

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

**“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA
Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE
NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH”**

TESISTAS:

BACH. CRUZ CORCINO RITA MAGDALENA

BACH. MARCELO PONCE IRVING FRANCIS

ASESOR:

Ms. ATILIO RUBÉN LOPEZ CARRANZA

Nuevo Chimbote – 2018



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

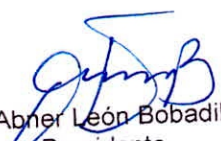
Siendo las diez horas del día once de octubre del año dos mil dieciocho, en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil del Campus Universitario de la Universidad Nacional del Santa, El Jurado Evaluador integrado por los docentes Ms. Abner León Bobadilla (Presidente), Ms. Atilio Rubén López Carranza (Secretario) e Ing. Edgar Sparrow Alamo (Integrante), en cumplimiento a la Resolución N° 292-2018-UNS-CFI y Resolución Decanal N° 611-2018-UNS-FI, dan inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA-ANCASH"** presentado por los Bachilleres MARCELO PONCE IRVING FRANCIS y CRUZ CORCINO RITA MAGDALENA, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Atilio Rubén López Carranza, según Resolución Decanal N° 822-2017-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CRUZ CORCINO RITA MAGDALENA	17	MUY BUENO

Siendo las doce horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 11 de octubre 2018


Ms. Abner León Bobadilla
Presidente


Ms. Atilio Rubén López Carranza
Secretario


Ing. Edgar Sparrow Alamo
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las diez horas del día once de octubre del año dos mil dieciocho, en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil del Campus Universitario de la Universidad Nacional del Santa, El Jurado Evaluador integrado por los docentes Ms. Abner León Bobadilla (Presidente), Ms. Atilio Rubén López Carranza (Secretario) e Ing. Edgar Sparrow Alamo (Integrante), en cumplimiento a la Resolución N° 292-2018-UNS-CFI y Resolución Decanal N° 611-2018-UNS-FI, dan inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA-ANCASH"** presentado por los Bachilleres MARCELO PONCE IRVING FRANCIS y CRUZ CORCINO RITA MAGDALENA, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Atilio Rubén López Carranza, según Resolución Decanal N° 822-2017-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MARCELO PONCE IRVING FRANCIS	<i>17</i>	<i>MUY BUENO</i>

Siendo las doce horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 11 de octubre 2018


Ms. Abner León Bobadilla
Presidente


Ms. Atilio Rubén López Carranza
Secretario


Ing. Edgar Sparrow Alamo
Integrante

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

**"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA
Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE
NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"**

REVISADO POR:


Ms. ATILIO RUBÉN LOPEZ CARRANZA
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

**"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA
Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE
NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"**

SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUENTE JURADO:

Ms. ABNER ITAMAR LEÓN BOBADILLA

PRESIDENTE

Ms. ATILIO RUBÉN LOPEZ CARRANZA

SECRETARIO

ING. EDGAR SPARROW ALAMO

INTEGRANTE



DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis en primer lugar a mi padre celestial Jehová y a su hijo Jesucristo por permitirme estar en este mundo y guiar mis pasos por el camino del bien.

Asimismo, con gran alegría, amor y gratitud, dedico esta tesis a cada uno de los miembros que conforman mi preciosa familia, quienes son y seguirán siendo mi fortaleza para seguir adelante; en especial a mi hermanito Ader Cruz que a pesar de no estar en este mundo siempre lo tengo presente en mi corazón.

Por último, dedico esta tesis a cada uno de mis amigos por creer en mí y brindarme ese apoyo incondicional.

RITA MAGDALENA



DEDICATORIA

A **DIOS**, por ser parte de mi vida y por mostrarme el camino correcto. Por ser mi luz en esos días difíciles.

A mi maravillosa Mamá por acompañarme siempre, por enseñarme todas las cosas que sé, por regalarme su vida, su paciencia, su amor y por estar siempre a mi lado. Te quiero Mamá.

A mi Papá, porque siempre estarás a mi lado, y porque nunca terminaré de aprender de ti. Te quiero mucho Papá.

A mis amigos por todo su aprecio que me brindaron y por su apoyo incondicional.

IRVING FRANCIS



AGRADECIMIENTO

Padre celestial, te agradecemos por brindarnos el Don de la Perseverancia para lograr concluir una de nuestras metas.

Gracias a nuestras familias, por ser los forjadores de nuestros sueños, por confiar y creer en nosotros.

Gracias asesor Ms. Atilio Rubén López Carranza, por su formación y orientación en el proceso de elaboración de la presente tesis.

Gracias a los Docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por su gran labor realizada en las aulas, brindándonos los conocimientos necesarios para nuestra vida profesional.

Les agradecemos y hacemos presente nuestro infinito aprecio hacia todos ustedes.

CRUZ CORCINO & MARCELO PONCE.



INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	6
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.6. LIMITACIONES.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
MARCO TEORICO.....	8
2.1. INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL TEMA.....	8
2.2. TIPOS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	13
2.2.1. Fuente superficial:.....	14
2.2.2. Fuente subterránea:.....	14
2.2.3. Fuente pluvial:.....	15
2.3. UBICACIÓN.....	15
2.3.1. Sistema por gravedad.....	15
2.3.2. Sistema por bombeo.....	15
2.4. RENDIMIENTO DE LA FUENTE.....	16
2.4.1. Fuente superficial:.....	16
2.4.2. Fuente subterránea:.....	16
2.4.3. Fuente pluvial:.....	16
2.5. PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
17	
2.5.1. PERIODO DE DISEÑO.....	17
2.5.2. CRECIMIENTO URBANO POBLACIONAL.....	18
2.5.3. ZONIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:.....	19
2.5.4. ESTUDIO DE POBLACIÓN:.....	20



2.5.5.	MÉTODOS DE CÁLCULO POBLACIONAL:.....	22
2.5.6.	DOTACION DE AGUA:.....	27
2.5.7.	OFERTA DE AGUA:.....	36
2.5.8.	CALIDAD DE AGUA.....	46
2.6.	TIPOS DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ..	57
2.6.1.	DEFINICION.....	57
2.6.2.	SISTEMA POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO	58
2.6.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	80
2.6.4.	DISEÑO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN	87
2.6.5.	LÍNEA ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN	91
2.6.6.	RESERVORIO.....	97
	MATERIALES Y METODOS	103
3.1.	MATERIALES	103
3.1.1.	MATERIALES DE GABINETE	103
3.1.2.	MATERIALES USADOS EN CAMPO	106
3.1.3.	SERVICIOS.....	106
3.2.	MÉTODOS.....	107
3.2.1.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA.....	107
3.2.2.	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PREVIA	107
3.2.3.	RECOPIACIÓN DE DATOS	108
3.2.4.	PROCESAMIENTO DE DATOS	109
3.2.5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	110
	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	111
4.1.	EVALUACION DEL SISTEMA EXISTENTE.....	111
4.2.	INSPECCIÓN PRELIMINAR	111
4.3.	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	112
4.4.	LÍNEA DE IMPULSIÓN	113
4.5.	ALMACENAMIENTO	113
4.6.	LÍNEA DE LIMPIEZA Y REBOSE	114
4.7.	LÍNEA DE ADUCCIÓN.....	114
4.8.	RED DE DISTRIBUCIÓN	115



4.9. CÁLCULOS DEL SISTEMA ACTUAL	116
4.10. CÁLCULOS CON EL SOFTWARE WATERCAD V8i SISTEMA ACTUAL	118
4.11. CÁLCULOS DEL SISTEMA PROYECTADO	128
5.1. CONCLUSIONES:	141
5.2. RECOMENDACIONES:	144
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	145
ANEXOS	147



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Periodo de Diseño	18
Tabla 2: Coeficiente de Crecimiento Lineal por Departamento.....	23
Tabla 3: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua.	49
Tabla 4:Tipos de Sistemas de Abastecimiento.....	57
Tabla 5: Equivalencias de Presiones	78
Tabla 6: Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo.....	79
Tabla 7: DISTANCIA DE SEGURIDAD	82
Tabla 8: Datos para la línea de Impulsión	90
Tabla 9: Datos para la Red de Distribución.	96
Tabla 10: Reporte de Reservorio	121
Tabla 11: Resultados de los nudos	122
Tabla 12: Resultados de las tuberías	125
Tabla 13: Reporte de Reservorio	133
Tabla 14: Resultados de los nudos proyectado.....	134
Tabla 15: Resultado de las Tuberías.....	137
Tabla 16: Calculo de Potencia de la Bomba.....	140
Tabla 17: Comparación Actual y Proyectado	141



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Escala de PH	55
FIGURA 2: Sistema de Bombeo sin tratamiento	58
FIGURA 3: Pozo Excavado	60
FIGURA 4: Pozo Perforado	62
FIGURA 5: Tipos de Reservorios	66
FIGURA 6: Cuba del Reservorio	71
FIGURA 7: Formas de los reservorios.....	100
FIGURA 8: Esquema del sistema de agua potable existente.	111
FIGURA 9: Software Watercad V8i	119
FIGURA 10: Redes Del Sistema Existente	119
FIGURA 11: Ingreso de datos a los Nodos	120
FIGURA 12: Ingreso de datos a las Tuberías.....	120
FIGURA 13: Verificación de Datos y procesamiento de la Red	121
FIGURA 14: Red de Agua Potable Proyectada	131
FIGURA 15: Ingreso de datos de la Tubería	131
FIGURA 16: Ingreso de datos a los Nodos	132
FIGURA 17: Ingreso de datos a las Tuberías.....	132
FIGURA 18: Verificación de Datos y procesamiento de la Red	133



RESUMEN

La presente tesis titulada: "Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable del C.P. de Barrio Piura y Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma - Ancash"; está orientado a Evaluar el actual sistema de abastecimiento de agua, por lo que se realizó una evaluación del volumen de almacenamiento de agua que deben de tener el reservorio, los diámetros de las líneas de impulsión y aducción y las presiones en la red de distribución para las condiciones actuales de la población existente. Luego con la proyección realizada para 20 años, se podrá garantizar una buena calidad de vida y se podrá evitar casos de enfermedades gastrointestinales y parasitarias en los centros poblados en especial a los niños y ancianos.



ABSTRACT

The present thesis entitled: "Improvement and Expansion of the potable water system of C.P. of Barrio Piura and Puerto Casma, District of Comandante Noel, Province of Casma - Ancash "; is aimed at Evaluating the current water supply system, so an assessment was made of the volume of water storage that the reservoir must have, the diameters of the impulsion and adduction lines and the pressures in the distribution network for the current conditions of the existing population. Then with the projection made for 20 years, a good quality of life can be guaranteed and cases of gastrointestinal and parasitic diseases can be avoided in populated centers, especially in children and the elderly.



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA
Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso hídrico necesario para la vida. La importancia consiste en los siguientes puntos:

1. Es fuente de vida: Sin ella los seres vivos no pueden.
2. Es necesaria para la vida cotidiana.

El agua que se usa para que las personas la beban, se llama potable. El agua potable debe ser transparente, sin olor y sin sabor; si el agua se ve turbia, no debe consumirse porque puede contener impurezas y provocar enfermedades.

El agua es un recurso natural indispensable para la vida, por ello el hombre ha buscado para su establecimiento, lugares que le ofrezcan dicho recurso, pero no siempre ha podido conseguirlo por razones diversas. De esa forma surge la necesidad de conducir y almacenar el agua, ya sea diseñando obras o ideando procedimientos que le permitan lograr su objetivo.

El C.P de Puerto Casma y Barrio Piura cuenta con un sistema de agua potable de pozos y un sistema de bombeo, se percibe problemas en el sistema por haber superado su periodo de vida útil y la capacidad no cubre para garantizar el abastecimiento a la población, debido al crecimiento Demográfico estos son las causas por la cual se realiza la presente investigación.

El siguiente trabajo tiene como objetivo demostrar mediante la evaluación del actual del sistema, como son las tuberías, válvulas, accesorios entre otros que



conforman el sistema posteriormente plantear la solución óptima en base a datos tomados en campo.

El trabajo de investigación se desarrolló mediante la evaluación del sistema de agua potable actual, y se justificó el mejoramiento del sistema empleando un diseño hidráulico tal como lo establece el Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual nos permitirá garantizar un sistema óptimo, continuo y seguro para el abastecimiento de agua potable a la población para un periodo de 20 años

Como resultado de la presente investigación se concluye que es necesario mejorar el sistema de agua potable tanto en capacidad del reservorio, tiempo de servicio y cambio de las tuberías de la línea de aducción, línea de impulsión, redes de distribución debido a que ya supero el periodo de diseño y vida útil y la capacidad de conducción es insuficiente así como también la antigüedad; de esta manera se garantizará un servicio de abastecimiento óptimo y seguro de agua potable en el C.P. Puerto Casma y Barrio Piura.

Siguiendo los lineamientos en elaboración de informes de investigación de la Universidad Nacional del Santa, el presente está estructurado en los siguientes capítulos para ayudar al lector en su comprensión:

Capítulo I: Aspectos Generales.

Se presentan aspectos informativos de la zona en estudio y de la investigación.



Capítulo II: Marco Teórico.

Se presentan aspectos relevantes en la realización de proyectos de sistemas de agua potable, también se explican los parámetros de diseño para el mismo, así como los tipos de sistemas y su diseño.

Capítulo III: Materiales y Métodos.

Se muestra la lista de los diferentes materiales utilizados en la presente investigación, además de una descripción detallada de los métodos que nos permitieron llevarla a cabo

Capítulo IV: Resultados y discusión.

Se muestran los cálculos de la evaluación del sistema existente y del diseño del sistema propuesto, así como sus resultados y el análisis de estos.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.

Comprende las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado luego de analizar los resultados obtenidos a lo largo del presente trabajo investigación.

1.1. ANTECEDENTES

En los últimos años el Distrito de Comandante Noel ha experimentado un notable crecimiento poblacional debido al crecimiento demográfico, en busca de mejoras económicas, en tal



sentido es preciso planificar su desarrollo basado en la disponibilidad de terrenos eriazos de suave pendiente orientando su ocupación a residencias y comercios, todo ello aunado a la moderna infraestructura de servicios con que cuenta esta ciudad permite brindar una mejor calidad de vida a la población que allí reside.

Estas expectativas de crecimiento poblacional incentivan la expansión de servicios comerciales, educativos y de otros tipos que conllevan a una mayor demanda de agua que en las actuales condiciones del servicio (baja Continuidad, baja Presión y elevada Perdida de carga).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los habitantes de los C.P. Barrio Piura y Puerto Casma, cuentan con un sistema de agua potable deficiente debido a que la población recibe este recurso solo unas horas a la semana, por lo cual obliga a los pobladores almacenar el agua inadecuadamente, causando enfermedades parasitarias y dérmicas, epidemias contagiosas, entre otras enfermedades, que hace mayor daño especialmente a los niños y a las personas de la tercera edad.

Tomando en cuenta estos problemas, nos planteamos la siguiente interrogante:



¿Cuál será el sistema más eficiente para mejorar el abastecimiento de agua potable en el C.P. Barrio Piura y Puerto Casma?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Mejorar y ampliar el sistema de agua potable del C. P. Barrio Piura y Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma – Ancash”.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico situacional de la población y del servicio de abastecimiento de agua.
- Rediseñar el sistema de abastecimiento de agua potable que abastecerá a la población de diseño.
- Realizar la comparación técnica del nuevo trazo del sistema de abastecimiento de agua con el existente.
- Disminución de la incidencia de enfermedades infecciosas, parasitarias y dérmicas.



1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS

Si, se logra mejorar el sistema de agua potable, Entonces se logrará garantizar un servicio de abastecimiento óptimo y seguro de agua potable en el C.P. Barrio Piura y Puerto Casma.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Habiendo planteado la realidad problemática de los centros poblados de Barrio Piura y Puerto Casma, distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma sobre el deficiente servicio de agua potable y tomando en cuenta la incidencia de éstas enfermedades, es de suma urgencia mejorar la calidad de vida de los pobladores de este lugar, evitando dichas enfermedades y así mismo propiciar su desarrollo socioeconómico a través de este proyecto de tesis llamado: "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua potable del C.P. del Barrio Piura y Puerto Casma, distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma – Áncash", como alternativa de solución al problema planteado.

1.6. LIMITACIONES

Este proyecto de tesis sólo está referido al diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, dado que el diseño general consta de varios sistemas como: sistema eléctrico, Mecánico e Hidráulico.



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

MARCO TEORICO

2.1. INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL TEMA

Se tienen las siguientes investigaciones relacionadas con el tema:

a) Tesis: “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Quian, distrito de Culebras, provincia de Huarmey – Ancash. (2012).

Autores: Fernández Mendoza, Lenny Vanessa y Robles Paredes, Eduardo Larry.

Objetivo: Mejorar el sistema de abastecimiento de agua de la localidad de Quian, Distrito Culebras, Provincia de Huarmey – Ancash.

Situación problemática planteada:

En la actualidad la localidad de Quian cuenta con un sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento; brindándoles servicio 4 días a la semana de 2 a 4 horas al día, lo cual es insuficiente para la población. Debido a este motivo tienen que almacenar el agua en recipientes en condiciones no aptas para el consumo humano, aumentando así el índice de enfermedades.

Metodología: Descriptiva.



Conclusión: Se logró ubicar una nueva captación que tiene caudal de 2.55 lt/seg. Lo cual podrá satisfacer el pueblo de Quian con la dotación mínima requerida según el RNE.”

b) Tesis: “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el Centro Poblado de Conín en el Distrito de Ponto, Provincia de Huari, Departamento de Ancash. (2011). Autores: Pastor Cubeños, Paola Azucena y Zegarra López, Eder Lenín.

Objetivo: Contribuir al desarrollo de la localidad de Conín, de la Municipalidad Distrital de Ponto, con la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado a las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes.

Situación problemática planteada:

El problema se genera porque la comunidad de Conín no cuenta con el servicio de agua potable y esto se convierte en una carencia de servicio básico, el cual influye en la calidad de vida de los pobladores.

Metodología: Descriptiva

Conclusiones:

En la presente tesis se hacen énfasis en la gran necesidad que espera las comunidades rurales el suministro y abastecimiento de agua potable. Por lo mismo se propone realizar el diseño de todo el sistema de abastecimiento, hasta el punto de llegada del agua a sus usuarios.



Mediante la utilización de programa Watercad v8i se llega a obtener los resultados requeridos para el buen funcionamiento de este sistema, los cuales ahorran tiempo en el cálculo y además nos facilitan la presentación grafica de resultados para un fácil entendimiento."

c) Tesis: "Estimación de la dotación de agua potable en el A.H. Villa María ENACE de Nuevo Chimbo, aplicando métodos estadísticos para fines de optimización. (2011)

Autores: Castillo Hilario, Lizbett Jennifer y Malaver Díaz, César Antoli.

Objetivo:

Determinar por métodos estadísticos la dotación de agua potable para consumo humano en el A.H Villa María ENACE de Nuevo Chimbo para fines de optimización.

Situación problemática planteada:

Se presenta como problemática principal la usencia de estudios estadísticos de campo, por lo que frecuentemente se toman los valores referenciales de dotación de agua por persona, establecidos en el RNE; originando en algunos casos el subdimensionamiento o sobredimensionamiento de las estructuras de almacenamiento y conducción del agua.

Metodología: Descriptiva.



Conclusiones: De los datos obtenidos y de los cálculos efectuados se concluye que el valor real de la dotación de agua potable para el A.H Villa María – ENACE, es el valor máximo de intervalo de confianza, es decir 109.56 lt/hab/día.

Al tener consumos reales menores que los valores utilizados en los diseños de sistemas de agua potable, se concluye que se tendría una excedente de agua el cual se estaría desperdiciando, lo que podría evitarse si se lograra hacer estudios estadísticos de la dotación y el consumo de una población durante la etapa de diseño de un proyecto."

d) Tesis: "Análisis y Diseño estructural de un reservorio apoyado de concreto armado de 1100 m³ usando métodos manuales y computacionales ubicados en Casma. (2013)

Autor: Bach. Verdeguer Cilloniz Eduardo Francisco.

Objetivo: Analizar y diseñar un reservorio apoyado de concreto mediante el empleo de métodos manuales y computacionales.

Situación problemática planteada:

El diseño estructural de un reservorio apoyado que durante toda su vida útil almacenara agua potable, debe ser capaz de soportar las presiones laterales del líquido y también las fuerzas inductivas y convectivas del mismo en movimiento, para lograr almacenar y abastecer sin inconvenientes a la población en estudio.

Metodología: Descriptiva



Resultados y conclusiones.

En base a los resultados obtenidos del software se logró diseñar los elementos que conforman la estructura del reservorio, teniendo en cuenta los máximos momentos de 2.23 Tn-m y esfuerzos tensionales de 28.29 Tn, 52.45 Tn y 36.43 Tn."

e) Tesis: "Evaluación y Mejoramiento del sistema de agua potable de la Localidad de Guadalupito. (2003).

Autores: Bach. Huerta Saenz, Jesús Reynaldo y Bach. Saavedra Vera, Janet Verónica.

Objetivo:

Aplicar los métodos adecuados en la Evaluación y análisis y diseño del sistema de agua potable y desagüe de la localidad de Guadalupito, considerando los criterios necesarios para lograr un servicio óptimo y seguro.

Situación problemática planteada:

En la localidad de Guadalupito el sistema de agua y desagüe ha cumplido con su periodo de diseño, dando lugar a un servicio deficiente, esto debido al deterioro de su infraestructura y al aumento poblacional que se ha dado en los últimos años.

Metodología: Descriptiva

Resultados y conclusiones.



El abastecimiento con agua subterránea es más económica que por medio de planta de tratamiento.

Como la laguna de oxidación se encuentra cerca de la población, se realizó la reubicación de ella, mediante un nuevo trazo del emisor."

2.2. TIPOS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

"El agua es un elemento esencial para la vida, por lo que las antiguas civilizaciones se ubicaron a lo largo de los ríos. Más tarde, los avances técnicos le permitieron al hombre transportar y almacenar el agua, así como extraerla del subsuelo. Gracias a esto los asentamientos humanos se han esparcido lejos de ríos y de otras fuentes superficiales de agua." (Conagua, 2016, p.IX).

"Actualmente, su uso en las poblaciones es diverso, por ejemplo: para consumo humano, en el aseo personal, la limpieza doméstica y la cocción de los alimentos. Además, se usa para fines comerciales, públicos e industriales; también en la irrigación, la generación de energía eléctrica, la navegación y en recreación.

De la misma forma en que ha evolucionado el uso del agua lo ha hecho el término 'abastecimiento de agua', que, en nuestros días, conlleva proveer a las localidades urbanas y rurales de un volumen suficiente de agua, con una calidad requerida y a una presión adecuada." (Conagua, 2016, p.IX).



Un sistema moderno de abastecimiento de agua se compone de instalaciones para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución. Las obras de captación y almacenamiento permiten reunir las aguas aprovechables de ríos, manantiales y depósitos subterráneos; incluyen actividades como el desarrollo y cuidado de la cuenca de aportación, pozos y manantiales, así como la construcción de presas y de galerías filtrantes. La conducción incluye canales y acueductos, así como instalaciones complementarias de bombeo para transportar el agua desde la fuente hasta el centro de distribución. El tratamiento es la serie de procesos que le dan al agua la calidad requerida. Finalmente, la distribución es dotar de agua al usuario, para su consumo.

Las fuentes de abastecimiento de agua se clasifican en función de su procedencia y facilidad de tratamiento, como:

2.2.1. Fuente superficial:

Compuesta por las aguas procedentes de ríos, canales, acequias, lagos, presas, entre otros.

2.2.2. Fuente subterránea:

Conformada por las aguas que se encuentran en el subsuelo conformando los acuíferos, se puede aprovechar mediante pozos en todos sus tipos, galerías filtrantes y manantiales.



2.2.3. Fuente pluvial:

Se refiere a las aguas de lluvia que se captan antes de llegar al suelo, por lo general, en los techos de las viviendas, y se almacenan en tanques.

2.3. UBICACIÓN

Respecto a la ubicación de la fuente, esta puede estar en una cota topográfica superior o inferior con respecto al proyecto a realizarse, define el tipo de sistema de abastecimiento a utilizar con las unidades operacionales adecuadas, pudiendo ser por bombeo, gravedad o ambos.

2.3.1. Sistema por gravedad

Cuando existe suficiente diferencia de cotas topográficas, desde la captación hasta el punto de entrega al usuario, para que todas las unidades operacionales funcionen por gravedad aprovechando dicha diferencia.

2.3.2. Sistema por bombeo

Cuando no existe suficiente diferencia de cotas topográficas en todo el sistema, de tal forma que por lo menos una unidad operacional requiere de energía adicional para recuperar energía potencial. Se



pueden utilizar estaciones de bombeo en la captación y/o en la planta de tratamiento.

2.4. RENDIMIENTO DE LA FUENTE

El rendimiento de la fuente determina la cantidad y disponibilidad de agua que puede ser destinada para el abastecimiento de agua potable.

2.4.1. Fuente superficial:

El agua de esta fuente por lo general presenta contaminación elevada, principalmente en los parámetros de turbidez, metales pesados y bacteriológicos; y para ser utilizada, requiere de un tratamiento previo mediante sistemas de tratamiento con filtración lenta o rápida, y finalmente la desinfección.

2.4.2. Fuente subterránea:

El agua de esta fuente por lo general es de buena calidad, por lo general no presenta turbiedad y contaminación bacteriológica, y para ser utilizada requiere solamente desinfección.

2.4.3. Fuente pluvial:

El agua de esta fuente es de buena calidad, baja turbidez y escasa presencia de contaminación bacteriológica.



2.5. PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Para el cálculo de la demanda de agua se requiere analizar cuatro variables, que son: Periodo de diseño, crecimiento urbano poblacional, dotación de agua y caudales de diseño.

2.5.1. PERIODO DE DISEÑO

En una obra de ingeniería civil, es el número de años durante los cuales una obra determinada prestara el servicio para el cual fue diseñada.

El periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por la capacidad en la conducción del caudal deseado o por la existencia física de las instalaciones.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social, & Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social (2004) afirman que:

"Los periodos de diseño de los diferentes componentes del sistema se determinarán considerando los siguientes factores: La vida útil de las estructuras y de los equipos electromecánicos; el grado de dificultad para realizar ampliaciones de la infraestructura; El crecimiento y/o



decrecimiento poblacional y la capacidad económica para ejecución de las obras."

Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes:

- a) Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años.
- b) Obras de captación: 20 años.
- c) Pozos: 20 años.
- d) Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorios: 20 años.
- e) Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años.
- f) Equipos de bombeo: 10 años.
- g) Caseta de bombeo: 20 años.

Periodos de diseño que deben considerarse de acuerdo al tipo de Sistema a implementarse:

Tabla 1: Periodo de Diseño

Sistema	Periodo de Diseño
Gravedad	20 años
Bombeo	5 a 10 años
Tratamiento	20 a 30 años

Fuente: Abastecimiento de agua potable para poblaciones Rurales (1997)

2.5.2. CRECIMIENTO URBANO POBLACIONAL

El crecimiento poblacional es el aumento (relativo o absoluto) en el número de personas que viven en los pueblos y las



ciudades. El ritmo de crecimiento de la población urbana depende del aumento natural de dicha población y de los nuevos habitantes que adquieren las zonas debidas, por una parte, a la migración neta del campo a las ciudades y, por otra parte, a la reclasificación de los asentamientos rurales en ciudades y pueblos.

Durante las últimas décadas la sociedad peruana ha estado marcada por una clara tendencia a la urbanización, a nivel nacional la población se ha incrementado notablemente como lo demuestran los censos realizados por el INEI del 1993 y 2007, el C.P. Barrio Piura y Puerto Casma no ha sido ajenos y ha crecido notablemente en los últimos años, los nuevos pobladores se han ubicado en los alrededores de la zona urbana existente.

2.5.3. ZONIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:

Puerto Casma: El casco urbano es el lugar donde está concentrado la mayor población, así como los servicios comunales, también se encuentra ubicada la Plaza de Armas, éntrelas calles tenemos Calle 1, Calle 2, Calle 3, Calle 4, Calle 5, Calle 6, cuenta con agua y desagüe que ya cumplieron su vida útil.



Así mismo el Barrio Piura Lo constituyen viviendas separadas por las calles: calle 01, calle 02, calle 03, calle 04, calle 05, calle 06, la actividades principal de la población es la pesca y agricultura.

2.5.4. ESTUDIO DE POBLACIÓN:

La población actual se obtendrá de la información de las autoridades locales, se tomará en cuenta el número de habitantes y familias que viven en la zona actualmente, a su vez se tendrá en cuenta el número de viviendas y la descripción de los públicos (colegios, postas médicas, etc.) y por último el nivel de migraciones permanentes y estacionales de los pobladores; relacionando los resultados con los datos de censos anteriores.

Población de Diseño también conocida como población futura, es el número de personas que serán beneficiadas en el futuro y deberá calcularse debido a que es uno de los factores importantes del proyecto, dicho valor que se determina estadísticamente proyectada hacia el futuro, a su vez depende de diferentes factores como las condiciones topográficas del terreno, las facilidades de transporte, los hábitos y las condiciones socio económicas de los pobladores de la localidad, y de la existencia de los servicios básicos.



La población futura para el período de diseño considerado deberá calcularse:

a) Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá estar acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir éstos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socioeconómico, su tendencia de desarrollo y otros que se pudieren obtener. (MVCS, RNE – OS.100: Consideraciones Básicas De Infraestructura Sanitaria, 2012).

Población de diseño: El diseñador adoptara el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados. Deberá proyectarse la población para un periodo de 20 años. (RNE – OS.100: Consideraciones Básicas De Infraestructura Sanitaria, 2012).

Para determinar la población futura existen diversos métodos de cálculo, para dicho cálculo se toma en consideración a los censos anteriores, con la finalidad de obtener un valor real y aproximado de la población futura para el año calculado según el periodo de diseño, se realiza un promedio con el número de habitantes obtenido en cada uno de los diferentes métodos.



2.5.5. MÉTODOS DE CÁLCULO POBLACIONAL:

"Los métodos utilizados para la estimación de la población futura son:

2.5.5.1 Métodos analíticos: Suponen que el cálculo de la población para una Zona dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que estos se han medido." (Agüero, 1997, p.20)

2.5.5.2 Método aritmético: supone un crecimiento constante de la población, la cual significa que la población aumenta o disminuye en el mismo número de personas. La población futura se calcula a través de la siguiente formula:

$$P = P_0 + r(t - t_0)$$

Donde:

P = Población a Calcular (hab)

Pa = Población Inicial (Hab)

r = razón de crecimiento (hab/año)

t = Tiempo futuro.

t₀ = periodo de diseño (años)



Cuando no existe Información consistente se considera el valor de (r) en base a los coeficientes lineales por departamento función de los factores de crecimiento que se presentan en el siguiente cuadro:

"Tabla 2: Coeficiente de Crecimiento Lineal por Departamento"

Departamento	Anual por mil Habitantes (r)
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huánuco	25
Junín	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const. Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cuzco	15
Apurímac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martín	30



Amazonas	40
Madre de Dios	10

Fuente: Abastecimiento de Agua para Poblaciones rurales (1997)"

2.5.5.3 Método de interés Simple: Este método da valores bajos, es decir, aplicables para poblaciones que se encuentran en proceso de crecimiento porque se trata de que la población crezca como un capital sujeto a un interés simple.

$$P = P_0[1 + r(t - t_0)]$$

Donde:

P = Población a Calcular (hab)

P₀ = Población Inicial (Hab)

r = razón de crecimiento (hab/año)

t = Tiempo futuro.

t₀ = periodo de diseño (años)



2.5.5.4 Método de interés compuesto: Este método da valores más altos, es decir, aplicable para poblaciones que se encuentran en la etapa de iniciación porque se trata de que la población crezca como un capital sujeto a un interés compuesto. Con la siguiente fórmula se calcula la población futura:

$$Pd = Pa. (1 + r)^t$$

$$r = \left(\frac{Pd}{Pa}\right)^{1/t} - 1$$

$$r_p = (r_1^{t_1} \times r_2^{t_2} \times r_3^{t_3})^{\frac{1}{\sum t}}$$

Donde:

Pd = Población de diseño (Hab)

Pa = Población actual (Hab)

r = tasa de crecimiento (hab/año)

t = Periodo de diseño (década)



2.5.5.5 Método de incrementos variables: "Este método basado en la diferenciación numérica para generar un polinomio de interpolación, se necesita por lo menos cuatro datos equidistantes en el tiempo." (Vierendel, 1993, p.17)

$$P_t = P_n + m\Delta + m(m-1)$$

Donde:

Pd = Población a calcular

Pa = Población actual (Hab)

m = # de Intervalos censales desde el último censo a la fecha Pedida

2.5.5.6 Método de regresión mínimos cuadrados: Para este método se emplean las siguientes ecuaciones obteniéndose un incremento de población lineal.

$$Y = a + bX$$

$$a = \frac{\Sigma Y - \Sigma X(b)}{n}$$

$$b = \frac{n\Sigma X.Y - \Sigma X.Y}{n.\Sigma X^2.(\Sigma Y)^2}$$

Donde:

Y = Población Futura

X = Año deseado

n = número de datos



a,b = Variables

2.5.6. DOTACION DE AGUA:

2.5.6.1 Definición.

Es la cantidad de agua necesaria que requiere una población, para satisfacer sus necesidades en un tiempo, por lo general se estima en un intervalo de un año. La base más segura para el cálculo del consumo de agua son los datos de consumo actual y pasado, teniendo en cuenta los factores que pueden influir en el futuro. La dotación de agua se expresa en litros por personas al día (lts/hab/día).

“La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una **dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.**” (RNE, 2012, p.196)

Según RNE – IS.010: Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones (2012), “La dotación de agua para locales



educacionales (50 lt/persona); la dotación de agua para locales de salud serán los siguientes: hospitales y clínicas de hospitalización (600 lt/persona), consultorio médico (500 lt/persona) y clínica dental (1000 lt/persona).

2.5.6.2 Factores que afectan al consumo de agua:

a) El clima: Es el factor más importante que afecta el consumo de agua potable, debido a que en lugares donde el clima es caluroso o tropical las personas utilizan más agua, mientras que cuando el clima es frío y templados ocurre lo contrario.

b) Tamaño de la población: Es un factor importante, debido a que cuando la población es numerosa se requiere mayor cantidad de agua potable, mientras que para una población pequeña el consumo de agua será menor.

c) Factores culturales: Son aquellos factores relacionados directamente con las costumbres de los pobladores; por ejemplo, los carnavales, en la cual se desperdicia mucha agua.

d) Nivel socio-económico: Está relacionado con las condiciones de vida de los pobladores. Debido a que en



las zonas residenciales el consumo de agua es superior que las zonas de condición mediana y/o pobre.

e) Presión en la red de distribución: La presión del suministro de agua constituye un parámetro de calidad del servicio mediante el cual se asegura una altura de columna de agua (metros columna de agua o mca) medida a partir de la conexión de agua ubicada en la vereda, la cual garantiza un óptimo funcionamiento del sistema. Si la presión no fuera la adecuada, podrían ocurrir fallas en el sistema tales como desperdicios de líquido.

f) Medidores de agua: Un medidor de agua es un artefacto que permite contabilizar la cantidad de agua que pasa a través de él y es utilizado en las instalaciones domiciliarias para realizar los cobros pertinentes a los usuarios del servicio de agua potable.

g) Costos del servicio: Los costos monetarios son frecuentes. Algunas personas pagan a la municipalidad o a una compañía privada por la distribución de agua hasta sus viviendas. Las cuales les brindan el servicio.

2.5.6.3 Tipos de consumo de agua según su uso:

La cantidad de agua que se consume en una red pública, varía continuamente bajo la influencia de las



actividades, hábitos de la población y las condiciones climáticas de la zona.

a) **Consumo doméstico:** Constituido por el consumo familiar de agua, comprende el consumo de agua en nuestra alimentación, limpieza, el aseo personal y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias.

b) **Consumo comercial:** El centro poblado del CP. Barrio Piura y Puerto Casma, se considera una zona comercial de nivel bajo dedicado al comercio de mercancías secas en bodegas.

c) **Consumo industrial:** En la zona de estudio, observamos que no existe ninguna industria, es decir, fábricas en las cuales se realice el proceso de fabricación de productos.

d) **Consumo público:** Constituido por el consumo de agua de los locales públicos, tales como centros educativos, postas médicas, parques y jardines.

e) **Consumo por pérdidas en la red:** Es el consumo de agua debido a fallas en la red, como son las juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas, los cuales propician fugas y desperdicios.



2.5.6.4 Variaciones de consumo de agua:

"El uso del agua no es uniforme, presentándose variaciones diarias, mensuales o estacionales, de acuerdo con la magnitud de la población, el equipamiento urbano, las actividades básicas de sus pobladores y las condiciones climáticas del área. Para el dimensionamiento de sistemas de agua potable, se utilizan parámetros de variación diaria y horaria, considerándose además el valor mínimo probable de consumo, con el objetivo de verificar las características de funcionamiento del sistema." (RNE, OS.100, 2012, p197)

En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados sobre la base del análisis de información de estadísticas comprobada. De lo contrario se podrán considerar coeficientes.

a) Coeficiente de variación diaria:

Corresponde al consumo en el día de mayor incidencia, el cual puede ser el más caluroso o la mayor actividad local en el año, se le denomina consumo máximo diario y el rango de variación depende principalmente de las



condiciones climáticas de la zona y de actividades o acontecimientos específicos.

El coeficiente de variación diaria, K1, se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo promedio, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año.

$$K1 = \frac{\text{Consumo maximo diario}}{\text{consumo promedio}}$$

Según MVCS, RNE – OS.100: Consideraciones Básicas De Diseño De Infraestructura Sanitaria, (2012) “Para el consumo máximo diario, se considerará el valor de 1.3 veces el consumo promedio diario anual”.

b) Coeficiente de variación horaria:

“Se refiere a la variación de consumos durante el un día, la cual se representa con grandes fluctuaciones dependiendo de la actividad de sus pobladores, de la magnitud de la localidad y el conjunto de sus recursos productivos.

Dependiendo de las actividades básicas de la ciudad, el máximo valor puede producirse en las primeras horas de la mañana, al mediodía o en las primeras horas de la noche, se le denomina Consumo máximo horario y su



valor puede fluctuar entre 1.8 y 2.5 veces la demanda promedio anual. (MVCS, RNE – OS.100: Consideraciones Básicas De Diseño De Infraestructura Sanitaria, 2012), donde los valores mayores corresponden a pequeños centros poblados donde los hábitos del uso del agua son uniformes para todos los pobladores, los valores menores se presentan en grandes ciudades con actividades múltiples, donde el uso del agua durante el día puede uniformizarse hasta valores cercanos a la demanda del día máximo." (RNE, OS.100, 2012, p197)

2.5.6.5 CAUDALES DE DISEÑO

Con el fin de diseñar las estructuras de los elementos que conforman los sistemas de almacenamiento de agua, es necesario calcular el caudal apropiado, el cual debe combinar las necesidades de la población de diseño. Normalmente, se trabaja con tres tipos de caudales:

- a) **Caudal promedio diario:** Es el caudal promedio diario calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un periodo de un año y se calcula mediante la siguiente ecuación:



$$Q_p = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotacion}}{86400}$$

Donde:

Q_p = Caudal promedio diario

Población = Habitantes.

Dotación = Lts/hab/día

b) Caudal máximo diario: El caudal máximo diario corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas, durante un período de un año. De acuerdo a las variaciones de todo un año se puede determinar el más crítico que necesariamente tiene que ser satisfecho por el sistema de agua potable. Se calcula multiplicando el caudal promedio diario por el coeficiente de variación diaria, K_1

Mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario (lts/seg.)

Q_p = Caudal Promedio (lts/seg.)

K_1 = Coeficiente de Variación diario



El caudal máximo diario, servirá para el diseño de la captación y línea de conducción y de la capacidad del reservorio.

c) Caudal Máximo Horario: El caudal máximo horario, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de variación horaria, k_2 , según la siguiente ecuación:

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario (lts/seg.)

Q_p = Caudal Promedio (lts/seg.)

K_2 = Coeficiente de Variación horaria

El caudal máximo horario, servirá para el diseño de la línea de aducción y el sistema de distribución de agua potable.

d) Demanda contra incendio:

"Se define como el caudal de agua a usarse en caso de un incendio, para poblaciones medianas y pequeñas, se debe justificar si la protección contra incendio se considera necesaria. Afirma que: "Para habilitaciones urbanas en poblaciones menores de 10 000 habitantes,



no se considera obligatorio demanda contra incendio".

Por lo tanto para el presente proyecto no será considerado" (RNE, OS.100, 2012, p197)

2.5.7. OFERTA DE AGUA:

2.5.7.1 Generalidades:

Con la finalidad de diseñar un buen sistema de abastecimiento de agua, es requisito indispensable determinar las características, ventajas, desventajas y/o inconvenientes de cada fuente que se encuentre en la zona, se pueden utilizar una o varias fuentes, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. "El MVCS, RNE – OS.010: Captación y Conducción de Agua Para Consumo humano, 2012 afirma que: - A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los estudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que influyan: Identificación de fuente alternativa, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico - químico y microbiológico y otros estudios que sean necesarios.



La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el periodo de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la legislación vigente."

2.5.7.2 Tipos de fuentes de abastecimiento:

Para definir cuál será la fuente a emplear, es indispensable conocer la disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de fuentes de agua según la forma de encontrarse en el planeta:

A.- Aguas superficiales: Se denomina aguas superficiales a todas aquellas aguas quietas o corrientes en la superficie del suelo. Se trata de aguas que discurren por la superficie de la tierra, y que, de forma general, proceden de las precipitaciones de cada cuenca.

- Ventajas: Disponibilidad, Visibles, Limpiables y Baja dureza.

- Desventajas: Fácilmente contaminables, Alto color y turbiedad, Calidad variable y Alta materia orgánica.



Los aspectos hidrológicos de una determinada zona suelen clasificarse según la energía cinética de las aguas; entre ellos se puede distinguir dos tipos:

- **Aguas loticas:** Son las aguas corrientes (más o menos rápidas, pero en continuo movimiento) y son las que discurren por los cauces de ríos, arroyos, torrentes, etc., presentan un flujo unidireccional.
- **Ríos:** Es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente.
- **Arroyos:** Es una corriente natural de agua que normalmente fluye con continuidad, pero que a diferencia del río, tiene escaso caudal, que puede incluso desaparecer en la estación seca, verano o invierno, dependiendo de la temporada de lluvia para su existencia.
- **Aguas lenticas:** Son las aguas que se encuentran depositadas en depresiones tectónicas y se encuentran en reposo, como los lagos, lagunas, embalses, etc. Estos ambientes cambian con el tiempo, disminuyendo su profundidad y aumentando su vegetación hasta la



desaparición total del cuerpo de agua, por lo general tienen poca profundidad.

- **Lagos:** Es un cuerpo de agua, generalmente dulce, de una extensión considerable, que se encuentra separado del mar.

El aporte de agua a todos los lagos viene de los ríos, de aguas freáticas y precipitaciones sobre el espejo de agua.

Los lagos se forman en depresiones topográficas creadas por una variedad de procesos geológicos como movimientos tectónicos, vulcanismo, acción de glaciares. También existen lagos artificiales por la construcción de presas.

- **Embalses:** Se denomina embalse a la acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce.

La obstrucción del cauce puede ocurrir por causas naturales como, por ejemplo, el derrumbe de una ladera en un tramo estrecho del río o arroyo, la acumulación de placas de hielo o las construcciones hechas por los castores, y por obras construidas por el hombre para tal fin, como son las presas.



- **Manantiales:** Es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas, puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua de lluvia, que se introduce en un área y emerge en otra de menor altitud donde el agua no está confinada en un conducto impermeable.

Tienen la ventaja de la facilidad de captación ya que requieren prácticamente de una caja que evita su contaminación antes del ingreso a la línea de conducción y el hecho de que son aguas limpias sin sedimentos.

La desventaja ocurre a veces, por las fluctuaciones del caudal, habiendo casos inclusive en manantiales de caudales bajos, que estos desaparecen en el tiempo.

"- La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.

- La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas y deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación de aguas superficiales." (RNE, OS.100, 2012, p111)

- **Pozos profundos:** Es un pozo de profundidad superior a los 30m y excavados utilizando maquinaria,



generalmente con revestimiento impermeable y por lo tanto poco afectado por las impurezas del agua superficial. Generalmente extrae agua de la zona de saturación, que a pesar de ser relativamente pura, puede también ser dura.

Son los que están más a salvo de la contaminación ambiental. Los pozos profundos son aquellos que cruzan fracturas de rocas firmes que poseen agua subterránea para poder producir un suministro de agua. Se evita que el agua de la superficie ingrese al pozo colocándole una tapa.

La construcción del pozo se hará en forma tal que se evite el arenamiento entre ellos y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica.

“- La elección y ubicación del pozo deberá ser fijada en base a información y evaluación referente al rendimiento de los pozos vecinos existentes, años de producción, calidad del agua y las variaciones estacionales del nivel de agua.

- Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad del agua.”

(RNE, OS.100, 2012, p110)



- **Pozos superficiales:** Estos tipos de pozos se excavan de forma manual, el diámetro es aquel que permita el trabajo del operario y suelen tener poca profundidad. Debido a que son poco profundos son los más propensos a la contaminación.

La elección y ubicación del o los pozos, deberá ser determinada por las características de los pozos existentes o por estudios realizados en un pozo de prueba.

- La profundidad del pozo excavado se determina en base a la profundidad del nivel estático de la napa freática y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

- Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0.5m, como mínimo, con relación al nivel de inundaciones.

- **Galerías filtrantes:** La galería filtrante es un conducto casi horizontal permeable (semejante a un dren subterráneo), cerrado, enterrado, rodeado de un estrato filtrante, y adyacente a una fuente de recarga superficial que permite interceptar el flujo natural del agua sub-



superficial. La galería filtrante termina en una cámara de captación donde el agua acumulada puede ser bombeada o derivada directamente por gravedad.

La galería filtrante se puede ubicar en dirección perpendicular al flujo de las aguas subterráneas, pero en caso de que exista una recarga constante de una fuente superficial, podrá optarse por una dirección paralela al mismo.

Poseen ventajas como: Son fáciles de excavar e instalar, Permiten aprovechar los escurrimientos sub-superficiales y permite disponer de agua cuando el caudal de los ríos es mínimo o nulo.

Sus desventajas: Son vulnerables al azolvamiento si no se protegen contra inundaciones y requieren una alta inversión inicial.

La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Los lugares más convenientes para la construcción de galerías de filtración -con el fin de evitar grandes excavaciones- son las márgenes planas de los cursos y cuerpos de agua.

"Para evitar problemas, se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función al



diámetro de la tubería, que permita la operación y mantenimiento adecuado." (RNE, OS.100, 2012, p111)

C) Aguas meteóricas: En aquellas zonas donde no se disponga de fuentes apropiadas y la intensidad de la lluvia sea adecuada, se podrá disponer su captación para su uso temporal.

Se utilizan ocasionalmente para el abastecimiento de comunidades rurales o pequeñas poblaciones como posible fuente de captación de aguas de lluvia, la que debe ser recogida sobre el terreno preparado adecuadamente y luego almacenada para ser utilizada posteriormente para cualquier uso.

En cuanto a la calidad de esta agua podemos mencionar que tienen sólidos disueltos en baja cantidad, muy baja turbiedad.

D) Agua de mar: Está compuesta por los océanos y mares de la tierra.

Es salada por la concentración de sales minerales disueltas, en la actualidad se desarrollan tecnologías que abaraten los costos del tratamiento requerido para convertirla en agua potable.



2.5.8. CALIDAD DE AGUA

2.5.8.1 Definición

El agua destinada a la alimentación humana debe ser potable. Un examen de calidad del agua es básicamente una determinación de los organismos, componentes minerales contenidos por el agua. El agua presenta un cierto número de cualidades y debe carecer de ciertos defectos; es decir debe gustar a quien bebe y no causarle daño. Según Ministerio de Salud (2011), “El agua apta para el consumo humano, es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano” (p.28). “La calidad del agua de la fuente se determinara mediante análisis físico – químicos y bacteriológicos” (Ministerio de Salud, 2005,p11).

A) Aspecto bacteriológico: El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas. Toda agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de:



- Bacterias coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli,
- Virus;
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;
- Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépedos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
- Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

B) Aspecto físico: "El agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de los consumidores. Los consumidores evalúan la calidad del agua de consumo basándose principalmente en sus sentidos.

Los componentes microbianos, químicos y físicos del agua pueden afectar a su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará su calidad y aceptabilidad basándose en estos criterios. Aunque es posible que estas sustancias no produzcan ningún efecto directo sobre la salud, los consumidores pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o que tiene un sabor u olor desagradable es insalubre y rechazarla. En



casos extremos, los consumidores pueden evitar consumir agua que es inocua pero inaceptable desde el punto de vista estético, y consumir en cambio agua de otras fuentes cuyo aspecto sea más agradable pero que puede ser insalubre." (Organización Mundial de la Salud, 2006, p.16).

C) Aspecto químicos: "Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos de los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados.

Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única, excepto en el caso de una contaminación masiva accidental de una fuente de abastecimiento de agua de consumo. Además, la experiencia demuestra que en muchos incidentes de este tipo, aunque no en todos, el agua se hace imbebible, por su gusto, olor o aspecto Inaceptables." (Organización Mundial de la Salud, 2006, p.14).



Tabla 3: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ²⁵	1.500	1.600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1.000	1.000	1.500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT ²⁰	5	100	**	100	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGÁNICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	mg/L	0,05	0,2	0,2		
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
1,1,1-Tricloroetano – 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano – 75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano – 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno – 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno – 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano – 127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono – 56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano – 79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
BETX						



“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH”

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno -- 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobenzenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrin -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

Fuente: DS. 002-2008-ECA-MINAM. (2008)



2.5.8.2 Impurezas del agua:

Es imposible encontrar un agua totalmente limpia, ya que siempre contiene alguna impureza. Por ejemplo, las aguas minerales se obtienen por la erosión de rocas naturales al pasar el agua a través de ellas los minerales se disuelven, otorgando color, sabor y olor al agua. Muchas de las "impurezas" son inofensivas y solo varían sus características.

Pero existen contaminantes que provienen de acciones indebidas del hombre como los procedentes de fábricas y terrenos agrícolas en los que se utilice fertilizantes contaminantes que son muy perjudiciales para el organismo. Hay que asegurarse de que el agua es apta para el consumo humano, ya que puede causar enfermedades.

2.5.8.3 Características cualitativas de las impurezas en el agua:

Para determinar la necesidad de tratamiento y la correcta tecnología de tratamiento, los contaminantes específicos en el agua deben ser identificados y ser medidos. Los contaminantes del agua se pueden dividir



en dos grupos: sólidos suspendidos y contaminantes disueltos.

2.5.8.4 Los sólidos suspendidos:

Tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua.

La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua.

El sentido del gusto puede detectar concentraciones de algunas décimas a varios centenares de PPM y el gusto puede indicar que los contaminantes están presentes, pero no puede identificar contaminantes específicos.

El color puede sugerir que las impurezas orgánicas estén presentes. En algunos casos el color del agua



puede ser causado incluso por los iones de metales. El color es medido por la comparación de diversas muestras visualmente o con un espectrómetro. Éste es un dispositivo que mide la transmisión de luz en una sustancia, para calcular concentraciones de ciertos contaminantes. Cuando el agua tiene un color inusual esto generalmente no significa una preocupación para la salud.

La detección del olor puede ser útil, porque el oler puede detectar generalmente incluso niveles bajos de contaminantes. Sin embargo, en la mayoría de los países la detección de contaminantes con olor está limitada a determinadas regulaciones, pues puede ser un peligro para la salud cuando algunos contaminantes peligrosos están presentes en una muestra.

La cantidad total de materia suspendida puede ser medida filtrando las muestras a través de una membrana y secando y pesando del residuo. La materia suspendida se expresa en PPM (partes por millón), generalmente mg/l.

2.5.8.5 Contaminantes disueltos:

La identificación y la cuantificación se hacen por medio de métodos muy específicos en laboratorios, porque



éstos son los contaminantes que se asocian a riesgos para la salud.

2.5.8.6 Características cuantitativas de las impurezas en el agua:

La calidad del agua se puede también determinar por un número de análisis cuantitativos en el laboratorio, tales como pH, sólidos totales (TS), la conductividad y la contaminación microbiana.

2.5.8.7 El pH:

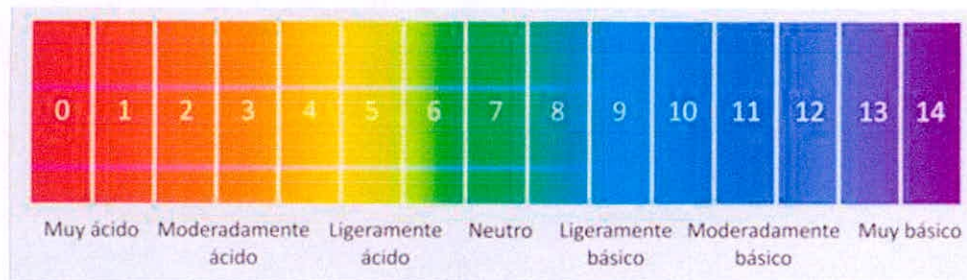
Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado el número de iones de hidrógeno presentes.

Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la cual en el medio, es decir 7 la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos es igual. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H^+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH^-), la sustancia es ácida.

Esto es lo que la escala de pH:



FIGURA 1: Escala de PH



Fuente: Introducción al estudio de la materia (2008)

El nivel de pH tiene un efecto en muchas fases del proceso de tratamiento de las aguas y afecta a la formación de costras de las fuentes de agua. El nivel de pH se puede determinar con varios métodos de análisis, tales como indicadores del color, pH-papel o pH-metros.

2.5.8.8 Los sólidos totales (ST):

Son la suma de todos los sólidos disueltos y suspendidos en el agua. Cuando el agua se analiza para los ST se seca la muestra y el residuo se pesa después. ST pueden ser tanto las sustancias orgánicas como inorgánicas, los microorganismos y partículas más grandes como la arena y arcilla.



2.5.8.9 La conductividad:

Significa la conducción de la energía por los iones. La medida de la conductividad del agua puede proporcionar una visión clara de la concentración de iones en el agua, pues el agua es naturalmente resistente a la conducción de la energía. La conducción se expresa en Siemens y se mide con un conductivímetro o una célula.

2.5.8.10 La contaminación microbiana:

Es dividida en la contaminación por los organismos que tienen la capacidad de reproducirse y los organismos que no pueden hacerlo. La contaminación microbiana puede ser la contaminación por las bacterias, que es expresada en Unidades Formadoras de Colonias (UFC), una medida de la población bacteriana. Otra contaminación microbiana es la contaminación por pirógeno, son los productos bacterianos que pueden inducir fiebre en animales de sangre caliente. Después de bacterias y de pirógenos las aguas se pueden también contaminar por los virus.



2.6. TIPOS DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

2.6.1. DEFINICION

"Están definidas principalmente por la ubicación, el tipo y la calidad de la fuente de agua, las mismas que se muestran a continuación:

Tabla 4: Tipos de Sistemas de Abastecimiento

Ubicación de la Fuente	Tipo de Fuente	Opción Técnica
Sistemas por gravedad	Agua Subterránea (Manantiales)	Sistema por gravedad sin tratamiento (SGST)
	Agua Superficial (Rio, acequias, lagunas, otros)	Sistema por gravedad sin tratamiento (SGCT)
Sistemas por Bombeo	Agua Subterránea (Pozos)	Sistema por gravedad sin tratamiento (SGST)
	Agua Superficial (Rio, acequias, lagunas, otros)	Sistema por gravedad sin tratamiento (SGCT)

Fuente: "MVCS, Guía de Opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural, 2012.

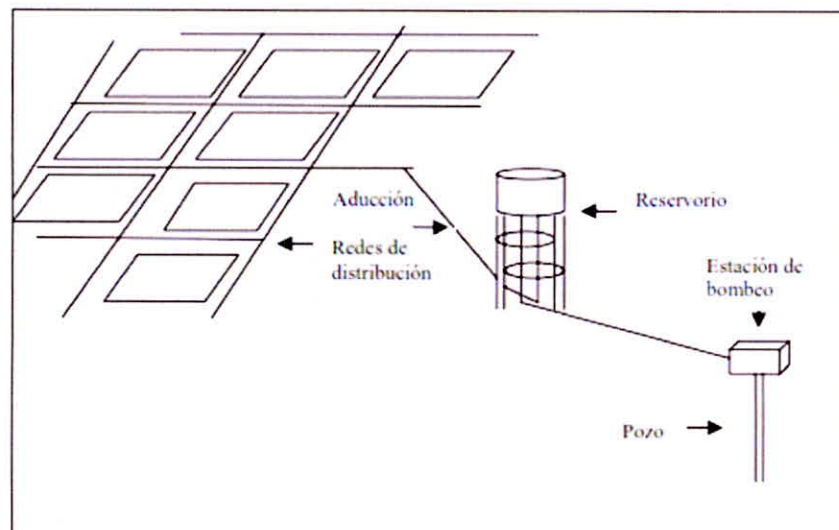
A continuación, se describe el sistema a usar:

2.6.2. SISTEMA POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO

2.6.2.1. DESCRIPCION

“En este tipo de sistemas la fuente de agua se encuentra en una cota inferior respecto a la ubicación de la población, por lo que necesariamente se requiere de un equipo de bombeo para elevar el agua hasta una estructura de almacenamiento. Generalmente la fuente de agua es de origen subterránea.

FIGURA 2: Sistema de Bombeo sin tratamiento



Fuente:” Criterios básicos para la implementación de sistemas de agua y saneamiento en los ámbitos rural y de pequeñas ciudades (2012).

2.6.2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA:

- **CAPTACIÓN (POZO):**

El pozo puede ser de tipo excavado o perforado:



Pozo excavado:

Es usado principalmente en zonas rurales donde la extracción del agua es realizada mediante cubos o bombas manuales. Pueden ser construidos mediante excavación manual, por lo que el diámetro mínimo es aquel que permite trabajar a un operario en su fondo 1.50m. Conforme se avanza en su perforación se protege las paredes con anillos de concreto o mampostería a medida que se profundiza. Son siempre de gran diámetro y normalmente hasta 20 metros de profundidad.

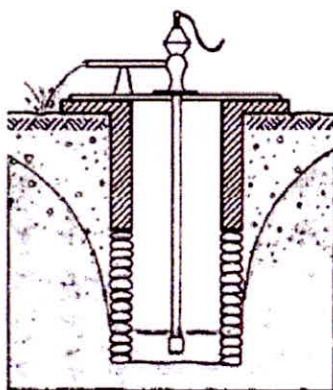
Componentes:

- **“Muros Del Pozo:** Pueden ser de mampostería de piedra, anillos de concreto o una combinación de ambos, los muros incluyen el brocal del pozo. El revestimiento de la superficie interior es de mampostería de piedra, con mortero de cemento.
- **Vereda Del Pozo:** Se construye alrededor del brocal del pozo para alejar de las paredes del pozo la infiltración de las aguas excedentes.
- **Tapa Del Pozo:** Tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes

personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0.50m como mínimo, con relación al nivel de inundación.

- **Bomba:** Si el servicio es a nivel individual se utilizara una bomba manual. Se utilizaran bombas electromecánicas, si el servicio es dirigido a un pequeño centro poblado o el acuífero es profundo.

FIGURA 3: Pozo Excavado



Fuente:” MVCS, Guía de Opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural (2012).

- **Pozo perforado o entubado:**

Llamado también pozos tubulares, se construyen mediante equipos de perforación ya sea de percusión o rotatorios dependiendo de la formación geológica a perforar; su profundidad puede variar de decenas a centenas de metros. Normalmente estos pozos están revestidos con tubos de acero o plástico que incluyen



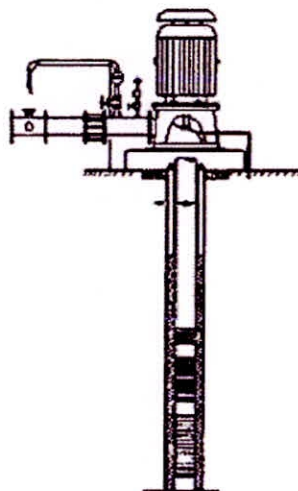
secciones de filtros especiales que facilitan la entrada de agua subterránea. El agua se extrae utilizando bombas que pueden ser accionadas por motores eléctricos o a gasolina, o por aire comprimido.

Componentes:

- **“Loza de protección o brocal del pozo:** Es construida sobre el nivel del terreno. Previene la posibilidad de contaminación del agua por contaminantes extremos del pozo.
- **Columna del Pozo:** Se instala una tubería para el revestimiento de las paredes del pozo, permite prevenir posibles derrumbes y alcanza la profundidad del nivel freático. Debajo del nivel freático el pozo se reviste con un filtro o secciones de tuberías perforadas.
- **Bomba:** Si el servicio es a nivel individual se utilizará una bomba manual. Se utilizaran bombas electromecánicas, si el servicio es dirigido a un pequeño centro poblado o el acuífero es profundo.



FIGURA 4: Pozo Perforado.



Fuente:” MVCS, Guía de Opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural, 2012.

- **ESTACIONES DE BOMBEO:**

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a una estructura de almacenamiento. El caudal de los equipos deberá satisfacer como mínimo la demanda máxima diaria de la zona de influencia del reservorio y en caso de bombeo discontinuo, dicho caudal deberá incrementarse en función del número de horas de bombeo diario.

Componentes:



- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvula anticipadora de onda.
- Válvulas de interrupción.
- Válvulas de retención.
- Válvula de control de bomba.
- Válvulas de aire y vacío.
- Válvula de alivio.
- Dispositivos de control: manómetros, vacuómetros.
- Control de niveles mínimos y máximos a través de transmisores de presión.
- Alarma de alto y bajo nivel.
- Medidor de caudal.
- Tablero de control eléctrico.
- Válvula de control de llenado.

• **LINEA DE IMPULSIÓN:**

Se denomina línea de impulsión a la tubería que conduce el agua empleando energía externa, por lo general eléctrica, para llevar el agua a un reservorio.



Componentes:

- Tuberías: Es el elemento principal, actualmente la de mayor uso es la de PVC por su bajo costo y facilidad en la instalación, también se puede utilizar las de hierro fundido dúctil o acero en algunos tramos que se requiera.
- Accesorios: Se utilizan para los cambios de dirección, estos pueden ser codos de 90°, codo de 45°, tees, reducciones y para controlar el flujo, válvulas de compuerta o de mariposa.
- Dispositivos: Dependiendo del trazo que tenga la línea será necesario instalar válvulas de aire, y/o válvulas de purga.

• ESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO:

Su importancia radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de este cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Q_{mh}). En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Q_{mh} no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el



diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario (Q_{mh}), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

- **CONSIDERACIONES BÁSICAS:**

Los aspectos más importantes a considerarse para el diseño son:

- **CAPACIDAD DEL RESERVORIO:**

“Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad



Fuente: MVCS, Guía de diseño de sistemas de agua potable y saneamiento, vol. 1, 2008. de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

V almacenamiento = V regulación + V incendio + V reserva

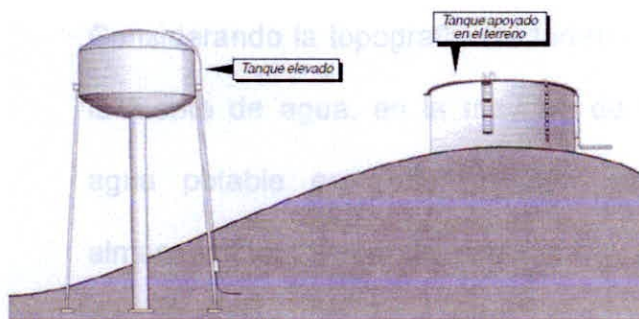
Fuente: MVCS, RNE - OS.030 Abastecimiento de agua para consumo humano (2012).

TIPOS DE RESERVORIO:

"Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados.

- **Los elevados**, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.
- **Los apoyados**, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo.
- **Los enterrados**, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo. (Cisternas).

FIGURA 5: Tipos de Reservorios





reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado.

PARTES DE UN RESERVORIO:

Los reservorios elevados son estructuras en las cuales se puede distinguir 2 elementos fundamentales, los cuales detallaremos a continuación:

- La estructura de soporte o fuste.
- La Cuba o depósito de almacenamiento.

- **La Estructura de soporte o fuste.**

Está relacionada con la altura de nivel de agua para obtener la presión hidrostática requerida con la finalidad de poder abastecer a la población. Esta estructura su función primordial es recibir la carga del depósito incluido el peso del líquido. Dentro de las más usadas, podemos encontrar que están compuestas por columnas, arriostradas por vigas circulares a placas, formando así un castillo de vigas y columnas a las tubulares conformadas por una estructura cilíndrica de sección recta a variable.

- **La Cuba.**

Es el recipiente que contiene el volumen del líquido almacenado y su capacidad esta función de la demanda



existente. La geometría de los depósitos varia, desde los más comunes (cuadrados, rectangulares, cilíndricos), hasta los más complejos, dependiendo de la propuesta arquitectónica.

El depósito está conformado por 3 partes bien definidas, la losa de fondo, la cuba o cuerpo y la cobertura o techo, que describiremos a continuación:

- **La losa de fondo.**

Este elemento puede ser plana, apoyada sobre vigas, que transmiten la carga a las columnas; cuando los volúmenes son considerables mayores de 200 M³, los fondos planos pueden presentar denominaciones considerables, con llevando a disponer de mayor número de apoyos; en estos casos cuanto más se recomienda secciones abovedadas apoyándole depósito en un anillo, que está sometido a tracciones originadas por el empuje de la cúpula esférica debido al peso del agua.

- **Los Anillos Circulares.**

Estos elementos estructurales ayudan a compensar los esfuerzos de tracción de la parte esférica, logrando que la viga no resulte fatigada por una fuerza longitudinal. Algunos depósitos (siguiendo éste mismo criterio) están



constituidos por un casquete esférico rodeado de una a más superficies cónicas.

- **La Pared cónica.**

Las cargas sobre el fondo cónico son producidas por el peso de la cobertura, la viga superior, la pared cilíndrica y la viga inferior, generando un esfuerzo de membrana del fondo cónico.

- **La cuba o pared del depósito.**

Suele ser de sección cuadrada, cónica a cilíndrica, salvo algunos diseños especiales, las más usuales son las cilíndricas, ya que ofrecen un mejor comportamiento estructural.

- **La cobertura esférica.**

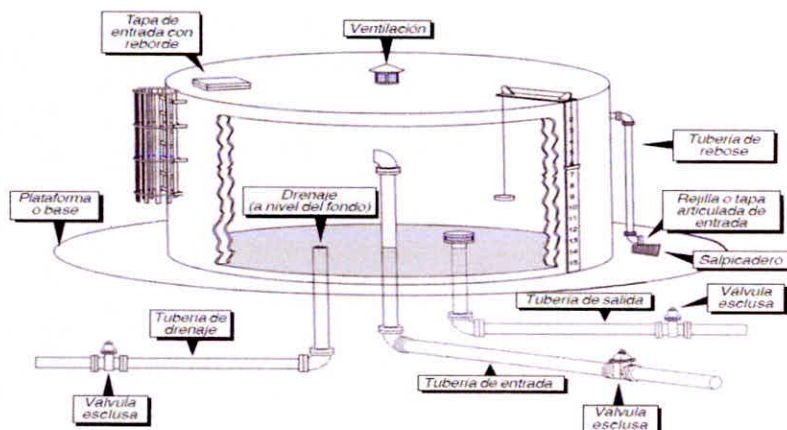
Esta puede ser plana (para pequeños depósitos) o en forma de cúpula esférica.

- **La chimenea de acceso.**

La misma que está ligada a la losa de fondo, y por la cual se ingresa al reservorio para mantenimiento.

A continuación se describen los accesorios del reservorio:

FIGURA 6: Cuba del Reservorio.



Fuente:” MVCS, Guía de Opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural, 2012.

- **Tubería de entrada.**

El diámetro esta tubería está definido por la línea de impulsión, y deberá estar provisto de una válvula compuerta de cierre de igual diámetro antes de la entrada al reservorio.

La distancia entre la generatriz inferior de la tubería de ingreso y la generatriz superior de la tubería de rebose debe ser mayor a 5 cm.

La zona de entrada se ubica en el nivel superior del reservorio, sobre el nivel máximo del agua; es recomendable adosar el tubo de entrada a un pilar y terminarle con un codo que evite la proyección hacia arriba del líquido.



- **Tubería de paso directo (by-pass)**

Se debe considerar el uso de by-pass con el objeto de mantener el servicio mientras se efectúa el lavado o la reparación del reservorio. La tubería de paso directo estará provista de una válvula compuerta.

- **Tubería de salida**

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la matriz de distribución, debiendo estar provisto de una válvula compuerta de cierre.

La tubería de salida debe ubicarse en la parte baja del reservorio y deberá estar provista de una canastilla de succión.

- **Tubería de limpieza**

Se deberá ubicar en el fondo del reservorio el cual deberá contar con una pendiente no menor a 1% hacia la tubería de limpieza. El diámetro de la tubería de limpieza será diseñado para permitir el vaciado del tanque en un tiempo menor a 8 horas. La tubería de limpieza deberá estar provista de una válvula compuerta y no es recomendable que descargue directamente al alcantarillado sanitario, por lo cual deben tomarse las provisiones necesarias para evitar



contaminaciones, preferentemente se debe descargar al alcantarillado pluvial.

- **Tubería de rebose**

La tubería de rebose debe ser dimensionada para posibilitar la descarga del caudal de bombeo que alimenta al reservorio.

El diámetro de la tubería de rebose estará determinado por la altura de la cámara de aire en el reservorio, evitándose presionar la tapa del mismo. En todo caso, es aconsejable que el diámetro de la tubería de rebose no sea menor que el diámetro de la tubería de llegada.

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpieza y no se proveerá de válvula de compuerta, permitiendo la descarga en cualquier momento.

- **Ventilación**

Los reservorios deben disponer de un sistema de ventilación, con protección adecuada para impedir la penetración de insectos y pequeños animales. Para ello es aconsejable la utilización de tubos en "U" invertida, protegidos a la entrada con rejillas o mallas milimétricas y separadas del techo del reservorio a no menos de 30cm.



- **Limitadores de nivel**

En los reservorios debe disponerse de un dispositivo limitador de nivel máximo de agua, destinado a impedir la pérdida de agua a través del rebose. Una alternativa es el empleo de un sistema que interrumpa el suministro de energía a las bombas cuando el nivel del líquido llegue al límite máximo.

- **Medidor**

Se instala en la tubería de salida con la finalidad de medir los volúmenes de agua entregados en forma diaria y las variaciones del caudal.

- **Indicador de nivel**

Los reservorios deben ser dotados de un dispositivo indicador de la altura de agua en el reservorio, el cual no debe ser capaz de deteriorar la calidad del agua. Para este fin se podría emplear el sistema constituido por una boya, cuerda y regla graduada.

Aspectos complementarios:

- **Borde libre**

El reservorio debe estar provisto de una altura libre por encima del nivel máximo de agua, con el objeto de contar con un espacio de aire ventilado.



- **Revestimiento interior**

El fondo y las paredes del tanque, deben ser impermeables, independientemente de cualquier tratamiento especial, como pintura o revestimiento.

- **Boca de visita**

La abertura estará ubicada en su cubierta, junto a uno de las paredes verticales, de preferencia en la misma vertical de la tubería de ingreso al reservorio. Los bordes de las aberturas de inspección deben situarse por lo menos 5 cm más alto de la superficie de la cubierta del reservorio. Las aberturas para inspección deben ser cerradas con una tapa que tendrá un sistema de seguridad con llave o candado y debe tener una forma tal que impida la entrada de agua a través de sus juntas.

- **Escaleras**

Las escaleras de acceso serán tipo marinera y deben estar provistas de jaula de protección, de manera que permitan el acceso hasta la losa de cubierta del reservorio. La parte superior del reservorio debe contar con un barandado de protección.



- **Protección contra la luz natural**

No será permitida la entrada de luz natural al interior del reservorio de forma permanente a fin de evitar la formación de algas en el interior del mismo.

- **Cerco de protección**

Los reservorios deben estar protegidos mediante un cerco o muro con una altura y resistencia necesarias para evitar el acceso directo de personas no autorizadas o animales.

- **TUBERIA DE ADUCCION:**

Su diámetro mínimo deberá ser el correspondiente al caudal máximo horario de diseño. Deberá ubicarse en la parte baja del reservorio y deberá estar provista de una canastilla de succión.

- **RED DE DISTRIBUCION:**

Las tuberías trabajando “a presión” permiten conducir el agua, aun a contrapendiente. Para eso requieren de cierta cantidad de energía por unidad de peso, proporcionada por una unidad de bombeo.

- **Ventajas:**

- Conducen el agua directamente a los puntos de aplicación.
- No existen pérdidas de agua.



- No dificultan las operaciones de las maquinas ni el tránsito.
- Requieren menos mantenimiento y conservación que los canales en tierra y las regueras.

Desventajas:

El costo.

"El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 3" en casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 2" de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo o de 200 m si son alimentados por los dos extremos." (RNE – OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano).

Calculo De Caudal

El cálculo del caudal de agua que recorre un conjunto de tuberías, que forman una red o un circuito, es importante para determinar las necesidades de energía que harán que el agua circule por ellas.

Formulas:

- a) Formula de Hazen y Williams

$$Q = 0.0004264xCxD^{2.63}xhf^{0.54}$$

Donde

D = Diámetro de la tubería (pulg)

Q = Caudal (lts/seg)



P = Perdida de carga Unitaria (m/km)

C = Coeficiente de fricción ($\frac{pie^{1/2}}{seg}$)

b) Formula de Fair Whipple.

$$Q = 2.8639xD^{2.71}xhf^{0.57}$$

$$hf = \left(\frac{Q}{2.8639xD^{2.71}}\right)^{0.37}$$

$$D = \left(\frac{Q}{2.8639xhf^{0.57}}\right)^{0.37}$$

Donde:

Q = Caudal (Its/seg)

D = Diámetro de la tubería (pulg)

Hf = Perdida de carga unitaria (m/m)

➤ **Resistencia a la Presión**

En la siguiente tabla se presenta las unidades de presión y sus equivalencias.

"Tabla 5: Equivalencias de Presiones

Kg/cm ²	m.c.a	Atmosfera	Kilopascal	Bar	Lbs/pulg ²
1	10	0.968	98.1	0.98	14.223

Fuente:" Instalaciones Sanitarias, Ing. Jorge Ortiz Bazán

La relación de la resistencia a la presión de tubos de PVC se indica en la siguiente tabla:



"Tabla 6: Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo.

Clase	Presión máxima de prueba	Presión máxima de Trabajo
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente:" Abastecimiento de agua para Poblaciones Rurales.

➤ TIPOS DE RED

• RED RAMIFICADA

Los sistemas de red ramificada se usan generalmente solo para abastecimientos públicos de poca capacidad. Esta red puede tener o no tener ninguna conexión domiciliaria. El diseño de la red ramificada es directo. En este caso se determina fácilmente la dirección y el flujo de agua en todas las tuberías.

• RED CERRADA

Para sistemas de distribución más grandes son utilizadas las de red cerrada. En estos sistemas no se puede determinar el flujo y la dirección del agua correctamente debido a que cada tubería secundaria se alimenta desde dos lados. En estas redes si se puede



hacer conexiones domiciliarias ya que son más utilizadas para abastecimiento de agua en zonas urbanas y rurales.

- **CONEXIONES DOMICILIARIAS:**

Tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda.

Esta se ubicara entre la tubería de la red de distribución de agua potable y la Caja de registro.

Deberá contar con accesorios de empalme a la red de agua potable, llave de paso y tubería de alimentación. El diámetro mínimo de la tubería será de ½”.

2.6.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

2.6.3.1. DISEÑO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Un sistema de captación de aguas subterráneas está conformado normalmente por los siguientes componentes:

- a) Pozo de explotación, que puede ser artesanal o tubular.
- b) Caseta de bombeo, que incluye bomba y accesorios.
- c) Generación de energía, que puede ser de acuerdo al caso molino de viento (Eólico), motor diesel o gasolinera, acometida eléctrica o paneles solares.



d) Línea de impulsión, que es la tubería del pozo al reservorio.

A continuación se describen los aspectos más importantes para el diseño de estos componentes:

➤ **Pozos artesanales:**

a) Descripción:

Se utilizan cuando el acuífero a captar se ubica a menos de 20 m que es la profundidad máxima que se puede llegar con este tipo de pozos.

Normalmente son pozos excavados manualmente y luego revestidos con anillos prefabricados de concreto simple o concreto armado de a 10 a 5 cm de espesor, de acuerdo al caso y con una altura de 0.50m, para facilitar su manipulación.

Los anillos que están en contacto con el acuífero deberán tener orificios para el ingreso del agua al pozo.

El diámetro interno de los anillos deberá ser 1.20 m para facilitar el ingreso al pozo para su mantenimiento. El diámetro de excavación del pozo debe ser mínimo de 1.50 m.

El espacio entre el anillo con orificios debe llenarse con grava como material filtrante. Es recomendable que el revestimiento del pozo sobresalga por lo menos 0.50 m



de la superficie del terreno, para evitar que el agua de escorrentía ingrese al pozo, El pozo debe tener una tapa removible para su mantenimiento y una escalera de acceso.

b) Recomendaciones para su ubicación:

Para ubicar el pozo, deberá tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

"Tabla 7: Distancia de seguridad"

Fuente de Contaminación	Distancia de Seguridad	
	Terreno Común	Suelos Gravosos
Tanque Séptico	20-30	100
alcantarilla	20	140
Letrina	20-50	100
Corral	30-50	140
Curso de agua	30-50	150

Fuente: "Manual de Proyectos de agua Potable en Poblaciones rurales (2009)

➤ **Pozos tubulares:**

a) Descripción:

Se considera un pozo tubular cuando el acuífero se ubica a más de 20 m de profundidad y se construye con equipo de perforación, siendo el más recomendable el de rotación versus el de percusión.

El lugar y profundidad del pozo se determinan previamente mediante estudios geofísicos, que también



debe dar pautas sobre la calidad del agua y las consideraciones de diseño del pozo de acuerdo a la estratificación del terreno.

Durante la ejecución del pozo, se debe llevar un registro minucioso de la estratificación para el diseño del encamisado del pozo y la ubicación y características de los filtros.

En proyectos de agua potable rural los tubos que se utilizan son PVC-clase 10, de 6 a 8 pulgadas de diámetro.

b) Recomendaciones para su ubicación:

Se recomienda que el pozo deba estar a más de 5 m de canales, 15m de tanques sépticos y 50 m de lagunas de tratamiento de aguas servidas.

c) Recomendaciones para perforación y diseño: Esto dependerá del método de perforación a utilizarse y del diseño establecido anteriormente.

2.6.3.2. CASETA DE BOMBEO:

a) Descripción:

La caseta de bombeo lo conforma el edificio que protege el equipo de bombeo y sus accesorios. El equipo de bombeo, con energía eléctrica consistirá básicamente de



la bomba sumergible, el tubo de bombeo, cable que soporta la bomba, el árbol hidráulico y el tablero de control.

En caso de bombas con energía diésel o gasolina comprenderá el motor, el dinamo y la bomba con sus accesorios antes indicados.

En cualquier caso se deberá contar como mínimo con 2 unidades de bombeo, para su servicio alterno por manejo o mantenimiento.

La edificación debe tener un área mínima de 10 m², construido de material noble y bajo las recomendaciones constructivas siguientes:

- Techo removible para izaje de componentes del pozo durante su reparación o mantenimiento si la caseta se ubica en el pozo.
- Debe ubicarse en zona segura contra inundaciones y hurtos.
- El área debe ser suficiente para el equipamiento, operación y mantenimiento cuando la energía es diésel o gasolina, debe considerarse un almacén adjunto para el combustible.
- Ventilación adecuada e iluminación natural.
- Pozo a tierra y pararrayos cuando la energía es eléctrica.



b) Ubicación de la caseta:

Se recomienda ubicar la caseta al costado del pozo y no directamente sobre el pozo por las consideraciones siguientes:

En pozos artesanales se facilita las operaciones de mantenimiento.

En pozos tubulares pueden ocurrir asentamientos del terreno, alrededor del pozo que afectan la cimentación y estabilidad de la caseta.

Esta situación resulta aún más crítica si encima de la caseta se ubica el tanque elevado del reservorio.

Los asentamientos se producen por avenamiento del pozo, lo que ocasionan hundimientos alrededor del tubo, que trasmite hasta la superficie del terreno.

c) Información para elección de la bomba:

- Balance entre demanda y oferta de agua. La oferta se determina con pruebas de bombeo, de acuerdo a tiempos de sustracción, caudales, niveles estáticos y dinámicos.
- Definición del caudal y tiempo de bombeo en horas por día.
- Altura de bombeo en base a las cotas de ingreso y salida y pérdidas de fricción de tubería de impulsión de acuerdo al caudal y diámetro de la tubería.



- Fuente de energía y eficiencia de las bombas de acuerdo a la altitud de la zona.

d) Calculo de potencia de bombas de agua:

Formula:

$$P = \frac{HQ}{75n}$$

Dónde:

P= potencia en HP

H= altura de bombeo (m)

Q= caudal a extraerse (m³/seg)

n= eficiencia de la bomba (0.40 – 0.60)

2.6.3.3. GENERACIÓN DE ENERGÍA:

a) Descripción:

Las fuentes de energía posibles, para bombear el agua subterránea son:

- Motor a gasolina.
- Panel solar.
- Motor diesel.
- Red eléctrica.
- Molino de viento.

Adicionalmente deberán considerarse los siguientes pasos:

Los motores diesel o gasolina, deberán renovarse cada 5 a 10 años de acuerdo a su uso.



Los paneles solares se estima que duren por lo menos 20 años.

Los molinos de viento, representan muchos problemas en su mantenimiento y su funcionamiento de acuerdo a la estacionalidad de los vientos representa mucha incertidumbre.

2.6.4. DISEÑO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN

a.- Descripción

Es la línea que transporta el agua desde la captación hasta el punto de entrega (reservorio).

b.- Recomendaciones para el diseño

➤ **Alineamiento:**

La línea de impulsión deberá tener un alineamiento que sea lo más recto posible y evitando zonas de deslizamiento o inundaciones. Debe evitarse también presiones excesivas mediante la construcción de cajas rompe presión y evitar contrapendientes y cuando este es inevitable usar válvulas de aire.

➤ **Caudal de impulsión:**

El caudal de diseño se obtendrá considerando el periodo de tiempo de bombeo por día.



➤ **Clases de tubería:**

Se usará tubería PVC de presión (clases 5, 7.5, 10 o 15) de acuerdo a las presiones requeridas, considerando que la presión de diseño debe ser el 80% de la nominal.

En el caso de sifones, se puede realizar una distribución de varias clases de tubería, de acuerdo al perfil de presiones.

➤ **Velocidades:**

Máxima: 3m/s

Mínima: 0.6m/s

➤ **Golpe de ariete:**

En la línea de impulsión deberá evitarse impedimentos de un flujo continuo como pueden ser curvas bruscas o válvulas, para evitar el golpe de ariete.

Nunca deberá colocarse una válvula de cierre en el punto de entrega de la línea de aducción.

➤ **Dilatación:**

Para evitar cambios bruscos de temperatura en la línea, que ocasionen problemas de dilatación, la tubería debe enterrarse.

En casos de puentes en que la tubería estará expuesta a la intemperie deberá considerarse las juntas de jebe que absorban la dilatación.

➤ **Instalación de válvulas:** Las válvulas deberán soportar las presiones de diseño y ser instalados en cajas de concreto con



tapas metálicas aseguradas para evitar su manipuleo por extraños al manejo del sistema.

Las válvulas más usuales son:

- **Válvula de compuerta:** Se instalara al inicio de la línea para el cierre del agua en caso se requiera realizar reparaciones en la línea.
- **Válvula de aire:** Se utiliza para eliminar bolsones de aire en los lugares de contrapendiente, que de no eliminarse produce cavitaciones en la tubería. Se debe colocar en el punto más alto de la tubería.
- **Válvulas de purga o limpia:** Se utiliza en sifones, en el punto más bajo para eliminar sedimentos.
- **Válvulas de retención:** Se utiliza en línea de impulsión, para evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños a la bomba.
- **Cajas de Rompe presión (CRP):** Estructuras de concreto armado para romper la presión hasta el punto de su ubicación e iniciar un nuevo nivel estático.
Debe tener entrada y salida del agua, tubería de aereación y tapa de control.
- **Anclajes:** Son soportes de concreto para garantizar la inamovilidad de la línea.

Se requiere en los siguientes casos:



- Apoyo de tuberías expuestas a la intemperie.
- Cambios de direcciones verticales y horizontales.
- Lugares de disminución de diámetro.

➤ **Datos para el diseño:**

"Tabla 8: Datos para la línea de Impulsión"

Ítem	Referencia
1	Caudal de diseño <ul style="list-style-type: none">➤ Línea de impulsión (horas/día)
2	Alineamiento del trazo <ul style="list-style-type: none">➤ Clasificación del suelo.➤ Nivel freático➤ Cercanía de vías➤ Deslizamientos e inundaciones➤ Derechos de propiedad.➤ Presiones extremas➤ Contra flechas
3	Tuberías <ul style="list-style-type: none">➤ Velocidades (min 0.6m/seg, max. 3m/seg)➤ Profundidad de enterrado mínimo 1.00m.➤ Accesorios (codos, válvulas)➤ Anclajes.
4	Cajas rompe presión y válvulas.

Fuente: "Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales (2009).



2.6.5. LÍNEA ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

A.- Descripción general

La línea de aducción es la línea entre el reservorio y el inicio de la red de distribución.

La red de distribución, es el conjunto de líneas destinadas al suministro de agua a los usuarios, que debe ser adecuada en cantidad y calidad. En poblados rurales no se incluye dotación adicional para combatir incendios.

Los parámetros de diseño de la línea de aducción serán los mismos que para la línea de impulsión excepto el caudal de diseño.

➤ Red de distribución

- Información básica para el diseño
 - Perímetro urbano actual y futuro.
 - Ancho de frontis de las edificaciones por calles.
 - Vías férreas, vehiculares, cursos de agua, puentes, etc.
 - Planos de urbanización y pavimentación.
 - Delimitación de zonas de presiones.
 - Ubicación reservorio - cota.
 - Sistema existente y ampliaciones.
 - Definición de etapas.
- #### ➤ Recomendación para el diseño
- Caudal: Horas/día.



- Tubería: PVC de presión.
- Diámetro mínimo recomendado. Para líneas principales 3".

- **Velocidades:**
 - Máxima: 3 m/seg.
 - Mínima: 0.6 m/seg.
- **Presiones:**
 - Presión estática máxima: 50 mca
 - Presión dinámica mínima: 10 mca
- **Ubicación:**
 - Las tuberías principales se proyectarán a una lado de la calzada como mínimo a 1.20 m del límite de propiedad.
 - La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente será de 2 m, medido horizontalmente. En ramales distribuidores y ramales colectores, ubicados paralelamente, será de 0.20 m, medidos entre los planos tangentes más próximos.
- **Válvulas:**
- **Válvulas de interrupción:**
 - Permiten aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.
 - Se proyectaran válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse,



en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

- Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.

➤ **Válvulas de aire:**

Se ubicara en el lugar más alto de la contrapendiente para la purga del aire atrapado.

➤ **Válvula reductora de presión:**

Se utiliza para producir una carga de agua predeterminada, menor que la original y funciona independientemente del caudal que pase por ella.

➤ **Anclajes:**

Son de concreto y se utilizan en cambios de dirección y lugares de disminución de diámetro.

➤ **Conexiones domiciliarias:**

Son las conexiones al domicilio o pileta pública a partir de la red, con los siguientes componentes:

- Conexión a la red mediante T o abrazadera.
- Tubería de conexión mínima ½".
- Válvula de cierre antes y después del medidor o solo una sin medidor.
- Medidor (opcional).
- Accesorios y piezas de unión.
- Caja de protección.



➤ **Diseño de la red:**

• **Metodología:**

- Determinación de red abierta o cerrada y trazo de líneas principales y secundarias.
- Determinación de caudales por nudo, con la relación siguiente **(Método de las áreas)**.

Dónde:

Q_1 = Caudal en nudo (L/seg)

A_1 = Área de influencia del nudo.

Q_e = Modulo de consumo (L/seg/Ha)

➤ **Trazado de la red:**

• **Sistema de circuito abierto:**

Se utiliza en pequeñas poblados y se tiene 2 modalidades.

Espina de pescado:

Consiste de un conducto principal que recorre por la calle principal, que va disminuyendo de diámetro a medida que avanza y que alimentan conductos laterales que se desprenden de él.

El inconveniente es que no da una buena distribución de presiones.

Parrilla:

Consiste en una parrilla longitudinal y transversal de tubos de mayor diámetro que alimentan una red con menores diámetros.

Tiene el mismo inconveniente que el anterior.



- **Sistema de circuito cerrado:**

Se utiliza en ciudades de mediano a gran tamaño.

Consiste de un sistema de conductos principales que rodean a un grupo de manzanas, de los cuales parten tuberías de menor diámetro, unidas en sus extremos al eje.

La ventaja es que como cada tubería es alimentada en sus dos extremos, se disminuye el recorrido, lo que disminuye la pérdida de cargas.

El sistema de circuito cerrado, lo conforman los siguientes componentes:

Circuito primario: Tuberías principales de mayor diámetro de la red (800-1000 m de separación).

Circuito secundario: Enlaza al circuito primario con tuberías de diámetro intermedio, separados de 400 a 600 m.

Circuito de relleno: Constituye el sistema propiamente dicho de distribución de agua. Se recomienda diámetro mínimo de 2".

Calculo de diámetro:

1. Para el cálculo del sistema abierto:

Fórmula de flujo de tuberías de Hazen y Willians.

$$Q = 0.0004264xCxD^{2.63}xhf^{0.54}$$

2. Para el caso de circuito cerrado:

Se tienen los siguientes métodos:

- Hardy-Cross (para verificación).
- Tubería equivalente.



3. Datos para el diseño:

"Tabla 9: Datos para la Red de Distribución."

Ítem	Referencia
1	Caudal de diseño (máximo diario)
2	Diseño de la red. <ul style="list-style-type: none">➤ Tipo de la red (abierta/cerrada).➤ Longitud de la red.➤ Líneas principales y secundarias➤ Método de cálculo➤ Delimitación de presiones (estática 50m, dinámica 10m)➤ Delimitación de velocidades (min 0.6m/seg, máx. 3m/seg)➤ clases de tuberías➤ Diámetros Utilizados (método. Hardy Cros)
3	Válvulas (número y diámetro) <ul style="list-style-type: none">➤ Bloqueo➤ Desagüe➤ Purga➤ Aeración➤ Reductora de presión.
4	Anclaje
5	Conexiones Domiciliarias.

Fuente: "Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales (2009).



2.6.6. RESERVORIO

➤ **Objetivos**

- El reservorio debe cumplir los siguientes objetivos:
- Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución.
- Mantener presiones adecuados en la red de distribución.
- Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción.
- Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios.

➤ **Volumen de abastecimiento:**

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, el volumen contra incendio y volumen de reserva. (RNE - OS.030 Abastecimiento de agua para consumo humano 2012).

➤ **Volumen de regulación:**

El volumen de regulación será calculado con el diagrama de masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta formación, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para



24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

➤ **Volumen contra incendios:** En los casos que se considere demanda contra incendios, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el grafico para agua contra incendio de sólidos, considerando un volumen aparente de incendio de 3000m³ y el coeficiente de apilamiento respectivo.
- De acuerdo a las normas, la dotación para casos de incendio se considera para poblaciones mayores a 10000 habitantes.
- Independientemente de este volumen del locales especiales (comerciales, industriales u otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendios.
- Volumen de reserva: de ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

➤ **Materiales de construcción:**

"Los reservorios deben ser de concreto armado.

Los reservorios pequeños se pueden usar fibrocemento, hasta un diámetro máximo de 5m. y altura de 2m. Hasta 5m³ se puede usar también reservorio de plástico.

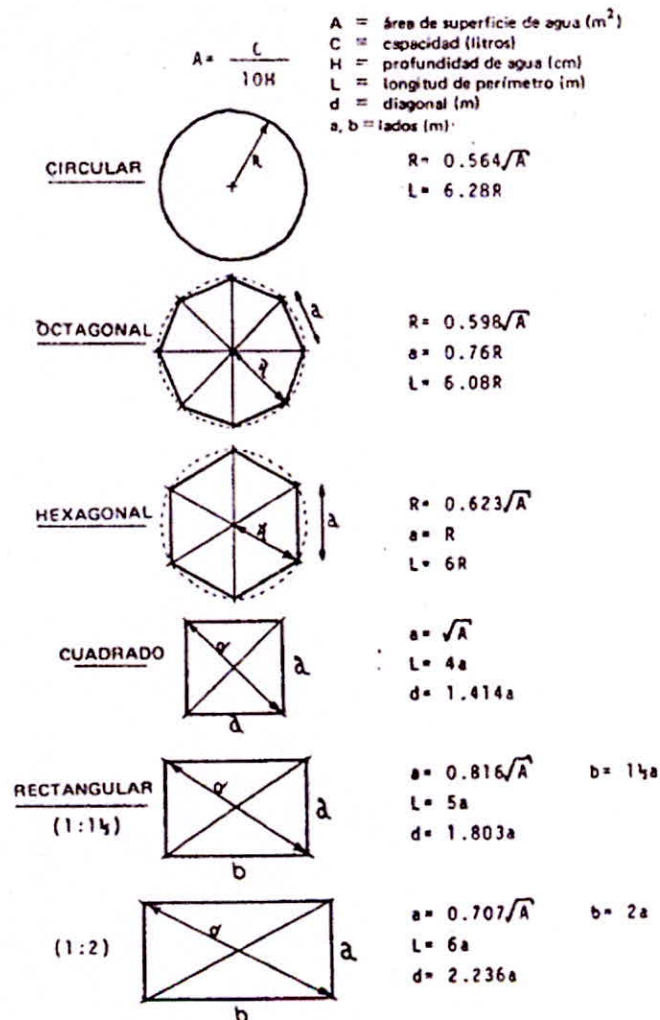
Cuando ya se ha calculado la capacidad del reservorio requerido, es el momento de determinar la forma y dimensiones



Si se mantiene en la forma más cuadrada posible, constituirá un diseño más económico.

La FIGURA N°07, se muestran estas formas variadas de tanques, dando las ecuaciones matemáticas simples para determinar sus dimensiones una vez que se ha elegido la capacidad y la profundidad del agua.

FIGURA 7: Formas de los reservorios.





Fuente: MVCS, Guía de Opciones técnicas para abastecimiento de agua Potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural, 2012.

Se recomienda el diseño circular por presentar la relación más eficiente de área/perímetro.

➤ **Componentes**

El reservorio comprende el tanque de almacenamiento y la caseta de válvulas.

El tanque de almacenamiento, debe tener los siguientes accesorios:

- Tubos de entrada, salida, rebose, limpia y ventilación.
- Canastilla de protección en tubo de salida.
- Tubo de paso directo (by – pass) para mantener el servicio durante el mantenimiento del reservorio.
- Tapa sanitaria y escaleras (externa e interna).

La caseta de válvulas, debe tener los accesorios siguientes:

Válvulas para controlar paso directo (by pass), salida, limpia y rebose, pintados de colores diferentes para su fácil identificación.

Tapa metálica con seguro para evitar su manipulación por extraños.



➤ **Ubicación**

La ubicación debe garantizar las presiones y caudales en la zona en estudio y la posible zona de expansión

El reservorio debe ubicarse lo más próximos a la red de distribución, sobre todo a la zona de mayor consumo.

Puede darse el caso de requerirse más de un reservorio en caso de dispersión de la población, sobre todo con cotas bastante diferenciadas o varios poblados con un solo sistema de conducción.

➤ **Tiempo de vaciado del reservorio**

Según el RNE - OS.030: Almacenamiento de Agua Para Consumo Humano, (2012), "deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas que depende básicamente de la carga hidráulica y diámetro del tubo de desagüe."



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS



CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

Los materiales son herramientas o utensilios, utilizados para registrar los datos obtenidos a través de los métodos, y de esa manera poder procesarlos y analizarlos para obtener resultados.

3.1.1. MATERIALES DE GABINETE

3.1.1.1. MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

“El material bibliográfico utilizado para realizar la presente investigación comprendió: libros de Abastecimientos de Agua, Hidráulica (tanto en físico, como digitales), distintos artículos de investigación científica con información relevante para la investigación (como tesis y publicaciones de blogs o de instituciones relacionadas al tema), Reglamentos y Manuales.”

(Reglamento Nacional de Edificaciones, Reglamento de Calidad del agua, Manual de proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales, entre otros).



3.1.1.2. SOFTWARE

Es el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de computación.

Se han utilizado diversos software para realizar la presente investigación, tal como:

- WaterCAD v8i: Es un software de hidráulica de tuberías para análisis, modelación y gestión de redes a presión. Permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, tanques, reservorios, válvulas reductoras de presión, válvulas sostenedoras de presión).

El WaterCAD v8i se utilizó para calcular de las presiones en cada uno de los nudos y las velocidades en las tuberías de la línea de conducción y red de distribución del sistema de agua potable existente y propuesto.

- AutoCAD 2015: Es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios, estructuras hidráulicas entre otros; es uno de los programas más usados por ingenieros y arquitectos.



El programa AutoCAD 2016 fue utilizado para dibujar los planos topográficos así como también los planos producto del diseño definitivo obtenidos del programa WaterCad v8i.

- Microsoft Excel 2010: Es una aplicación distribuida por Microsoft Office para hojas de cálculo.

En la presente investigación usamos el Microsoft Excel 2010 para elaborar nuestras tablas de datos. Para luego procesarlos y obtener como resultados: cuadros distribución de caudales, dotación encada uno de los nudos de la red existente y red propuesta.

- Microsoft Word 2010: Es una aplicación informática orientada al procesamiento de textos se utilizó para la redacción del presente informe de tesis.

3.1.1.3. EQUIPOS

Este material fue usado para la realización de la investigación, debido a que la información en estos tiempos es digitalizada. Entre los más resaltantes podemos mencionar los siguientes:

- Cámara digital (Fotografías para informe).
- Computadora (Redacción del informe).
- Disco duro externo (Almacenar información virtual).
- Impresora y ploter (Plasmar información en hojas).
- CD (Grabar información).



3.1.1.4. OTROS

Se tuvo que hacer uso de otros materiales como:

- Papel bond blanco A4
- Útiles de escritorio
- Cuaderno y folder

3.1.2. MATERIALES USADOS EN CAMPO

En campo se utilizaron materiales, al momento de realizar la inspección preliminar y en la recopilación de datos, entre los cuales podemos mencionar:

- Materiales utilizados en el estudio de población: Papel bond, folder, lapicero y corrector.
- Materiales utilizados en la topografía: GPS, Wincha, Estación Total, prismas y trípode.

3.1.3. SERVICIOS

Estos servicios complementaron a los métodos utilizados durante la elaboración de la presente tesis, entre los cuales podemos mencionar:

- Ploteo de planos.
- Fotocopia del informe final



3.2. MÉTODOS

Conjunto de procedimientos y elementos que están ligados entre sí para la consecución de objetivos previamente determinados, para nuestro caso el problema planteado al inicio de esta investigación.

Estos métodos deben ser seleccionados teniendo en cuenta lo que se investiga, por qué, para qué y cómo se investiga.

3.2.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

Para iniciar la presente investigación se recopiló información, tanto física como digital, relacionada al tema.

De la biblioteca del Colegio de Ingenieros del Perú, se pudieron obtener algunas tesis con temas referidas a la investigación.

Así también, se utilizó el internet y se obtuvo algunos libros, investigaciones y estudios con información relevante para la elaboración de la presente investigación.

3.2.2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PREVIA

Una vez recopilada la información se procedió a realizar un análisis minucioso de esta información.

Es a partir de este análisis es que se pudo comprender qué información y qué datos, iban a ser necesarios para la realización de la presente investigación.



3.2.3. RECOPIACIÓN DE DATOS

En la elaboración del presente trabajo de investigación, se recopilaron datos en gabinete y en campo, siendo las mayores fuentes de datos como censos, detalles del sistema e hidráulicos, la cual nos proporcionó la Municipalidad Distrital de Comandante Noel (MDCN).

a.- En gabinete

De lo mencionado anteriormente, la recopilación de datos en gabinete se realizó principalmente a través de una entrevista con el Gerente De Obras de la MDCN.

b.- En campo

De las visitas a campo pudimos reunir los datos necesarios para realizar una correcta selección del sistema de agua potable que mejor se adecúe al área de estudio y los posteriores diseños hidráulicos y estructurales de los mismos. A continuación mencionaremos las actividades que se realizaron en campo:

- **Reconocimiento de la zona en estudio:** Se identificó que el sistema de agua potable no abastecía en su totalidad a la población.
- **Inspección preliminar:** Se realizó una descripción de los componentes del sistema detallando sus características físicas como antigüedad, dimensiones, material y estado.



- **Estudió de Población:** Se realizó una estimación a 6 pobladores por vivienda tanto para el centro poblado de barrio Piura y Puerto Casma para determinar la población futura
- **Topografía:** Primero se estableció un punto de referencia (BM) con ayuda de un GPS, luego se realizó el levantamiento con Estacion Total del centro poblado del Puerto Casma y el barrio Piura de las todas las calles y manzanas para corroborarlo con información recopilada de la MDCN y por ultimo mediante el uso de estación total se determinó la elevación de los nudos de la red de distribución, del pozo y el reservorio, Se debe precisar que los predios no se encuentran formalizados en cofopri.

3.2.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se procesó los datos seleccionados (gabinete y campo).

Si bien ya se indicó en los párrafos precedentes mencionó en párrafos anteriores, es necesario resaltar que para realizar este procesamiento de datos fue necesario revisar detalladamente el material bibliográfico y virtual. Luego se hizo uso de distintos software (WaterCad v8i, AutoCad 2016, Word 2010 y Excel 2010), los cuales se complementaron unos con otros en repetidas oportunidades, para obtener los resultados correctos.



3.2.5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Del procesamiento de toda la información se obtuvieron resultados, tales como:

Diámetros de las tuberías, volumen del reservorio, caudales de diseño, población futura, presiones, velocidades y tipo de reservorio.

Una vez obtenidos los resultados se por los diversos programas y cálculos la interpretación de ellos y el dibujo de los planos.



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES



CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

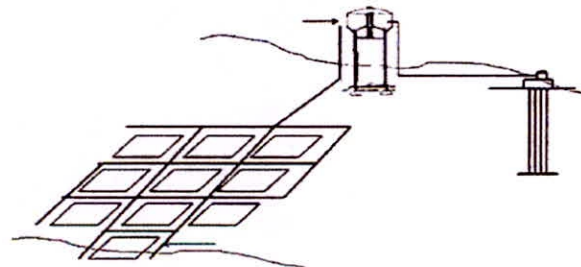
4.1. EVALUACION DEL SISTEMA EXISTENTE

La evaluación comprende la observación y el cálculo hidráulico del sistema de agua potable, considerando como periodo de diseño el año 2038, y comparando los resultados con los existentes; de esta manera definir si el sistema está funcionando adecuadamente, si es preciso realizar cambios o es necesario efectuar el mejoramiento.

4.2. INSPECCIÓN PRELIMINAR

“El sistema existente es por bombeo sin tratamiento, el cual tiene una antigüedad aproximadamente de 3 años, el cual fue rehabilitado a una anterior bomba que tenía una antigüedad mayor a 20 años y presentaba deterioro en su infraestructura, pero en la actualidad en encuentra en buenas condiciones.

FIGURA 8: Esquema del sistema de agua potable existente.



Fuente:” MVCS, Guía de Opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural, 2012.



4.3. FUENTE DE ABASTECIMIENTO

El abastecimiento de agua para el presente estudio se realiza a través de un pozo tubular.

Este pozo presenta partículas en suspensión en la superficie del agua, esto debido a que no posee un mantenimiento apropiado.

Datos técnicos:

➤ Fecha de construcción del pozo:

El pozo tubular ha sido reconstruido aproximadamente en el año 2015.

➤ Maquinaria y Equipo:

En la perforación del pozo tubular, se utilizó una máquina de percusión con herramientas propias para la ejecución de estos trabajos.

➤ El tipo de perforación:

A percusión con cable y martillo de 18" y 16" Ø.

➤ Profundidad: a 25.0m. Aproximadamente.

➤ Entubado definitivo:

Con Tuberías de planchas de fierro galvanizado de 18" Ø x ¼" de espesor.

➤ Entubado ciego:

+0.20 a -7.00

➤ Área filtrante:

-7.00 a -25.00 de 16"Ø.



El tipo de filtro es de plancha de fierro galvanizado ranurado con soplete oxiacetileno, las aberturas tienen una luz aproximada de 3 a 4 mm de ancho y 15 cm de largo, la densidad es aproximadamente de 10 a 14 ranuras por vuelta dispuestas longitudinalmente en la superficie de la tubería una a continuación de la otra y en forma alternada.

Empaque de grava: El empaque de grava es redondeada de ½" a 2"

Ø se ha instalado desde el fondo (25.00m) hasta la superficie del

4.4. LÍNEA DE LIMPIEZA Y REBOSE

Cabe indicar que esta información fue recabada por el operador de la bomba que está bajo la administración de la municipalidad Distrital de Comandante Noel.

4.4. LÍNEA DE IMPULSIÓN

La línea de impulsión es de 2.5" de diámetro, de PVC, que llega

directamente al reservorio, y ostenta una longitud de 2166.0 m.

La línea de impulsión tiene deterioros en algunos sector se observan fugas.

4.5. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento se efectúa en un reservorio apoyado, cuya capacidad es de 36.m3, aproximadamente, en la zona urbana del

Puerto Casma y posee una elevación de 22m.



4.9. CÁLCULOS DEL SISTEMA ACTUAL

PARAMETROS BASE PARA CALCULO HIDRAULICO (ESTADO ACTUAL) CP. PUERTO CASMA Y BARRIO PIURA		
Ingrese en numero de habitantes promedio (Hab. / Viv.)		6.00
Ingrese el numero de viviendas		354
Ingrese tasa de crecimiento anual	%	0.00
Ingrese horizonte del proyecto		-
Ingrese dotación de consumo de agua según RNE (Litro / Habitante - Día)		220
% de aporte de agua residuales según RNE		80.00%
ESTIMACION DE LA POBLACION ACTUAL		
Hab. / Lote	Nº Viviendas	Habitantes
6.00	354.00	2124.00
POBLACION ACTUAL Y FUTURA		
Tasa de Crecimiento		0.00
Densidad Poblacional (Habitantes / Vivienda)		6.00
Población Actual		2,124.00
Horizonte del Proyecto		20
Población Futura		2,124.00
EL DISEÑO DE CAUDALES, SE EXPRESAN EN LAS SIGUIENTES EXPRESIONES		
Parámetro	Formula	Resultado
Caudal Promedio (Lt/seg.)	$Q_p = P_f \times \text{Dotación} / 86,400$	5.41
Caudal Maximo Diario (Lt/seg.)	$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$	7.03
Caudal Maximo Horario (Lt/seg.)	$Q_{mdh} = 2.5 \times Q_p$	13.52
CAUDAL MAXIMO HORARIO POR LOTE		
Caudal Maximo Horario (Lt/seg./lote)		0.0382



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

DISEÑO DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO (ESTADO ACTUAL)

Ingrese en numero de habitantes promedio (Hab. / Viv.)	6.00
Ingrese el numero de viviendas	354
Ingrese tasa de crecimiento anual	0.00
Ingrese dotación de consumo de agua según RNE (Litro / Habitante - Dia)	220

ESTIMACION DE LA POBLACION ACTUAL

Hab. / Lote	N° Viviendas	Habitantes
6	354	2124

POBLACION FUTURA

Población Actual	2,124.00
Horizonte del Proyecto	-
Población Futura <i>Pf =</i>	2,124.00

CALCULO DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO

Poblacion Futura	2,124.00
Dotacion de Consumo de Agua	220.00
Consumo Promedio Anual (Lts/seg) <i>Qpm =</i>	5.41

Volumen de Regulacion considerando el 25% de Qpr. <i>Vregulacion =</i>	116.82
---	--------

Volumen Asumido Total (m3) <i>Vtotal =</i>	120.00
---	--------

La relacion entre el diametro y la altura del Reservoirio debe ser:

$$0.5 < D/H < 3.00$$

$$H/D = 2$$

$$H = D/2.0$$

$$\frac{\pi \cdot (D/2)^2 \cdot (D/2)}{(D^3/8)} = 120.00 \quad \text{M}^3$$

$$D^3 = 305.58$$

$$D = 6.70 \quad \text{M}$$

Y,

$$H = D/2$$

$$H = 3.35 \quad \text{M}$$

Por lo tanto tenemos,

*** Diametro del Reservoirio:**

D =	6.70	M
------------	-------------	----------

*** Altura del Reservoirio:**

Consideramos un borde libre de 0.50 m.

$$H = 3.85 \quad \text{M}$$

Entonces:

H =	4.00	M
------------	-------------	----------

COTA DE RESERVORIO 22 MSNM

BASE =	0.00	22.000	MSNM
ELEVACION MINIMA =	0.50	22.500	MSNM
ELEVACION INICIAL =	3.50	25.500	MSNM
ELEVACION MAXIMA =	4.00	26.000	MSNM



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

NUDO	Demand (L/s)	NUM DE LOTES	NUDO	Demand (L/s)	NUM DE LOTES
J59	0.229	6	J18	0.076	2
J58	0.076	2	J53	0.306	8
J57	0.191	5	J54	0.076	2
J56	0.191	5	J16	0.115	3
J55	0.038	1	J6	0.076	2
J19	0.191	5	J7	0.267	7
J20	0.191	5	J3	0.573	15
J21	0.497	13	J4	0.611	16
J22	0.42	11	J2	0.535	14
J28	0.573	15	J1	0.688	18
J26	0.191	5	J17	0.038	1
J27	0.115	3	J60	0.115	3
J24	0.306	8	J9	0.306	8
J25	0.038	1	J10	0.153	4
J23	0.229	6	J11	0.115	3
J30	0.115	3	J12	0.267	7
J29	0.229	6	J13	0.153	4
J46	0.191	5	J14	0.42	11
J47	0.115	3	J15	0.153	4
J45	0.115	3	J8	0.115	3
J43	0.229	6	J5	0.076	2
J34	0.153	4	J44	0.344	9
J32	0.42	11	J35	0.153	4
J33	0.42	11	J48	0.191	5
J36	0.229	6	J49	0.306	8
J37	0.153	4	J50	0.229	6
J38	0.038	1	J51	0.191	5
J41	0.115	3	J39	0.076	2
J42	0.191	5	J40	0.038	1
J31	0.535	14	J52	0.038	1
				13.52	



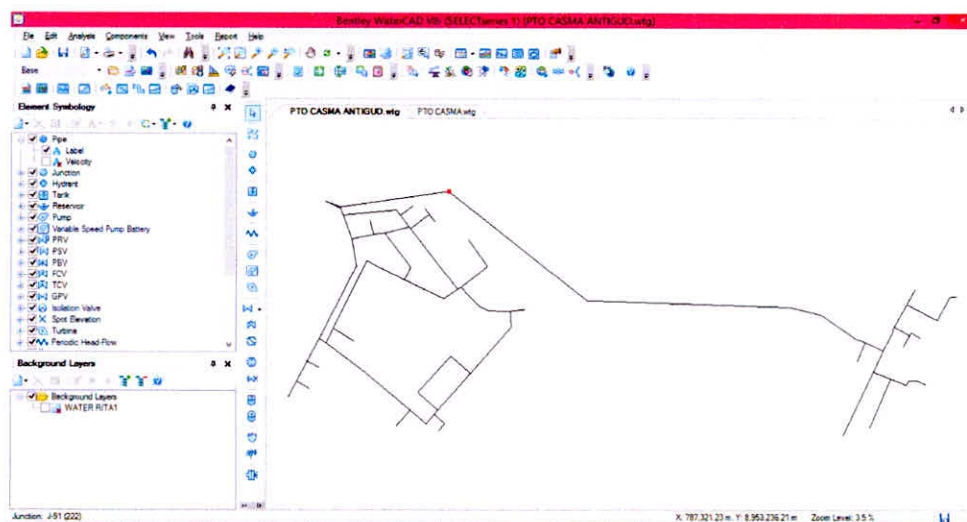
4.10. CÁLCULOS CON EL SOFTWARE WATERCAD V8i SISTEMA ACTUAL

FIGURA 9: Software Watercad V8i



Fuente: Watercad V8

FIGURA 10: Redes Del Sistema Existente

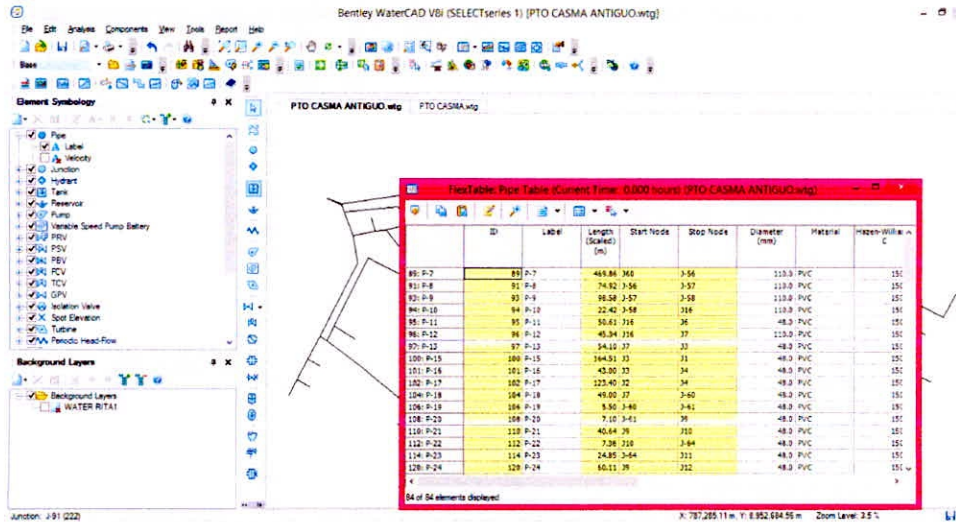


Fuente: Watercad V8i



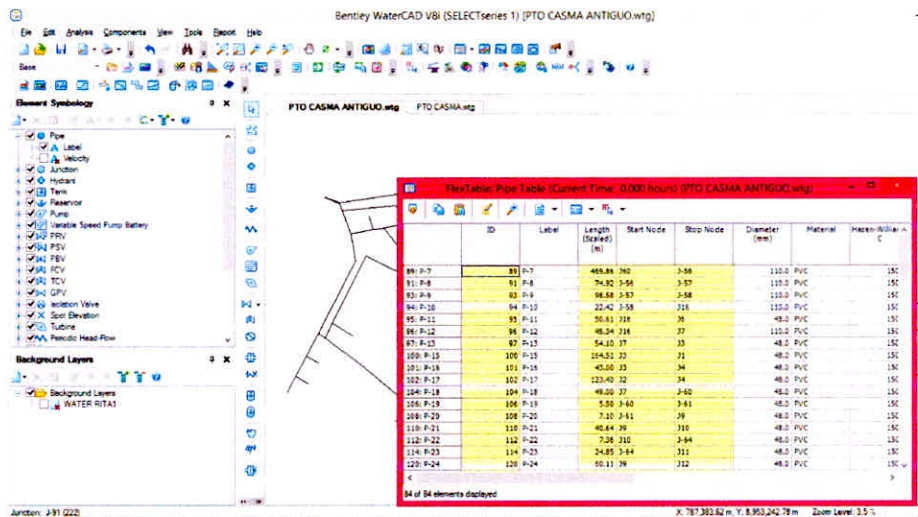
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

FIGURA 11: Ingreso de datos a los Nodos



Fuente: Elaboración Propia.

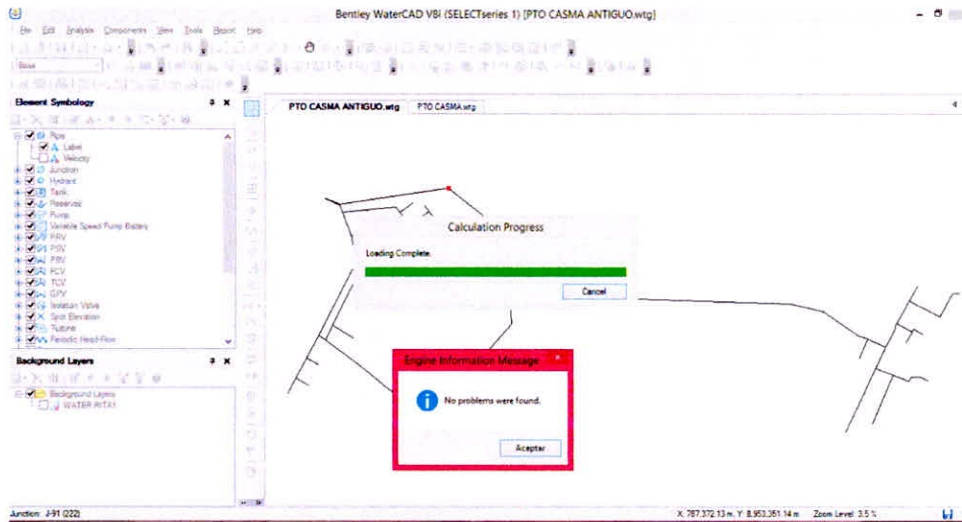
FIGURA 12: Ingreso de datos a las Tuberías



Fuente: Elaboración Propia.



FIGURA 13: Verificación de Datos y procesamiento de la Red



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10: Reporte de Reservorio

Label	Elevation (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
R-3	22	13.524	22

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 11: Resultados de los nudos

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
34	J59	12.64	0.229	15.06	2.4
35	J58	12.7	0.076	15.05	2.3
36	J57	12.37	0.191	15.02	2.6
37	J56	12.24	0.191	15.01	2.8
38	J55	12.58	0.038	15.01	2.4
39	J19	12.71	0.191	15.04	2.3
40	J20	12.84	0.191	15.03	2.2
41	J21	12.75	0.497	15.05	2.3
42	J22	12.51	0.42	15.39	2.9
43	J28	12.7	0.573	15.4	2.7
44	J26	12.84	0.191	15.06	2.2
45	J27	12.74	0.115	15.05	2.3
46	J24	13.17	0.306	14.92	1.7
47	J25	13.2	0.038	14.92	1.7
48	J23	14.29	0.229	14.9	0.6
49	J30	12.4	0.115	15.42	3
50	J29	12.6	0.229	15.42	2.8
51	J46	12.69	0.191	15.77	3.1
52	J47	12.79	0.115	16.04	3.2
53	J45	12.6	0.115	16.24	3.6
54	J43	12.6	0.229	16.92	4.3
55	J34	12.6	0.153	17.07	4.5
56	J-30	12.69	0	17.44	4.7
57	J32	12.68	0.42	17.46	4.8
58	J33	12.8	0.42	19.83	7
59	J-33	12.8	0	21.72	8.9
60	J36	12.8	0.229	17.65	4.8
61	J37	12.75	0.153	17.41	4.6
62	J38	12.65	0.038	17.41	4.7
63	J41	12.58	0.115	16.89	4.3
65	J42	12.6	0.191	16.94	4.3
66	J31	12.8	0.535	16.77	4
67	J-41	12.73	0	15.04	2.3
68	J18	12.81	0.076	15.05	2.2
69	J-43	12.4	0	15.45	3
70	J53	12.51	0.306	15.51	3
71	J54	13.07	0.076	15.5	2.4
73	J16	13.68	0.115	18.92	5.2



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

74	J6	13.52	0.076	18.92	5.4
75	J7	14.14	0.267	18.83	4.7
76	J3	13.82	0.573	16.69	2.9
77	J4	13.8	0.611	16.23	2.4
78	J2	13.81	0.535	15.95	2.1
79	J1	13.9	0.688	16.09	2.2
80	J17	12.85	0.038	15.04	2.2
86	J60	13.8	0.115	20.39	6.6
88	J-56	13.8	0	19.35	5.5
90	J-57	13.8	0	19.19	5.4
92	J-58	13.7	0	18.97	5.3
103	J-60	14	0	17.89	3.9
105	J-61	14	0	17.78	3.8
107	J9	14	0.306	17.65	3.6
109	J10	14.15	0.153	17.6	3.4
111	J-64	14.19	0	17.59	3.4
113	J11	14.35	0.115	17.59	3.2
115	J12	14.24	0.267	17.21	3
116	J13	14.25	0.153	17.2	2.9
117	J14	14.6	0.42	17	2.4
118	J-69	14.63	0	16.99	2.4
119	J15	14.81	0.153	16.99	2.2
125	J8	14.11	0.115	17.59	3.5
127	J-72	14	0	16.23	2.2
129	J-73	14	0	16.23	2.2
131	J-74	14.2	0	16.23	2
133	J5	14.26	0.076	16.23	2
150	J44	12.6	0.344	16.89	4.3
156	J35	12.63	0.153	17.06	4.4
175	J-79	12.44	0	15.24	2.8
183	J48	12.4	0.191	15.98	3.6
185	J49	12.4	0.306	15.97	3.6
187	J50	12.31	0.229	15.92	3.6
189	J51	12.2	0.191	15.91	3.7
192	J-84	12.5	0	15.73	3.2
194	J-85	12.5	0	15.67	3.2
196	J-86	12.5	0	15.54	3
205	J39	12.4	0.076	16.89	4.5
207	J40	12.4	0.038	16.89	4.5
209	J52	12	0.038	15.91	3.9
220	J-90	0	0	21.91	21.9
222	J-91	13.8	0	21.33	7.5



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

192	J-84	12.5	14.2		
194	J-85	12.5	14.4		
196	J-86	12.5	14.8		
205	J39	12.4	13.3		
207	J40	12.4	13.3		
209	J52	12	14.1		



Tabla 12: Resultados de las tuberías

Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
P-7	469.86	J60	J-56	110	PVC	150	4.623	0.49	0.002
P-8	74.92	J-56	J-57	110	PVC	150	4.623	0.49	0.002
P-9	98.58	J-57	J-58	110	PVC	150	4.623	0.49	0.002
P-10	22.42	J-58	J16	110	PVC	150	4.623	0.49	0.002
P-11	50.61	J16	J6	48	PVC	150	0.076	0.04	0
P-12	45.34	J16	J7	110	PVC	150	4.432	0.47	0.002
P-13	54.1	J7	J3	48	PVC	150	2.483	1.37	0.04
P-15	164.51	J3	J1	48	PVC	150	0.688	0.38	0.004
P-16	43	J3	J4	48	PVC	150	1.222	0.68	0.011
P-17	123.4	J2	J4	48	PVC	150	-0.535	0.3	0.002
P-18	49	J7	J-60	48	PVC	150	1.682	0.93	0.019
P-19	5.5	J-60	J-61	48	PVC	150	1.682	0.93	0.019
P-20	7.1	J-61	J9	48	PVC	150	1.682	0.93	0.019
P-21	40.64	J9	J10	48	PVC	150	0.383	0.21	0.001
P-22	7.36	J10	J-64	48	PVC	150	0.115	0.06	0
P-23	24.85	J-64	J11	48	PVC	150	0.115	0.06	0
P-24	60.11	J9	J12	48	PVC	150	0.993	0.55	0.007
P-25	40.8	J12	J13	48	PVC	150	0.153	0.08	0
P-26	79.21	J12	J14	48	PVC	150	0.573	0.32	0.003
P-27	61	J14	J-69	48	PVC	150	0.153	0.08	0
P-28	17	J-69	J15	48	PVC	150	0.153	0.08	0
P-29	31.94	J10	J8	48	PVC	150	0.115	0.06	0
P-30	39.49	J4	J-72	48	PVC	150	0.076	0.04	0
P-31	12.3	J-72	J-73	48	PVC	150	0.076	0.04	0
P-32	18.7	J-73	J-74	48	PVC	150	0.076	0.04	0
P-33	25	J-74	J5	48	PVC	150	0.076	0.04	0
P-34	36.94	J-43	J53	63	PVC	150	-0.894	0.29	0.002
P-35	34.65	J53	J54	63	PVC	150	0.076	0.02	0
P-36	60.96	J55	J56	63	PVC	150	-0.038	0.01	0
P-37	113.64	J56	J57	63	PVC	150	-0.229	0.07	0
P-38	61.78	J57	J58	63	PVC	150	-0.42	0.13	0
P-39	10.13	J58	J59	63	PVC	150	-0.665	0.21	0.001
P-40	246.57	J59	J-43	63	PVC	150	-0.894	0.29	0.002
P-41	12.66	J58	J18	63	PVC	150	0.169	0.05	0
P-43	17.3	J-33	J33	63	PVC	150	8.786	2.82	0.109
P-44	123.21	J33	J36	63	PVC	150	3.288	1.05	0.018
P-45	15.51	J36	J37	63	PVC	150	3.059	0.98	0.015
P-46	37.51	J37	J38	63	PVC	150	0.038	0.01	0
P-47	34.19	J37	J42	63	PVC	150	2.868	0.92	0.014
P-48	5.11	J42	J44	63	PVC	150	2.275	0.73	0.009
P-49	3.18	J32	J-30	63	PVC	150	2.093	0.67	0.008



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

P-50	48.7	J-30	J34	63	PVC	150	2.093	0.67	0.008
P-51	25.87	J34	J43	63	PVC	150	1.787	0.57	0.006
P-52	58.17	J43	J42	63	PVC	150	-0.402	0.13	0
P-53	32.14	J35	J34	63	PVC	150	-0.153	0.05	0
P-54	59.74	J33	J32	63	PVC	150	5.078	1.63	0.04
P-55	62.17	J32	J31	63	PVC	150	2.565	0.82	0.011
P-56	188.94	J31	J28	63	PVC	150	2.03	0.65	0.007
P-57	59.54	J28	J26	48	PVC	150	0.879	0.49	0.006
P-58	51.97	J26	J24	48	PVC	150	0.573	0.32	0.003
P-59	42.74	J24	J23	48	PVC	150	0.229	0.13	0
P-60	35.14	J24	J25	48	PVC	150	0.038	0.02	0
P-61	32.93	J26	J27	48	PVC	150	0.115	0.06	0
P-62	18.6	J28	J22	63	PVC	150	0.578	0.19	0.001
P-63	58.44	J29	J30	63	PVC	150	0.115	0.04	0
P-64	37.83	J22	J29	63	PVC	150	-0.666	0.21	0.001
P-65	174.53	J46	J29	63	PVC	150	1.01	0.32	0.002
P-66	97.99	J46	J47	63	PVC	150	-1.201	0.39	0.003
P-67	33.03	J47	J45	63	PVC	150	-1.845	0.59	0.006
P-68	100.23	J45	J43	63	PVC	150	-1.96	0.63	0.007
P-69	54.85	J41	J44	63	PVC	150	-0.229	0.07	0
P-71	108.95	J22	J-79	63	PVC	150	0.824	0.26	0.001
P-72	140.8	J-79	J21	63	PVC	150	0.824	0.26	0.001
P-73	49.97	J21	J20	48	PVC	150	0.191	0.11	0
P-74	48.67	J21	J19	63	PVC	150	0.136	0.04	0
P-75	28.83	J19	J18	63	PVC	150	-0.055	0.02	0
P-76	32.42	J18	J-41	48	PVC	150	0.038	0.02	0
P-77	21.64	J-41	J17	48	PVC	150	0.038	0.02	0
P-78	100.8	J47	J48	63	PVC	150	0.529	0.17	0.001
P-79	38.9	J48	J49	63	PVC	150	0.338	0.11	0
P-80	8.64	J49	J50	63	PVC	150	1.734	0.56	0.005
P-81	78.88	J50	J51	63	PVC	150	0.229	0.07	0
P-82	177.34	J44	J49	63	PVC	150	1.702	0.55	0.005
P-83	60.86	J50	J-84	63	PVC	150	1.276	0.41	0.003
P-84	20.72	J-84	J-85	63	PVC	150	1.276	0.41	0.003
P-85	40.72	J-85	J-86	63	PVC	150	1.276	0.41	0.003
P-86	12.76	J-86	J53	63	PVC	150	1.276	0.41	0.003
P-93	17.51	J41	J39	63	PVC	150	0.076	0.02	0
P-94	22.52	J41	J40	63	PVC	150	0.038	0.01	0
P-95	75.36	J52	J51	63	PVC	150	-0.038	0.01	0
P-98	39.31	R-3	J-33	110	PVC	150	8.786	0.92	0.007
P-99	39.22	R-3	J-90	110	PVC	150	4.738	0.5	0.002
P-100	251.49	J-90	J-91	110	PVC	150	4.738	0.5	0.002
P-101	409.07	J-91	J60	110	PVC	150	4.738	0.5	0.002
37.89	J-6	59	110	PVC	150	10.534			
17.51	J41	J39	63	PVC	150	0.092			



22.52	J41	J40	63	PVC	150	0.046			
75.36	J52	J51	63	PVC	150	-0.046			
2.43	J-2	J-1	63	PVC	150	-10.534			
3.42	R-1	J-1	63	PVC	150	16.212			

Analizando los resultados del sistema actual de los Centros Poblados Barrio Piura y Puerto Casma se observa que presentan presiones que no cumplen los parámetros mínimos y máximos requeridos, lo que nos da la idea que existe problemas de abastecimiento en dichos nudos. Pudiendo ser que los diámetros de las tuberías son pequeños o tal el diámetro de la aducción o la cota de fondo del reservorio no es la mínima requerida. Asimismo, cabe indicar que, las tuberías existentes ya cumplieron con el tiempo de vida útil y presentan fugas.

Según los resultados obtenidos del sistema como se encuentra funcionando actualmente (año 2018) es que se ha proyectado un nuevo trazo del sistema, tratando de obtener un adecuado y optimo sistema de abastecimiento de agua el cual cumpla con los parámetros mínimos y máximos requerido.

Teniendo que para ello obtener un nuevo cuadro de datos para ser ingresados al Programa watercad para modelar el sistema de Barrio Piura y Puerto Casma y analizar su resultado.



4.11. CÁLCULOS DEL SISTEMA PROYECTADO

PARAMETROS BASE PARA CALCULO HIDRAULICO (PROYECTADO) CP. PUERTO CASMA Y BARRIO PIURA		
Ingrese en numero de habitantes promedio (Hab. / Viv.)		6.00
Ingrese el numero de viviendas		354
Ingrese tasa de crecimiento anual	%	10.00
Ingrese horizonte del proyecto		20
Ingrese dotación de consumo de agua según RNE (Litro / Habitante - Dia)		220
% de aporte de agua residuales según RNE		80.00%
ESTIMACION DE LA POBLACION ACTUAL		
Hab. / Lote	N° Viviendas	Habitantes
6.00	354.00	2124.00
POBLACION ACTUAL Y FUTURA		
Tasa de Crecimiento		10.00
Densidad Poblacional (Habitantes / Vivienda)		6.00
Población Actual		2,124.00
Horizonte del Proyecto		20
Población Futura		2,549.00
EL DISEÑO DE CAUDALES, SE EXPRESAN EN LAS SIGUIENTES EXPRESIONES		
Parámetro	Formula	Resultado
Caudal Promedio (Lt/seg.)	$Q_p = P_f \times \text{Dotación} / 86,400$	6.49
Caudal Maximo Diario (Lt/seg.)	$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$	8.44
Caudal Maximo Horario (Lt/seg.)	$Q_{mdh} = 2.5 \times Q_p$	16.23
CAUDAL MAXIMO HORARIO POR LOTE		
Caudal Maximo Horario (Lt/seg./lote)		0.0458



DISEÑO DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO (PROYECTADO)

Ingrese en numero de habitantes promedio (Hab. / Viv.)	6.00
Ingrese el numero de viviendas	354
Ingrese tasa de crecimiento anual	10.00
Ingrese dotación de consumo de agua según RNE (Litro / Habitante - Día)	220

ESTIMACION DE LA POBLACION ACTUAL

Hab. / Lote	Nº Viviendas	Habitantes
6	354	2124

POBLACION FUTURA

Población Actual	2,124.00
Horizonte del Proyecto	20
Población Futura <i>Pf =</i>	2,548.80

CALCULO DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO

Poblacion Futura	2,548.80
Dotacion de Consumo de Agua	220.00
Consumo Promedio Anual (Lts/seg) <i>Qpm =</i>	6.49

Volumen de Regulacion considerando el 25% de Qpr <i>Vregulacion =</i>	140.18
--	---------------

Volumen Asumido Total (m3) <i>Vtotal =</i>	140.00
---	---------------

La relacion entre el diametro y la altura del Reservoirio debe ser:

$$0.5 < D/H < 3.00$$

$$H/D = 2$$

$$H = D/2.0$$

$$\pi \cdot (D/2)^2 \cdot (D/2) = 140.00 \quad M3$$

$$(D^3/8) = 44.56$$

$$D^3 = 356.51$$

$$D = 7.10 \quad M$$

Y,

$$H = D/2$$

$$H = 3.55 \quad M$$

Por lo tanto tenemos,

*** Diametro del Reservoirio:**

D =	7.10	M
------------	-------------	----------

*** Altura del Reservoirio:**

Consideramos un borde libre de 0.50 m.

$$H = 4.05 \quad M$$

Entonces:

H =	4.00	M
------------	-------------	----------

COTA DE RESERVORIO	33.5 MSNM		
BASE =	0.00	33.500	MSNM
ELEVACION MINIMA =	0.50	34.000	MSNM
ELEVACION INICIAL =	3.50	37.000	MSNM
ELEVACION MAXIMA =	4.00	37.500	MSNM

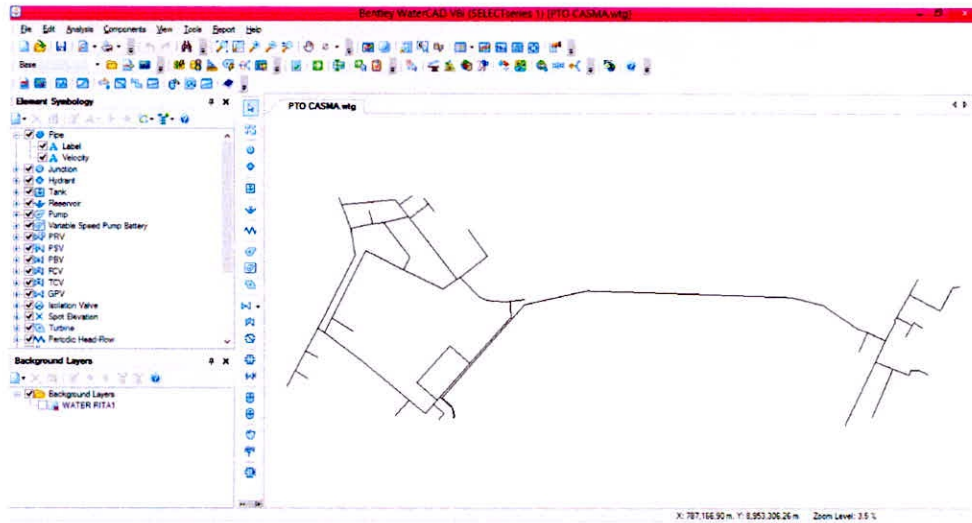


Cuadro de Caudales proyectado

NUDO	CAUDAL (L/s)	N. DE LOTES	NUDO	CAUDAL (L/s)	N. DE LOTES
J-59	0.275	5	J18	0.092	2
J58	0.092	2	J53	0.366	8
J57	0.229	5	J54	0.092	2
J56	0.229	5	J16	0.137	3
J55	0.046	1	J6	0.092	2
J19	0.229	5	J7	0.321	7
J20	0.229	5	J3	0.687	15
J21	0.595	13	J4	0.733	16
J22	0.504	11	J2	0.641	14
J28	0.687	15	J1	0.824	18
J26	0.229	5	J17	0.046	1
J27	0.137	3	J60	0.137	3
J24	0.366	8	J9	0.366	8
J25	0.046	1	J10	0.183	4
J23	0.275	6	J11	0.137	3
J30	0.137	3	J12	0.321	7
J29	0.275	6	J13	0.183	4
J46	0.229	5	J14	0.504	11
J47	0.137	3	J15	0.183	4
J45	0.137	3	J8	0.137	3
J43	0.275	6	J5	0.092	2
J34	0.183	4	J44	0.412	9
J32	0.504	11	J35	0.183	4
J33	0.504	11	J48	0.229	5
J36	0.275	6	J49	0.366	8
J37	0.183	4	J50	0.275	6
J38	0.046	1	J51	0.229	5
J41	0.137	3	J39	0.092	2
J42	0.229	5	J40	0.046	1
J31	0.641	14	J52	0.046	1
			TOTAL	16.232	

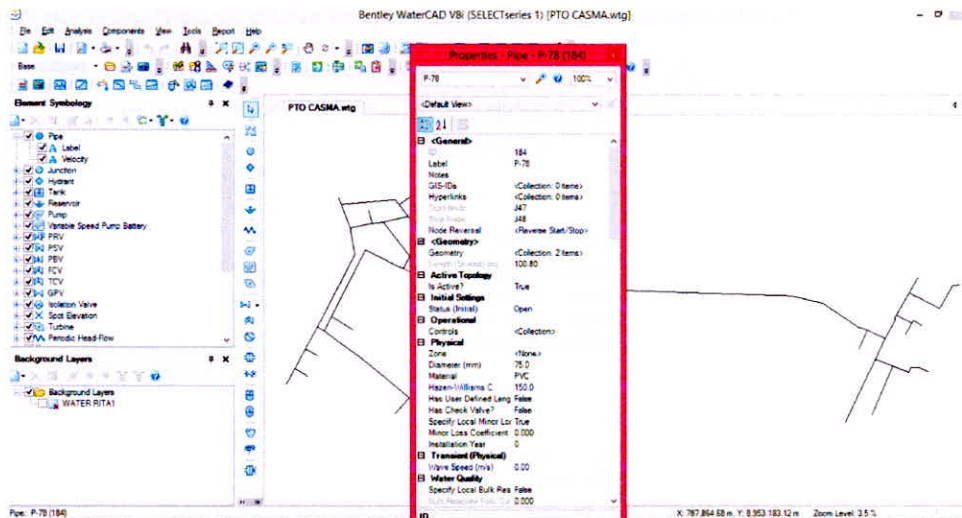


FIGURA 14: Red de Agua Potable Proyectada



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 15: Ingreso de datos de la Tubería

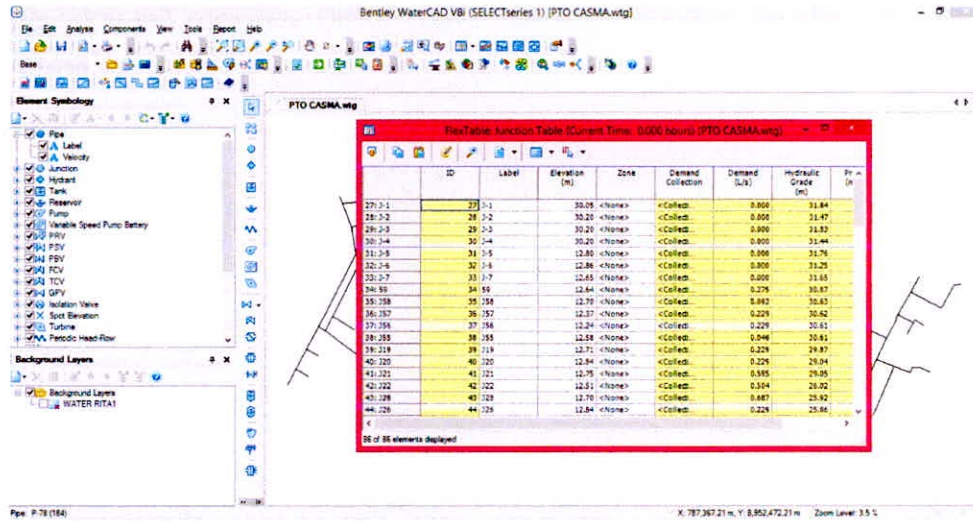


Fuente: Elaboración Propia.



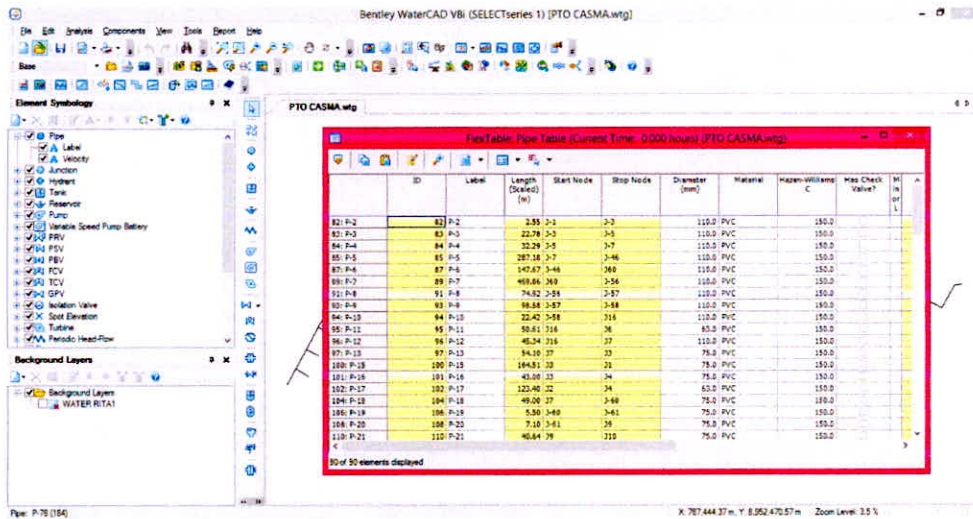
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

FIGURA 16: Ingreso de datos a los Nodos



Fuente: Elaboración Propia.

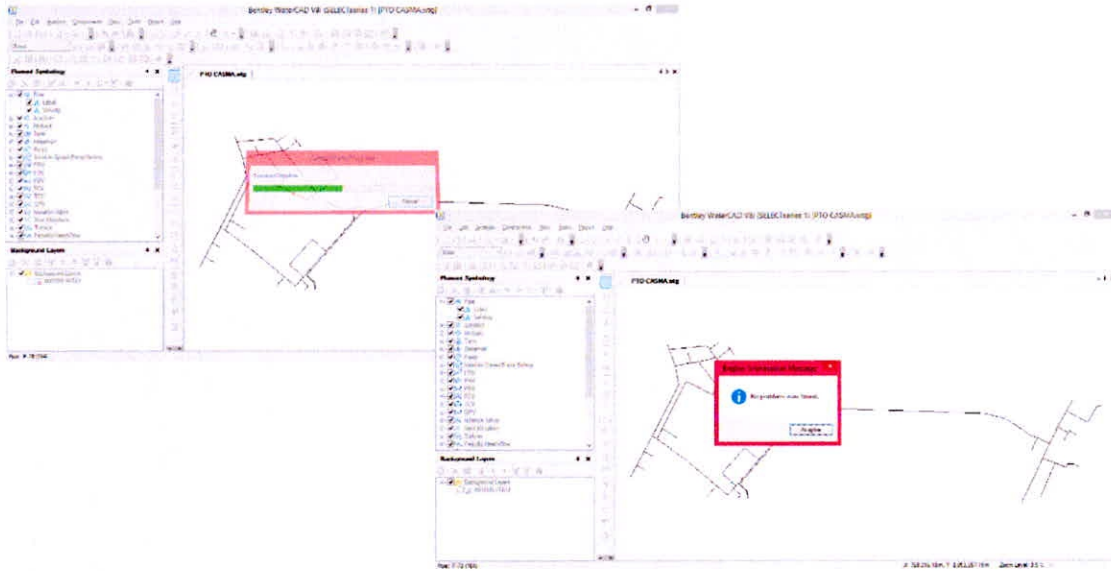
FIGURA 17: Ingreso de datos a las Tuberías



Fuente: Elaboración Propia.



FIGURA 18: Verificación de Datos y procesamiento de la Red



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Reporte de Reservorio

Label	Elevation (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
R-1	33	16.228	33

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 14: Resultados de los nudos proyectado

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
27	J-1	30.05	0	31.84	1.8
28	J-2	30.2	0	31.47	1.3
29	J-3	30.2	0	31.83	1.6
30	J-4	30.2	0	31.44	1.2
31	J-5	12.8	0	31.76	18.9
32	J-6	12.86	0	31.25	18.4
33	J-7	12.65	0	31.65	19
34	59	12.64	0.275	30.87	18.2
35	J58	12.7	0.092	30.63	17.9
36	J57	12.37	0.229	30.62	18.2
37	J56	12.24	0.229	30.61	18.3
38	J55	12.58	0.046	30.61	18
39	J19	12.71	0.229	29.87	17.1
40	J20	12.84	0.229	29.04	16.2
41	J21	12.75	0.595	29.05	16.3
42	J22	12.51	0.504	26.02	13.5
43	J28	12.7	0.687	25.92	13.2
44	J26	12.84	0.229	25.86	13
45	J27	12.74	0.137	25.86	13.1
46	J24	13.17	0.366	25.84	12.6
47	J25	13.2	0.046	25.84	12.6
48	J23	14.29	0.275	25.84	11.5
49	J30	12.4	0.137	25.95	13.5
50	J29	12.6	0.275	25.95	13.3
51	J46	12.69	0.229	25.91	13.2
52	J47	12.79	0.137	25.9	13.1
53	J45	12.6	0.137	25.86	13.2
54	J43	12.6	0.275	25.75	13.1
55	J34	12.6	0.183	25.74	13.1
56	J-30	12.69	0	25.73	13
57	J32	12.68	0.504	25.73	13
58	J33	12.8	0.504	25.72	12.9
59	J-33	12.8	0	25.72	12.9
60	J36	12.8	0.275	25.73	12.9
61	J37	12.75	0.183	25.73	13
62	J38	12.65	0.046	25.73	13.1
63	J41	12.58	0.137	25.74	13.1
65	J42	12.6	0.229	25.75	13.1



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

66	J31	12.8	0.641	25.74	12.9
67	J-41	12.73	0	30.39	17.6
68	J18	12.81	0.092	30.39	17.5
69	J-43	12.4	0	27.89	15.5
70	J53	12.51	0.366	27.45	14.9
71	J54	13.07	0.092	27.45	14.3
72	J-46	12.88	0	30.73	17.8
73	J16	13.68	0.137	28.2	14.5
74	J6	13.52	0.092	28.2	14.7
75	J7	14.14	0.321	28.07	13.9
76	J3	13.82	0.687	27.73	13.9
77	J4	13.8	0.733	27.66	13.8
78	J2	13.81	0.641	27.55	13.7
79	J1	13.9	0.824	27.64	13.7
80	J17	12.85	0.046	30.39	17.5
86	J60	13.8	0.137	30.25	16.4
88	J-56	13.8	0	28.81	15
90	J-57	13.8	0	28.57	14.7
92	J-58	13.7	0	28.27	14.5
103	J-60	14	0	27.92	13.9
105	J-61	14	0	27.91	13.9
107	J9	14	0.366	27.89	13.9
109	J10	14.15	0.183	27.88	13.7
111	J-64	14.19	0	27.88	13.7
113	J11	14.35	0.137	27.88	13.5
115	J12	14.24	0.321	27.82	13.5
116	J13	14.25	0.183	27.81	13.5
117	J14	14.6	0.504	27.78	13.2
118	J-69	14.63	0	27.78	13.1
119	J15	14.81	0.183	27.78	12.9
125	J8	14.11	0.137	27.88	13.7
127	J-72	14	0	27.66	13.6
129	J-73	14	0	27.66	13.6
131	J-74	14.2	0	27.66	13.4
133	J5	14.26	0.092	27.66	13.4
150	J44	12.6	0.412	25.75	13.1
156	J35	12.63	0.183	25.73	13.1
175	J-79	12.44	0	27.34	14.9
183	J48	12.4	0.229	26.01	13.6
185	J49	12.4	0.366	26.07	13.6
187	J50	12.31	0.275	26.13	13.8
189	J51	12.2	0.229	26.11	13.9



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

192	J-84	12.5	0	26.72	14.2
194	J-85	12.5	0	26.92	14.4
196	J-86	12.5	0	27.32	14.8
205	J39	12.4	0.092	25.74	13.3
207	J40	12.4	0.046	25.74	13.3
209	J52	12	0.046	26.11	14.1

Fuente: Reporte del Software Watercad



Tabla 15: Resultado de las Tuberías

Label	Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
P-2	2.55	J-1	J-3	110	PVC	150	5.678	0.6	0.003
P-3	22.78	J-3	J-5	110	PVC	150	5.678	0.6	0.003
P-4	32.29	J-5	J-7	110	PVC	150	5.678	0.6	0.003
P-5	287.18	J-7	J-46	110	PVC	150	5.678	0.6	0.003
P-6	147.67	J-46	J60	110	PVC	150	5.678	0.6	0.003
P-7	469.86	J60	J-56	110	PVC	150	5.541	0.58	0.003
P-8	74.92	J-56	J-57	110	PVC	150	5.541	0.58	0.003
P-9	98.58	J-57	J-58	110	PVC	150	5.541	0.58	0.003
P-10	22.42	J-58	J16	110	PVC	150	5.541	0.58	0.003
P-11	50.61	J16	J6	63	PVC	150	0.092	0.03	0
P-12	45.34	J16	J7	110	PVC	150	5.312	0.56	0.003
P-13	54.1	J7	J3	75	PVC	150	2.977	0.67	0.006
P-15	164.51	J3	J1	75	PVC	150	0.824	0.19	0.001
P-16	43	J3	J4	75	PVC	150	1.466	0.33	0.002
P-17	123.4	J2	J4	63	PVC	150	-0.641	0.21	0.001
P-18	49	J7	J-60	75	PVC	150	2.014	0.46	0.003
P-19	5.5	J-60	J-61	75	PVC	150	2.014	0.46	0.003
P-20	7.1	J-61	J9	75	PVC	150	2.014	0.46	0.003
P-21	40.64	J9	J10	75	PVC	150	0.457	0.1	0
P-22	7.36	J10	J-64	75	PVC	150	0.137	0.03	0
P-23	24.85	J-64	J11	75	PVC	150	0.137	0.03	0
P-24	60.11	J9	J12	75	PVC	150	1.191	0.27	0.001
P-25	40.8	J12	J13	63	PVC	150	0.183	0.06	0
P-26	79.21	J12	J14	75	PVC	150	0.687	0.16	0
P-27	61	J14	J-69	63	PVC	150	0.183	0.06	0
P-28	17	J-69	J15	63	PVC	150	0.183	0.06	0
P-29	31.94	J10	J8	75	PVC	150	0.137	0.03	0
P-30	39.49	J4	J-72	75	PVC	150	0.092	0.02	0
P-31	12.3	J-72	J-73	63	PVC	150	0.092	0.03	0
P-32	18.7	J-73	J-74	63	PVC	150	0.092	0.03	0
P-33	25	J-74	J5	63	PVC	150	0.092	0.03	0
P-34	36.94	J-43	J53	75	PVC	150	4.232	0.96	0.012
P-35	34.65	J53	J54	63	PVC	150	0.092	0.03	0
P-36	60.96	J55	J56	75	PVC	150	-0.046	0.01	0
P-37	113.64	J56	J57	75	PVC	150	-0.275	0.06	0
P-38	61.78	J57	J58	75	PVC	150	-0.504	0.11	0
P-39	10.13	J58	J59	75	PVC	150	-6.027	1.36	0.023
P-40	246.57	J59	J-43	75	PVC	150	4.232	0.96	0.012
P-41	12.66	J58	J18	75	PVC	150	5.431	1.23	0.019
P-43	17.3	J-33	J33	63	PVC	150	0	0	0
P-44	123.21	J33	J36	75	PVC	150	-0.207	0.05	0
P-45	15.51	J36	J37	75	PVC	150	-0.482	0.11	0



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

P-46	37.51	J37	J38	63	PVC	150	0.046	0.01	0
P-47	34.19	J37	J42	75	PVC	150	-0.711	0.16	0
P-48	5.11	J42	J44	75	PVC	150	-0.812	0.18	0.001
P-49	3.18	J32	J-30	75	PVC	150	-0.382	0.09	0
P-50	48.7	J-30	J34	75	PVC	150	-0.382	0.09	0
P-51	25.87	J34	J43	75	PVC	150	-0.748	0.17	0
P-52	58.17	J43	J42	75	PVC	150	0.128	0.03	0
P-53	32.14	J35	J34	63	PVC	150	-0.183	0.06	0
P-54	59.74	J33	J32	75	PVC	150	-0.297	0.07	0
P-55	62.17	J32	J31	75	PVC	150	-0.419	0.09	0
P-56	188.94	J31	J28	75	PVC	150	-1.06	0.24	0.001
P-57	59.54	J28	J26	75	PVC	150	1.053	0.24	0.001
P-58	51.97	J26	J24	75	PVC	150	0.687	0.16	0
P-59	42.74	J24	J23	75	PVC	150	0.275	0.06	0
P-60	35.14	J24	J25	63	PVC	150	0.046	0.01	0
P-61	32.93	J26	J27	63	PVC	150	0.137	0.04	0
P-62	18.6	J28	J22	75	PVC	150	-2.8	0.63	0.006
P-63	58.44	J29	J30	63	PVC	150	0.137	0.04	0
P-64	37.83	J22	J29	63	PVC	150	0.936	0.3	0.002
P-65	174.53	J46	J29	75	PVC	150	-0.524	0.12	0
P-66	97.99	J46	J47	75	PVC	150	0.295	0.07	0
P-67	33.03	J47	J45	75	PVC	150	1.288	0.29	0.001
P-68	100.23	J45	J43	75	PVC	150	1.151	0.26	0.001
P-69	54.85	J41	J44	63	PVC	150	-0.275	0.09	0
P-71	108.95	J22	J-79	75	PVC	150	-4.24	0.96	0.012
P-72	140.8	J-79	J21	75	PVC	150	-4.24	0.96	0.012
P-73	49.97	J21	J20	63	PVC	150	0.229	0.07	0
P-74	48.67	J21	J19	75	PVC	150	-5.064	1.15	0.017
P-75	28.83	J19	J18	75	PVC	150	-5.293	1.2	0.018
P-76	32.42	J18	J-41	63	PVC	150	0.046	0.01	0
P-77	21.64	J-41	J17	63	PVC	150	0.046	0.01	0
P-78	100.8	J47	J48	75	PVC	150	-1.13	0.26	0.001
P-79	38.9	J48	J49	75	PVC	150	-1.359	0.31	0.001
P-80	8.64	J49	J50	75	PVC	150	-3.224	0.73	0.007
P-81	78.88	J50	J51	63	PVC	150	0.275	0.09	0
P-82	177.34	J44	J49	75	PVC	150	-1.499	0.34	0.002
P-83	60.86	J50	J-84	75	PVC	150	-3.774	0.85	0.01
P-84	20.72	J-84	J-85	75	PVC	150	-3.774	0.85	0.01
P-85	40.72	J-85	J-86	75	PVC	150	-3.774	0.85	0.01
P-86	12.76	J-86	J53	75	PVC	150	-3.774	0.85	0.01
P-88	2.52	J-2	J-4	110	PVC	150	10.534	1.11	0.01
P-89	18.66	J-4	J-6	110	PVC	150	10.534	1.11	0.01
P-90	37.89	J-6	59	110	PVC	150	10.534	1.11	0.01
P-93	17.51	J41	J39	63	PVC	150	0.092	0.03	0
P-94	22.52	J41	J40	63	PVC	150	0.046	0.01	0



P-95	75.36	J52	J51	63	PVC	150	-0.046	0.01	0
P-96	2.43	J-2	J-1	63	PVC	150	10.534	3.38	0.153
P-97	3.42	R-1	J-1	63	PVC	150	16.212	5.2	0.34

Fuente: Reporte del Software Watercad

Según los resultados obtenidos del nuevo trazo del sistema proyectado en el programa watercad, se pudo observar que el sistema de abastecimiento de agua proyectado para el año 2038 para los Centros Poblados de Barrio Piura y Puerto Casma si cumple con los parámetros mínimos y máximos requerido.



Tabla 16: Calculo de Potencia de la Bomba

VERIFICACION DE BOMBAS TIPO SUMERGIBLE

Qmaxd =	8.44 lps	Caudal maximo diario
N =	13 hrs	Numero de horas de bombeo por dia
Qb =	15.58 lps	Caudal de bombeo, $Q_b = Q_{maxd} * 24 / N$

Calculo del diametro de la tubería de impulsión

D =	11.78 cm	Diametro según Dresser, $D = 1,3 * (N/24)^{1/4} * (Q_b/1000)^{1/2} * 100$
D =	9.96 cm	Diametro min para que la velocidad en la tubería sea menor a 2 m/s
Dc =	4 plg	Diametro comercial (110mm)

Calculo de la altura dinámica total

CR =	37 m	Cota de llegada del reservorio
CT =	33 m	Cota de terreno
NE =	4 m	Nivel estático
Hg =	8.00 m	Altura geométrica desde el nivel estatico hasta el punto mas alto de la línea de impulsión.

A =	3 m	Abatimiento
Ps =	5 m	Presión de salida

L =	1906 m	
C =	150 (p/s) ^{0,5}	
Hf =	58.10 m	Perdida de carga por longitud

Le =	150 m	Longitud equivalente de los accesorios
Hfa =	6.00 m	Perdida de carga por accesorios

Hdt =	80.10 m	Altura dinámica total, $H_{dt} = H_g + A + P_s + H_f + H_{fa}$
-------	---------	--

Golpe de ariete

K =	2.15E+08 kg/cm ²	Modulo de elasticidad del agua
E =	2.4E+09 kg/cm ²	Modulo de elasticidad del material de la tubería
De =	0.1176 m	Diametro exterior, $D_e = D + 2 * e$
e =	0.008 m	espesor de la tubería
Vw =	953.93 m/s	Velocidad de la onda de presión

Tc =	3.9961 seg	Tiempo crítico $T_c = 2 * L / V_w$
------	------------	------------------------------------

V =	1.92 m/s	Velocidad media ($V = Q/A$)
g =	9.81 m/seg ²	Aceleración de la gravedad
h =	186.89 m/seg ²	Sobrepresion

Pmax =	194.89 m	Presión máxima, $P_{max} = H_g + h$
--------	----------	-------------------------------------

Calculo de la potencia

n =	75 %	eficiencia
Pe =	1 kg/lt	densidad del agua
Pot =	22.19 HP	Potencia de la bomba
Pot =	25.00 HP	Potencia de la bomba



CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES



CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- Después de haber realizado la inspección insitu y la evaluación hidráulica del sistema existente Barrio Piura y Puerto Casma, se concluyó que el sistema actual había cumplido su vida útil, tanto en tubería, válvulas, reservorio entre otros determinamos que los componentes del sistema han superado su vida útil para lo cual fue diseñado, en el siguiente cuadro se muestra:

Tabla 17: Comparación Actual y Proyectado

Descripción	Existente	Proyectado
Datos generales		
Población Beneficiada	2124	2549
Qmd	7.03lts/seg	8.44lts/seg
LINEA DE CONDUCCION		
Diámetro	75mm	110mm
Caudal de bombeo	12.98 lts/seg	15.58 lts/seg
Tubería PVC	si	si
Clase de Tubería	7.5	7.5
Estado de conservación	malo	Muy bueno
RESERVORIO		
Volumen	36 m3	140 m3
Estado de conservación	malo	Muy bueno
RED DE DISTRIBUCION		
Estado	malo	Muy bueno
Válvula de Control	si	si

Fuente: Elaboración propia



- Se realizó el modelamiento hidráulico antes y se diseñó las nuevas redes, así también como se calculó el nuevo volumen del reservorio, en base a los estudios básicos de ingeniería como es la topografía, y el cálculo de la población.
- Por ello se concluyó que se requiere realizar el mejoramiento del sistema de agua potable, debido a que es deficiente por no brindar un servicio óptimo, continuo y seguro para la población.
- El diseño propuesto fue realizado para que sea eficiente y funcional, para que la población del Barrio Piura y Puerto Casma sea abastecida de manera equitativa hasta el año 2038.
- La dotación adoptada para este diseño fue de 220 l/hab/d según: "MVCS, RNE – OS.100: Consideraciones Básicas De Diseño De Infraestructura Sanitaria, 2012."
- El caudal de diseño fue obtenido en base al valor de dotación, población futura y los factores K1 y K2 (factor máximo diario y factor máximo horario respectivamente), estableciéndose en: 8.44 lt/seg. y 16.23 lt/seg, Calculado según: "MVCS, RNE – OS.100: Consideraciones Básicas de diseño de Infraestructura Sanitaria, 2012."
- El material elegido para la tubería fue de acuerdo con los resultados obtenidos: Policloruro de vinilo (PVC - Clase 7.5).
- El volumen necesario para abastecer a la población futura para el año 2038 es de 140m³, calculado según lo establecido en el "MVCS,



RNE - OS.030: Almacenamiento de Agua para Consumo Humano, 2012.”

- La red de distribución fue diseñado a presión y tuberías de PVC – clase 7.5 de diámetro 2” y 3” (ver Plano - 06: Resultados WaterCad – Red de Agua Potable Diseño) obteniéndose velocidades entre 0.02 - 1.23 m/s siendo algunas menores a lo establecido en el RNE, Esto se debe principalmente a que se trata de tramos de tuberías con poco caudal.
- Las presiones varían entre 12.90 – 18.90mca, cumpliendo así lo establecido por el “MVCS, RNE – OS.050: Redes de Distribución De Agua Para Consumo Humano, 2012.” Mientras que para la tubería de aducción de PVC – clase 7.5 se consideró un diámetro de 110MM”.
- Para la tubería de PVC – clase 7.5 desagüe se obtuvo un diámetro de 8”, de rebose 8” y de ventilación de 4” calculado Según “MVCS, RNE - OS.030: Almacenamiento De Agua Para Consumo Humano, 2012.”



5.2. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda utilizar tuberías de Policloruro de vinilo (PVC – clase 7.5); por ser rentable, resistente y liviano.
- Se recomienda la instalación de micromedidores con el objeto de controlar el consumo y posibles pérdidas de agua en la red.
- Se recomienda realizar una desinfección del agua, mediante la utilización de cloro en el reservorio, antes de ser distribuida a la población.
- Se recomienda que la caseta de bombeo cuente con medidor de caudal, manómetro de descarga y clorinador; esto para tener un registro del consumo de agua.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo de cada uno de los elementos del sistema de agua potable con el objeto de garantizar, que el sistema logre durar su vida útil.



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL C.P. DE BARRIO PIURA
Y PUERTO CASMA, DISTRITO DE COMANDANTE NOEL, PROVINCIA DE CASMA - ANCASH"

CAPÍTULO VI
REFERENCIAS
BIBLIOGRAFICAS



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arocha, S. (1977). *Abastecimientos de Agua: Teoría y Diseño*. Venezuela: Vega S.R.L.
- Basualdo, S. (2013). *Población de Diseño: Métodos de Cálculo Poblacional*. Lima: UNI.
- Fernández, M., De Araujo, R., & Eiji, A. (1998). *Manual de Hidráulica*. Brasil: Edgard Blücher LTDA.
- García Trisolini, E. (2009). *Manual de proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales*. Lima: SE.
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: J.B.Grafic.
- Ministerio de Salud, D. (2005). *Abastecimiento de agua y saneamiento para poblaciones rurales y urbanas marginales*. Lima: Cosude.
- Ministerio de vivienda, Construcción y saneamiento. (2012). *Guía de Opciones Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para Centros Poblados del Ámbito Rural*. Lima: EL PERUANO.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2012). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Macro.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, P., Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social, M., & Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social, F. (2004).



- *Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales.* Lima: Gobierno del Perú.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la Calidad del Agua Potable.* Suiza: OMS.
- Vierendel (1993). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*, Cuarta Edición, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Peru.
- Water Cad V8i- Bentley Systems, Incorporated (2008) *Manual de Usuario.*