UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

EXPEDIENTE TÉCNICO DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTA ROSA DE ASIA
DISEÑO DE REDES

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Titulo Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CÉSAR ENRIQUE ACOSTA NAVARRO

Lima- Perú

2010

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	**02**
LISTA DE CUADROS	**03**
LISTA DE FIGURAS	**05**
LISTA DE SIGLAS	**06**
INTRODUCCIÒN	**07**
CAPITULO I: GENERALIDADES	**08**
1.1 Antecedentes	08
1.2 Descripción del Proyecto	09
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	**12**
2.1 Análisis y Diseño de Redes	12
2.1.1 Estudio de la Población	12
2.1.2 Dotación del agua y variación del consumo	13
2.1.3 Almacenamiento del agua potable	16
2.1.4 Principios de la hidráulica de tuberías	17
2.1.5 Cálculo de los caudales de influencia en los nudos	19
2.1.6 Método de Análisis en las redes de agua potable	20
2.1.7 Método de Análisis en redes de agua con el software Water Cad	22
2.2. Reglamento Nacional de Edificaciones; Obras de Saneamiento	24
CAPITULO III: ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES	**29**
3.1 Población	29
3.2 Dotación del Agua	37
3.3 Variación del Consumo	37
3.4 Caudal de Diseño	38
3.5 Volumen de Almacenamiento de Agua	39
3.6 Diseño de la red de agua	42
3.7 Redes secundarias y ramales de distribución	49
3.8 Conexiones Domiciliarias	50
3.9 Válvulas de Control y limpieza	51
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	**54**
CONCLUSIONES	**57**
RECOMENDACIONES	**58**
BIBLIOGRAFÍA	**59**
ANEXOS	

RESUMEN

El desarrollo del Informe de Suficiencia denominado "Expediente Técnico de Almacenamiento y distribución de agua potable del Centro Poblado Santa Rosa de Asia –Diseño de Redes" comprende el análisis y diseño del sistema de tuberías que conforman la red de agua potable.

El objetivo principal consiste en determinar las dimensiones de las tuberías que abastecerán de agua potable al centro poblado de Santa Rosa de Asia. Así mismo definir y ubicar los accesorios que permitan brindar el mantenimiento al sistema de abastecimiento.

Dentro del diseño se ha determinado que la población de diseño es de 4287 habitantes proyectados con un periodo de diseño de 15 años. La dotación adoptada es de 220 litros por día y por habitante la misma que se referencia en la normatividad vigente. El caudal promedio determinado es 10.92 litros por segundo y el caudal de diseño es el máximo horario el cual resulta ser 27.30 litros por segundo. Se determina el volumen de almacenamiento el cual ha sido estimado en 339 m3 el cual se ha determinado con el caudal máximo diario de 14.2 litros por segundo.

La red identificada está conformada por nueve tramos principales considerando como tramo uno a la línea de aducción. El análisis se realiza con el método de Linealización utilizando el programa de cómputo Water Cad para el cálculo. Los resultados indican que se obtienen dimensiones de tuberías cuyos diámetros varían entre tres y seis pulgadas para las redes principales.

Los ramales de distribución de diámetros de dos pulgadas otorgarán agua a través de las conexiones domiciliarias a los lotes del centro poblado. Así mismo se identifican las válvulas de cierre sectorizándose el centro poblado en siete zonas para su mantenimiento. Se identifican los accesorios de limpieza, determinándose las válvulas de purga y de aire.

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro Nº 2.01: Dotación de agua por tamaño de la población 14
Cuadro Nº 2.02: Dotación de agua por ubicación regional 14
Cuadro Nº 2.03: Dotación del agua por ubicación regional y la altitud 14
Cuadro Nº 2.04: Coeficientes de Fricción "C" en la fórmula de Hazen y William 26
Cuadro Nº 3.01: Población total por área urbana, rural y sexo en el distrito de Asia 29
Cuadro Nº 3.02: Determinación del Periodo de diseño 30
Cuadro Nº 3.03: Censo realizado a los distritos de la provincia de Cañete 31
Cuadro Nº 3.04: Determinación de la tasa de crecimiento – método aritmético I 32
Cuadro Nº 3.05: Determinación de la tasa de crecimiento – método aritmético II 33
Cuadro Nº 3.06: Determinación de la tasa de crecimiento – método geométrico 33
Cuadro Nº 3.07: Población determinada con la tasa de crecimiento Geométrico 33
Cuadro Nº 3.08: Comparación entre población censada y calculada 34
Cuadro Nº 3.09: Determinación de la población del Centro poblado de Asia 35
Cuadro Nº 3.10: Proyección del Centro Poblado Santa Rosa de Asía 36
Cuadro Nº 3.11: Caudal promedio diario 38
Cuadro Nº 3.12: Caudal Máximo Diario 38
Cuadro Nº 3.13: Caudal Máximo Horario 39
Cuadro Nº 3.14: Volumen de Regulación 40
Cuadro Nº 3.15: Volumen de Emergencia 41
Cuadro Nº 3.16: Volumen de Almacenamiento de Agua 41
Cuadro Nº 3.17: Cálculo del caudal unitario 43
Cuadro Nº 3.18: Cálculo del caudal de influencia nodal 44
Cuadro Nº 3.19: Características técnicas de las tuberías 45
Cuadro Nº 3.20: Resultado en las tuberías analizadas por el método de Linealización 47

Cuadro Nº 3.21: Resultado en los nudos analizados por el método de linealización 48
Cuadro Nº 4.01: Caudales y velocidades en tuberías I 54
Cuadro Nº 4.02: Caudales y velocidades en tuberías II 55
Cuadro Nº 4.03: Equivalencias de diámetros 55
Cuadro Nº 4.04: Resultado de presiones en los nudos 56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura Nº 2.01: Esquema de volumen de reservorio	17
Figura Nº 2.02: Esquema de red de agua	18
Figura Nº 2.03: Esquema de circuito de tuberías	18
Figura Nº 2.04: Esquema de tubo	19
Figura Nº 2.05: Esquema de servidumbre	20
Figura Nº 2.06: Esquema de circuitos	21
Figura Nº 2.07: Esquema literal de matriz linealizada	22
Figura Nº 2.08: Esquema gráfico del entorno del wáter cad	23
Figura Nº 3.01: Curva estadística del crecimiento poblacional en distritos de la provincia de cañete	31
Figura Nº 3.02: Comparación entre población censada y calculada	34
Figura Nº 3.03: Proyección del Centro Poblado Santa Rosa de Asía	36
Figura Nº 3.04: Trazado de la red principal en el centro poblado de Santa Rosa de Asia	42
Figura Nº 3.05: Área de influencia nodal de la red principal de agua	43
Figura Nº 3.06: Esquema del trazo de la red en el programa Water Cad	46
Figura Nº 3.07: Esquema del diseño de redes	48
Figura Nº 3.08: Esquema de ramales de distribución	49
Figura Nº 3.09: Esquema de ubicación de conexión domiciliaria	50
Figura Nº 3.10: Esquema de conexión domiciliaria	50
Figura Nº 3.11: Esquema de válvulas de cierre	51
Figura Nº 3.12: Esquema de válvulas limpieza	52
Figura Nº 3.13: Detalle de profundidad de redes de agua potable	53

LISTA DE SIGLAS

[1] UTM : Universal Transverse Mercator

[2] p.p.m. : Partes por millón

[3] m.s.n.m.m.: Metros sobre el nivel medio del mar

[4] m3 : Metros cúbicos

[5] ACI 350-01: American Concrete Institute 350-01

[6] INEI : Instituto Nacional de Estadística e Informática.

[7] Water Cad : Programa de cómputo para diseño de redes de agua potable.

[8] l/hab/día : Litros por habitante por día.

[9] PVC : Policloruro de vinilo.

INTRODUCCIÓN

El centro poblado de Santa Rosa de Asia, cuenta con una población de bajos recursos económicos y no cuenta con la red de distribución de agua potable, lo cual restringe a los pobladores tener una mejor calidad de vida.

El diseño de las redes de agua potable para el almacenamiento y distribución de agua se fundamentan en la importancia de determinar las características técnicas, propiedades y dimensiones de los elementos que conducirán el agua potable a las pobladores de la zona en estudio, debiendo cumplir con la normatividad vigente.

En el Capítulo I, se realiza una descripción de los antecedentes con la finalidad de conocer que estudios previos se han realizado en dicha zona para el abastecimiento de agua potable. Por otro lado se desarrolla la descripción del proyecto de manera general indicando los resultados de los estudios básicos, la metodología usada en la determinación de los costos y la determinación del presupuesto final de obra. También se hace hincapié a la programación de obra como al plazo de ejecución.

El Capítulo II, se desarrolla los aspectos teóricos que se aplican para el análisis y diseño de redes de agua potables, incluyendo aspectos de crecimiento de población, dotación, variaciones del consumo como el método de análisis. En este punto también se desarrolla los aspectos normativos referentes a obras de Saneamiento que se indican en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el Capítulo III, se realiza el diseño de las redes del centro poblado de Santa Rosa de Asia para lo cual se aplica los conceptos teóricos desarrollados en el capítulo II.

En el Capítulo IV, se analiza los resultados obtenidos en las redes de agua potable tanto en las tuberías como en los nudos comparando estos con lo indicado en la normatividad vigente. Así mismo se plantea la solución a algunos requerimientos exigidos por el Reglamento.

CAPITULO I:
GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El centro poblado Santa Rosa se encuentra ubicado en el distrito de Asia y en la provincia de Cañete a la altura del kilómetro 101 de la Panamericana Sur. Para acceder a la zona se parte del centro poblado La Joya ubicado en la Panamericana Sur, pasando por los centros poblados la Capilla de Asia, el Platanal y La Isla. El recorrido se realiza con vehículos particulares tomando 15 minutos para llegar a la zona.

Se localiza en las coordenadas U.T.M. [1] Este 334,013 y Norte 8,588,678 a una altura promedio sobre el nivel del mar de 110 m, yace sobre la costa del territorio peruano.

Santa Rosa de Asia se encuentra en los planes reguladores como parte del desarrollo urbano distrital de Asia. Por ello la municipalidad elaboró en Octubre 2006 el plano de Lotización "P-L", el mismo que pertenece al proceso de saneamiento físico legal.

La población de Santa Rosa de Asia es de bajos recursos económicos, se ubica dentro de la Clasificación del nivel socio económico en el rango "E". Las actividades principales a que se dedican sus habitantes es a la construcción, agricultura y la pesca, desplazándose durante el día a los distritos de Mala y Cañete para realizar dichas actividades.

Actualmente los pobladores de la zona en estudio cuentan con un servicio de agua potable precario y limitado en su área central, afectando la calidad de vida de la población.

En el estudio: Lineamientos de desarrollo para el distrito de Asia, Provincia de Cañete "Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado" que se desarrollo a inicios del año 2009, se indica la forma de captación del agua para el centro poblado Santa Rosa, proponiendo la construcción del pozo "PZ-1" en el lugar denominado la Esquina de Asia. Por otro lado plantea la conducción del agua hasta un reservorio proyectado RP-1, ubicado a 1 Km del Centro Poblado de Santa Rosa y a 150 metros del borde de la carretera a Coayllo.

1.2 Descripción del Proyecto

El proyecto denominado: "Expediente Técnico de Almacenamiento y distribución de agua potable del Centro Poblado Santa Rosa de Asia" nace por la necesidad sentida de hace muchos años de los pobladores que no cuentan con las redes de agua potable.

El proyecto se desarrolla en función a estudios multidisciplinarios de especialidades que nacen desde los estudios básicos hasta la determinación final de los costos y la programación de obras, dependiendo estos últimos del diseño de la redes y del reservorio.

a. Estudios básicos

Los estudios básicos se conforman por el estudio de mecánica de suelos y el estudio topográfico siendo estos los más importantes y necesarios para este informe.

a.1 Estudio de Mecánica de Suelos:

El estudio de Mecánica de Suelos correspondiente a este proyecto se orienta a brindar las características técnicas del suelo para el tendido de las redes y el emplazamiento del reservorio. Los resultados del estudio indican que el contenido de sulfatos en el centro poblado de Santa Rosa es de 289 p.p.m [2] mientras que en el cerro donde se ubicará el reservorio es de 666 p.p.m. [2]

El tipo de suelo que se ha encontrado en la zona urbana es arena limosa, mientras que en el cerro es roca fracturada. En el caso de la roca su capacidad portante se ha estimado en 15 kg/cm2. Así mismo la profundidad de cimentación recomendada es de 1.00 metro para el reservorio.

En el estudio se recomienda usar el cemento Portland tipo I para la cimentación del reservorio como para todo tipo de obra en la zona urbana, quiere decir para las cámaras de las válvulas de aire y purga.

a.2 Estudio Topográfico:

El estudio topográfico del Centro Poblado de Santa Rosa de Asia consiste en la determinación de información de precisión del relieve del terreno como su ubicación planimétrica en el espacio. Para el estudio es importante la ubicación horizontal de las calles y las manzanas que conforman a la zona en estudio dado que permite el trazo de la red de agua potable y la cuantificación de la misma para fines presupuestales. Por otro lado las cotas del terreno permiten evaluar las presiones en el sistema de agua potable, siendo importante determinar la

cota del cerro donde se emplaza el reservorio. Los resultados del estudio han permitido obtener las siguientes conclusiones:

- La pendiente promedio de toda el área urbana es del orden del 3% y con dirección al sur oeste.
- La cota más baja del centro poblado es 96.50 m.s.n.m.m [3] y la más alta esta a 123 m.s.n.m.m. [3]
- La cota del reservorio esta a 148 m.s.n.m.m. y se ubica a una distancia de 783 metros del extremo Este del centro poblado. Para acceder a la zona se recorre a través de dos tramos, el primero por la carretera a Coayllo por un tramo de longitud de 597.19 m con una pendiente de 1.4% y el segundo ascendiendo a la cota más alta del cerro por un tramo de 185.93 con una pendiente de 15.3%.
- La diferencia de altura entre el punto más alto del centro poblado y la cota del cerro donde se ubicará el reservorio es 25 metros, recomendando realizar el abastecimiento de agua por gravedad.

El estudio ha permitido la generación de los planos topográficos de la zona urbana como del acceso hacia el reservorio, posiblemente lugar por donde se pretende llevar el agua desde el reservorio hasta el centro poblado.

b. Diseño de la red de agua y del reservorio.

El Expediente Técnico muestra en su contenido el análisis y diseño de la red de agua como del reservorio, estos estudios se basan en la información básica de suelos y topografía.

b.1 Estudio de Redes:

El análisis y diseño de redes es parte y desarrollo del presente estudio, que se basa en los principios de la continuidad de los fluidos, la conservación de la energía y la conservación de la cantidad de movimiento siendo el análisis a través del método de Linealización el cual se apoya con el Software del Water Cad. Los resultados se presentan en las conclusiones del presente estudio.

b.2 Estudio del Reservorio:

Es parte del proyecto el análisis y diseño de la estructura que almacenará el agua de regulación y de emergencia. Este estudio tiene como base de información el volumen de regulación que se obtiene del estudio de la red de agua. El volumen de almacenamiento mínimo determinado es de 339 m3 [4] y el diseño final obtenido del estudio del reservorio concluye lo siguiente:

- La forma geométrica del reservorio es cuadrada de lado de 10.60x10.60 metros externamente y paredes de ancho de 0.30 m. Su altura es de espejo de agua máxima es de 3.50 m y su altura libre de agua es de 0.50 m, obteniéndose un volumen máximo de almacenamiento de 350 m3.
- Su cota final de fondo de cimentación es 148 m.s.n.m.m. garantizando y manteniendo una altura de 25 m sobre la cota más alta de la zona urbana del centro poblado.
- El control de fisuramiento satisface las solicitaciones indicadas en el código del ACI 350-01 [5], obteniéndose fisuras menores a 0.10 mm.
- La calidad del concreto del reservorio es de f'c=280 kg/cm2 y la calidad del acero es de f'y=4200 kg/cm2.

c. Costo y presupuestos del Proyecto:

El proyecto se conforma por cuatro sub proyecto; divididos estratégicamente en cuatro sub presupuestos:

- La construcción del reservorio
- La construcción de la línea de aducción
- La construcción de las redes principales y secundarias.
- La construcción de las conexiones domiciliarias

El costo a cuánto asciende el proyecto es S/ 1,512,338.31 con precios referidos al mes de octubre del año 2009 e incluido los impuestos de ley.

d. Planeamiento y programación de obras:

El planeamiento y programación de obras referido a este proyecto se desarrolla sobre la base de los metrados y los rendimientos determinados para cada una de las partidas. Los resultados del Planeamiento identifican cuatro grandes procesos y complejos, el reservorio, la línea de aducción, las redes principales como secundarias y las conexiones domiciliarias, proponiendo desarrollar paralelamente las redes principales, el reservorio y la línea de aducción. Terminado este proceso se inicia los trabajos de las redes secundarias para finalmente realizar las conexiones domiciliarias. La programación de obra ha determinado un tiempo de ejecución de 107 días calendarios.

CAPITULO II:
MARCO TEÓRICO

2.1 Análisis y Diseño de Redes

El análisis y diseño de redes de agua potable descansa sobre estudios y teorías que han permitido al hombre aproximarse cada vez más a los resultados reales que se dan durante la etapa de funcionamiento del sistema de agua potable. No es sin embargo con la experimentación y el desarrollo de la hidráulica que se ha fundamentado los procedimientos para complejos procesos que nacieron desde hace muchos siglos. Para alcanzar el análisis y diseño de redes de agua potable de un centro poblado se conoce los procedimientos establecidos, los mismos que se basan en estudios multidisciplinarios y que se desarrollan a continuación:

2.1.1 Estudio de la Población

Crecimiento de la población

La población de un centro poblado tiene características comunes entre costumbres y hábitos haciendo que su desarrollo social, económico y demográfico crezca uniformemente bajo tendencias que se pueden expresar matemáticamente. Una población podría encontrarse en un periodo de crecimiento temprano, intermedio o tardío. Para el periodo temprano se usa la siguiente expresión:

$$Pf = Po * (1+t) \wedge n \qquad \text{....Ecuación 2.01}$$

Donde:

Po: Población en el año base

t: Tasa de crecimiento poblacional

n: Número de años que se proyecta.

Pf: Población proyectada al año “n”.

Al proceso de proyectar la población aplicando la ecuación Nº 2.01 también se le conoce como el método geométrico de proyección poblacional.

Para poblaciones que se encuentran en crecimiento intermedio se usará la siguiente expresión:

$$Pf = Po + t * n; \qquad \text{....Ecuación 2.02}$$

Al proceso de proyectar la población aplicando la ecuación Nº 2.02 también se le conoce como el método aritmético de proyección poblacional.

Información de la población

El INEI [6] permite obtener información estadística de la población distrital, proporcionando datos de la cantidad de personas que habitan una zona determinada. El INEI [6] tiene en sus registros datos de población de los Censos realizados en el año 1972, 1981, 1993 y 2007, cuyos valores permiten determinar la tasa de crecimiento poblacional de una zona determinada.

Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo por el cual el sistema de redes de agua potable brindará eficientemente el servicio para el cual fue diseñado. Se reconoce que cuanto más grande es una población el periodo de diseño será menor; mientras que cuando la población sea pequeña se considera que el periodo de diseño será mayor. Se establece esta relación lógica debido que las grandes ciudades tienen una mayor frecuencia de uso respecto a las pequeñas generando un desgaste mucho mas prematuro. Sin embargo esta lógica racional es relativa dado que no se define que es una población grande y pequeña.

Existe otro criterio que se respalda en la economía de escala, la cual consiste en tener en cuenta el tipo de proyecto, su costo y el costo de oportunidad de capital de valores. La siguiente expresión permite conocer el periodo diseño óptimo para cada uno de los tipos de proyectos:

$$X1 = 2.6 \times \frac{(1-\alpha)^{1.12}}{r} \qquad \text{.....Ecuación Nº 2.03}$$

Donde:

X1: Periodo de diseño óptimo en años

α: Factor de economía de escala

r: Costo de oportunidad de capital de valores en porcentaje

El periodo de diseño es un valor expresado en años, el mismo que representa los años de eficiencia del servicio, por lo que su valor podría ser asumido o determinado bajo un análisis de economía de escala.

2.1.2 Dotación del agua y variación del consumo

La dotación es la cantidad de agua requerida por una persona en un día, el cual se expresa en litros/habitante/día. La dotación está ligada a factores climáticos, tamaño de la población, región geográfica y altitud, siendo necesario estudiar estos dado que pueden influir en el verdadero valor que requiere un poblador para satisfacer sus necesidades diarias. Importa saber el uso que se le dará el

agua dado que la dotación para zonas industriales varía respecto a zonas residenciales. El Ministerio de Salud en el año 1962 estableció la dotación mínima de agua que se podía otorgar a una persona, clasificando su valor de acuerdo al tamaño de la población:

Cuadro Nº 2.01

Dotación de agua por el tamaño de la población

Población (habitantes)	Dotación (litros/habitante/día
Hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

Fuente: *Ministerio de Salud 1962*

Esta institución en el año de 1984 estimo la dotación de acuerdo a la región de la zona, clasificándolo:

Cuadro Nº 2.02

Dotación de agua por la ubicación regional

Región	Dotación (litros/habitante/día
Costa	60
Sierra	50
Selva	70

Fuente: *Ministerio de Salud 1984*

La dirección General de la Salud Ambiental propuso la dotación del agua en función de la región y su relación con la altitud clasificándolo de la siguiente manera:

Cuadro Nº 2.03

Dotación de agua por la ubicación regional y la altitud

Región	Altitud (m.s.n.m.m)	Dotación (litros/habitante/día
Costa	Norte	70
	Sur	60
Sierra	Más de 1500	50
	Menos de 1500	60
Selva	Sin detalle	70

Fuente: *Dirección General de la Salud Ambiental*

Sin embargo la dotación indicada por estas instituciones no ha prevalecido en el tiempo dado que los pueblos han crecido convirtiéndose en ciudades, desarrollando nuevas costumbres y hábitos que ha conllevado que la demanda diaria de agua se duplique y en otros casos se triplique. Es la tendencia de los pueblos hoy en día consumir más agua debido a los cambios que se vienen dando en el medio ambiente e igualar las costumbres y hábitos de las demás personas.

El consumo de agua es variable en un mismo día para diferentes personas y esto se debe a que no todos tienen los mismos hábitos o costumbres. Se ha establecido que un determinado grupo de personas que pertenecen a un pueblo o ciudad consumirán una cantidad de agua promedio diariamente.

El promedio del consumo diario se calcula en función a la dotación y la población de diseño. La población de diseño es aquella que se obtiene para el último año del periodo de diseño aplicando las ecuaciones 2.01 o 2.02, dependiendo del análisis del tipo de crecimiento poblacional. Al promedio del consumo diario se le denomina caudal promedio diario anual, el mismo que se determina a través de la siguiente expresión:

Qp = (Pf x Dotación) / 86400 en litros/segundo ....Ecuación 2.04

Donde:

Qp: Caudal promedio diario

Pf: Población final o población de diseño

El consumo del agua sufre variaciones a través de los días del año como a través de las horas del día. La variación diaria del consumo promedio está ligada a los factores climáticos que se dan durante un año, esto debido a las estaciones climáticas que proporcionan días más fríos y más cálidos, generando un mayor consumo en un mismo tiempo conllevando a un caudal mayor al promedio "Qp". A este incremento se le denomina variación del consumo diario. Esta variación genera que el caudal promedio diario tenga valores amplificados que se obtienen al multiplicar el "Qp" por un coeficiente, dicho cálculo determina el caudal máximo diario. La expresión que gobierna este cálculo es la siguiente:

Qmd = Qp x K1 en litros/segundo ....Ecuación 2.05

Donde:

Qmd: Caudal Máximo diario

K1: Coeficiente de variación diaria

La variación horaria del consumo promedio está ligada a la incidencia del uso del agua en las horas del día, que comúnmente es en el rango de las seis a nueve de la mañana. Esto genera un mayor consumo de agua en un mismo tiempo en el día lo cual conlleva a un caudal mayor al promedio "Qp". A este incremento se le denomina variación del consumo horario. El caudal máximo horario se obtiene de la amplificación del "Qp" por un coeficiente. Esta variación genera que el caudal promedio diario tenga valores amplificados que se obtienen al multiplicar el "Qp" por un coeficiente, dicho cálculo determina el caudal máximo diario y el caudal máximo horario. La expresión que gobierna este cálculo es la siguiente:

Qmh = Qp x K2 en litros/segundo ....Ecuación 2.06

Donde:

Qmh: Caudal Máximo horario

K2: Coeficiente de variación horaria

2.1.3 Almacenamiento del agua potable

El almacenamiento del agua se realiza a través de un reservorio que garantiza la presión del agua en las redes, como la regulación de la misma debido a la demanda variable por parte de los consumidores. El volumen de almacenamiento se determina sumando, el primero responde al volumen de regulación, el segundo al volumen contra incendio y el tercero al volumen de emergencia.

Volumen de Regulación (Vr)

El volumen de regulación es aquel que permite el control entre la salida e ingreso del agua. Para su determinación se recomienda utilizar la curva masa, la cual se obtiene a partir del consumo horario conocido, acumulándolo y analizando su variación volumétrica en el día. Esta variación volumétrica debe ser suplida por un volumen de regulación. Sin embargo en muchos de los pueblos que no cuentan con un servicio de agua potable se desconoce el consumo horario o diario. En virtud a esto se establece parámetros que permiten determinar el volumen de regulación. Se conoce de parámetros definidos que varían en el orden del 18 al 25% del caudal máximo diario. El volumen de regulación se calcula para un día, lo cual implica que para fines de cálculo se determina de la siguiente manera:

Vr = Parámetro x Qmd x 86400 / 1000; en m3 [4] ....Ecuación 2.07

Donde: Vr: Volumen de regulación

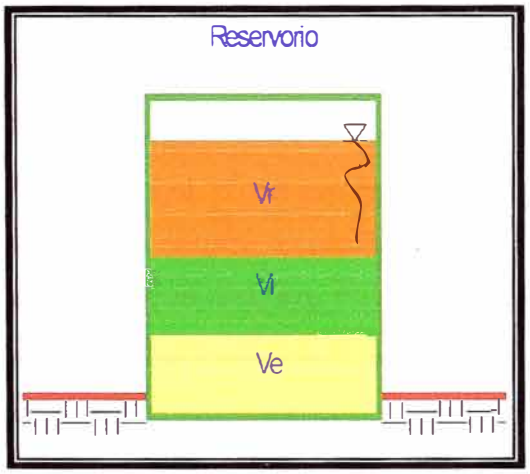
Volumen contra incendio (Vi)

El volumen de agua contra incendio es aquel que se usa durante la presencia de un incendio en el centro poblado o la ciudad. Se hace necesario considerarlo si dentro de la población existe un cuerpo de bomberos instalados, dado que el mismo puede manipular los grifos contra incendio. Se reconoce que para poblaciones pequeñas no existe un cuerpo de bomberos por lo que no se considera el volumen contra incendio.

Volumen de emergencia (Ve)

El volumen de emergencia es aquel que cubre eventualidades no previstas durante su funcionamiento, tal es el caso de averías o desperfectos en la captación o en la conducción. También se le atribuye a este volumen el necesario para suplir los tiempos durante el cual se brinda mantenimiento a los sistemas indicados. Su cálculo se determina en función a un porcentaje del caudal máximo diario o a un criterio racional de tiempo necesario para brindar mantenimiento al sistema de captación o conducción.

Figura N° 2.01: *Esquema de volumen de reservorio*



Se puede plantear que el volumen de almacenamiento se calcula como la suma del volumen de regulación, el volumen de agua contra incendio y el volumen de emergencia. En el esquema que se muestra en la figura Nº 2.01 se aprecia los volúmenes mencionados de donde se obtiene la siguiente expresión:

$V = Vr + Vi + Ve$ .....Ecuación Nº 2.08

Fuente: *Elaboración propia*

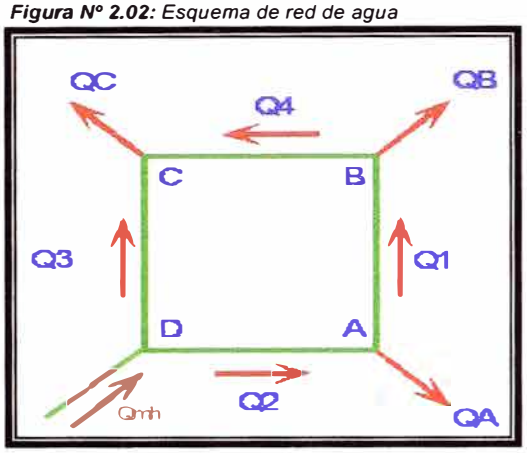
2.1.4 Principios de la hidráulica de tuberías

El sistema de red de agua potable está gobernado por tres principios básicos que otorgan el movimiento de los fluidos en las tuberías.

Principio continuidad de los fluidos

La continuidad de los fluidos es la propiedad por la cual el caudal que ingresa a un sistema de tuberías es la misma a la que sale, siempre que el camino no exista perdidas por filtración.

Figura N° 2.02: *Esquema de red de agua*



Fuente: *Elaboración propia*

Este principio garantiza que el caudal que llega a un nudo es el mismo al que sale más el que continua su recorrido.

$\sum Qi = \sum Qs$; ....Ecuación Nº 2.09

Donde:

Qi: Caudal de ingreso

Qs: Caudal de salida

En la figura Nº 2.02 se aprecia el esquema de las tuberías de lo cual se podría plantear lo siguiente:

En el nudo A, se establece: Q2 = Q1 + QA

En el nudo B, se establece: Q1 = QB + Q4

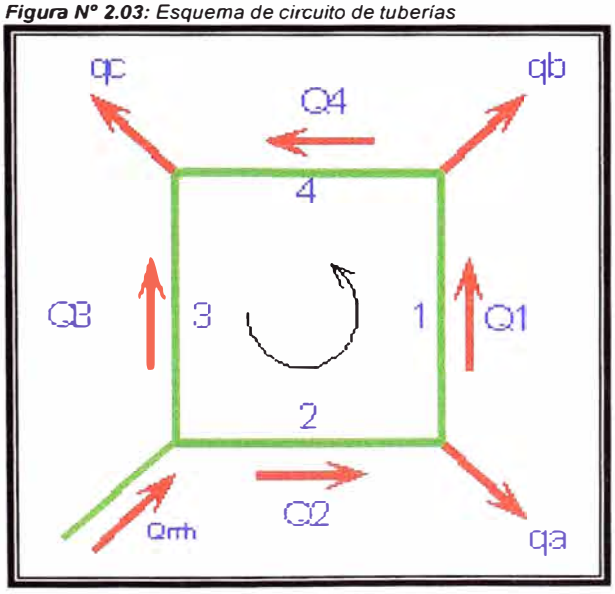
En el nudo C, se establece: QC = Q3 + Q4

En el nudo D, se establece: Qmh = Q3 + Q2

Principio de la ecuación de la energía

La ecuación de la energía se hace en merito a que dentro de un circuito definido por tuberías que funcionan a presión la suma de las pérdidas de energía de cada una de ellas debe ser igual a cero. Esta condición se cumplirá siempre que las suma se realice asumiendo un sentido, tomando en consideración la dirección del flujo que discurre en cada de la tuberías.

Figura N° 2.03: *Esquema de circuito de tuberías*



Fuente: *Elaboración propia*

En la figura Nº 2.03 se aprecia el esquema de circuitos de tuberías, de la cual se podría plantear la ecuación de la energía:

$\sum Hfi = 0$ .....Ecuación Nº 2.10

Donde:

Hfi: Pérdida de energía en el tubo "i"

Aplicando la ecuación al esquema se tiene lo siguiente:

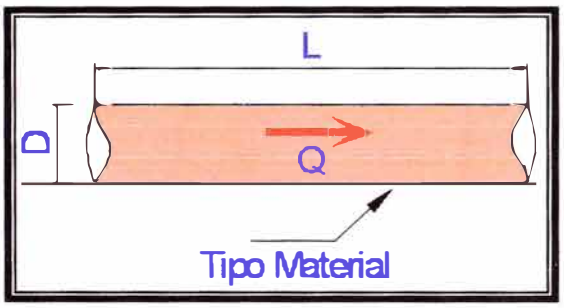
Hf1+Hf4-Hf3+Hf2 = 0

La ecuación de la energía debe satisfacerse en todos los circuitos que podrían existir dentro de una red de agua. Este procedimiento se realiza a los circuitos que conforman la red principal del sistema.

Principio de la cantidad de movimiento

El cambio de la energía se da a través de las pérdidas que pueden ser expresadas en energías caloríficas, reducción de la velocidad y de la presión, las mismas que dependen de las características del fluido y de la geometría del tubo que las transporta.

Figura N° 2.04: *Esquema de tubo*



La ecuación que define la pérdida de energía depende de cuatro variables principalmente, el caudal que discurre a presión por la tubería, su diámetro, la longitud del tramo y las características del material.

Fuente: *Elaboración propia*

La ecuación que permite calcular la pérdida de energía en un tramo de tubería es la indicada por la fórmula de Hazen y William:

$$Hf = \frac{(1.72 \times 10^6 \times L \times Q^{1.85})}{(Ch^{1.85} \times D^{4.866})} \qquad \text{.....Ecuación N° 2.11}$$

Donde:

Hf: Pérdida de energía en el tramo expresado en metros

L: Longitud de la tubería expresado en kilómetros

Q: Caudal expresado en litros por segundo

Ch: Coeficiente de Hazen William.

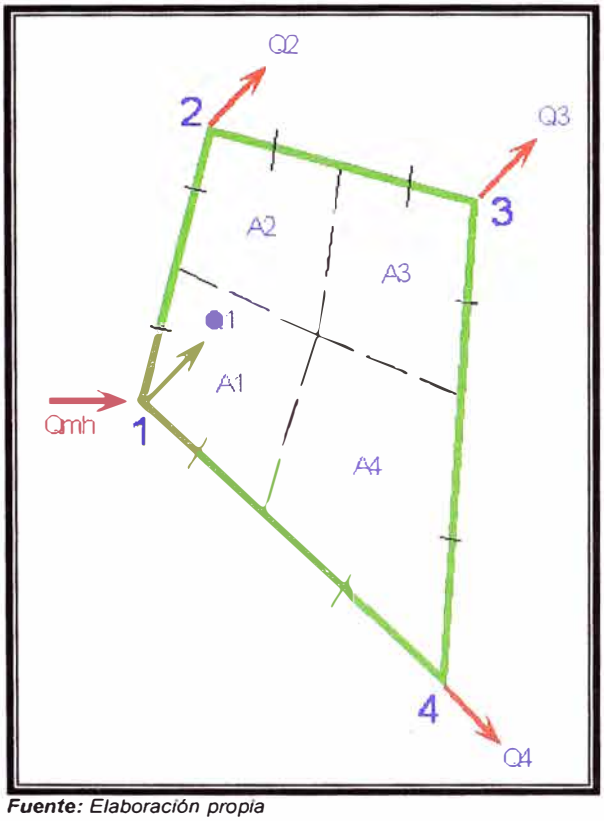
D: Diámetro de la tubería expresado en pulgadas

2.1.5 Cálculo de los caudales de influencia en los nudos

El caudal que ingresa una red de agua se distribuirá de manera proporcional al área que atiende. Los nudos, lugar donde convergen y emergen los flujos de agua, son puntos que concentran un área determinada y por lo tanto un caudal representativo de dicha superficie. Para determinar esta superficie se trazará mediatrices a las redes principales generando polígonos cerrados que bordean a los nudos. El área de cada uno de los polígonos será el área de influencia sobre punto nodal.

El área atendida representa el total para lo cual se abastece un caudal de diseño, por lo que al dividir el caudal de diseño entre el área total servida se tendrá el caudal incidente por unidad de área. A este valor se le conoce como el caudal unitario. Si al valor del caudal unitario se le multiplica por el área incidente de cada uno de los nudos se obtiene el caudal de influencia nodal. Esto se puede representar de la siguiente manera.

Figura Nº 2.05: *Esquema de servidumbre*



Fuente: *Elaboración propia*

En el esquema de la figura Nº 2.05 se aprecia el área total de servidumbre denominado "At" y se aprecia las áreas de incidencia A1, A2, A3 y A4 correspondiente a los nudos 1, 2, 3 y 4. De acuerdo a lo indicado el caudal unitario "Qu" se calcula de la siguiente manera:

Qu = Qmh / At .....Ecuación Nº 2.12

Por otro lado el caudal de incidencia se calcula de la siguiente manera:

Qi = Qu x Ai .....Ecuación Nº 2.13

Donde:

Qi: Caudal de incidencia en el nudo "i"

Ai: El área de incidencia en el nudo "i"

2.1.6 Método de Análisis en las redes de agua potable

El método de análisis que se desarrollar es el procedimiento de Linealización, el cual toma como base los principios de la hidráulica de las tuberías y los procedimientos básicos del análisis de sistemas no lineales. Para comprender se parte de la ecuación Nº 2.11 expresando la fórmula de William Hazen de la siguiente manera:

$$Hf = \frac{(1.72 \times 10^6 \times L)}{(Ch^{1.85} \times D^{4.866})} \times Q^{0.85} \times Q \qquad \text{.....Ecuación Nº 2.14}$$

A la expresión entre corchetes se le denomina "R", de tal manera que cada una de las tuberías tendrá un valor diferente de "R" que depende su longitud,

diámetro y el tipo de material. La expresión se puede reescribir de la siguiente manera:

$$Hf = R \times Q^{0.85} \times Q \quad \text{.....Ecuación Nº 2.15}$$

$$R' = R \times Q^{0.85} \quad \text{.....Ecuación Nº 2.16}$$

Para aplicar el método de Linealización tiene que cumplirse la ecuación de continuidad en los nudos y la ecuación de la energía en los circuitos. Para ello se arma la matriz "A", la cual debe hacer cumplir los principios antes mencionados para todos los circuitos que existan dentro un sistema de red de agua. La matriz tendrá tantas filas como columnas y tantas columnas como tuberías existen en la red de agua. Las filas inferiores representan todos los circuitos que existen, y las filas superiores los nudos de la red.

Dentro de la matriz, en las filas inferiores que corresponden a los circuitos, se coloca los valores de "R´" de cada una de las tuberías y se le asigna el signo que va de acuerdo al sentido elegido. En una primera iteración a los valores de Q se le asignara el valor de la unidad. En las filas superiores, que corresponde a los nudos se le asignará el valor de la unidad con signo negativo siempre que el caudal salga del tubo, caso contrario signo positivo. La expresión que gobierna el método de Linealización se expresa de la siguiente manera:

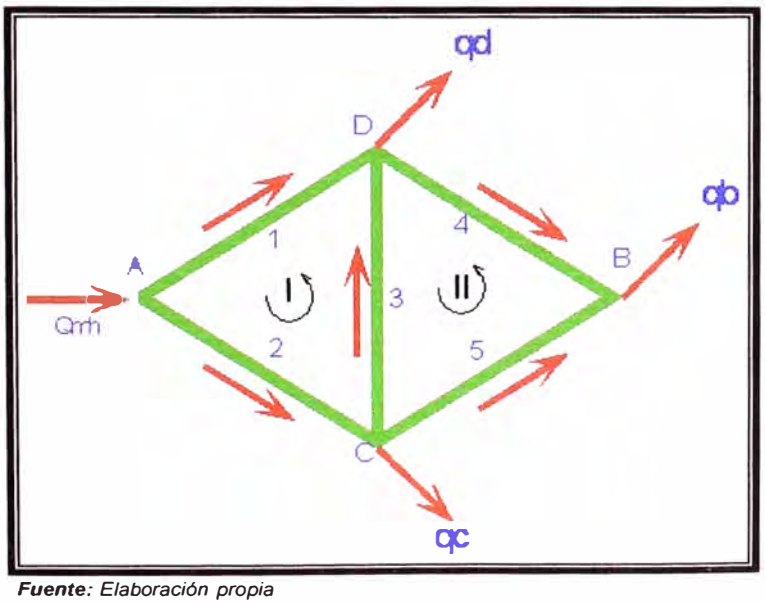
$$\underline{A} \times \underline{Q} = \underline{q} \quad \text{.....Ecuación Nº 2.17}$$

Donde:

$\underline{Q}$: Es la matriz columna de todos los caudales que no se conoce

$\underline{q}$: Es la matriz columna de todos los caudales que salen por los nudos.

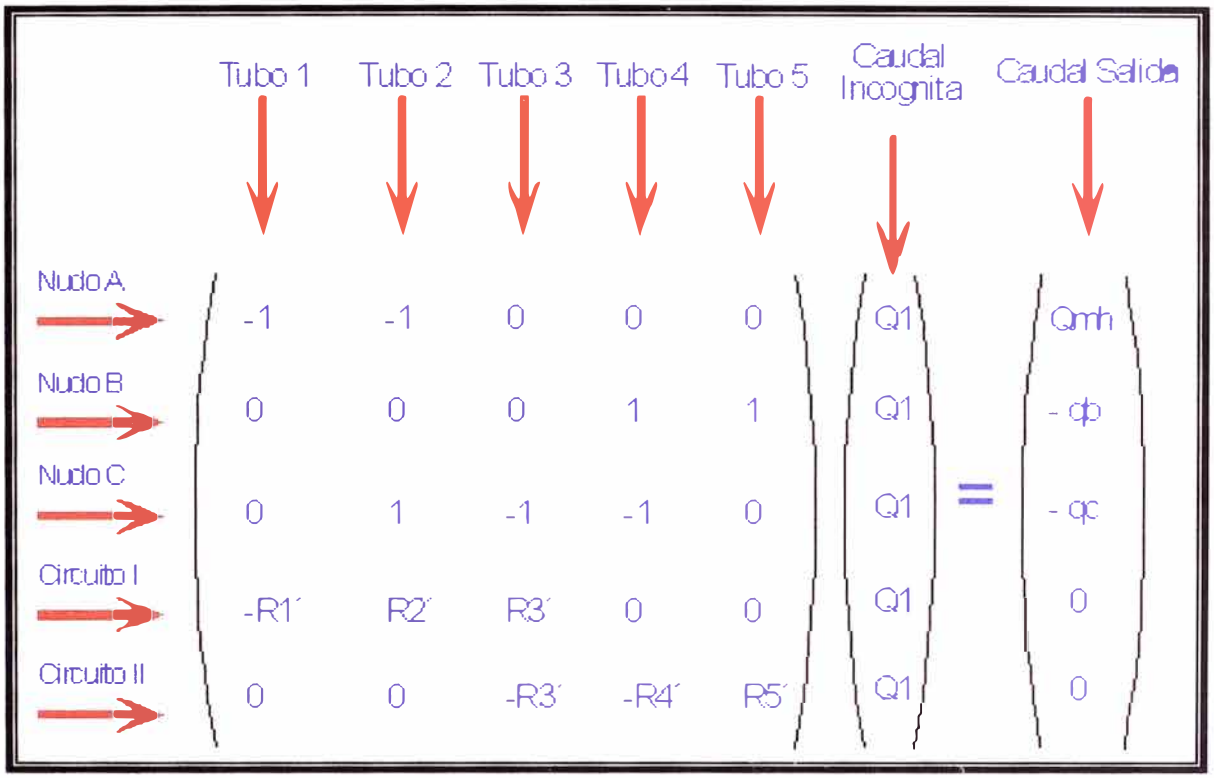
Figura Nº 2.06: *Esquema de circuitos*



Fuente: *Elaboración propia*

Para el circuito mostrado en la figura Nº 2.06, se ha elaborado la matriz "A", la misma que ha identificado cinco tubos, quiere decir cinco columnas, quiere decir cinco filas. Así mismo se aprecian dos circuitos.

Figura Nº 2.07: *Esquema literal de Matriz Linealizada*



Fuente: *Elaboración propia*

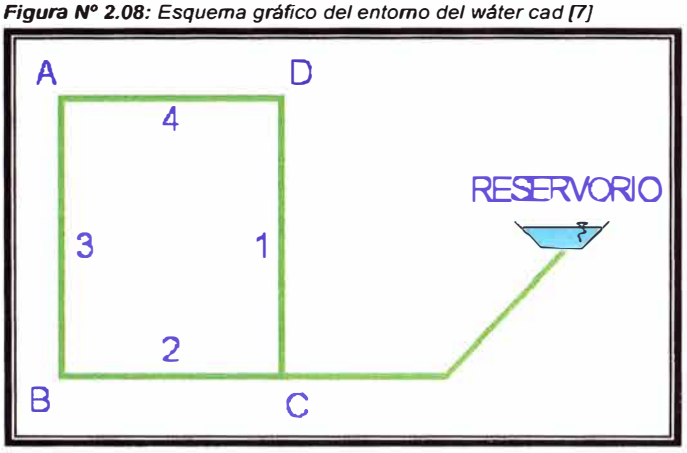
Del esquema presentado en la figura Nº 2.07 se conoce todos los valores de R´, y se conoce todos los valores de los caudales de salida, por lo que el sistema linealizado tiene una solución, con lo cual se determina el caudal incógnita. En la primera iteración al valor de Q se le asigna el valor unitario con la finalidad de calcular el valor de R´. En la segunda iteración se calcula nuevamente el valor de R´, pero tomando los valores de Q calculados en la primera iteración. El proceso de iteración termina cuando el valor de la matriz Q converge a un mismo valor. Este procedimiento garantiza que se cumpla los principios de la ecuación de la continuidad y de la energía, tal que en todos los circuitos la suma de la pérdidas de energía sea igual a cero.

2.1.7 Método de Análisis en redes de agua con el software Water Cad

El método de Linealización es un procedimiento iterativo y laborioso, por lo que existen programas de cómputo que facilitan el análisis. El Software Water Cad [7] es uno de aquellos que disminuyen el tiempo de cálculo, el cual trabaja en un entorno gráfico y literal. Su base permite dibujar los circuitos, esquematizar los nudos, reservorios como válvulas. El entorno literal permite ingresar las propiedades del material del tubo, su geometría y el caudal que discurre por cada uno de los tubos. Permite ingresar la cota topográfica de cada uno de los nudos como del reservorio.

En primera instancia se dibuja el entorno del circuito, teniendo en consideración que un circuito está conformado por tramos de tubería que tienen un inicio y un fin, a los cuales se les denomina nudos. En el entorno gráfico se puede esquematizar el reservorio de tal manera que el software le asigne a ese punto una presión relativa de cero.

Figura Nº 2.08: *Esquema gráfico del entorno del wáter cad [7]*



En el esquema de la figura Nº 2.08 se aprecia cuatro tramos, cada uno de ellos con un inicio y un fin, los cuales el software lo denomina nudos. El programa de cómputo denomina a las tuberías con el nombre en ingles "pipe" y a los nudos "Junctión".

Fuente: *Elaboración propia*

La parte literal del software se ingresa en una tabla dinámica, donde se reportan las características de las tuberías y de los nudos. La tabla dinámica para el reporte de datos de las tuberías se accede a través de la opción "tabular reports" dentro de la cual se accede a "pipe reports" donde se ingresa:

1. Longitud de la tubería
2. Diámetro de la tubería
3. El coeficiente de Hazen William de acuerdo al tipo de material
4. El coeficiente pérdida por singularidades, tales como válvulas

Para el reporte de los nudos en la misma opción "tabular reports" se accede a "junctión reports" donde se ingresa:

1. La cota topográfica del nudo
2. El caudal de influencia que sale del nudo

El reporte del reservorio se puede establecer ingresando a la opción "tabular reports" luego accedemos a "reservoir reports" donde se podrá ingresar la cota topográfica del reservorio.

Con las características otorgadas al programa de cómputo se ejecutará el proceso de análisis con la opción "scenario base" con la cual el software de Water Cad [7] analiza con método de Linealización en "n" iteraciones hasta que los valores de los caudales de las tuberías converjan a valores únicos y constantes.

Los resultados del análisis se pueden visualizar en las tablas dinámicas ingresando a las opciones indicadas anteriormente. El reporte de las tuberías brinda lo siguiente:

1. El caudal que discurre en cada una de las tuberías
2. La velocidad con que discurre el agua
3. La pérdida de energía en la tubería

Por otro lado se obtiene el reporte de los nudos lo cual brinda como resultado lo siguiente:

1. La presión en el nudo
2. La cota de la línea de gradiente hidráulica

El programa de cómputo wáter cad [7] permite ganar tiempo en el proceso del análisis optimizando el método de Linealización.

2.2 Reglamento Nacional de Edificaciones; Obras de Saneamiento

El Reglamento Nacional de Edificaciones en el Título II y acápite 3, se habla acerca de las obras de saneamiento brindando procedimientos y pautas para el análisis y diseño de redes de distribución de agua potable y el almacenamiento del mismo.

a. Almacenamiento de agua para consumo humano (OS030)

La norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación del agua. Para fines del presente estudio se tiene en consideración los requisitos para el diseño del volumen de almacenamiento.

Para el almacenamiento se tendrá en consideración el volumen de regulación, el volumen contra incendio y el volumen de emergencia.

a.1 Volumen de Regulación

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa que corresponde a las variaciones horarias de la demanda. Así mismo indica que cuando no exista la información de las variaciones horarias, se adoptará como mínimo el 25 % del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación. Este valor será afectado inversamente proporcional al horario de atención del abastecimiento diario de la fuente

a.2 Volumen contra incendio

En el caso que se acepte reservar el volumen de agua contra incendio el volumen mínimo será de 50 m3 para áreas destinadas netamente a viviendas. Para el caso de áreas destinas a uso comercial o industrial, se adoptará el método gráfico recomendado en la normatividad presente.

a.3 Volumen de reserva

Respecto al volumen de reserva solo indica que de considerarse este deberá de justificarse su cálculo.

b. Redes de distribución de agua para consumo humano (OS050)

La norma hace mención a que todo proyecto donde la población de diseño sea mayor a 2000 habitantes deberá de cumplir los requisitos mínimos establecidos en el presente reglamento. La descripción hace mención a los siguientes aspectos:

b.1 Población

Se determina la población y su densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado. Así mismo para la determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones racionales con la tasa de crecimiento del distrito o regionales de la zona.

b.2 Caudal de diseño

El caudal de diseño es el mayor valor numérico que resulte de la comparación del gasto máximo horario y la suma del gasto máximo diario con el volumen contra incendio si este último se ha considerado. Este caudal de diseño es el que se usa para el diseño de la red de distribución.

b.3 Análisis hidráulico

El trazo de las redes de distribución se realiza siempre que sea posible en circuitos cerrados. El dimensionamiento se realiza considerando cálculos hidráulicos racionales que aseguren el caudal y presión en cualquier punto de la red. Los métodos racionales de cálculo hidráulico incluyen al método de Hardy Cross o equivalentes. En caso de aplicar la fórmula de Hazen William se utilizará los coeficientes de fricción que se establecen en el cuadro Nº 2.04:

Cuadro Nº 2.04

Coeficientes de Fricción "C" en la fórmula de Hazen y William

TIPO DE TUBERÍA	"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 dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo	150

Fuente: *Reglamento Nacional de Edificaciones*

b.4 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de tubería para redes principales será de 75 mm para uso de vivienda en el caso de uso industrial será de 150 mm. Por otro lado el valor mínimo del diámetro del ramal distribuidor será el determinado por el cálculo hidráulico.

b.5 Velocidad

La velocidad máxima permisible del flujo de agua será de 3 metros por segundo. En casos justificados se aceptarán velocidades hasta de 5 metros por segundo. La norma no hace referencia a la velocidad mínima sin embargo se recomienda velocidades no menores a 0.60 metros por segundo

b.6 Presiones

La presión estática no será mayor a 50 metros de columna de agua en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor a 10 metros de columna de agua.

b.7 Ubicación y recubrimientos de tuberías

En las calles de 20 metros o menos la red principal se ubicará a un lado de la calzada como mínimo 1.20 del límite de propiedad y en el lado de mayor altura de la sección vial. Siempre que se justifique dos líneas paralelas en una misma calle se proyectará. En el caso de secciones de calle mayores a 20 metros se colocará dos líneas paralelas.

El ramal distribuidor se colocará a una distancia máxima de 1.20 del límite de propiedad siempre que no entorpezca futuras instalaciones.

En vías vehiculares las tuberías de agua potable se proyectarán con un recubrimiento mínimo de 1.00 metro sobre la clave del tubo. En zonas sin acceso vehicular el recubrimiento mínimo será de 0.30 m.

La distancia entre los planos verticales tangentes a una red de agua principal y una tubería principal de aguas residuales instaladas paralelamente será de 2 metros medidos horizontalmente.

La mínima distancia libre medida horizontalmente entra ramales de distribución y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, entre ramal colector y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente será de 0.20 m. Esta distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las tuberías.

b.8 Válvulas

Las válvulas de interrupción se ubican en la red de distribución de tal manera que permita aislar sectores de redes no mayores a 500 metros.

Las válvulas deberán de ubicarse en principio a 4 metros de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda. Las válvulas usadas de tipo de reductoras de presión, aire y otras deberán ser ubicadas en cámaras adecuadas y seguras con elementos que permitan su fácil manejo y operación.

Deberá de evitarse los puntos muertos en la red, de no ser posible y en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución se deberán de considerar un sistema de purga.

El ramal distribuidor de agua deberá de contar con válvulas de interrupción después del empalme de la tubería principal.

b.9 Conexión predial

La norma indica que se debe proyectar conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada uno cuente con un elemento de medición y control. Los elementos de conexión son tres, elemento de medición, de conducción y de empalme.

El elemento de medición y o control se ubicará a una distancia no menor de 0.30 metros del límite izquierdo o derecho de la propiedad en área pública y de fácil acceso a la entidad prestadora del servicio. El diámetro mínimo establecido para la conexión domiciliaria es de 12.50 mm.

c. Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria (OS100)

Dentro de las consideraciones básicas de diseño se establece requisitos y criterios a seguir para el tratamiento de redes de agua potable como de sus componentes.

c.1 Periodo de diseño

Para los proyectos de poblaciones o ciudades el proyectista establece el periodo de diseño garantizando el tiempo óptimo para componente del estudio.

c.2 Población

Cuando se trata de asentamientos humanos el crecimiento deber de estar acorde con el plan regulador. En caso no existiese se debe tener en cuenta las características de la ciudad, factores socio económicos y tendencias de desarrollo de la zona en estudio.

c.3 Dotación del agua

La dotación promedio diaria anual por habitante se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente demostrado. En el caso que no se cuente con dichos estudios se considerará para aquellos sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/día [8] y en climas templados o cálidos 220 l/hab/día [8].

c.4 Variaciones del consumo

En los sistemas que se proyecten con conexiones domiciliarias, lo coeficientes de las variaciones de consumo referidos al promedio diario anual de la demanda deberán ser fijados en base a un análisis de información estadística, caso contrario se fijará con los siguientes coeficientes:

Máximo anual de la demanda diaria: 1.3

Máximo anual de la demanda horaria: 1.8 a 2.5

c.5 Demanda contra incendio

Para habilitaciones con poblaciones menores a 10000 habitantes no se considera obligatorio incluir la demanda contra incendio. Para habilitaciones con poblaciones mayores a 10000 habitantes el caudal necesario para demanda contra incendio podrá estar incluido en el caudal doméstico debiendo considerarse para las tuberías donde se ubiquen los hidrantes los siguientes caudales mínimos: En zonas destinas a vivienda 15 litros por segundo y zonas destinadas a uso comercial e industrial 30 litros por segundo.

CAPITULO III:
ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES

3.1 Población.

Para el desarrollo del diseño de la red de agua potable del Centro Poblado Santa Rosa de Asia se toma en consideración la información de los Estudios Básicos y los aspectos de desarrollo social, económicos y reguladores de la zona. Para el cálculo de desarrolla un acápite por cada ítem que se detalla:

a. Periodo de diseño

Se determina el periodo de diseño considerando la información estadísticas del Censo del año 2007 realizado al distrito de Asía como el Plano de Lotización "P-L" otorgado por la Municipalidad del Distrito de Asia.

La población del distrito de Asia al año 2007 es de 6618 habitantes de acuerdo al cuadro Nº 3.01, no teniendo en consideración la población flotante que accede a los balnearios de las Playas de Asia en épocas de verano.

Cuadro Nº 3.01
Población total por área urbana, rural y sexo en el distrito de Asia

Distrito Asia	Total	Población		Total	Urbana		Total	Rural	
		H	M		H	M		H	M
	6618	3397	3221	3782	1919	1863	2836	1478	1358

Fuente: *Instituto Nacional de Estadística e Informática*

Santa Rosa es un centro poblado que pertenece al distrito de Asia y que su número de lotes registrados de acuerdo al Plano de Lotización "P-L" es de 502. Este valor permite tener una idea que su población bordea los 2500 habitantes, siempre que se considere una densidad poblacional en el orden de 5 habitantes por lote.

Para el periodo de diseño se tiene en cuenta la magnitud de la población, siendo necesario indicar que la incertidumbre de error que se podría cometer en los cálculos para poblaciones pequeñas es directamente proporcional a la misma; mientras que para poblaciones mayores la incertidumbre es mayor, por lo que se recomienda que para poblaciones pequeñas se estime un periodo de diseño grande y para poblaciones pequeñas un periodo de diseño relativamente grande.

La población de Santa Rosa se encuentra creciendo económica y socialmente a lo igual que todos los centros poblados del distrito de Asia y a demás se conoce

que muchos de los pobladores tienen la tendencia a consolidar sus viviendas con material noble.

Para determinar el periodo de diseño se aplicará lo indicado en la economía de escala para lo cual se aplicará la ecuación 2.03. Se tiene en consideración que el costo de oportunidad de valores de capital denominado tasa es del orden del 11%:

Cuadro Nº 3.02
Determinación del Periodo de diseño

Componente	Factor de economía de escala (α)	Tasa (r)	Incidencia sobre el costo (%)	Periodo óptimo (años)	Periodo efectivo (años)
Reservorio	0.60	11%	20	8.5	1.7
Aducción	0.40	11%	10	13.3	1.3
Redes de distribución	0.30	11%	50	15.9	8.0
Conexiones domiciliarias	0.30	11%	20	15.9	3.2

Fuente: *Elaboración propia*

Del cuadro Nº 3.02 las componentes son los sub proyectos que se desarrollan en el proyecto, mientras que "α" es el factor de economía de escala. Del cuadro si se suma el periodo efectivo se tiene que el periodo de diseño resulta 14.2 años. En el estudio se adopta 15 años como periodo de diseño el cual es adecuado dado que la población del Centro poblado de Asía es pequeña.

b. Población de diseño

La población de diseño se determina de acuerdo al periodo de diseño y en función a un criterio adoptado para la proyección de la población.

Santa Rosa de Asia es un distrito que viene creciendo a un ritmo lento, pero que se está amoldando al crecimiento poblacional con el que está surgiendo el distrito. Mientras que el distrito de Asia crece los distritos aledaños están decreciendo, tal es el caso de Coayllo, Omas y San Pedro de Pilas. Este fenómeno se aprecia en los resultados estadísticos realizados a través de los censos desde el año 1972 hasta el reciente del año 2007. Ver el cuadro Nº 3.03.

Cuadro Nº 3.03

Censo realizado a los distritos de la provincia de cañete

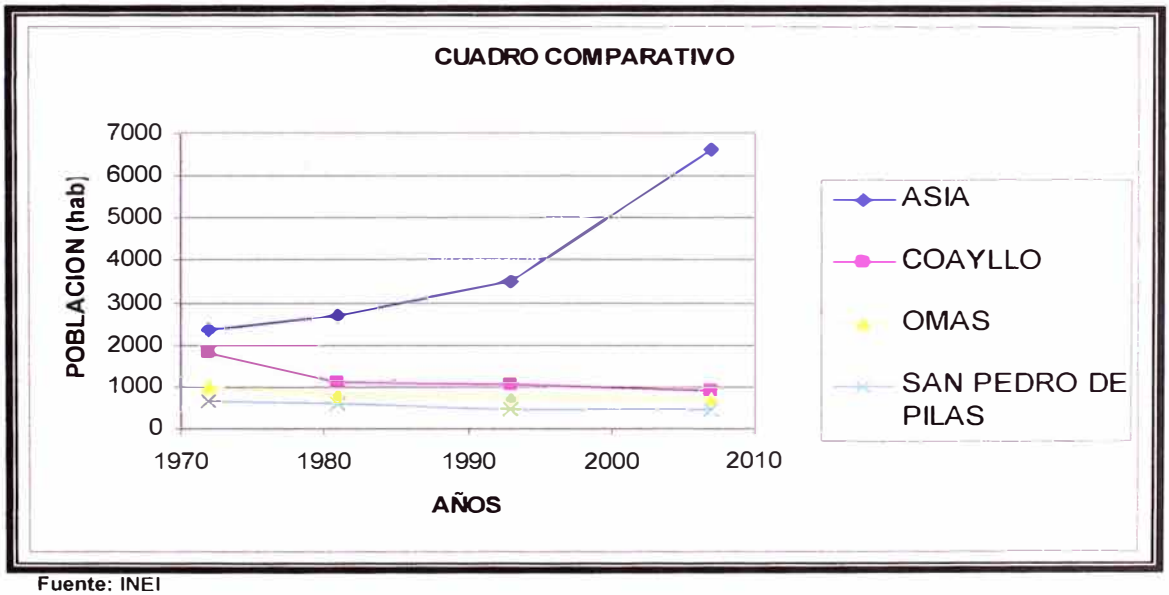
	Censo - Población (hab.)			
Distrito	1972	1981	1993	2007
Asia	2,337	2,681	3,466	6,618
Coayllo	1,766	1,075	1,020	888
Omas	995	819	757	686
San Pedro de Pilas	634	584	464	453

Fuente: INEI
Elaboración propia

En la figura Nº 3.01 se aprecia la tendencia a crecer del distrito de Asia en comparación a los distritos aledaños:

Figura Nº 3.01

Curva estadística del crecimiento poblacional en distritos de la provincia de Cañete.



Fuente: INEI
Elaboración propia

De acuerdo a lo apreciado en la figura Nº 3.01 se puede plantear que el distrito de Asía está creciendo y que viene siendo poblado por los pobladores de los distritos aledaños y esto se ve justificado por la importancia que viene tomando Asia debido a los balnearios atractivos social y económicamente en la época de verano.

Santa Rosa de Asía no es ajeno al desarrollo donde los pobladores de otros distrito lo vienen poblando hecho que ha generado que la Municipalidad del distrito realice la Lotización del centro poblado e inicie los trámites necesarios para el Saneamiento Físico Legal de este lugar.

De acuerdo a lo indicado Santa Rosa de Asia viene creciendo, por lo que interesa determinar su tasa de crecimiento, la misma que se puede estimar conservadoramente a lo igual que la tasa de crecimiento del distrito.

De acuerdo a los datos estadísticos de los Censos se ha determinado la tasa de crecimiento aplicando los métodos de crecimiento poblacional aritmético y geométrico.

Sobre la teoría del método aritmético prevalece la ecuación 2.01, la misma que permite despejar la tasa de crecimiento poblacional. La tasa se puede expresar de la siguiente manera:

$t = (Pf - Po) / n$ .....Ecuación Nº 3.01

Se determina la tasa de crecimiento poblacional aplicando la ecuación Nº 3.01 y tomando como datos los resultados estadísticos de dos censos consecutivos, de acuerdo a la información estadística otorgados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [6], obteniendo los siguientes resultados que se indican en el cuadro Nº 3.04:

Cuadro Nº 3.04

Determinación de la tasa de crecimiento – método aritmético I

Año de Inicio conocido	Año final conocido	Población del año de inicio	Población del año de final	Tasa de crecimiento calculada (hab/año)
1972	1981	2337	2681	38.22
1981	1993	2681	3466	65.42
1993	2007	3466	6618	225.14

Fuente: INEI; Elaboración propia

La Tasa de crecimiento poblacional determinada mediante el método aritmético no es constante, por lo que no se recomienda para la proyección poblacional de la zona en estudio.

Sobre la teoría del método geométrico prevalece la ecuación 2.02, la misma que permite despejar la tasa de crecimiento poblacional. La tasa se puede expresar de la siguiente manera:

$t = (Pf /Po)^{(1/n)} -1$ .....Ecuación Nº 3.02

Se determina la tasa de crecimiento poblacional aplicando la ecuación Nº 3.02 y tomando como datos los resultados estadísticos de dos censos consecutivos, de acuerdo a la información estadística otorgados por el Instituto Nacional de

Estadística e Informática (INEI)[6], obteniendo los siguientes resultados que se indican en el cuadro Nº 3.05:

Cuadro Nº 3.05

Determinación de la tasa de crecimiento – método aritmético II

Año de Inicio conocido	Año final conocido	Población del año de inicio	Población del año de final	Tasa de crecimiento calculada (%)
1972	1981	2337	2681	1.54%
1981	1993	2681	3466	2.16%
1993	2007	3466	6618	4.73%

Fuente: INEI
Elaboración propia

La tasa de crecimiento poblacional determinada en el cuadro Nº 3.05 es variable en el tiempo, sin embargo al calcular la tasa de crecimiento tomando como año base en 1972 y año final en el 2007 se obtiene:

Cuadro Nº 3.06

Determinación de la tasa de crecimiento – método geométrico

Año de Inicio conocido	Año final conocido	Población del año de inicio	Población del año de final	Tasa de crecimiento calculada (%)
1972	2007	2337	6618	3.01874%

Fuente: INEI
Elaboración propia

La tasa de crecimiento poblacional determinada en el cuadro Nº 3.06 es 3.01874 %. Con este resultado se calcula para los años donde se censo, en 1981 y 1993, la población para lo cual se usa la ecuación Nº 2.02.

Cuadro Nº 3.07

Población determinada con la tasa de crecimiento geométrico

Año de Inicio conocido	Año donde se proyecta la población con la tasa determinada	Población de Año de inicio	Tasa de crecimiento calculada	Población Proyectada con la tasa determinada
1972	1981	2337	3.01874%	3054
1972	1993	2337	3.01874%	4364

Fuente: INEI
Elaboración propia

Esta población determinada en el cuadro Nº 3.07 se compara con la población obtenida con los censos realizados en dichos años. Al comparar la población calculada con los datos estadísticos se aprecia una variación:

Cuadro Nº 3.08

Comparación entre población censada y calculada

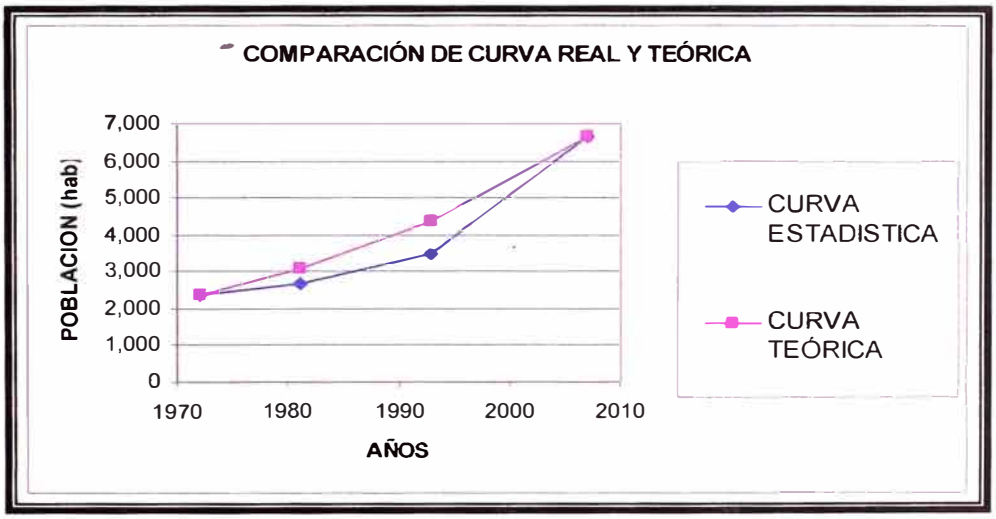
Distrito de Asia	1972	1981	1993	2007
Datos estadísticos	2,337	2,681	3,466	6,618
Datos Calculados	2,337	3,054	4,364	6,618

Fuente: INEI
Elaboración propia

Utilizando los valores obtenidos en el cuadro Nº 3.08 se gráfica los resultados obteniendo la figura Nº 3.02, donde se aprecia que la curva calculada teóricamente se aproxima a la curva obtenida estadísticamente con los censos:

Figura Nº 3.02

Comparación entre población censada y calculada



Fuente: INEI
Elaboración propia

En consecuencia la Tasa de crecimiento poblacional que se ajusta más a los datos reales es la determinada a través del método geométrico, la misma que es 3.01874 %, y es la que se adopta para la proyección de la población de Santa Rosa de Asia. De acuerdo al Plano de Lotización "P-L" del centro Poblado de Santa Rosa se determina la población actual, identificando el número de lotes por manzanas y multiplicarlo por la densidad poblacional de 5 habitantes por lotes; estos últimos se identifican con el plano, el cual es proporcionado por la Municipalidad del distrito de Asia. En el cuadro Nº 3.09 se determina la población actual del centro poblado determinándose 2510 habitantes, que en su mayoría no habitan de día, pero si a partir de las 6 p.m. que regresan de laborar fuera del centro poblado.

Cuadro Nº 3.09

Determinación de la población del Centro poblado de Asia

Manzana	Número de lotes	Densidad poblacional	Total por Manzanas
A	7	5	35
B	16	5	80
C	15	5	75
D	12	5	60
E	11	5	55
F	14	5	70
G	13	5	65
H	14	5	70
J	16	5	80
K	16	5	80
L	14	5	70
M	16	5	80
N	16	5	80
Ñ	16	5	80
Q	16	5	80
R	16	5	80
S	16	5	80
T	16	5	80
U	6	5	30
V	16	5	80
W	16	5	80
4	16	5	80
5	16	5	80
A1	16	5	80
B1	16	5	80
C1	16	5	80
D1	16	5	80
E1	14	5	70
F1	16	5	80
G1	8	5	40
H1	7	5	35
I1	5	5	25
J1	16	5	80
K1	16	5	80
L1	16	5	80
M1	10	5	50
Total de la población de acuerdo al Plano Regulador			2510

Fuente: *INEI*
Elaboración propia

Para proyectar la población es necesario reservar tres años previos antes de los 15 años del periodo de diseño, los dos primeros para la gestión del financiamiento y el tercero para la ejecución como la implementación y capacitación del proyecto. En el cuadro Nº 3.10 se muestra la proyección de la población aplicando el método geométrico:

Cuadro Nº 3.10

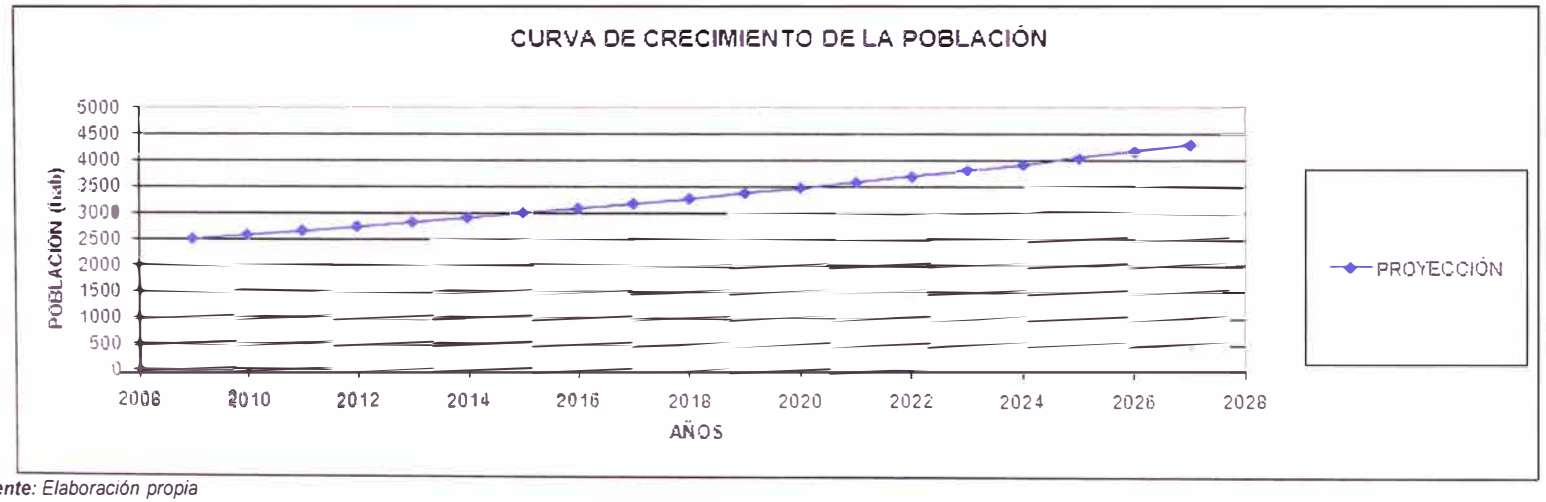
Proyección del Centro Poblado Santa Rosa de Asía.

Descripción	Año Base	Gestión de Financiamiento		Tiempo de Ejecución	Post - Inversión (años)														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Población de acuerdo al Plan Regulador del distrito	2510	2586	2664	2744	2827	2912	3000	3091	3184	3280	3379	3481	3586	3695	3806	3921	4040	4161	4287

Fuente: *INEI*
Elaboración propia

Figura Nº 3.03

Proyección del Centro Poblado Santa Rosa de Asía.



Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro Nº 3.10 se determina la población de diseño la cual es 4287 habitantes la misma que se alcanza en el año 2027, teniendo en consideración los años de gestión de financiamiento y de ejecución.

3.2 Dotación del agua.

El Centro Poblado de Santa Rosa es un pequeño poblado que está emergiendo, siendo necesario su abastecimiento de agua para el consumo humano oportunamente y de calidad. Se ubica sobre la costa alcanzando temperaturas en épocas de invierno de 13° C y en épocas de verano 30° C. Los pobladores consumen agua a diario y en este caso lo hacen a través de los camiones cisternas que reparten el agua y de la red existente que es deficiente y limitada.
Las características climáticas y sociológicas se asemejan a los distritos del cono sur de la provincia de Lima, lugar donde actualmente los pobladores no alcanzan a consumir más 220 litros por día. De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones la dotación para zonas de clima cálido y de pocas lluvias la dotación recomendada es de 220 litros por habitante por día.
Para el Centro poblado de Santa Rosa de Asia se visto conveniente asignar una dotación de 220 litros por habitante por día de acuerdo a lo indicado.

3.3 Variación del consumo.

La variación del consumo está relacionada a las costumbres y el clima de la zona de Santa Rosa de Asia. Existirá un día del año que se consuma más agua que otros días y existirá una hora determinada de algún día del año que se consuma más agua que otra hora.
La variación diaria está determinada por el caudal máximo diario, el mismo que será mayor al promedio y que depende directamente con el clima de la zona. Como Santa Rosa de Asia no tiene un clima tan variado respecto a temperatura comparado con otros centros poblados del Perú y del Mundo, su variación es ligera. El Reglamento Nacional de Edificaciones recomienda que esta variación sea del orden del 30% adicional al caudal promedio diario.
De acuerdo a lo indicado se adopta un coeficiente de variación de 1.3 siendo conservadores con este valor.
La variación horaria está ligada a las costumbres de la zona, donde haya una tipicidad de los que haberes diarios, es probable que el consumo en esa hora sea muy grande, en cambio en aquellos lugares donde la costumbres sean muy

variadas, caso de las ciudades grandes, la incidencia en una hora determinada es menor. En Santa Rosa de Asia se tiene costumbres muy típicas y esto responde a que es pequeña, su variación horaria es probable que sea grande. El Reglamento Nacional de Edificaciones recomienda que esta variación pueda estar entre el 80% y el 150% encima del caudal promedio. En este caso se usa el valor de 150 % sobre el caudal, por lo que coeficiente de variación horaria se estima en 2.5.

3.4 Caudal de diseño.

La población de diseño determinada para el centro poblado de Santa Rosa de Asia es 4287 habitantes y la dotación adoptada es 220 litros por día, por lo que aplicando la ecuación Nº 2.04 se obtiene el caudal promedio diario tal como se indica en el cuadro Nº 3.11:

Cuadro Nº 3.11

Caudal promedio diario

Dotación (litros/hab./día)	Población de Diseño (hab.)	Caudal Promedio (litros/seg.)
220	4287	10.92

***Fuente**: Elaboración propia*

El caudal promedio diario determinado es 10.92 litros por segundo, el mismo que se calcula con la población de diseño y la dotación establecida. Este caudal es básico por que permite determinar el caudal de diseño.

Para la determinación del caudal máximo diario se usa la ecuación Nº 2.05 y su aplicación se muestra en el cuadro Nº 3.12:

Cuadro N° 3.12

Caudal Máximo Diario

Caudal Medio (litros/seg.)	Coeficiente de Variación del Consumo Máximo Diario	Caudal Máximo Diario (litros/seg.)
10.92	1.3	14.20

***Fuente**: Elaboración propia*

En el cuadro Nº 3.12 se aprecia el caudal máximo diario resultando ser 14.20 litros por segundo el mismo que permitirá determinar los volúmenes de almacenamiento del reservorio.

Para la determinación del caudal máximo horario se usa la ecuación Nº 2.06 y su aplicación se muestra en el cuadro Nº 3.13.

Cuadro N° 3.13

Caudal Máximo Horario

Caudal Medio (litros/seg.)	Coeficiente de Variación del Consumo Máximo Diario	Caudal Máximo Horario (litros/seg.)
10.92	2.5	27.30

Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro Nº 3.13 se aprecia el caudal máximo horario resultando ser 27.30 litros por segundo el mismo que permitirá realizar el análisis y diseño de la red de agua potable. .

3.5 Volumen de almacenamiento de agua.

El reservorio que almacena el agua permite garantizar la continuidad del suministro, la presión adecuada en las redes y mejorar la eficiencia en su oportunidad de atención a la población usuaria del agua.

El reservorio propuesto es de cabecera y apoyado superficialmente el que se proyecta descansando sobre un terreno rocoso de acuerdo a lo indicado en el estudio de mecánica de suelos y a una altura de 145.93 m respecto sobre el nivel medio del mar que se establece en el estudio básico de topografía.

Su tamaño dependerá directamente del volumen de regulación, el volumen de agua contra incendio y el volumen de emergencia. En el caso del centro poblado de Santa Rosa de Asia, teniendo en consideración que su población de diseño es pequeña e inferior a 10,000 habitantes no se considerará el volumen de agua contra incendio.

a. Volumen de regulación

El volumen de regulación estará definido de acuerdo a métodos analíticos, gráficos o estimados de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el caso del centro Poblado Santa Rosa de Asia, no se conoce el consumo horario que podría consumir la población, ni se tiene reporte del consumo diario y horario del mismo. En concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones el volumen de regulación podría estimarse como el 25 % del caudal máximo diario que al usar la ecuación Nº 2.07 se obtiene dicho volumen.

En el cuadro Nº 3.14 se determina el volumen de regulación.

Cuadro N° 3.14

Volumen de Regulación

Caudal Máximo Diario (Lit/sg)		Consumo Diario (Lit/día)
14.20	⟺	1,226,880

Volumen Diario (m3)	25%	Volumen Regulado (m3)
1227	⟺	307

***Fuente**: Elaboración propia*

Del cuadro Nº 3.14 se puede deducir que el volumen de regulación resulta ser 307 m3 el mismo que es parte del volumen de almacenamiento.

a. Volumen de emergencia

El volumen de emergencia estará definido en función a las posibles interrupciones debido a mantenimiento o desperfectos que podrían ocurrir en la captación y/o en la conducción del agua para consumo.

El centro poblado de Santa Rosa de Asia, cuenta con una población pequeña, de recursos económicos bajos, donde la actual oferta de agua es ineficiente y de baja calidad. La oferta solo brinda los días lunes miércoles y viernes en los horarios de 2:00 p.m. a 5:00 p.m. limitando su consumo, no solo en tiempo, sino en área dado que este servicio solo existe en una parte del centro poblado.

Con la ejecución del proyecto su fuente de abastecimiento se dará con en el Pozo PZ-1 proyectado, que brindará un caudal mínimo de 10.25 litros por segundo, el mismo que podría presentar fallas o desperfectos en su funcionamiento. Los sistemas de captación o conducción deben ser mantenidos cada 6 meses, por lo que el volumen de emergencia se hace necesario para el volumen de almacenamiento.

Se puede observar que el tiempo de mantenimiento o reparación de las bombas de succión en los pozos, puede tomar seis horas, tiempo en el cual a la población no se debe dejar atender.

Por ello se determinará el volumen de emergencia en función a una dotación mínima de 30 l/hab./día [8] por un periodo de seis horas afectado por la

población de diseño. En consecuencia se determina el volumen de emergencia según lo indicado en el cuadro Nº 3.15:

Cuadro N° 3.15

Volumen de Emergencia

Dotación Mínima (litros/hab/día)	Periodo (horas)	Población de diseño (hab)
30	6	4287

Volumen de emergencia (litros)		Volumen de emergencia (m3)
32,153	⟺	32

Fuente: *Elaboración propia*

El volumen de emergencia, también conocido como de reserva, resulta ser 32 m3, el mismo que podrá usarse en eventualidades de desperfectos que se den en la captación o en la conducción o bien en un proceso de mantenimiento.

b. Volumen de almacenamiento:

El volumen de almacenamiento de agua corresponderá a la suma del volumen regulado con el volumen de emergencia, o aplicando la ecuación Nº 2.08 el mismo que se indica a continuación en el cuadro Nº 3.16.

Cuadro N° 3.16

Volumen de Almacenamiento de Agua

Volumen de regulación (m3)	Volumen de emergencia (m3)	Volumen de almacenamiento de agua (m3)
307	32	339

Fuente: *Elaboración propia*

El volumen de almacenamiento resulta ser 339 m3, el mismo que responde al regulado y al de emergencia. Esta información servirá para realizar el dimensionamiento, análisis y diseño del tanque apoyado.

El volumen de agua contra incendio no se ha considerado debido a que la zona no cuenta con un cuerpo de bomberos y en caso de un incendio se asume que podría ser controlada por la población.

3.6 Diseño de la red de agua.

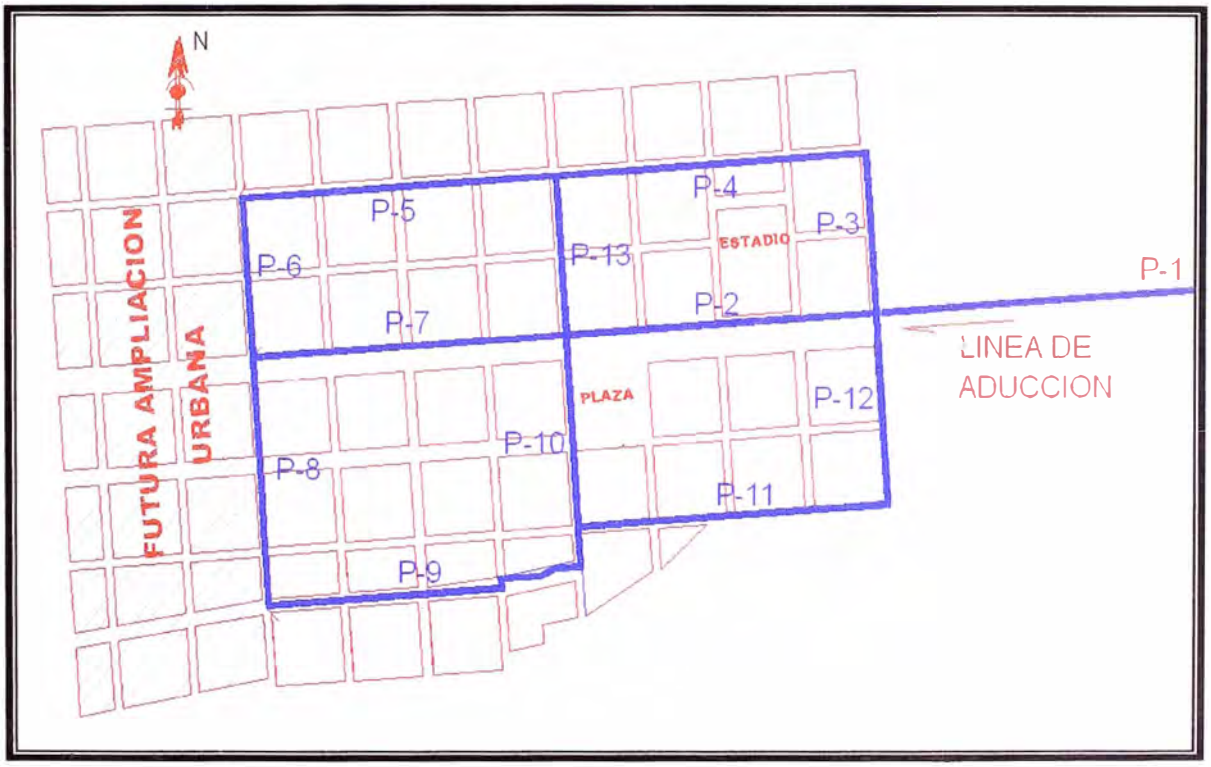
a. Trazado de la red principal

Para el trazado de la red principal se ha tenido en consideración el plano de Lotización "P-L" y el plano Topográfico "T-1", mediante el cual se ha trazado cuatro circuitos que bordean a la ciudad, todos interconectados y cerrados.

En la figura Nº 3.04 se aprecia el trazado de la red principal la mismo que se analiza y diseña en el presente estudio.

Figura Nº 3.04

Trazado de la red principal en el centro poblado de Santa Rosa de Asia



Fuente: *Plano de Lotización y Plano Topográfico*

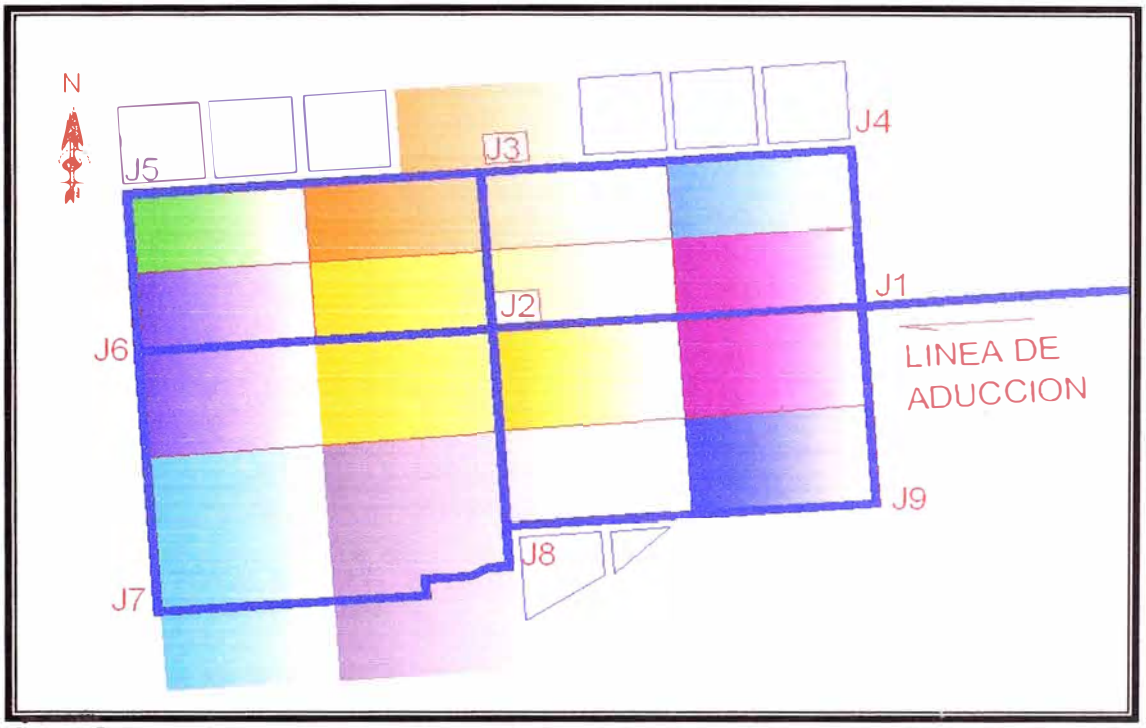
Elaboración Propia

b. Caudal unitario y de influencia

Una vez identificada la red principal se procede a determinar los caudales de influencias en los nudos, para ello, se ha aplicado el método de las áreas de influencias de los nudos, trazando mediatrices desde los lados de cada uno de los cuatro circuitos. En la figura Nº 3.05 se aprecia nueve nudos identificados y se señala su área de influencia de cada uno de ellos.

Figura Nº 3.05

Área de influencia nodal de la red principal de agua



Fuente: *Elaboración propia*

Se ha determinado el área total de la zona de trabajo como las áreas de influencias, determinando el caudal unitario utilizando la ecuación Nº 2.12 y luego los caudales de incidencia nodales utilizando la ecuación Nº 2.13. En el cuadro Nº 3.17 se muestra la determinación del caudal unitario.

Cuadro Nº 3.17

Cálculo del caudal unitario

Caudal de Diseño (litros / segundo)	Area definida (m2)	Caudal Unitario (litros/segundo/m2) (Qu)
27.3	531576.69	0.0000513567

Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro Nº 3.18 se muestra la determinación de los caudales de influencias en cada uno de los nueve nudos identificados.

Cuadro Nº 3.18

Cálculo del caudal de influencia nodal

Nudos Establecidos	Área de Influencia (m2)	Caudal de Influencia (litros/segundo) (Qi)	Cota (msnmm)
R1	-	N/A	145.93
J1	53742.21	2.760	111.75
J2	115653.25	5.940	110.90
J3	72738.8	3.736	118.35
J4	24944.88	1.281	119.70
J5	24232.35	1.244	111.73
J6	61997.2	3.184	106.23
J7	60257.97	3.095	97.35
J8	88822.21	4.562	103.58
J9	29187.82	1.498	104.43
TOTALES	**531576.69**	**27.30**	

Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro Nº 3.18 se indica las cotas de cada uno de los nudos, los que se determinan a partir del plano topográfico de los estudios básicos.

c. Análisis con el método de Linealización

Para aplicar el método de Linealización se toma como base de partida los caudales de influencia que se determinaron en el acápite anterior. Los caudales de Influencia forman la matriz "g".

Para cada una de las 13 tuberías se calcula el factor "R´" usando la ecuación Nº 2.16, para lo cual se asumirá en cada una de las tuberías el valor de la unidad como caudal en la primera iteración. Se presenta la ecuación Nº 2.16 a manera de ilustrar su expresión:

R´= (1.72 x 10^6 x L) / (Ch^1.85 x D^4.866) x Q^0.85 .....Ecuación Nº 2.16

Para determinar los valores de R' valores se describe las características propuestas de cada una las tuberías en el cuadro Nº 3.19:

Cuadro Nº 3.19

Características técnicas de las tuberías

Tubería en tramos principales	Longitud (m)	Diámetro (in)	Coeficiente de Hazen William (√pies / sg)	Coeficiente de Pérdidas Locales
P-1	955.13	6	140	15
P-2	451.90	6	140	10
P-3	216.10	4	140	5
P-4	451.90	4	140	10
P-5	442.60	3	140	15
P-6	216.10	3	140	10
P-7	442.60	3	140	5
P-8	344.20	3	140	5
P-9	519.53	3	140	10
P-10	259.60	3	140	10
P-11	451.90	4	140	10
P-12	259.60	4	140	5
P-13	216.10	3	140	10

Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro Nº 3.19 la longitud se determina teniendo en consideración el plano de Lotización "P-L" y el plano Topográfico, de donde se obtiene la longitud de cada una de las tuberías. El diámetro ha sido propuesto de manera preliminar de tal manera que después de realizar el análisis los mismos sean los adecuados para cumplir lo solicitado por el Reglamento Nacional de edificaciones. Caso no satisfagan lo indicado en la norma vigente estos se modifican.

El coeficiente de Hazen William que se ha adoptado es 140 √pies/sg en virtud de que el material elegido para las tuberías es de P.V.C. [9] La normatividad hace mención que el valor de Hazen William para tuberías de P.V.C. [9] será de 150 √pies/sg, sin embargo se considera 140 √pies/sg dado que después algunos años de uso su valor disminuye y esto en virtud que se asume que el material se desgasta y genera rugosidad en la superficie del tubo.

Respecto al coeficiente de pérdidas locales este valor está asociado a la pérdida de energía debido a la existencia de accesorios en el recorrido de la tubería. Para ello las principales pérdidas que se podrían presentar son debido a las válvulas de cierre, de aire y de purga, por lo que el valor "K" para cada una de estos accesorios de control o mantenimiento es 5. En la tabla de características técnicas se indica el valor acumulado de las posibles válvulas que podrían existir en cada una de las tuberías.

Para el análisis de los circuitos del sistema se ha optado por el uso del Software Water Cad que trabaja con el método de Linealización. El programa de cómputo arma la matriz "A" tomando como información las características técnicas de las tuberías para lo cual hace uso de la ecuación Nº 2.16 y los criterios indicados en el acápite de análisis de redes.

El programa de cómputo aplicará la ecuación Nº 2.17 para determinar el valor de la matriz "Q" en varias iteraciones hasta que el valor de "Q", converja a un mismo valor. A manera de ilustrar la ecuación se muestra a continuación:

A x Q = g .....Ecuación 2.17

Donde:

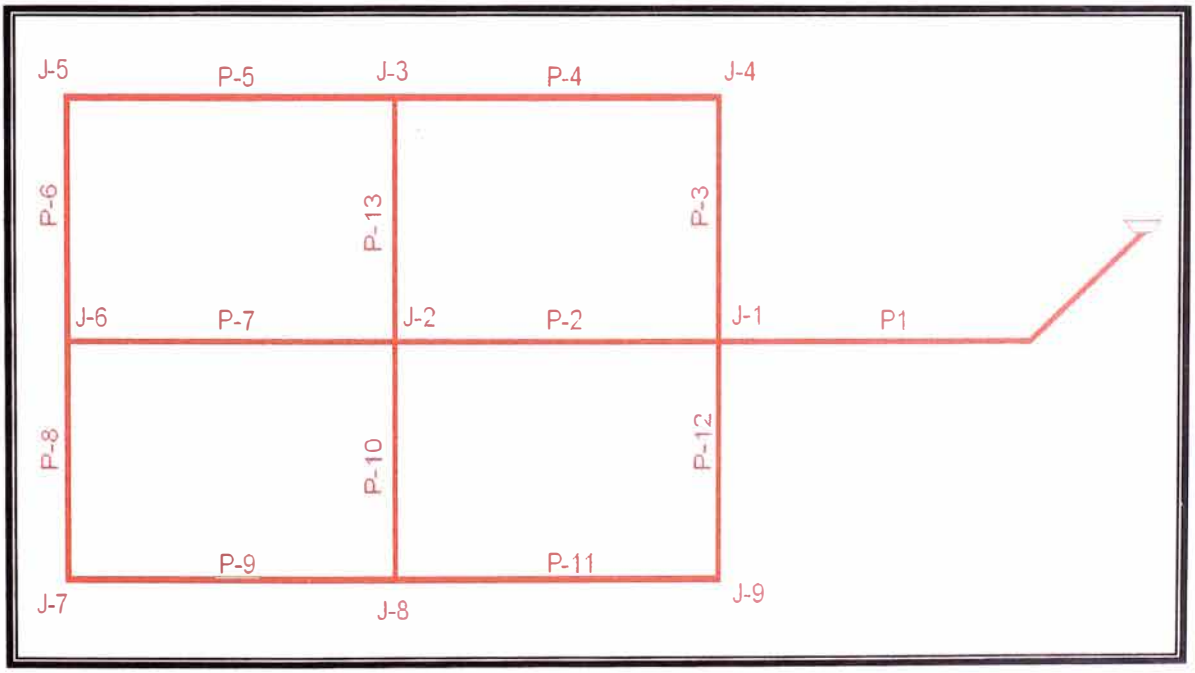
Q: Es la matriz columna de todos los caudales que no se conoce

g: Es la matriz columna de todos los caudales que salen por los nudos.

En el software de wáter cad [7] se traza la red principal de agua, teniendo en consideración el esquema de la figura Nº 3.04, generando el siguiente esquema plasmado en la figura Nº 3.06:

Figura Nº 3.06

Esquema del trazo de la red en el programa Water Cad



Fuente: *Elaboración propia*

La información de los nudos determinado en el cuadro Nº 3.18 se ingresa en la opción "junctión reports" registrando los siguientes datos:

1. Nombre del nudo
2. Caudal de Influencia
3. Cota topográfica

La información de las tuberías determinado en el cuadro Nº 3.19 se ingresa en la opción "pipe reports" registrando los siguientes datos:

1. Nombre del tubo
2. Longitud de la tubería
3. Diámetro de la tubería
4. El coeficiente de Hazen William de acuerdo al tipo de material.
5. El coeficiente de pérdidas locales.

Con la información registrada en el wáter cad se ejecuta el programa obteniendo los siguientes resultados:

c.1 Resultado en las tuberías

Los resultados que se obtienen en las tuberías son los que se muestran el cuadro Nº 3.20. Este cuadro muestra características del tubo como los valores de los caudales que fluyen por ellos y las velocidades de los mismos.

Cuadro Nº 3.20

Resultado en las tuberías analizadas por el método de Linealización

Tubería en tramos principales	Longitud (m)	Diámetro (in)	Coeficiente de Hazen William (√pies / sg)	Caudal que discurre (lit /seg)	Velocidad (m/seg.)
P-1	955.13	6	140	27.300	1.50
P-2	451.90	6	140	13.309	0.73
P-3	216.10	4	140	5.406	0.67
P-4	451.90	4	140	4.125	0.51
P-5	442.60	3	140	2.343	0.51
P-6	216.10	3	140	1.099	0.24
P-7	442.60	3	140	3.002	0.66
P-8	344.20	3	140	0.916	0.20
P-9	519.53	3	140	2.179	0.48
P-10	259.60	3	140	2.414	0.53
P-11	451.90	4	140	4.327	0.53
P-12	259.60	4	140	5.825	0.72
P-13	216.10	3	140	1.953	0.43

Fuente: *Elaboración propia*

c.2 Resultado en los nudos

Los resultados que se obtienen en los nudos son los que se muestran en el cuadro Nº 3.21, donde se aprecian los valores de presión y la cota de la gradiente hidráulica.

Cuadro Nº 3.21

Resultado en los nudos analizados por el método de Linealización

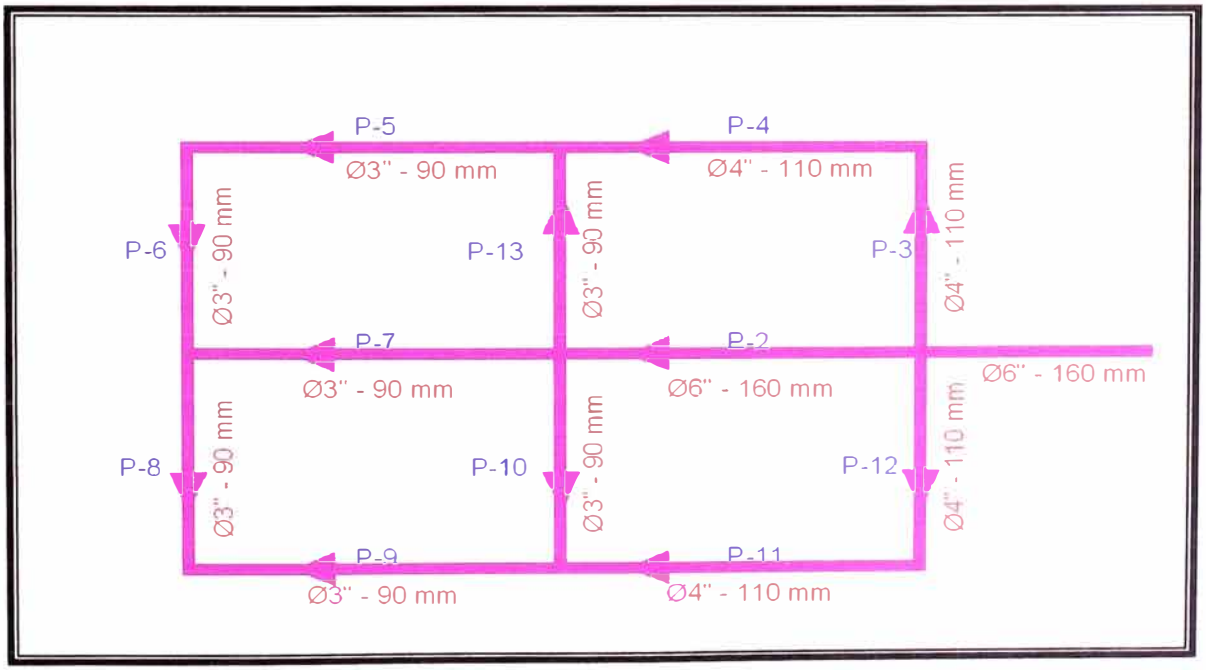
Nudo	Elevación (m)	Demanda (lit/seg.)	Cota de Gradiente hidráulica	Presión (m)
J1	111.75	2.760	131.13	19.340
J2	110.90	5.940	129.22	18.284
J3	118.35	3.736	128.47	10.102
J4	119.70	1.281	129.95	10.232
J5	111.73	1.244	126.39	14.631
J6	106.23	3.184	126.14	19.865
J7	97.35	3.095	125.87	28.461
J8	103.58	4.562	127.91	24.284
J9	104.43	1.498	129.53	25.050

Fuente: *Elaboración propia*

Al finalizar el análisis se obtuvo el diámetro de las redes y su respectivo flujo que se muestra en la figura Nº 3.07:

Figura Nº 3.07

Esquema del diseño de redes



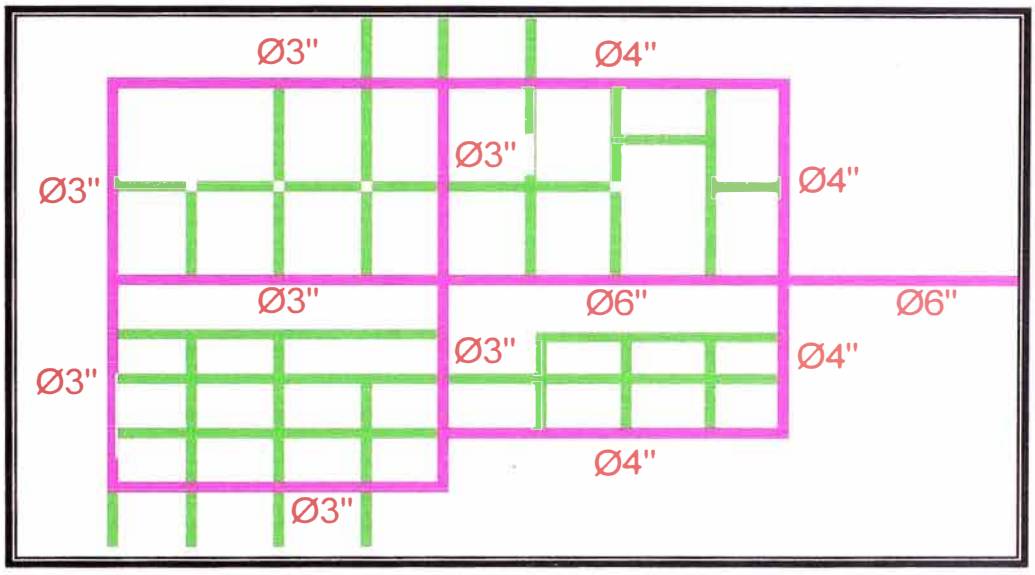
Fuente: *Elaboración propia*

3.7 Redes secundarias y ramales de distribución

Para determinar las redes secundarias o ramales de distribución se realiza el trazo por las calles del centro poblado de Santa Rosa de Asia. Respecto a su ubicación se trata de mantenerlas en el área denominada Jardín o berma lateral ajustándose al Plano de Lotización "P-L". En la figura Nº 3.08 se aprecia el trazo de las redes secundarias la misma que se diferencia de la principal por su color.

Figura Nº 3.08

Esquema de ramales de distribución



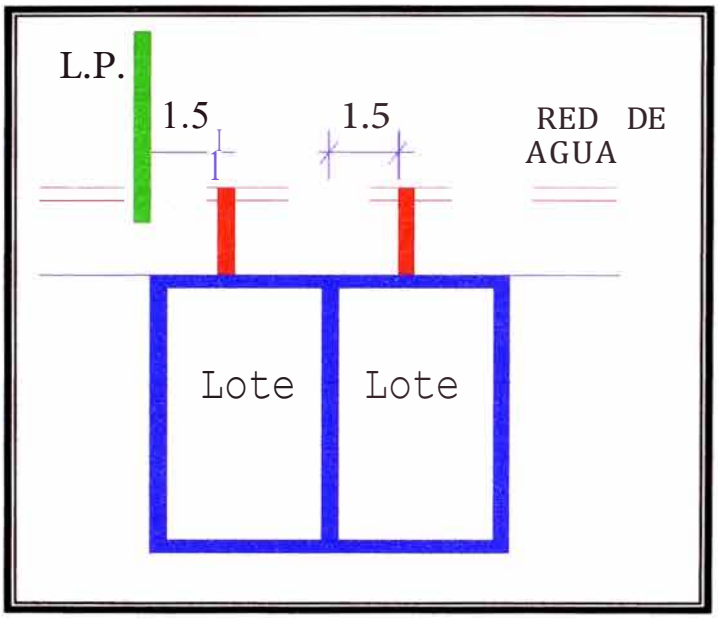
Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro Nº 3.21 se aprecia que las presiones en los nudos varían desde 10 hasta 28 metros de columna de agua. Con el fin de determinar el diámetro de los ramales de distribución se tiene en consideración lo siguiente: La pérdida de energía se incrementa sustancialmente a medida que el diámetro de la tubería disminuye. Su variación es exponencial por lo que es recomendable que el diámetro del ramal de distribución no sea pequeño. En el caso de las redes principales el diámetro de las mismas varía desde 3" hasta 6 ", por lo que se asigna a las redes secundarias o ramales de distribución el diámetro inmediato inferior para garantizar que no existan grandes pérdidas de energía por fricción y por ende bajas presiones. El diámetro comercial inmediato es el de 2 pulgadas o 63 mm externamente. Este diámetro asignado a la red secundaria es constante y uniforme para todos los circuitos de red de agua potable.

3.8 Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son aquellas que abastecen de agua potable a los predios ubicados en el centro poblado de Santa Rosa de Asia. Para el proyecto se conectan desde ramales de distribución como de la red principal.

Figura N° 3.09: *Esquema de ubicación de conexión domiciliaria*



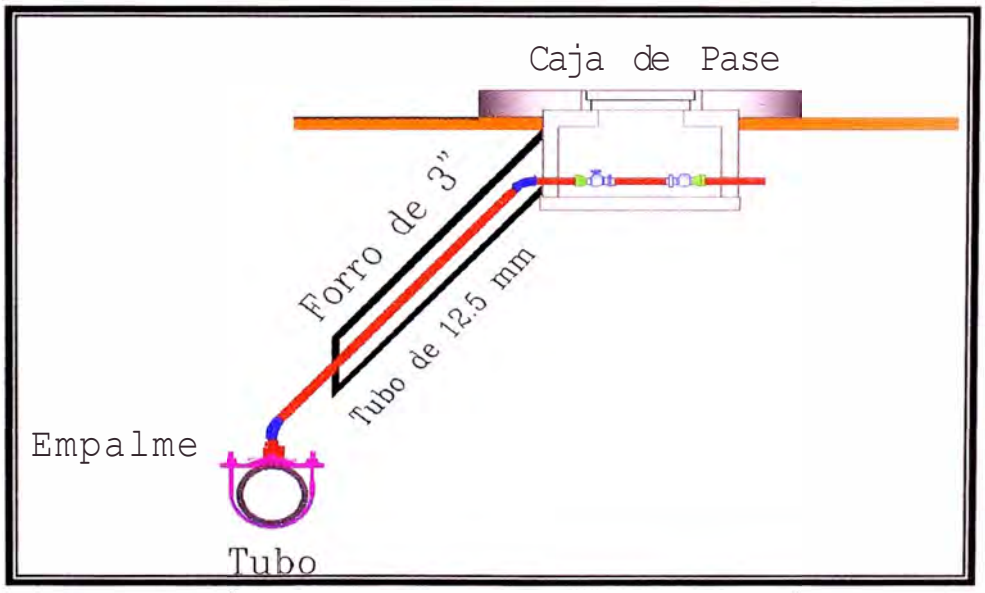
Fuente: *Elaboración propia*

Las conexiones propuestas son simples y se ubicarán a 1.50 m del límite izquierdo de la propiedad tal como se muestra en la figura N° 3.09. Los elementos de conexión que se establecen para este proyecto son los de empalme y de conducción. No se considera el elemento de medición dado que es una zona que está pasando de lo rural a lo urbano.

En la figura N° 3.1 O se aprecia el esquema de la conexión domiciliaria. El diámetro considerado es 12.50 mm el mismo que es el mínimo de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura N° 3.1 O

Esquema de conexión domiciliaria



Fuente: *Elaboración propia*

3.9 Válvulas de Control y limpieza.

a. Válvulas de cierre

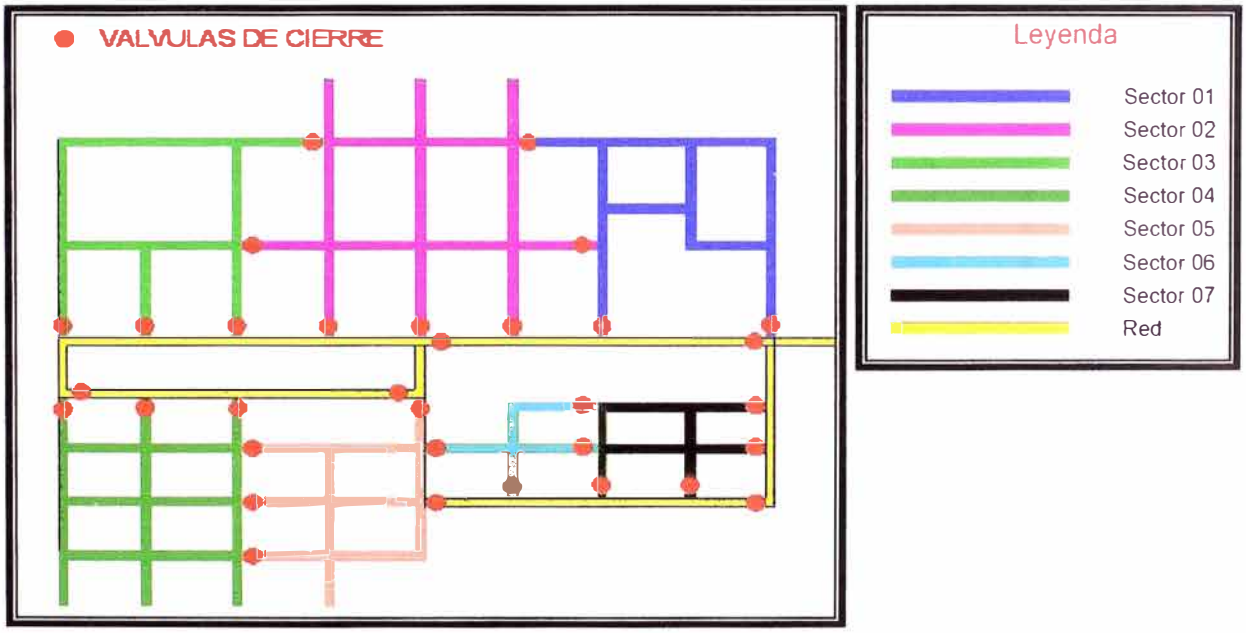
Las válvulas de cierre permiten sectorizar la zona con la finalidad brindar un mejor mantenimiento al sistema sin ocasionar interrupciones masivas a una población durante su funcionamiento.

Por ello se establecen válvulas de cierre distribuidas de tal manera que garanticen sectorizar y sub sectorizar la zona.

En este caso para la red en estudio se ha sub sectorizado en 7 zonas, todas independientemente de la otra, tal como se muestra en el esquema de la figura Nº 3.11:

Figura Nº 3.11

Esquema de válvulas de cierre



Fuente: *Elaboración propia*

Cada color identifica un sector independiente que puede ser controlado con las válvulas de cierre. Los diámetros de las válvulas de cierre se ajustan a los diámetros de las tuberías donde se proponen. En el plano P-03 anexo al proyecto se identifican dichas válvulas.

b. Válvulas de purga y de aire

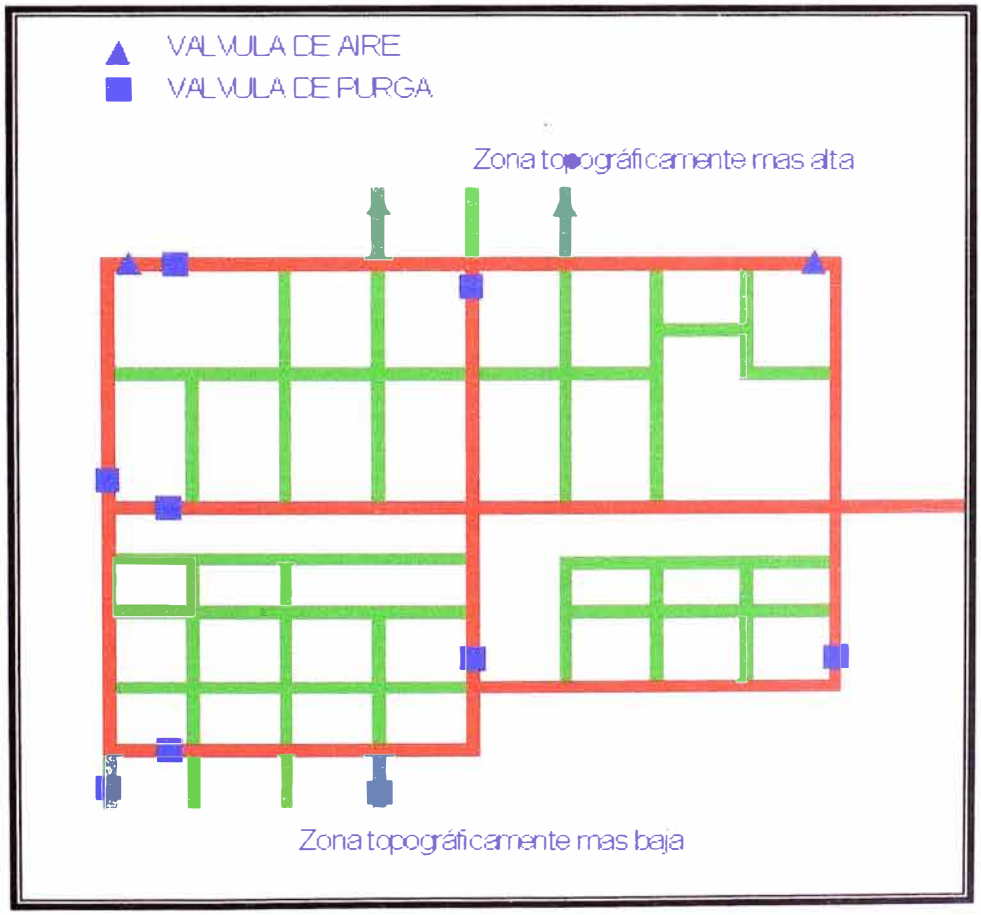
Las válvulas de aire y de purga se ubican en las zonas más altas y más bajas respectivamente. Dado que la topografía del terreno es ondulada y uniforme nos indica que el área en estudio se caracteriza por tener un extremo más alto que el otro. Las válvulas de aire se ubican en los extremos más altos del centro poblado

de Santa Rosa de Asia para lo cual se proyecta cuatro válvulas de aire espaciadas con distancia uniformes entre sí.

Las válvulas de purga se han dotado en las zonas más bajas del centro poblado de Santa Rosa de Asia. Así mismo se ha tenido en consideración que de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de redes que se aprecian en el cuadro Nº 3.20 existen tuberías que tienen velocidades inferiores a 0.60 metros por segundo que podrían originar precipitación y sedimentación de partículas finas en estas zonas, por lo que a estas tuberías se les plantea tener un sistema de purga a través de válvulas. Por ello de acuerdo a lo indicado se ha propuesto un número de 8 válvulas distribuidas en las zonas más bajas topográficamente y en aquellas zonas donde la velocidad es pequeña. En el esquema que se presenta en la figura Nº 3.12 se indica la ubicación de las válvulas de aire y de purga.

Figura Nº 3.12

Esquema de válvulas limpieza



Fuente: *Elaboración propia*

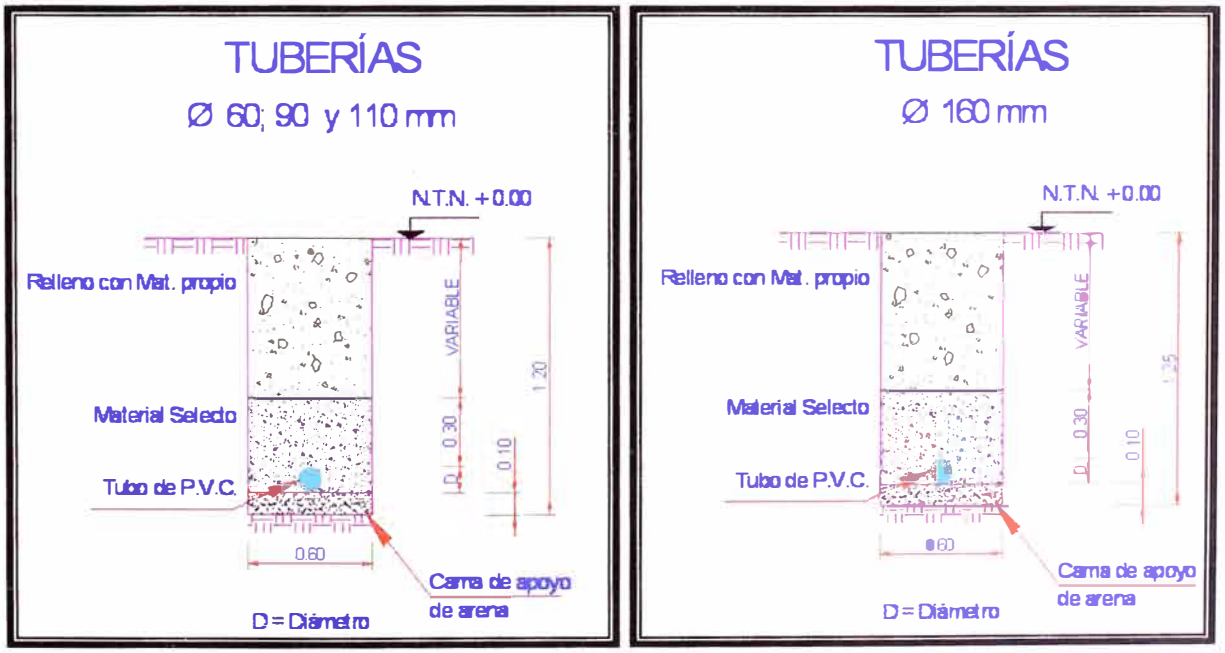
c. Profundidad de redes

La profundidad de las redes está sujeta a lo indicado por el Reglamento Nacional de Edificaciones donde se especifica que de colocarse sistema de redes por zonas donde existirá tránsito vehicular el recubrimiento debe de ser un metro caso contrario se emplazará a una distancia mínima de 0.30 metros.

Las redes primarias y secundarias proyectadas en el centro poblado de Santa Rosa de Asia se han proyectado en bermas y/o jardines longitudinalmente, mientras que transversalmente cruzan calles y avenidas que en un futuro serán transitables por vehículos pesados. Se propone que el recubrimiento de las tuberías será de un metro como mínimo. Bajo esta concepto se determina que aquellas tuberías que tengan un diámetro menor o igual a 4 pulgadas la altura de excavación debe ser 1.20 m y en aquellas tuberías que tengan diámetro de 6 pulgadas la altura debe ser 1.25 m. en el esquema mostrado en la figura Nº 3.13 se aprecia los detalles de la altura de excavación y de la profundidad de la tubería.

Figura Nº 3.13

Detalle de profundidad de redes de agua potable



Fuente: *Elaboración propia*

CAPITULO IV:
ANÀLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de los resultados se realiza a los valores obtenidos en los cuadros Nº 3.20 y 3.21 referente a las tuberías y nudos de la red de agua potable. La metodología consiste en comparar los resultados con lo indicado en el Reglamento Nacional de edificaciones.

a. Análisis de los resultados en las tuberías

Los resultados obtenidos en el cuadro Nº 3.20 nos brindan información referente a caudales y velocidades obtenida en cada una de las tuberías después de haberse analizado el sistema con el método de Linealización.

La tubería denominada "P-1" es la línea de aducción cuyo caudal es el mismo valor de que el caudal de diseño 27.3 litros por segundo y el cual discurre con una velocidad de 1.50 m/s. Esta velocidad es permisible dentro del rango indicado por el Reglamento Nacional de Edificaciones dado que no excede los 3 m/s ni es inferior a 0.60 m/s.

Las tuberías denominadas "P-2, P-3, P-7 y P-12" tienen flujos de agua que alcanzan velocidades mayores a 0.60 m/s y que no exceden 0.73 m/s, tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 4.01

Caudales y velocidades en tuberías I

Tubería en tramos principales	Diámetro (in)	Caudal que discurre (lit /seg)	Velocidad (m/seg.)
P-2	6	13.309	0.73
P-3	4	5.406	0.67
P-7	3	3.002	0.66
P-12	4	5.825	0.72

Fuente: *Elaboración propia*

Estos tubos tienen flujos de agua con velocidades dentro del rango permisible que garantiza que no existirá sedimentación de partículas.

En el caso de las tuberías denominadas: "P-4, P-5, P-6, P-8, P-9, P-10, P-11 y P-13" tienen flujos de agua que alcanzan velocidades menores a 0.60 m/s llegando en uno de los casos hasta 0.20 m/s, tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 4.02

Caudales y velocidades en tuberías II

Tubería en tramos principales	Diámetro (in)	Caudal que discurre (lit /seg)	Velocidad (m/seg.)
P-4	4	4.125	0.51
P-5	3	2.343	0.51
P-6	3	1.099	0.24
P-8	3	0.916	0.20
P-9	3	2.179	0.48
P-10	3	2.414	0.53
P-11	4	4.327	0.53
P-13	3	1.953	0.43

Fuente: *Elaboración propia*

En este caso los tubos tienen flujos de agua que tiene velocidades bajas lo cual permite que las partículas sedimenten durante su funcionamiento. Debido a esto se propone que en los tramos que tengan velocidades pequeñas, tal es el caso de los mencionados, se instalen sistemas de purgas que garanticen realizar su limpieza continuamente. Este análisis justifica las válvulas de purga que se proponen en el presente estudio.

Los diámetros propuestos para cada uno los tubos son medidas comerciales por lo que expresan en milímetros en los planos P-1, P-2 y P-3 que se anexan al estudio. En el siguiente cuadro indica las equivalencias de los diámetros:

Cuadro Nº 4.03

Equivalencias de diámetros

Tubería en tramos principales	Diámetro (in)	Diámetro (mm)
P-1	6	160
P-2	6	160
P-3	4	110
P-4	4	110
P-5	3	90
P-6	3	90
P-7	3	90
P-8	3	90
P-9	3	90
P-10	3	90
P-11	4	110
P-12	4	110
P-13	3	90

Fuente: *Elaboración propia*

b. Análisis de los resultados en los nudos

Para el análisis de los nudos se revisan los resultados obtenidos en el cuadro Nº 3.21 cuyos resultados provienen del método de Linealización. Los nudos se caracterizan por tener como base de información la cota y el caudal de influencia, este último también conocido como demanda.

Lo analítico en este punto es verificar las presiones en los nudos garantizando que todos cumplan con los parámetros mínimos y máximos indicados en la norma del Reglamento Nacional de edificaciones.

Respecto a los nudos se puede verificar en el siguiente cuadro de resumen las presiones en cada uno de los nueve nudos:

Cuadro Nº 4.04

Resultado de presiones en los nudos

Nudo	Elevación (m)	Demanda (lit/seg.)	Presión (m)
J1	111.75	2.76	19.34
J2	110.9	5.94	18.284
J3	118.35	3.736	10.102
J4	119.7	1.281	10.232
J5	111.73	1.244	14.631
J6	106.23	3.184	19.865
J7	97.35	3.095	28.461
J8	103.58	4.562	24.284
J9	104.43	1.498	25.05

Fuente: *Elaboración propia*

Las presiones obtenidas en todos los nudos están por encima de los 10 metros de columna de agua y están por debajo de los 30 metros. Estos resultados garantizan que la presión durante su funcionamiento es la necesaria para atender a la población del Centro Poblado de Santa Rosa de Asia.

En el caso de los nudos "J3" y "J4" la presión es cercana a los 10 metros de columna de agua, esto implica que dentro de los ramales de distribución se debe evitar tener pérdidas de energía considerables. Para evitar dicha pérdida se opta por usar 2 pulgadas de diámetro en el ramal de distribución. Este diámetro es el inmediato inferior en medida comparado con la medida más pequeña de la red principal que es 3 pulgadas. Se tiene en consideración que a medida que el diámetro disminuye la pérdida de energía se incrementa exponencialmente. Por otro lado los resultados muestran presiones por debajo de 50 metros de columna de agua en los nudos garantizando que el tipo de tubo que se puede plantear sea del tipo P.V.C. [9] clase 5, equivalente a 50 metros de presión de agua.

CONCLUSIONES

Se concluye que a través de los resultados del diseño de las redes de agua potable del centro poblado de Santa Rosa de Asia, se cuenta con una herramienta de gestión como es el Expediente Técnico. Las autoridades y los pobladores podrán realizar la gestión para el financiamiento del proyecto razón por la cual se brinda las siguientes conclusiones:

La línea de aducción tiene un diámetro comercial de 160 mm, la misma que nace en el reservorio. Esta línea tiene una longitud de 955 metros y se proyecta sobre la carretera a Coayllo. Las redes principales de distribución que bordean al centro poblado tienen diámetros de 90, 110 y 160 mm y su ubicación se indica en el plano P-01 anexo al proyecto. Los ramales de distribución son de diámetros de 63 mm y se desarrollan dentro de los cuatro circuitos principales identificados en el informe. Para todas las tuberías indicadas el tipo es de clase 5 y de P.V.C. Su profundidad se proyecta a 1.20 m para tuberías de diámetros de 63, 90 y 110 mm y 1.25 m para aquellas de 160 mm. Las conexiones domiciliarias se proyectan a 1.50 m del límite izquierdo de la propiedad y su diámetro es de 12.50 mm. El forro de protección indicado es de tres pulgadas. El reservorio de almacenamiento de agua debe tener una cota de fondo 146 m.s.n.m.m. [3] y su volumen de almacenamiento es de 339 m3 [4].

La zona en estudio se ha dividido en siete sectores los mismos que se pueden independizar por las 34 válvulas de cierre. Se identifican dos de 160 mm, cuatro de 110 mm, nueve de 90 mm y diecinueve de 63 mm. Respecto a las válvulas de aire se identifican cuatro de aire de 63 mm y ocho de purga de diámetro de 63, 90 y 110 mm. La ubicación de estas válvulas se aprecia en el plano P-03 que se anexa al informe.

Como conclusión final el análisis y diseño de las redes de agua potable del centro poblado Santa Rosa de Asia ha permitido generar los planos del Expediente Técnico. Los planos generados son: Plano de redes de distribución, plano de conexiones domiciliarias, plano de esquema de accesorios y los planos de detalle los mismos que se anexan al presente informe.

RECOMENDACIONES

Se recomienda de manera general que se realicen las gestiones para la búsqueda del financiamiento necesario para la ejecución del proyecto.

Respecto al análisis de redes se recomienda que las dimensiones de las tuberías no se varíen durante su proceso constructivo dado que las presiones identificadas en los nudos se encuentran cerca a los diez metros de columna de agua pudiendo ocasionar pérdidas considerables que originarían presiones bajas o negativas en el sistema de tuberías.

Respecto a la profundidad de las redes se recomienda mantener las medidas indicadas en las conclusiones dado que durante la pavimentación de las vías se tendrá movimiento de tierras que podrían originar variaciones en la altura del recubrimiento lo cual conllevaría a posibles roturas si no se tiene el cuidado adecuado.

Se recomienda tener especial cuidado con la cota final de la cimentación del reservorio dado que de ella depende las presiones en la red de distribución del centro poblado de Santa Rosa de Asia.

Se deberá de tener en cuenta las coordinaciones con la municipalidad distrital de Asia especialmente para las conexiones domiciliarias dado que algunos de los lotes hoy en día se vienen poblando y posesionando gradualmente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mays Larry W., Manual de sistemas de distribución de agua, 1ra Edición, Mcgraw – Hill / Interamericana de España S.A., 2003, España.

2. Moya Sáciga Próspero Jesús, Abastecimiento de agua potable y alcantarillado, 1ra Edición, GRAFICA CRISTAL S.R.L., 2009, Lima-Perú.

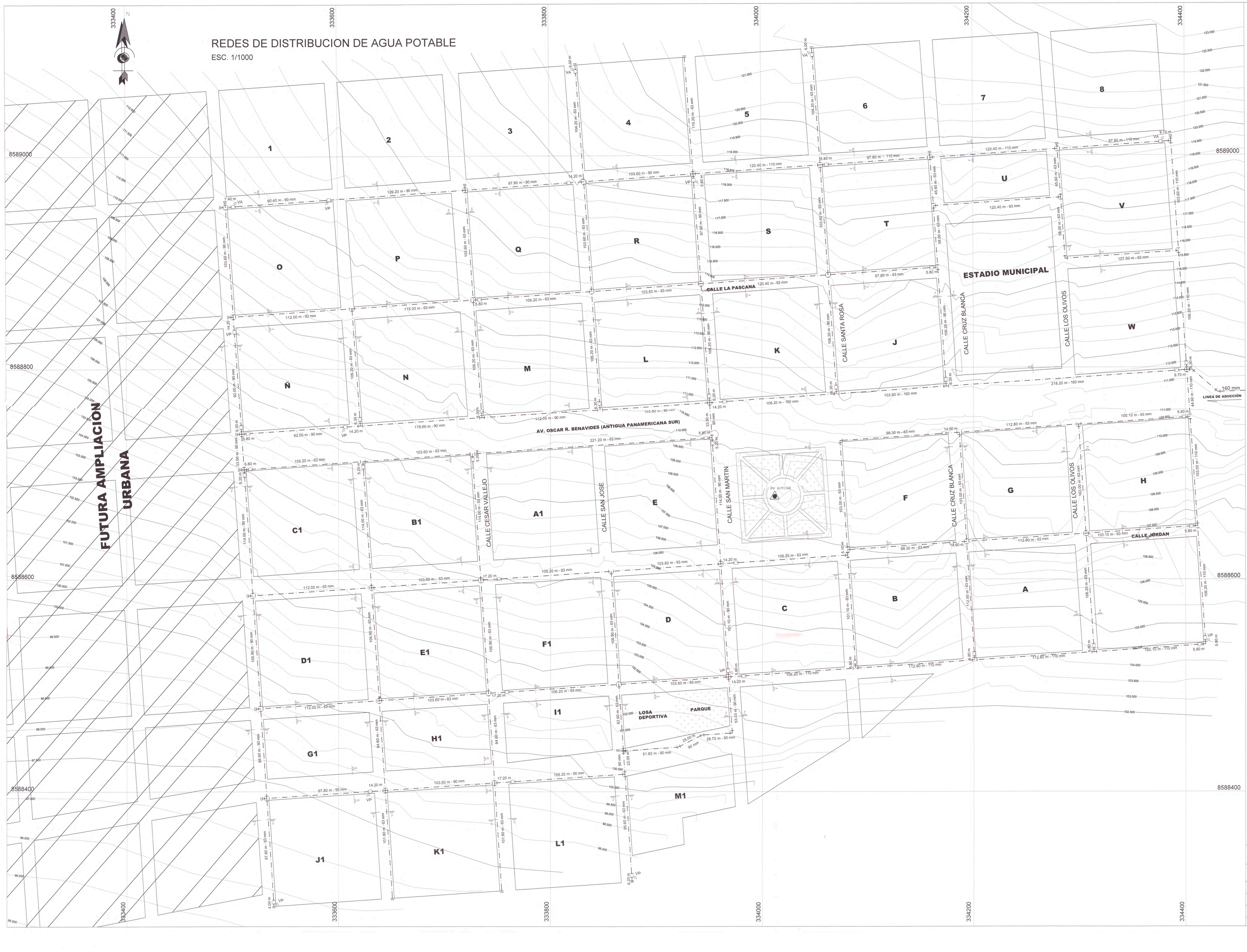
3. Rocha Felices Arturo, Hidráulica de tuberías y canales, Universidad Nacional de Ingeniería, 2007, Lima-Perú.

4. SENCICO, Redes de distribución de agua para consumo humano, Edición Nº 10, Instituto de la Construcción y Gerencia, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009, Lima-Perú.

ANEXOS

REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESC. 1/1000



NORMAS TECNICAS VIGENTES

PRODUCTO	NORMAS/ESPECIFICACIONES
TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO P.V.C. – UF	N.T.P. – ISO 4422 : 1997
VALVULAS DE COMPUERTA DE FIERRO	ESPECIFICACIONES BASADAS EN N.T.P. 350 – 064 :1997 EN ISO 7259.
TUBERIA PVC – SP DN Ø15mm (1/2") PN 10	N.T.P. 350.064 :1997 EN ISO 7259 DN<63mm.
ACCESORIOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO P.V.C.–UF.	N.T.P. ISO 4422:1997 ACCES. INYECTADOS.
TAPAS Y MARCOS DE FIERRO PARA CAJA DE VALVULA.	N.T.P. – 350.106 : 1999
ABRAZADERAS PARA CONEXIONES DOMICILIARIAS	NTP350–096:2001 ABRAZADERAS METALICAS NTP399–137:1997 " TERMOPLASTICAS
VALVULAS DE TOMA (COORPORATION) DE PASO.	NTP399–034:1997 DE RESINA TERMOPLAST.
ACOPLE NIPLE ROSCADO	N.T.P. 399.089 :1999
CAJA PORTAMEDIDOR DE CONCRETO	N.T.P. 334.081 : 1999
MARCO Y TAPA DE ACERO GALVANI–ZADO PARA CAJA PORTA MEDIDOR.	N.T.P. 350.085 : 1997.
ANILLOS DE CAUCHO.	N.T.P. – ISO 4633 : 1999.

NOTA :

1. LA OMISION EN ESTE CUADRO DE ALGUN MATERIAL Y/O PROCESO CONSTRUCTIVO A SER REQUERIDO EN OBRA DEBERA AJUSTARSE A LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES VIGENTE.
2. EL TIPO DE CEMENTO A EMPLEAR EN LA OBRA ES CEMENTO PORTLAND TIPO I
3. EL METRADO QUE SE INDICA EN ESTE PLANO ES INCLINADO DE EJE A EJE DE ACCESORIO

METRADO BASE

TUBERIA PVC-UF-SERIE 5– PN 5– DN 160	451.90 m
TUBERIA PVC-UF-SERIE 5– PN 5– DN 110	1,379.50 m
TUBERIA PVC-UF-SERIE 5– PN 5– DN 90	2,877.74 m
TUBERIA PVC-UF-SERIE 10– PN 10– DN 63	5,953.83 m
VALV. COMPUERTA DE DN 160	02 Unid.
VALV. COMPUERTA DE DN 110	04 Unid.
VALV. COMPUERTA DE DN 90	09 Unid.
VALV. COMPUERTA DE DN 63	19 Unid.
VALVULA DE AIRE	04 Unid.
VALVULA DE PURGA	09 Unid.

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA POTABLE PROYECTADO
	BM AUXILIAR
	PARQUE
VA VP	VALVULA DE AIRE Y PURGA
	VALVULA DE COMPUERTA
	CONEXIONEES DOMICILIARIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

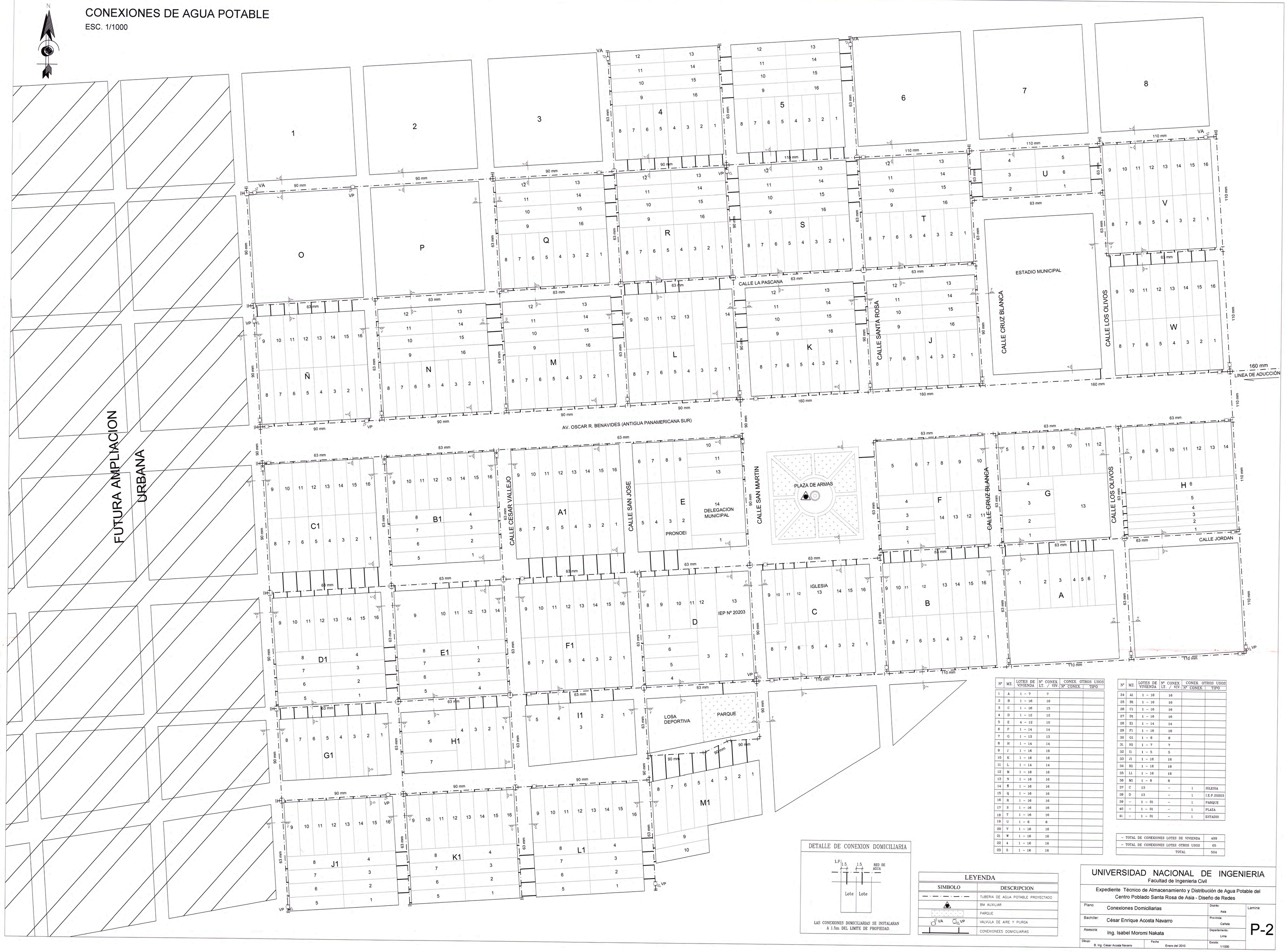
Facultad de Ingenieria Civil

Expediente Técnico de Almacenamiento y Distribución de Agua Potable del Centro Poblado Santa Rosa de Asia - Diseño de Redes

Plano: Redes de Agua Potable		Distrito: Asia	Lamina: P-1
Bachiller: César Enrique Acosta Navarro		Provincia: Cañete	
Asesora: Ing. Isabel Moromi Nakata		Departamento: Lima	
Dibujo: B. Ing. César Acosta Navarro	Fecha: Enero del 2010	Escala: 1/1000	

CONEXIONES DE AGUA POTABLE

ESC. 1/1000



DETALLE DE CONEXION DOMICILIARIA

LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE INSTALARAN A 1.5m DEL LIMITE DE PROPIEDAD.

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA POTABLE PROYECTADO
	BM AUXILIAR
	PARQUE
VA VP	VALVULA DE AIRE Y PURGA
	CONEXIONEES DOMICILIARIAS

Nº	MZ.	LOTES DE VIVIENDA	Nº CONEX. LT. / VIV.	CONEX. OTROS USOS Nº CONEX.	TIPO
1	A	1 – 7	7		
2	B	1 – 16	16		
3	C	1 – 16	15		
4	D	1 – 12	12		
5	E	4 – 12	10		
6	F	1 – 14	14		
7	G	1 – 13	13		
8	H	1 – 14	14		
9	I	1 – 16	16		
10	K	1 – 16	16		
11	L	1 – 14	14		
12	M	1 – 16	16		
13	N	1 – 16	16		
14	Ñ	1 – 16	16		
15	Q	1 – 16	16		
16	R	1 – 16	16		
17	S	1 – 16	16		
18	T	1 – 16	16		
19	U	1 – 6	6		
20	V	1 – 16	16		
21	W	1 – 16	16		
22	4	1 – 16	16		
23	5	1 – 16	16		

Nº	MZ.	LOTES DE VIVIENDA	Nº CONEX. LT. / VIV.	CONEX. OTROS USOS Nº CONEX.	TIPO
24	A1	1 – 16	16		
25	B1	1 – 16	16		
26	C1	1 – 16	16		
27	D1	1 – 16	16		
28	E1	1 – 14	14		
29	F1	1 – 16	16		
30	G1	1 – 8	8		
31	H1	1 – 7	7		
32	I1	1 – 5	5		
33	J1	1 – 16	16		
34	K1	1 – 16	16		
35	L1	1 – 16	16		
36	M1	1 – 8	8		
37	C	13	–	1	IGLESIA
38	D	13	–	1	I.E.P.20203
39	–	1 – 01	–	1	PARQUE
40	–	1 – 01	–	1	PLAZA
41	–	1 – 01	–	1	ESTADIO

– TOTAL DE CONEXIONES LOTES DE VIVIENDA	499
– TOTAL DE CONEXIONES LOTES OTROS USOS	05
TOTAL	504

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

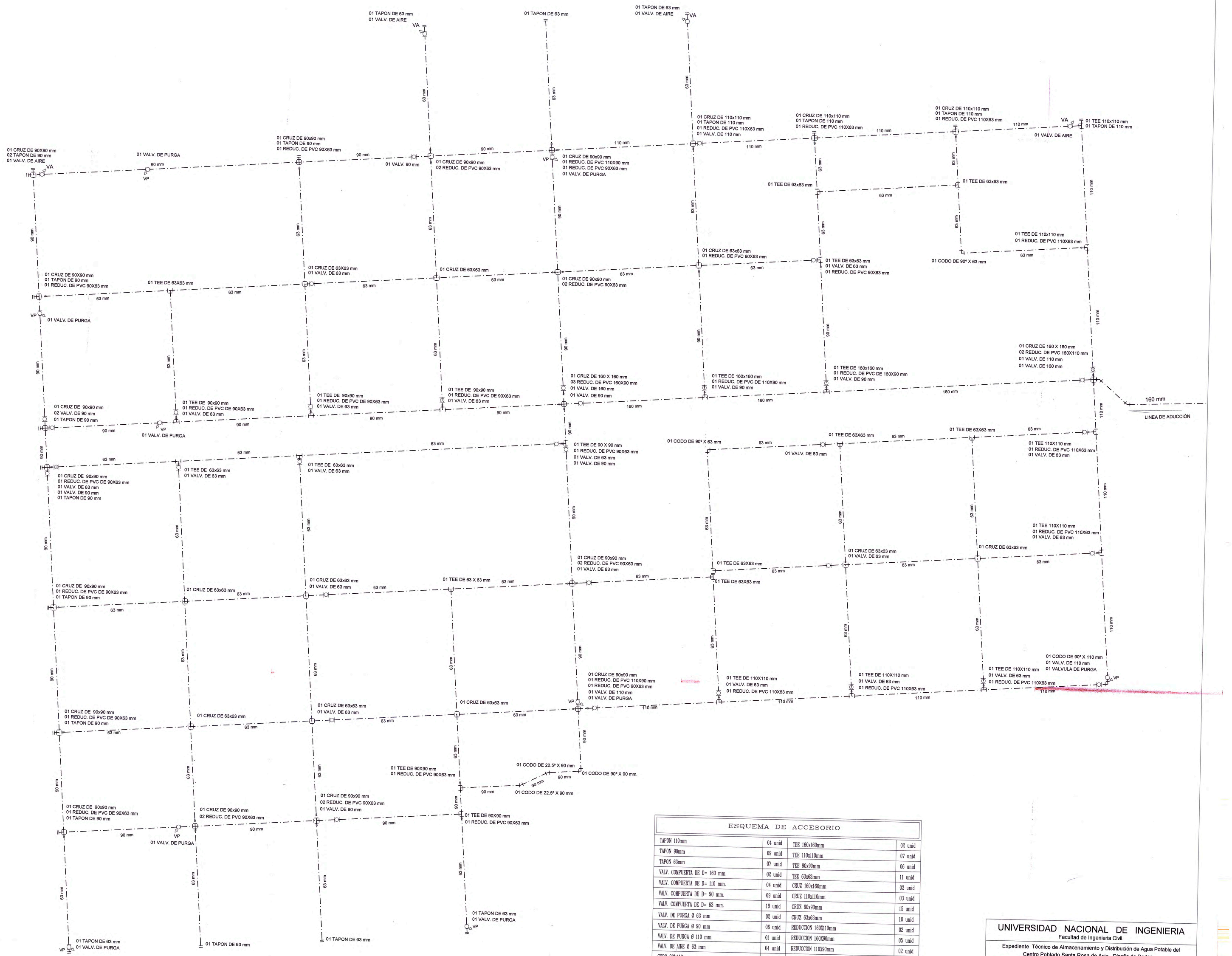
Facultad de Ingeniería Civil

Expediente Técnico de Almacenamiento y Distribución de Agua Potable del Centro Poblado Santa Rosa de Asia - Diseño de Redes

Plano:	Conexiones Domiciliarias	Distrito: Asia	Lamina: P-2
Bachiller:	César Enrique Acosta Navarro	Provincia: Cañete	
Asesora:	Ing. Isabel Moromi Nakata	Departamento: Lima	
Dibujo: B. Ing. César Acosta Navarro	Fecha: Enero del 2010	Escala: 1/1000	

ESQUEMA DE ACCESORIOS

ESC. 1/1000



ESQUEMA DE ACCESORIO

TAPON 110mm	04 unid	TEE 160x160mm	02 unid
TAPON 90mm	09 unid	TEE 110x110mm	07 unid
TAPON 63mm	07 unid	TEE 90x90mm	06 unid
VALV. COMPUERTA DE D= 160 mm.	02 unid	TEE 63x63mm	11 unid
VALV. COMPUERTA DE D= 110 mm.	04 unid	CRUZ 160x160mm	02 unid
VALV. COMPUERTA DE D= 90 mm.	09 unid	CRUZ 110x110mm	03 unid
VALV. COMPUERTA DE D= 63 mm.	19 unid	CRUZ 90x90mm	15 unid
VALV. DE PURGA Ø 63 mm	02 unid	CRUZ 63x63mm	10 unid
VALV. DE PURGA Ø 90 mm	06 unid	REDUCCION 160X110mm	02 unid
VALV. DE PURGA Ø 110 mm	01 unid	REDUCCION 160X90mm	05 unid
VALV. DE AIRE Ø 63 mm	04 unid	REDUCCION 110X90mm	02 unid
CODO 90°x110mm	01 unid	REDUCCION 110X63mm	09 unid
CODO 90°x90mm	01 unid	REDUCCION 90X63mm	26 unid
CODO 90°X63mm	02 unid		
CODO 22.50°x90mm	02 unid		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

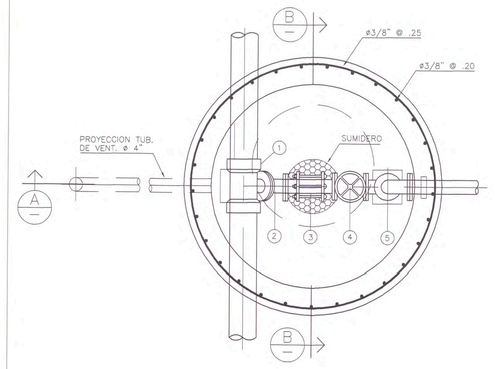
Facultad de Ingenieria Civil

Expediente Técnico de Almacenamiento y Distribución de Agua Potable del Centro Poblado Santa Rosa de Asia - Diseño de Redes

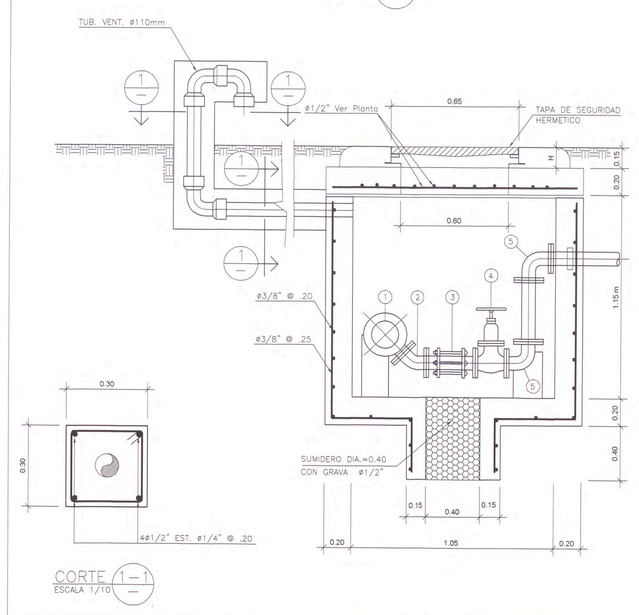
Plano: Esquema de Accesorios		Distrito: Asia	Lamina: P-3
Bachiller: César Enrique Acosta Navarro		Provincia: Cañete	
Asesora: Ing. Isabel Moromi Nakata		Departamento: Lima	
Dibujo: B. Ing. César Acosta Navarro	Fecha: Enero del 2010	Escala: 1/1000	

VALVULA DE PURGA

PLANTA
CAMARA (CIRCULAR) DE VALVULAS DE PURGA EN LINEA DE 63-90-110 mm
ESCALA 1/20

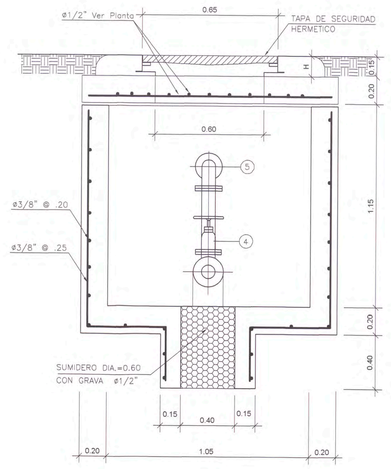


CORTE A-A
ESCALA 1/20

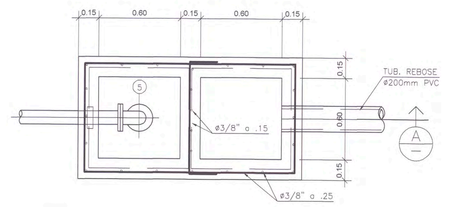


CORTE 1-1
ESCALA 1/10

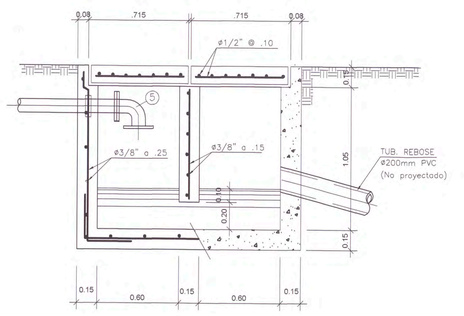
CORTE B-B
ESCALA 1/20



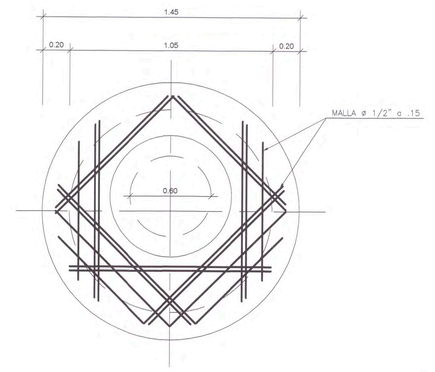
PLANTA
CAJA (TRAMPA) DE REBOSE Y PURGA
ESCALA 1/20



CORTE



PLANTA TECHO VALV. DE PURGA
ESCALA 1/20

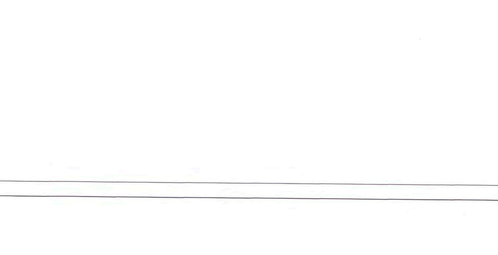


LEYENDA

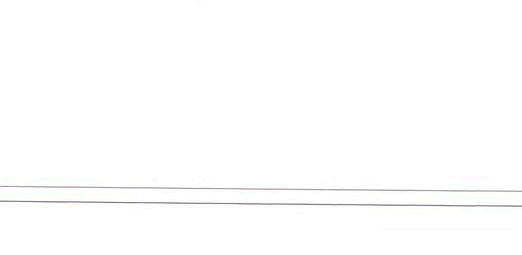
1. TEE DE HDF CON DOS ENCHUFES Y DERIVACION DE BRIDA
2. CODO ø 63-90-110 mm x45° DE HFD CON 2 BRIDAS PN16
3. UNION FLEXIBLE ø 63-90-110 mm
4. VALVULA DE COMPUERTA ø 63-90-110 mm DE ASIENTO ELESTOF
5. CODO ø 63-90-110 mm x 90° F°G° BRIDADO

VALVULA DE AIRE

PLANTA
CAMARA (CIRCULAR) DE VALVULAS DE AIRE EN LINEA DE 63-90-110 mm
ESCALA 1/20

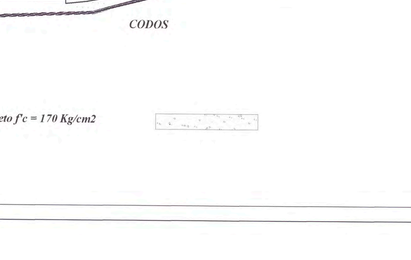


CORTE C-C
ESCALA 1/20



CORTE D-D
ESCALA 1/20

PLANTA DE TECHO VALVULA DE AIRE
ESCALA 1/20



DATOS GENERALES

DIAMETRO RED	63-90-110 mm
DIAMETRO VALVULA DE AIRE	63mm

DIMENSIONES DE TAPAS DE BUZON

MODELO	DIMENSIONES (mm)			
	A	øC	øO	H
MARCO CIRCULAR BR10 R	ø850	650	600	100
MARCO CUADRADO BR10 C	□850	650	600	100

TAPA DE SEGURIDAD

DETALLE DE TENDIDO DE TUBERÍA

DETALLE TIPICO Nº 01
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS
DIÁMETRO 60; 90 y 110 mm

D = Diámetro

DETALLE TIPICO Nº 02
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS
DIÁMETRO 160 mm

D = Diámetro

DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIARIA

LEYENDA

1. TUBERIA MATRIZ ø
2. ABRAZADERA PVC ø X 1/2"
3. VALVULA DE TOMA CORPORATION TERMOPLÁSTICA ø 1/2"
4. CODO PVC PRESION ø 1/2"
5. TUBERIA PVC C-10 ø 1/2"
6. UNION PRESION ROSCA PVC ø 1/2"
7. VÁLVULA DE PASO TERMOPLÁSTICA ø 1/2"
8. VÁLVULA AUXILIAR TERMOPLÁSTICA ø 1/2"
9. VEREDA
10. MARCO DE CAJA PARA CONEXION
11. TAPA DE CAJA PARA CONEXION
12. CAJA PARA CONEXION
13. SOLADO DE CAJA PARA CONEXION
14. TUBERIA DE FORRO SAP ø3" DESAGUE

BLOQUES DE ANCLAJE

TIPOS DE LOCALIZACIÓN DE BLOQUES DE ANCLAJE

Concreto f'c = 170 Kg/cm2

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO:

CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2
ACERO DE REFUERZO fy =4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS:

MUROS = 5cm
LOSA DE FONDO = 4cm

REVOQUES Y ENLUCIDOS:

LOS MUROS ACABARAN CON SUPERFICIE PLANA SIN TARRAJEAR.
LAS LOSAS DE FONDO LLEVARAN ENLUCIDO CON MORTERO C:A=1:2

TAPAS DE SEGURIDAD:

DEBEN TENER CIERRE DE SEGURIDAD Y SISTEMA ANTIRROBO, SIN RIESGO DE BALANCEO, ASI COMO REVESTIMIENTO DE PINTURA HIDROSOLUBLE NEGRA, NO TOXICA Y NO IMFLAMABLE. EL MARCO PUEDE SER OCTOGONAL O CUADRADO DE ,850mm CON UNA ALTURA DE ø100mm CON APERTURA LIBRE DE ø600mm CON EL LOGO DE SEDAPAL.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingenieria Civil

Expediente Técnico de Almacenamiento y Distribución de Agua Potable del Centro Poblado Santa Rosa de Asia - Diseño de Redes

Plano: Detalles Constructivos		Distrito: Asia	Lamina: P-4
Bachiller: César Enrique Acosta Navarro		Provincia: Cañete	
Asesora: Ing. Isabel Moromi Nakata		Departamento: Lima	
Dibujo: B. Ing. César Acosta Navarro	Fecha: Enero del 2010	Escala: 1/20	