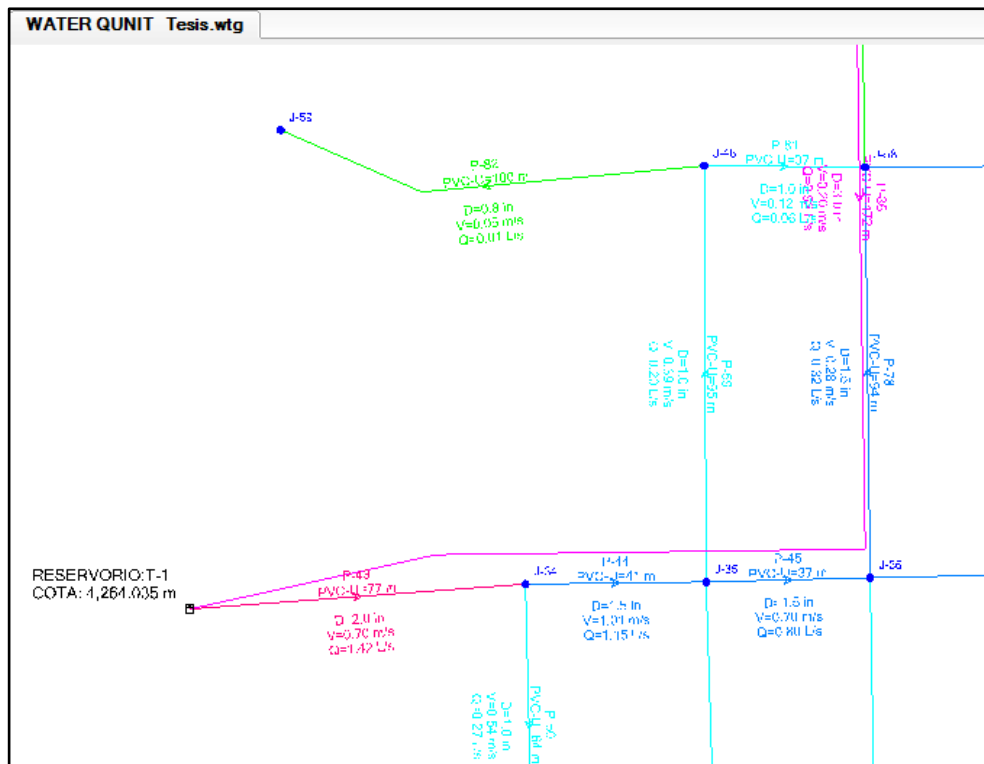


Figura 34 Visualización de Pipe, L, Q, V, D (C.P. Rosario) UD.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).



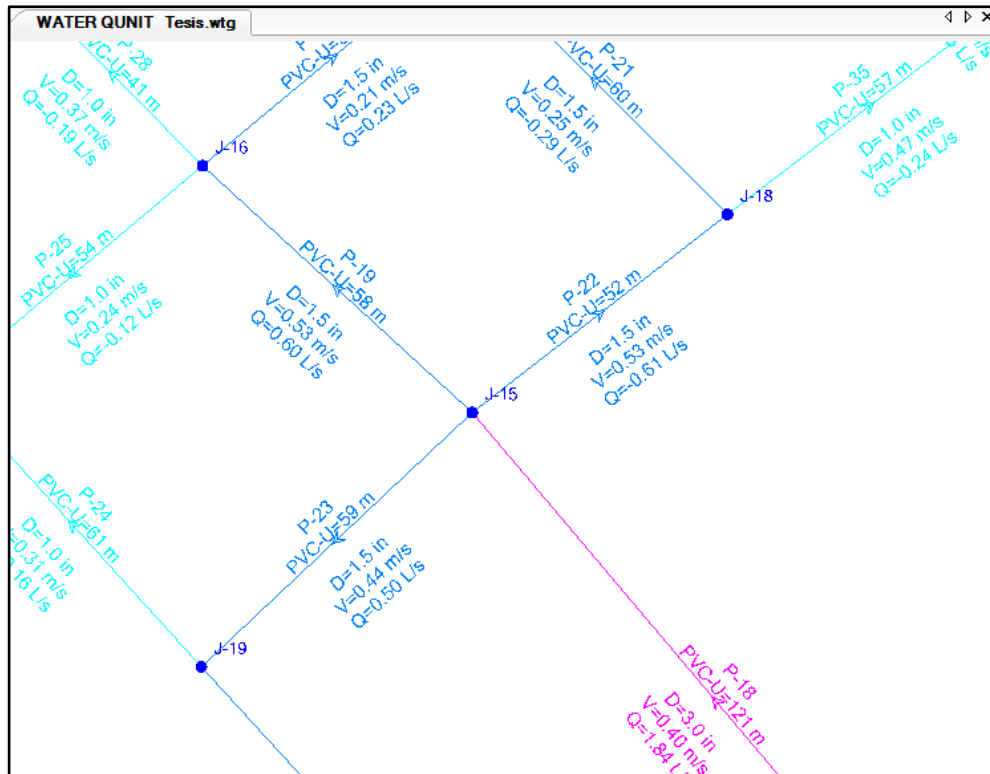


Figura 35 Visualización de Pipe, L, Q, V, D (C.P. San Jose) UD.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 35 Cuadro de Redes de tubería LC (Captación - CDC) UD.

### CUADRO DE REDES - LÍNEA DE CONDUCCIÓN

#### TRAMO (CAPTACIÓN - CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES)

Nº	LABEL	LONGIT UD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-1	401	R-1	J-1	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
2	P-2	558	J-1	J-2	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
3	P-3	1155	J-2	J-3	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
4	P-4	1085	J-3	J-4	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
5	P-83	975	J-4	FCV-1	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
6	P-84	238	FCV-1	R-2	2.5	PVC	150	2.12	0.67	<b>4412</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 36 Cuadro de Redes de tubería LC (CDC - Reservorio N°01) UD.

<b>TRAMO (CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°01)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-6	1592	R-2	J-5	3	PVC	150	0.92	0.2	
2	P-7	1941	J-5	J-6	3	PVC	150	0.92	0.2	
3	P-8	907	J-6	J-7	3	PVC	150	0.92	0.2	
4	P-9	721	J-7	J-8	3	PVC	150	0.92	0.2	
5	P-85	171	J-8	FCV-2	3	PVC	150	0.92	0.2	
6	P-86	473	FCV-2	T-1	3	PVC	150	0.92	0.2	<b>5805</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 37 Cuadro de Redes de tubería LC (CDC - Reservorio N°02) UD.

<b>TRAMO (CÁMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°02)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-89	492	R-2	J-60	2	PVC	150	1.2	0.59	
2	P-90	1685	J-60	J-12	2	PVC	150	1.2	0.59	
3	P-15	2296	J-12	J-13	2	PVC	150	1.2	0.59	
4	P-92	1150	J-13	FCV-3	2	PVC	150	1.2	0.59	
5	P-93	273	FCV-3	T-3	2	PVC	150	1.2	0.59	<b>5896</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 38 Cuadro de Redes de tubería redes de distribución (C.P. Rosario) UD.

<b>CUADRO DE REDES - REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>										
<b>CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE - C.P. ROSARIO</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-43	78	T-1	J-34	2	PVC	150	1.42	0.7	<b>78</b>
2	P-44	42	J-34	J-35	1.5	PVC	150	1.15	1.01	
3	P-45	38	J-35	J-36	1.5	PVC	150	0.8	0.7	
4	P-46	93	J-36	J-37	1.5	PVC	150	0.35	0.31	
5	P-47	92	J-37	J-38	1.5	PVC	150	0.14	0.12	
6	P-78	94	J-36	J-58	1.5	PVC	150	0.32	0.28	
7	P-79	95	J-58	J-38	1.5	PVC	150	0.19	0.17	<b>454</b>
8	P-50	65	J-34	J-40	1	PVC	150	0.27	0.54	
9	P-51	60	J-40	J-41	1	PVC	150	0.22	0.43	

10	P-52	50	J-41	J-42	1	PVC	150	0.13	0.25	
11	P-53	125	J-42	J-35	1	PVC	150	-0.14	0.27	
12	P-54	23	J-42	J-43	1	PVC	150	0.18	0.36	
13	P-55	13	J-43	J-44	1	PVC	150	0.15	0.3	
14	P-56	127	J-44	J-36	1	PVC	150	-0.07	0.15	
15	P-57	88	J-44	J-45	1	PVC	150	0.1	0.2	
16	P-58	130	J-45	J-37	1	PVC	150	-0.05	0.1	
17	P-59	95	J-35	J-46	1	PVC	150	0.2	0.39	
18	P-81	37	J-46	J-58	1	PVC	150	0.06	0.12	<b>813</b>
19	P-61	59	J-41	J-47	0.8	PVC	150	0.06	0.22	
20	P-62	44	J-47	J-48	0.8	PVC	150	0.04	0.13	
21	P-63	69	J-48	J-43	0.8	PVC	150	0.02	0.08	
22	P-64	59	J-45	J-49	0.8	PVC	150	0.05	0.19	
23	P-65	57	J-37	J-50	0.8	PVC	150	0.04	0.14	
24	P-66	53	J-38	J-51	0.8	PVC	150	0.08	0.29	
25	P-67	54	J-38	J-52	0.8	PVC	150	0.08	0.29	
26	P-68	28	J-52	J-53	0.8	PVC	150	0.01	0.05	
27	P-69	53	J-52	J-54	0.8	PVC	150	0.04	0.14	
28	P-80	82	J-58	J-57	0.8	PVC	150	0.05	0.19	
29	P-82	100	J-46	J-59	0.8	PVC	150	0.01	0.05	<b>658</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 39 Cuadro de Redes de tubería redes de distribución (C.P. San Jose) UD.

#### CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE - C.P. SAN JOSE

N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-94	558	T-3	J-14	3	PVC	150	1.84	0.4	
2	P-18	121	J-14	J-15	3	PVC	150	1.84	0.4	<b>679</b>
3	P-19	58	J-15	J-16	1.5	PVC	150	0.6	0.53	
4	P-20	54	J-16	J-17	1.5	PVC	150	0.23	0.21	
5	P-21	60	J-17	J-18	1.5	PVC	150	-0.29	0.25	
6	P-22	52	J-18	J-15	1.5	PVC	150	-0.61	0.53	
7	P-23	59	J-15	J-19	1.5	PVC	150	0.5	0.44	
8	P-37	114	J-19	J-29	1.5	PVC	150	0.25	0.22	<b>397</b>
9	P-24	61	J-19	J-20	1	PVC	150	0.16	0.31	
10	P-25	54	J-20	J-16	1	PVC	150	-0.12	0.24	
11	P-26	41	J-20	J-22	1	PVC	150	0.14	0.28	
12	P-27	51	J-22	J-23	1	PVC	150	-0.06	0.12	
13	P-28	41	J-23	J-16	1	PVC	150	-0.19	0.37	
14	P-29	57	J-23	J-24	1	PVC	150	0.04	0.09	
15	P-30	42	J-24	J-17	1	PVC	150	-0.17	0.33	
16	P-31	64	J-24	J-25	1	PVC	150	0.14	0.28	
17	P-32	47	J-25	J-26	1	PVC	150	0.01	0.02	
18	P-33	64	J-26	J-17	1	PVC	150	-0.2	0.4	
19	P-35	57	J-27	J-18	1	PVC	150	-0.24	0.47	

20	P-40	55	J-26	J-32	1	PVC	150	0.01	0.02	
21	P-41	5	J-32	J-27	1	PVC	150	-0.13	0.26	639
22	P-36	79	J-22	J-28	0.8	PVC	150	0.14	0.48	
23	P-38	68	J-25	J-30	0.8	PVC	150	0.04	0.14	
24	P-39	69	J-26	J-31	0.8	PVC	150	0.1	0.36	
25	P-42	71	J-32	J-33	0.8	PVC	150	0.1	0.36	
26	P-95	58	J-33	J-31	0.8	PVC	150	-0.01	0.03	345

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.5.9. Resumen de metrado de redes.

Tabla 40 Cuadro de resumen de metrado (C.P. Rosario) UD.

CUADRO DE RESUMEN DE TUBERÍAS - C.P. ROSARIO - SUB SISTEMA 01									
Descripción	Diámetros Tubería PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a>								Long. Total (ml)
Diámetro referencia (pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
Diámetro nominal (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20	
Línea de conducción (C-CDC-R 01)	-	5,805	4,412	-	-	-	-	-	10,217
Línea de Aducción	-	-	-	78	-	-	-	-	78
Red de distribución	-	-	-	-	454	813	658	-	1,925
TOTAL									12,220

Tabla 41 Tabla 38 Cuadro de resumen de metrado (C.P. San Jose) UD.

CUADRO DE RESUMEN DE TUBERÍAS - C.P. SAN JOSE - SUB SISTEMA 02									
Descripción	Diámetros Tubería PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a>								Long. Total (ml)
Diámetro referencia (pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
Diámetro nominal (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20	
Línea de conducción (CDC-R 02)	-			5,896					5,896
Línea de aducción	-	679							679
Red de distribución	-				397	639	345		1,381
TOTAL									7,956

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6. REDES DE DISTRIBUCIÓN MÉTODO POLÍGONO DE THYSSSEN

El diseño hidráulico de los sub sistemas se desarrolló con el programa de computo Bentley, software WaterGEMS V8i Serie 6, con un entorno grafico de ArcGIS, con una cartografía planimétrica entorno Shapefile (\*.SHP).

Procedimiento de cálculo:

#### 3.1.6.1. *Elaboración del polígono de Thyssen C.P. Rosario.*

Una vez elaborado el plano de lotización y manzaneo de los sub sistemas I y II, con la red trazado por el método de unidad de demanda, se trabajó sobre la misma base de datos del diseño hidráulico, el trazo de redes nos apoyó en el trazo o delimitación del polígono de Thyssen, poniendo en consideración que las redes y nodos de los sub sistemas deben estar comprendidas por el polígono trazado. Con la finalidad de que en el momento de la distribución de caudales no se tenga ningún problema. Se utilizó el programa AutoCAD Civil 3D 2015, donde se dibujó el polígono de Thyssen, con un área que comprende los nodos y redes de distribución de agua potable, para la figura representa la línea amarilla.



Figura 36 Polígono de Thyssen C.P. Rosario.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.2. Creación, configuración y asignación de CMH del proyecto en ArcGIS.

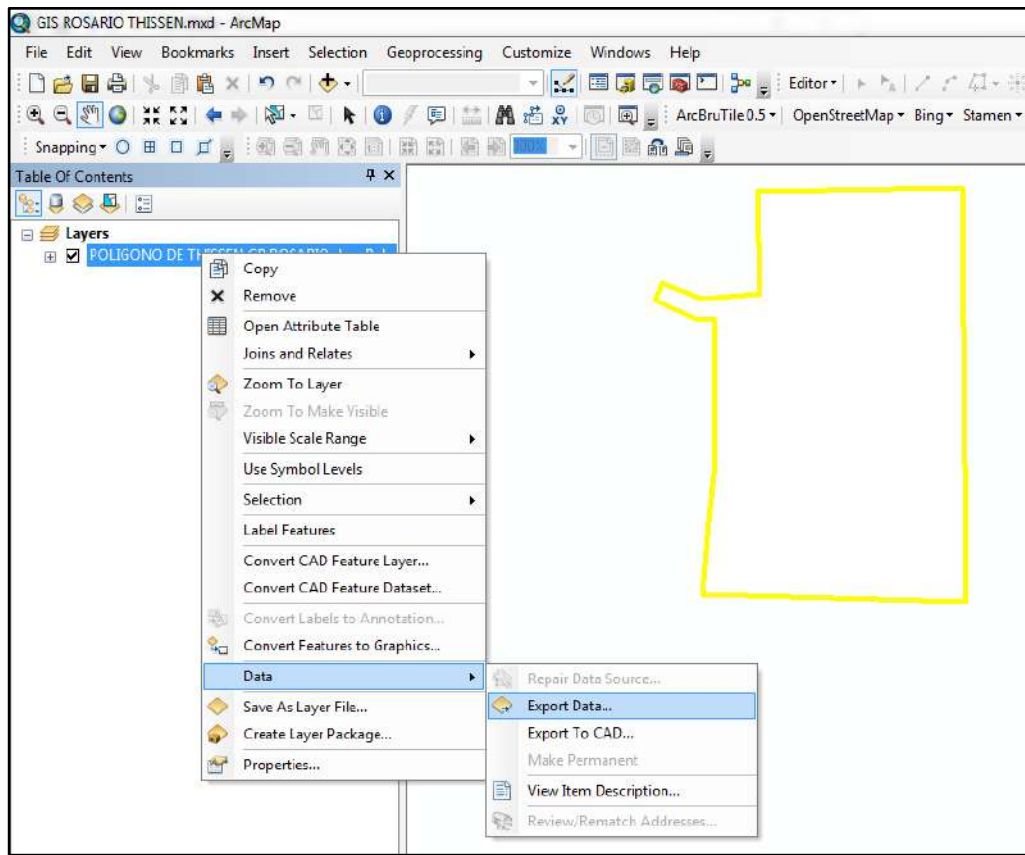


Figura 37 Exportación de datos a un formato Shapefile C.P. Rosario método Thyssen. Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

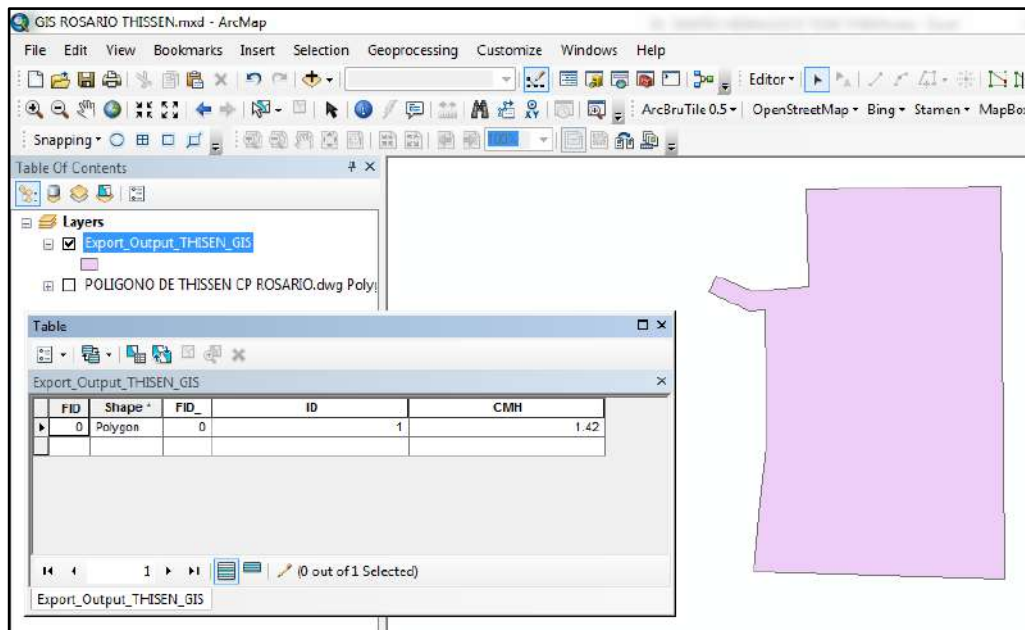


Figura 38 Asignación de CMH C.P. Rosario método Thyssen. Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.3. Creación del Polígono de Thysen en WaterGEMS C.P. Rosario.

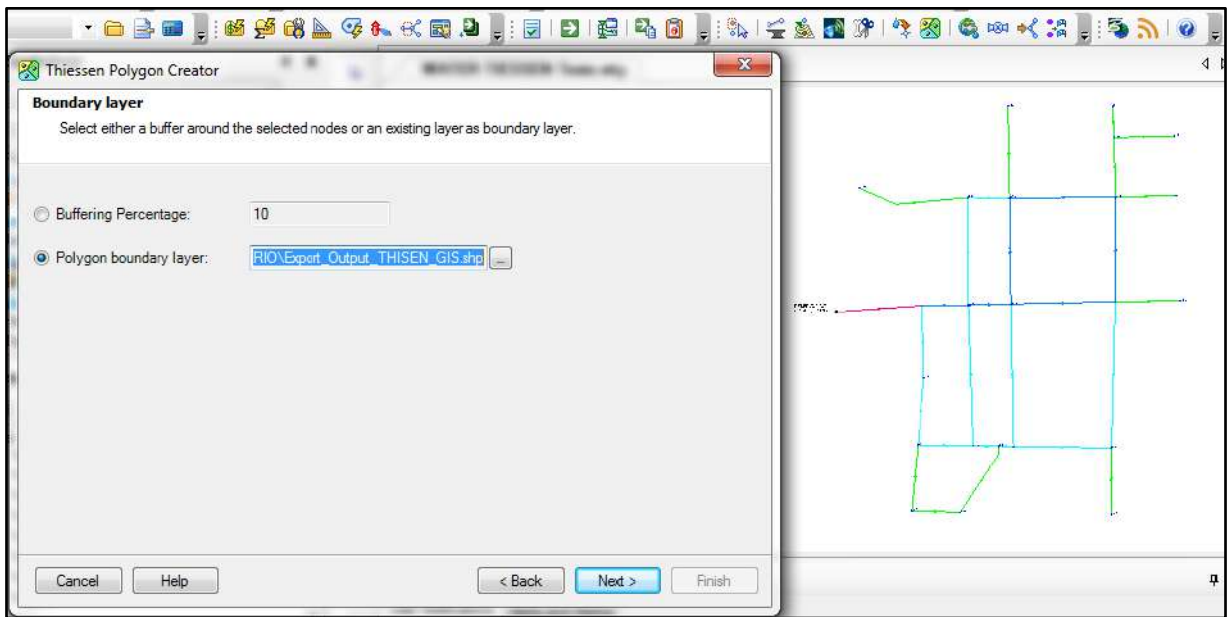


Figura 39 Creación de Polígono de Thysen C.P. Rosario método Thysen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

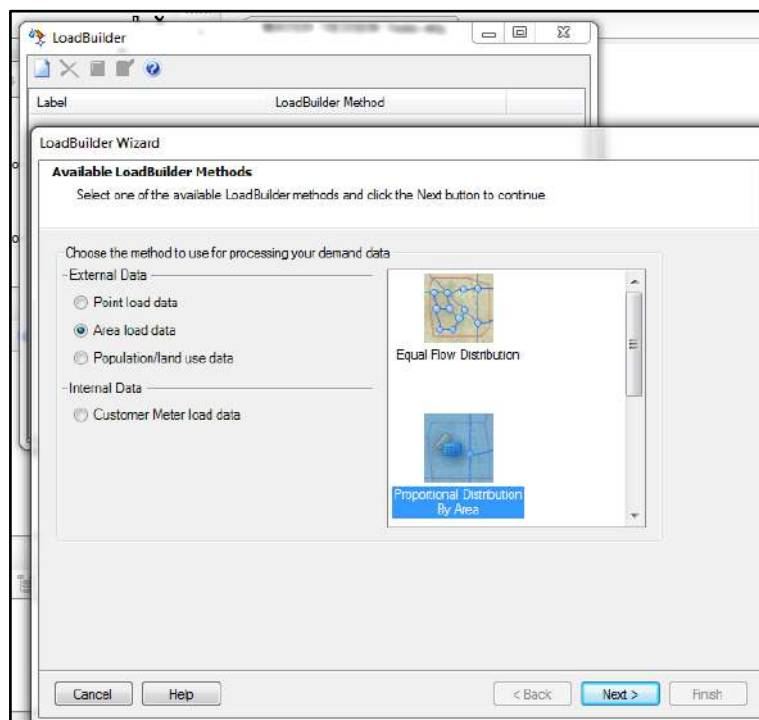


Figura 40 Distribución de demanda por área con LoadBuilder C.P. Rosario método Thysen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

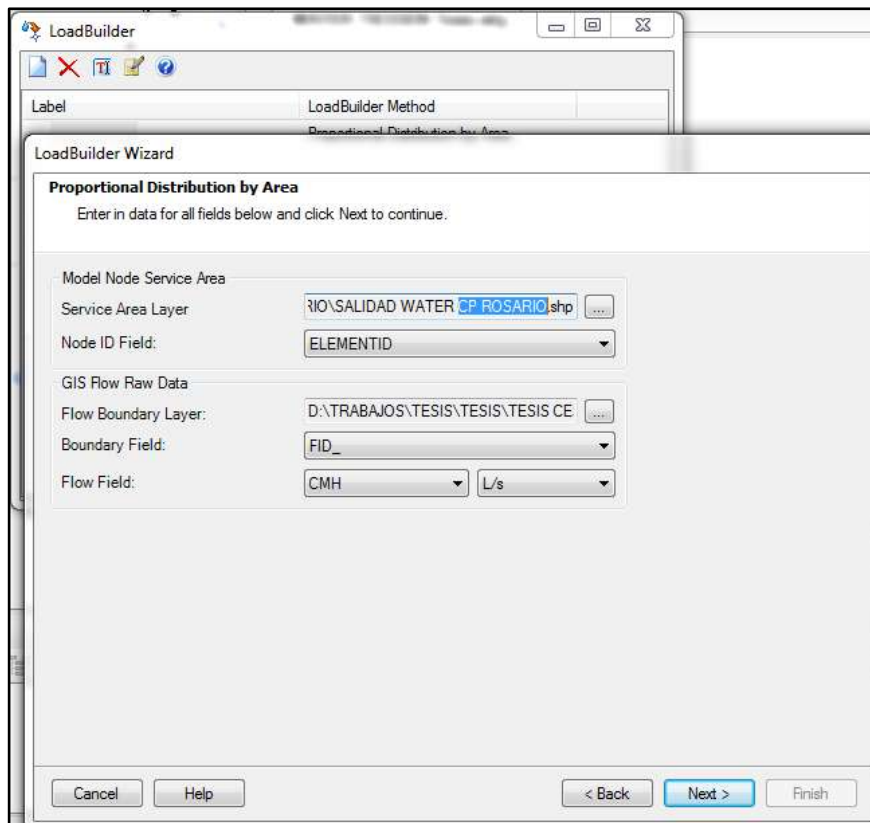


Figura 41 Importación del archivo Shapefile C.P. Rosario método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

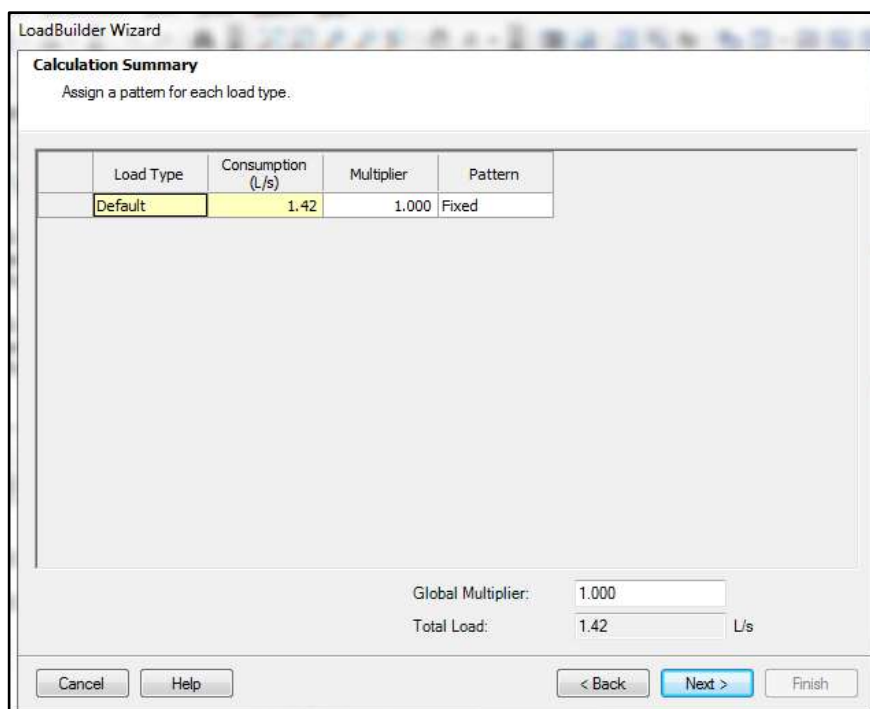


Figura 42 Visualización del CMH en LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).



LoadBuilder Wizard

**Results Preview**  
List of calculation loads for each node.

Node Id	Demand (L/s)	Load Type	Pattern
139: J-44	0.08	Default	Fixed
137: J-43	0.03	Default	Fixed
134: J-42	0.04	Default	Fixed
132: J-41	0.03	Default	Fixed
130: J-40	0.05	Default	Fixed
176: J-58	0.08	Default	Fixed
125: J-38	0.08	Default	Fixed
171: J-57	0.08	Default	Fixed
123: J-37	0.12	Default	Fixed
121: J-36	0.10	Default	Fixed
119: J-35	0.05	Default	Fixed
117: J-34	0.04	Default	Fixed
163: J-54	0.05	Default	Fixed
161: J-53	0.06	Default	Fixed
159: J-52	0.04	Default	Fixed
157: J-51	0.04	Default	Fixed
155: J-50	0.07	Default	Fixed
153: J-49	0.09	Default	Fixed
150: J-48	0.05	Default	Fixed

Cancel Help < Back Next > Finish

Figura 43 Visualización de demanda C.P. Rosario método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

LoadBuilder Wizard

LoadBuilder for Bentley WaterGEMS V8i (SELECTseries 6) Summary

Statistics Messages

LoadBuilder for Bentley WaterGEMS V8i (SELECTseries 6) Summary

Date: 18/05/2017  
Elapsed Time: 0 day(s) 0 hr(s) 0 min(s) 0 sec(s).

**Export Summary**  
23 Total number of loads exported

Cancel Help < Back Next > Finish

Figura 44 Reporte de LoadBuilder C.P. Rosario método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.4. Ejecución del programa WaterGEMS C.P. Rosario.

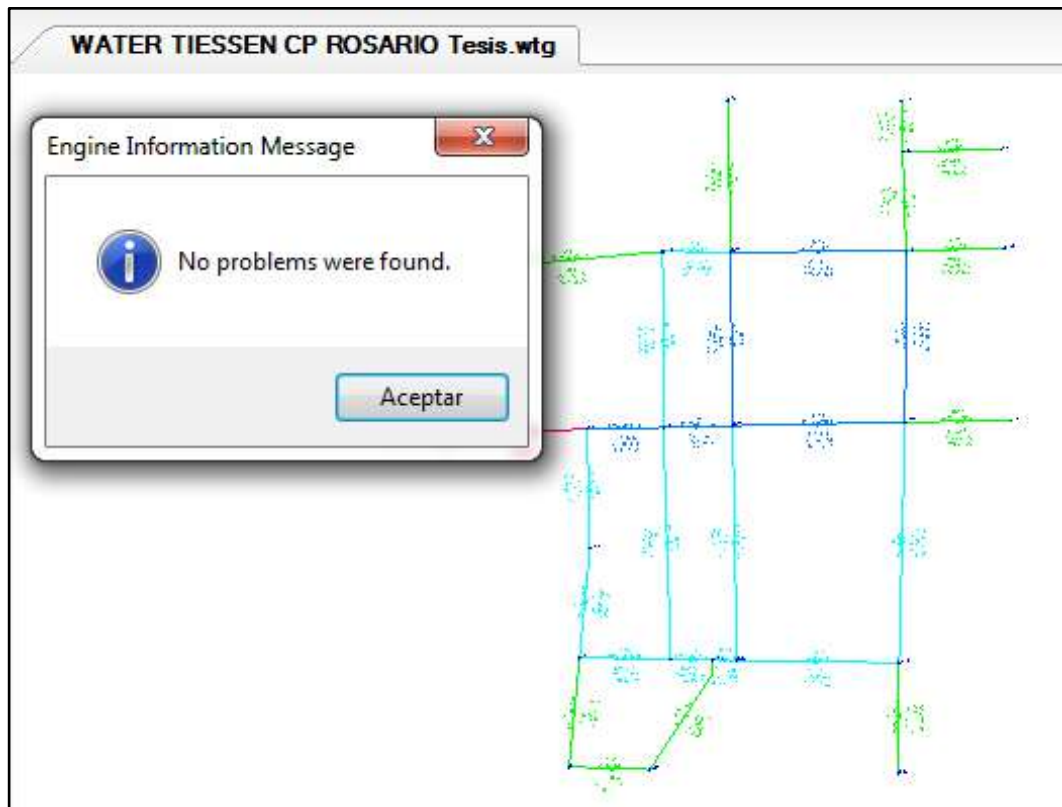


Figura 45 Validación de información C.P. Rosario Método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

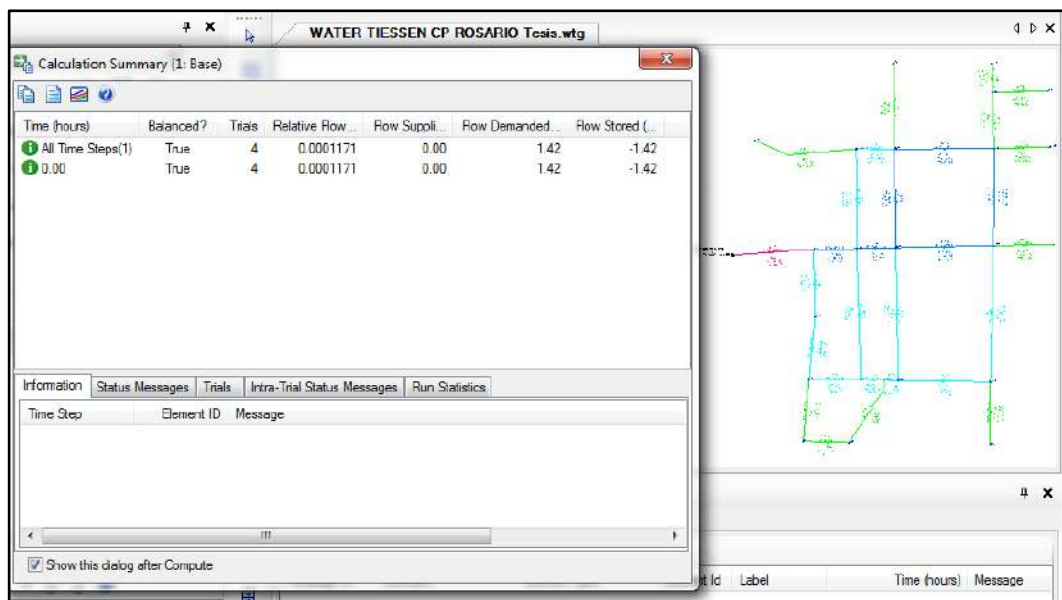


Figura 46 Reporte de cálculo C.P. Rosario método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.5. Visualización de resultados en WaterGEMS C.P. Rosario.

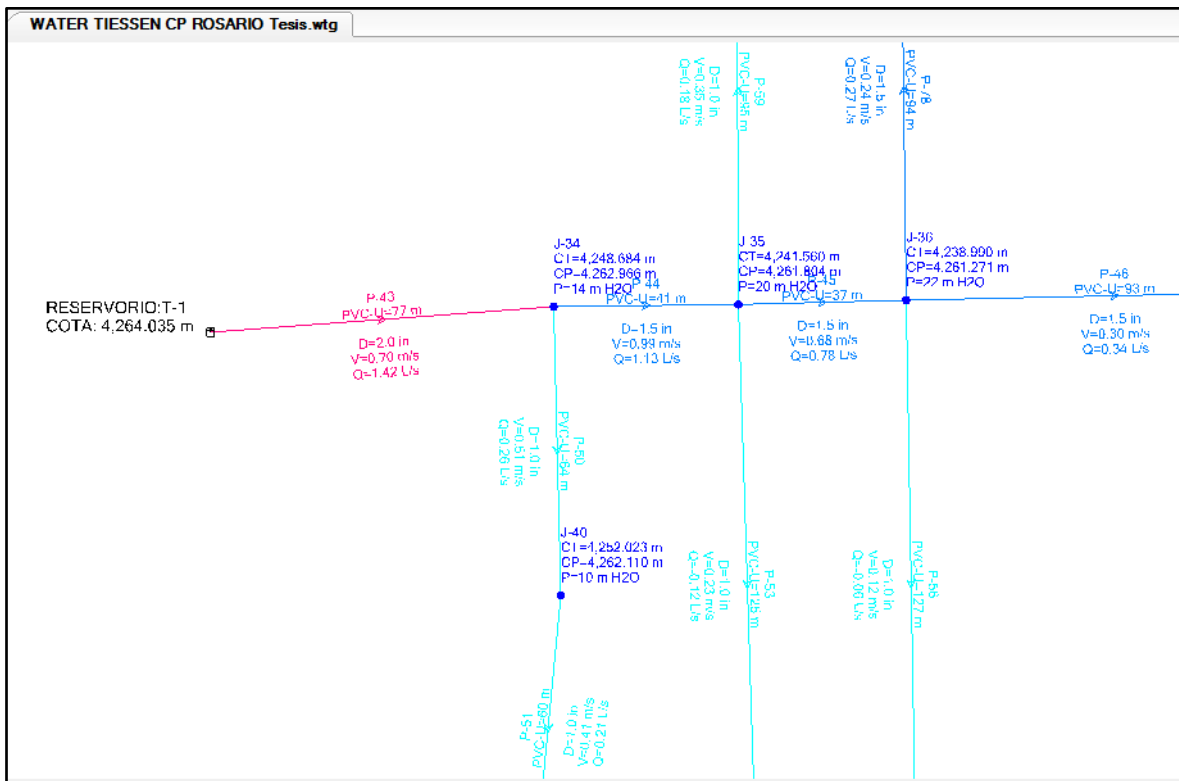


Figura 47 Modelamiento hidráulico C.P. Rosario método Thyssen.

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

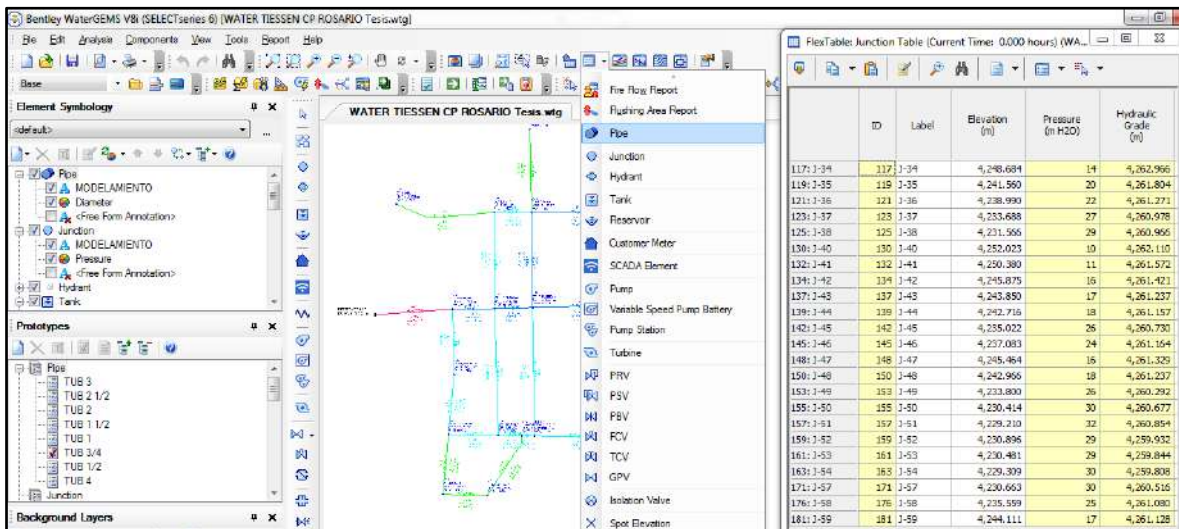


Figura 48 Reporte de pipes y nodos del entorno WaterGEMS C.P. Rosario método Thyssen.

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.6. Reporte de nodos y pipes del entorno WaterGEMS C.P. Rosario.

Tabla 42 Reporte de nodos C.P. Rosario método Thyssen.

CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. ROSARIO - MÉTODO THYSSEN						
Nº	LABEL	ELEVACIÓN (m)	ALTURA HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)	ESTE (X)	NORTE (Y)
<b>RESERVORIO</b>						
1	Nº01	4264.035			431299.310	8101288.670
2	J-34	4248.684	4262.966	14	431375.940	8101294.370
3	J-35	4241.560	4261.804	20	431417.170	8101294.860
4	J-36	4238.990	4261.271	22	431454.630	8101295.810
5	J-37	4233.688	4260.978	27	431547.730	8101297.810
6	J-38	4231.566	4260.966	29	431548.210	8101390.120
7	J-40	4252.023	4262.110	10	431377.520	8101229.960
8	J-41	4250.380	4261.572	11	431371.810	8101170.610
9	J-42	4245.875	4261.421	16	431421.150	8101169.950
10	J-43	4243.850	4261.237	17	431443.990	8101169.570
11	J-44	4242.716	4261.157	18	431456.840	8101169.150
12	J-45	4235.022	4260.730	26	431544.460	8101167.960
13	J-46	4237.083	4261.164	24	431416.770	8101389.910
14	J-47	4245.464	4261.329	16	431366.230	8101111.690
15	J-48	4242.966	4261.237	18	431409.950	8101110.260
16	J-49	4233.800	4260.292	26	431544.150	8101108.490
17	J-50	4230.414	4260.677	30	431605.080	8101298.730
18	J-51	4229.210	4260.854	32	431601.560	8101391.800
19	J-52	4230.896	4259.932	29	431546.450	8101443.810
20	J-53	4230.481	4259.844	29	431545.690	8101471.340
21	J-54	4229.309	4259.808	30	431599.690	8101445.040
22	J-57	4230.663	4260.516	30	431451.980	8101471.680
23	J-58	4235.559	4261.080	25	431453.460	8101389.630
24	J-59	4244.111	4261.128	17	431320.050	8101398.070

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 43 Reporte de Tuberías C.P. Rosario método Thyssen.

CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE - C.P. ROSARIO - MÉTODO THYSSEN										
Nº	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-43	78	T-1	J-34	2	PVC	150	1.42	0.7	78
2	P-44	42	J-34	J-35	1.5	PVC	150	1.13	0.99	
3	P-45	38	J-35	J-36	1.5	PVC	150	0.78	0.68	
4	P-46	93	J-36	J-37	1.5	PVC	150	0.34	0.3	
5	P-47	92	J-37	J-38	1.5	PVC	150	0.06	0.06	

6	P-78	94	J-36	J-58	1.5	PVC	150	0.27	0.24	
7	P-79	95	J-58	J-38	1.5	PVC	150	0.21	0.18	454
8	P-50	65	J-34	J-40	1	PVC	150	0.26	0.51	
9	P-51	60	J-40	J-41	1	PVC	150	0.21	0.41	
10	P-52	50	J-41	J-42	1	PVC	150	0.12	0.23	
11	P-53	125	J-42	J-35	1	PVC	150	0.12	0.23	
12	P-54	23	J-42	J-43	1	PVC	150	0.2	0.39	
13	P-55	13	J-43	J-44	1	PVC	150	0.17	0.34	
14	P-56	127	J-44	J-36	1	PVC	150	0.06	0.12	
15	P-57	88	J-44	J-45	1	PVC	150	0.15	0.3	
16	P-58	130	J-45	J-37	1	PVC	150	0.09	0.18	
17	P-59	95	J-35	J-46	1	PVC	150	0.18	0.35	
18	P-81	37	J-46	J-58	1	PVC	150	0.1	0.2	813
19	P-61	59	J-41	J-47	0.8	PVC	150	0.06	0.23	
20	P-62	44	J-47	J-48	0.8	PVC	150	0.04	0.16	
21	P-63	69	J-48	J-43	0.8	PVC	150	0	0	
22	P-64	59	J-45	J-49	0.8	PVC	150	0.09	0.31	
23	P-65	57	J-37	J-50	0.8	PVC	150	0.07	0.26	
24	P-66	53	J-38	J-51	0.8	PVC	150	0.04	0.16	
25	P-67	54	J-38	J-52	0.8	PVC	150	0.15	0.52	
26	P-68	28	J-52	J-53	0.8	PVC	150	0.06	0.2	
27	P-69	53	J-52	J-54	0.8	PVC	150	0.05	0.17	
28	P-80	82	J-58	J-57	0.8	PVC	150	0.08	0.3	
29	P-82	100	J-46	J-59	0.8	PVC	150	0.02	0.06	658

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.7. Reporte de metrados de tubería C.P. Rosario.

Tabla 44 Reporte de metrados de tuberías C.P. Rosario método Thyssen.

CUADRO DE RESUMEN DE TUBERÍAS - C.P. ROSARIO - MÉTODO THYSSEN									
Descripción	Diámetros Tubería PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a>								Long. total (ml)
Diámetro referencia (pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
Diámetro nominal (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20	
Línea de aducción	-	-	-	78	-	-	-	-	78
Red de distribución	-	-	-	-	454	813	658	-	1,925
<b>TOTAL</b>									<b>2,003</b>

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.8. Elaboración del polígono de Thyssen C.P. San Jose.



Figura 49 Polígono de Thyssen C.P. San Jose.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

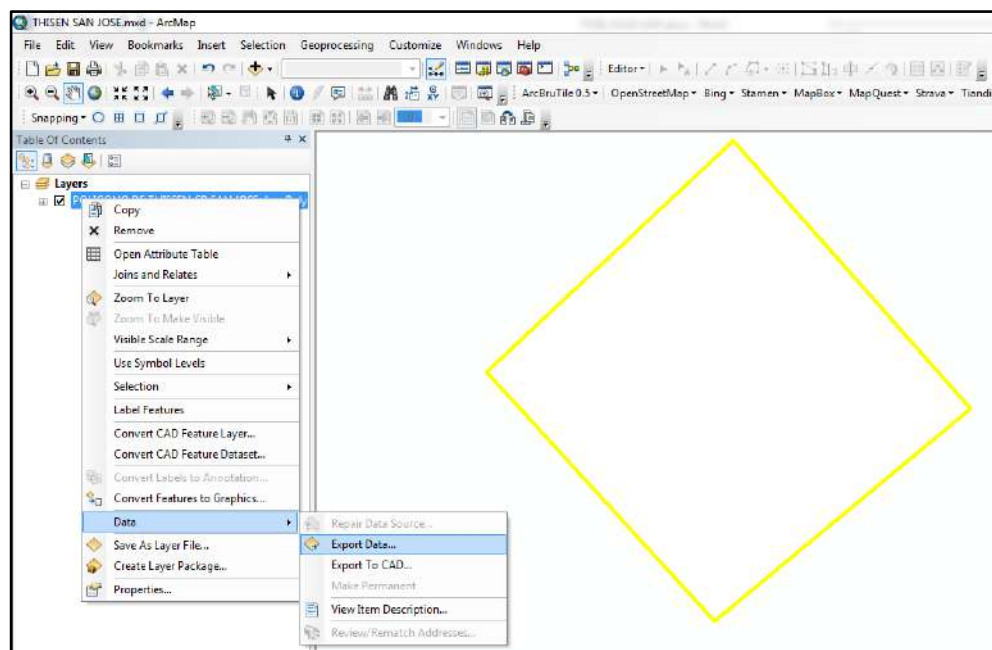


Figura 50 Exportación de datos a un formato Shapefile C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.9. Creación, configuración y asignación de CMH del proyecto en ArcGIS.

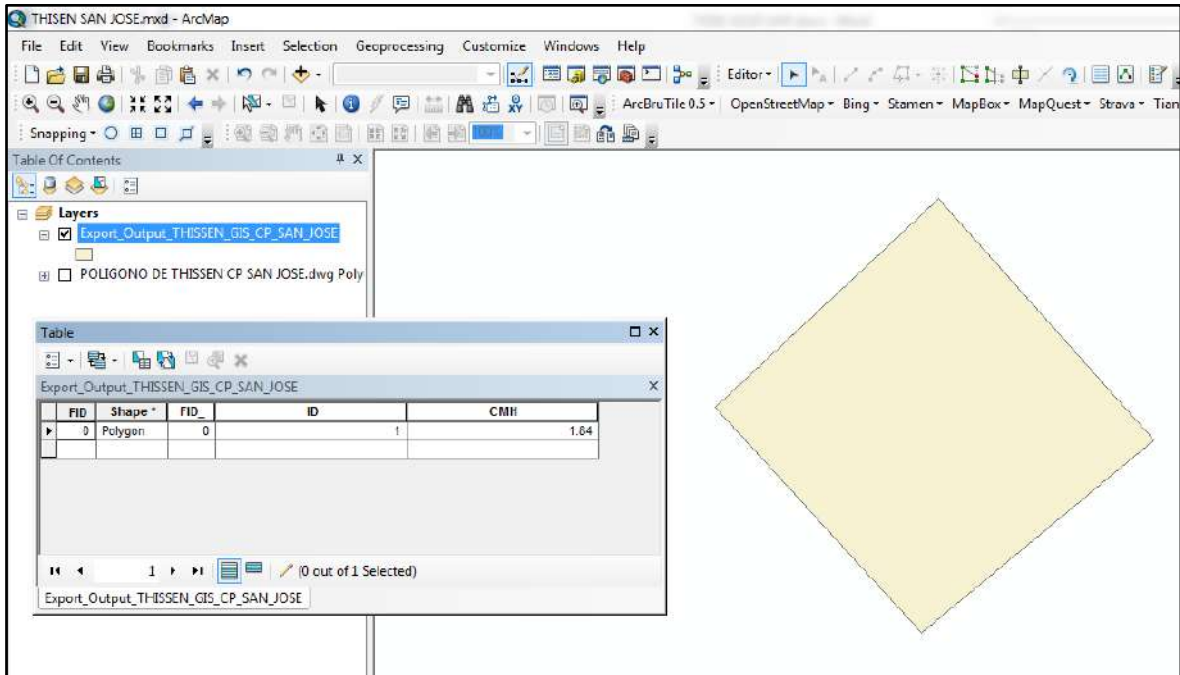


Figura 51 Asignación de CMH C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.10. Creación del Polígono de Thyssen en WaterGEMS C.P. San Jose.

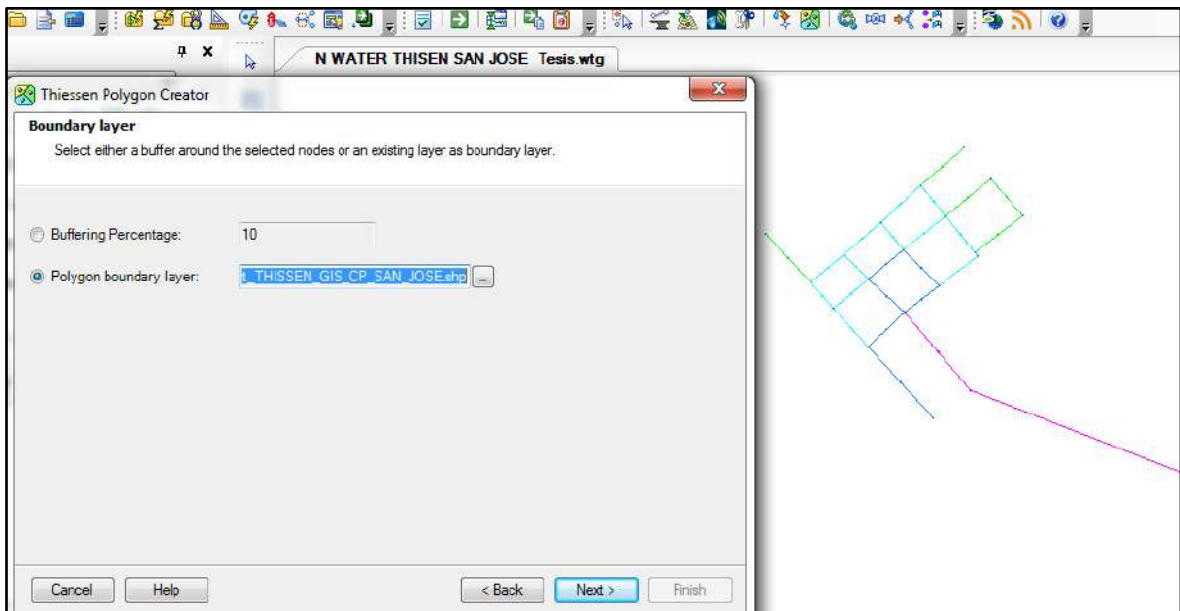


Figura 52 Creación de Polígono de Thyssen C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

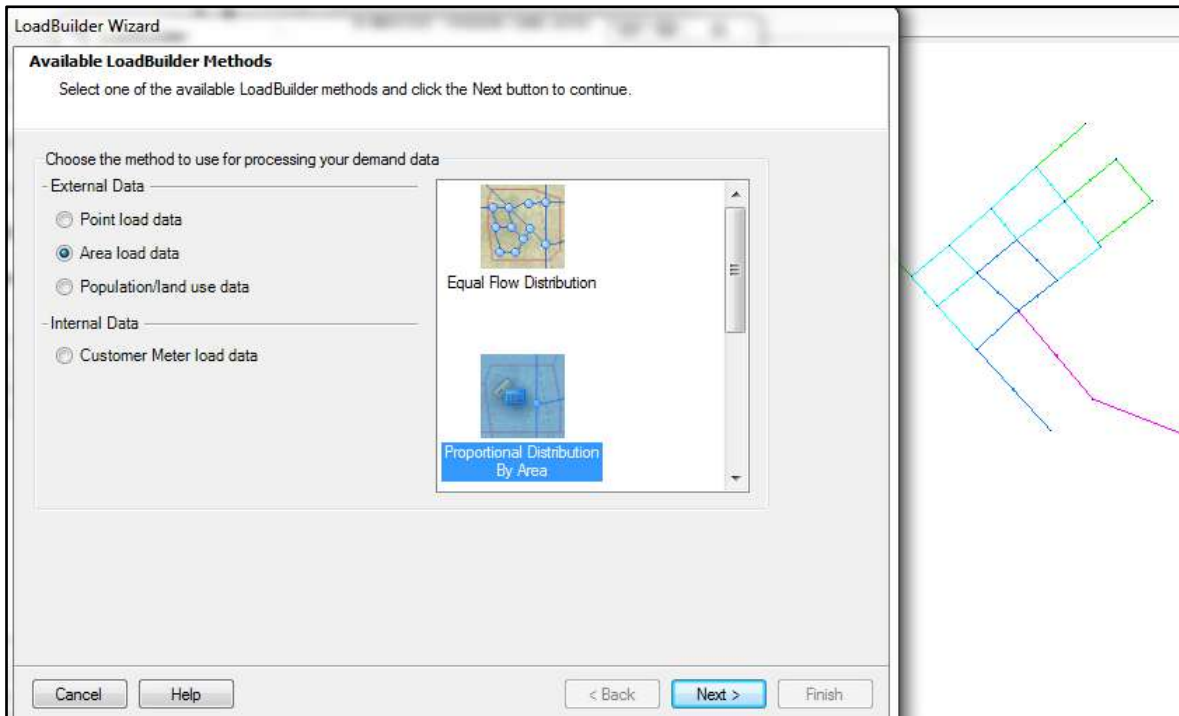


Figura 53 Distribución de demanda por área con LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

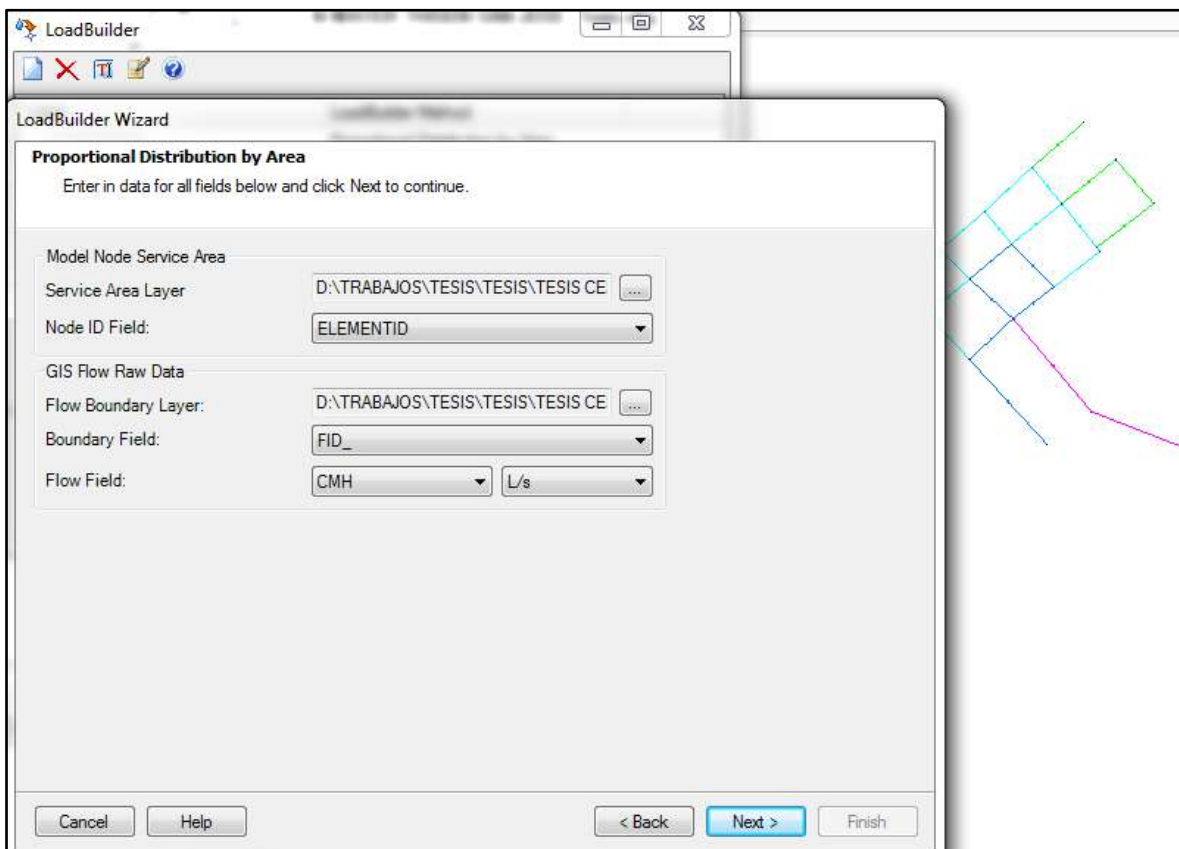


Figura 54 Importación del archivo Shapefile C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).



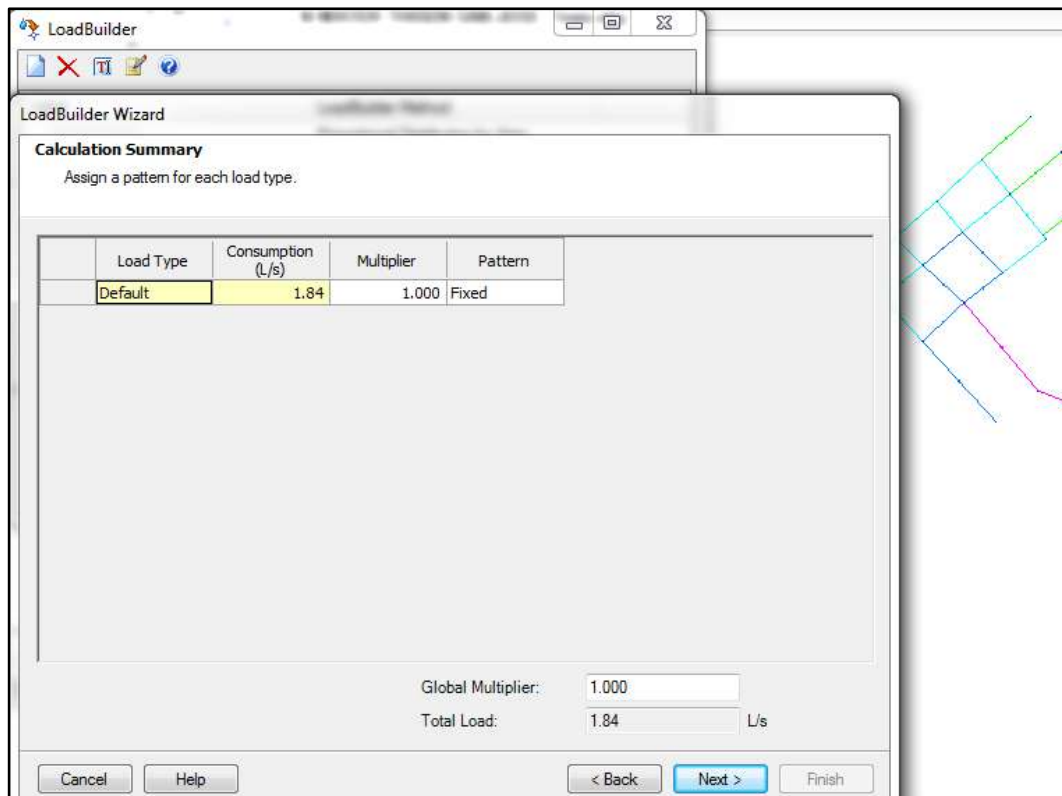


Figura 55 Visualización del CMH en LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

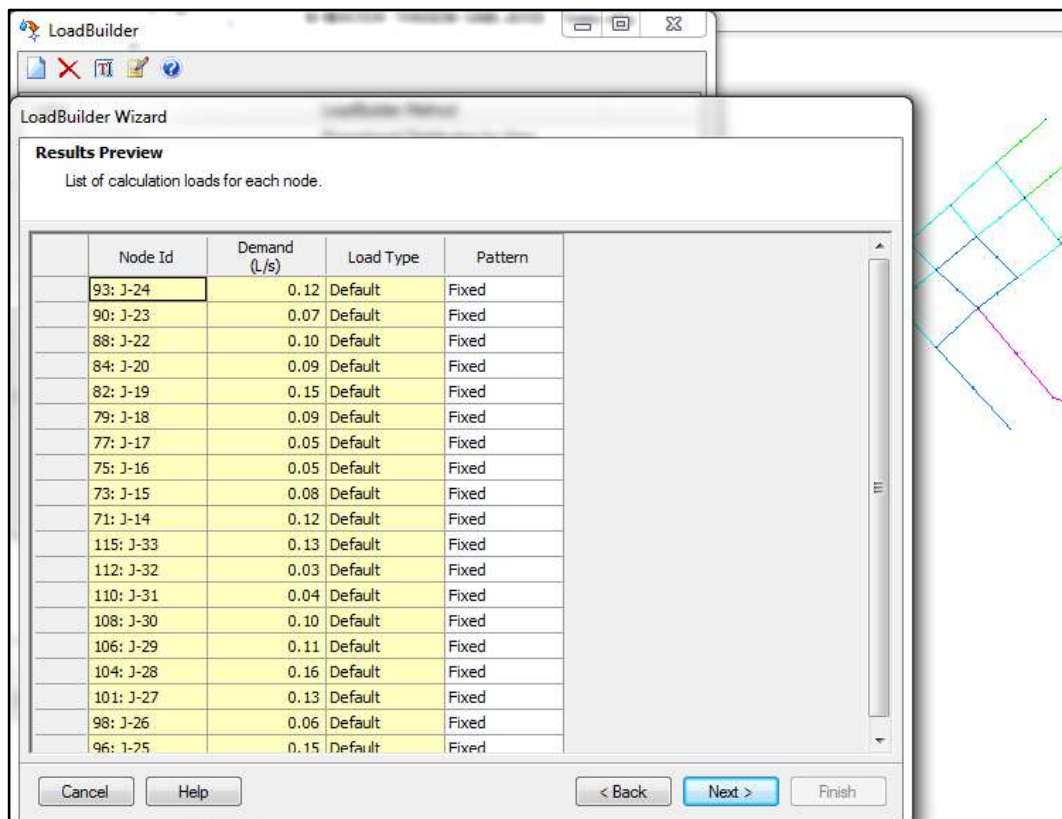


Figura 56 Visualización de demanda C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

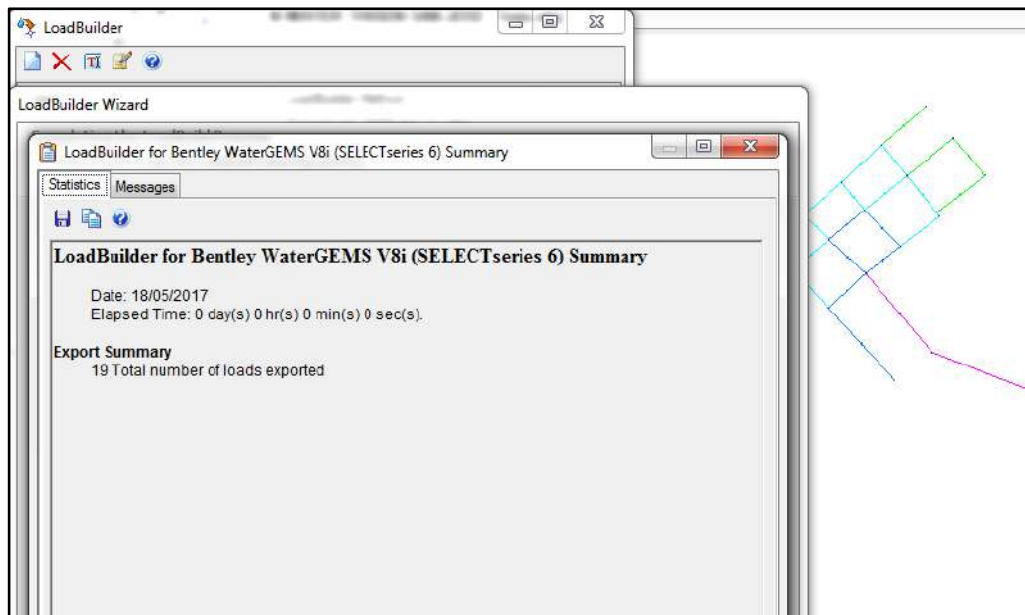


Figura 57 Reporte de LoadBuilder C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.11. Ejecución del programa WaterGEMS C.P. San Jose.

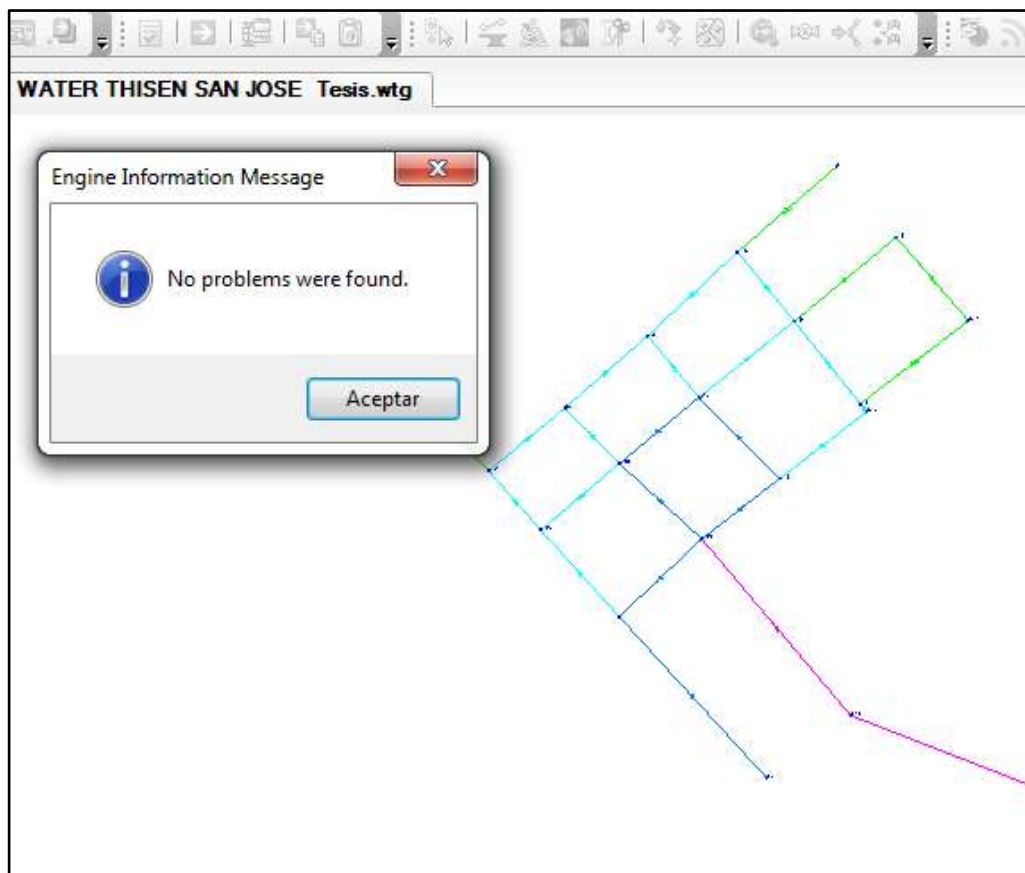


Figura 58 Validación de información C.P. San Jose Método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

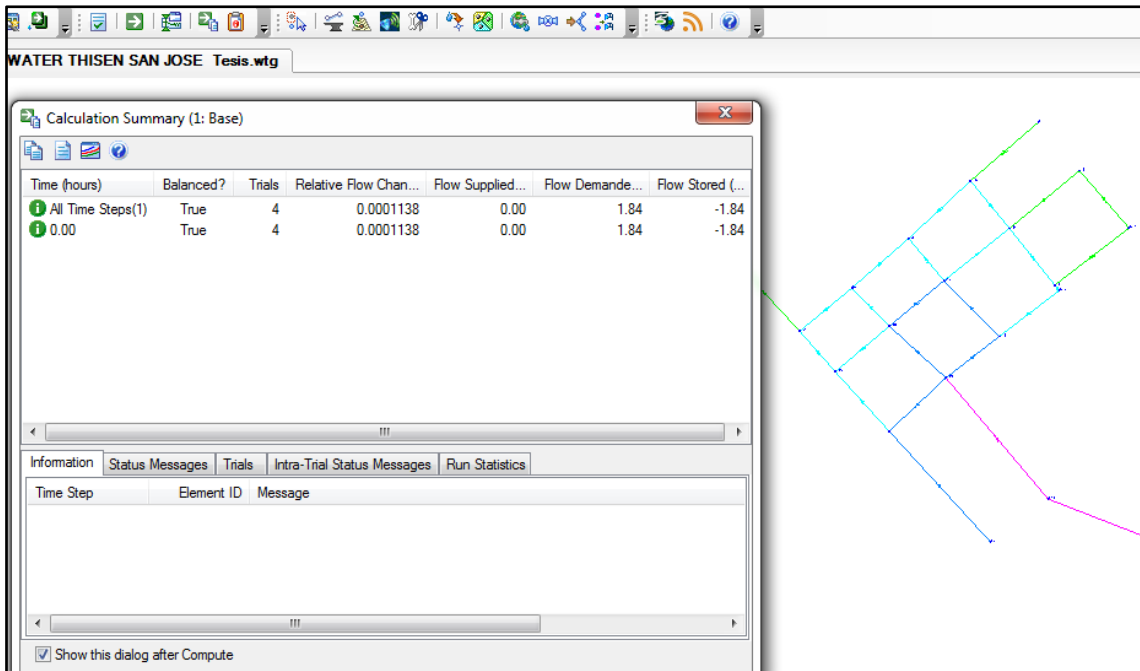


Figura 59 Reporte de cálculo C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.12. Visualización de resultados en WaterGEMS C.P. San Jose.

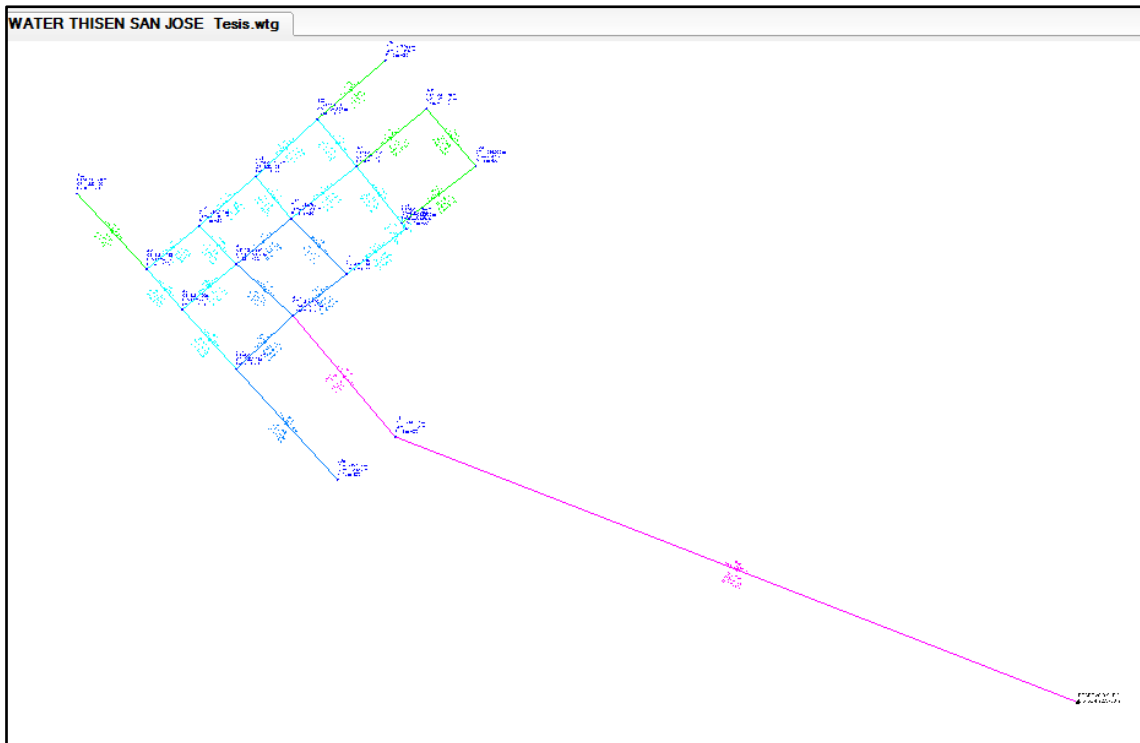


Figura 60 Modelamiento hidráulico C.P. San Jose método Thyssen.  
Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.13. Reporte de nodos y pipes del entorno WaterGEMS C.P. San Jose.

ID	Label	Length (3D) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C
74	P-18	121	J-14	J-15	3.0	PVC	150.0
200	P-9	538	T-3	J-14	3.0	PVC	150.0
76	P-19	58	J-15	J-16	1.5	PVC	150.0
78	P-20	54	J-16	J-17	1.5	PVC	150.0
80	P-21	60	J-17	J-18	1.5	PVC	150.0
81	P-22	52	J-18	J-15	1.5	PVC	150.0
83	P-23	59	J-15	J-19	1.5	PVC	150.0
107	P-37	114	J-19	J-29	1.5	PVC	150.0
85	P-24	61	J-19	J-20	1.0	PVC	150.0
86	P-25	54	J-20	J-16	1.0	PVC	150.0
89	P-26	41	J-20	J-22	1.0	PVC	150.0
91	P-27	51	J-22	J-23	1.0	PVC	150.0
92	P-28	41	J-23	J-16	1.0	PVC	150.0
94	P-29	57	J-23	J-24	1.0	PVC	150.0
95	P-30	42	J-24	J-17	1.0	PVC	150.0
97	P-31	64	J-24	J-25	1.0	PVC	150.0
99	P-32	47	J-25	J-26	1.0	PVC	150.0
100	P-33	64	J-26	J-17	1.0	PVC	150.0
103	P-35	57	J-27	J-18	1.0	PVC	150.0
113	P-40	55	J-26	J-32	1.0	PVC	150.0
114	P-41	5	J-32	J-27	1.0	PVC	150.0
105	P-36	79	J-22	J-28	0.8	PVC	150.0
109	P-38	68	J-25	J-30	0.8	PVC	150.0
111	P-39	69	J-26	J-31	0.8	PVC	150.0
116	P-42	71	J-32	J-33	0.8	PVC	150.0
201	P-45	58	J-33	J-31	0.8	PVC	150.0

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 45 Reporte de nodos C.P. San Jose método Thyssen.

CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. SAN JOSE - MÉTODO THYSSSEN						
Nº	LABEL	ELEVACIÓN (m)	ALTURA HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN N (m H2O)	ESTE (X)	NORTE (Y)
RESERVORIO						
1	Nº02	4227.750			435749.640	8097546.300
2	J-14	4214.704	4226.165	11	435229.360	8097748.750
3	J-15	4214.360	4225.912	12	435151.600	8097840.910
4	J-16	4212.980	4225.408	12	435108.590	8097880.290
5	J-17	4212.380	4225.331	13	435150.120	8097914.870
6	J-18	4213.480	4225.444	12	435192.310	8097872.530
7	J-19	4215.515	4225.632	10	435108.390	8097800.340
8	J-20	4214.606	4225.267	11	435067.410	8097845.600
9	J-22	4211.452	4224.958	13	435040.370	8097876.440
10	J-23	4210.741	4225.018	14	435080.030	8097909.260
11	J-24	4209.913	4224.941	15	435123.240	8097947.010
12	J-25	4210.398	4224.576	14	435170.280	8097990.760
13	J-26	4211.512	4224.671	13	435200.010	8097954.660
14	J-27	4212.896	4224.692	12	435237.780	8097907.290
15	J-28	4205.050	4223.190	18	434987.150	8097933.940
16	J-29	4215.159	4225.587	10	435185.430	8097716.140
17	J-30	4208.599	4223.892	15	435221.950	8098035.360
18	J-31	4209.486	4224.230	15	435253.310	8097998.550
19	J-32	4212.764	4224.672	12	435234.430	8097911.500

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 46 Reporte de Tuberías C.P. San Jose método Thyssen.

CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE - C.P. SAN JOSE - MÉTODO THYSSEN										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-94	558	T-3	J-14	3	PVC	150	1.84	0.4	
2	P-18	121	J-14	J-15	3	PVC	150	1.72	0.38	679
3	P-19	58	J-15	J-16	1.5	PVC	150	0.59	0.52	
4	P-20	54	J-16	J-17	1.5	PVC	150	0.23	0.2	
5	P-21	60	J-17	J-18	1.5	PVC	150	0.26	0.23	
6	P-22	52	J-18	J-15	1.5	PVC	150	0.61	0.54	
7	P-23	59	J-15	J-19	1.5	PVC	150	0.43	0.38	
8	P-37	114	J-19	J-29	1.5	PVC	150	0.11	0.1	397
9	P-24	61	J-19	J-20	1	PVC	150	0.17	0.33	
10	P-25	54	J-20	J-16	1	PVC	150	0.11	0.21	
11	P-26	41	J-20	J-22	1	PVC	150	0.19	0.38	
12	P-27	51	J-22	J-23	1	PVC	150	0.07	0.14	
13	P-28	41	J-23	J-16	1	PVC	150	0.22	0.43	
14	P-29	57	J-23	J-24	1	PVC	150	0.07	0.15	
15	P-30	42	J-24	J-17	1	PVC	150	0.21	0.42	
16	P-31	64	J-24	J-25	1	PVC	150	0.16	0.32	
17	P-32	47	J-25	J-26	1	PVC	150	0.09	0.19	
18	P-33	64	J-26	J-17	1	PVC	150	0.23	0.45	
19	P-35	57	J-27	J-18	1	PVC	150	0.26	0.51	
20	P-40	55	J-26	J-32	1	PVC	150	0.01	0.01	
21	P-41	5	J-32	J-27	1	PVC	150	0.13	0.26	639
22	P-36	79	J-22	J-28	0.8	PVC	150	0.16	0.57	
23	P-38	68	J-25	J-30	0.8	PVC	150	0.1	0.37	
24	P-39	69	J-26	J-31	0.8	PVC	150	0.08	0.29	
25	P-42	71	J-32	J-33	0.8	PVC	150	0.09	0.31	
26	P-95	58	J-33	J-31	0.8	PVC	150	0.04	0.14	345

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### 3.1.6.14. Reporte de metrados de tubería C.P. San Jose.

Tabla 47 Reporte de metrados de tuberías C.P. San Jose método Thyssen.

CUADRO DE RESUMEN DE TUBERÍAS - C.P. SAN JOSE - MÉTODO THYSSEN										
Descripción	Diámetros Tubería PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a>								Long. Total (ml)	
Diámetro referencia (pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2		
Diámetro nominal (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20		
Línea de aducción -	679								679	
Red de distribución -					397	639	345			1,381
TOTAL									2,060	

## CAPITULO IV

### REPRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

Las variables de la investigación están divididas en (presión, velocidad y caudal) distribuidas en tratamientos, bloques y repeticiones.

Para la el tratamiento Presión se tiene tres Bloques (Control, Unidad de Demanda, Thyssen) definidos por la letra “B” y 54 repeticiones “r”.

Para la el tratamiento Velocidad se tiene tres Bloques (Control, Unidad de Demanda, Thyssen) definidos por la letra “B” y 72 repeticiones “r”.

Para la el tratamiento Caudal se tiene tres Bloques (Control, Unidad de Demanda, Thyssen) definidos por la letra “B” y 72 repeticiones “r”.

#### 4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

##### 4.2.1. PRUEBA ESTADÍSTICA A UTILIZAR

Para la investigación el diseño apropiado es el diseño experimental “Análisis de varianza de un solo factor”. Y para las comparaciones el método, Dunnett.

##### *4.2.1.1. Análisis de varianza de un solo factor.*

Para el cálculo del análisis de varianza (ANOVA), se utilizó el programa Microsoft Excel, opción datos, análisis de datos, análisis de varianza de un solo factor. el análisis de elaboro para los tres variables (presión, velocidad y caudal).

4.2.1.2. Prueba de DUNNETT (Presion).

- Distribución de tratamientos y bloques

Tabla 48 Tratamientos y Bloques

n/a	A	1	2	3
		PRESIÓN		
		C	UD	THYSSEN
1		30	0.000	0.000
2		30	6.000	6.000
3		30	27.000	27.000
4		30	51.000	51.000
5		30	42.000	42.000
6		30	37.000	37.000
7		30	39.000	39.000
8		30	44.000	44.000
9		30	51.000	51.000
10		30	12.000	12.000
11		30	29.000	29.000
12		30	27.000	27.000
13		30	14.000	14.000
14		30	20.000	20.000
15		30	22.000	22.000
16		30	27.000	27.000
17		30	29.000	29.000
18		30	10.000	10.000
19		30	11.000	11.000
20		30	15.000	16.000
21		30	17.000	17.000
22		30	18.000	18.000
23		30	26.000	26.000
24		30	24.000	24.000
25		30	16.000	16.000
26		30	18.000	18.000
27		30	27.000	26.000
28		30	30.000	30.000
29		30	31.000	32.000
30		30	30.000	29.000
31		30	30.000	29.000
32		30	31.000	30.000
33		30	30.000	30.000
34		30	25.000	25.000
35		30	17.000	17.000
36		30	11.000	11.000



37	30	11.000	12.000
38	30	12.000	12.000
39	30	13.000	13.000
40	30	12.000	12.000
41	30	10.000	10.000
42	30	11.000	11.000
43	30	14.000	13.000
44	30	14.000	14.000
45	30	15.000	15.000
46	30	14.000	14.000
47	30	13.000	13.000
48	30	12.000	12.000
49	30	19.000	18.000
50	30	10.000	10.000
51	30	16.000	15.000
52	30	15.000	15.000
53	30	12.000	12.000
54	30	14.000	14.000
$\bar{X} =$	30	20.94444	20.87037

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

#### - Análisis de varianza “ANOVA”.

Tabla 49 Resumen de Dunnett.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
C	54	1620	30	0
UD	54	1131	20.94444	124.8459
THYSSEN	54	1127	20.87037	124.0395

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 50 Análisis de varianza.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad para F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2976.457	2	1488.228	17.93872	9.44E-08	3.052891
Dentro de los grupos	13190.93	159	82.9618			
Total	16167.38	161				

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

**- Criterio de rechazo de la hipótesis nula:**

Se rechaza la hipótesis nula si el valor del "F" calculado es > que el valor crítico de tabla "Fcrit"  $F_{cal} > F_{crit}$ .

Si la probabilidad "P" es < que  $\alpha$   $P\text{-valor} < \alpha$

**Interpretación.-** en la tabla podemos apreciar que:

$$F_{cal} = 17.93872 > F_{crit} \quad P = 9.44E - 08 < \alpha=0.05$$

Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

Por tanto elaboramos la prueba de DUNNETT.

**- Estadístico de prueba DUNNETT.**

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2MS_E}{n}}$$

**Donde:**

$D_{\alpha}$ : Valor teórico del estadístico de prueba

$d_{\alpha}$ : Nivel de desconfianza

a: Tratamiento

f: Grados de libertad del error

$MS_E$ : Cuadrado medio del error

n: Tamaño de la muestra

Tamaño de la muestra:	n=	54
Tratamientos:	a=	3
Total de observaciones:	N=n*a=	162
Grados de libertad del err	f=N-a=	159
Cuadrado medio del Error:	$MS_E =$	82.961798
Constante para la prueba de Dunnett (Tabla):		
	$d_{\alpha}(a - 1, f) = d_{0.05}(2, 82.96) =$	1.666

Valor teórico del estadístico de prueba:

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2MS_E}{n}} = 2.920636$$

**Criterio de rechazo:**

Estructura de la prueba de hipótesis (Condición):

$$\|\bar{Y}_i - \bar{Y}_c\| > D_{\alpha} \quad \bar{Y}_c. \quad 30$$

comparacion del tratamieto 1 contra el control:

$$\|\overline{\bar{Y}}_1 - \overline{\bar{Y}}_c\| > D_\alpha \quad \bar{Y}_1 = 20.944444 \quad \text{Diferencia} \quad \|\overline{\bar{Y}}_1 - \overline{\bar{Y}}_c\| = 9.0556$$

De la condicion

$$\|\overline{\bar{Y}}_1 - \overline{\bar{Y}}_c\| = 9.0556 > D_\alpha = 2.920636$$

Interpretacion

Comple la condicion

Por tanto se rechaza la hipotesis nula y se acepta la hipotesis alterna, con un nivel de confianza del 95%

**Interpretación.-** Cumple la condición, Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%.

comparacion del tratamieto 2 contra el control:

$$\|\overline{\bar{Y}}_2 - \overline{\bar{Y}}_c\| > D_\alpha \quad \bar{Y}_2 = 20.87037 \quad \text{Diferencia} \quad \|\overline{\bar{Y}}_2 - \overline{\bar{Y}}_c\| = 9.1296$$

De la condicion

$$\|\overline{\bar{Y}}_2 - \overline{\bar{Y}}_c\| = 9.1296 > D_\alpha = 2.920636$$

Interpretacion

Comple la condicion

Por tanto se rechaza la hipotesis nula y se acepta la hipotesis alterna, con un nivel de confianza del 95%

**Interpretación.-** Cumple la condición, Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%.

#### 4.2.1.3. Prueba de DUNNETT (velocidad).

##### - Distribución de tratamientos y bloques

Tabla 51 Tratamientos y Bloques

n/a	VELOCIDAD		
	1	2	3
B	C	UD	THYSSEN
1	1.8	0.670	0.670
2	1.8	0.670	0.670
3	1.8	0.670	0.670
4	1.8	0.670	0.670
5	1.8	0.670	0.670
6	1.8	0.670	0.670

7	1.8	0.200	0.200
8	1.8	0.200	0.200
9	1.8	0.200	0.200
10	1.8	0.200	0.200
11	1.8	0.200	0.200
12	1.8	0.200	0.200
13	1.8	0.590	0.590
14	1.8	0.590	0.590
15	1.8	0.590	0.590
16	1.8	0.590	0.590
17	1.8	0.590	0.590
18	1.8	0.700	0.700
19	1.8	1.010	0.990
20	1.8	0.700	0.680
21	1.8	0.310	0.300
22	1.8	0.120	0.060
23	1.8	0.280	0.240
24	1.8	0.170	0.180
25	1.8	0.540	0.510
26	1.8	0.430	0.410
27	1.8	0.250	0.230
28	1.8	0.270	0.230
29	1.8	0.360	0.390
30	1.8	0.300	0.340
31	1.8	0.150	0.120
32	1.8	0.200	0.300
33	1.8	0.100	0.180
34	1.8	0.390	0.350
35	1.8	0.120	0.200
36	1.8	0.220	0.230
37	1.8	0.130	0.160
38	1.8	0.080	0.000
39	1.8	0.190	0.310
40	1.8	0.140	0.260
41	1.8	0.290	0.160
42	1.8	0.290	0.520
43	1.8	0.050	0.200
44	1.8	0.140	0.170
45	1.8	0.190	0.300
46	1.8	0.050	0.060
47	1.8	0.400	0.400
48	1.8	0.400	0.380
49	1.8	0.530	0.520
50	1.8	0.210	0.200
51	1.8	0.250	0.230

52	1.8	0.530	0.540
53	1.8	0.440	0.380
54	1.8	0.220	0.100
55	1.8	0.310	0.330
56	1.8	0.240	0.210
57	1.8	0.280	0.380
58	1.8	0.120	0.140
59	1.8	0.370	0.430
60	1.8	0.090	0.150
61	1.8	0.330	0.420
62	1.8	0.280	0.320
63	1.8	0.020	0.190
64	1.8	0.400	0.450
65	1.8	0.470	0.510
66	1.8	0.020	0.010
67	1.8	0.260	0.260
68	1.8	0.480	0.570
69	1.8	0.140	0.370
70	1.8	0.360	0.290
71	1.8	0.360	0.310
72	1.8	0.030	0.140
$\bar{X} =$	1.8	0.331667	0.350

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

### - Análisis de varianza “ANOVA”.

Tabla 52 Resumen de Dunnett.

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
C	72	129.6	1.8	4.05E-30
UD	72	23.88	0.331667	0.044606
THYSEN	72	25.18	0.349722	0.041276

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 53 Análisis de varianza.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	102.2312	2	51.11561	1785.561	8.3E-134	3.038264
Dentro de los grupos	6.097594	213	0.028627			
Total	108.3288	215				

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

**- Criterio de rechazo de la hipótesis nula:**

Se rechaza la hipótesis nula si el valor del "F" calculado es > que el valor crítico de tabla "Fcrit"  $F_{cal} > F_{crit}$ .

Si la probabilidad "P" es < que  $\alpha$   $P\text{-valor} < \alpha$

**Interpretación.-** en la tabla podemos apreciar que:

$$F_{cal} = 1785.561 > F_{crit} \quad P = 8.3E - 134 < \alpha=0.05$$

Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

Por tanto elaboramos la prueba de DUNNETT.

**- Estadístico de prueba DUNNETT.**

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2MS_E}{n}}$$

**Donde:**

$D_a$ : Valor teórico del estadístico de prueba

$d_{\alpha}$ : Nivel de desconfianza

a: Tratamiento

f: Grados de libertad del error

$MS_E$ : Cuadrado medio del error

n: Tamaño de la muestra

Tamaño de la muestra:	n=	72
Tratamientos:	a=	3
Total de observaciones:	N=n*a=	216
Grados de libertad del e	f=N-a=	213
Cuadrado medio del Error:	$MS_E =$	0.0286272

Constante para la prueba de Dunnett (Tabla):

$$d_{\alpha}(a - 1, f) = d_{0.05}(2, 213) = 2.020 \text{ Tabla Dunnett}$$

Valor teórico del estadístico de prueba:

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2MS_E}{n}} = 0.056963$$

**Criterio de rechazo:**

Estructura de la prueba de hipótesis (Condición):

$$\boxed{\|\bar{Y}_{l.} - \bar{Y}_{c.}\| > D_{\alpha}} \quad \bar{Y}_{c.} \quad 1.8$$

comparacion del tratamineto 1 contra el control:

$$\|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{c.}\| > D_{\alpha} \quad \bar{Y}_{1.} = 0.3316667 \quad \text{Diferencia} \quad \|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{c.}\| = 1.4683$$

De la condicion

$$\|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{c.}\| = 1.4683 > D_{\alpha} = 0.0569$$

Interpretacion

Comple la condicion  
Por tanto se rechaza la hipotesis nula y se acepta la hipotesis alterna, con un nivel de confianza del 95%

**Interpretación.-** Cumple la condición, Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%.

comparacion del tratamineto 2 contra el control:

$$\|\bar{Y}_{2.} - \bar{Y}_{c.}\| > D_{\alpha} \quad \bar{Y}_{2.} = 0.3497222 \quad \text{Diferencia} \quad \|\bar{Y}_{2.} - \bar{Y}_{c.}\| = 1.4503$$

De la condicion

$$\|\bar{Y}_{3.} - \bar{Y}_{c.}\| = 1.4503 > D_{\alpha} = 0.056963$$

Interpretacion

Comple la condicion  
Por tanto se rechaza la hipotesis nula y se acepta la hipotesis alterna, con un nivel de confianza del 95%

**Interpretación.-** Cumple la condición, Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%.

4.2.1.4. Prueba de DUNNETT (Caudal).

- Distribución de tratamientos y bloques

Tabla 54 Tratamientos y Bloques

n/a B	1	2	3
	CAUDAL		
	C	UD	THYSSEN
1	2.62	2.120	2.120
2	2.62	2.120	2.120
3	2.62	2.120	2.120
4	2.62	2.120	2.120
5	2.62	2.120	2.120
6	2.62	2.120	2.120
7	0.92	0.920	0.920
8	0.92	0.920	0.920
9	0.92	0.920	0.920
10	0.92	0.920	0.920
11	0.92	0.920	0.920
12	0.92	0.920	0.920
13	1.2	1.200	1.200
14	1.2	1.200	1.200
15	1.2	1.200	1.200
16	1.2	1.200	1.200
17	1.2	1.200	1.200
18	1.42	1.420	1.420
19	1.42	1.150	1.130
20	1.42	0.800	0.780
21	1.42	0.350	0.340
22	1.42	0.140	0.060
23	1.42	0.320	0.270
24	1.42	0.190	0.210
25	1.42	0.270	0.260
26	1.42	0.220	0.210
27	1.42	0.130	0.120
28	1.42	-0.140	-0.120
29	1.42	0.180	0.200
30	1.42	0.150	0.170
31	1.42	-0.070	-0.060
32	1.42	0.100	0.150
33	1.42	-0.050	-0.090
34	1.42	0.200	0.180
35	1.42	0.060	0.100
36	1.42	0.060	0.060



37	1.42	0.040	0.040
38	1.42	0.020	0.000
39	1.42	0.050	0.090
40	1.42	0.040	0.070
41	1.42	0.080	0.040
42	1.42	0.080	0.150
43	1.42	0.010	0.060
44	1.42	0.040	0.050
45	1.42	0.050	0.080
46	1.42	0.010	0.020
47	1.84	1.840	1.840
48	1.84	1.840	1.720
49	1.84	0.600	0.590
50	1.84	0.230	0.230
51	1.84	-0.290	-0.260
52	1.84	-0.610	-0.610
53	1.84	0.500	0.430
54	1.84	0.250	0.110
55	1.84	0.160	0.170
56	1.84	-0.120	-0.110
57	1.84	0.140	0.190
58	1.84	-0.060	-0.070
59	1.84	-0.190	-0.220
60	1.84	0.040	0.070
61	1.84	-0.170	-0.210
62	1.84	0.140	0.160
63	1.84	0.010	-0.090
64	1.84	-0.200	-0.230
65	1.84	-0.240	-0.260
66	1.84	0.010	-0.010
67	1.84	-0.130	-0.130
68	1.84	0.140	0.160
69	1.84	0.040	0.100
70	1.84	0.100	0.080
71	1.84	0.100	0.090
72	1.84	-0.010	-0.040
$\bar{X} =$	1.614722	0.475833	0.471

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

**- Análisis de varianza “ANOVA”.**

Tabla 55 Resumen de Dunnett.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
C	72	116.26	1.614722	0.172372
UD	72	34.26	0.475833	0.503675
THYSEN	72	33.93	0.47125	0.500259

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

Tabla 56 Analisis de varianza.

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	62.51082	2	31.25541	79.71245	1.43E-26	3.038264
Dentro de los grupos	83.51773	213	0.392102			
Total	146.0286	215				

Fuente: (Elaboración Propia, 2017).

**- Criterio de rechazo de la hipótesis nula:**

Se rechaza la hipótesis nula si el valor del "F" calculado es > que el valor crítico de tabla "Fcrit"  $F_{cal} > F_{crit}$ .

Si la probabilidad "P" es < que  $\alpha$   $P\text{-valor} < \alpha$

**Interpretación.-** en la tabla podemos apreciar que:

$$F_{cal} = 79.71245 > F_{crit} \quad P = 1.43E - 26 < \alpha=0.05$$

Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

Por tanto elaboramos la prueba de DUNNETT.

**- Estadístico de prueba DUNNETT.**

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2MS_E}{}}$$

**Donde:**

$D_a$ : Valor teórico del estadístico de prueba

$d_{\alpha}$ : Nivel de desconfianza

a: Tratamiento

f: Grados de libertad del error

$MS_E$ : Cuadrado medio del error

n: Tamaño de la muestra

Tamaño de la muestra:	n=	72
Tratamientos:	a=	3
Total de observaciones:	N=n*a=	216
Grados de libertad del err	f=N-a=	213
Cuadrado medio del Error:	$MS_E =$	0.3921020
Constante para la prueba de Dunnett (Tabla):		
	$d_\alpha(a - 1, f) = d_{0.05}(2, 213) =$	2.020 Tabla Dunnett
Valor teorico del estadístico de prueba:		
	$D_\alpha = d_\alpha(a - 1, f) \sqrt{\frac{2MS_E}{n}}$	0.210814

**Criterio de rechazo:**

Estructura de la prueba de hipótesis (Condición):

$$\|\bar{Y}_l - \bar{Y}_c\| > D_\alpha \quad \bar{Y}_c: 1.6147$$

comparacion del tratamineto 1 contra el control:	
$\ \bar{Y}_1 - \bar{Y}_c\  > D_\alpha$	$\bar{Y}_1 = 0.4758333 \quad \ \bar{Y}_1 - \bar{Y}_c\  = 1.1389$
	<b>Diferencia</b>
	<b>De la condicion</b>
	$\ \bar{Y}_1 - \bar{Y}_c\  = 1.1389 > D_\alpha = 0.210814$
	<b>Interpretacion</b>
	Comple la condicion
	Por tanto se rechaza la hipotesis nula y se acepta la hipotesis alterna, con un nivel de confianza del 95%

**Interpretación.-** Cumple la condición, Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%.

comparacion del tratamineto 2 contra el control:

$$\|\bar{Y}_2 - \bar{Y}_c\| > D_\alpha \quad \bar{Y}_2 = 0.47125 \quad \text{Diferencia} \quad \|\bar{Y}_2 - \bar{Y}_c\| = 1.1435$$

$$\text{De la condicion} \quad \|\bar{Y}_3 - \bar{Y}_c\| = 1.1435 = 0.210814$$

Interpretacion

Comple la condicion

Por tanto se rechaza la hipotesis nula y se acepta la hipotesis alterna, con un nivel de confianza del 95%

**Interpretación.-** Cumple la condición, Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%.

### 4.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

#### 4.3.1. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS GENERAL.

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): No existe diferencia significativa entre el promedio de control y los promedios de presión, velocidad y caudal, por los método de Thyssen y Unidad de Demanda, según Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>): Existe diferencia significativa entre el promedio de control y los promedios de presión, velocidad y caudal, por los método de Thyssen y Unidad de Demanda, según Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

#### 4.3.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): Los resultados obtenidos utilizando el método de Polígono de Thyssen y unidad de demanda, no cumplen los parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>): Los resultados obtenidos utilizando el método de Polígono de Thyssen y unidad de demanda, si cumplen los parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): No existe diferencia significativa entre los parámetros de presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>): Existe diferencia significativa entre los parámetros de presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

#### **4.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Hipótesis General los resultados de comparar las medias del promedio de control y los promedios de presión, velocidad y caudal, calculados por los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda son significativos; como se muestra en los cálculos por el método comparativo de DUNNETT; por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Hipótesis Especifica Los resultados obtenidos por los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda están comprendidos dentro de los parámetros permisibles de la norma; con la mínima diferencia en los cálculos de presión, velocidad y caudal entre ambos métodos; en la variable presión y caudal supera el método de Polígono de Thyssen al método Unidad de Demanda y siendo viceversa en la variable velocidad; por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Hipótesis Especifica los resultados de comparar las medias del promedio de control y los promedios de presión, velocidad y caudal, calculados por las fórmulas de Fair Whiple y Hazen Williams son significativos; como se muestra en los diseños hidráulicos de la línea de conducción; por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

## CONCLUSIONES

La utilización del método Polígono de Thyssen y Unidad de demanda en un diseño hidráulico son significativos, en el diseño hidráulico de los subsistemas del C.P. de Rosario y San Jose, puesto que en el análisis de varianza ANOVA de un solo factor y la comparación por el métodos Dunnett; las pruebas de salida se obtuvieron donde el F calculado es mayor que el F crítico, la probabilidad de suceso es menor que el nivel de desconfianza 5%, por lo cual se anula la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que existen diferencias estadísticas de medias en los tratamientos.

Los resultados obtenidos por el método Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda en el diseño hidráulico de agua potable, cumplen parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda, con la diferencia que los resultados obtenidos por el método de Unidad de Demanda generan una mejor distribución y dimensionamiento de redes de tubería.

Los parámetros de presiones, caudal y velocidad por las fórmulas de Hazen Williams y Fair Whiple, según la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda, varían, generando una mayor dimensionamiento en la distribución de la tubería entre ambas fórmulas. Concluyendo que en las líneas de conducción es recomendable aplicar el criterio de diseño para tuberías menores o iguales a 1 ½” aplicar la fórmula de Fair Whiple y para diámetros mayores a 1 ½” aplicar la fórmula de Hazen Williams.

## **RECOMENDACIONES**

En un diseño hidráulico de agua potable de poblaciones rurales menores a 1406 habitantes es recomendable emplear el método de Unidad de Demanda en la asignación de demanda.

Los resultados obtenidos por los métodos de Polígono de Thyssen y Unidad de Demanda en el diseño hidráulico de agua potable en poblaciones rurales, cumplen parámetros normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.010, Norma OS.050 y Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda.

En el diseño hidráulico de agua potable de las líneas de conducción es recomendable aplicar el criterio de diseño para tuberías menores o iguales a 1 ½” aplicar la fórmula de Fair Whiple y para diámetros mayores a 1 ½” aplicar la fórmula de Hazen Williams.

## BIBLIOGRAFÍA

<https://www.google.com.pe/maps>. (2017).

Alegria Mori, J. (2013). Ampliacion y mejoramiento del sistema de agua potable en la ciudad de Bagua Grande. Lima, Perú.

Elaboración Propia. (2016). Puno.

Elaboración Propia. (2017). Puno.

Humberto Joseph, B. (2013). Ampliacion y Mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado Delicias de Villa y anexos - Distrito de Chorrillos. Lima, Perú.

Instituto Geodesico Del Perú IGN. (2015). Especificaciones Tecnicas para Posicionamiento Geodesico. Lima, Peru.

Ministerio de Economia y Finanzas. (2016). Resolucion Ministerial N°173-Vivienda. Lima, Peru.

Ministerio de vivienda Construccion y Saneamiento MVCS. (2016). Guia de Orientacion de Elaboracion de Expediente Tecnico. Lima, Perú.

Reglameto Nacional de Edificaciones. (2006). Obras de saneamiento. Lima, Peru.

Serrano, A. (2009). Proyecto de un sistema de agua potable. Madrid, España.

Simon Arocha, R. (1977). *Abastecimiento de Agua*. Caracas: Eridt Coro.

Sir Ronald , A. F. (1919). *Prueba de hipótesis con la razón F de Fisher*. Londres.

Sucasaca Choque, P. (2013). La Inversion en el sistema de agua potable y el bienestar de la poblacion. Lima, Perú.



## **ANEXOS**

1. Diseño Hidráulico
2. Tabla de Prueba de Dunnett
3. Planos

“DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO”

## 01 DISEÑO HIDRÁULICO

UBIGEO	UBIGEO			DEPARTAMENT O/ PROVINCIA/ DISTRITO	CENSOS		TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL 1993-2007 (%)	REGION NATURAL
	DD 00	PP 00	DD 00		1993	2007		
210000	21	00	00	PUNO	1 079 849	1 268 441	1,13	

210100	21	01	00	PUNO	201 205	229 236	0,92	2
210101	21	01	01	PUNO	100 168	125 663	1,60	2
210102	21	01	02	ACORA	29 420	26 679	-0,18	2
210103	21	01	03	AMANTANI	3 913	4 255	0,59	2
210104	21	01	04	ATUNCOLLA	4 830	5 333	0,70	2
210105	21	01	05	CAPACHICA	11 435	11 397	-0,03	2
210106	21	01	06	CHUCUITO	9 833	7 913	-1,51	2
210107	21	01	07	COATA	6 301	7 387	1,12	2
210108	21	01	08	HUATA	2 925	6 882	5,98	2
210109	21	01	09	MAÑAZO	5 588	5 451	-0,17	2
210110	21	01	10	PAUCARCOLLA	4 382	4 864	0,73	2
210111	21	01	11	PICHACANI	6 149	5 608	-0,64	2
210112	21	01	12	PLATERIA	9 287	8 268	-0,81	2
210113	21	01	13	SAN ANTONIO	1 237	2 570	5,25	2
210114	21	01	14	TIQUILLACA	2 638	2 053	-1,74	2
210115	21	01	15	VILQUE	3 101	3 123	0,05	2

210200	21	02	00	AZANGARO	138 998	136 829	-0,11	2
210201	21	02	01	AZANGARO	27 325	27 823	0,13	2
210202	21	02	02	ACHAYA	3 196	3 971	1,53	2
210203	21	02	03	ARAPA	10 757	8 485	-1,65	2
210204	21	02	04	ASILLO	16 972	17 215	0,10	2
210205	21	02	05	CAMINACA	4 398	3 828	-0,97	2
210206	21	02	06	CHUPA	15 238	13 746	-0,72	2
210207	21	02	07	JOSE DOMINGO	4 753	5 189	0,62	2
210208	21	02	08	MUÑANI	6 620	7 582	0,95	2
210209	21	02	09	POTONI	6 897	6 592	-0,32	2
210210	21	02	10	SAMAN	14 535	14 314	-0,11	2
210211	21	02	11	SAN ANTON	7 825	9 145	1,10	2
210212	21	02	12	SAN JOSE	6 484	5 984	-0,58	2
210213	21	02	13	SAN JUAN DE S.	3 567	4 034	0,87	2
210214	21	02	14	SANTIAGO DE P	7 183	5 792	-1,50	2
210215	21	02	15	TIRAPATA	3 248	3 129	-0,26	2

UBIGEO	UBIGEO			DEPARTAMENT O/ PROVINCIA/ DISTRITO	CENSOS		TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL 1993-2007 (%)	REGION NATURAL
	DD 00	PP 00	DD 00		1993	2007		
210300	21	03	00	CARABAYA	46 777	73 946	3,26	2
210301	21	03	01	MACUSANI	8 957	11 707	1,89	2
210302	21	03	02	AJOYANI	1 563	1 938	1,52	2
210303	21	03	03	AYAPATA	4 864	8 996	4,40	2
210304	21	03	04	COASA	6 684	12 097	4,24	2
210305	21	03	05	CORANI	2 868	3 622	1,65	2
210306	21	03	06	CRUCERO	6 633	8 474	1,73	2
210307	21	03	07	ITUATA	5 194	6 106	1,14	2
210308	21	03	08	OLLACHEA	3 583	4 919	2,24	2
210309	21	03	09	SAN GABAN	3 564	4 022	0,87	3
210310	21	03	10	USICAYOS	2 877	12 063	10,56	2


<b>210400</b>	<b>21</b>	<b>04</b>	<b>00</b>	<b>CHUCUITO</b>	<b>91 269</b>	<b>126 259</b>	<b>2,30</b>	<b>2</b>
210401	21	04	01	JULI	23 338	23 741	0,12	2
210402	21	04	02	DESAGUADERO	7 282	20 009	7,34	2
210403	21	04	03	HUACULLANI	5 678	14 906	6,99	2
210404	21	04	04	KELLUYO	8 138	17 869	5,66	2
210405	21	04	05	PISACOMA	8 857	12 151	2,24	2
210406	21	04	06	POMATA	18 891	17 787	-0,42	2
210407	21	04	07	ZEPITA	19 065	19 796	0,26	2
<b>210500</b>	<b>21</b>	<b>05</b>	<b>00</b>	<b>EL COLLAO</b>	<b>77 188</b>	<b>81 059</b>	<b>0,34</b>	<b>2</b>
210501	21	05	01	ILAVE	49 796	54 138	0,59	2
210502	21	05	02	CAPAZO	1 313	1 830	2,35	2
210503	21	05	03	PILCUYO	16 890	14 151	-1,23	2
210504	21	05	04	SANTA ROSA	5 083	6 663	1,91	2
210505	21	05	05	CONDURIRI	4 116	4 277	0,27	2
<b>210600</b>	<b>21</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>HUANCANE</b>	<b>80 317</b>	<b>69 522</b>	<b>-1,01</b>	<b>2</b>
210601	21	06	01	HUANCANE	27 288	21 089	-1,79	2
210602	21	06	02	COJATA	4 546	4 354	-0,30	2
210603	21	06	03	HUATASANI	2 521	4 156	3,56	2
210604	21	06	04	INCHUPALLA	4 223	3 586	-1,14	2
210605	21	06	05	PUSI	6 937	6 516	-0,44	2
210606	21	06	06	ROSASPATA	6 740	5 637	-1,24	2
210607	21	06	07	TARACO	15 817	14 657	-0,53	2
210608	21	06	08	VILQUE CHICO	12 245	9 527	-1,74	2

<b>210700</b>	<b>21</b>	<b>07</b>	<b>00</b>	<b>LAMPA</b>	<b>43 461</b>	<b>48 223</b>	<b>0,73</b>	<b>2</b>
210701	21	07	01	LAMPA	12 031	11 329	-0,42	2
210702	21	07	02	CABANILLA	5 545	5 573	0,04	2
210703	21	07	03	CALAPUJA	1 404	1 494	0,44	2
210704	21	07	04	NICASIO	2 663	2 756	0,19	2
210705	21	07	05	OCUVIRI	1 893	2 655	2,40	2
210706	21	07	06	PALCA	3 091	3 027	-0,12	2
210707	21	07	07	PARATIA	1 722	5 257	8,13	2
210708	21	07	08	PUCARA	6 958	6 060	-0,96	2
210709	21	07	09	SANTA LUCIA	7 398	7 692	0,28	2
210710	21	07	10	VILAVILA	755	2 380	8,37	2
<b>210800</b>	<b>21</b>	<b>08</b>	<b>00</b>	<b>MELGAR</b>	<b>72 005</b>	<b>74 735</b>	<b>0,26</b>	<b>2</b>
210801	21	08	01	AYAVIRI	23 281	22 867	-0,19	2
210802	21	08	02	ANTAUTA	6 003	4 993	-1,28	2
210803	21	08	03	CUPI	1 646	2 572	3,18	2
210804	21	08	04	LLALLI	2 758	3 907	2,47	2
210805	21	08	05	MACARI	7 085	7 971	0,85	2
210806	21	08	06	NUÑO A	11 379	11 121	-0,16	2
210807	21	08	07	ORURILLO	9 897	10 457	0,38	2
210808	21	08	08	SANTA ROSA	6 325	6 943	0,86	2
210809	21	08	09	UMACHIRI	3 651	4 104	0,82	2
<b>210900</b>	<b>21</b>	<b>09</b>	<b>00</b>	<b>MOHO</b>	<b>33 320</b>	<b>27 819</b>	<b>-1,26</b>	<b>2</b>
210901	21	09	01	MOHO	20 120	17 042	-1,16	2
210902	21	09	02	CONIMA	5 024	3 517	-2,47	2
210903	21	09	03	HUAYRAPATA	3 975	4 154	0,31	2
210904	21	09	04	TILALI	4 201	3 106	-2,09	2
<b>211000</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>00</b>	<b>SAN ANTONIO D</b>	<b>28 475</b>	<b>50 490</b>	<b>4,09</b>	<b>2</b>
211001	21	10	01	PUTINA	12 913	20 792	3,39	2
211002	21	10	02	ANANEA	8 452	20 572	6,43	2
211003	21	10	03	PEDRO VILCA A	1 894	2 523	2,07	2

211004	21	10	04	QUILCAPUNCU	4 085	5 131	1,64	2
211005	21	10	05	SINA	1 161	1 472	1,68	2
<b>211100</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>00</b>	<b>SAN ROMAN</b>	<b>168 534</b>	<b>240 775</b>	<b>2,53</b>	<b>2</b>
211101	21	11	01	JULIACA	151 960	225 146	2,79	2
211102	21	11	02	CABANA	4 761	4 392	-0,56	2
211103	21	11	03	CABANELLAS	4 867	5 180	0,41	2
211104	21	11	04	CARACOTO	6 926	6 058	-0,93	2

UBIGEO	UBIGEO			DEPARTAMENT O/ PROVINCIA/ DISTRITO	CENSOS		TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL 1993-2007 (%)	REGION NATURAL
	DD 00	PP 00	DD 00		1993	2007		
211200	21	12	00	SANDIA	50 042	62 147	1,53	2
211201	21	12	01	SANDIA	9 737	11 374	1,09	2
211202	21	12	02	CUYOCLUYO	6 539	5 355	-1,39	2
211203	21	12	03	LIMBANI	2 833	3 734	1,95	2
211204	21	12	04	PATAMBUCO	4 762	4 266	-0,77	2
211205	21	12	05	PHARA	4 717	4 847	0,19	2
211206	21	12	06	QUIACA	1 946	2 232	0,97	2
211207	21	12	07	SAN JUAN DEL C	5 519	9 828	4,12	3
211208	21	12	08	YANAHUAYA	2 486	2 369	-0,36	3
211209	21	12	09	ALTO INAMBARI	5 035	7 537	2,87	3
211210	21	12	10	SAN PEDRO DE	6 459	10 605	3,53	3
<b>211300</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>00</b>	<b>YUNGUYO</b>	<b>48 258</b>	<b>47 400</b>	<b>-0,13</b>	<b>2</b>
211301	21	13	01	YUNGLUYO	30 360	28 367	-0,47	2
211302	21	13	02	ANAPIA	1 108	2 294	5,23	2
211303	21	13	03	COPANI	6 205	5 436	-0,92	2
211304	21	13	04	CUTURAPI	2 611	1 596	-3,38	2
211305	21	13	05	OLLARAYA	3 542	4 644	1,92	2
211306	21	13	06	TINICACHI	1 334	1 490	0,78	2
211307	21	13	07	UNICACHI	3 098	3 571	1,00	2

## CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2007



**INEI**  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMATICA

**SISTEMA DE DIFUSIÓN DE LOS CENSOS NACIONALES**  
DATA WAREHOUSE TECHNOLOGY



Censos de Población y Vivienda 2007 > Consultas de Indicadores

| 4+ Ampliar

**Censos de Población y Vivienda 2007**

- Cuadros Estadísticos Predefinidos
- Consultas Personalizadas
- Consultas de Indicadores

**Censo de Comunidades Indígenas 2007**

**Censo Nacional Económico 2008**

**Registro Nacional de Municipalidades**

**Información más Consultada**

- Cuadros Estadísticos Frecuentes

**Ayuda para el Usuario**

---

**Condiciones de Uso**

Las consultas a la información a nivel nacional, departamental, provincial y distrital, son de libre acceso. La suscripción es para consultar la información con un mayor nivel de detalle.

**Usuarios Suscritos**

Si ya está suscrito en nuestro sistema ingrese los siguientes datos:

E-mail:

**2. Seleccione Nivel Geográfico**

Nacional
Departamento
Provincia
Distrito

Departamento

- Junín
- La Libertad
- Lambayeque
- Lima
- Loreto
- Madre de Dios
- Moquegua
- Pasco
- Piura
- Puno

Provincia

- Azángaro
- Carabaya
- Chucuito
- El Collao
- Huancane
- Lampa
- Melgar
- Moho
- Puno
- San Antonio de Putín

Distrito

- Condurín
- Ilave
- Pilcuyo
- Santa Rosa

Geografía Seleccionada

- Capazo

**3. Seleccione Indicadores**

Buscari:

**Lista de Indicadores**

- Demográfico
  - Total de habitantes del censo 2007
  - Total de hogares
  - Superficie total (Km2)
  - Tasa de Crecimiento de la población
  - Densidad Poblacional

**Fila**

- Total de habitantes del censo 2007
- Total de hogares
- Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)
- Densidad Poblacional
- Total de hogares
- Promedio de Personas por Hogar



**INEI**  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMATICA

**SISTEMA DE DIFUSIÓN DE LOS CENSOS NACIONALES**  
DATA WAREHOUSE TECHNOLOGY



Censos de Población y Vivienda 2007 > Consultas de Indicadores

| 4+ Ampliar

**Censos de Población y Vivienda 2007**

- Cuadros Estadísticos Predefinidos
- Consultas Personalizadas
- Consultas de Indicadores

**Censo de Comunidades Indígenas 2007**

**Censo Nacional Económico 2008**

**Registro Nacional de Municipalidades**

**Información más Consultada**

- Cuadros Estadísticos Frecuentes

**Ayuda para el Usuario**

---

**Condiciones de Uso**

Las consultas a la información a nivel nacional, departamental, provincial y distrital, son de libre acceso. La suscripción es para consultar la información con un mayor nivel de detalle.

Inicio | Herramientas | Datos | Cuadrícula | Formato

CPV 2007: Indicadores

		Nº Filas: 5			Nº Columnas: 5							
País	Departamento	Provincia	Distrito	Tema	Sub Tema	Descripción	Clase	Total	Área Urbana	Área Rural	Sexo Hombre	Sexo Mujer
							Medidas	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Perú						Total de habitantes del censo 2007	General	1830	146	1684	1039	791
	Puno	El Collao	Capazo	Demográfico	General	Total de hogares	General	592	47	545	-	-
						Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)	General	2.35	-	-	-	-
						Densidad Poblacional	General	1.8	-	-	-	-
				Hogar	General	Promedio de personas por hogar	General	2.74	2.43	2.77	-	-

## AFORO DE AGUA

### ESTIMACIÓN DEL CAUDAL POR EL MÉTODO DE FLOTADORES

NOMBRE DE LA FUENTE HIDROGRAFICA (Detalle Plano Topografico - Hidrológico)		
<b>Ubicación Política</b>	Departamento	: Puno
	Provincia	: El Collao
	Distrito	: Capaso
	Localidad	: C.P. San Jose - Rosario
	Manantial	: Pumahuta
<b>Fuente de Agua</b>	Fuente de abastecimiento	: Aguas subterráneas
	Tipo de fuente	: Manantial de ladera
	Tipo de Manantial	: Concentrado
<b>ANA</b>	Autoridad Administrativa del Agua (AA)	: Titicaca
	Administración local del agua (ALA)	: Ilave
	Tipo de Uso	: Saneamiento Rural
<b>Hidrología</b>	Región Hidrográfica	: Titicaca
	Cuenca / Orden / Nivel	: Mauri/ 147 / 4
<b>Carta Nacional</b>	Nombre/Código	: Rio Mauri/ 35-x
	Zona / Cuadrícula	: 19 / L
<b>Ubicación</b>	Norte (Y)	: 8106667.598
	Este (X)	: 437358.404
	Cota (Z)	: 4352.435
	fecha de Aforo	: Febrero del 2017

° Cálculo del Área de la sección de la corriente (A)

$$A = a * h$$

Ancho (a)   
 Alto (h)

Area =  m<sup>2</sup>

° Cálculo de la velocidad superficial

$$V_s = \frac{D}{T}$$

long. Tramo (m)   
 Tiempo (s)

Velocidad S. =  m/s

° Cálculo de la velocidad Media

$$V_m = 0.85 * V_s$$

(Del G.H. Dirección Regional de Lima MA)

Velocidad S. =

Velocidad M. =  m/s

° Cálculo del caudal de aforo (sección medida)

$$Q_{af} = V_m * A$$

Caudal =  l/s



## DISEÑO HIDRAULICO - AGUA POTABLE - C.P. ROSARIO

### 1.- PARAMETROS DE DISEÑO

N° de Familias	104	Fam.	(Del Padron Beneficiarios)
N° Personas/familia	4	Per.	(Del Padron Beneficiarios)
Población actual conectadas al sistema	$P_o = 416$	hab.	(Del Padron Beneficiarios)
Tasa de crecimiento poblacional	$r = 2.35$	%	(INEI)
Periodo de diseño	$t = 20$	años	(Del RNE)
Dotación	Poblaciones Rurales	$d = 100$	lts/hab/día (Del G. Saneamiento Básico del MEF)
Porcentaje de pérdida	Captación de Manantial	$\%P = 0\%$	(Del G. Saneamiento Básico del MEF)

#### a) Calculo de la poblacion de diseño

Reemplazando en la ecuacion de crecimiento aritmetico obtenemos la poblacion futura o servida:

$$P_f = P_o \left[ 1 + \frac{rt}{100} \right] \quad P_f = 612 \text{ hab.}$$

#### b) Calculo de variaciones de consumo

° Consumo promedio diario anual o Gasto medio diario

$$Q_p = \frac{P_f \cdot d}{86400} \quad Q_p = 0.71 \text{ Lts/s}$$

° Caudal Producción (Qm/(1-% pérdidas))

$$Q_{pd} = \frac{Q_p}{1 - \%p} \quad Q_{pd} = 0.71 \text{ Lts/s}$$

° Caudal de la fuente

Según aforo caudal - area  $Q_{af} = V$   $Q_{af} = 25.50 \text{ Lts/s}$  (Del Consulto **OK**)

° Consumo máximo diario (para calcular la captacion, linea de conduccion y Ptar)

Según el RNE  $Q_{md} = 1.3 \times Q_p$   $Q_{md} = 0.92 \text{ Lts/s}$  (Del G. Saneamiento Básico del MEF)

° Consumo máximo horario (ingresara mediante la linea de aduccion a la red de distribución)

Según el RNE  $Q_{mh} = 2.0 \times Q_p$   $Q_{mh} = 1.42 \text{ Lts/s}$  (Del G. Saneamiento Básico del MEF)

° Caudal unitario (gasto de consumo por persona)

Según el RNE  $Q_{unit} = Q_{mh}/P_f$   $Q_{unit} = 0.0023203 \text{ Lts/s}$  (Del RNE)

### 2.- VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

° Volumen de Regulación	$V_{reg.} = 15.34$	m3	Zonas Rurales 15-20%
° Volumen contra incendio	$V_{c \text{ inc.}} = -$	m3	
° Volumen de Reserva	$V_{res.} = -$	m3	
° Volumen Total de Almacenamiento	$V_{total} = 15.34$	m3	
° Volumen del Reservorio	<b><math>V = 16</math></b>	<b>m3</b>	



## DISEÑO HIDRAULICO - AGUA POTABLE - C.P. SAN JOSE

### 1.- PARAMETROS DE DISEÑO

N° de Familias		135	Fam.	(Del Padron Beneficiarios)
N° Personas/familia		4	Per.	(Del Padron Beneficiarios)
Población actual conectadas al sistema		540	hab.	(Del Padron Beneficiarios)
Tasa de crecimiento poblacional		2.35	%	(INEI)
Periodo de diseño		20	años	(Del RNE)
Dotación	Poblaciones Rurales	100	lts/hab/día	(Del G. Saneamiento Básico del MEF)
Porcentaje de pérdida	Captación de Manantial	0%		(Del G. Saneamiento Básico del MEF)

#### a) Calculo de la poblacion de diseño

Reemplazando en la ecuacion de crecimiento aritmetico obtenemos la poblacion futura o servida:

$$Pf = Po \left[ 1 + \frac{rt}{100} \right] \quad Pf = 794 \text{ hab.}$$

#### b) Calculo de variaciones de consumo

° Consumo promedio diario anual o Gasto medio diario

$$Qp = \frac{Pf \cdot d}{86400} \quad Qp = 0.92 \text{ Lts/s}$$

° Caudal Producción (Qm/(1-% pérdidas))

$$Qpd = \frac{Qp}{1 - \%p} \quad Qpd = 0.92 \text{ Lts/s}$$

° Caudal de la fuente

Según aforo caudal - area  $Qaf = V/t$        $Qaf = 25.50 \text{ Lts/s}$       (Del Consulto **OK**)

° Consumo máximo diario (para calcular la captacion, linea de conduccion y Ptar)

Según el RNE  $Qmd = 1.3 \times Qp$        $Qmd = 1.20 \text{ Lts/s}$       (Del G. Saneamiento Básico del MEF)

° Consumo máximo horario (ingresara mediante la linea de aduccion a la red de distribución)

Según el RNE  $Qmh = 2.0 \times Qp$        $Qmh = 1.84 \text{ Lts/s}$       (Del G. Saneamiento Básico del MEF)

° Caudal unitario (gasto de consumo por persona)

Según el RNE  $Qunit = Qmh/Pf$        $Qunit = 0.0023174 \text{ Lts/s}$       (Del RNE)

### 2.- VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

° Volumen de Regulación	$Vreg. = 19.87$	m3	Zonas Rurales 15-20%
° Volumen contra incendio	$Vc \text{ inc.} = -$	m3	
° Volumen de Reserva	$Vres. = -$	m3	
° Volumen Total de Almacenamiento	$Vtotal = 19.87$	m3	
° Volumen del Reservorio	$V = 20$	m3	

## DIMENSIONAMIENTO - LINEA DE CONDUCCIÓN

### CRITERIOS DE DISEÑO

#### **HAZEN WILLIAMS (Fuente: RM.173-2016-Vivienda)**

Para tuberías de diámetro superior a 50mm < > 1 1/2"

#### PERDIDA DE CARGA:

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{(C^{1.852} * D^{4.86})} \right] * L$$

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{\left( \frac{Q}{1000} \right)^{1.852}}{C^{1.852} * (D * 0.0254)^{4.86}} \right] * L$$

$$H_f = 1678.1676 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L$$

#### Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

D = Diámetro interior (m)

C = Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

L = Longitud del tramo (m)

#### VELOCIDAD:

$$V_{elc} = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D}$$

$$V_{elc} = \frac{4 * \frac{Q}{1000}}{\pi * (D * 0.0254)^2} = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

#### Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

D = Diámetro (m)

#### CAUDAL Y DIAMETRO:

$$Q = 0.0002464 * C * D^{2.64} S^{0.54}$$

$$D = 18.6968 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} * S^{0.21}}$$

#### Donde:

D = Diámetro de la tubería (Pulg)

Q = Caudal (l/seg)

S = Pendiente (m/Km)

C = Coeficiente de Hazen - Williams (pies<sup>0.5</sup>/seg)

#### **FAIR - WHIPPLE (Fuente: RM.173-2016-Vivienda)**

Para tuberías de diámetro igual o inferior a 50mm < > 1 1/2"

#### PERDIDA DE CARGA:

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{(D^{4.753})} \right] * L$$

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{(Q * 60)^{1.751}}{(D * 25.4)^{4.753}} \right] * L$$

$$H_f = 0.1848 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right] * L$$

#### Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (Lit/min)

D = Diámetro interior (mm)

L = Longitud del tramo (m)

## CENTRO POBLADO ROSARIO DE ANCOMARCA

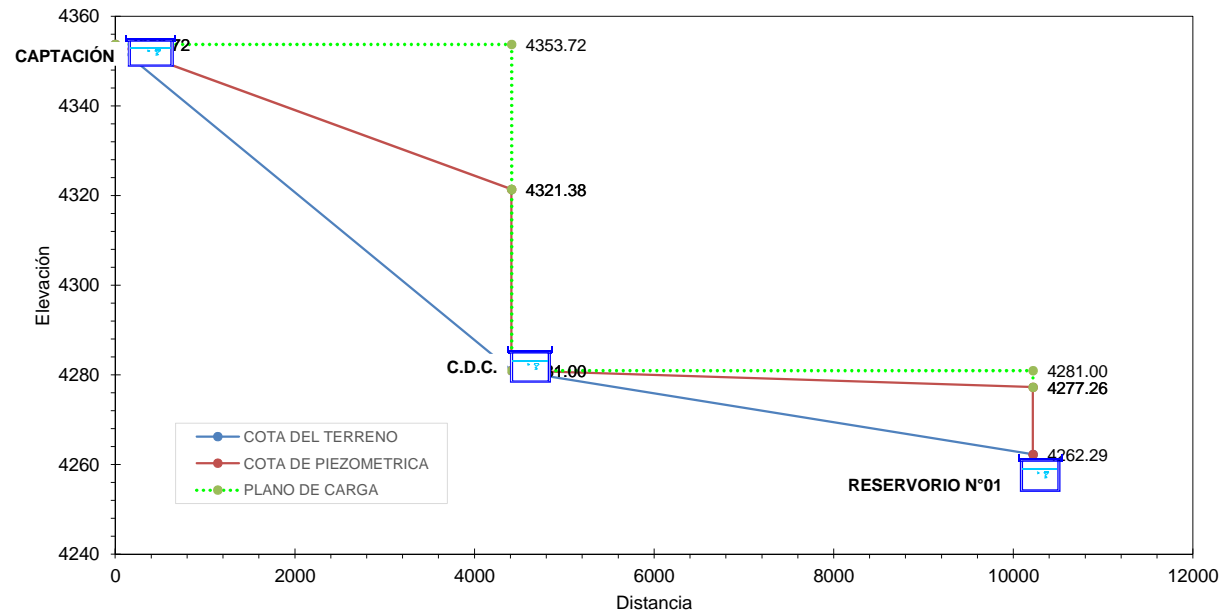
### CRITERIOS DE DISEÑO: HAZEN WILLIAMS

#### A.- DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION 01: "CAPTACION PUMAHUTA - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°01"

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERIA CLASE	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	COTA DEL TERRENO		Pendiente S (m/Km)	Diametro considerado (D) (Pulg)	Diametro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad v m/s	Perdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Perdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		Presión Estática (m)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.							Inicial (msnm)	Final (msnm)	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.72	4281.00	16.483	2.12	2.50	0.67	---	32.34	4353.72	4321.38	40.38
CDC - RESERV (01)	10.0	150	5805.00	10217.00	0.92	4281.00	4262.29	3.22	2.15	3.00	0.20	---	3.74	4281.00	4277.26	14.98

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10217.00	4262.29
COTA DE PIEZOMETRICA	
0.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00
10217.00	4277.26
10217.00	4262.29
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00
10217.00	4281.00
10217.00	4277.26

**LINEA DE CONDUCCIÓN (CAPTACION-CDC-RESERVORIO N°01)**



## CENTRO POBLADO ROSARIO DE SAN JOSE

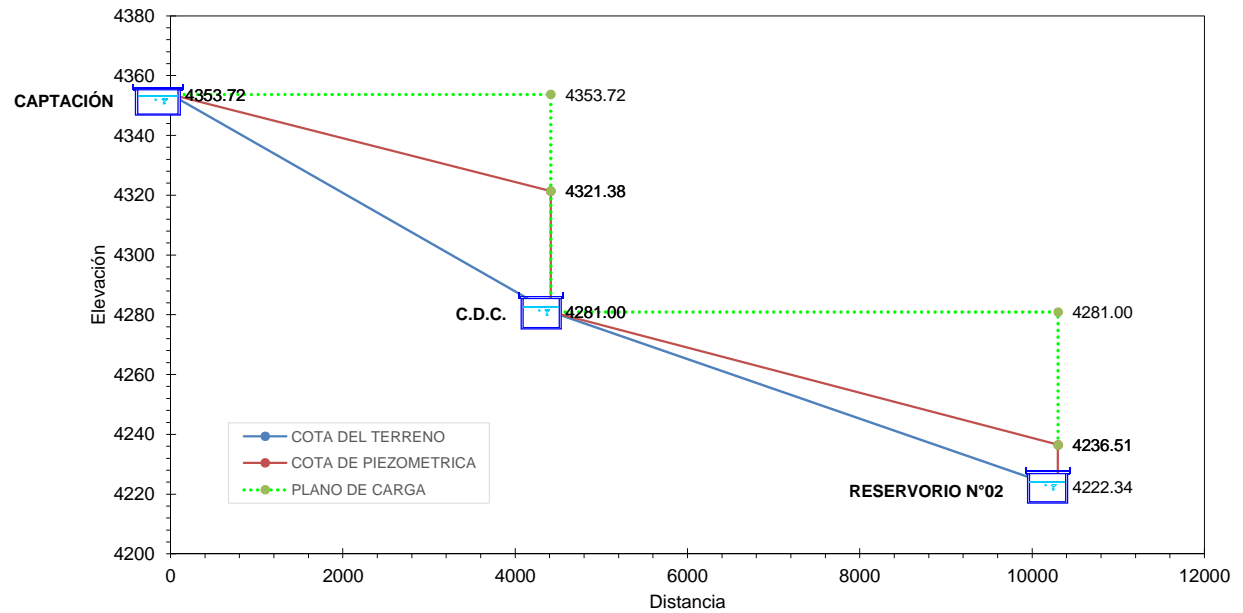
### CRITERIOS DE DISEÑO: HAZEN WILLIAMS

#### B.- DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION 02: "CAPTACION PUMAHUTA - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVOIRIO N°02"

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERIA CLASE	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	COTA DEL TERRENO		Pendiente S (m/Km)	Diametro considerado (D) (Pulg)	Diametro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad v m/s	Perdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Perdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		Presión Estática (m)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.							Inicial (msnm)	Final (msnm)	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.721	4281.000	16.483	2.12	2.50	0.67	---	32.34	4353.72	4321.38	40.38
CDC - RESERV (02)	10.0	150	5887.00	10299.00	1.20	4281.000	4222.343	9.96	1.89	2.00	0.59	---	44.49	4281.00	4236.51	14.17

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10299.00	4222.34
COTA DE PIEZOMETRICA	
0.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00
10299.00	4236.51
10299.00	4222.34
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4321.38
4412.00	4281.00
10299.00	4281.00
10299.00	4236.51

**LINEA DE CONDUCCIÓN (CAPTACION-CDC-RESERVOIRIO N°02)**



## DIMENCIONAMIENTO - LINEA DE CONDUCCIÓN

### CRITERIOS DE DISEÑO.

#### HAZEN WILLIAMS (Fuente: RM.173-2016-Vivienda)

Para tuberías de diámetro superior a 50mm < > 1 1/2"

#### PERDIDA DE CARGA:

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{(C^{1.852} * D^{4.86})} \right] * L$$

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{\left( \frac{Q}{1000} \right)^{1.852}}{C^{1.852} * (D * 0.0254)^{4.86}} \right] * L$$

$$H_f = 1678.1676 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L$$

#### Donde:

Hf = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (m3/s)

D = Diámetro interior (m)

C = Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

L = Longitud del tramo (m)

#### VELOCIDAD:

$$V_{elc} = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D}$$

$$V_{elc} = \frac{4 * \frac{Q}{1000}}{\pi * (D * 0.0254)^2} = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

#### Donde:

Q = Caudal (m3/s)

D = Diámetro (m)

#### CAUDAL Y DIAMETRO:

$$Q = 0.0002464 * C * D^{2.64} S^{0.54}$$

$$D = 18.6968 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} * S^{0.21}}$$

#### Donde:

D = Diámetro de la tubería (Pulg)

Q = Caudal (l/seg)

S = Pendiente (m/Km)

C = Coeficiente de Hazen - Williams (pies^0.5/seg)

#### FAIR - WHIPPLE (Fuente: RM.173-2016-Vivienda)

Para tuberías de diámetro igual o inferior a 50mm < > 1 1/2"

#### PERDIDA DE CARGA:

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{(D^{4.753})} \right] * L$$

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{(Q * 60)^{1.751}}{(D * 25.4)^{4.753}} \right] * L$$

$$H_f = 0.1848 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right] * L$$

#### Donde:

Hf = Pérdida de carga continua (m)

Q = Caudal (Lit/min)

D = Diámetro interior (mm)

L = Longitud del tramo (m)

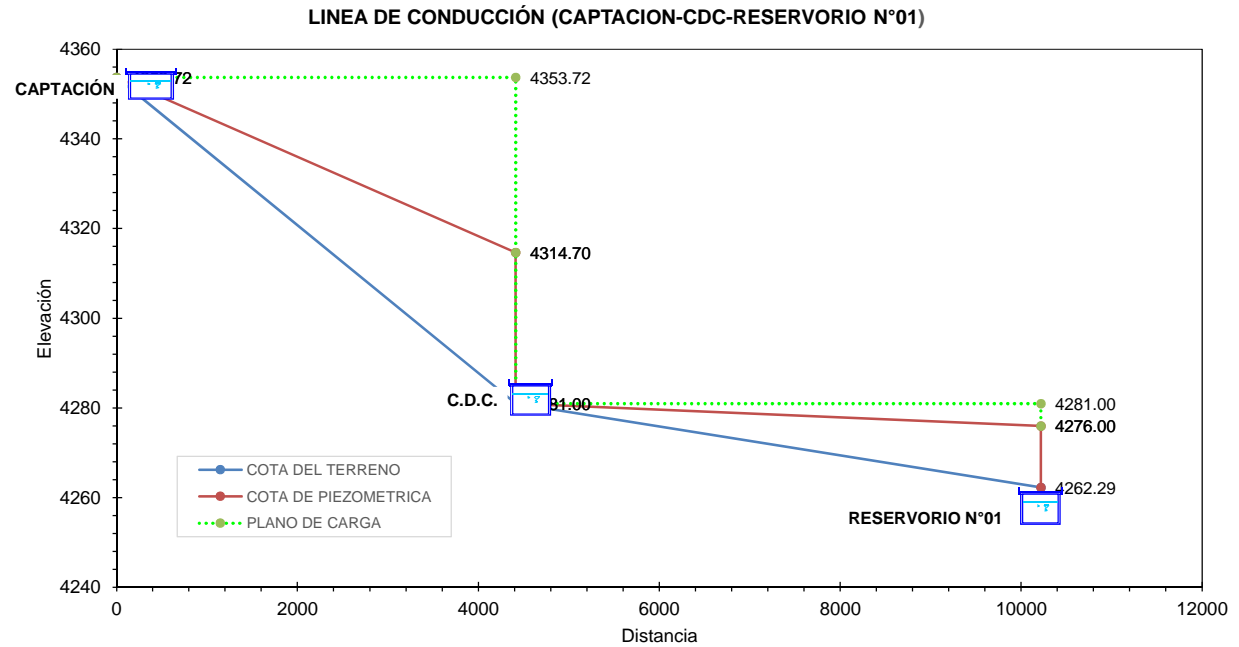
## CENTRO POBLADO ROSARIO DE ANCOMARCA

### CRITERIOS DE DISEÑO: FAIR - WHIPPLE

#### A.- DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION 01: "CAPTACION PUMAHUTA - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVOIRIO N°01"

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERIA CLASE	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	COTA DEL TERRENO		Pendiente S (m/Km)	Diametro considerado (D) (Pulg)	Diametro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Perdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Perdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		Presión Estatica (m)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.							Inicial (msnm)	Final (msnm)	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.72	4281.00	16.483	2.12	2.50	0.67	39.02	---	4353.72	4314.70	33.70
CDC - RESERV (01)	10.0	150	5805.00	10217.00	0.92	4281.00	4262.29	3.22	2.15	3.00	0.20	5.00	---	4281.00	4276.00	13.71

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10217.00	4262.29
COTA DE PIEZOMETRICA	
0.00	4353.72
4412.00	4314.70
4412.00	4281.00
10217.00	4276.00
10217.00	4262.29
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4314.70
4412.00	4281.00
10217.00	4281.00
10217.00	4276.00



## CENTRO POBLADO ROSARIO DE SAN JOSE

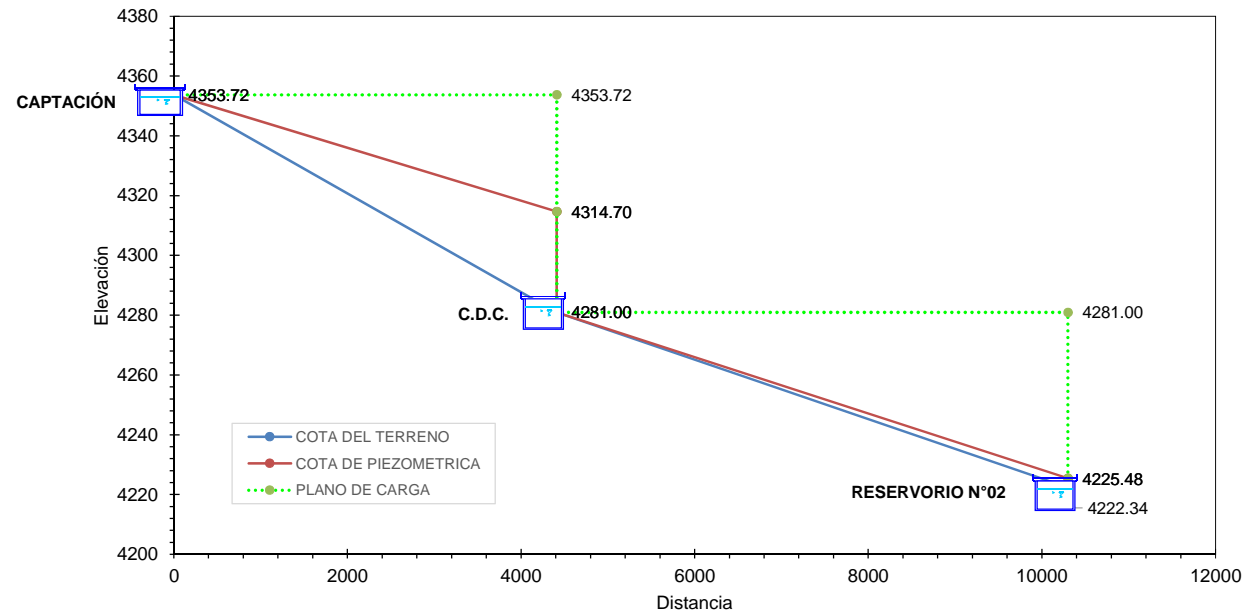
**CRITERIOS DE DISEÑO: FAIR - WHIPPLE**

### B.- DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION 02: "CAPTACION PUMAHUTA - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVOIRIO N°02"

TRAMO (*)	CLASE DE TUBERIA CLASE	Coeficiente de Hazen Williams (Tub PVC)	Longitud Parcial L (m)	Longitud Acumulada L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	COTA DEL TERRENO		Pendiente S (m/Km)	Diametro considerado (D) (Pulg)	Diametro seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Perdida de carga Continua (Fair Whipple) hf (m)	Perdida de carga Continua (Hazen Williams) hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		Presión Estática (m)
						Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.							Inicial (msnm)	Final (msnm)	
CAP (01) - CDC	10.0	150	4412.00	4412.00	2.12	4353.721	4281.000	16.483	2.12	2.50	0.67	39.02	---	4353.72	4314.70	33.70
CDC - RESERV (02)	10.0	150	5887.00	10299.00	1.20	4281.000	4222.343	9.96	1.89	2.00	0.59	55.52	---	4281.00	4225.48	3.14

COTA DEL TERRENO	
0.00	4353.72
4412.00	4281.00
10299.00	4222.34
COTA DE PIEZOMETRICA	
0.00	4353.72
4412.00	4314.70
4412.00	4281.00
10299.00	4225.48
10299.00	4222.34
PLANO DE CARGA	
0.00	4353.72
4412.00	4353.72
4412.00	4314.70
4412.00	4281.00
10299.00	4281.00
10299.00	4225.48

**LINEA DE CONDUCCIÓN (CAPTACION-CDC-RESERVOIRIO N°02)**



**CUADRO DE DEMANDA UNITARIO C.P. ROSARIO**

NODO	MANZANA	LOTE	CU	VIV.	VIVIENDAS POR NODO	DEMANDA	DEMANDA
			L/Seg.VIV	CONECTADA		L/Seg.	POR NODO
J-35	A-10	1	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365
J-40	A-10	3	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-40	A-10	4	0.0136538	1		0.01365	
J-40	A-10	6	0.0136538	1		0.01365	
J-41	A-10	9	0.0136538	1		0.01365	
J-41	A-10	10	0.0136538	1	2	0.01365	0.02731
J-47	A-9	7	0.0136538	1	2	0.01365	0.02731
J-47	A-9	6	0.0136538	1		0.01365	
J-48	A-9	5	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365
J-42	A-10	2	0.0136538	1	6	0.01365	0.08192
J-42	A-10	5	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-10	7	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-10	8	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-10	11	0.0136538	1		0.01365	
J-42	A-15	14	0.0136538	1		0.01365	
J-43	A-9	1	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-43	A-9	2	0.0136538	1		0.01365	
J-43	A-9	3	0.0136538	1		0.01365	
J-43	A-9	4	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-8	1	0.0136538	1	7	0.01365	0.09558
J-45	A-6	1	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	4	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-14	10	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	5	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	6	0.0136538	1		0.01365	
J-45	A-6	7	0.0136538	1		0.01365	
J-49	A-7	1	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-49	A-7	2	0.0136538	1		0.01365	
J-49	A-7	3	0.0136538	1		0.01365	
J-49	A-7	4	0.0136538	1		0.01365	
J-50	A-6	2	0.0136538	1	3	0.01365	0.04096
J-50	A-6	3	0.0136538	1		0.01365	
J-50	A-5	11	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	4	0.0136538	1	9	0.01365	0.12288
J-44	A-15	5	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	6	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	7	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	8	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	9	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	10	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	11	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	12	0.0136538	1		0.01365	
J-44	A-15	13	0.0136538	1		0.01365	
J-36	A-15	1	0.0136538	1	4	0.01365	0.05462
J-36	A-15	2	0.0136538	1		0.01365	
J-36	A-15	3	0.0136538	1		0.01365	
J-36	A-16	10	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	1	0.0136538	1	8	0.01365	0.12288
J-37	A-14	2	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	3	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	4	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	5	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	6	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	7	0.0136538	1		0.01365	
J-37	A-14	8	0.0136538	1		0.01365	



J-37	A-14	9	0.0136538	1	9	0.01365	0.12288
J-46	A-11	1	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	2	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	3	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	4	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-11	5	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	11	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	12	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	13	0.0136538	1		0.01365	
J-46	A-16	14	0.0136538	1		9	
J-58	A-16	1	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	2	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	3	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	4	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	5	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	6	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	7	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	8	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	9	0.0136538	1		0.01365	
J-58	A-16	15	0.0136538	1		10	
J-57	A-12	1	0.0136538	1		0.01365	
J-57	A-13	1	0.0136538	1		0.01365	
J-57	A-1	1	0.0136538	1		0.01365	
J-57	A-1	2	0.0136538	1		4	
J-38	A-13	2	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	3	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	4	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	5	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-13	6	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	4	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	5	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	6	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	7	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	8	0.0136538	1		0.01365	
J-38	A-5	9	0.0136538	1	0.01365		
J-38	A-5	10	0.0136538	1	12	0.01365	0.16385
J-51	A-5	1	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-5	2	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-5	3	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-4	4	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-4	5	0.0136538	1		0.01365	
J-51	A-4	6	0.0136538	1		6	
J-52	A-4	1	0.0136538	1		0.01365	
J-52	A-4	3	0.0136538	1		2	
J-53	A-3	1	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365
J-54	A-4	2	0.0136538	1		0.01365	
J-54	A-3	2	0.0136538	1		0.01365	
J-54	A-3	3	0.0136538	1		3	
J-59	A-11	2	0.0136538	1	1	0.01365	0.01365

**Total** **104**

**1.42**

° Consumo máximo horario (Qmh)	1.42	Lts/s
° Caudal unitario (Qunit)	0.0136538	Lts/s
° Numero de viviendas	104	Vivenda

**CUADRO DE DEMANDA UNITARIO C.P. SAN JOSE**

NODO	MANZANA	LOTE	CU	VIV.	VIVIENDAS POR NODO	DEMANDA	DEMANDA
			L/Seg.VIV	CONECTADA		L/Seg.	POR NODO
J-15	B-5	12	0.0136296	1	10	0.01363	0.13630
J-15	B-6	5	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	6	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	7	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	8	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	9	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	10	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	11	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	12	0.0136296	1		0.01363	
J-15	B-6	13	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-15	5	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-19	B-15	6	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-15	7	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-15	8	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-6	2	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-6	3	0.0136296	1		0.01363	
J-19	B-6	4	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	1	0.0136296	1	18	0.01363	0.24533
J-29	B-6	14	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	15	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	16	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	17	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	18	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	19	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	20	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	21	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-6	22	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	1	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	2	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	3	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	4	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	5	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	6	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	7	0.0136296	1		0.01363	
J-29	B-7	8	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-16	4	0.0136296	1	10	0.01363	0.13630
J-20	B-16	5	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-16	6	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-16	7	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-15	9	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-15	10	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	1	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	2	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	3	0.0136296	1		0.01363	
J-20	B-8	4	0.0136296	1		0.01363	
J-22	B-9	1	0.0136296	1	5	0.01363	0.06815
J-22	B-9	2	0.0136296	1		0.01363	
J-22	B-9	3	0.0136296	1		0.01363	
J-22	B-16	8	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	1	0.0136296	1	5	0.01363	0.06815
J-28	B-10	2	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	3	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	4	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-10	5	0.0136296	1		0.01363	

J-28	B-10	6	0.0136296	1	10	0.01363	0.13630
J-28	B-10	7	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-11	1	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-11	2	0.0136296	1		0.01363	
J-28	B-11	3	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-16	1	0.0136296	1	6	0.01363	0.08178
J-23	B-16	2	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-16	3	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-17	8	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-17	9	0.0136296	1		0.01363	
J-23	B-17	10	0.0136296	1	0.01363	0.08178	
J-16	B-15	1	0.0136296	1	4	0.01363	0.05452
J-16	B-15	2	0.0136296	1		0.01363	
J-16	B-15	3	0.0136296	1		0.01363	
J-16	B-15	4	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	1	0.0136296	1	6	0.01363	0.08178
J-18	B-5	2	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	3	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	4	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	5	0.0136296	1		0.01363	
J-18	B-5	6	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-14	5	0.0136296	1	11	0.01363	0.14993
J-17	B-14	6	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-14	7	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-14	8	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-14	9	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	2	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	3	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	4	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	5	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	6	0.0136296	1		0.01363	
J-17	B-17	7	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-17	1	0.0136296	1	5	0.01363	0.06815
J-24	B-17	11	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-17	12	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-13	7	0.0136296	1		0.01363	
J-24	B-12	1	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-14	1	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-26	B-14	10	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-14	11	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	3	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	4	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	5	0.0136296	1		0.01363	
J-26	B-13	6	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	1	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-25	B-13	2	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	8	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	9	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-13	10	0.0136296	1		0.01363	
J-25	B-2	4	0.0136296	1		0.01363	
J-30	B-2	5	0.0136296	1	3	0.01363	0.04089
J-30	B-1	1	0.0136296	1		0.01363	
J-30	B-2	1	0.0136296	1		0.01363	
J-30	B-2	3	0.0136296	1	3	0.01363	0.04089
J-31	B-3	1	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	12	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	13	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	14	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-3	15	0.0136296	1	0.01363		

J-31	B-3	16	0.0136296	1		0.01363	
J-31	B-2	2	0.0136296	1	7	0.01363	0.09541
J-32	B-3	9	0.0136296	1		0.01363	
J-32	B-3	10	0.0136296	1		0.01363	
J-32	B-3	11	0.0136296	1	3	0.01363	0.04089
J-27	B-5	7	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	8	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	9	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	10	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-5	11	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-14	2	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-14	3	0.0136296	1		0.01363	
J-27	B-14	4	0.0136296	1	8	0.01363	0.10904
J-33	B-4	1	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	2	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	3	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	4	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	5	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	6	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	7	0.0136296	1		0.01363	
J-33	B-3	8	0.0136296	1	8	0.01363	0.10904

**Total** **135**

**1.84**

° Consumo máximo horario (Qmh)	1.84	Lts/s
° Caudal unitario (Qunit)	0.0136296	Lts/s
° Numero de viviendas	135	Vivenda

**CUADRO DE NODOS - LINEA DE CONDUCCION**

<b>TRAMO (CAPTACION - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES)</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	CAPTACION	4353.721	4353.721	0	437358.400	8106667.610
2	J-1	4344.567	4350.694	6	437090.570	8106410.820
3	J-2	4319.500	4346.486	27	437169.980	8105937.910
4	J-3	4286.648	4337.770	51	436286.240	8105205.430
5	J-4	4287.348	4329.577	42	435698.380	8104448.310
6	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870

<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°01)</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870
2	J-5	4243.029	4279.946	37	434483.390	8102819.800
3	J-6	4239.444	4278.662	39	432577.710	8102657.140
4	J-7	4233.985	4278.061	44	431711.400	8102436.790
5	J-8	4226.286	4277.584	51	431633.390	8101726.310
6	RESERVORIO N°01	4264.035			431299.310	8101288.670

<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°02)</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870
2	J-60	4264.850	4277.163	12	435844.530	8102820.920
3	J-12	4234.506	4264.019	29	436157.910	8101178.010
4	J-13	4218.719	4246.101	27	435827.110	8098966.250
5	RESERVORIO N°02	4227.750			435749.640	8097546.300

**CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE**

<b>CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. ROSARIO</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	RESERVORIO N°01	4264.035			431299.310	8101288.670
2	J-34	4248.684	4262.966	14	431375.940	8101294.370
3	J-35	4241.560	4261.764	20	431417.170	8101294.860
4	J-36	4238.990	4261.206	22	431454.630	8101295.810
5	J-37	4233.688	4260.905	27	431547.730	8101297.810
6	J-38	4231.566	4260.852	29	431548.210	8101390.120
7	J-40	4252.023	4262.017	10	431377.520	8101229.960
8	J-41	4250.380	4261.436	11	431371.810	8101170.610
9	J-42	4245.875	4261.258	15	431421.150	8101169.950
10	J-43	4243.850	4261.099	17	431443.990	8101169.570
11	J-44	4242.716	4261.036	18	431456.840	8101169.150
12	J-45	4235.022	4260.828	26	431544.460	8101167.960
13	J-46	4237.083	4260.986	24	431416.770	8101389.910
14	J-47	4245.464	4261.200	16	431366.230	8101111.690
15	J-48	4242.966	4261.139	18	431409.950	8101110.260
16	J-49	4233.800	4260.648	27	431544.150	8101108.490
17	J-50	4230.414	4260.803	30	431605.080	8101298.730
18	J-51	4229.210	4260.509	31	431601.560	8101391.800
19	J-52	4230.896	4260.507	30	431546.450	8101443.810
20	J-53	4230.481	4260.501	30	431545.690	8101471.340
21	J-54	4229.309	4260.412	31	431599.690	8101445.040
22	J-57	4230.663	4260.702	30	431451.980	8101471.680
23	J-58	4235.559	4260.951	25	431453.460	8101389.630
24	J-59	4244.111	4260.963	17	431320.050	8101398.070

<b>CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. SAN JOSE</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	RESERVORIO N°02	4227.750			435749.640	8097546.300
2	J-14	4214.704	4226.166	11	435229.360	8097748.750
3	J-15	4214.360	4225.878	11	435151.600	8097840.910
4	J-16	4212.980	4225.366	12	435108.590	8097880.290
5	J-17	4212.380	4225.283	13	435150.120	8097914.870
6	J-18	4213.480	4225.416	12	435192.310	8097872.530
7	J-19	4215.515	4225.511	10	435108.390	8097800.340
8	J-20	4214.606	4225.190	11	435067.410	8097845.600
9	J-22	4211.452	4225.012	14	435040.370	8097876.440
10	J-23	4210.741	4225.062	14	435080.030	8097909.260
11	J-24	4209.913	4225.033	15	435123.240	8097947.010
12	J-25	4210.398	4224.742	14	435170.280	8097990.760
13	J-26	4211.512	4224.741	13	435200.010	8097954.660
14	J-27	4212.896	4224.758	12	435237.780	8097907.290
15	J-28	4205.050	4223.719	19	434987.150	8097933.940
16	J-29	4215.159	4225.319	10	435185.430	8097716.140
17	J-30	4208.599	4224.621	16	435221.950	8098035.360
18	J-31	4209.486	4224.062	15	435253.310	8097998.550
19	J-32	4212.764	4224.738	12	435234.430	8097911.500
20	J-33	4210.050	4224.058	14	435290.940	8097954.890

**CUADRO DE REDES - LINEA DE CONDUCCION**

<b>TRAMO (CAPTACION - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-1	401	R-1	J-1	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
2	P-2	558	J-1	J-2	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
3	P-3	1155	J-2	J-3	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
4	P-4	1085	J-3	J-4	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
5	P-83	975	J-4	FCV-1	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
6	P-84	238	FCV-1	R-2	2.5	PVC	150	2.12	0.67	<b>4412</b>
<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°01)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-6	1592	R-2	J-5	3	PVC	150	0.92	0.2	
2	P-7	1941	J-5	J-6	3	PVC	150	0.92	0.2	
3	P-8	907	J-6	J-7	3	PVC	150	0.92	0.2	
4	P-9	721	J-7	J-8	3	PVC	150	0.92	0.2	
5	P-85	171	J-8	FCV-2	3	PVC	150	0.92	0.2	
6	P-86	473	FCV-2	T-1	3	PVC	150	0.92	0.2	<b>5805</b>
<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°02)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-89	492	R-2	J-60	2	PVC	150	1.2	0.59	
2	P-90	1685	J-60	J-12	2	PVC	150	1.2	0.59	
3	P-15	2296	J-12	J-13	2	PVC	150	1.2	0.59	
4	P-92	1150	J-13	FCV-3	2	PVC	150	1.2	0.59	
5	P-93	273	FCV-3	T-3	2	PVC	150	1.2	0.59	<b>5896</b>

**CUADRO DE REDES - REDES DE DISTRIBUCION**

CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE -C.P. ROSARIO										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-43	78	T-1	J-34	2	PVC	150	1.42	0.7	78
2	P-44	42	J-34	J-35	1.5	PVC	150	1.15	1.01	
3	P-45	38	J-35	J-36	1.5	PVC	150	0.8	0.7	
4	P-46	93	J-36	J-37	1.5	PVC	150	0.35	0.31	
5	P-47	92	J-37	J-38	1.5	PVC	150	0.14	0.12	
6	P-78	94	J-36	J-58	1.5	PVC	150	0.32	0.28	
7	P-79	95	J-58	J-38	1.5	PVC	150	0.19	0.17	454
8	P-50	65	J-34	J-40	1	PVC	150	0.27	0.54	
9	P-51	60	J-40	J-41	1	PVC	150	0.22	0.43	
10	P-52	50	J-41	J-42	1	PVC	150	0.13	0.25	
11	P-53	125	J-42	J-35	1	PVC	150	0.14	0.27	
12	P-54	23	J-42	J-43	1	PVC	150	0.18	0.36	
13	P-55	13	J-43	J-44	1	PVC	150	0.15	0.3	
14	P-56	127	J-44	J-36	1	PVC	150	0.07	0.15	
15	P-57	88	J-44	J-45	1	PVC	150	0.1	0.2	
16	P-58	130	J-45	J-37	1	PVC	150	0.05	0.1	
17	P-59	95	J-35	J-46	1	PVC	150	0.2	0.39	
18	P-81	37	J-46	J-58	1	PVC	150	0.06	0.12	813
19	P-61	59	J-41	J-47	0.8	PVC	150	0.06	0.22	
20	P-62	44	J-47	J-48	0.8	PVC	150	0.04	0.13	
21	P-63	69	J-48	J-43	0.8	PVC	150	0.02	0.08	
22	P-64	59	J-45	J-49	0.8	PVC	150	0.05	0.19	
23	P-65	57	J-37	J-50	0.8	PVC	150	0.04	0.14	
24	P-66	53	J-38	J-51	0.8	PVC	150	0.08	0.29	
25	P-67	54	J-38	J-52	0.8	PVC	150	0.08	0.29	
26	P-68	28	J-52	J-53	0.8	PVC	150	0.01	0.05	
27	P-69	53	J-52	J-54	0.8	PVC	150	0.04	0.14	
28	P-80	82	J-58	J-57	0.8	PVC	150	0.05	0.19	
29	P-82	100	J-46	J-59	0.8	PVC	150	0.01	0.05	658

CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE -C.P. SAN JOSE										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-94	558	T-3	J-14	3	PVC	150	1.84	0.4	
2	P-18	121	J-14	J-15	3	PVC	150	1.84	0.4	679
3	P-19	58	J-15	J-16	1.5	PVC	150	0.6	0.53	
4	P-20	54	J-16	J-17	1.5	PVC	150	0.23	0.21	
5	P-21	60	J-17	J-18	1.5	PVC	150	0.29	0.25	
6	P-22	52	J-18	J-15	1.5	PVC	150	0.61	0.53	
7	P-23	59	J-15	J-19	1.5	PVC	150	0.5	0.44	
8	P-37	114	J-19	J-29	1.5	PVC	150	0.25	0.22	397
9	P-24	61	J-19	J-20	1	PVC	150	0.16	0.31	
10	P-25	54	J-20	J-16	1	PVC	150	0.12	0.24	
11	P-26	41	J-20	J-22	1	PVC	150	0.14	0.28	
12	P-27	51	J-22	J-23	1	PVC	150	0.06	0.12	
13	P-28	41	J-23	J-16	1	PVC	150	0.19	0.37	
14	P-29	57	J-23	J-24	1	PVC	150	0.04	0.09	
15	P-30	42	J-24	J-17	1	PVC	150	0.17	0.33	
16	P-31	64	J-24	J-25	1	PVC	150	0.14	0.28	
17	P-32	47	J-25	J-26	1	PVC	150	0.01	0.02	
18	P-33	64	J-26	J-17	1	PVC	150	0.2	0.4	
19	P-35	57	J-27	J-18	1	PVC	150	0.24	0.47	
20	P-40	55	J-26	J-32	1	PVC	150	0.01	0.02	
21	P-41	5	J-32	J-27	1	PVC	150	0.13	0.26	639
22	P-36	79	J-22	J-28	0.8	PVC	150	0.14	0.48	
23	P-38	68	J-25	J-30	0.8	PVC	150	0.04	0.14	
24	P-39	69	J-26	J-31	0.8	PVC	150	0.1	0.36	
25	P-42	71	J-32	J-33	0.8	PVC	150	0.1	0.36	
26	P-95	58	J-33	J-31	0.8	PVC	150	0.01	0.03	345



**CUADRO DE RESUMEN DE TUBERIAS**

CUADRO DE RESUMEN DE TUBERIAS - C.P. ROSARIO - SUB SISTEMA 01									
DESCRIPCION	DIAMETROS TUBERIA PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a>								LONG. TOTAL (ml)
DIAMETRO REFERENCIA (Pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
DIAMETRO NOMINAL (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20	
LINEA DE CONDUCCION (C-CDC-R 01)	-	5,805	4,412	-	-	-	-	-	10,217
LINEA DE ADUCCION	-	-	-	78	-	-	-	-	78
RED DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	454	813	658	-	1,925
<b>TOTAL</b>									<b>12,220</b>

CUADRO DE RESUMEN DE TUBERIAS - C.P. SAN JOSE - SUB SISTEMA 02									
DESCRIPCION	DIAMETROS TUBERIA PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a>								LONG. TOTAL (ml)
DIAMETRO REFERENCIA (Pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
DIAMETRO NOMINAL (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20	
LINEA DE CONDUCCION (CDC-R 02)	-			5,896					5,896
LINEA DE ADUCCION	-	679							679
RED DE DISTRIBUCIÓN	-				397	639	345		1,381
<b>TOTAL</b>									<b>7,956</b>

**CUADRO DE NODOS - LINEA DE CONDUCCION - METODO THYSSEN**

<b>TRAMO (CAPTACION - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES)</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	CAPTACION	4353.721	4353.721	0	437358.400	8106667.610
2	J-1	4344.567	4350.694	6	437090.570	8106410.820
3	J-2	4319.500	4346.486	27	437169.980	8105937.910
4	J-3	4286.648	4337.770	51	436286.240	8105205.430
5	J-4	4287.348	4329.577	42	435698.380	8104448.310
6	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870

<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°01)</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870
2	J-5	4243.029	4279.946	37	434483.390	8102819.800
3	J-6	4239.444	4278.662	39	432577.710	8102657.140
4	J-7	4233.985	4278.061	44	431711.400	8102436.790
5	J-8	4226.286	4277.584	51	431633.390	8101726.310
6	RESERVORIO N°01	4264.035			431299.310	8101288.670

<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°02)</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	C.D.C.	4281.000	4281.000		435668.180	8103279.870
2	J-60	4264.850	4277.163	12	435844.530	8102820.920
3	J-12	4234.506	4264.019	29	436157.910	8101178.010
4	J-13	4218.719	4246.101	27	435827.110	8098966.250
5	RESERVORIO N°02	4227.750			435749.640	8097546.300

**CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - METODO THYSSEN**

<b>CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. ROSARIO</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	RESERVORIO N°01	4264.035			431299.310	8101288.670
2	J-34	4248.684	4262.966	14	431375.940	8101294.370
3	J-35	4241.560	4261.804	20	431417.170	8101294.860
4	J-36	4238.990	4261.271	22	431454.630	8101295.810
5	J-37	4233.688	4260.978	27	431547.730	8101297.810
6	J-38	4231.566	4260.966	29	431548.210	8101390.120
7	J-40	4252.023	4262.110	10	431377.520	8101229.960
8	J-41	4250.380	4261.572	11	431371.810	8101170.610
9	J-42	4245.875	4261.421	16	431421.150	8101169.950
10	J-43	4243.850	4261.237	17	431443.990	8101169.570
11	J-44	4242.716	4261.157	18	431456.840	8101169.150
12	J-45	4235.022	4260.730	26	431544.460	8101167.960
13	J-46	4237.083	4261.164	24	431416.770	8101389.910
14	J-47	4245.464	4261.329	16	431366.230	8101111.690
15	J-48	4242.966	4261.237	18	431409.950	8101110.260
16	J-49	4233.800	4260.292	26	431544.150	8101108.490
17	J-50	4230.414	4260.677	30	431605.080	8101298.730
18	J-51	4229.210	4260.854	32	431601.560	8101391.800
19	J-52	4230.896	4259.932	29	431546.450	8101443.810
20	J-53	4230.481	4259.844	29	431545.690	8101471.340
21	J-54	4229.309	4259.808	30	431599.690	8101445.040
22	J-57	4230.663	4260.516	30	431451.980	8101471.680
23	J-58	4235.559	4261.080	25	431453.460	8101389.630
24	J-59	4244.111	4261.128	17	431320.050	8101398.070

<b>CUADRO DE NODOS DE RED DE AGUA POTABLE - C.P. SAN JOSE</b>						
<b>N°</b>	<b>LABEL</b>	<b>ELEVACION (m)</b>	<b>ALTURA HIDRAULICA (m)</b>	<b>PRESION (m H2O)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
1	RESERVORIO N°02	4227.750			435749.640	8097546.300
2	J-14	4214.704	4226.165	11	435229.360	8097748.750
3	J-15	4214.360	4225.912	12	435151.600	8097840.910
4	J-16	4212.980	4225.408	12	435108.590	8097880.290
5	J-17	4212.380	4225.331	13	435150.120	8097914.870
6	J-18	4213.480	4225.444	12	435192.310	8097872.530
7	J-19	4215.515	4225.632	10	435108.390	8097800.340
8	J-20	4214.606	4225.267	11	435067.410	8097845.600
9	J-22	4211.452	4224.958	13	435040.370	8097876.440
10	J-23	4210.741	4225.018	14	435080.030	8097909.260
11	J-24	4209.913	4224.941	15	435123.240	8097947.010
12	J-25	4210.398	4224.576	14	435170.280	8097990.760
13	J-26	4211.512	4224.671	13	435200.010	8097954.660
14	J-27	4212.896	4224.692	12	435237.780	8097907.290
15	J-28	4205.050	4223.190	18	434987.150	8097933.940
16	J-29	4215.159	4225.587	10	435185.430	8097716.140
17	J-30	4208.599	4223.892	15	435221.950	8098035.360
18	J-31	4209.486	4224.230	15	435253.310	8097998.550
19	J-32	4212.764	4224.672	12	435234.430	8097911.500
20	J-33	4210.050	4224.136	14	435290.940	8097954.890

**CUADRO DE REDES - LINEA DE CONDUCCION - METODO THYSSEN**

<b>TRAMO (CAPTACION - CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-1	401	R-1	J-1	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
2	P-2	558	J-1	J-2	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
3	P-3	1155	J-2	J-3	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
4	P-4	1085	J-3	J-4	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
5	P-83	975	J-4	FCV-1	2.5	PVC	150	2.12	0.67	
6	P-84	238	FCV-1	R-2	2.5	PVC	150	2.12	0.67	<b>4412</b>
<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°01)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-6	1592	R-2	J-5	3	PVC	150	0.92	0.2	
2	P-7	1941	J-5	J-6	3	PVC	150	0.92	0.2	
3	P-8	907	J-6	J-7	3	PVC	150	0.92	0.2	
4	P-9	721	J-7	J-8	3	PVC	150	0.92	0.2	
5	P-85	171	J-8	FCV-2	3	PVC	150	0.92	0.2	
6	P-86	473	FCV-2	T-1	3	PVC	150	0.92	0.2	<b>5805</b>
<b>TRAMO (CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES - RESERVORIO N°02)</b>										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-89	492	R-2	J-60	2	PVC	150	1.2	0.59	
2	P-90	1685	J-60	J-12	2	PVC	150	1.2	0.59	
3	P-15	2296	J-12	J-13	2	PVC	150	1.2	0.59	
4	P-92	1150	J-13	FCV-3	2	PVC	150	1.2	0.59	
5	P-93	273	FCV-3	T-3	2	PVC	150	1.2	0.59	<b>5896</b>

**CUADRO DE REDES - REDES DE DISTRIBUCION - METODO THYSSEN**

CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE -C.P. ROSARIO										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-43	78	T-1	J-34	2	PVC	150	1.42	0.7	78
2	P-44	42	J-34	J-35	1.5	PVC	150	1.13	0.99	
3	P-45	38	J-35	J-36	1.5	PVC	150	0.78	0.68	
4	P-46	93	J-36	J-37	1.5	PVC	150	0.34	0.3	
5	P-47	92	J-37	J-38	1.5	PVC	150	0.06	0.06	
6	P-78	94	J-36	J-58	1.5	PVC	150	0.27	0.24	
7	P-79	95	J-58	J-38	1.5	PVC	150	0.21	0.18	454
8	P-50	65	J-34	J-40	1	PVC	150	0.26	0.51	
9	P-51	60	J-40	J-41	1	PVC	150	0.21	0.41	
10	P-52	50	J-41	J-42	1	PVC	150	0.12	0.23	
11	P-53	125	J-42	J-35	1	PVC	150	0.12	0.23	
12	P-54	23	J-42	J-43	1	PVC	150	0.2	0.39	
13	P-55	13	J-43	J-44	1	PVC	150	0.17	0.34	
14	P-56	127	J-44	J-36	1	PVC	150	0.06	0.12	
15	P-57	88	J-44	J-45	1	PVC	150	0.15	0.3	
16	P-58	130	J-45	J-37	1	PVC	150	0.09	0.18	
17	P-59	95	J-35	J-46	1	PVC	150	0.18	0.35	
18	P-81	37	J-46	J-58	1	PVC	150	0.1	0.2	813
19	P-61	59	J-41	J-47	0.8	PVC	150	0.06	0.23	
20	P-62	44	J-47	J-48	0.8	PVC	150	0.04	0.16	
21	P-63	69	J-48	J-43	0.8	PVC	150	0	0	
22	P-64	59	J-45	J-49	0.8	PVC	150	0.09	0.31	
23	P-65	57	J-37	J-50	0.8	PVC	150	0.07	0.26	
24	P-66	53	J-38	J-51	0.8	PVC	150	0.04	0.16	
25	P-67	54	J-38	J-52	0.8	PVC	150	0.15	0.52	
26	P-68	28	J-52	J-53	0.8	PVC	150	0.06	0.2	
27	P-69	53	J-52	J-54	0.8	PVC	150	0.05	0.17	
28	P-80	82	J-58	J-57	0.8	PVC	150	0.08	0.3	
29	P-82	100	J-46	J-59	0.8	PVC	150	0.02	0.06	658
CUADRO DE REDES DE AGUA POTABLE -C.P. SAN JOSE										
N°	LABEL	LONGITUD	NODO (INICIAL)	NODO (FINAL)	DN (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS C	CAUDAL (l/s)	V (m/s)	LONG. P.
1	P-94	558	T-3	J-14	3	PVC	150	1.84	0.4	
2	P-18	121	J-14	J-15	3	PVC	150	1.72	0.38	679
3	P-19	58	J-15	J-16	1.5	PVC	150	0.59	0.52	
4	P-20	54	J-16	J-17	1.5	PVC	150	0.23	0.2	
5	P-21	60	J-17	J-18	1.5	PVC	150	0.26	0.23	
6	P-22	52	J-18	J-15	1.5	PVC	150	0.61	0.54	
7	P-23	59	J-15	J-19	1.5	PVC	150	0.43	0.38	
8	P-37	114	J-19	J-29	1.5	PVC	150	0.11	0.1	397
9	P-24	61	J-19	J-20	1	PVC	150	0.17	0.33	
10	P-25	54	J-20	J-16	1	PVC	150	0.11	0.21	
11	P-26	41	J-20	J-22	1	PVC	150	0.19	0.38	
12	P-27	51	J-22	J-23	1	PVC	150	0.07	0.14	
13	P-28	41	J-23	J-16	1	PVC	150	0.22	0.43	
14	P-29	57	J-23	J-24	1	PVC	150	0.07	0.15	
15	P-30	42	J-24	J-17	1	PVC	150	0.21	0.42	
16	P-31	64	J-24	J-25	1	PVC	150	0.16	0.32	
17	P-32	47	J-25	J-26	1	PVC	150	0.09	0.19	
18	P-33	64	J-26	J-17	1	PVC	150	0.23	0.45	
19	P-35	57	J-27	J-18	1	PVC	150	0.26	0.51	
20	P-40	55	J-26	J-32	1	PVC	150	0.01	0.01	
21	P-41	5	J-32	J-27	1	PVC	150	0.13	0.26	639
22	P-36	79	J-22	J-28	0.8	PVC	150	0.16	0.57	
23	P-38	68	J-25	J-30	0.8	PVC	150	0.1	0.37	
24	P-39	69	J-26	J-31	0.8	PVC	150	0.08	0.29	
25	P-42	71	J-32	J-33	0.8	PVC	150	0.09	0.31	
26	P-95	58	J-33	J-31	0.8	PVC	150	0.04	0.14	345

**CUADRO DE RESUMEN DE TUBERIAS**

<b>CUADRO DE RESUMEN DE TUBERIAS - C.P. ROSARIO - SUB SISTEMA 01</b>									
<b>DESCRIPCION</b>	<b>DIAMETROS TUBERIA PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a></b>								<b>LONG. TOTAL (ml)</b>
	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2 1/2</b>	<b>2</b>	<b>1 1/2</b>	<b>1</b>	<b>3/4</b>	<b>1/2</b>	
DIAMETRO REFERENCIA (Pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
DIAMETRO NOMINAL (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20	
LINEA DE CONDUCCION (C-CDC-R 01)	-	5,805	4,412	-	-	-	-	-	10,217
LINEA DE ADUCCION	-	-	-	78	-	-	-	-	78
RED DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	454	813	658	-	1,925
<b>TOTAL</b>									<b>12,220</b>

<b>CUADRO DE RESUMEN DE TUBERIAS - C.P. SAN JOSE - SUB SISTEMA 02</b>									
<b>DESCRIPCION</b>	<b>DIAMETROS TUBERIA PVC SAP - U <a href="#">NTP. ISO. 4422</a></b>								<b>LONG. TOTAL (ml)</b>
	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2 1/2</b>	<b>2</b>	<b>1 1/2</b>	<b>1</b>	<b>3/4</b>	<b>1/2</b>	
DIAMETRO REFERENCIA (Pul)	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
DIAMETRO NOMINAL (mm)	110	90	75	63	50	32	25	20	
LINEA DE CONDUCCION (CDC-R 02)	-			5,896					5,896
LINEA DE ADUCCION	-	679							679
RED DE DISTRIBUCIÓN	-				397	639	345		1,381
<b>TOTAL</b>									<b>7,956</b>

“DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO”

02 TABLA DE LA PRUEBA DE DUNNETT

### Valores críticos para la prueba de Dunnett (Continuación)

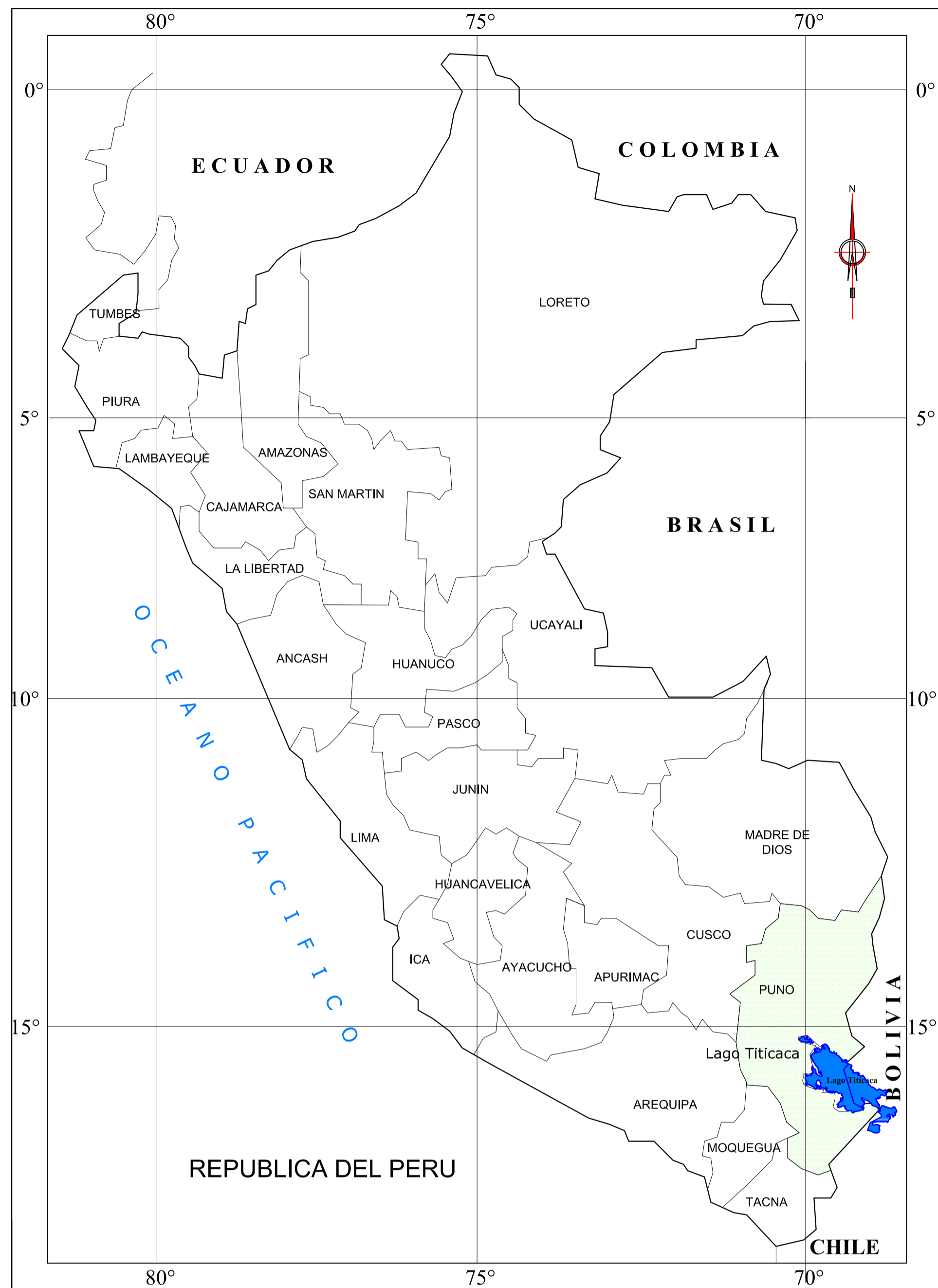
$\alpha=0.05$ . Prueba de una cola										
v	p=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5		2.02	2.44	2.68	2.85	2.98	3.08	3.16	3.24	3.30
6		1.94	2.34	2.56	2.71	2.83	2.92	3.00	3.07	3.12
7		1.89	2.27	2.48	2.62	2.73	2.82	2.89	2.95	3.01
8		1.86	2.22	2.42	2.55	2.66	2.74	2.81	2.87	2.92
9		1.83	2.18	2.37	2.50	2.60	2.68	2.75	2.81	2.86
10		1.81	2.15	2.34	2.47	2.56	2.64	2.70	2.76	2.81
11		1.80	2.13	2.31	2.44	2.53	2.60	2.67	2.72	2.77
12		1.78	2.11	2.29	2.41	2.50	2.58	2.64	2.69	2.74
13		1.77	2.09	2.27	2.39	2.48	2.55	2.61	2.66	2.71
14		1.76	2.08	2.25	2.37	2.46	2.53	2.59	2.64	2.69
15		1.75	2.07	2.24	2.36	2.44	2.51	2.57	2.62	2.67
16		1.75	2.06	2.23	2.34	2.43	2.50	2.56	2.61	2.65
17		1.74	2.05	2.22	2.33	2.42	2.49	2.54	2.59	2.64
18		1.73	2.04	2.21	2.32	2.41	2.48	2.53	2.58	2.62
19		1.73	2.03	2.20	2.31	2.40	2.47	2.52	2.57	2.61
20		1.72	2.03	2.19	2.30	2.39	2.46	2.51	2.56	2.60
24		1.71	2.01	2.17	2.28	2.36	2.43	2.48	2.53	2.57
30		1.70	1.99	2.15	2.25	2.33	2.40	2.45	2.50	2.54
40		1.68	1.97	2.13	2.23	2.31	2.37	2.42	2.47	2.51
60		1.67	1.95	2.10	2.21	2.28	2.35	2.39	2.44	2.48
120		1.66	1.93	2.08	2.18	2.26	2.32	2.37	2.41	2.45
$\infty$		1.64	1.92	2.06	2.16	2.23	2.29	2.34	2.38	2.42

$\alpha=0.01$ . Prueba de una cola										
v	p=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5		3.37	3.90	4.21	4.43	4.60	4.73	4.85	4.94	5.03
6		3.14	3.61	3.88	4.07	4.21	4.33	4.43	4.51	4.59
7		3.00	3.42	3.66	3.83	3.96	4.07	4.15	4.23	4.30
8		2.90	3.29	3.51	3.67	3.79	3.88	3.96	4.03	4.09
9		2.82	3.19	3.40	3.55	3.66	3.75	3.82	3.89	3.94
10		2.76	3.11	3.31	3.45	3.56	3.64	3.71	3.78	3.83
11		2.72	3.06	3.25	3.38	3.48	3.56	3.63	3.69	3.74
12		2.68	3.01	3.19	3.32	3.42	3.50	3.56	3.62	3.67
13		2.65	2.97	3.15	3.27	3.37	3.44	3.51	3.56	3.61
14		2.62	2.94	3.11	3.23	3.32	3.40	3.46	3.51	3.56
15		2.60	2.91	3.08	3.20	3.29	3.36	3.42	3.47	3.52
16		2.58	2.88	3.05	3.17	3.26	3.33	3.39	3.44	3.48
17		2.57	2.86	3.03	3.14	3.23	3.30	3.36	3.41	3.45
18		2.55	2.84	3.01	3.12	3.21	3.27	3.33	3.38	3.42
19		2.54	2.83	2.99	3.10	3.18	3.25	3.31	3.36	3.40
20		2.53	2.81	2.97	3.08	3.17	3.23	3.29	3.34	3.38
24		2.49	2.77	2.92	3.03	3.11	3.17	3.22	3.27	3.31
30		2.46	2.72	2.87	2.97	3.05	3.11	3.16	3.21	3.24
40		2.42	2.68	2.82	2.92	2.99	3.05	3.10	3.14	3.18
60		2.39	2.64	2.78	2.87	2.94	3.00	3.04	3.08	3.12
120		2.36	2.60	2.73	2.82	2.89	2.94	2.99	3.03	3.06
$\infty$		2.33	2.56	2.68	2.77	2.84	2.89	2.93	2.97	3.00



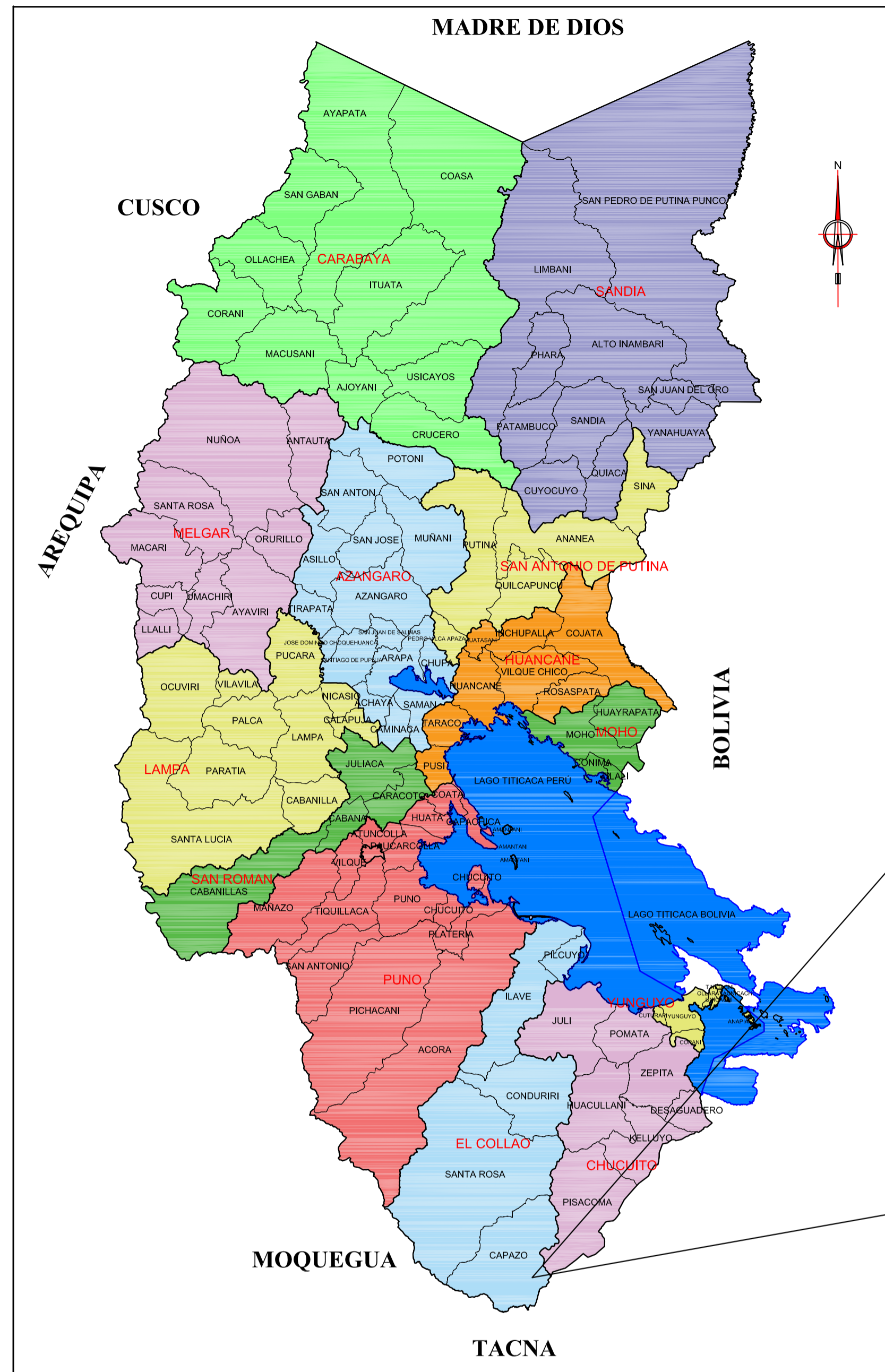
“DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO”

## 03 PLANOS



**UBICACIÓN NACIONAL**

Esc: 1/6'250,000

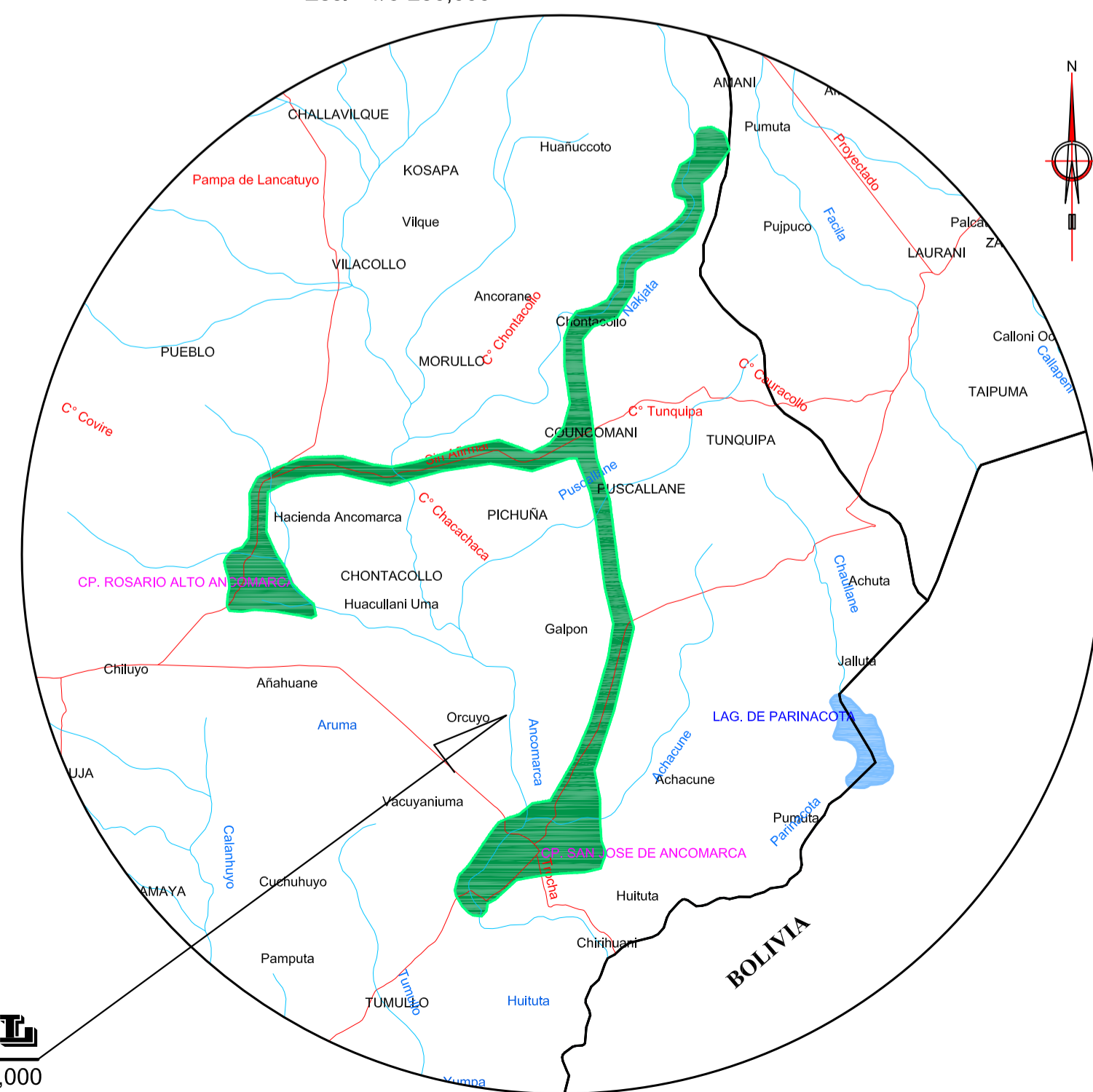
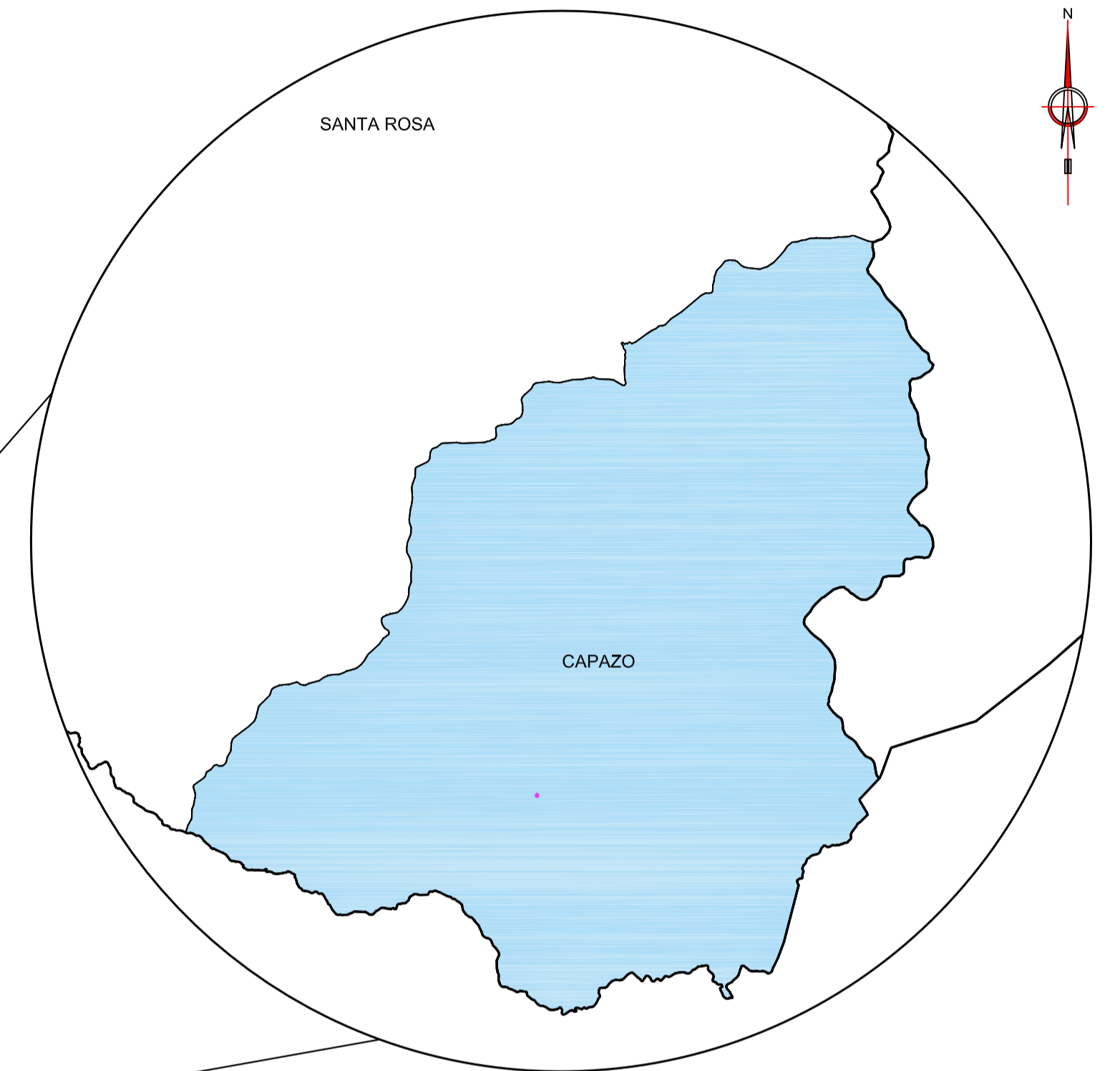


**UBICACIÓN REGIONAL**

Esc: 1/1'500,000

**UBICACIÓN DISTRITAL**

Esc: 1/300,000

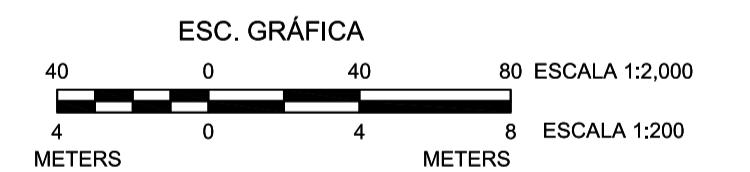


**UBICACIÓN LOCAL**

Esc: 1/70,000

VÍA DE ACCESO DE CAPITAL DE DEPARTAMENTO HACIA CAPITAL DE DISTRITO				
Tramo	Tipo carretera	Distancia (km)	Tiempo de Recorrido	Frecuencia
Puno - Ilave	Asfaltado	54.6	0 hrs 59 min.	Permanente
Ilave - Sorapa	Afirmado	37.9	0 hrs 49 min.	Temporal
Sorapa - Santa Rosa	Afirmado	46.8	1 hrs 02 min.	Temporal
Santa Rosa - Capaso	Afirmado	55.4	0 hrs 47 min.	Temporal
<b>Total</b>		<b>194.7</b>	<b>3 hrs 37 min</b>	<b>.....</b>

VÍA DE ACCESO DE CAPITAL DE DISTRITO HACIA ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO				
Tramo	Tipo carretera	Distancia (km)	Tiempo de Recorrido	Frecuencia
Capaso - CP. Rosario	Trocha	11.9	0 hrs 10 min.	Temporal
CP. Rosario - CP. San Jose	Trocha	6.0	0 hrs 8 min.	Temporal
<b>Total</b>		<b>17.9</b>	<b>0 hrs 18 min</b>	<b>.....</b>



CUADRICULA A CADA 50 METROS ZONA 19 SUR  
 PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (U.T.M.)  
 REFERENCIA CARTA NACIONAL 1/100 000, NOMBRE: RIO MAURI, CODIGO: 35-X, ZONA Y CUADRICULA:19L, FUENTE: IGN  
 REGION HIDROGRAFICA DEL TITICACA, NOMBRE: CUENCA MAURI, ORDEN: 147, NIVEL: 4

- NOTAS:**
1. LAS UNIDADES MOSTRADAS EN EL PLANO ESTÁN EN EL SISTEMA WGS-84, COORDENADAS UTM.
  2. EL PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL MISMO SON PROPIEDAD DEL CLIENTE, SE AUTORIZA EL USO DE SU CONTENIDO SOLO EN RELACION AL PROYECTO PARA EL CUAL FUE ELABORADO.

**REFERENCIAS TÉCNICAS**

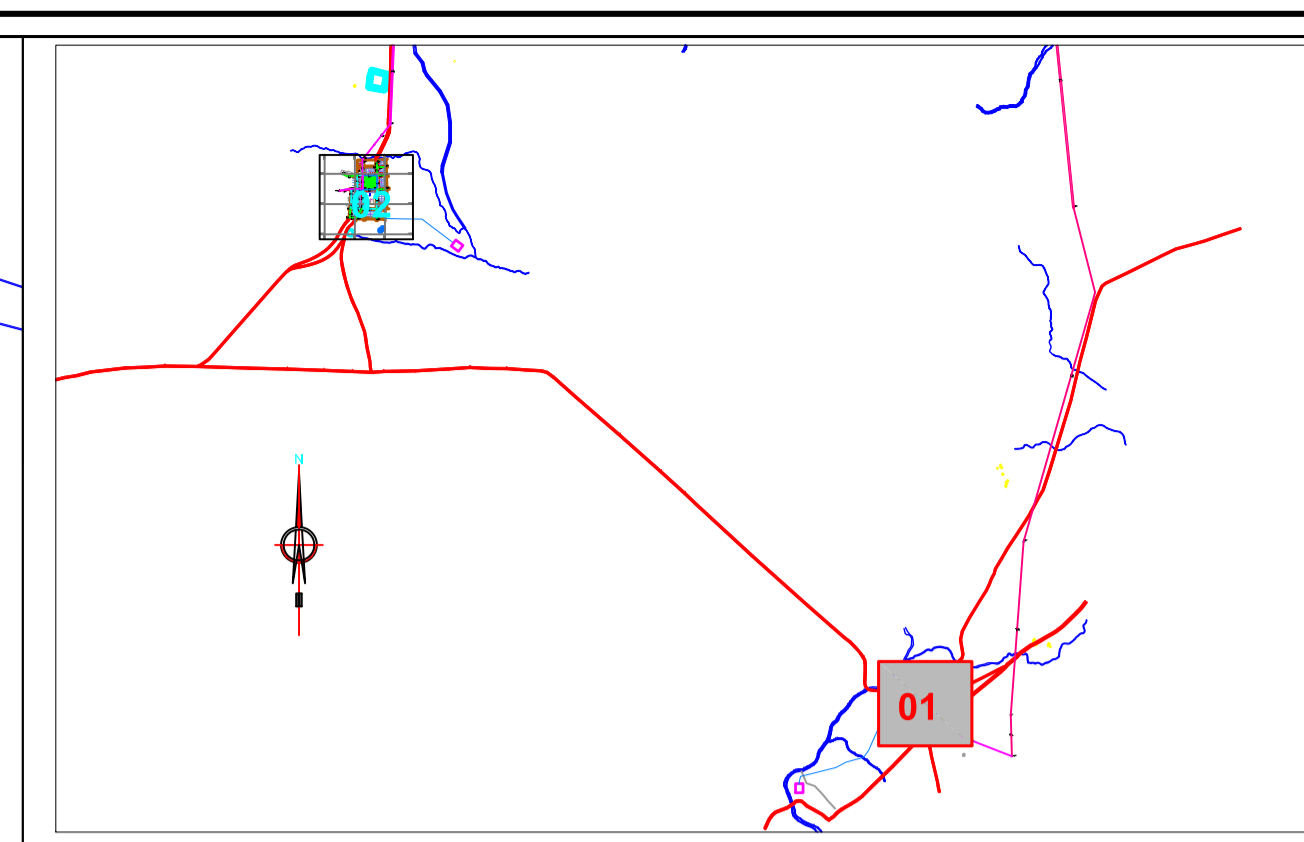
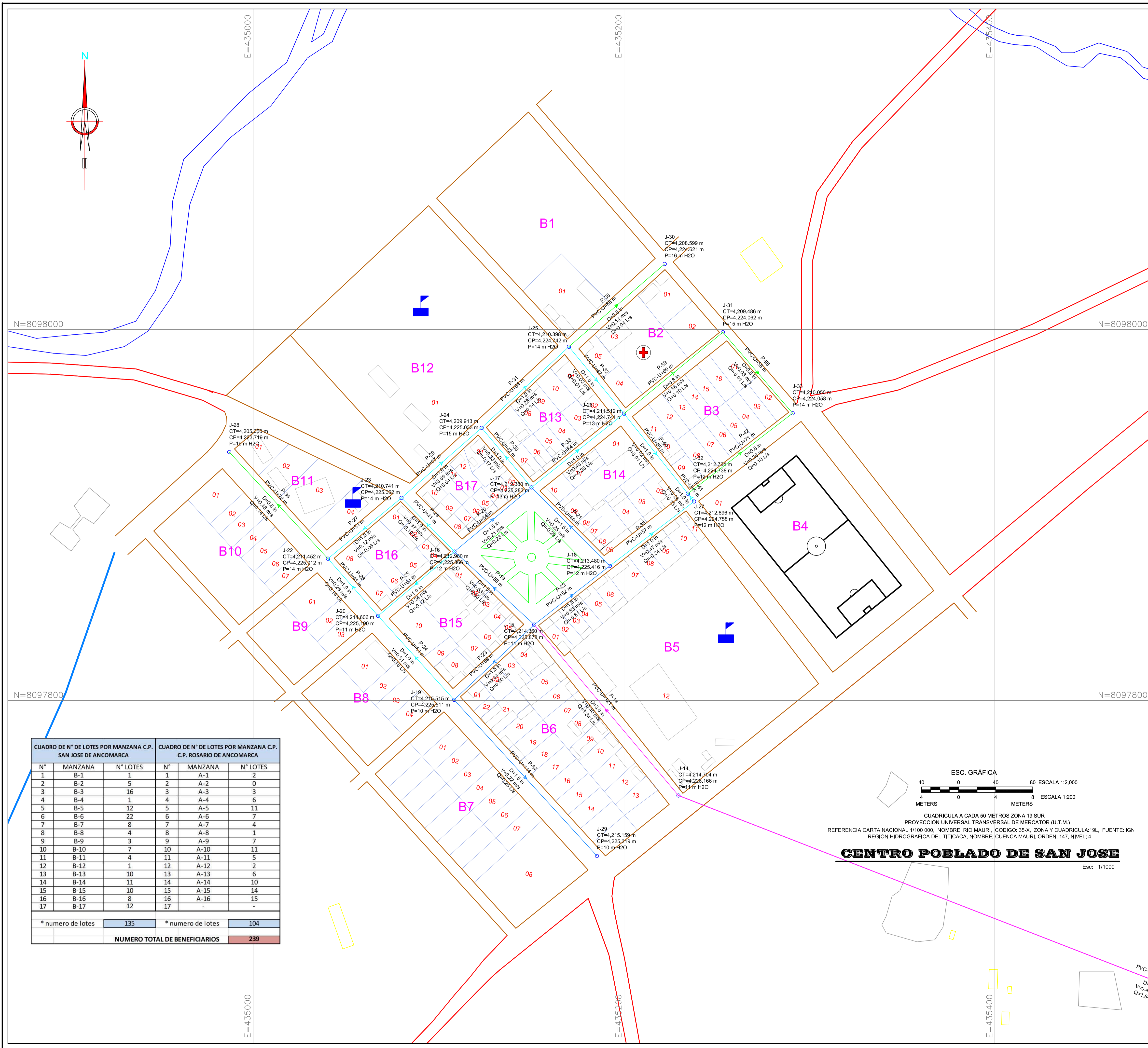
1. RNE 05-010, 05-050, 05-060, 05-070-05-90, 05-100.
2. RM-173-2016-VIVIENDA.
3. GUÍA DE ORIENTACIÓN DEL M.V.C.S. P.N.S.U. 2016.

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

P.D.U.

<p>Proyecto de Tesis:</p> <p><b>"DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSSSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO".</b></p> <p>Plano de:</p> <p style="text-align: center;"><b>PLANO DE UBICACIÓN</b></p>	<p>Districto: CAPASO</p> <p>Provincia: EL COLLAO</p> <p>Departamento: PUNO</p> <p>Barrio: JULIO CESAR COLQUE SULLCA</p> <p>Diseño: JULIO CESAR COLQUE SULLCA</p> <p>Escala: INDICADA</p> <p>Fecha: JUNIO - 2017</p> <p>Código de Plano:</p> <p style="text-align: right;"><b>01-01</b></p>
---	--



**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=90 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=75 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=63 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=50 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=32 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=25 mm

**METRADO DE TUBERIA**

MATERIAL-TIPO DE EMPALME	CLASE	DR	DN	DI	L.TOTAL (m)
PVC-UF	10	3	90	81.4	6,484
PVC-UF	10	2 1/2	75	67.8	4,412
PVC-UF	10	1 1/2	50	45.2	851
PVC-UF	10	1	32	28.8	1,452
PVC-UF	10	3/4	25	22.5	1,003

**METRADO DE BENEFICIARIOS**

DESCRIPCIÓN	CANT.
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP ROSARIO (FAMILIAS)	104
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP SAN JOSE(FAMILIAS)	135
<b>TOTAL</b>	<b>239</b>

**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS
	VIVIENDAS
	CENTRO DE SALUD
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS
	AREA CUBIERTA POR HUMEDAD (BOFEDAL)
	RIOS Y RIACHUELOS
	CUADRICULA DE COORDENADAS
	CARRETERA AFIRMADA
	CAMINO DE HERRADURA
	LINDERO
	RESERVORIO
	CAPTACION
	RED DE ADUA POTABLE
	BENCH MARK (Bms)
	CAPITAL DE LOCALIDADES
	CODIFICACION DE VIVIENDAS

CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. SAN JOSE DE ANCOMARCA			CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. ROSARIO DE ANCOMARCA		
N°	MANZANA	N° LOTES	N°	MANZANA	N° LOTES
1	B-1	1	1	A-1	2
2	B-2	5	2	A-2	0
3	B-3	16	3	A-3	3
4	B-4	1	4	A-4	6
5	B-5	12	5	A-5	11
6	B-6	22	6	A-6	7
7	B-7	8	7	A-7	4
8	B-8	4	8	A-8	1
9	B-9	3	9	A-9	7
10	B-10	7	10	A-10	11
11	B-11	4	11	A-11	5
12	B-12	1	12	A-12	2
13	B-13	10	13	A-13	6
14	B-14	11	14	A-14	10
15	B-15	10	15	A-15	14
16	B-16	8	16	A-16	15
17	B-17	12	17	-	-

* numero de lotes	135	* numero de lotes	104
<b>NUMERO TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>			
<b>239</b>			

ESC. GRÁFICA  
 40 0 40 80 ESCALA 1:2000  
 4 0 4 8 ESCALA 1:200  
 METERS METERS

CUADRICULA A CADA 50 METROS ZONA 19 SUR  
 PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (U.T.M.)  
 REFERENCIA CARTA NACIONAL 1/100 000, NOMBRE: RIO MAURI, CODIGO: 35-X, ZONA Y CUADRICULA:19L, FUENTE: IGN  
 REGION HIDROGRAFICA DEL TITICACA, NOMBRE: CUENCA MAURI, ORDEN: 147, NIVEL: 4

**CENTRO POBLADO DE SAN JOSE**  
 Esc: 1/1000

- REFERENCIAS TÉCNICAS**
- RNE 05-010, 05-050, 05-060, 05-070-05-90, 05-100.
  - RM-173-2016-VIVIENDA
  - GUÍA DE ORIENTACIÓN DEL MVCS. PNSU. 2016.

**UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

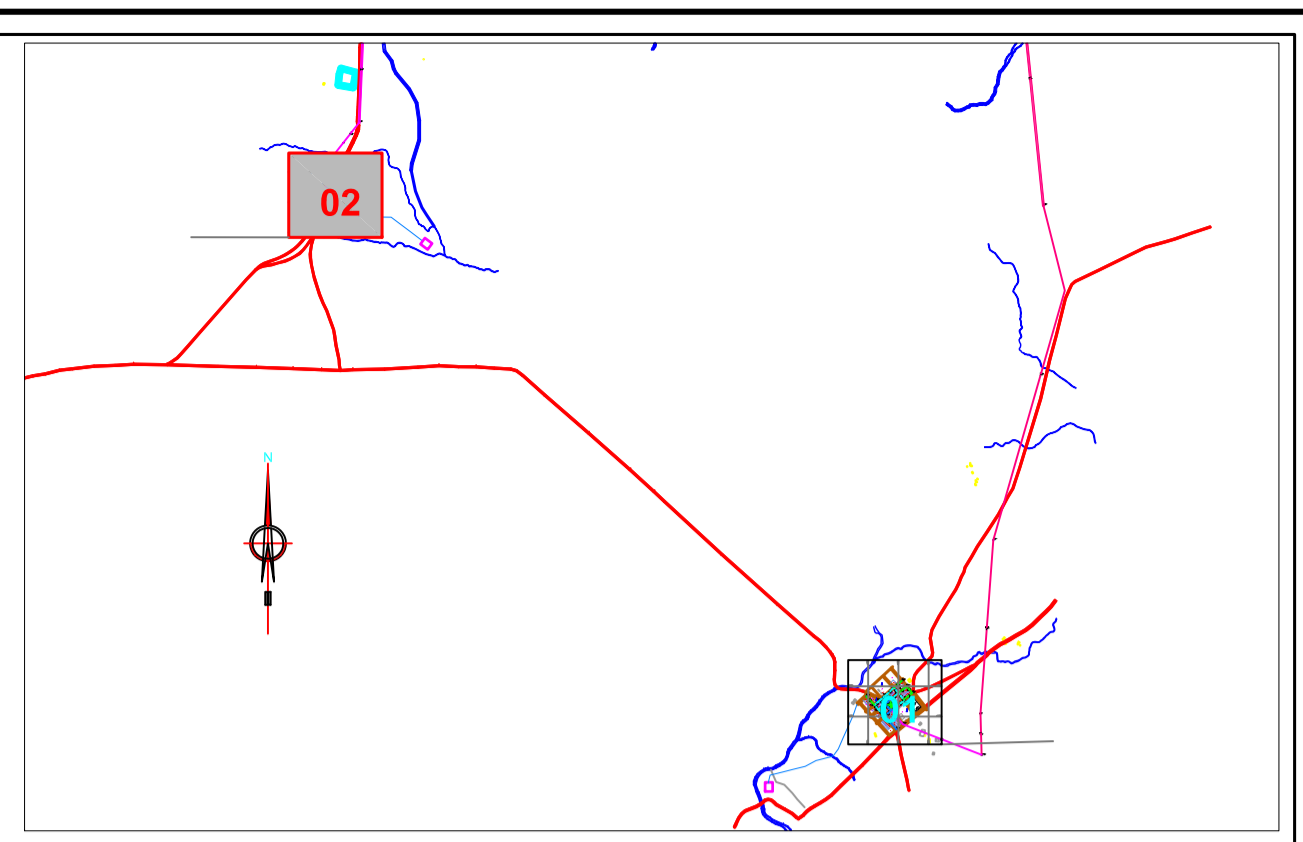
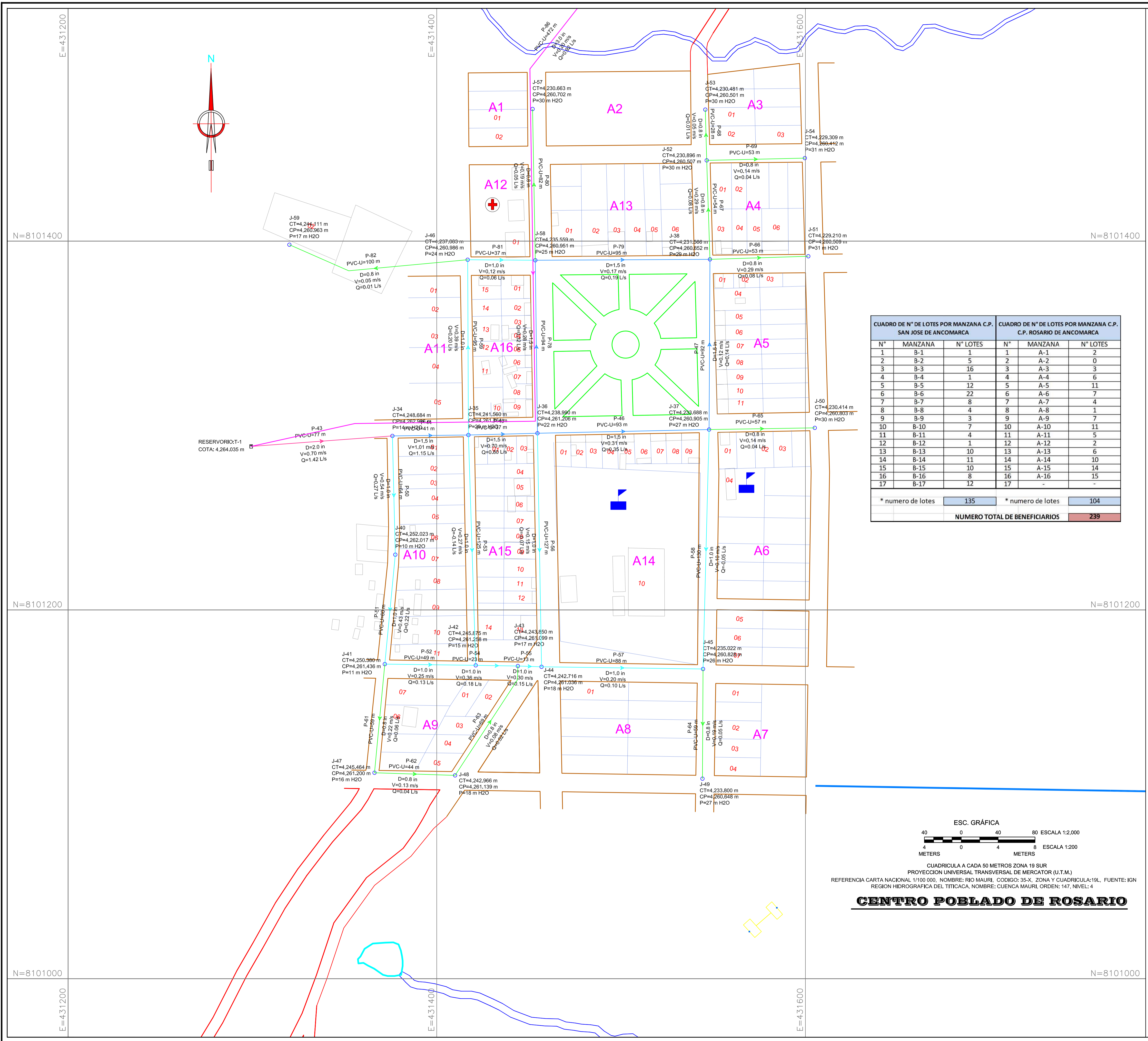
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto de Tesis: "DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS METODOS DE POLÍGONO DE THYSSSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO".

Districto: CAPASO  
 Provincia: EL COLLAO  
 Departamento: PUNO  
 Bach: JULIO CESAR COLQUE SULLCA  
 Dibujó: JULIO CESAR COLQUE SULLCA

Escuela: 1/1000  
 Fecha: JULIO - 2017

Código de Plano: P.D.M.H.  
 Plano N°: 01-02



**PLANO CLAVE**

Esc: 1:50

CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. SAN JOSE DE ANCOMARCA			CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. ROSARIO DE ANCOMARCA		
N°	MANZANA	N° LOTES	N°	MANZANA	N° LOTES
1	B-1	1	1	A-1	2
2	B-2	5	2	A-2	0
3	B-3	16	3	A-3	3
4	B-4	1	4	A-4	6
5	B-5	12	5	A-5	11
6	B-6	22	6	A-6	7
7	B-7	8	7	A-7	4
8	B-8	4	8	A-8	1
9	B-9	3	9	A-9	7
10	B-10	7	10	A-10	11
11	B-11	4	11	A-11	5
12	B-12	1	12	A-12	2
13	B-13	10	13	A-13	6
14	B-14	11	14	A-14	10
15	B-15	10	15	A-15	14
16	B-16	8	16	A-16	15
17	B-17	12	17	-	-
* numero de lotes		135	* numero de lotes		104
<b>NUMERO TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>			<b>239</b>		

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=90 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=75 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=63 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=50 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=32 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=25 mm

METRADO DE TUBERIA					
MATERIAL-TIPO DE EMPALME	CLASE	DR	DN	DI	L.TOTAL (m)
PVC-UF	10	3	90	81.4	6,484
PVC-UF	10	2 1/2	75	67.8	4,412
PVC-UF	10	2	63	57.0	5,974
PVC-UF	10	1 1/2	50	45.2	851
PVC-UF	10	1	32	28.8	1,452
PVC-UF	10	3/4	25	22.5	1,003

METRADO DE BENEFICIARIOS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP ROSARIO (FAMILIAS)	104
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP SAN JOSE (FAMILIAS)	135
<b>TOTAL</b>	<b>239</b>

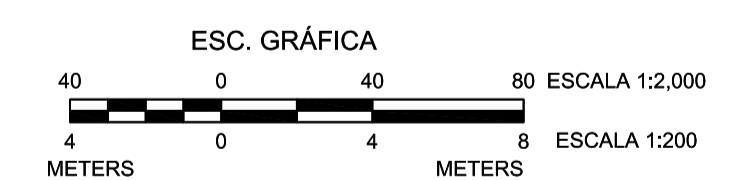
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS
	VIVIENDAS
	CENTRO DE SALUD
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS
	AREA CUBIERTA POR HUMEDAD (BOFEDAL)
	RIOS Y RIACHUELOS
	CUADRICULA DE COORDENADAS
	CARRETERA AFIRMADA
	CAMINO DE HERRADURA
	LINDERO
	RESERVORIO
	CAPTACION
	RED DE AGUA POTABLE
	BENCH MARK (BMs)
	CAPITAL DE LOCALIDADES
	CODIFICACION DE VIVIENDAS

**REFERENCIAS TÉCNICAS**

- RNE 05-010, 05-050, 05-060, 05-070-05-90, 05-100.
- RM-173-2016-VIVIENDA
- GUÍA DE ORIENTACIÓN DEL MVCS. PNSU. 2016.

CUADRICULA A CADA 50 METROS ZONA 19 SUR  
 PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (U.T.M.)  
 REFERENCIA CARTA NACIONAL 11100 000, NOMBRE RIO MAURI, COORDENADAS: 35-K, ZONA Y CUADRICULA: 19L, FUENTE: IGN  
 REGION HIDROGRAFICA DEL TITICACA, NOMBRE: CUENCA MAURI, ORDEN: 147, NIVEL: 4

**CENTRO POBLADO DE ROSARIO**



**UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

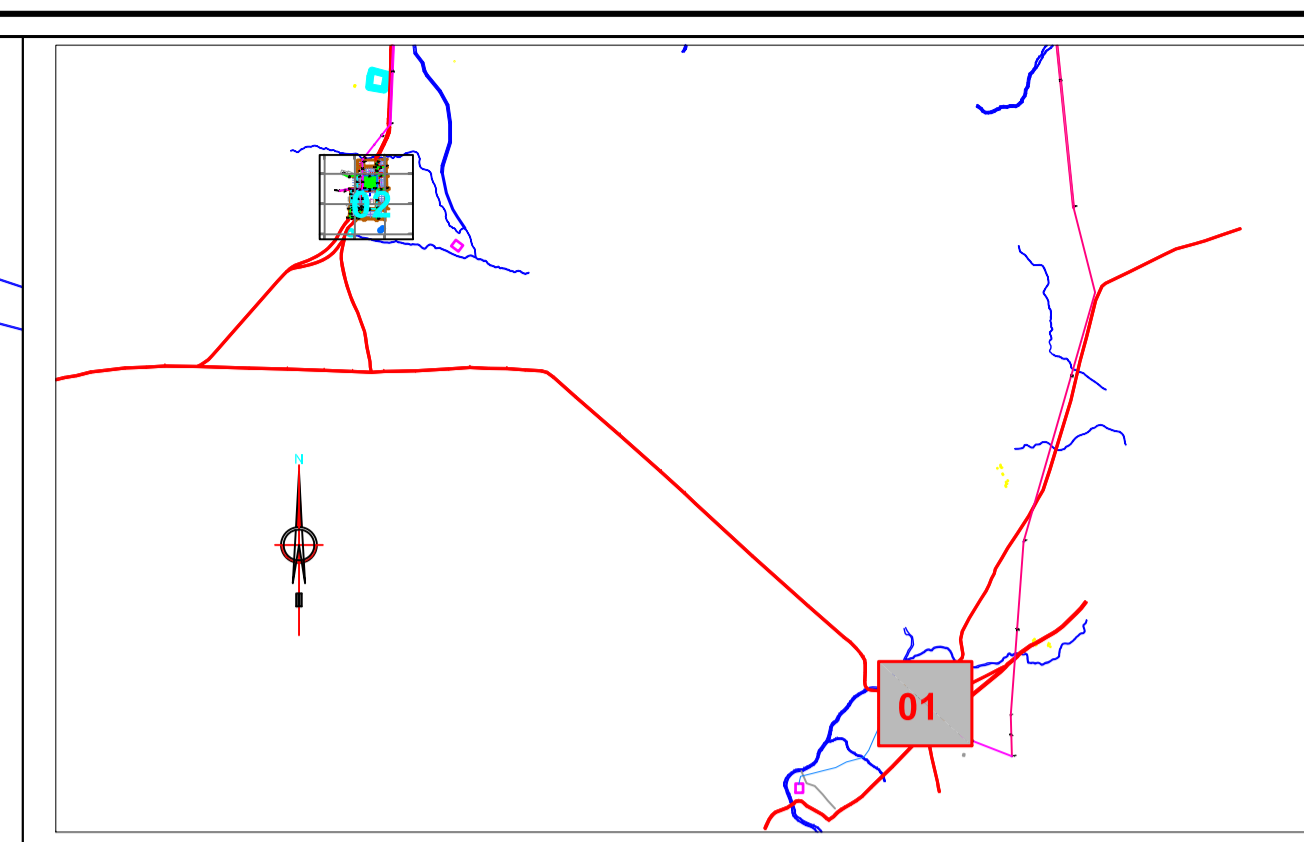
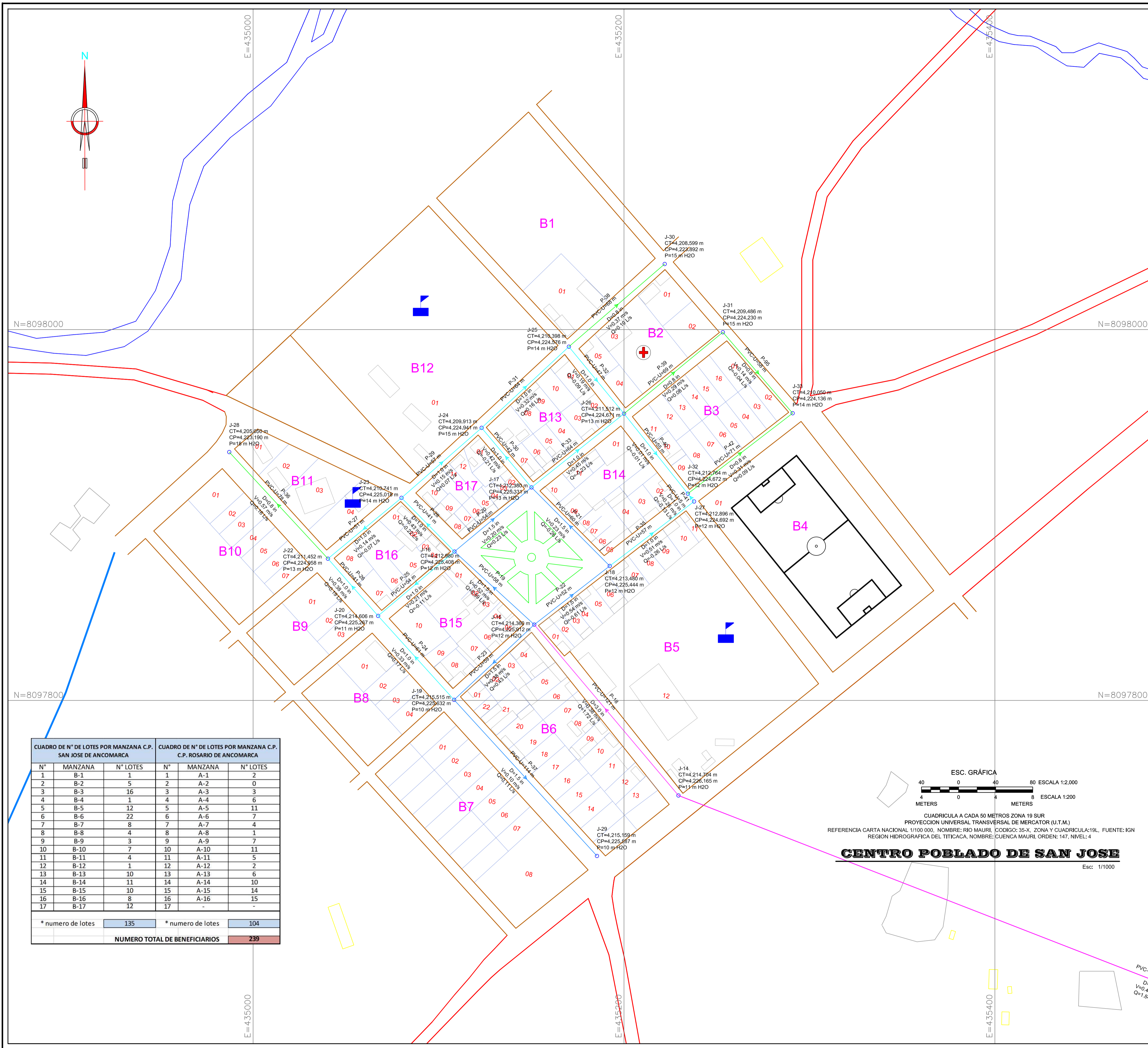
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto de Tesis: "DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSSSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO".

Districto: CAPASO  
 Provincia: EL COLLAO  
 Departamento: PUNO  
 Bach: JULIO CESAR COLOQUE SULLCA

Dibujo: JULIO CESAR COLOQUE SULLCA  
 Escala: 1/1000  
 Fecha: JULIO - 2017

Código de Plano: P.D.M.H.  
 Plano N°: 02-02



**PLANO CLAVE**

Esc: S/E

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=90 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=75 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=63 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=50 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=32 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=25 mm

METRADO DE TUBERIA					
MATERIAL-TIPO DE EMPALME	CLASE	DR	DN	DI	L.TOTAL (m)
PVC-UF	10	3	90	81.4	6,484
PVC-UF	10	2 1/2	75	67.8	4,412
PVC-UF	10	1 1/2	50	45.2	851
PVC-UF	10	1	32	28.8	1,452
PVC-UF	10	3/4	25	22.5	1,003

METRADO DE BENEFICIARIOS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP ROSARIO (FAMILIAS)	104
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP SAN JOSE(FAMILIAS)	135
<b>TOTAL</b>	<b>239</b>

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS
	VIVENDAS
	CENTRO DE SALUD
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS
	AREA CUBIERTA POR HUMEDAD (BOFEDAL)
	RIOS Y RIACHUELOS
	CUADRICULA DE COORDENADAS
	CARRETERA AFIRMADA
	CAMINO DE HERRADURA
	LINDERO
	RESERVORIO
	CAPTACION
	RED DE ADUA POTABLE
	BENCH MARK (Bms)
	CAPITAL DE LOCALIDADES
	CODIFICACION DE VIVENDAS

CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. SAN JOSE DE ANCOMARCA			CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. ROSARIO DE ANCOMARCA		
N°	MANZANA	N° LOTES	N°	MANZANA	N° LOTES
1	B-1	1	1	A-1	2
2	B-2	5	2	A-2	0
3	B-3	16	3	A-3	3
4	B-4	1	4	A-4	6
5	B-5	12	5	A-5	11
6	B-6	22	6	A-6	7
7	B-7	8	7	A-7	4
8	B-8	4	8	A-8	1
9	B-9	3	9	A-9	7
10	B-10	7	10	A-10	11
11	B-11	4	11	A-11	5
12	B-12	1	12	A-12	2
13	B-13	10	13	A-13	6
14	B-14	11	14	A-14	10
15	B-15	10	15	A-15	14
16	B-16	8	16	A-16	15
17	B-17	12	17	-	-

* numero de lotes	135	* numero de lotes	104
<b>NUMERO TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>			
<b>239</b>			

**CENTRO POBLADO DE SAN JOSE**

Esc: 1/1000

ESC. GRÁFICA

4 0 40 80 ESCALA 1:2000

4 0 4 8 ESCALA 1:200

METERS METERS

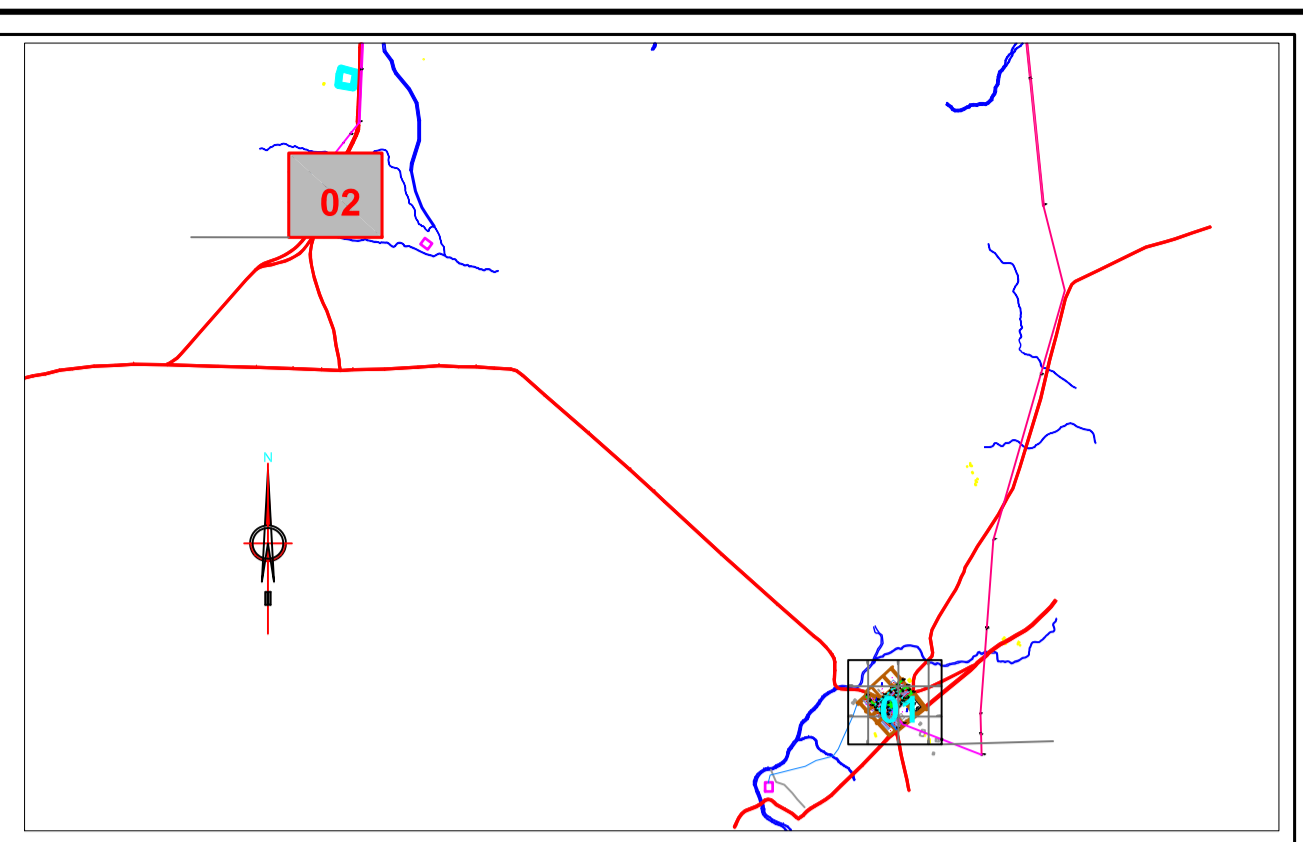
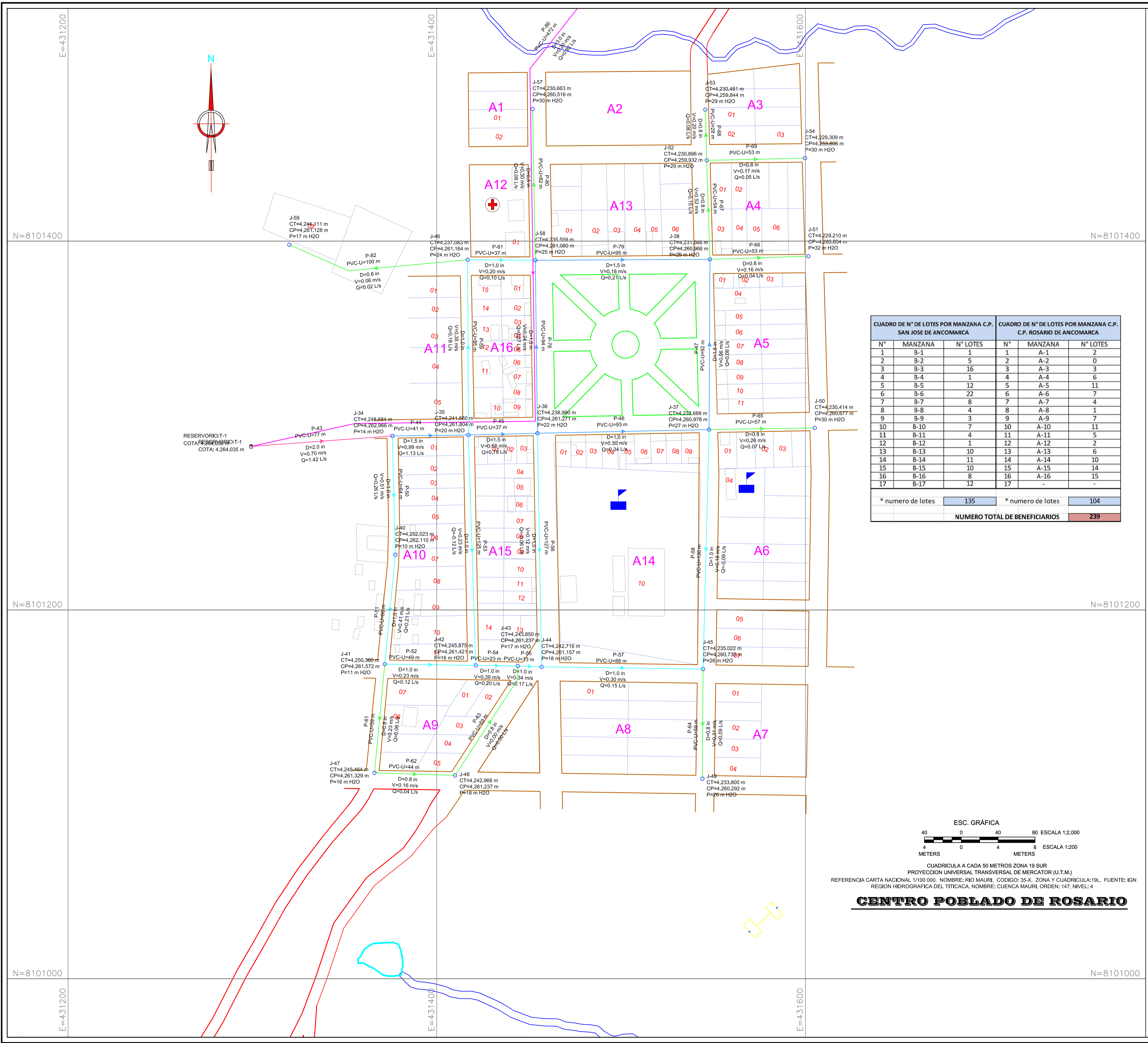
CUADRICULA A CADA 50 METROS ZONA 19 SUR  
PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (U.T.M.)  
REFERENCIA CARTA NACIONAL 1/100 000, NOMBRE: RIO MAURI, CODIGO: 35-X, ZONA Y CUADRICULA:19L, FUENTE: IGN  
REGION HIDROGRAFICA DEL TITICACA, NOMBRE: CUENCA MAURI, ORDEN: 147, NIVEL: 4

- REFERENCIAS TÉCNICAS**
- RNE 05-010, 05-050, 05-060, 05-070-05-90, 05-100.
  - RM-173-2016-VIVIENDA
  - GUÍA DE ORIENTACIÓN DEL MVCS. PNSU. 2016.

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto de Tesis:	Distrito:	CAPASO	Código de Plano:
"DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS METODOS DE POLÍGONO DE THYSSSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO".	Provincia:	EL COLLAO	
	Departamento:	PUNO	
	Bach:	JULIO CESAR COLQUE SULLCA	
	Dibujó:	JULIO CESAR COLQUE SULLCA	
Plano de:	Escala:	1/1000	Plano N°:
<b>PLANO DEMODELAMIENTO HIDRÁULICO DE AGUA POTABLE METODO POLIGONO DE THYSSSEN</b>	Fecha:	JULIO - 2017	<b>01-02</b>



**PLANO CLAVE**  
Esc: 1:50,000

CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. SAN JOSE DE ANCOMARCA			CUADRO DE N° DE LOTES POR MANZANA C.P. ROSARIO DE ANCOMARCA		
N°	MANZANA	N° LOTES	N°	MANZANA	N° LOTES
1	B-1	1	1	A-1	2
2	B-2	5	2	A-2	0
3	B-3	16	3	A-3	3
4	B-4	1	4	A-4	6
5	B-5	12	5	A-5	11
6	B-6	22	6	A-6	7
7	B-7	8	7	A-7	4
8	B-8	4	8	A-8	1
9	B-9	3	9	A-9	7
10	B-10	7	10	A-10	11
11	B-11	4	11	A-11	5
12	B-12	1	12	A-12	2
13	B-13	10	13	A-13	6
14	B-14	11	14	A-14	10
15	B-15	10	15	A-15	14
16	B-16	8	16	A-16	15
17	B-17	12	17	-	-
* numero de lotes		135	* numero de lotes		104
<b>NUMERO TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>			<b>239</b>		

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=90 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=75 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=63 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=50 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=32 mm
	TUBERIA PVC SAP-UF DN=25 mm

METRADO DE TUBERIA					
MATERIAL-TIPO DE EMPALME	CLASE	DR	DN	DI	L.TOTAL (m)
PVC-UF	10	3	90	81.4	6,484
PVC-UF	10	2 1/2	75	67.8	4,412
PVC-UF	10	2	63	57.0	5,974
PVC-UF	10	1 1/2	50	45.2	851
PVC-UF	10	1	32	28.8	1,452
PVC-UF	10	3/4	25	22.5	1,003

METRADO DE BENEFICIARIOS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP ROSARIO (FAMILIAS)	104
NÚMERO DE BENEFICIARIOS CP SAN JOSE (FAMILIAS)	135
<b>TOTAL</b>	<b>239</b>

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS
	VIVIENDAS
	CENTRO DE SALUD
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS
	AREA CUBIERTA POR HUMEDAD (BOFEDAL)
	RIOS Y RIACHUELOS
	CUADRICULA DE COORDENADAS
	CARRETERA AFIRMADA
	CAMINO DE HERRADURA
	LINDERO
	RESERVIORIO
	CAPTACION
	RED DE AGUA POTABLE
	BENCH MARK (BMs)
	CAPITAL DE LOCALIDADES
	CODIFICACION DE VIVIENDAS

ESC. GRÁFICA  
4 0 40 80 ESCALA 1:2,000  
METERS 0 4 8 ESCALA 1:200  
METERS

CUADRICULA A CADA 50 METROS ZONA 19 SUR  
PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (U.T.M.)  
REFERENCIA CARTA NACIONAL 11100 000, NOMBRE RIO MAURI, COORD: 35-K, ZONA Y CUADRICULA: 19L, FUENTE: IGN  
REGION HIDROGRAFICA DEL TITICACA, NOMBRE: CUENCA MAURI, ORDEN: 147, NIVEL: 4

**CENTRO POBLADO DE ROSARIO**

**REFERENCIAS TÉCNICAS**

- RNE 05-010, 05-050, 05-060, 05-070-05-90, 05-100.
- RM-173-2016-VIVIENDA
- GUÍA DE ORIENTACIÓN DEL MVCS. PNSU, 2016.

<b>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</b>		
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
Proyecto de Tesis:	Districto:	Código de Plano:
"DETERMINACIÓN DE ERRORES DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR LOS MÉTODOS DE POLÍGONO DE THYSSEN Y UNIDAD DE DEMANDA, CP. SAN JOSE - CP. ROSARIO".	CAPASO	
	Provincia:	
	EL COLLAO	
	Departamento:	
	PUNO	
	Bach:	
	JULIO CESAR COLOQUE SULLCA	
	Dibujo:	
	JULIO CESAR COLOQUE SULLCA	
	Escala:	
	1/1000	
	Fecha:	
	JULIO - 2017	
Plano de:	Plano N°:	
PLANO DEMODELAMIENTO HIDRÁULICO DE AGUA POTABLE METODO POLIGONO DE THYSSEN	<b>02-02</b>	