

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA



PROYECTO PROFESIONAL

**“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO EN EL CASERÍO YANAMARCA – SECTOR INGAPILA,
DISTRITO DE LLACANORA – CAJAMARCA – CAJAMARCA”**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por el bachiller:

MELCHOR PAJARES DÍAZ

ASESOR:

MCs. Ing. GASPAR MÉNDEZ CRUZ

CAJAMARCA – PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

**"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"**

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca, nuestra alma mater, y a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería que contribuyeron a nuestra formación profesional, en especial a mi Asesor el MCs. Ing. Gaspar Méndez Cruz, por el apoyo desinteresado e incondicional que me brindo para el desarrollo del presente Proyecto Profesional. Así mismo, hago un especial reconocimiento a todos aquellos familiares y amigos que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo del presente Proyecto.

El Autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

DEDICADO A:

Dedico este proyecto a Dios, a mis padres: José y Ángela, por su constante apoyo y comprensión para poder lograr mis objetivos, a mis hermanas, y a quienes me ayudaron a hacer realidad esta aspiración.

Melchor Pajares Díaz

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

RESUMEN

El proyecto profesional denominado "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca", tiene como objetivo realizar el estudio para ampliar y mejorar el sistema actual de agua potable y saneamiento para una población de 1065 habitantes de dicha localidad.

El sistema de agua potable actual fue construido por el Ministerio de Salud hace 21 años, razón por la cual ya ha cumplido su periodo de diseño y las estructuras existentes se encuentran en muy mal estado ocasionando esto la discontinuidad del servicio.

El proyecto consiste en proporcionar un servicio de agua potable por bombeo, que se basa en captar las aguas de un manantial denominado Ingapila que se encuentra ubicado a 400 m de la Plaza Iscocongá. Se bombeará un caudal de 3.07 l/s en una tubería de 622.00 m de longitud con un diámetro de 3" y material PVC - clase 7.5 kg/cm².

El caudal de bombeo necesario por el proyecto se llevará a cabo a través de una estación de bombeo que consta de dos bombas del tipo centrifuga horizontal de 5.7 HP y que se ubican encima del tanque cisterna de 40 m³, dicho caudal se bombeará hacia un reservorio de 40 m³ que se ubica a 47.40 m de altura y 622 m de longitud.

En las redes de distribución se utilizará tubería de PVC – Clase 7.5 kg/cm², cuyos diámetros son 3" (3775.40 m), 2" (1678.60 m), 1" (1646.15 m), ¾" (6827.70 m) y ½" (5820.00 m) para un caudal de 2.56 l/s; también está prevista la instalación de válvulas de control (13), válvulas de purga (19) y válvulas de aire (03).

El proyecto también incluye la construcción de 217 piletas domiciliarias y 161 unidades básicas de saneamiento (UBS) del tipo arrastre hidráulico con tratamiento en biodigestores y deposición final de las aguas tratadas en zanjas de infiltración.

El presupuesto del proyecto asciende a la suma de S/. 2'693,892.61 (Dos millones seiscientos noventa y tres mil ochocientos noventa y dos con 61/100 nuevos soles), y el tiempo de ejecución se ha previsto para 150 días calendario (5 meses).

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

ABSTRACT

The professional project called "Improvement and expansion of the system of Potable Water and Sanitation in the hamlet Yanamarca - Ingapila Sector, District of Llacanora - Cajamarca - Cajamarca", has as objective to carry out the study to expand and improve the current system for drinking water and basic sanitation for a population of 1065 inhabitants of this town.

The potable water system current was built by the Ministry of Health 21 years ago, reason for which he has already fulfilled its period of design and the existing structures are in very poor condition causing this the discontinuity of the service

The project is to provide a service of drinking water by pumping, which is based on capturing the waters of a spring called Ingapila which is located in the right margin of the Cajamarca road - Jesus 400 meters from the Plaza Iscoconga. Will be pumped a flow rate of 3.07 l/s in a line of 622.00 m in length with a diameter of 3" and PVC material - Class 7.5 kg/cm²

The pump flow required by the project will be carried out through a pumping station that consists of two pumps of the type of horizontal centrifugal 5.7 HP and that are located above the water tank of 40 m³, this flow is pumped to a reservoir of 40 m³ which is located on 47.40 m in height and 622 m in length.

In the distribution networks will be used PVC piping - Class 7.5 kg/cm², whose diameters are 3" (3775.40 m), 2" (1678.60 m), 1" (1646.15 m), ¾" (6827.70 m) and ½" (5820.00 m) for a flow rate of 2.56 l/s; it is also planned the installation of control valves (13), bleed valves (19) and air valves (03).

The project also includes the construction of 217 residential pools and 161 units of basic sanitation (UBS) type drag hydraulic with treatment in biodigesters and final deposition of the treated water in infiltration trenches.

The budget of the project amounts to S/. 2 '693,892.61 (two million six hundred and ninety-three thousand eight hundred and ninety-two with 61/100 soles), and execution time has been scheduled for 150 calendar days (5 months).

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	7
1.1. Objetivos	8
1.1.1. Objetivo General	8
1.1.2. Objetivos Específicos	8
1.2. Antecedentes	8
1.3. Alcances	9
1.4. Características Locales	9
1.4.1. Ubicación	9
1.4.2. Topografía	11
1.4.3. Clima	11
1.4.4. Vías de Acceso	11
1.5. Características Socio-Demográficas	11
1.5.1. Población Beneficiada	11
1.5.2. Actividades Económicas	12
1.5.3. Religión	12
1.6. Justificación del Proyecto	12
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERTURA	14
2.1. Topografía	14
2.1.1. Definición	14
2.1.2. Levantamiento Topográfico	14
2.1.3. Curvas de Nivel	15
2.1.4. Equidistancia	15
2.2. Mecánica de Suelos	16
2.2.1. Generalidades	16
2.2.2. Ensayos Generales	16
2.3. Parámetros de Diseño	30
2.3.1. Periodo de Diseño	30

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

2.3.2. Población Futura	31
2.3.3. Dotación	34
2.3.4. Variaciones de Consumo	36
2.3.5. Caudales de Diseño	38
2.4. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	39
2.4.1. Captación	39
2.4.1.1. Fuente de Abastecimiento de Agua	39
2.4.1.2. Tipos de Fuentes de Agua	40
2.4.1.3. Cantidad de Agua	41
2.4.1.4. Calidad de Agua	42
2.4.1.5. Tipos de Captación	45
2.4.1.6. Diseño Hidráulico de la Captación de un Manantial de Ladera y Concentrado	46
2.4.2. Estación de Bombeo	51
2.4.2.1. Elementos de las Estaciones de Bombeo	51
2.4.2.2. Capacidad de la Estación de Bombeo	52
2.4.2.3. Carga Dinámica o Altura Manométrica Total	53
2.4.2.4. Número de Unidades de Bombeo	57
2.4.2.5. Accionamiento de Bombas	58
2.4.2.6. Selección de Bombas Centrifugas	59
2.4.2.7. Equipamiento del Sistema de Bombeo	62
2.4.2.8. Cisterna de Bombeo	62
2.4.2.9. Caseta de Bombeo	65
2.4.2.10. Tubería y Accesorios de Succión	66
2.4.3. Conducción	70
2.4.3.1. Línea de Conducción por Bombeo	70
2.4.3.2. Tipos de Bombas	75
2.4.3.3. Análisis de Flujo Transitorio – Fenómeno de Golpe de Ariete	77
2.4.4. Sistema de Regulación	80
2.4.4.1. Consideraciones Básicas	81
2.4.4.2. Caseta de Válvulas	84
2.4.4.3. Diseño Estructural de Reservorio	86
2.4.5. Sistema de Distribución	93

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

2.4.5.1. Consideraciones de Diseño	93
2.4.5.2. Diseño Hidráulico	94
2.4.5.3. Estructuras Complementarias	95
2.5. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	97
2.5.1. Principales Sistemas Rurales de Saneamiento	97
2.5.2. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) de Ladrillo con Inodoro, Lavatorio y Ducha	106
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO	109
3.1. Estudios Generales	109
3.1.1. Estudio Socio-Económico	109
3.1.2. Estudio Topográfico	112
3.2. Estudios de Mecánica de Suelos	114
3.2.1. Trabajo de Campo	114
3.2.2. Ensayos de Laboratorio	115
3.2.3. Cálculo de la Capacidad Portante del Suelo	120
3.3. Parámetros de Diseño	122
3.3.1. Periodo de Diseño	122
3.3.2. Población Futura	123
3.3.3. Dotación	126
3.3.4. Caudales de Diseño	127
3.4. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	127
3.4.1. Captación	127
3.4.1.1. Fuente de Abastecimiento de Agua	127
3.4.1.2. Diseño Hidráulico de la Captación	129
3.4.1.3. Calidad de Agua	134
3.4.2. Estación de Bombeo	138
3.4.2.1. Caseta de Bombeo	138
3.4.2.2. Cisterna de Bombeo	138
3.4.3. Obras de Conducción	154
3.4.3.1. Línea de Conducción por Bombeo	154
3.4.3.2. Selección del Equipo de Bombeo	161
3.4.3.3. Interruptores de Máximo y Mínimo Nivel	165
3.4.3.4. Tablero de Protección y Control Eléctrico	165
3.4.3.5. Válvulas de Regulación, Control y Accesorios	166

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

3.4.4. Obras de Regulación	167
3.4.4.1. Diseño Hidráulico	167
3.4.4.2. Diseño Estructural	171
3.4.5. Obras de Distribución	185
3.4.5.1. Sistema de Distribución	185
3.4.5.2. Cálculo Hidráulico	185
3.5. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	192
3.5.1. Biodigestor Autolimpiable	192
3.5.2. Área de Percolación	193
3.5.3. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) de Ladrillo con inodoro, Lavatorio y Ducha	195
CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	198
4.1. Estudios Generales	198
4.1.1. Estudio Socio-Económico	198
4.1.2. Estudio Topográfico	199
4.2. Estudios de Mecánica de Suelos	199
4.2.1. Ensayos de Laboratorio	199
4.2.2. Capacidad Portante del Suelo	200
4.3. Parámetros de Diseño	201
4.4. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	201
4.4.1. Captación	201
4.4.2. Estación de Bombeo	202
4.4.3. Obras de Conducción	202
4.4.3.1. Línea de Conducción por Bombeo	202
4.4.3.2. Equipo de Bombeo	203
4.4.4. Obras de Regulación	204
4.4.5. Obras de Distribución	204
4.5. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	205
4.5.1. Biodigestor Autolimpiable	205
4.5.2. Área de Percolación	205
4.5.3. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) de Ladrillo con Inodoro, Lavatorio y Ducha	206

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	207
Conclusiones	208
Recomendaciones	209
BIBLIOGRAFÍA	210
Bibliografía	211
ANEXOS	
Anexo 1. Ensayos de Mecánica de Suelos	214
Anexo 2. Presupuesto General	218
Anexo 3. Cálculo de la Hora – Hombre	228
Anexo 4. Análisis de Gastos Generales	230
Anexo 5. Gastos de Supervisión y Liquidación	234
Anexo 6. Cálculo de Flete	236
Anexo 7. Manual de Administración, Operación y Mantenimiento	239
Anexo 8. Panel Fotográfico	259
Anexo 9. Programación de Obra	269
Anexo 10. Relación de Planos	272

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El agua es el componente más abundante e importante de nuestro planeta, gracias al cual se ha producido la aparición y el mantenimiento de la vida en la forma en que la conocemos.

Sólo el 3% del agua de nuestro planeta es agua dulce, del cual el 2.997% resulta de muy difícil acceso para el consumo, ya que se sitúa en los casquetes polares y en los glaciares. Por lo que sólo el 0.003% del volumen total del agua de nuestro planeta es accesible para el consumo humano.

La población rural actual del Perú es de aproximadamente 6.602 millones de habitantes, de los cuales más de 2.57 millones no tienen acceso al agua potable y 4.22 millones carecen de una adecuada eliminación sanitaria de excretas y aguas residuales.

En Cajamarca se calcula que el 60% de los sistemas existentes de agua potable de la zona rural carecen de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), que se encarguen de la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura construida y, por lo tanto, la calidad de los servicios expresada en términos de cantidad, continuidad y calidad del agua es deficiente. La experiencia de estos últimos años ha evidenciado que la construcción de infraestructura como único componente en las intervenciones, olvidando aspectos culturales y socio-económicos determinantes, como: la participación de la comunidad en la planificación, ejecución, administración, operación y mantenimiento de los proyectos, y la educación sanitaria, ha incidido en la baja sostenibilidad de los servicios y como consecuencia no se ha logrado rentabilidad de las inversiones efectuadas.

Es por ello que el presente proyecto sobre el Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila en el Distrito de Llacanora, está orientado a tratar de solucionar la problemática actual de la carencia de agua y saneamiento como característica principal que se presenta en todos los centros poblados de nuestro país.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Realizar el estudio del proyecto: Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el diseño de los componentes estructurales de almacenamiento (reservorio y tanque cisterna) para el abastecimiento de agua.
- ✓ Realizar el diseño de la línea de impulsión para transportar en forma funcional y adecuada el agua potable hasta el reservorio proyectado.
- ✓ Realizar el diseño de la nueva red de distribución del sistema de agua potable.
- ✓ Proveer a la población de Yanamarca de un adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Realizar la ingeniería de costos del proyecto.

1.2. ANTECEDENTES

Según las autoridades de la Municipalidad Distrital de Llacanora, no tienen ningún estudio para la ejecución de un proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento en el caserío Yanamarca.

Es por ello que el estudio se origina como parte de un acuerdo mutuo entre el proyectista, las autoridades de la Municipalidad y contando con el apoyo de los beneficiarios, se decidió elaborar el proyecto: "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora - Cajamarca".

Actualmente los pobladores del caserío de Yanamarca se abastecen de un sistema de agua por gravedad administrado por la JASS de dicho caserío, el sistema fue construido por el Ministerio de Salud hace 21 años por lo que debe ser cambiado en su totalidad, puesto que su periodo de diseño ya caducó y sus componentes se

encuentran deteriorados no cubriendo las necesidades actuales de caudal que necesita la población, presentando un servicio escaso y discontinuo, pues el sistema de agua potable no cuenta con un reservorio de almacenamiento brindándose el servicio durante 7 horas por día aproximadamente.

En lo que respecta al sistema de saneamiento, aproximadamente la cobertura actual de letrinas es del orden del 80% de familias, el resto utilizan las áreas de cultivo principalmente para realizar la disposición de excretas.

1.3. ALCANCES

Con el mejoramiento y ampliación del sistema actual se pretende cubrir la demanda actual y futura de agua potable, y saneamiento básico del modo técnico más adecuado que se acomode a la realidad del Caserío de Yanamarca, la cual verán mejorada su condición de vida en lo que respecta a su salud.

El presente proyecto beneficiará a 213 familias y 4 instituciones (oficina SEDACAJ, Iglesia Evangélica, Casa Comunal y Posta Médica) del caserío de Yanamarca, estas familias, en su mayoría, no cuentan con el servicio de agua potable debido a que la captación se encuentra en una cota más baja que las viviendas, por lo que para solucionar el problema de la escasez de agua los padres de familia y sus hijos acarrear todos los días agua de los pozos más cercanos que han sido improvisados por algunos vecinos.

Para dar solución a este problema es que se realiza este estudio, con el fin de dotar con un nuevo sistema de agua potable y que sirva de guía para dar solución a los problemas similares de otros sistemas de agua cercanos a la zona.

1.4. CARACTERÍSTICAS LOCALES

1.4.1. UBICACIÓN

a) Ubicación Geográfica

Geográficamente el proyecto se ubica al Sur-Este de la ciudad de Cajamarca, en el Distrito de Llacanora.

Presenta las características altitudinales y de localización siguientes:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Latitud : 07° 13' 12.83"
Longitud : 78° 25' 21.77"
Altitud : 2608 msnm

Coordenadas UTM DATUM: WGS - 84

Este : 784 622.43 m
Norte : 9 201 111.18 m
Altitud : 2608 msnm

Límites:

Por el norte : Con el caserío Iscoconga
Por el este : Con el caserío Iscoconga y Yanamango
Por el oeste : Con el caserío La Colpa
Por el sur : Con el caserío La Colpa

b) Ubicación Política

Departamento : Cajamarca
Provincia : Cajamarca
Distrito : Llacanora
Caserío : Yanamarca
Sector : Ingapila

c) Ubicación Hidrológica

El Caserío de Yanamarca pertenece a la cuenca del Río Cajamarquino; el cual está conformado por el Río Chonta que tiene como afluentes a los Ríos Azufre, Paccha y San José. El Río Chonta pasa por el Distrito de Baños del Inca y luego aguas abajo se une con el Río Huamachuquino y forman el Río Crisnejas, antes de desembocar en el Río Marañón.

d) Organización Administrativa

Comité Gestión Agua Potable

Presidente : Ramiro Julcamoro Marcelo
Secretario : Fernando Pastor Alva
Tesorero : Amanda Paredes Aguilar
Vocales : Luis Díaz Aguilar
Nancy Cacho Gallardo

1.4.2. TOPOGRAFÍA

La zona de intervención presenta una topografía llana, observándose pendientes que varían entre los 0° y 10°, dichos terrenos están destinados a pastos naturales en donde se realiza una agricultura y ganadería extensiva.

1.4.3. CLIMA

En el distrito de Llacanora, existe un clima sub-húmedo y templado con 700 mm. y 17 °C de temperatura promedio. El periodo de estiaje es de junio a septiembre.

1.4.4. VÍAS DE ACCESO

El Distrito de Llacanora está ubicado a 13 km. al sur este de Cajamarca, a orillas de la margen izquierda del río Cajamarquino. Yanamarca, a su vez, está ubicado a 8.5 kilómetros, al sur este de Cajamarca, en la margen izquierda de la carretera Cajamarca - Jesús, dicho tramo de carretera se encuentra totalmente asfaltado.

Tomando como referencia la ciudad de Cajamarca, para llegar a la zona del proyecto, hay que seguir el siguiente recorrido:

Desde	Hasta	Cant. Km	Tipo de vía	Tiempo (minutos)	Frecuencia de transporte
Cajamarca	Yanamarca	8.5	Asfaltada	20 min.	Diario

Fuente: Elaboración propia

1.5. CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS

1.5.1. POBLACIÓN BENEFICIADA

El presente proyecto beneficiara al caserío de Yanamarca, específicamente a las familias del sector Ingapila, en dicho sector se cuenta con 213 familias con una densidad promedio de 5 miembros por familia y con 4 instituciones (oficina de SEDACAJ, Iglesia Evangélica, Casa Comunal, Posta Médica).

En cuanto al sistema de saneamiento el proyecto beneficiara a 161 usuarios de los 217, pues los restantes solo tienen lote y algunos viven mayormente en la ciudad de Cajamarca.

1.5.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La población en su mayoría es rural, por lo cual es una población que realiza como actividades económicas la actividad agrícola y ganadera y en pequeña escala existe una actividad comercial ya que Llacanora está articulado vialmente con la provincia de Cajamarca, con la cual intercambian en los días de feria sus productos agropecuarios.

➤ Agricultura

La población del área del proyecto es rural, se centra preferentemente en la siembra, cultivo, cosecha de productos como: papa, maíz y hortalizas los mismos que son comercializados en pequeñas cantidades en mercados de abastos, feriales o para el autoconsumo de los mismos; así mismo la gran mayoría del área está destinada al cultivo de pastos.

➤ Ganadería

En la ganadería, mayor importancia tiene la crianza de ganado vacuno y ovino, que en algunos casos es comercializado en la feria pecuaria de Cajamarca. Debemos mencionar además que la cría de animales menores es de significativa importancia como: cuyes, gallinas, etc.

1.5.3. RELIGIÓN

En el Distrito de Llacanora, la población profesa mayormente la religión católica (67.75%) y en un menor porcentaje la evangélica (29.40%).

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La realización del presente proyecto surge por la necesidad e interés común tanto para el que realiza el proyecto profesional como para los pobladores de Yanamarca, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las familias; planteándose para ello ejecutar el proyecto de mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en dicha localidad, para lo cual se repondrá en su totalidad el sistema de agua potable existente, se construirán nuevas letrinas sanitarias o Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico y tratamiento de excretas con biodigestores; tratando con ello de prever la salubridad en la población y el medio ambiente que les rodea.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

**"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"**

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. TOPOGRAFÍA

2.1.1. DEFINICIÓN

Se define la topografía (del griego: *topos*, lugar y *graphein*, describir) como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas, y usando los tres elementos del espacio. Estos tres elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

García Márquez, 2003

2.1.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico tiene por objeto la determinación relativa y ubicación de dos o más puntos ubicados sobre la superficie terrestre, estas operaciones consisten en medidas de distancias (horizontales o inclinadas), medida de ángulos (horizontales y verticales) y la toma de notas explicativas de las características de cada uno de estos puntos con el fin de plasmar en un plano las características particulares del terreno.

Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

En la zona de captación, se ubicarán puntos sobre un radio de 50 m. alrededor del punto de afloramiento del manantial, con la finalidad de ejecutar las labores de protección contra daños causados por los deslizamientos, inundaciones, huaycos, etc.

En la línea de conducción, a lo largo de la ruta que seguirá se localizan los puntos que corresponden a una franja mínima de 20 m ambos lados, con la ayuda de un croquis se anotara en la libreta de campo los tipos de suelos, lugares donde existan depresiones (quebradas, riachuelos, etc.) y obras de arte (carreteras, puentes, canales, etc.).

En la zona del reservorio, se detallará la mayor cantidad posible de puntos y se tipificará el terreno.

Para el caso de la red de distribución es necesario considerar el área donde se localizan las construcciones (viviendas y locales públicos) y la zona de expansión futura, con la finalidad de considerar los requerimientos de consumo para el último año de periodo de diseño.

En la zona del poblado se anotará en el croquis el número de viviendas y se precisarán los lugares donde la población está concentrada como es el caso de la ubicación de los centros educativos, locales comunales, etc.

2.1.3. CURVAS DE NIVEL

Se denomina curva de nivel, a la línea que une a todos los puntos que se encuentran situados a la misma altura (cota o elevación), sobre un plano horizontal de referencia.

Si tomamos un conjunto de planos horizontales y separados a una distancia vertical constante (equidistancia) y son interceptados con la superficie del terreno, nos dará un conjunto de curvas de nivel, las cuales al proyectarlas sobre un plano representarán el relieve del terreno.

2.1.4. EQUIDISTANCIA

Se denomina equidistancia, a la distancia vertical entre dos curvas de nivel consecutivas y que se encuentran representadas en un plano.

La selección de la equidistancia que debe tomarse para un determinado plano, depende de: escala del plano, pendiente o topografía del terreno y objeto por el que se ejecuta el plano.

El criterio para la clasificación de la topografía del terreno es el que se indica:

Cuadro N° 2.1: Clasificación del terreno según el ángulo de inclinación

Ángulo del terreno respecto a la horizontal	Tipo de topografía
0° - 10°	Llana
10° - 20°	Ondulada
20° - 30°	Accidentada
mayor a 30°	Montañosa

Fuente: Técnicas de levantamiento topográfico por F. García G.

La equidistancia se determina mediante el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2.2: Selección de la equidistancia de curvas de nivel

ESCALA DEL PLANO	TIPO DE TOPOGRAFÍA	EQUIDISTANCIA
GRANDE 1/100 o menor	Llana	0.10 - 0.25
	Ondulada	0.25 - 0.50
	Accidentada	0.50 - 1.00
MEDIANA 1/100 a 1/10000	Llana	0.25 - 0.50 - 1.00
	Ondulada	0.50 - 1.00 - 2.00
	Accidentada	2.00 - 5.00
PEQUEÑA 1/10000 a mayor	Llana	0.50 - 1.00 - 2.00
	Ondulada	2.00 - 5.00
	Accidentada	5.00 - 10.00 - 20.00
	Montañosa	10.00 - 20.00 - 50.00

Fuente: Técnicas de levantamiento topográfico por F. García G.

2.2. MECÁNICA DE SUELOS

2.2.1. GENERALIDADES

En proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de una determinada localidad, se recomienda hacer un estudio de suelos de la zona donde se pretende construir las estructuras como captación, reservorio, planta de tratamiento y una exploración de suelos por donde se abrirán las zanjas de la red de conducción, distribución y de las conexiones domiciliarias, si es que la verificación in situ demuestra que su estabilidad es apta para su construcción o se hace un mejoramiento y compactación para su construcción a posteriori.

2.2.2. ENSAYOS GENERALES

En el estudio de mecánica de suelos se deberá indicar las condiciones geotécnicas generales del área de influencia del proyecto, capacidad portante para la construcción de estructuras (reservorios, cisternas, cámaras de bombeo, plantas de tratamiento, etc.) y características físico - químicas del suelo, determinación del nivel freático, clasificación de suelos, tipo y profundidad de cimentación. Para el caso del estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación de las estructuras que componen el sistema de agua potable deberá seguirse lo indicado por la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

Los ensayos a realizar son los ensayos Estándar:

- Ensayo de Contenido Natural de Humedad ASTM D 2216
- Ensayo de Peso Específico ASTM D 854
- Ensayo de Análisis Granulométrico ASTM D 422
- Ensayo de Límites de Consistencia ASTM D 4318
- Análisis de Capacidad Portante ASTM D 4254
- La clasificación de suelos utilizando el método del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) ASTM D 4318-94

A. CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

Se conoce como contenido de agua o humedad de un suelo, la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Suele expresarse como un porcentaje. (Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 2011)

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

- $w(\%)$: Contenido de humedad del suelo en porcentaje
- W_s : Peso del suelo seco (gr.)
- W_w : Peso del agua contenida en la muestra de suelo (gr.)

B. PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS (Limo, arcilla)

Viene a ser el resultado de la relación entre el peso y el volumen.

$$\gamma_s = \frac{W_s}{W_s + W_{fw} - W_{fws}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

- W_s : Peso de la muestra seca
- W_{fw} : Peso de la fiola con agua hasta la marca 500 ml.
- W_{fws} : Peso de la fiola con agua y muestra

C. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Es el proceso para determinar la proporción en que participan los granos de suelo en función de sus tamaños, lo que llamamos gradación del suelo.

Los resultados de los análisis mecánicos se presentan por medio de una curva de distribución granulométrica, la forma de la curva es una indicación de la granulometría. Los suelos uniformes están representados por líneas casi verticales, y los suelos bien gradados por curvas en forma de una "S" que se extiende a través de varios ciclos de la escala logarítmica.

- **Estudios sobre el tamaño y la distribución de los granos de suelos (Curva Granulométrica).**

Los resultados obtenidos de los ensayos se lleva a un gráfico en papel semi-logarítmico y se lo denomina curva granulométrica (distribución de granos de distintos tamaños), con escala aritmética (ordenadas) los porcentajes en peso de partículas con diámetro menor que cada uno de los lados de las abscisas y en la escala logarítmica (abscisas), los tamaños de los granos se miden en milímetros.

La fracción gruesa tendrá denominaciones, según el sistema:

Cuadro N° 2.3: Tipos de granulometría según el sistema

	BRITANICO, ϕ (mm)	AASHTO, ϕ (mm)	ASTM, ϕ (mm)	SUCS, ϕ (mm)
Grava	60 - 2	75 - 2	2	75 - 4.75
Arena	2 - 0.06	2 - 0.05	2 - 0.075	4.75 - 0.075
Limo	0.06 - 0.002	0.05 - 0.002	0.075 - 0.005	< 0.075 (finos)
Arcilla	< 0.002	< 0.002	< 0.005	

Fuente: Juárez Badillo – Rico Rodríguez (2011)

- **Gradación de un suelo: Tamaño efectivo, coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura.**

Las curvas granulométricas se usan para comparar diferentes suelos.

Como una medida simple de la uniformidad de un suelo, se tiene el *coeficiente de uniformidad (Cu)*.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Donde:

- Cu : Coeficiente de uniformidad
D10 : Diámetro efectivo, es el diámetro de la partícula correspondiente al 10% en la curva granulométrica.
D60 : Diámetro de la partícula correspondiente al 60% en la curva granulométrica.

Los suelos con $C_u < 3$, se consideran muy uniformes. (Juárez Badillo - Rico Rodríguez, 2011).

Adicionalmente, para definir la gradación se define el *coeficiente de curvatura* del suelo con la expresión:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Donde:

- Cc : Coeficiente de curvatura
D30 : Diámetro de la partícula correspondiente al 30% en la curva.

Cuando $1 < C_c < 3$, se considera al suelo como bien gradado. (Juárez Badillo - Rico Rodríguez, 2011).

Un material bien gradado debe cumplir:

- Gravas bien gradadas : $C_u > 4$ y $1 < C_c < 3$
Arenas bien gradadas : $C_u > 6$ y $1 < C_c < 3$

Crespo Villalaz, 2004.

D. ESTADOS DE CONSISTENCIA, LÍMITES DE PLASTICIDAD O LÍMITES DE ATTERBERG.

Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Los principales se conocen con los nombres de: límite líquido, límite plástico y límite de contracción. Los límites de consistencia, todos se determinan empleando suelo que pase la malla N° 40. Los límites líquido y plástico dependen generalmente de la cantidad de arcilla.

- **Límite Líquido (LL)**

El límite líquido es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, que delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo. Un suelo cuyo contenido de humedad sea aproximadamente igual o mayor a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

Los valores corrientes son: para arcillas 40 a 60%, para limos 25 a 50%; en arenas no se obtienen resultados (*Duque, G. 2002*).

- **Límite Plástico (LP)**

Se define como límite plástico al contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, donde el suelo cambia de estado plástico a semi-sólido.

El contenido de agua es definido arbitrariamente como aquel donde el suelo, después de dejarse moldear hasta alcanzar rollitos de 3.2 mm. de diámetro se empiece a romper en pequeñas piezas.

Los valores típicos entre limos y arcillas se encuentran entre 5 y 30%. En arenas la prueba no es posible. (*Duque, G. 2002*).

- **Índice de Plasticidad (IP)**

Es el valor numérico que resulta de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Un índice plástico elevado indica mayor plasticidad. Cuando un material no tiene plasticidad (arenas), se define como NP.

Cuando el suelo es extremadamente arenoso y el límite plástico no puede ser determinado, se debe reportar el límite líquido y el límite plástico como NP.

IP < 20 corresponde generalmente a limos

IP > 20 corresponde generalmente a arcillas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Cuadro N° 2.4: Índice de Plasticidad

Índice de plasticidad	Tipo de suelo
$I_p = 0$	Suelo no plástico (arena)
$I_p = 7$	Suelo de baja plasticidad
$7 < I_p < 17$	Suelo medianamente plástico

Fuente: Juárez Badillo - Rico Rodríguez "Mecánica de suelos Tomo I y II, México 1972

Cuadro N° 2.5: Límites de Plasticidad

Grado de plasticidad	Límite Líquido	Índice de plasticidad
No plástico	0 - 4	0
Plasticidad baja	4 - 30	2 - 7
Plasticidad media	30 - 50	2 - 17
Plasticidad alta	50 a más	> 17

Fuente: Juárez Badillo - Rico Rodríguez "Mecánica de suelos Tomo I y II, México 1972

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), se tiene la siguiente clasificación:

Cuadro N° 2.6: Características de suelos según sus índices de plasticidad

IP	Características	Tipos de suelos	Cohesividad
0	No plástico	Arenoso	No cohesivo
< 7	Baja plasticidad	Limoso	Parcialmente cohesivo
7 - 17	Plasticidad media	Arcillo - limoso	Cohesivo
> 17	Altamente plástico	Arcilla	Cohesivo

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006

E. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los sistemas de clasificación de suelos, dividen a estos en grupos y subgrupos en base a propiedades ingenieriles comunes tales como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas principales de clasificación actualmente en uso son el Sistema AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y el Sistema Unified Soil Classification System (SUCS).

El sistema de clasificación AASTHO se usa principalmente para clasificación de las capas de carreteras, ferrocarriles y obras similares, no se usa en la construcción de cimentaciones.

El sistema SUCS, se usa en todo trabajo de geotecnia para estudios de cimentaciones, estabilidad de taludes, etc. Para el proyecto utilizaremos este método.

- **CLASIFICACIÓN DE SUELOS MÉTODO S.U.C.S.**

Este sistema para la clasificación de suelos toma en cuenta lo siguiente:

- ✓ Porcentaje de la fracción que pasa por el tamiz N° 200 (0.075 mm).
- ✓ Forma de la curva de distribución granulométrica.
- ✓ Características de plasticidad.

Los suelos se dividen en tres grandes grupos para su mejor comprensión:

- ✓ Suelos de grano grueso.
- ✓ Suelos de grano fino.
- ✓ Suelos altamente orgánicos.

- a. **SUELOS DE GRANO GRUESO**

Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son retenidas por la malla N° 200. Estos a su vez se dividen en gravas (G) y arenas (S):

- **Gravas (G)**

Si más del 50% de la fracción gruesa queda retenida en el tamiz N° 4.

- **Arenas (S)**

Si más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz N° 4.

Tanto las gravas como las arenas se dividen en cuatro grupos secundarios: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC respectivamente, según la cantidad, el tipo de los finos y la forma de la curva granulométrica, así tenemos: Si menos del 5% del material pasa a través del tamiz N° 200, los suelos son gravas o arenas limpias, bien o mal gradadas: GW, GP, ó SW, SP.

La designación bien o mal gradadas depende de dos valores característicos que son el coeficiente de uniformidad (C_u) y el coeficiente de curvatura (C_c), así para GW y SW, $C_u > 4$ y $1 < C_c < 3$, los suelos GP y SP no cumplen estos requisitos.

Si más del 12% del material pasa a través del tamiz N° 200, los suelos son gravas o arenas con finos: GM, GC, ó SM, SC; M = limo; C = arcilla.

La designación limo o arcilla se determina después de obtener los valores de los límites líquido y plástico de la fracción menor al tamiz N° 40 y utilizando los criterios de la *Carta de Plasticidad*, la cual es otra de las contribuciones de Casagrande al sistema.

Así tenemos que para los suelos GM y SM los límites deben encontrarse bajo la línea "A" o el índice de plasticidad $I_p < 4$, para GC y SC los límites deben encontrarse sobre la línea "A" o el índice de plasticidad $I_p > 7$.

Si entre 5 y 12% del material pasa a través del tamiz N° 200, las gravas y las arenas se pueden clasificar en:

GW – GC	SW – SC	GP – GC	SP – SC
GW – GM	SW – SM	GP – GM	SP – SM

b. SUELOS DE GRANO FINO

Un suelo se considera fino si pasa más del 50% de sus partículas por el tamiz N° 200. Los suelos de grano fino se subdividen en limos (M) y arcillas (C), según su límite líquido y su índice de plasticidad.

El limo y la arcilla se dividen a su vez en dos grupos secundarios, basados en el hecho que el suelo tiene un límite líquido bajo (L = Low) o alto (H = High). En tal sentido:

- **Los Grupos CL y CH (constituidos por arcillas inorgánicas)**
 - CL comprende a la zona sobre la línea "A", $LL < 50\%$ e $I_p > 7\%$.
 - CH corresponde a la zona arriba de la línea "A", $LL > 50\%$.
- **Los Grupos ML y MH (limos inorgánicos)**
 - El grupo ML comprende la zona bajo la línea "A" con $LL < 50\%$ y una porción sobre la línea "A" con $I_p < 4\%$.
 - El grupo MH corresponde a la zona abajo de la línea "A" con $LL > 50\%$.
 - Los suelos finos que caen sobre la línea "A", con $4\% < I_p$ se considera como casos de frontera, asignándoles el símbolo doble CL – ML.

- **Grupos OL y OH (suelos orgánicos)**

Las zonas correspondientes son las mismas que las de los grupos ML y MH. Una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que el límite líquido de una arcilla crezca, sin apreciable cambio de su índice plástico.

c. SUELOS ORGÁNICOS

Son suelos constituidos por materiales orgánicos y los identifica en el lugar de los sondeos por su desagradable olor y su color turbio.

- **Grupos CL y OH**

Las zonas correspondientes a estos grupos son las mismas que las de los grupos ML y MH, pero las orgánicas se encuentran siempre en lugares próximos a la línea "A".

- **Grupos PT**

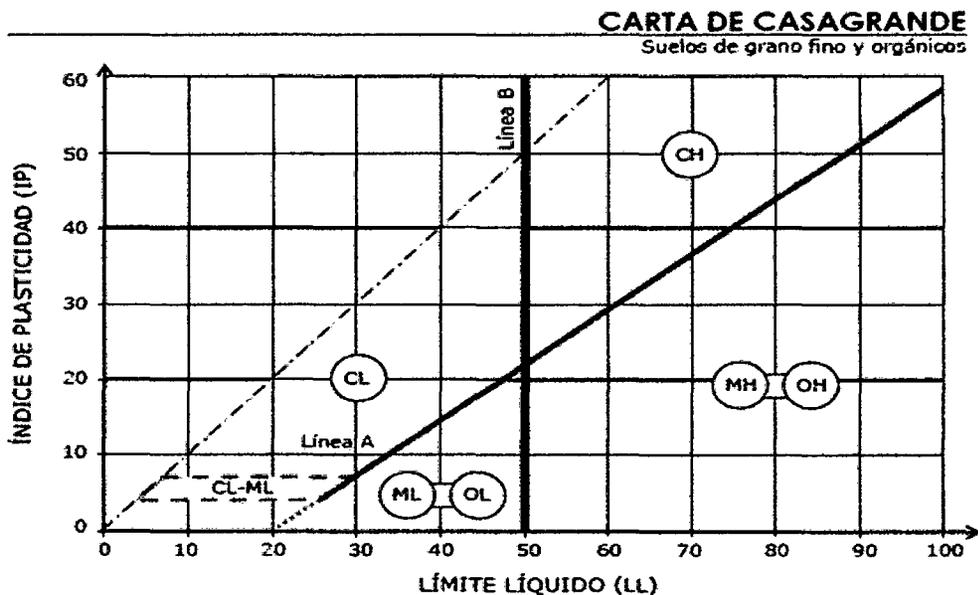
En estos grupos están comprendidos los suelos turbosos que después de un completo remoldeo, pueden ejecutarse en ensayos de límites. El límite líquido de estos suelos están comprendidos entre 300% y 500% quedando su posición en la carta de plasticidad netamente debajo de la línea "A" el índice de plasticidad varía entre 100% y 200%.

d. SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS

Son usualmente muy compresibles y tienen características inadecuadas para la construcción. Se clasifican dentro del grupo designado por el símbolo Pt: Turba (del inglés Peat). El humus y los suelos de pantano son ejemplos típicos de este grupo de suelos.

Gráfico N° 2.1

Carta de plasticidad para clasificación de suelos de partículas finas en el laboratorio



F. CAPACIDAD ÚLTIMA DE CARGA

Se puede definir la capacidad última de carga, como la carga por área unitaria de la fundación bajo la cual ocurre la falla por corte en el suelo.

a) MODOS DE FALLA AL CORTE EN EL SUELO

Existen tres modos diferentes de falla del suelo en cimentaciones superficiales bajo cargas estáticas, las cuales son:

➤ *Falla por corte general*

Este tipo de falla se presenta cuando una cimentación superficial está localizada sobre un depósito de arena densa o sobre un suelo arcilloso rígido es sometida a una carga que se incrementa gradualmente.

➤ *Falla por corte local*

Este tipo de falla se presenta cuando una cimentación superficial se encuentra sobre un depósito de arena media densa o sobre un suelo arcilloso de consistencia media.

➤ **Falla al corte por punzonamiento**

Este tipo de falla se presenta cuando una cimentación superficial se encuentra fundada sobre un depósito de arena suelta o sobre un suelo arcilloso blando.

b) CARGA ÚLTIMA DE APOYO

Los métodos analíticos utilizados en la actualidad para la determinación de la capacidad última de carga son **métodos semi-empíricos** cuyo principal objetivo es analizar la falla por capacidad de carga en cimentaciones continuas y poder realizar un diseño que evite tales fallas.

➤ **Teoría de la capacidad de carga según Terzaghi**

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última en cimentaciones superficiales. Una cimentación es superficial si la profundidad, D_f , de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma (B). Sin embargo, últimamente se sugiere que cimentaciones con D_f igual a 3 ó 4 veces el ancho de la cimentación también pueden ser definidas como cimentaciones superficiales.

La ecuación de Terzaghi fue desarrollada para una cimentación corrida (es decir, $B/L \approx 0$), mediante la siguiente ecuación que representa a una falla general por corte.

$$q_u = c.N_c \cdot s_c + q.N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Factores de forma de Terzaghi para cimentaciones:

	Continúa	Circular	Cuadrada
S_c	1.0	1.3	1.3
S_γ	1.0	0.6	0.8

Entonces para estimar la capacidad de carga última en cimentaciones cuadradas o circulares, la ecuación 2.6 puede modificarse a:

Cimentación cuadrada ($B = L$)

$$q_u = 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Cimentación circular ($B = \text{diámetro}$)

$$q_u = 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (\text{Ec. 2.8})$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Donde:

γ	:	Peso específico del suelo	(Kg/cm ³)
q_u	:	Capacidad última de carga	(kg/cm ²)
c	:	Cohesión del suelo	(kg/cm ²)
B	:	Ancho de la zapata	(cm)
$q = \gamma \cdot D_f$:	Sobrecarga del suelo	
D_f	:	Profundidad de la cimentación	(cm)
N_c, N_q, N_γ	:	Factores de capacidad de carga adimensionales	

Cuadro N° 2.7: Factores de capacidad de carga de Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00
1	6.00	1.10	0.01
2	6.30	1.22	0.04
3	6.62	1.35	0.06
4	6.97	1.49	0.10
5	7.34	1.64	0.14
6	7.73	1.81	0.20
7	8.15	2.00	0.27
8	8.60	2.21	0.35
9	9.09	2.44	0.44
10	9.61	2.69	0.56
11	10.16	2.98	0.69
12	10.76	3.29	0.85
13	11.41	3.63	1.04
14	12.11	4.02	1.26
15	12.86	4.45	1.52
16	13.68	4.92	1.82
17	14.60	5.45	2.18
18	15.12	6.04	2.59
19	16.56	6.70	3.07
20	17.69	7.44	3.64
21	18.92	8.26	4.31
22	20.27	9.19	5.09
23	21.75	10.23	6.00
24	23.36	11.40	7.08
25	25.13	12.72	8.34

ϕ	N_c	N_q	N_γ
26	27.09	14.21	9.84
27	29.24	15.90	11.60
28	31.61	17.81	13.70
29	34.24	19.98	16.18
30	37.16	22.46	19.13
31	40.41	25.28	22.65
32	44.04	28.52	26.87
33	48.09	32.23	31.94
34	52.64	36.50	38.04
35	57.75	41.44	45.41
36	63.53	47.16	54.36
37	70.01	53.80	65.27
38	77.50	61.55	78.61
39	85.97	70.61	95.03
40	95.66	81.27	115.31
41	106.81	93.85	140.51
42	119.67	108.75	171.99
43	134.58	126.50	211.56
44	151.95	147.74	261.60
45	172.28	173.28	325.34
46	196.22	204.19	407.11
47	224.55	241.80	512.84
48	258.28	287.85	650.67
49	298.71	344.63	831.99
50	347.50	415.14	1072.80

Fuente: Ingeniería de cimentaciones "Braja M. Das" pág. 129, 2001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Para cimentaciones que presentan el modo de falla por corte local en suelos, Terzaghi sugirió las siguientes modificaciones.

Cimentación corrida $q_u = \frac{2}{3}c.N'_c + q.N'_q + \frac{1}{2}\gamma.B.N'_\gamma$ (Ec. 2.9)

Cimentación cuadrada $q_u = 0.867c.N'_c + q.N'_q + 0.4\gamma.B.N'_\gamma$ (Ec. 2.10)

Cimentación circular $q_u = 0.867c.N'_c + q.N'_q + 0.3\gamma.B.N'_\gamma$ (Ec. 2.11)

N'c, N'q, N'γ son los factores de capacidad de carga modificada. La variación de estos factores con el ángulo φ de fricción del suelo, se da en la siguiente tabla.

Cuadro N° 2.8: Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi

Ø	N'c	N'q	N'γ
0	5.70	1.00	0.00
1	5.90	1.07	0.01
2	6.10	1.14	0.02
3	6.30	1.22	0.04
4	6.51	1.30	0.06
5	6.74	1.39	0.07
6	6.97	1.49	0.10
7	7.22	1.59	0.13
8	7.47	1.70	0.16
9	7.74	1.82	0.20
10	8.02	1.94	0.24
11	8.32	2.08	0.30
12	8.63	2.22	0.35
13	8.96	2.38	0.42
14	9.31	2.55	0.48
15	9.67	2.73	0.57
16	10.06	2.92	0.67
17	10.47	3.13	0.76
18	10.90	3.36	0.88
19	11.36	3.61	1.03
20	11.85	3.88	1.12
21	12.37	4.17	1.35
22	12.92	4.48	1.55
23	13.51	4.82	1.74
24	14.14	5.20	1.97
25	14.80	5.60	2.25
26	15.53	6.05	2.59
27	16.30	6.54	2.88
28	17.13	7.07	3.29
29	18.03	7.66	3.76
30	18.99	8.31	4.39
31	20.03	9.03	4.83
32	21.16	9.82	5.51
33	22.39	10.69	6.32
34	23.72	11.67	7.22
35	25.18	12.75	8.35
36	26.77	13.91	9.41
37	28.51	15.32	10.90
38	30.43	16.85	12.75
39	32.53	18.56	14.71
40	34.87	20.50	17.22
41	37.45	22.70	19.75
42	40.33	25.21	22.50
43	43.54	28.06	26.25
44	47.13	31.34	30.40
45	51.17	35.11	36.00
46	55.73	39.48	41.70
47	60.91	44.45	49.30
48	66.80	50.46	59.25
49	73.55	57.41	71.45
50	81.31	65.60	85.75

Fuente: Ingeniería de cimentaciones "Braja M. Das" pág. 130, 2001.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Cuadro N° 2.9: Peso unitario y ángulo de fricción de algunos suelos

Tipo de terreno	w (kg/cm ³)	φ (°)
Arcilla suave	1440 a 1920	0° a 15°
Arcilla media	1600 a 1920	15° a 30°
Limo seco y suelto	1600 a 1920	27° a 30°
Limo denso	1760 a 1920	30° a 35°
Arena suelta y grava	1600 a 2100	30° a 40°
Arena densa y grava	1920 a 2100	25° a 35°
Arena suelta, seca y bien gradada	1840 a 2100	33° a 35°
Arena densa, seca y bien gradada	1920 a 2100	42° a 46°

Fuente: Braja M. Das, 2001

Cuadro N° 2.10: Parámetros característicos del suelo

Tipo de suelo	Peso específico		Húmedad natural w (%)	Resistencia al corte		
	γ (tn/m ³)	γsum (tn/m ³)		φ' (°)	c (tn/m ²)	
Grava	1.6	0.95	5	34	---	
	1.9	1.05	2	42	---	
Grava arenosa con pocos finos	2.1	1.15	7	35	---	
	2.3	1.35	3	45	---	
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	2.1	1.15	9	35	1	
	2.4	1.45	3	43	0	
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	2	1.05	13	28	3	
	2.25	1.3	5	35	0.5	
Arena uniforme	a) Fina	1.6	0.95	22	32	---
		1.9	1.1	8	40	---
	b) Gruesa	1.6	0.95	16	34	---
		1.9	1.1	6	42	---
Arena bien gradada y arena con grava	1.8	1	11	33	---	
	2.1	1.2	5	41	---	
Arena con finos que no alteran la estructura granular	1.9	1.05	15	32	1	
	2.25	1.3	4	40	0	
Arena con finos que alteran la estructura granular	1.8	0.9	20	25	5	
	2.15	1.1	8	32	1	
Limo poco plástico	1.75	0.95	28	28	2	
	2.1	1.1	15	35	0.5	
Limo de plasticidad media a alta	1.7	0.85	35	25	3	
	2	1.05	20	33	1	
Arcilla de baja plasticidad	1.9	0.95	28	24	6	
	2.2	1.2	14	32	1.5	
Arcilla de plasticidad media	1.8	0.85	38	20	8	
	2.1	1.1	18	30	2	
Arcilla de plasticidad alta	1.65	0.7	55	17	10	
	2	1	20	27	3	
Limo o arcilla orgánicos	1.55	0.55	60	20	7	
	1.9	0.9	30	26	2	
Turba	1.04	0.04	800	25	1.5	
	1.3	0.3	100	30	0.5	
Fango	1.25	0.25	200	22	2	
	1.6	0.6	50	28	0.5	

Fuente: Curso aplicado de cimentaciones "José M. Rodríguez Ortiz y otros", pág. 32, 1989.

c) CAPACIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CARGA (qa)

Es el valor de la presión que asegura que no existirá falla al corte, y asegura también que los asentamientos a producirse serán iguales a los tolerables. Esta es igual a la capacidad última de carga dividida por un factor de seguridad adecuado.

$$q_a = \frac{q_u}{F_s} \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Dónde:

- qa : Capacidad de carga admisible (kg/cm²)
- qu : Capacidad de carga última (kg/cm²)
- Fs : Factor de seguridad (min = 3, según RNE)

Cuadro N° 2.11: Capacidad admisible para diferentes tipos de suelos

Descripción de los suelos	Capacidad admisible qa (kg/cm²)
Roca coherente	4.5
Gravas	3
Arcilla seca	2.0 - 2.5
Arena fina	1.0 - 1.5
Grava arcillosa	0.8 - 1.0
Arcilla húmeda	0.8 - 1.0
Arena bien gradada	0.4 - 0.6
Arcilla semiresistente	0.3 - 0.6
Arcilla blanda	0.2 - 0.3

Fuente: Ingeniería de cimentaciones "Braja M. Das" pág. 182

2.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

2.3.1. PERIODO DE DISEÑO

Es el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones.

Para determinar el periodo de diseño se consideran factores como: vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población, posibilidades de financiamiento.

Agüero Pittman, R. 2007.

Los rangos de valores asignados para los diversos componentes de sistemas de abastecimientos de agua potable para poblaciones rurales son:

- Obras de captación : 20 años
- Estaciones de bombeo : 20 a 25 años
- Conducción : 10 a 20 años
- Reservorio : 20 años
- Red de tubería principal : 20 años
- Red de tubería secundaria : 10 años

Para todos los componentes, las normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable en el medio rural del Ministerio de Salud recomiendan un periodo de diseño de **20 años**.

Según la tasa de crecimiento del método del interés compuesto, el periodo de diseño se obtendrá del siguiente cuadro:

Cuadro N° 2.12: Periodo de diseño según el método del interés compuesto

Tasa de crecimiento	Periodo de diseño (años)
< 1	25 a más
1 - 2	20 - 30
> 2	10 - 20

Fuente: Separata "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, UNC".

2.3.2. POBLACIÓN FUTURA

El estudio poblacional es imprescindible ya que con ello determinaremos el número de habitantes que serán beneficiados con el proyecto al finalizar el periodo de diseño. Todo estudio de población descansa sobre una vasta cantidad de información como son: censos, encuestas, estudios socio - económicos y otros.

Para determinar la población futura, existen una serie de métodos, la aplicación de tal o cual método se basa en la forma en que ha crecido la población; los métodos analíticos se aplican generalmente para crecimientos de población uniformes.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Son aquellos cuyo cálculo se basan en modelos matemáticos. Dentro de estos podemos mencionar:

a) Método Aritmético

Se emplea cuando la población se encuentra en franco crecimiento, precisa que la tasa de variación de la población ha sido y será constante, independientemente del número inicial de habitantes.

$$P_f = P_i + K_a (t_f - t_i) \quad (\text{Ec. 2.13})$$

$$K_a = \frac{P_f - P_i}{T_f - T_i} \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Donde:

Pi	:	Población inicial
Pf	:	Población final
ti	:	Tiempo inicial
tf	:	Tiempo final
Ka	:	Tasa o razón de crecimiento

b) Método Geométrico

Supone que la tasa de crecimiento es proporcional a la población existente en un momento dado.

Se estima mediante la siguiente expresión:

$$P_f = P_i e^{K_g(t_f - t_i)} \quad (\text{Ec. 2.15})$$

$$K_g = \frac{\ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right)}{t_f - t_i} \quad (\text{Ec. 2.16})$$

Donde:

Pi	:	Población inicial
Pf	:	Población final
ti	:	Tiempo inicial
tf	:	Tiempo final
Kg	:	Tasa de crecimiento geométrico

c) Método de Interés Simple

Supone que el crecimiento de la población es igual al crecimiento de un capital impuesto al interés simple, tomando como razón el promedio obtenido de las variaciones expresadas en porcentaje.

La población futura se calcula mediante la expresión:

$$P_f = P_i [1 + K_s (t_f - t_i)] \quad (\text{Ec. 2.17})$$

$$K_s = \frac{P_f - P_i}{P_i (t_f - t_i)} \quad (\text{Ec. 2.18})$$

Donde:

Pi	:	Población inicial
Pf	:	Población final
ti	:	Tiempo inicial
tf	:	Tiempo final
Ks	:	Tasa de crecimiento

d) Método de Interés Compuesto

Es el método más utilizado para el cálculo de poblaciones futuras. El INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), realiza sus proyecciones poblacionales haciendo uso de este método.

Este método simula que el crecimiento de una población es igual al crecimiento de un capital puesto a interés compuesto; es decir, aplicable a poblaciones jóvenes y en plan de desarrollo. Se emplea la siguiente fórmula:

$$P_f = P_i (1 + K_c)^n \quad (\text{Ec. 2.19})$$

$$K_c = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (\text{Ec. 2.20})$$

Donde:

Pi	:	Población inicial
Pf	:	Población final
n	:	N° de años para los cuales se calcula la población
Kc	:	Tasa de crecimiento de la población

2.3.3. DOTACIÓN

Es la cantidad de agua que requiere una población para satisfacer sus necesidades primordiales en forma eficiente y continua hasta el final del periodo de diseño elegido, se denomina también consumo per - cápita y esta expresado en lt/hab/día, y se calcula mediante:

$$l / h / d = \frac{\text{Volumen total}}{365 \times N^{\circ} \text{hab}} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad.

A. USOS O CONSUMOS DEL AGUA

Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por perdidas.

➤ **USO DÓMESTICO**

Constituido por el consumo familiar de agua para lavado, baño, aseo personal y para consumos sanitarios. Su uso varía dependiendo del nivel de vida del consumidor. Representa generalmente el consumo predominante del diseño (entre 30 y 60% del consumo total de agua en una cantidad promedio).

➤ **USO INDUSTRIAL**

Depende generalmente de las características de las fábricas y talleres, pero consta fundamentalmente de intercambio de calor, enfriamiento y limpieza.

➤ **USO COMERCIAL**

Agua utilizada en oficinas, tiendas, panaderías, lavanderías, etc.; para usos sanitarios, limpieza y en el aire acondicionado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

➤ **USO PÚBLICO**

Comprende los consumos de agua para centros educativos, centros de salud, casa comunal, iglesias, parques y jardines públicos, vías públicas, etc. Además se incluye la demanda para combatir incendios.

Las dotaciones estarán dadas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), con respecto a su área útil y al servicio que se ofrece.

➤ **USO POR PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS**

- **Pérdidas inevitables**

Constituida por fugas en la red principal, falla en los medidores, grifos públicos, evaporación en los depósitos, etc.

- **Desperdicios**

Incluye toda el agua perdida por descuido del consumidor: válvulas y conexiones defectuosas, roturas en la red domiciliaria, etc.

Generalmente estos usos pueden llegar a representar entre el 5% a 10% del consumo total.

B. CÁLCULO DE LA DOTACIÓN

- **Según el RNC**

Cuadro N° 2.13: Dotaciones según RNC

Poblaciones	Clima	
	Frío	Templado y cálido
De 2000 a 10000 hab.	120 l/h/d	150 l/h/d
De 10000 a 50000 hab.	150 l/h/d	200 l/h/d
Más de 50000 hab.	200 l/h/d	250 l/h/d

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones. Cap. 3-II-II-3.

- **Según el Ministerio de Salud**

Cuadro N° 2.14: Dotaciones mínimas según el Ministerio de Salud para sistemas convencionales

Región	Dotación (l/h/d)
Costa	50 - 60 l/h/d
Sierra	40 - 50 l/h/d
Selva	60 - 70 l/h/d

Fuente: MINSA

Si las condiciones técnicas permiten implementar un sistema de arrastre hidráulico; se utilizará los siguientes valores:

Cuadro N° 2.15: Dotaciones mínimas según el Ministerio de Salud para sistemas con arrastre hidráulico

Región	Dotación (l/h/d)
Costa	90 l/h/d
Sierra	80 l/h/d
Selva	100 l/h/d

Fuente: MINSA

Si las condiciones técnicas permiten en el futuro implementar un sistema de alcantarillado se utilizará **120 lt/hab/día**.

- **Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)**

Cuadro N° 2.16: Dotaciones según la OMS

Población	Clima	
	Frío	Cálido
Rural	100 l/h/d	100 l/h/d
2 000 – 10 000	120 l/h/d	150 l/h/d
10 000 – 50 000	150 l/h/d	200 l/h/d
50 000 a más	200 l/h/d	250 l/h/d

Fuente: OMS.

- **Según el RNE**

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de **180 l/h/d**, en clima frío y de **220 l/h/d** en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de **120 l/h/d** en clima frío y de **150 l/h/d** en clima templado y cálido.

2.3.4. VARIACIONES DE CONSUMO

El consumo de agua en la población es variable con el tiempo, dependiendo esta variación de las condiciones de clima, costumbres y actividades de la población, por lo que, existe una variación en el consumo

anual, mensual, diario y horario, la variación anual y mensual no debe tenerse en cuenta, por ser muy reducidas salvo en casos aislados; pero la variación tanto diaria como horaria si debe tenerse presente para el diseño de estructuras debido a que son notorias.

Las variaciones tomadas en cuenta para todo proyecto de abastecimiento de agua son:

- a. **Variaciones anuales.** Es la disminución o aumento del consumo debido a las costumbres de la población, también de la actividad comercial e industrial.
- b. **Variación mensual.** Variaciones que se dan de mes a mes, esta variación se hace notar en aquellas poblaciones donde las estaciones son claramente diferenciadas.
- c. **Variación diaria.** Son las variaciones observadas durante los días de una semana y son debido a cambios climáticos, concurrencia a centros de trabajo, ocupaciones domésticas, etc.

Estas variaciones sí tienen influencia para un sistema de abastecimiento de agua, siendo necesario establecer el coeficiente de máxima variación diaria (K_1), definido por:

$$K_1 = \frac{\text{Caudal máximo diario}}{\text{Caudal promedio diario}} \quad (\text{Ec. 2.22})$$

El RNC recomienda tomar el valor de K_1 entre 1.2 y 1.5 y el Ministerio de Salud recomienda usar $K_1 = 1.3$

- d. **Variaciones horarias.** Son las variaciones en el consumo hora a hora durante un día, estas variaciones se deben a las diversas actividades de la población. Estas variaciones son las más notorias en ciudades pequeñas porque no tienen un consumo uniforme durante el día.

Esta variación se expresa mediante el coeficiente de máxima demanda horaria (K_2) dado por:

$$K_2 = \frac{\text{Caudal máximo horario}}{\text{Caudal promedio diario}} \quad (\text{Ec. 2.23})$$

El RNC recomienda tomar los siguientes valores:

Zona Rural

Hasta 1000 habitantes : $K_2 = 4.0$

De 1000 a 2000 habitantes : $K_2 = 3.0$

Zona Urbana

De 2000 a 10 000 habitantes : $K_2 = 2.5$

Mayor de 10 000 habitantes : $K_2 = 1.8$

Nota: Según el MINSA para poblaciones rurales $K_2 = 2$

2.3.5. CAUDALES DE DISEÑO

a) Caudal medio (Qm)

El caudal medio Qm, es el caudal calculado para la población futura con sus ajustes y la dotación bruta o dotación per cápita, expresado en lts/seg. Dicho caudal es utilizado para diseñar el reservorio.

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{Dot. PC}}{86400} = \frac{\text{Consumo total diario}}{86400} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

Donde:

Qm : Caudal medio (lts/seg)
 Pf : Población de diseño (hab.)
 Dot. PC : Dotación Per Cápita (L/per./día)

b) Caudal máximo diario (Qmd)

El caudal máximo diario Qmd, se define como el consumo máximo registrado durante 24 horas en un periodo de un año, dicho caudal es utilizado para diseñar la captación, línea de conducción y plantas de tratamiento.

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m \quad (\text{Ec. 2.25})$$

Donde:

Qm : Caudal medio (lts/seg)
 K1 : Coeficiente de variación diario

Según el RNE el valor de K1 se debe tomar igual a 1.3.

c) Caudal máximo horario (Qmh)

El caudal máximo horario Qmh, se define como el consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año, dicho caudal es utilizado para diseñar la línea de aducción, línea de distribución, redes de alcantarillado.

$$Q_{md} = K_2 \times Q_m \quad (\text{Ec. 2.26})$$

Donde:

Qm	:	Caudal medio (lts/seg)
K2	:	Coefficiente de variación horario

Según la OMS el valor de K2 se debe tomar igual a 2.

2.4. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Un sistema de abastecimiento de agua se crea o se amplia para suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada, desde la fuente de suministro hasta los consumidores para usos domésticos, de riego, industriales, comerciales, etc. Al proyectarlos se debe estimar la cantidad de agua potable que consumirá la comunidad, ya que se deben proyectar componentes del tamaño adecuado en el sistema de distribución de agua.

Las instalaciones para suministro de agua constan de las obras de captación, almacenamiento, conducción, bombeo, distribución y tratamiento.

2.4.1. CAPTACIÓN

2.4.1.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo que es de vital importancia definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable

por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado.

2.4.1.2. TIPOS DE FUENTES DE AGUA

A. AGUAS SUPERFICIALES

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua.

B. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero.

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares).

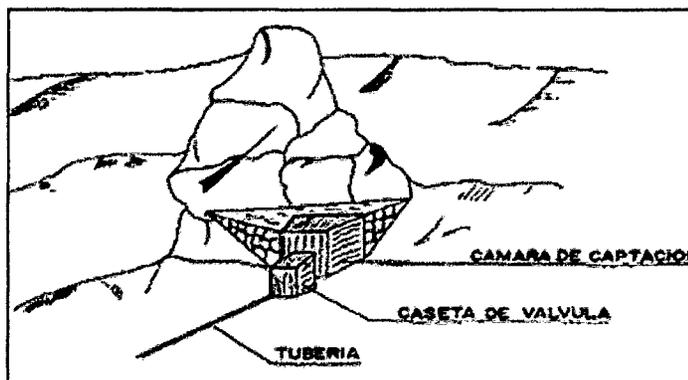


Fig. 2.1: Captación de agua subterránea (Manantial)

- **MANANTIAL**

Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea. El agua del manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie.

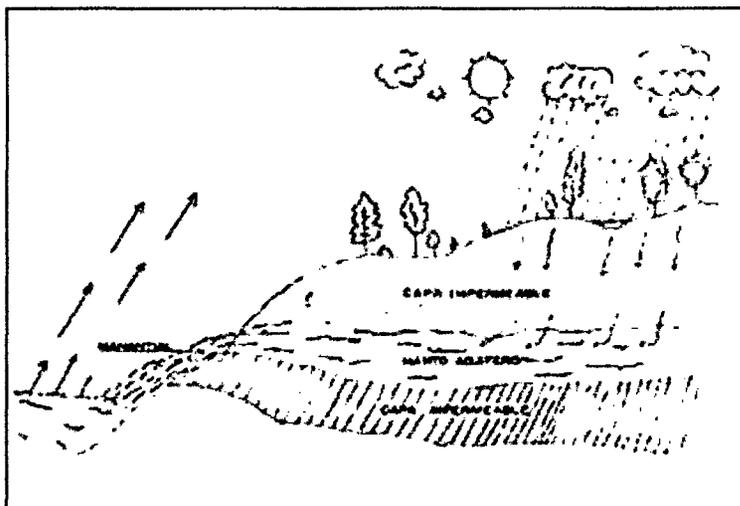


Fig. 2.2: Recarga de manantial

En el país, el Ministerio de Salud, clasifica los manantiales por su ubicación y su afloramiento. De acuerdo a lo primero, pueden ser de ladera o de fondo; y de acuerdo a lo segundo, de afloramiento concentrado o difuso.

2.4.1.3. CANTIDAD DE AGUA

La mayoría de sistemas de abastecimientos de agua potable en las poblaciones rurales, tiene como fuente los manantiales. Se recomienda que los aforos de las fuentes se efectúe en la temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales mínimos y máximos. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario (Q_{md}) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura.

El método más utilizado para determinar el caudal de agua en los proyectos de abastecimiento de agua potable es el método volumétrico, el cual es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 l/s.

Método Volumétrico

Dicho método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente, se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (l/s).

$$Q = \frac{V}{t} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

Donde:

- Q : Caudal en l/s
V : Volumen del recipiente en litros.
T : Tiempo promedio en seg.

Con la finalidad de definir el tiempo promedio, se recomienda realizar como mínimo 5 mediciones.



Fig. 2.3: Aforo del agua por el método volumétrico

2.4.1.4. CALIDAD DE AGUA

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable, son:

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptablemente clara (por ejemplo: baja turbidez, poco color, etc.).
- No salina.

- Que no contenga compuestos que causen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

Con la finalidad de conocer la calidad del agua de la fuente se deben realizar los análisis físico, químico y bacteriológico, siendo necesario tomar muestras de agua siguiendo las instrucciones que se dan a continuación.

Toma de muestra para el análisis físico y químico:

- o Limpiar el área cercana al manantial eliminando la vegetación y cuerpos extraños, en un radio mayor al afloramiento.
- o Ubicar el ojo del manantial y construir un embalse lo más pequeño posible utilizando para el efecto material libre de vegetación y dotarlo, en su salida, de un salto hidráulico para la obtención de la muestra.
- o Retirar los cuerpos extraños que se encuentran dentro del embalse.
- o Dejar transcurrir un mínimo de 30 minutos entre el paso anterior y la toma de muestra.
- o Tomar la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.
- o Enviar la muestra al laboratorio lo más pronto posible, con tiempo límite de 72 horas.

Toma de muestra para el análisis bacteriológico:

- o Utilizar frascos de vidrio esterilizados proporcionados por el laboratorio.
- o Si el agua de la muestra contiene cloro, solicitar un frasco para este propósito.
- o Durante el muestreo, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.
- o Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio (1/3) de aire.
- o Tapar y colocar el capuchón de papel.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

- Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, el nombre el muestreador y la fecha de muestreo.
- Enviar la muestra al laboratorio a la brevedad posible de acuerdo a las siguientes condiciones: 1 a 6 horas sin refrigeración y de 6 a 30 horas con refrigeración.

Cuadro N° 2.17: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Bacterias coliformes totales	UFC/100 ml a 35 °C	0
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5 °C	0
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 ml a 44.5 °C	0

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano-DIGESA 2010

Cuadro N° 2.18: Límites máximos permisibles de calidad organoléptica

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Olor	-----	Aceptable
sabor	-----	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
PH	Valor de PH	6.5 a 8.5
Conductividad (25 °C)	umho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Cloruros	mg/l	250
Sulfatos	mg/l	250
Dureza total	mg/l	500
Amoniaco	mg/l	1.5
Hierro	mg/l	0.3
Manganeso	mg/l	0.4
Aluminio	mg/l	0.2
Cobre	mg/l	2
Zinc	mg/l	3
Sodio	mg/l	200

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano-DIGESA 2010

2.4.1.5. TIPOS DE CAPTACIÓN

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

a. Captación de ladera

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: la primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda: a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El comportamiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente.

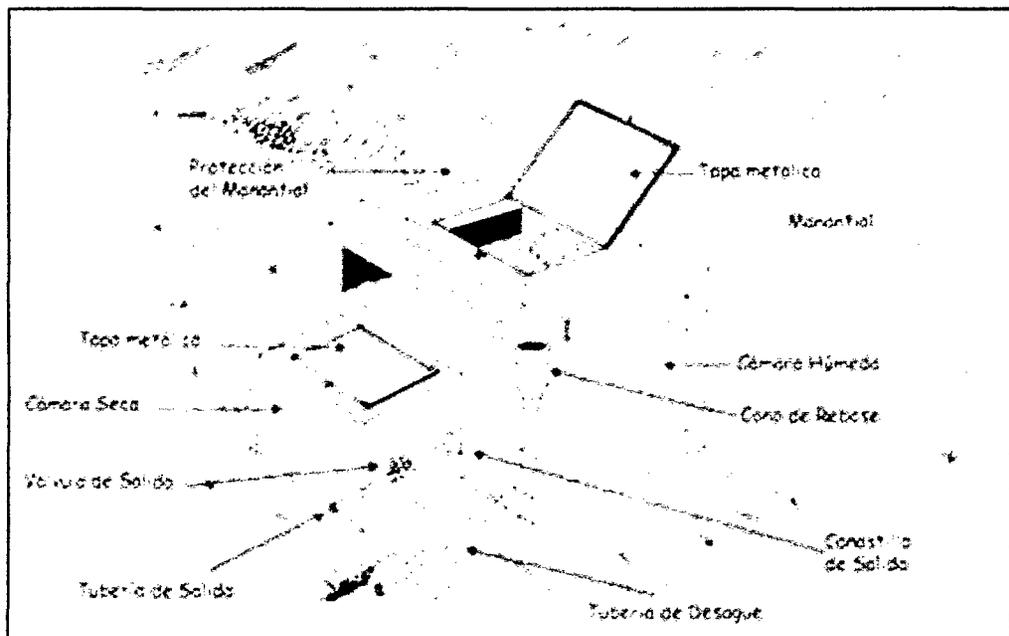


Fig. 2.4: Captación de manantial de ladera concentrado

b. Captación de fondo

Si se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Consta de dos partes: la primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse, y la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia.

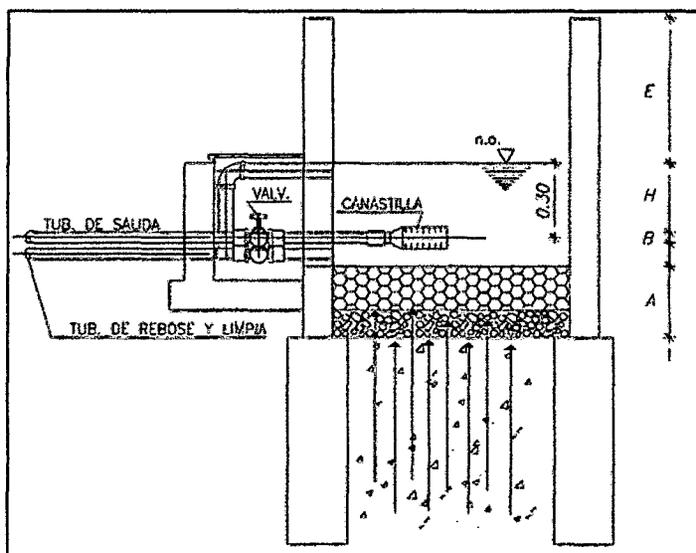


Fig. 2.5: Captación de manantial de fondo

2.4.1.6. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE UN MANANTIAL DE LADERA Y CONCENTRADO

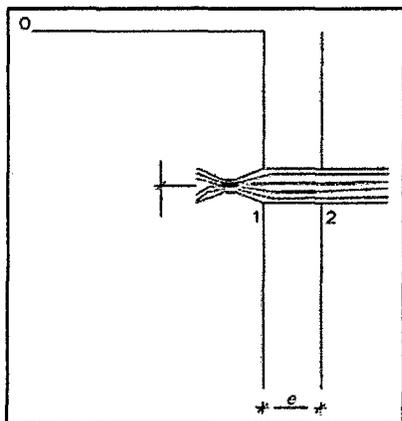


Fig. 2.6: Flujo de agua en un orificio de pared gruesa

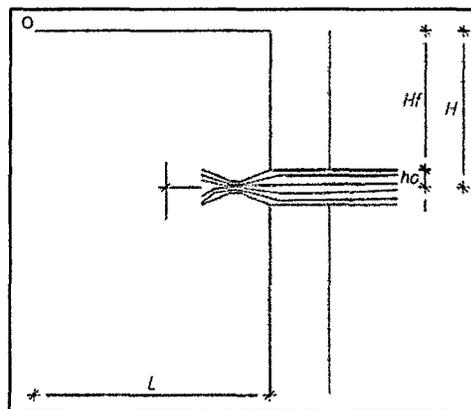


Fig. 2.7: Carga disponible y pérdida de carga

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

✓ **Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda**

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1 de la figura 2.6, resulta:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} \quad , \quad \text{para } P_0, V_0, P_1 \text{ y } h_1 \text{ igual a cero} \quad (\text{Ec. 2.28})$$

Donde:

- ho : Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores de 0.40 a 0.50 m)
- V1 : Velocidad teórica en m/s
- g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Mediante la ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2, y reemplazando valores en la ecuación 2.28 se tiene:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{C_d} \quad (\text{Ec. 2.29})$$

Donde:

- V2 : Velocidad de pase (se recomienda 0.50 a 0.60 m/s)
- Cd : Coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0.80)
- ho : Carga necesaria para producir la velocidad de pase

En la figura 2.7 se observa:

$$H = H_f + h_0$$

Donde:

- Hf: Pérdida de carga entre el afloramiento y la caja de captación

$$H_f = H - h_0 \quad (\text{Ec. 2.30})$$

$$H_f = 0.30 \cdot L$$

Luego:

$$L = H_f / 0.30 \quad (\text{Ec. 2.31})$$

✓ **Ancho de pantalla (b)**

Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D) u orificios, se utilizan las siguientes ecuaciones.

$$Q_{\text{máxf}} = V \times A \times C_d \quad (\text{Ec. 2.32})$$

$$Q_{\text{máxf}} = A C_d (2gh)^{1/2} \quad (\text{Ec. 2.33})$$

Donde:

Q _{máx.}	:	Gasto máximo de la fuente en l/s.
V	:	Velocidad de paso (0.50 a 0.60 m/s)
A	:	Área de la tubería en m ²
C _d	:	Coefficiente de descarga (0.60 a 0.80)
g	:	Aceleración de la gravedad (9.81 m/s ²)
h	:	Carga sobre el centro del orificio (m)

El valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{máx.}}{C_d \times V} = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow \frac{Q_{máx.}}{C_d (2gh)^{1/2}} = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Número de orificios: Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales de 2".

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 \rightarrow NA = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + 1 \quad (\text{Ec. 2.34})$$

Para el cálculo del ancho de la pantalla, se asume que para una buena distribución del agua los orificios se deben ubicar como se muestra en la figura 2.8.

Siendo:

"D" el diámetro de la tubería de entrada

"b" el ancho de la pantalla

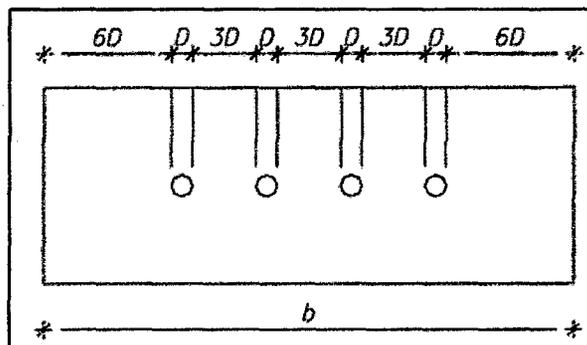


Fig. 2.8: Distribución de los orificios de pantalla frontal

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada, se calcula el ancho de la pantalla (b) mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + NA(D) + 3D(NA - 1)$$

$$b = 9D + 4NA(D) \quad (\text{Ec. 2.35})$$

Donde:

- b : Ancho de la pantalla
 D : Diámetro del orificio
 NA : Número de orificios

✓ **Altura de la cámara húmeda**

En base a los elementos identificados de la figura 2.9, la altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_t = A + B + H + D + E \quad (\text{Ec. 2.36})$$

Donde:

- A : 10 cm (mínimo)
 B : Se considera el diámetro de salida
 H : Altura de agua sobre la canastilla
 D : 5 cm (mínimo)
 E : 30 cm (mínimo)

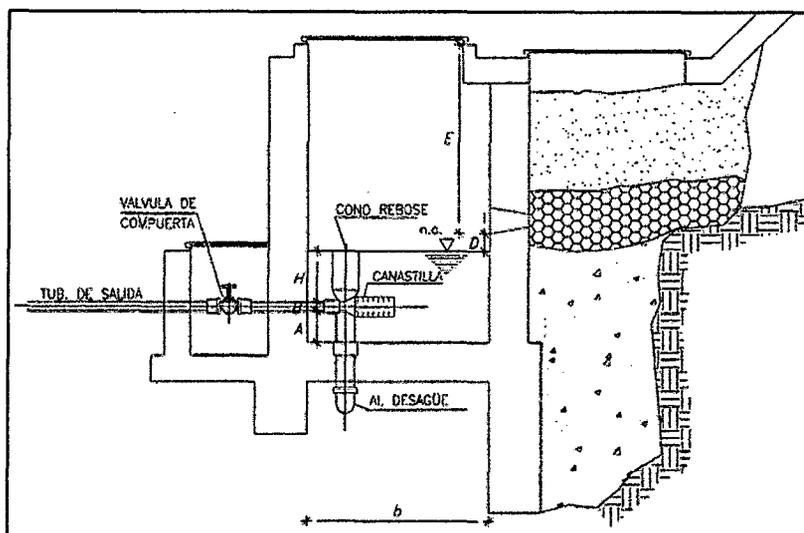


Fig. 2.9: Altura total de la cámara húmeda

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción.

La carga requerida es determinada mediante la siguiente ecuación:

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Q^2 md}{2gA^2} \quad (\text{Ec. 2.37})$$

Donde:

- H : Carga requerida en m
V : Velocidad de salida en la tubería de conducción
G : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Se recomienda una altura mínima de **H = 0.30 cm.**

✓ **Dimensionamiento de la canastilla**

Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Dcan. = 2Dc
- At = 2Ac
- Lcan. = 3Dc a 6Dc

Donde:

- Dcan. : Diámetro canastilla
Dc : Diámetro tubería de conducción
At : área total de ranuras
Ac : Área tubería de conducción
Lcan. : Longitud de la canastilla

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1 \quad (\text{Ec. 2.38})$$

✓ **Tubería de rebose y limpia**

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1.5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para C=140).

$$D = \frac{0.71Q^{0.38}}{S^{0.21}} \quad (\text{Ec. 2.39})$$

Donde:

D	:	Diámetro en pulgadas
Q	:	Gasto máximo de la fuente en l/s
S	:	Pérdida de carga unitaria en m/m

2.4.2. ESTACIÓN DE BOMBEO

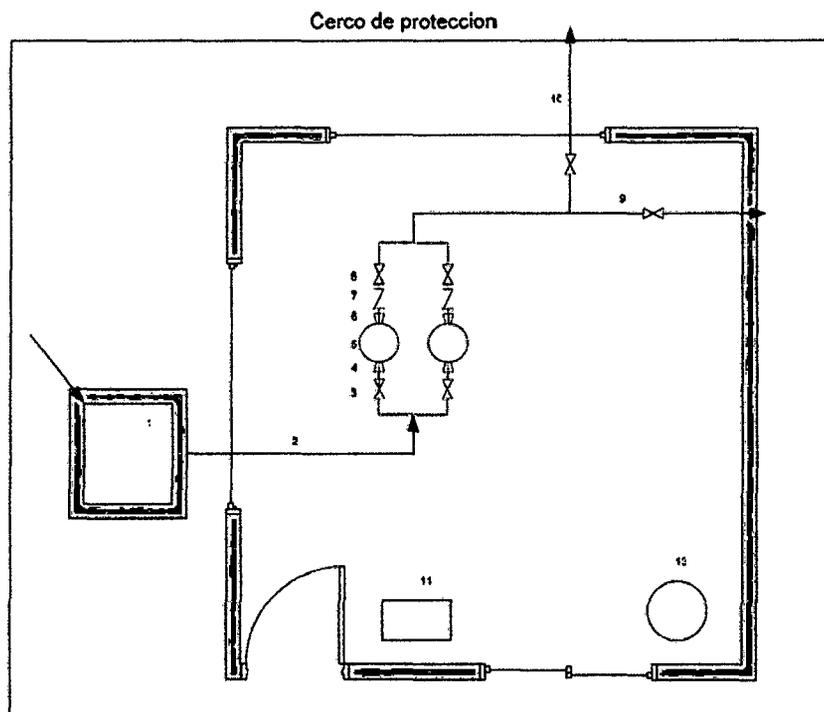
Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

2.4.2.1. ELEMENTOS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Equipos para cloración.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo.

La figura 2.10 muestra un esquema típico de una caseta de bombeo empleado en el área rural. Sin embargo, esta configuración puede variar de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto.



LEYENDA

- 1 Pozo o cámara de succión
- 2 Tubería de succión
- 3 Válvula compuerta
- 4 Reducción excéntrica
- 5 Bomba
- 6 Reducción concéntrica
- 7 Válvula de retención
- 8 Válvula compuerta
- 9 Tubería de impulsión
- 10 Tubería de limpieza
- 11 Tablero de control

Fig.2.10: Esquema típico de una estación de bombeo

2.4.2.2. CAPACIDAD DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Para determinar el caudal de bombeo se debe tener en cuenta los siguientes factores:

a. Periodo de bombeo

El número de horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación.

Por razones económicas y operativas, es conveniente adoptar un periodo de bombeo de ocho horas diarias, que serán distribuidas en el horario más ventajoso. En situaciones excepcionales se adoptará un periodo mayor, pero considerando un máximo de 12 horas.

b. Tipo de abastecimiento

Se deben considerar dos casos:

- ✓ Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal medio diario y el número de horas de bombeo.

$$Q_b = Q_m \times \frac{24}{N} \quad (\text{Ec. 2.40})$$

Donde:

Q _b	:	Caudal de bombeo, l/s
Q _m	:	Caudal medio diario, l/s
N	:	N° de horas de bombeo

- ✓ Cuando el sistema de abastecimiento de agua no incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad del sistema de bombeo debe ser calculada en base al caudal máximo horario y las pérdidas en la red distribución.

2.4.2.3. CARGA DINÁMICA O ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

La altura dinámica puede ser definida como el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga de succión más la carga de impulsión:

$$H_b = H_s + H_i \quad (\text{Ec. 2.41})$$

Donde:

H _b	:	Altura dinámica o altura de bombeo, m.
H _s	:	Carga de succión, m.
H _i	:	Carga de impulsión, m.

A. CARGA DE SUCCIÓN (HS)

Viene dado por la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la captación o cisterna, afectado por la pérdida de carga en el lado de la succión.

$$H_s = h_s + \Delta h_s \quad (\text{Ec. 2.42})$$

Donde:

hs : Altura de succión, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior del agua, m.

Δh_s : Pérdida de carga en la succión, m.

Debe considerarse que la carga de succión está limitada por la carga neta de succión positiva (NPSH), además, que debe existir un sumergimiento mínimo de la tubería de succión en el agua.

a. Carga neta de succión positiva (NPSH)

La carga neta de succión positiva es la diferencia entre la presión existente a la entrada de la bomba y la presión del vapor del líquido que se bombea. Esta diferencia es la necesaria para evitar la cavitación. En el diseño de bombas destacan dos valores de NPSH, el NPSH disponible y el NPSH requerido.

El NPSH requerido es función del diseño de fábrica de la bomba, su valor, es proporcionado por el fabricante. El NPSH requerido corresponde a la carga mínima que necesita la bomba para mantener un funcionamiento estable. Se basa en una elevación de referencia, generalmente considerada como el eje del rodete.

El NPSH disponible es función del sistema de succión de la bomba, se calcula en metros de agua, mediante la siguiente fórmula (véase figura 2.11).

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta H_s) \quad (\text{Ec. 2.43})$$

Donde:

NPSH disponible : Carga neta de succión positiva disponible, m.

Hatm : Presión atmosférica, m (Véase tabla N°1)

Hvap : Presión de vapor, m (Véase tabla N°2)

hs : Altura estática de succión, m

ΔH_s : Pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería, m.

Para evitar el riesgo de la cavitación por presión de succión, se debe cumplir que:

$$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerida} \quad (\text{Ec. 2.44})$$

b. Sumergencia mínima (ΔH)

La altura del agua entre el nivel mínimo y la unión de la rejilla, o la boca de entrada a la tubería, debe ser igual o superior a los límites siguientes.

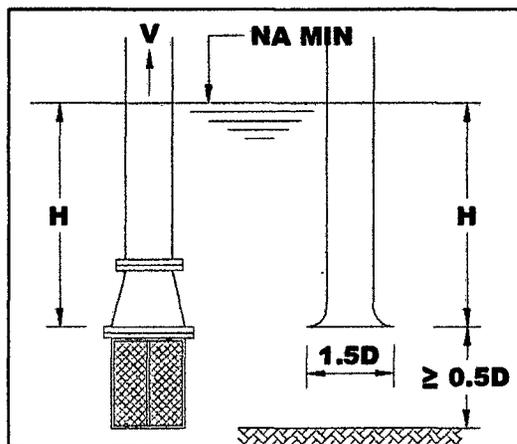


Fig. 2.11: Sumergencia mínima para evitar el ingreso de aire en la tubería de succión y deficiencias en el funcionamiento de la bomba.

- ✓ Para dar cumplimiento a requerimientos hidráulicos. Considerando la velocidad para el caudal de bombeo requerido:

$$H = \frac{V^2}{2g} + 0.20 \quad (\text{Ec. 2.45})$$

- ✓ Para impedir ingreso de aire, de acuerdo al diámetro de la tubería de succión (d):

$$H = 2.5d + 0.10 \quad (\text{Ec. 2.46})$$

- ✓ Se seleccionará el valor mayor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**FACULTAD DE INGENIERÍA****Proyecto Profesional**

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Tabla N° 1. Disminución de la Presión Atmosférica

Altura sobre el nivel del mar		Presión atmosférica (Pa)	
m	ft	m	Pa
0	0	10.33	14.69
250	820	10.03	14.26
500	1640	9.73	13.83
750	2640	9.43	13.41
1000	3280	9.13	12.98
1250	4101	8.83	12.55
1500	4291	8.53	12.13
1750	5741	8.25	11.73
2000	6561	8	11.38
2250	7381	7.75	11.02
2500	8202	7.57	10.68
2750	9022	7.28	10.35
3000	9842	7.05	10.02
3250	10662	6.83	9.71
3500	11483	6.62	9.42
3750	12303	6.41	9.12
4000	13123	6.2	8.82
4250	13943	5.98	8.52
4500	14764	5.78	8.22

Fuente: Guías para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable - OPS/CEPIS

Tabla N° 2. Presión de vapor de agua

Temperatura		Peso específico Kg/dm ³	Presión de vapor (P.V.P.)	
C°	F°		M. Abs.	P.SI. Abs
0	32	0.9998	0.062	0.088
5	41	1	0.089	0.127
10	50	0.9996	0.125	0.1781
15	59	0.999	0.174	0.247
20	68	0.9982	0.238	0.338
25	77	0.997	0.323	0.459
30	86	0.9955	0.432	0.614
35	95	0.9939	0.573	0.815
40	104	0.9921	0.752	1.07
45	113	0.99	0.977	1.389
50	122	0.988	1.258	1.789
55	131	0.9857	1.605	2.283
60	140	0.9831	2.031	2.889
70	158	0.977	3.177	4.519
75	167	0.9748	3.931	5.591
80	179	0.9718	4.829	6.869
85	185	0.9687	5.894	8.383
90	194	0.9653	7.149	10.168
95	203	0.9619	8.619	12.259
100	212	0.9583	10.332	14.696

Fuente: Guías para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable - OPS/CEPIS

B. CARGA DE IMPULSIÓN (H_i)

Está dada por la diferencia de elevación entre el nivel máximo de las aguas en el sitio de llegada (reservorio) y el eje de las bombas más la pérdida de carga del lado de la tubería de impulsión:

$$H_i = h_i + \Delta h_i \quad (\text{Ec. 2.47})$$

Donde:

h_i : Altura de impulsión, o sea, la altura del nivel superior en relación al eje de la bomba, m.

Δh_i : Pérdida de carga en la tubería de impulsión, m.

Reemplazando las ecuaciones de carga de succión y de carga de impulsión en la ecuación (2.35) de altura manométrica total se tienen las siguientes relaciones:

- Bombeo con bombas de eje horizontal y de eje vertical:

$$H_b = h_s + h_i + \Delta h_s + \Delta h_i \quad (\text{Ec. 2.48})$$

- Bombeo con bombas sumergibles:

$$H_b = h_i + \Delta h_i \quad (\text{Ec. 2.49})$$

Por seguridad podrá incrementarse la altura de pérdida de carga en las tuberías, en función a la edad de las mismas, considerar la altura por carga de velocidad ($V^2/2g$) y/o adoptar una altura de presión mínima de llegada.

2.4.2.4. NÚMERO DE UNIDADES DE BOMBEO

Depende del caudal de bombeo y de sus variaciones, además, de la necesidad de contar de equipos de reserva para atender situaciones de emergencia.

En situaciones donde se requiere solo un equipo de bombeo, es recomendable instalar uno idéntico de reserva, estableciendo un coeficiente de seguridad del 200%.

2.4.2.5. ACCIONAMIENTO DE BOMBAS

El sistema de accionamiento de las bombas se clasifican en tres grupos: motores eléctricos, motores de combustión interna y energía no convencional.

a. Motores eléctricos

Los motores eléctricos son las máquinas motrices más empleadas para propulsar de manera simple y eficiente las bombas utilizadas en los sistemas de saneamiento. Sus ventajas radican en su reducido tamaño y peso en comparación con otros sistemas motrices; en su limpieza, no contaminan el medio ambiente y producen menos ruido; en su facilidad de operación y finalmente en menor costo en comparación a sus similares de combustión interna. Su principal desventaja es que no pueden ser utilizadas en lugares donde se carece de energía eléctrica.

Los tipos de motores eléctricos usualmente utilizados en los sistemas de agua potable son: síncronos de velocidad constante y asíncrona o de inducción que admite una ligera variación de velocidad en función al valor de la carga. Los motores síncronos pueden resultar más económicos para bombas de gran potencia y baja velocidad.

En general, los motores eléctricos más económicamente empleados son los trifásicos de 60 ciclos con corriente alterna, pero en ocasiones no es posible seguir este criterio debido al tipo de corriente que se utiliza localmente. El voltaje más frecuentemente utilizado, sobretodo en pequeñas plantas es de 220 voltios.

Para determinar la potencia nominal del motor se debe admitir en la práctica un cierto margen. Se recomienda los siguientes incrementos (*Manual de Hidráulica de Azevedo Netto & Acosta Alvarez, Sexta Edición*).

Cuadro N° 2.19: Potencia del motor

Potencia absorbida de la bomba	Potencia motor
Hasta 1CV	50% más
Más de 1 a 5 CV	30% más
De 5 a 10 CV	20% más
De 10 a 25 CV	15% más
De 25 en adelante	10% más

2.4.2.6. SELECCIÓN DE BOMBAS CENTRIFUGAS

1. Datos requeridos para seleccionar una bomba centrífuga.

Previo a la elección de la bomba el ingeniero debe obtener los siguientes datos del sistema:

a. Bomba

- Número de unidades.
- Tipo de bomba (sólo si existe una preferencia predeterminada).
- Servicio de horas por día y, si es continuo o intermitente.

Características del líquido:

✓ **Temperatura**

Se debe indicar la temperatura de trabajo, así como posibles rangos de variación de la misma.

✓ **Gravedad específica**

Debe ser indicada para la temperatura de bombeo y es vital para una correcta determinación de la potencia.

✓ **PH**

Se debe indicar la acidez o alcalinidad del agua, porque permite elegir el material adecuado de la bomba. Si existe análisis químico es preferible suministrarlo.

b. Condiciones de operación

✓ **Caudal**

Debe ser especificado en litros por segundo. Es muy importante indicarlo en el punto exacto de operación ya que permitirá seleccionar la bomba más eficiente.

✓ **Altura manométrica total**

Se debe especificar en metros de acuerdo a lo calculado, o dar al fabricante todos los datos en un croquis de la instalación, para su cálculo.

✓ **Condiciones de succión**

Para bombas de eje horizontal se debe indicar la altura manométrica total y el NPHS disponible. En los demás tipos de bomba, especificar todos los datos en un croquis de la instalación.

c. Accionamiento

Se debe indicar claramente si es motor a gasolina, petróleo, eléctrico. Si el motor seleccionado es eléctrico, se debe indicar las características de la corriente eléctrica disponible: voltaje, ciclos y fase.

d. Material requerido

Se debe indicar el material que se requiere para la carcasa, impulsor, bocina, prensa-estopa y sello mecánico; caso contrario dejar que el fabricante indique lo más apropiado. El criterio primario a considerar en esta elección es la característica del agua con la cual tendrá contacto la bomba.

Los materiales comúnmente empleados son:

- El hierro, que tiene buena resistencia a la abrasión y a la presión; es empleado para los cuerpos, bases e impulsores de las bombas.
- El bronce, que tiene buena resistencia a la corrosión, pero muy poca a la abrasión.
- El acero, que tiene buena resistencia a las temperaturas y presiones elevadas.

e. Posición o instalación de las bombas

Debe ser determinada la siguiente información:

- Cómo será la instalación de la bomba: horizontalmente o verticalmente.
- Si se requiere base común.
- Dimensiones de la bomba.
- Tipo de acoplamiento: flexible o cardán.
- Tipo de tablero de control.

f. Requerimientos especiales

Se debe comprometer al proveedor del equipo a lo siguiente:

- Entregar curvas certificadas.
- Presenciar prueba de operación.
- Presenciar prueba hidráulica.
- Servicio de puesta en marcha.
- Copia lista de partes.
- Copia plano de conjunto.

2. Determinación de la curva del sistema

Con la información obtenida en la etapa de levantamiento de datos se elaborará la curva característica del sistema, la cual representará la altura de la carga total que deben vencer las bombas funcionando a los diversos caudales del proyecto. La curva del sistema es la representación gráfica de la suma de la altura estática, las pérdidas por fricción y las pérdidas singulares del sistema con respecto al caudal.

a. Curvas características de bombas centrífugas

Las características de funcionamiento de una bomba centrífuga se representa mediante una serie de curvas en un gráfico de coordenada caudal - altura (Q-H); caudal presión (Q-P) y caudal - eficiencia (Q- η). A cualquier punto Qx le corresponde un valor en las coordenadas Hx, Px y η_x (véase figura 2.11).

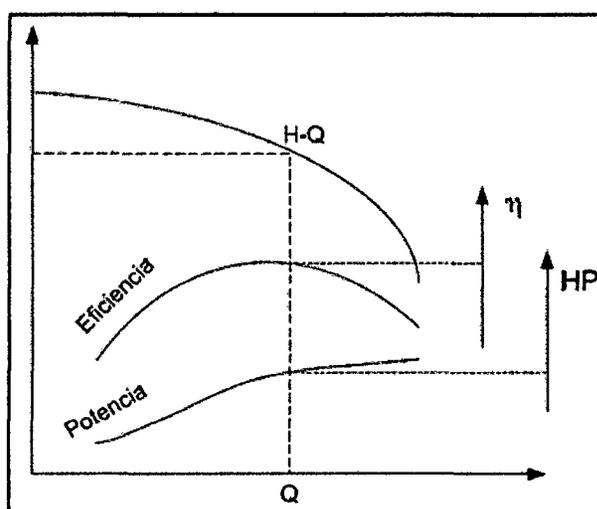


Fig. 2.12: Curvas características de la bomba centrífuga

b. Punto de operación del sistema

En primer lugar, se debe recurrir al catálogo de curvas características de bombas proporcionado por el fabricante. Enseguida, buscamos la bomba más adecuada a las condiciones de caudal de bombeo y altura dinámica total de nuestro sistema. Finalmente, trazamos sobre las curvas de la bomba seleccionada, la curva del sistema y determinamos su punto de operación. De preferencia la bomba deberá tener una velocidad de rotación de 3600 rpm. La selección debe realizarse tratando de obtener la máxima eficiencia del sistema de bombeo (véase figura 2.13).

En el diagrama de las curvas de la bomba, también están dibujadas las curvas para determinar la eficiencia, la potencia y el NPHS requerido por la bomba. Se debe comparar el NPSH disponible del sistema con el NPSH requerido por la bomba. El disponible debe ser mayor que el requerido.

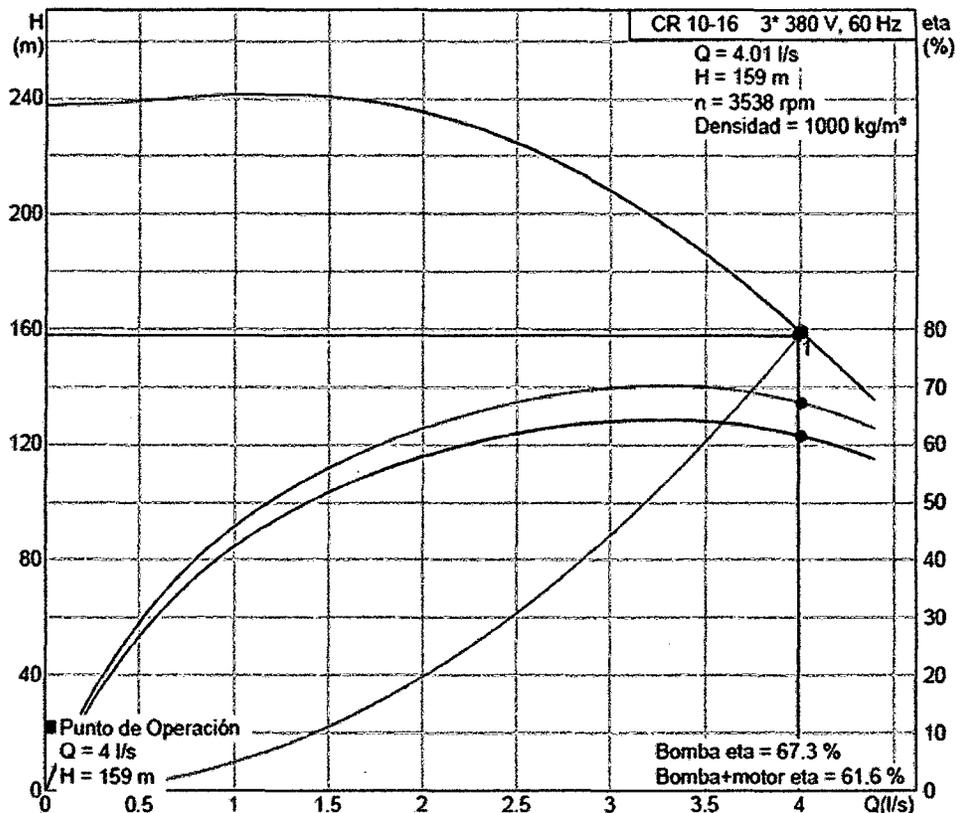


Fig. 2.13: Curva características de la bomba centrífuga de eje vertical

2.4.2.7. EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO (ACCESORIOS).

Un sistema de bombeo cuenta con el equipamiento de accesorios como válvulas de retención, válvulas de aislamiento (compuerta), manómetros, caudalímetros, tubería de descarga y soportes para tuberías.

2.4.2.8. CISTERNA DE BOMBEO

Son cámaras de forma circular, cuadrada o rectangular (vista de planta) que tienen la función de almacenar el agua, previa a su bombeo.

En el diseño de la cisterna de bombeo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Condiciones y dirección del flujo

Es recomendable evitar los siguientes aspectos geométricos que pueden conducir a un mal diseño:

- Flujo irregular, régimen turbulento y cambios bruscos en la dirección del flujo.
- Paredes contiguas y rotación del flujo.
- Pozos rápidamente divergentes.
- Pendientes pronunciadas.
- Distribución asimétrica de flujo en el pozo.
- Entrada de agua al pozo por debajo del nivel de la tubería de succión.

Una medida aconsejable es la adopción de velocidades moderadas (inferiores a 0.90 m/s), la cuidadosa adopción de dimensiones, la introducción de cortinas o paredes guías.

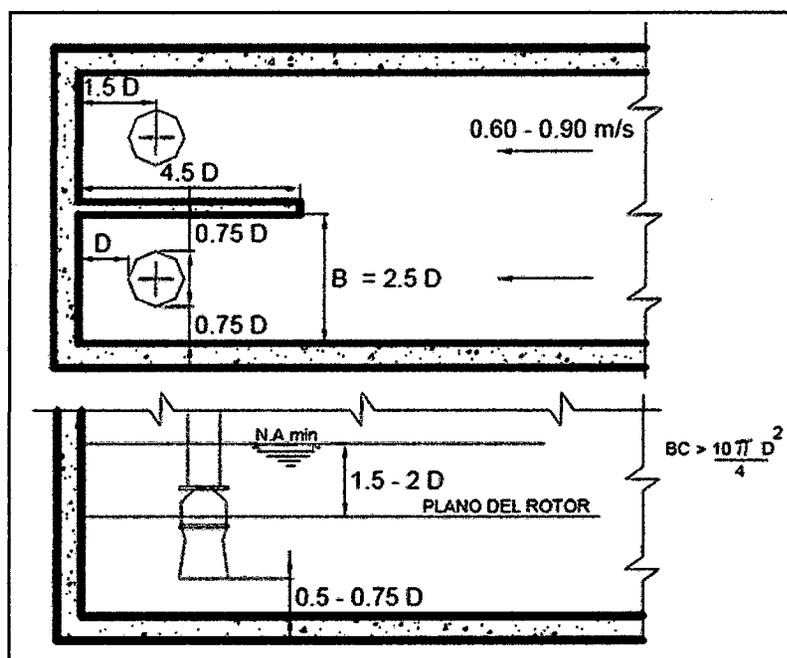


Fig. 2.14: Dimensiones mínimas recomendadas y disposición de las cisternas de bombeo

b. Entrada de aire y vórtices

La entrada de aire en la tubería de succión puede ser causada por:

- Piezas y uniones que filtran.
- La formación de vórtices.

- o La introducción y liberación de aire, por una configuración inadecuada de la entrada de agua a la cisterna y de la tubería de succión de la bomba (véase figura 2.14).

Las condiciones que favorecen la formación de vórtices son:

- o Sumergimiento muy pequeño de la tubería de succión.
- o Altas velocidades de flujo en la succión.
- o Mala distribución del flujo.

La entrada de aire a través de vórtices interfiere con el funcionamiento de las bombas, con las condiciones de cebaje, con el ruido y con el caudal de bombeo.

Para evitar vórtices se debe tener una profundidad mínima y reducir la velocidad de entrada en la boca de succión. Valores hasta 0.90 m/s son aceptables. Se recomienda también instalar una ampliación en forma de campana.

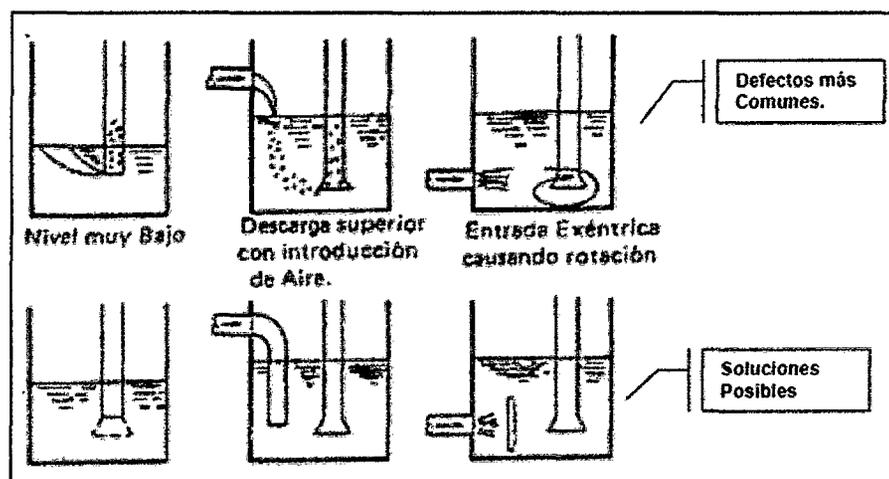


Fig. 2.15: Defectos más comunes en las cisternas que originan ingreso de aire en la tubería de succión

c. Dimensiones de la cisterna

En el cálculo del volumen de las cámaras de bombeo se presentan dos casos:

- o Cisterna de bombeo con almacenamiento

Se debe emplear cuando el rendimiento de la fuente no sea suficiente para suministrar el caudal de bombeo.

El volumen de la cisterna debe ser calculado realizando un balance o diagrama de masas, considerando el caudal mínimo de la fuente de agua y el caudal de bombeo.

La sumergencia mínima será fijada mayor a $1.5D$ (D es el diámetro de la tubería de succión), a partir del plano del rotor en el caso de las bombas verticales del tipo axial; mayor a $2D$, a partir de la superficie inferior de la boca de entrada en el caso de bombas centrífugas con aspiración; y, no menor a 0.50 m en el caso de bombas pequeñas.

La holgura comprendida entre el fondo del pozo y la sección de entrada de la canalización de succión será fijada en un valor comprendido entre $0.5D$ y $0.75D$ (véase figura 2.14).

o Cisterna de bombeo sin almacenamiento

Se debe emplear cuando la fuente de provisión de agua tenga una capacidad mayor o igual al caudal de bombeo.

El volumen de la cisterna debe ser calculado considerando un tiempo de retención entre 3 a 5 minutos para evitar sedimentación, para el caudal máximo diario.

Deben considerarse además las siguientes recomendaciones:

- El área mínima de una cisterna debe ser 12.5 veces el diámetro de la tubería de succión.
- El escurrimiento en la entrada de la cámara será regular, sin dislocamientos y zonas de velocidades elevadas. La velocidad de aproximación del agua a la sección de entrada en la cámara de succión no excederá de 0.6 m/s.

2.4.2.9. CASETA DE BOMBEO

El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos.

Para cuando se empleen bombas estacionarias de eje horizontal y de eje vertical, éstas estarán albergadas en la caseta de bombeo, junto con los motores, generadores, tableros, circuitos y válvulas de accionamiento necesarias.

Para el dimensionamiento de la sala de bombas se debe de considerar los siguientes aspectos:

- El espacio libre para la circulación en torno a cada bomba, debe preverse de preferencia con un valor mayor a 1.50 m pero no menor a 1.0 m.
- Todos los accesos a la sala de bombas deben situarse a un mínimo de 1.0 m por encima de nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso.

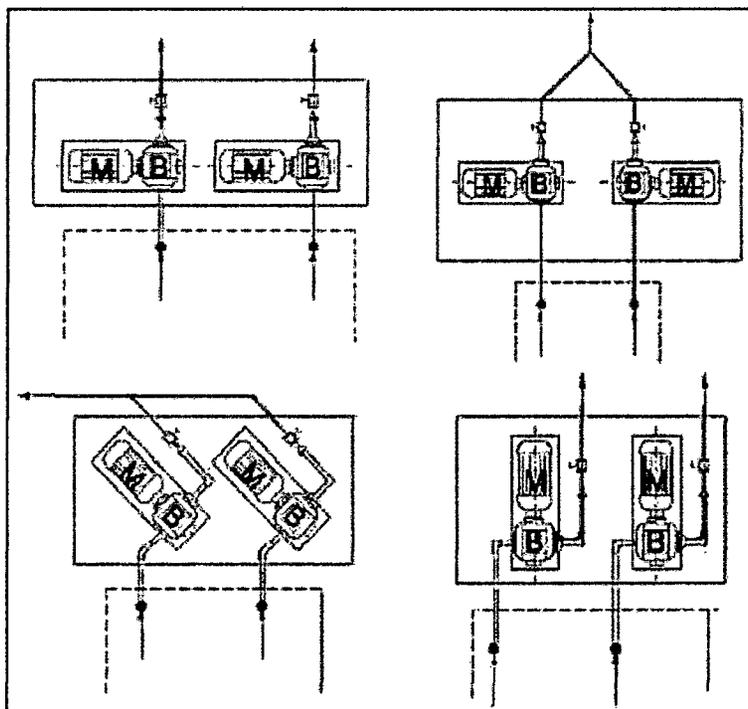


Fig. 2.16: Disposición de bombas centrífugas de eje horizontal en un cisterna de bombeo

2.4.2.10. TUBERÍA Y ACCESORIOS DE SUCCIÓN

La tubería de succión debe ser la más corta posible, evitándose al máximo, piezas especiales como curvas, codos, etc. Se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Para la mayoría de las bombas centrífugas la altura de succión debe ser inferior a 5 m. En la tabla 3 se especifica las alturas máximas permisibles de succión en función de la presión atmosférica.

El diámetro de la entrada de la bomba no debe ser tomado como indicación para el diámetro de la tubería de succión. Para la tubería se adoptan diámetros mayores con el objeto de reducir las pérdidas de carga. El diámetro de la tubería de succión debe ser tal que la velocidad en su interior no supere los valores especificados en la tabla 4.

El diámetro interno de la tubería de succión puede calcularse con la siguiente expresión:

$$d = 1.1284 \sqrt{\frac{Q}{V}} \quad (\text{Ec. 2.50})$$

Donde:

- d : Diámetro interno de la tubería de succión, m.
- Q : Caudal de bombeo, m³/s.
- V : Velocidad media de succión, m/s.

La pérdida de carga por fricción a lo largo de la tubería de succión puede calcularse mediante la fórmula de Hazen – Williams:

$$V = 0.355 D^{0.63} S_f^{0.54} \quad (\text{Ec. 2.51})$$

Donde:

- V : Velocidad media, m/s.
- D : Diámetro en m
- S_f : Pérdida de carga unitaria, m/m
- C : Coeficiente que depende de la naturaleza de las paredes de los tubos (material y estado).

Para piezas o accesorios comunes, se utilizarán los coeficientes de pérdida de carga especificadas en la **tabla 5**:

Los valores más empleados del coeficiente de pérdida de carga se muestran en la **tabla 6**.

Otros aspectos que deben tomarse en consideración en el diseño y cálculo de tubería de succión son los siguientes:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

“Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca”

- En la extremidad de la tubería de succión debe ser instalada una rejilla, con un área libre de los orificios de la criba de 2 a 4 veces la sección de la tubería de succión.
- Cuando el diámetro de la tubería de succión es mayor que el de admisión de la bomba, la conexión debe realizarse por medio de una reducción excéntrica con su parte superior horizontal a fin de evitar la formación de bolsas de aire.
- La tubería de succión generalmente tiene un diámetro comercial inmediatamente superior al de la tubería de descarga.
- En una tubería de succión con presión positiva debe instalarse una válvula de compuerta.
- En una tubería de succión que no trabaje con presión positiva debe instalarse una válvula de retención en su extremo inferior para evitar el cebado.
- Siempre que las diversas bombas tuvieran sus tuberías de succión conectadas a una tubería única (de mayor diámetro), las conexiones deberán ser hechas por medio de Y (uniones), evitándose el empleo de Tes.
- No deben ser instaladas curvas horizontales, codos o tes junto a la entrada de las bombas.

Tabla N° 3. Alturas máximas de succión

Altitud (m)	Presión Atmosférica (mca)	Límite práctico de succión (m)
0	10.33	7.6
300	10	7.4
600	9.64	7.1
900	9.3	6.8
1200	8.96	6.5
1500	8.62	6.25
1800	8.27	6
2100	8	5.7
2400	7.75	5.5
2700	7.5	5.4
3000	7.24	5.2

Fuente: Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

Tabla N° 4. Diámetro de la tubería de succión en función a la velocidad

Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
50	0.75
75	1.10
100	1.30
150	1.45
200	1.60
250	1.60
300	1.70
400 o mayor	1.80

Fuente: Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

Tabla N° 5. Valores aproximados de K (pérdidas de carga locales).

Pieza o accesorio	K
Compuerta abierta	1
Codo 90°	0.90
Codo 45°	0.40
Curva de 90°	0.40
Curva de 45°	0.20
Curva de 22.30°	0.10
Rejilla	0.75
Boquillas	2.75
Válvula de angula abierta	5.00
Válvula de compuerta abierta	0.20
Válvula tipo globo abierta	10.00
Salida de tubo	1.00
Entrada normal de tubo	0.50
Entrada de borda	1.00
Válvula de pie	1.75
Válvula de retención	2.50
Ampliación gradual	0.30*
Reducción gradual	0.15*

** Con base en la velocidad mayor (sección menor)*

Fuente: Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

Tabla N° 6. Valores del coeficiente C de Hazen - Williams

Material	C
Acero galvanizado	125
Acero soldado, tubos nuevos.	130
Acero soldado, tubos en uso.	90
Fierro fundido, nuevos	130
Fierro fundido, después de 15 o 20 años	100
Fierro fundido, gastados	90
PVC	140
Concreto, con buena terminación	130
Concreto, con terminación común	120

Fuente: Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

2.4.3. CONDUCCIÓN

2.4.3.1. LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a. Diámetro económico de la tubería

El diámetro de la tubería de impulsión deberá ser determinado en base a un análisis técnico económico.

El análisis debe considerar que si el diámetro adoptado es grande, la pérdida de carga en la tubería será pequeña y por tanto la potencia de la bomba será reducida; consecuentemente el costo de la bomba será reducido, pero el de la tubería de impulsión será elevado. El análisis inverso también es valedero, es decir, si adoptamos un diámetro pequeño, al final, el costo de la tubería de impulsión será reducido y el de la bomba será elevado.

Para estaciones que no son operadas las 24 horas del día, el diámetro económico viene dado por la fórmula de Marquard:

$$D = 1.3 \times \lambda^{1/4} \times \sqrt{Q} \quad (\text{Ec. 2.52})$$

Donde:

$$\lambda = \frac{\text{Número de horas de bombeo}}{24}$$

En el diseño y cálculo de tuberías de impulsión, además, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Dotar al sistema de los dispositivos que aseguren los riesgos debido al fenómeno del golpe de ariete.
- A la salida de la bomba debe proyectarse una válvula de retención y una de compuerta. Asimismo, debe considerarse la instalación de uniones flexibles para mitigar los efectos de vibración.
- En todo cambio de dirección debe considerarse elementos de anclaje y sujeción.
- El diámetro de las tuberías largas, debe ser calculado con velocidades relativamente bajas, generalmente entre 0.65 a 1.50 m/s.
- El diámetro de la tubería de impulsión, para distancias cortas, debe calcularse para velocidades mayores, que esté entre 1.50 a 2.00 m/s.

La tubería de impulsión no debe ser diseñada con cambios bruscos de dirección de flujo. Deben instalarse los dispositivos necesarios para evitar el contra flujo del agua, cuando la bomba deja de trabajar o en caso de que exista falla eléctrica.

b. Pérdida de carga en el sistema de bombeo

La pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería. Debido a que en la línea de impulsión las pérdidas locales no superan el 10%, para realizar los cálculos hidráulicos solamente se consideran las pérdidas por fricción.

Fórmulas para determinar la pérdida de carga en tuberías

➤ **Hazen Williams (1903)**

Es una de las más utilizadas para problemas de flujos en las redes de agua potable. Se expresa de la siguiente manera:

$$h_f = \frac{10.7LQ^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}} \quad (\text{Ec. 2.53})$$

Donde:

hf	:	Perdida de carga por fricción
L	:	Longitud de tubería en metros
Q	:	Caudal expresado en m ³ /seg
C	:	Coefficiente de rugosidad del material = 140 PVC
D	:	Diámetro en metros

➤ **Darcy Weisbach**

Con esta ecuación se calcula la pérdida de carga en conductos con flujo laminar o turbulento y para cualquier fluido o gas.

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (\text{Ec. 2.54})$$

Donde:

hf	:	Perdida de carga por fricción
f	:	Fricción en la tubería
L	:	Longitud de la tubería (m)
D	:	Diámetro (m)
V	:	Velocidad (m/seg)
g	:	Aceleración de la gravedad (m/seg ²)

El coeficiente de fricción "f" depende del régimen del flujo que puede ser flujo laminar o turbulento. Se considera flujo laminar cuando el N° de Reynolds es $Re < 2000$ y flujo turbulento $Re \geq 2000$ que es el caso de una línea de impulsión.

Número de Reynolds (Re)

Osborne Reynolds estableció el siguiente parámetro adimensional:

$$Re = \frac{VD\rho}{\eta} \quad (\text{Ec. 2.55})$$

Donde:

V	:	Velocidad media de la corriente (m/seg)
D	:	Diámetro del conducto (m)
ρ	:	Densidad del líquido (998 kg/m ³ para agua a 20°C)
η	:	Viscosidad dinámica del líquido. Para el agua a 20 °C = 1.02×10^{-3} kg/m.s

➤ **Ecuación de Colebrook - White**

Los investigadores C.F. COLEBROOK y C.M. WHITE, propusieron la siguiente expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right] \quad (\text{Ec. 2.56})$$

Donde:

f	:	Coefficiente de fricción
ε	:	Rugosidad absoluta (mm)
D	:	Diámetro interno de la tubería
Re	:	Número de Reynolds

Como la determinación del valor de “f” implica muchas interacciones, se acostumbra utilizar fórmulas simplificadas de acuerdo al tipo de flujo, es decir:

Para flujo laminar (Re < 2000)

$$f = \frac{64}{Re} \quad (\text{Ec. 2.57-1})$$

Para flujo turbulento (Re > 4000)

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/\varepsilon)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (\text{Ec. 2.57-2})$$

Los valores de rugosidad adoptados son:

Para $\varnothing \leq 200$ mm: $\varepsilon = 10$ μm (1.0×10^{-2} mm)

Para $\varnothing > 200$ mm: $\varepsilon = 25$ μm (2.5×10^{-2} mm)

c. Altura dinámica total (Ht)

El conjunto elevador (motor-bomba) deberá vencer la diferencia de nivel entre el tanque cisterna, más las pérdidas de carga (pérdida por fricción a lo largo de la tubería, pérdidas locales debidas a las piezas y accesorios) y adicionarle la presión de llegada.

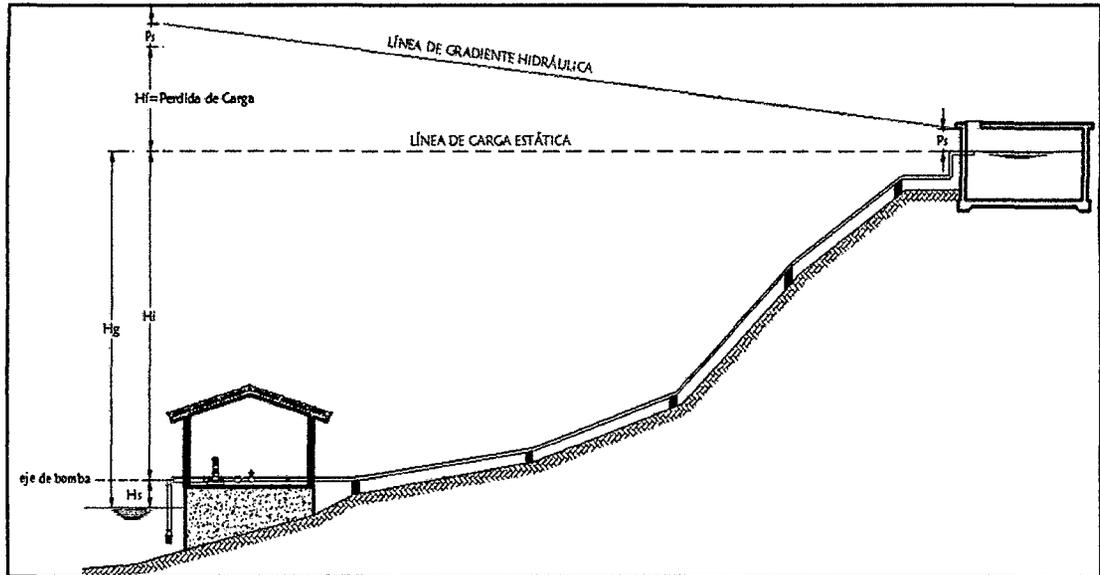


Fig. 2.17: Línea de gradiente hidráulica de la línea de impulsión con bomba de succión negativa.

Donde:

- Hs : Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior, m.
- Hi : Altura de impulsión o descarga, o sea, altura del nivel superior con relación al eje de la bomba.
- Hg : Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel, altura estática total

$$H_g = H_i + H_s \quad (\text{Ec. 2.58})$$

Hf total: Pérdida de carga (totales).

Ps : Presión de llegada al reservorio (se recomienda 3 m.c.a.)

Ht : Altura dinámica total en el sistema de bombeo, que corresponde a:

$$H_t = H_g + H_{f\text{ total}} + P_s \quad (\text{Ec. 2.59})$$

d. Potencia del sistema de bombeo

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor debe realizarse con la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{\gamma Q_b H_b}{76\eta} \quad (\text{Ec. 2.60})$$

Donde:

- Pb : Potencia de la bomba y motor (HP)
- Qb : Caudal de bombeo, l/s.
- Hb : Altura manométrica total, m.
- n : Eficiencia del sistema de bombeo

$$\eta = \eta_{motor} \eta_{bomba}$$

La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con una eficiencia (η) mayor a 70%.

2.4.3.2. TIPOS DE BOMBAS

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles.

A. Bombas centrífugas horizontales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional.

Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva y bombas de succión negativa. Si la posición del eje está sobre la superficie del agua, la succión es negativa (véase fig. 2.19) y en la situación inversa la succión es positiva (véase fig. 2.18).

La mayor desventaja que presentan estas bombas es la limitación en la carga de succión, ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10.33 m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento.

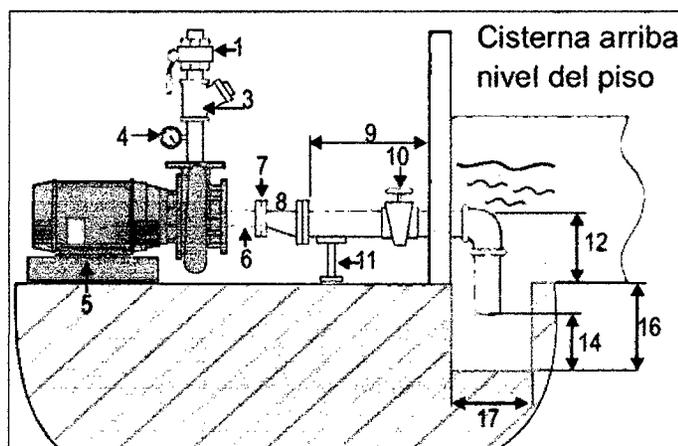


Fig. 2.18: Succión positiva

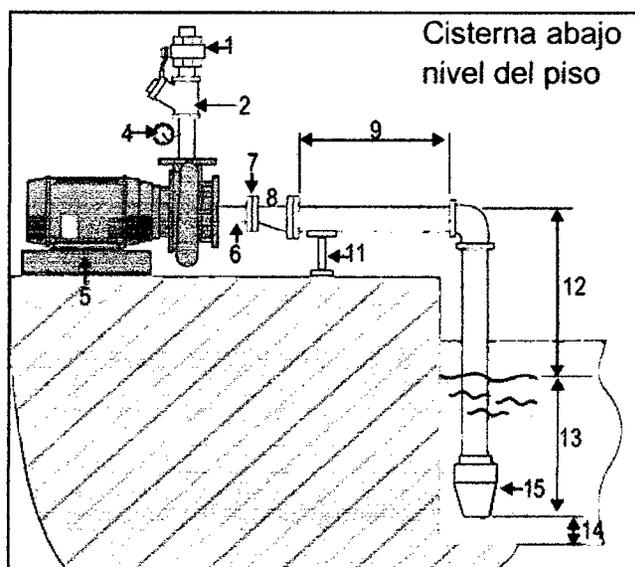


Fig. 2.19: Succión negativa

Las bombas más comunes de este tipo son las bombas monobloc, las cuales forman un conjunto compacto con su electromotor. Tienen una caja compacta integral, en los tamaños pequeños, y/o partida verticalmente en los de gran tamaño. La succión es axial y la descarga tangencial. Los modelos pequeños tienen conexión de succión y descarga roscada y los modelos más

grandes, a bridas. Tienen dos impulsores cerrados que pueden trabajar en serie o en paralelo. Este tipo de bombas es adecuado para pequeñas instalaciones, cuya potencia no sea mayor a 10 HP.

2.4.3.3. ANÁLISIS DE FLUJO TRANSITORIO – FENÓMENO DE GOLPE DE ARIETE

Si en una tubería por la que circula un fluido se interrumpe, aumenta o desvía bruscamente el movimiento del mismo, se producen en las paredes de la misma, presiones que pueden llegar a producir la rotura de la conducción. A esta sobrepresión se le denomina Golpe de Ariete. Por efecto de esta sobrepresión la tubería se dilata y el fluido se comprime volviendo ambos por elasticidad a la posición inicial, este efecto se repite estableciéndose un movimiento de presión oscilatorio cada vez con menor intensidad, hasta su anulación.

Valor de la celeridad (a)

La celeridad (a) es la velocidad de propagación de la onda de presión a través del agua contenida en la tubería. Depende de la elasticidad del fluido y de la elasticidad de la pared de la tubería. La expresión práctica propuesta por Allievi, que permite una evaluación rápida del valor de la celeridad es:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad (\text{Ec. 2.61})$$

Donde:

- a : Celeridad o velocidad de la onda (m/s)
- K : Coeficiente en función del módulo de elasticidad (E) del material constitutivo de la tubería. $K = 10^6/E$
- D : Diámetro interior de la tubería, mm.
- e : Espesor de la tubería, mm.

Tiempo de cierre de la válvula y tiempo de parada de bombas. Cierre lento y cierre rápido

Se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido.

Este concepto es aplicable tanto a conducciones por gravedad es tiempo de cierre y a impulsiones es tiempo de parada. En el caso de las bombas, el tiempo de parada no puede medirse de forma directa y es más difícil de controlar.

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada:

$$T = C + \frac{KLV}{gH_m} \quad (\text{Ec. 2.62})$$

Donde:

- T : Tiempo de parada, seg.
- C : Coeficiente según la pendiente de la conducción
- K : Valor que depende de la conducción
- L : Longitud real de la conducción, m.
- V : Velocidad del agua en la conducción, m/s
- g : Constante de la gravedad, m/s²
- Hm : Altura manométrica, m.

El coeficiente "C" es función de la pendiente hidráulica (m), siendo: $m = H_m/L$

$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la tabla siguiente:

Cuadro N° 2.20: Valores del coeficiente K según Mendiluce

L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

Puesto que "L" es la longitud de la tubería y de la celeridad "a" es la velocidad de propagación de la onda de presión. $2L/a$, será el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa. Por lo tanto, si $T < 2L/a$, la maniobra ya habrá concluido cuando se produzca el retorno de la onda de presión y tendremos un cierre rápido, alcanzándose la sobrepresión máxima en algún punto de la tubería. Sin embargo $T > 2L/a$, estaremos ante un cierre lento y ningún punto alcanzará la sobrepresión máxima, ya que la primera onda positiva reflejada regresa antes de que se genere la última negativa.

$$T < \frac{2L}{a} : \text{Cierre rápido} \quad (\text{Ec. 2.63})$$

$$T > \frac{2L}{a} : \text{Cierre lento} \quad (\text{Ec. 2.64})$$

El caso más desfavorable para la conducción (máximo golpe de ariete) es el cierre instantáneo ($T \approx 0$). En la práctica esto solo ocurre en impulsiones de gran pendiente hidráulica, no siendo lo habitual.

Cálculo de la sobrepresión producida por el golpe de ariete. Fórmulas de Michaud y Allievi

Una vez conocido el valor del tiempo T y determinado el caso en el que nos encontramos (cierre lento o cierre rápido), el cálculo del golpe de ariete se realizará basándonos en el concepto de longitud crítica (L_c), se tiene que:

- Si $L < L_c$, se trata de una impulsión corta, que se correspondería con un cierre lento, calculándose el golpe de ariete mediante la fórmula de Michaud.
- Si $L > L_c$, entonces la impulsión es larga y el cierre rápido, siendo el valor del golpe de ariete el dado por Allievi.

$L < L_c$	Impulsión corta	$T > 2.L/a$	Cierre lento	Michaud	$\Delta H = 2.L.v/(g.T)$
$L > L_c$	Impulsión larga	$T < 2.L/a$	Cierre rápido	Allievi	$\Delta H = a.v/g$

Luego, la presión en el punto más bajo de la tubería será:

$$P_{\text{máx}} = C \text{ arg } a \text{ estática} + S/P \quad (\text{Ec. 2.65})$$

Las medidas para evitar el golpe de ariete son:

- Limitación de la velocidad en las tuberías.
- Cierre lento de válvulas, construcción de piezas que no permitan la obstrucción muy rápida.
- Empleo de válvulas y dispositivos mecánicos especiales, válvulas de alivio.
- Utilización de tuberías que puedan soportar sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete.
- Instalación de cámaras de aire comprimidas que proporcionen el amortiguamiento de los golpes.
- Empleo de válvulas retorno, en tramos intermedios de la línea de impulsión, para seccionar el golpe de ariete en tramos y reducir la sobrepresión máxima.

2.4.4. SISTEMA DE REGULACIÓN

Los reservorios o estanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.

Un estanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- 1) Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- 2) Mantener las presiones adecuadas en la red de distribución.
- 3) Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia tales como incendios e interrupciones por daños de tuberías de aducción o de estaciones de bombeo.

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

conducción sea el suficiente para conducir el Qmáxh, que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

2.4.4.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS

A. TIPOS DE RESERVORIO

➤ **Por su posición**

Apoyados

Construidos sobre el terreno, a su vez pueden ser completamente enterrados, semi enterrados, apoyados a media ladera.

Elevados

Son los que se encuentran encima de la superficie terrestre, sostenido por elementos estructurales portantes.

➤ **De acuerdo al material empleado.**

De concreto armado

Pueden ser elevados o apoyados, pueden tener diferentes formas, son menos costosos y durables.

De acero

Son prefabricados, resultan más costos y menos durables.

Mampostería.

Construidos in situ, cuando se tiene pequeños volúmenes de agua por almacenar.

➤ **De acuerdo a su geometría**

Cilíndrica.

Las paredes son sometidas a esfuerzos de tensión simple, presenta ventajas estructurales. Son higiénicas las losas de fondo o tapa, pueden ser planas o en forma de cúpula, se articulan en las paredes.

Paralelepípedos.

Debido a sus formas rectas producen momentos que obligan a espesores mayores y refuerzos también mayores, reduce grandemente los esfuerzos costosos por encofrados, son poco higiénicos, en los ángulos se introducen los sedimentos y crecimiento de algas. También pueden ser: esféricos, cónicos, hexagonales, octogonales, etc.

➤ **Por su función**

De cabecera.

Es aquel que abastece directamente a una determinada ciudad. Su posición con respecto a la ciudad debe estar sujeta a la capacidad máxima de consistencia de la tubería a emplear en la línea de aducción y en la de distribución.

Flotante.

Es aquel que apoya al abastecimiento de una ciudad, asegurando un servicio sin la menor interrupción, o sea que almacena agua en horas de menor consumo y suministra después en horas de mayor consumo.

B. CAPACIDAD DEL RESERVORIO

La capacidad del estanque será igual al volumen que resulte de las siguientes consideraciones:

- Volumen de equilibrio o regulación (VE)
- Volumen de agua contra incendios (Vci)
- Volumen de reserva (VR)

Luego:

$$V_{\text{RESERVORIO}} = VE + V_{\text{CI}} + VR \quad (\text{Ec. 2.66})$$

➤ **VOLUMEN DE EQUILIBRIO O REGULACIÓN (VE)**

El sistema de almacenamiento previsto como regulación está destinado a proveer:

- Suministro de agua en las horas de demanda máxima.
- Presiones adecuadas en la red de distribución.

Este volumen atiende las necesidades impuestas por las variaciones de consumo horario.

Generalmente el diseño, ya sea en forma analítica o en forma gráfica, se hace por periodos de 24 horas (1 día), el consumo de agua de las poblaciones se puede expresar como porcentajes horarios del caudal medio diario (Qmd) a través de hidrogrmas, que se determinan estadísticamente.

Cuando no se dispone de datos el RNC recomienda adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, es decir:

$$V_E = 25\% \text{ de } Q_m \quad (\text{Ec. 2.67})$$

➤ **VOLUMEN CONTRA INCENDIOS**

Para poblaciones menores a 10 000 habitantes, no es recomendable y resulta antieconómico el proyectar sistema contra incendio. Se deberá justificar en los casos en que dicha protección sea necesaria.

Para poblaciones mayores a 10 000 habitantes se asume un tiempo de duración del incendio entre 2 y 4 horas. Lo más corriente es estimar el volumen contra incendios, el cual está en función de la población, es decir:

$$V_{ci} = Q_{ci} \times t \quad (\text{Ec. 2.68})$$

$$Q_{ci} = 0.5\sqrt{P} \quad (\text{Ec. 2.69})$$

Cuadro N° 2.21: Tiempo de extinción en función de la población

TIEMPO (HORAS)	POBLACIÓN EN MILES
t = 3	P < 30
t = 4	30 < P < 50
t = 5	P > 50

Fuente: *Separatas de la UNC*

➤ **VOLUMEN DE RESERVA**

Ante la eventualidad de que en la línea de aducción puedan ocurrir daños que mantendrían una situación de déficit en el suministro de agua, ya sea mientras se hacen las reparaciones de los sistemas de toma, conducción, tratamiento y/o casos de falla de un sistema de bombeo, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad a restablecer la conducción de agua hasta el estanque. En tal caso se recomienda considerar un volumen equivalente a un rango de 5 a 10% del volumen total del reservorio.

Existen algunos criterios para la determinación de este volumen, los que son:

$VR = 25\%$ del volumen total

$VR = 33\%$ del $(VE + VI)$

$VR = Q_{medio} * t$, con: 2 horas $< t < 4$ horas

El RNC, recomienda: $VR = (5-10)\%$ del VE.

Se tomará el valor de 10% como aceptable para este proyecto.

➤ UBICACIÓN DEL RESERVORIO

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas.

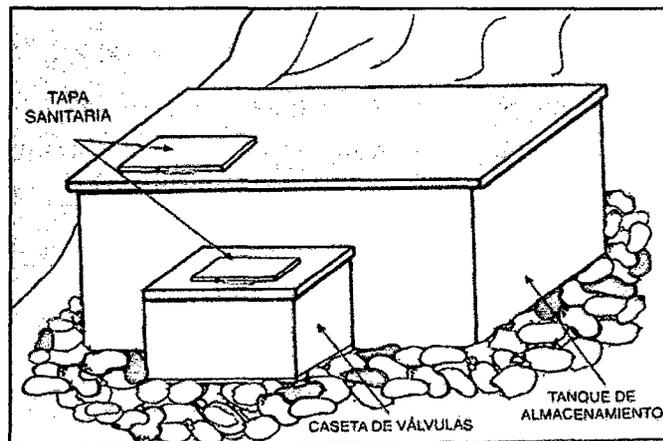


Fig. 2.20: Partes externas de un reservorio

2.4.4.2. CASETA DE VÁLVULAS

Su función es albergar a los accesorios de control, tanto de entrada como de salida de agua del reservorio, consiste en una caseta adyacente al reservorio.

a) Tubería de llegada

El diámetro de la tubería de llegada o alimentación estará definido por la línea de conducción (impulsión). Deberá estar provisto de llave de igual diámetro antes de la entrada al estanque y proveerse de By-pass para atender situaciones de emergencia.

b) Tubería de salida

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

c) Tubería de limpieza

La tubería de limpieza deberá ser de un diámetro tal que facilite el vaciado del reservorio en un periodo que no exceda de 2 a 4 horas. La limpieza estará provista de llave y el fondo del tanque deberá contar con una pendiente no menor al 1%, hacia la salida.

d) Tubería de rebose

El reservorio deberá contar con una tubería de rebose, la misma que se conectará con descarga libre a la tubería de limpieza o lavado y no se proveerá de llave, permitiéndose la descarga en cualquier momento. En todo caso, es aconsejable que el diámetro de la tubería de rebose no sea menor que el de llegada.

e) Tubería de ventilación

Los tanques de almacenamiento deben proveerse de un sistema de ventilación, dotado de protección para evitar el ingreso de insectos y otros animales. Para ello es aconsejable la utilización de tubos en “U” invertida, protegidos a la entrada con rejillas o mallas metálicas y separadas del techo del estanque a no menos de 30cm.

f) By – pass

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de tal manera cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constará de una válvula compuerta que permita el control de flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

g) Otros accesorios

Todo tanque de almacenamiento deberá estar provisto de: control de niveles, flotantes, cámaras de visita con tapas sanitarias y escaleras de acceso interior y exterior.

Deberá preverse una altura de revancha, o altura libre por encima del nivel máximo de aguas, no menor a 0.20m, a fin de contar con un espacio de aire ventilado.

2.4.4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DE RESERVORIO

Para el diseño estructural de reservorios de pequeñas y medianas capacidades se recomienda utilizar el método de portland Cement Association, que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos de reservorios basados en la teoría de Plates and Shells de Timoshenko, donde se consideran las paredes empotradas entre sí.

En los reservorios apoyados o superficiales, típicos para poblaciones rurales, se utiliza preferentemente la condición de borde que considera la tapa libre y el fondo empotrado.

1. PREDIMENSIONAMIENTO

a) Cálculo de diámetro (D) y la altura (H) del reservorio

Para el predimensionamiento se debe tener en cuenta la siguiente relación:

$$h/D = 0.50 - 2$$

D = Diámetro interno

h = Altura de agua

Según criterio sísmico la altura para un reservorio regular queda limitada al 75% del diámetro, es decir: $h = 0.75 \cdot D$.

Según criterio económico (menor cantidad de materiales) las dimensiones óptimas de un reservorio es cuando: $h = 0.50 \cdot D$.

b) Cálculo del espesor de las paredes (t)

Referente al espesor de pared a considerar en un depósito de concreto armado, Jiménez Montoya (1987) aconseja que en los casos más frecuentes de altura de agua $h \leq 6.0$ m, se adopte un valor en el entorno de:

- Para depósitos rectangulares:

$$t = 0.10 \cdot h \geq 0.20 \text{ m}$$

; h = altura del agua (Ec. 2.70)

- Para depósitos cilíndricos:

$$t = 0.05 \cdot h + 0.01 \cdot R \geq 0.20 \text{ m}$$

; h = altura del agua (Ec. 2.71)

c) Cálculo del espesor de la losa de fondo (tl)

En depósitos rectangulares y cilíndricos de concreto armado, con la unión pared-losa de fondo monolítica, la solera será de espesor constante cuando ésta sea de pequeñas dimensiones, en general se adoptará:

$$t_l \approx 0.10 \text{ a } 0.12 \cdot h \quad ; \quad h = \text{altura del agua} \quad (\text{Ec. 2.72})$$

d) Cálculo del espesor de la losa de techo (e)

La losa de cubierta será considerada como una losa armada en dos sentidos y apoyada en todo el borde del reservorio.

Se recomienda:

$$e = L/30 \quad (\text{Ec. 2.73})$$

Donde: $L=D=$ Diámetro interno del reservorio.

2. MÉTODO DE DISEÑO DE LA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)

2.1. Análisis y diseño de las paredes del reservorio

a) Análisis y diseño anular por presión hidrostática

Se considera un muro con base fija, extremo superior libre y carga triangular, como se muestra en la figura:

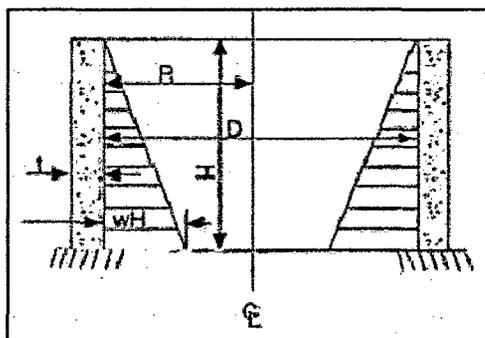


Fig. 2.21: Presión del agua en la pared del Reservorio

Donde:

- T : Espesor de la pared
- H : Altura del Agua
- D : Diámetro interno del tanque o reservorio.
- w : Peso específico del líquido

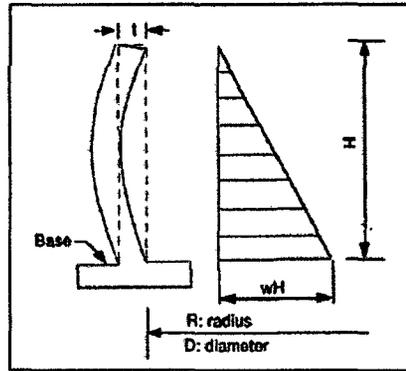


Fig. 2.22: Empotramiento en la base y rotación angular en el extremo superior

De acuerdo a las consideraciones de la PCA, el esfuerzo anular, puede ser determinado mediante la siguiente expresión:

$$T = Coef. \times W_1 \quad (Ec. 2.74)$$

$$W_1 = wu \times H \times \frac{D}{2} \quad (Ec. 2.75)$$

$$wu = Coef. Sanitario \times fc \times \gamma_{agua} \quad (Ec. 2.76)$$

Donde:

- T : Esfuerzo Anular
- Coef. : Coeficiente respectivo al cálculo de cada esfuerzo. Se obtiene de la tabla N° 7 del PCA, mediante la siguiente relación $fa = H^2/(D \cdot t)$
- γ_{agua} : Peso específico del agua
- H : Altura del agua en el reservorio
- W1 : Carga de diseño hacia la pared del reservorio correspondiente al Esfuerzo Anular.

Coef. Sanitario = 1.65

fc: Factor de amplificación de Carga = 1.70 (RNE E.060 2009)

Cálculo del refuerzo

De acuerdo al diagrama de tensiones anulares, se calculará el refuerzo a cada tercio de la altura, según la relación siguiente:

$$As = \frac{T}{0.9 \times fy} \quad (Ec. 2.77)$$

Donde:

As : Área de acero en cm²
 T : Tensión en tn/m
 fy : Esfuerzo de fluencia del acero (kg/cm²)

Acero mínimo

$$As_{mín.} = p_{mín.} \cdot b \cdot d \quad (\text{Ec. 2.78})$$

Donde:

p_{mín.} : 0.0025 Cuantía mínima
 b : 100 cm Ancho de diseño
 d : t – r r = recubrimiento (5 cm)

b) Análisis y diseño en flexión por presión hidrostática

De acuerdo a las consideraciones de la PCA, el esfuerzo a flexión, puede ser determinado mediante la siguiente expresión:

$$M = Coef. \cdot W_2 \quad (\text{Ec. 2.79})$$

$$W_2 = wu \times H^3 \quad (\text{Ec. 2.80})$$

$$wu = Coef. \cdot Sanitario \times fc \times \gamma_{agua} \quad (\text{Ec. 2.81})$$

Donde:

M : Esfuerzo a flexión
 Coef. : Coeficiente respectivo al cálculo de cada esfuerzo. Se obtiene de la tabla N° 8 del PCA, mediante la siguiente relación $fa = H^2 / (D \cdot t)$
 γ_{agua} : Peso específico del agua
 H : Altura del agua en el reservorio
 W₂ : Carga de diseño hacia la pared del reservorio correspondiente al Esfuerzo a flexión.

Coef. Sanitario = 1.3

fc: Factor de amplificación de Carga = 1.70 (RNE E.060 2009)

Cálculo del refuerzo

De acuerdo al diagrama de tensiones anulares, se calculará el refuerzo a cada tercio de la altura, según la relación siguiente:

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 \times f_y \times d} \quad (\text{Ec. 2.82})$$

Donde:

- As : Área de acero en cm²
- Mu : Momento último en tn/m
- fy : Esfuerzo de fluencia del acero (kg/cm²)
- d : Peralte efectivo de la pared (d = t – r)

Acero mínimo

$$A_{s\text{mín.}} = p_{\text{mín.}} \times b \times d \quad (\text{Ec. 2.83})$$

Donde:

- p_{mín.} : 0.0033 Cuantía mínima
- b : 100 cm Ancho de diseño
- d : t – r r = recubrimiento (5 cm)

c) Análisis y diseño en corte por presión hidrostática

De acuerdo a las consideraciones de la PCA, el esfuerzo por corte, puede ser determinado mediante la siguiente expresión:

$$V = \text{Coef.} \times W_3 \quad (\text{Ec. 2.84})$$

$$W_3 = wu \times H^2 \quad (\text{Ec. 2.85})$$

$$wu = \text{Coef. Sanitario} \times fc \times \gamma_{\text{agua}} \quad (\text{Ec. 2.86})$$

Donde:

- M : Esfuerzo a flexión
- Coef. : Coeficiente respectivo al cálculo de cada esfuerzo. Se obtiene de la tabla N° 9 del PCA, mediante la siguiente relación $f_a = H^2 / (D \times t)$
- γ_{agua} : Peso específico del agua
- H : Altura del agua en el reservorio
- W₂ : Carga de diseño hacia la pared del reservorio correspondiente al Esfuerzo a flexión.

Coef. Sanitario = 1

fc: Factor de amplificación de Carga = 1.70 (RNE E.060 2009)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Cortante del concreto

$$V_c = 0.53\phi\sqrt{f'_c} \times b \times d \quad (\text{Ec. 2.87})$$

Donde:

- f'_c : Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm^2)
- b : Ancho de diseño (100 cm)
- d : Peralte efectivo ($d = t - r$)
- ϕ : 0.85

Tabla N° 7. Coeficientes para el cálculo del Esfuerzo Anular

Coefficients at point										
$\frac{H^2}{D}$	0.0H	0.1H	0.2H	0.3H	0.4H	0.5H	0.6H	0.7H	0.8H	0.9H
0.4	+0.149	+0.134	+0.120	+0.101	+0.082	+0.066	+0.049	+0.029	+0.014	+0.004
0.8	+0.283	+0.239	+0.215	+0.190	+0.160	+0.130	+0.096	+0.083	+0.034	+0.010
1.2	+0.283	+0.271	+0.254	+0.234	+0.209	+0.180	+0.142	+0.099	+0.054	+0.016
1.6	+0.265	+0.268	+0.268	+0.266	+0.250	+0.226	+0.185	+0.134	+0.075	+0.023
2.0	+0.234	+0.251	+0.273	+0.285	+0.285	+0.274	+0.232	+0.172	+0.104	+0.031
3.0	+0.134	+0.203	+0.267	+0.322	+0.357	+0.362	+0.330	+0.262	+0.157	+0.052
4.0	+0.067	+0.164	+0.256	+0.339	+0.403	+0.429	+0.409	+0.334	+0.210	+0.073
5.0	+0.025	+0.137	+0.246	+0.346	+0.428	+0.477	+0.469	+0.398	+0.259	+0.092
6.0	+0.018	+0.119	+0.234	+0.344	+0.441	+0.504	+0.514	+0.447	+0.301	+0.112
8.0	-0.011	+0.104	+0.218	+0.335	+0.443	+0.534	+0.575	+0.530	+0.381	+0.151
10.0	-0.011	+0.098	+0.208	+0.323	+0.437	+0.542	+0.608	+0.589	+0.440	+0.179
12.0	-0.005	+0.097	+0.202	+0.312	+0.429	+0.543	+0.628	+0.633	+0.494	+0.211
14.0	-0.002	+0.098	+0.200	+0.306	+0.420	+0.539	+0.639	+0.666	+0.541	+0.241
16.0	0.000	+0.099	+0.199	+0.304	+0.412	+0.531	+0.641	+0.687	+0.582	+0.265

(Fuente: PCA 1993 Tabla A-1)

Tabla N° 8. Coeficientes para el cálculo del Esfuerzo a Flexión

Coefficients at point										
$\frac{H^2}{D}$	0.1H	0.2H	0.3H	0.4H	0.5H	0.6H	0.7H	0.8H	0.9H	1.0H
0.4	+0.0005	+0.0014	+0.0021	+0.0007	-0.0042	-0.0150	-0.0302	-0.0529	-0.0816	-0.1205
0.8	+0.0011	+0.0037	+0.0063	+0.0080	+0.0070	+0.0023	-0.0068	-0.0224	-0.0465	-0.0795
1.2	+0.0012	+0.0042	+0.0077	+0.0103	+0.0112	+0.0090	+0.0022	-0.0108	-0.0311	-0.0602
1.6	+0.0011	+0.0041	+0.0075	+0.0107	+0.0121	+0.0111	+0.0058	-0.0051	-0.0232	-0.0505
2.0	+0.0010	+0.0035	+0.0068	+0.0099	+0.0120	+0.0115	+0.0075	-0.0021	-0.0185	-0.0436
3.0	+0.0006	+0.0024	+0.0047	+0.0071	+0.0090	+0.0097	+0.0077	+0.0012	-0.0119	-0.0333
4.0	+0.0003	+0.0015	+0.0028	+0.0047	+0.0066	+0.0077	+0.0069	+0.0023	-0.0080	-0.0268
5.0	+0.0002	+0.0008	+0.0016	+0.0029	+0.0048	+0.0059	+0.0059	+0.0028	-0.0058	-0.0222
6.0	+0.0001	+0.0003	+0.0008	+0.0019	+0.0032	+0.0046	+0.0051	+0.0029	-0.0041	-0.0187
8.0	.0000	+0.0001	+0.0002	+0.0008	+0.0016	+0.0028	+0.0038	+0.0029	-0.0022	-0.0146
10.0	.0000	.0000	+0.0001	+0.0004	+0.0007	+0.0019	+0.0029	+0.0028	-0.0012	-0.0122
12.0	.0000	-0.0000	+0.0001	+0.0002	+0.0003	+0.0013	+0.0023	+0.0026	-0.0005	-0.0104
14.0	.0000	.0000	.0000	.0000	+0.0001	+0.0008	+0.0019	+0.0023	-0.0001	-0.0090
16.0	.0000	.0000	-0.0001	-0.0002	-0.0001	+0.0004	+0.0013	+0.0019	+0.0001	-0.0079

(Fuente: PCA 1993 Tabla A-2)

Tabla N° 9. Coeficientes para el cálculo del Esfuerzo Cortante Máximo

$\frac{H^2}{Dl}$	Triangular load, fixed base	Rectangular load, fixed base	Triangular or rectangular load, hinged base	Moment at edge
0.4	+0.436	+0.755	+0.245	-1.68
0.8	+0.374	+0.552	+0.234	-1.75
1.2	+0.339	+0.460	+0.220	-2.00
1.6	+0.317	+0.407	+0.204	-2.28
2.0	+0.299	+0.370	+0.189	-2.57
3.0	+0.262	+0.310	+0.158	-3.18
4.0	+0.236	+0.271	+0.137	-3.68
5.0	+0.213	+0.243	+0.121	-4.10
6.0	+0.197	+0.222	+0.110	-4.49
8.0	+0.174	+0.193	+0.096	-5.18
10.0	+0.158	+0.172	+0.087	-5.81
12.0	+0.145	+0.158	+0.079	-6.38
14.0	+0.135	+0.147	+0.073	-6.88
16.0	+0.127	+0.137	+0.068	-7.36
20.0	+0.114	+0.122	+0.062	-8.20
24.0	+0.102	+0.111	+0.055	-8.94
32.0	+0.089	+0.096	+0.048	-10.36
40.0	+0.080	+0.086	+0.043	-10.62
48.0	+0.072	+0.079	+0.039	-12.76
56.0	+0.067	+0.074	+0.036	-13.78

(Fuente: PCA 1993 Tabla A-12)

2.2. Análisis y diseño de la losa de techo

Se diseñará como una viga simplemente apoyada con el mismo acero para ambos sentidos, considerando una carga distribuida entre ejes.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su Norma E.060 determina las combinaciones de carga para el cálculo de la resistencia requerida:

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV \quad (\text{Ec. 2.88})$$

2.3. Análisis y diseño de la losa de fondo

Se diseñará en base a la cuantía mínima por flexión, debido a que el concreto absorbe casi en su totalidad los esfuerzos producidos, luego:

Acero mínimo

$$A_{smín.} = \rho_{mín.} \cdot b \cdot d \quad (\text{Ec. 2.89})$$

Donde:

$\rho_{mín.}$:	0.0033	Cuantía mínima
b	:	100 cm	Ancho de diseño
d	:	$t - r$	r = recubrimiento (7.5 cm)

2.4.5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

RED DE DISTRIBUCIÓN ABIERTA

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios, cuyo origen está en el reservorio y termina en las piletas domiciliarias. Este sistema está compuesto por una tubería principal desde la cual parten ramales secundarios y de estos a la vez ramales menores. Este sistema se emplea en poblaciones rurales cuyas casas se encuentran dispersas.

La red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (partes altas). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (partes bajas).

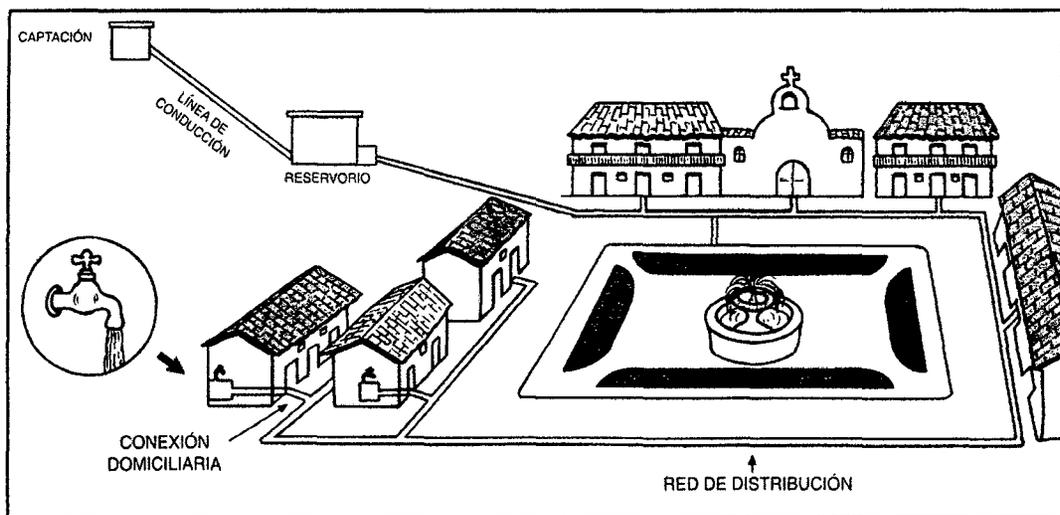


Fig. 2.23: Esquema de una red de distribución

2.4.5.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías. Se recomienda valores de velocidad mínima de 0.6 m/seg. y máxima de 5 m/seg. Si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentarán fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se producirá el deterioro de los accesorios y tuberías.

El MINSA establece que el diámetro mínimo recomendado es de 3/4" y de 1/2" para las conexiones domiciliarias. Las válvulas según las normas mencionadas, se deben ubicar para no aislar tramos no mayores de 300 m. o en lugares que garanticen el buen funcionamiento del sistema y que permitan interrupciones para realizar las ampliaciones y reparaciones en la red.

2.4.5.2. DISEÑO HIDRÁULICO

❖ Hazen - Williams (1903)

Es una de las más utilizadas para problemas de flujos en las redes de agua potable. Se expresa de la siguiente manera:

$$h_f = \frac{10.7 L Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad (\text{Ec. 2.90})$$

Donde:

h _f	:	Perdida de carga por fricción
L	:	Longitud de tubería en metros
Q	:	Caudal expresado en m ³ /seg
C	:	Coefficiente de rugosidad del material = 140 PVC
D	:	Diámetro en metros

❖ Ecuación de continuidad

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (\text{Ec. 2.91})$$

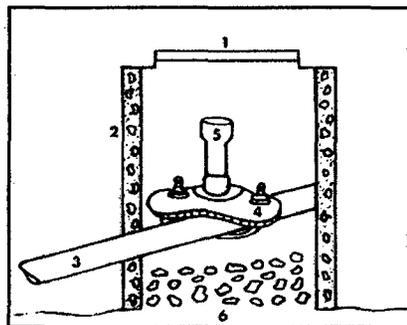
- Conociendo el Q_{mh}, este se divide entre la población futura y se obtiene el caudal unitario en lit/seg/hab.
- Identificados los tramos de la red de distribución y conocido los habitantes de cada tramo, se determina el valor del caudal por tramo multiplicando el caudal unitario por el número de habitantes por tramo.
- Se calcula la presión y velocidad en cada punto crítico de la red, así como en cada punto de llegada (casa), chequeando que cumplan con los criterios anteriores descritos.
- Las presiones máximas en la red de distribución será de 50 m.c.a. y las mínimas será de 3.5 m.c.a.
- Los diámetros a utilizar están en función del caudal circundante, siendo el mínimo diámetro 3/4" en la red.

- Las velocidades permisibles en la red de distribución se recomienda, la máxima 3 m/seg y la mínima 0.6 m/seg.
- En vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar.

2.4.5.3. ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

a. Válvula de aire

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación de aire es necesario instalar válvulas de aire (válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieran ser operados periódicamente).



1. Tapa sanitaria.
2. Caja de concreto.
3. Tubo de la línea de conducción.
4. Abrazadera.
5. Niple roscado con tapón.
6. Drenaje o sumidero.

Fig. 2.24: Válvula de aire

b. Válvula de purga

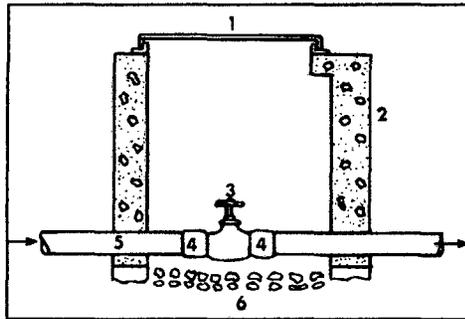
Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de distribución, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza en tramos de tubería.

Se recomienda que el diámetro de la válvula sea menor que el de la tubería o según:

Si: \varnothing tubería \leq 4" entonces \varnothing válvula = \varnothing tubería

Si: 4" < \varnothing tubería < 16" entonces \varnothing válvula = 4"

Si: \varnothing tubería > 16" entonces \varnothing válvula = \varnothing tubería/4

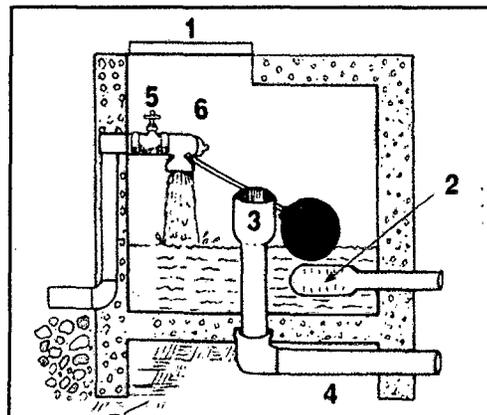


1. Tapa sanitaria.
2. Caja de concreto.
3. Válvula de compuerta.
4. Unión RMC o F°G°.
5. Tuvo PVC.
6. Drenaje o sumidero

Fig. 2.25: Válvula de purga

c. Cámaras rompe presión

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesario la construcción de cámaras rompe presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable.



1. Tapa sanitaria.
2. Canastilla.
3. Cono de rebose.
4. Tubo de desagüe.
5. Válvula compuerta.
6. Válvula flotadora

Fig. 2.26: Cámara rompe – presión

d. Otras válvulas

- *Válvulas reductoras de presión*; que sirven para absorber el exceso de presión en las tuberías, especialmente el desarrollado por el golpe de ariete.
- *Válvulas de retención o válvula check*; que se utilizan para no permitir que el flujo de agua tome dirección contraria a la proyectada.

- *Válvula compuerta*; utilizada en los arranques de todo ramal derivado y en los lugares donde se desea aislar un tramo de tubería.

e. Conexiones domiciliarias

Corresponde al tramo de tuberías entre ramales y piletas domiciliarias que llevarán consigo una válvula compuerta y un grifo; el diámetro de la tubería será de ½".

2.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.5.1. PRINCIPALES SISTEMAS RURALES DE SANEAMIENTO

➤ **Niveles de servicio en saneamiento**

Los niveles de servicio en saneamiento se refieren a las necesidades atendidas por el sistema implantado para la evacuación o disposición final de excretas y de aguas residuales.

Pueden ser a nivel unifamiliar y multifamiliar.

➤ **Opciones tecnológicas en saneamiento**

La opción tecnológica en saneamiento comprende la solución de ingeniería que se ajusta a las características físicas, locales y a las condiciones socio-económicas de la comunidad. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de saneamiento a un costo compatible con la realidad local.

Las opciones tecnológicas en saneamiento están divididas en dos grupos:

- Soluciones con recolección por red de tuberías con arrastre hidráulico.
- Soluciones sin red de recolección (disposición in situ) con o sin arrastre hidráulico.

En el cuadro siguiente se muestra la correspondencia entre las opciones tecnológicas en saneamiento y sus niveles de servicio.

Cuadro N° 2.22: Opciones Tecnológicas en Saneamiento

OPCIÓN TECNOLÓGICA		NIVEL DE SERVICIO	
CON SISTEMA DE RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Alcantarillado condominial		
	Alcantarillado de pequeño diámetro		
SIN SISTEMA DE RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS	Unidad sanitaria con pozo séptico	Unifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Unidad sanitaria con biodigestor		
	Letrina de hoyo seco ventilado	Unifamiliar	Disposición de excretas
	Letrina de pozo anegado		
	Letrina de cierre hidráulico		
	Letrina compostera o baño ecológico		

Fuente: Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades

La selección de una u otra opción tecnológica debe considerar los siguientes factores:

- Tamaño de la comunidad
- Dispersión de las viviendas
- Disponibilidad de agua
- Recursos disponibles
- Capacidad de los beneficiarios para la operación y mantenimiento

Una recomendación sobre las opciones técnicas, es la siguiente:

- ✓ En poblaciones menores a 100 familias (450 personas) no se usa alcantarillado. Solo deben considerarse sistemas de recolección sin uso de red de tuberías.
- ✓ En centros poblados entre 100 y 200 familias puede usarse alcantarillado sólo con pozos sépticos y percolador.
- ✓ En centros poblados de 200 a 400 familias se acepta usar alcantarillado con tanques sépticos o con lagunas facultativas, según las condiciones locales.
- ✓ En poblaciones mayores a 400 familias se acepta el alcantarillado con lagunas facultativas o tanque Imhoff.

1. SISTEMAS SIN RED DE TUBERÍAS DE RECOLECCIÓN

Existen sistemas que pueden ser construidos por los usuarios, sin mayores dificultades técnicas, y otros donde necesariamente se incluyen equipos fabricados por empresas privadas, algunos de los cuales pueden estar patentados.

1.1. TANQUES SÉPTICOS

El sistema es adecuado para viviendas con conexiones domiciliarias de agua y cuando el suelo es permeable y no sujeto a inundaciones para recibir los efluentes o aguas residuales. Las aguas residuales están compuestas por las aguas grises y las aguas negras. Las aguas grises, también conocidas como aguas servidas, son las aguas provenientes de duchas, lavatorios y sifones de recolección de aguas de lavado que generalmente son jabonosas. Las aguas negras son aquellas aguas provenientes de los inodoros o aguas con excretas.

El tratamiento de las aguas residuales puede ser en pozos sépticos para unidades unifamiliares o multifamiliares; y la disposición final de los efluentes ya tratados, puede realizarse en zanjas de infiltración o pozos absorbentes.

Los pozos sépticos quitan materia sólida por decantación, al detener agua residual en el tanque, lo que permite que se decanten los sedimentos y que flote la capa de impurezas. Para que esta separación ocurra, el agua residual debe detenerse en el tanque un mínimo de 24 horas.

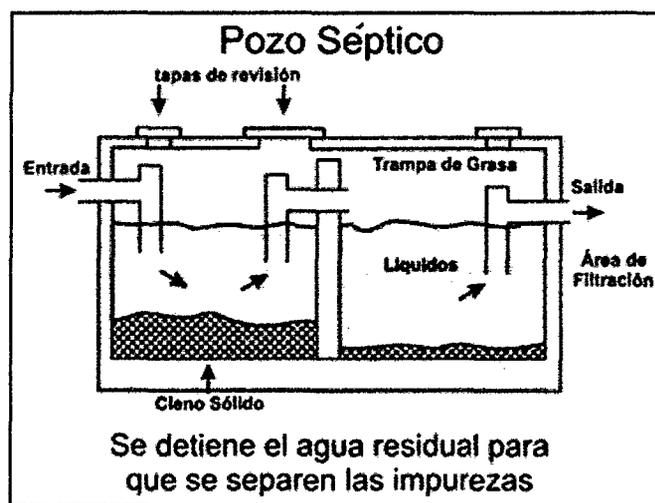


Fig. 2.27: Pozo Séptico

1.2. BIODIGESTOR CLARIFICADOR

Este sistema es una variante de los pozos sépticos que considera la construcción de un módulo sanitario, con un biodigestor pre-fabricado y zanja de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas.

Las aguas residuales generadas son conducidas a un biodigestor con capacidad de 600 litros y posteriormente transferidas a una zanja de infiltración.

El biodigestor es un equipo de tratamiento de aguas residuales, autolimpiable, que no necesita instrumentos para la extracción de lodos sino solo abrir una válvula para extraerlos cada 18 a 24 meses. Las aguas residuales tratadas en el biodigestor van a zanjas de infiltración, pozos absorbentes o se pueden reusar para pequeños sembríos.

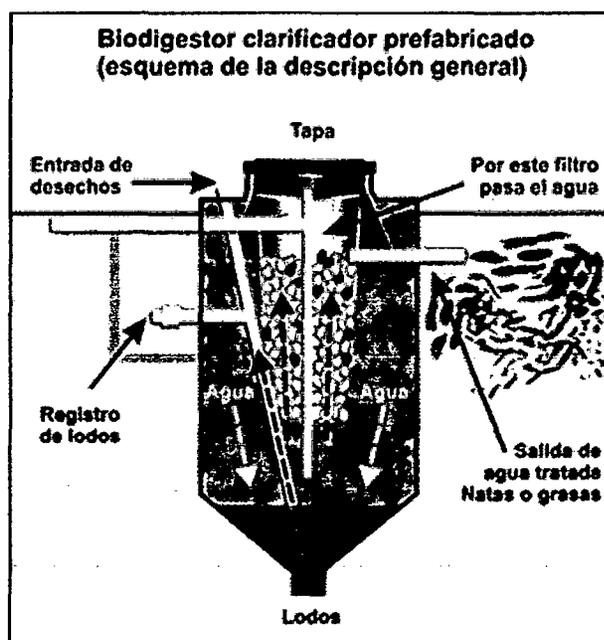


Fig. 2.28: Biodigestor clarificador prefabricado

A. BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE ROTOPLAS

El biodigestor autolimpiable rotoplas, es un sistema sencillo de implementar; sirve para el tratamiento primario de las aguas residuales, cuyo diseño incluye un proceso de retención de sólidos y degradación séptica de los mismos, así como un proceso biológico que permite darle un tratamiento adicional, no generando malos olores ni la proliferación de insectos. El desagüe ya tratado se infiltra en el

terreno y favorece el desarrollo de un área verde por aprovechamiento de los nutrientes.

Rotoplas recomienda que el proceso general de limpieza se realice entre los 12 y 18 meses de uso, dependiendo del tamaño del producto.

¿Qué hacer con los lodos?

Al secarse los lodos, se retiran y pueden ser utilizados como mejorador de suelos para la siembra de plantas no comestibles.

Aguas Negras

Son aquellas que provienen del excusado, mezcladas con orina y excremento. Son consideradas altamente contaminantes.

Aguas Grises

Son aquellas provenientes de procesos poco contaminantes como lavar ropa, asear trastes de la cocina, bañarse y lavarse las manos.

Aguas de desecho

Las aguas de desecho de una casa son todas aquellas que se arrojan al drenaje. Un 75% proviene del baño y el otro 25% se origina en la cocina y el lavadero (al lavar los trastes y la ropa). Del 75% del agua de desecho del baño, un 45% resulta de utilizar el excusado.

a. Tipo de Biodigestor

Dependiendo de la cantidad de habitantes de la vivienda y del diseño de la instalación, se podrá decidir el tamaño del biodigestor a colocar, para viviendas unifamiliares se considerara 2 habitantes por dormitorio volcando aguas negras y grises al equipo. En los casos de dividir la instalación en dos sectores, un sector con aguas negras y otro con aguas grises se deberá utilizar la planilla de capacidades.

Cuadro N° 2.23: Tipo de biodigestor de acuerdo al uso

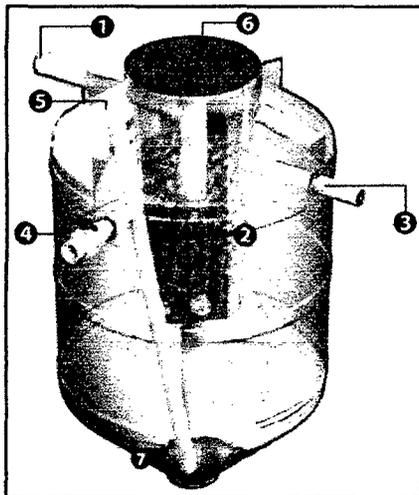
CAPACIDADES	600 litros	1300 litros	3000 litros
Sólo aguas negras	5 personas	10 personas	25 personas
Aguas negras y jabonosas	2 personas	5 personas	12 personas
Oficinas	20 personas	50 personas	100 personas

Fuente: Manual Biodigestores, Rotoplas

b. Ventajas

- ✓ Autolimpiable; no requiere de bombas ni medios mecánicos para la extracción de lodos, ya que con sólo abrir una válvula se extraen los lodos, eliminando costos y molestias de mantenimiento.
- ✓ Prefabricado; fácil de transportar e instalar. No genera olores, permitiendo instalarlo al interior o cerca de la vivienda. No se agrietan ni fisura como sucede con los sistemas tradicionales de concreto, confinando las aguas residuales domésticas de una forma segura, evitando contaminar los mantos freáticos. Mayor eficiencia en la remoción de constituyentes de las aguas residuales domésticas en comparación con sistemas tradicionales de concreto. Su base de forma cónica evita áreas muertas, asegurando la eliminación del lodo tratado.
- ✓ Larga vida útil: 35 años. Garantía de 10 años.

c. Componentes



1. Tubería PVC de 4" para entrada de agua.
2. Filtro biológico con aros de plástico (pets).
3. Tubería PVC de 2" para salida de agua tratada al campo infiltración o pozo de absorción.
4. Válvula esférica para extracción de lodos.
5. Tubería PVC de 2" de acceso para limpieza y/o desobstrucción.
6. Tapa click de 18" para cierre hermético.
7. Base cónica para acumulación de lodos.

B. ÁREA DE PERCOLACIÓN

El agua residual que sale del biodigestor termina su tratamiento en el terreno, en el área de percolación y ésta puede ser de dos tipos:

- Vertical tipo pozo de absorción.
 - Cuando no se tiene área libre.
 - Cuando los primeros centímetros del suelo no son permeables.
 - Para no perjudicar estructuras aledañas.

- Horizontal tipo zanjas de infiltración.
 - Cuando se tiene área libre.
 - Si no se perjudica las cimentaciones.
 - Cuando el terreno es permeable.

- **Zanjas de Infiltración**

Las zanjas de infiltración estarán a continuación del biodigestor, ambos están conectados por una tubería PVC –SAL \varnothing 2” y 4”. Estas zanjas cumplen la función de facilitar la filtración de las aguas tratadas debajo del terreno. Y a su vez pueden servir también para recolectar y percolar las aguas grises provenientes de la pileta domiciliaria, con lo cual el sistema trabaja en conjunto de manera limpia sin causar contaminación e inclusive facilitando y mejorando el suelo para el cultivo de plantas no comestibles sobre las zanjas rellenas con tierra.

Se recomienda la construcción de zanjas de infiltración para que las plantas puedan aprovechar el agua tratada.

Las consideraciones que deben tenerse en cuenta de manera genérica son las siguientes:

- ✓ Procurar una separación mínima de 2 metros entre el fondo de la zanja y el nivel freático (nivel de aguas subterráneas).
- ✓ El ancho de las zanjas estará en función de la capacidad de percolación de los terrenos y podrá variar entre un mínimo de 0.45 m y un máximo de 0.90 m.
- ✓ La longitud máxima de cada zanja; será de 30 m. todas serán de igual longitud, en lo posible.
- ✓ Todo campo de absorción tendrá como mínimo dos zanjas.
- ✓ El espaciamiento entre los ejes de cada zanja tendrá un valor mínimo de 2 metros.
- ✓ La pendiente mínima de los drenes será de 0.15% y un valor máximo de 0.5%.
- ✓ La distancia mínima entre la zanja y cualquier árbol debe ser de 3.00m.

Cuadro N° 2.24: Longitud de tubería para zanjas de infiltración de acuerdo al tipo de terreno y capacidad del biodigestor

MÁXIMA Y MÍNIMA LONGITUD DE TUBERÍA DE 2" DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DEL BIODIGESTOR Y AL TIPO DE TERRENO							
Clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm	600 litros		1300 litros		3000 litros	
		Long. Mín. (m)	Long. Máx. (m)	Long. Mín. (m)	Long. Máx. (m)	Long. Mín. (m)	Long. Máx. (m)
Rápidos	de 1 a 4 minutos	3	5	6	12	14	27
Medios	de 4 a 8 minutos	5	8	12	16	27	38
Lentos	de 8 a 12 minutos	8	13	16	27	38	63
Muy lentos	de 12 a 24 minutos	13	15	27	33	63	75

Fuente: Guía de instalación y mantenimiento biodigestores rotoplas

Para valores superiores a 25 min/cm como tasa de percolación no se recomienda la construcción de zanjas de infiltración.

Una vez que se haya determinado la tasa de infiltración (min/cm) con la prueba en campo, este valor se relacionará con los valores de carga hidráulica y absorción efectiva de la siguiente tabla.

Cuadro N° 2.25: Valores de carga hidráulica y absorción efectiva

Tasa de infiltración (min/cm)	Carga hidráulica (m ³ /m ² *d) ó (m/d)	Ancho de zanja (m)	Profundidad de zanja (m)	Absorción efectiva (m ² /m)	Separación de zanjas (m)
< 0.4	No es recomendable su uso				
0.4 - 0.8	0.058	0.45	0.50 - 1.00	1.50	1.90
0.8 - 1.2	0.047	0.60	0.50 - 1.00	1.80	1.90
1.2 - 2	0.038	0.60	0.50 - 1.00	2.00	1.90
2 - 4	0.030	1.00	0.50 - 1.25	2.40	2.30
4 - 12	0.016	1.25	0.50 - 1.25	3.00	2.80
12 - 24	0.008	1.25	0.50 - 1.25	4.00	2.80
> 24	No es recomendable su uso				

Fuente: Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012.

Con los valores de tasa de infiltración, carga hidráulica y absorción efectiva, se procede a calcular la superficie útil del campo de infiltración, empleando la siguiente expresión:

$$A = \frac{Q_{md}}{C_h \times A_e} \quad (\text{Ec. 2.92})$$

Donde:

- A : Superficie útil del campo de infiltración (m²)
Q_{md} : Caudal medio diario de aguas residuales (m³/d)
C_h : Carga hidráulica (m/d)
A_e : Absorción efectiva (m²/m)

El número de zanjas y tuberías perforadas se calcula así:

$$\text{Número de zanjas} = \frac{A}{b \times l} \quad (\text{Ec. 2.93})$$

Donde:

- A : Superficie útil del campo de infiltración (m²)
b : Ancho de zanja (m)
l : Longitud de zanja (m)

La máxima longitud de zanja permitida es de 25 m.

Otras consideraciones para la construcción de un campo de infiltración son (Lozano-Rivas, *Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales*, 2012):

- ✓ Para el tendido de la tubería perforada, debe establecerse una cama de grava de 0.30 cm de espesor y entre 1.2 y 6.0 cm de diámetro.
- ✓ El recubrimiento se hará con 5 cm de grava, de igual diámetro, por encima de la cota clave de la tubería perforada. Esta grava se cubre con una membrana (geotextil) y se completa la zanja con material grueso (hasta el nivel de terreno) y se remata con un empradizado.
- ✓ El fondo de las zanjas del campo de infiltración debe estar entre 0.60 y 1.0 metros por encima del nivel freático (aunque hay normas que establecen distancias mayores).

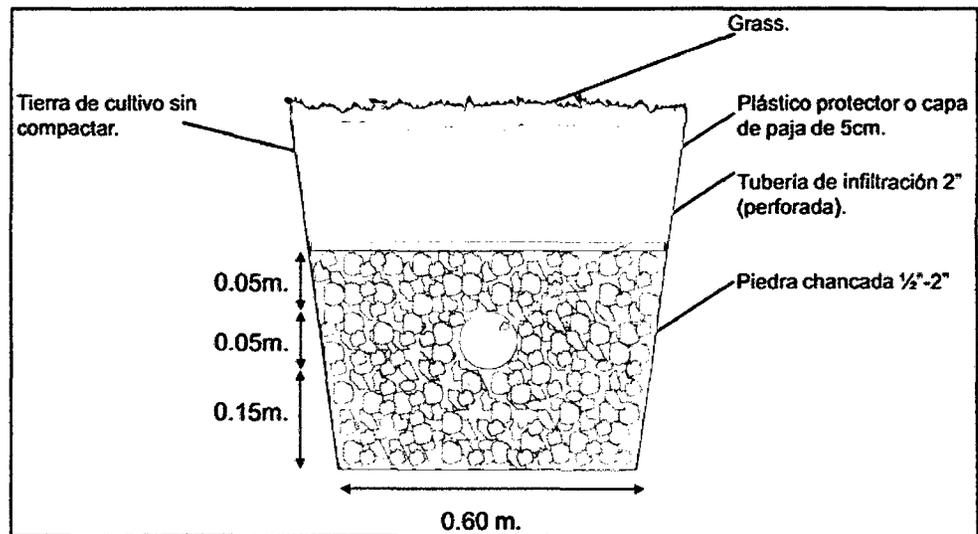


Fig. 2.29: Sección de las zanjas de infiltración

2.5.2. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) DE LADRILLO CON INODORO, LAVATORIO Y DUCHA.

Letrina con arrastre hidráulico

- La caseta de la letrina con arrastre hidráulico se ubicará preferentemente al interior de la vivienda. En el caso que se ubique externamente, la distancia a la vivienda no debe ser mayor a 5 m.
- Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico, destinados al almacenamiento de los líquidos residuales, deberán ubicarse en el exterior de la vivienda y a no menos de 1m del muro exterior de la vivienda.
- Las letrinas con arrastre hidráulico sólo podrán ser construidas en terrenos cuyas características favorezcan su excavación e infiltración de las aguas empleadas en el arrastre de los desechos fisiológicos.
- Las letrinas con arrastre hidráulico no podrán ser construidas en áreas pantanosas, fácilmente inundables, en suelos impermeables o con presencia de arcillas expansivas.
- En los lugares donde se proyecte construir los pozos de la letrina no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros alrededor de ellas.

Caseta

Para casetas situadas al exterior de la vivienda, ellas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- El área interior que ocupa la caseta será de un metro cuadrado como mínimo, debiendo tener un ancho mínimo de 0.85 m.
- El alto de la caseta no debe ser menor a 1.90 m y el ancho de la puerta no menor de 0.60 m.
- El material de construcción empleado en la fabricación de la caseta debe adecuarse a las condiciones climáticas del lugar, de modo que no exponga al usuario a condiciones de incomodidad.
- En los lugares donde llueve, será necesario que el techo tenga una inclinación mayor al 10% y tener un voladizo alrededor de la caseta de por lo menos 0.10 m.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

3.1. ESTUDIOS GENERALES

3.1.1. ESTUDIO SOCIO ECONÓMICO

a) Población afectada

La localidad de Yanamarca está constituida por una población dispersa; cuenta con 303 familias distribuidas en toda la localidad, de las cuales 213 serán beneficiadas con el proyecto además de 4 instituciones (1 pública y 3 privadas).

Cuadro 3.1: Población total del caserío de Yanamarca, por grandes grupos de edad.

DESCRIPCIÓN	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE EDAD					
		MENOS DE 1 AÑO	1 A 14 AÑOS	15 A 29 AÑOS	30 A 44 AÑOS	45 A 64 AÑOS	65 A MÁS
Caserío Yanamarca							
Hombres y Mujeres	1515	39	493	370	282	230	101

Fuente: Posta Médica Yanamarca - 2014

b) Salud y saneamiento básico

✓ **Salud**

En la capital del distrito existe un centro de salud el cual cuenta con: 01 médico general, 01 obstetrix, 01 enfermera, 02 técnicos en salud, servicio dental, y farmacia. Además cuenta con servicio de laboratorio y de morgue, los mismos que aún no funcionan por falta de presupuesto.

Así mismo, se cuenta con una Posta Médica en el caserío de Yanamarca. La posta brinda los servicios de salud a la población del caserío de Iscocongá y Yanamarca, además atiende a pobladores del distrito de Jesús. Esta unidad de Salud cuenta con 01 obstetra, 01 enfermera, 02 técnicas de enfermería.

Las principales causas de morbilidad registradas en el distrito de Llacanora y reportadas son de acuerdo con los datos estadísticos del puesto de salud de Llacanora: enfermedades de EDAS, IRAS, hipertensión, infecciones urinarias.

En cuanto a morbilidad que afecta a niños menores de cinco años las causas están relacionadas a infecciones respiratorias agudas (IRA), enfermedades diarreicas (EDA), parasitosis y enfermedades de la piel.

✓ **Saneamiento básico**

- **Servicio de agua**

La población de la localidad de Yanamarca no cuenta con servicio de agua potable en cantidad y calidad aceptable; por lo que en los momentos que no existe agua se acarrea de pozos u otros sistemas cercanos; esto genera la aparición de enfermedades. Las enfermedades más comunes son las infecciones intestinales, parasitosis, siendo tratadas la mayoría en forma casera y a través del centro de salud de Yanamarca y el hospital regional de Cajamarca.

- **Servicio de saneamiento**

Los pobladores que utilizan las letrinas como servicio de saneamiento de disposición de excretas corresponden al 80%. El resto no tiene ninguna forma específica de disposición de excretas, asumiéndose que utilizan terrenos al aire libre, siendo este un peligroso riesgo para la salud de la población.

c) Características de las viviendas

Las viviendas son de material rústico (tapial y adobe) en su mayoría con cobertura de teja de arcilla, en cuanto al uso de las casas estas son usadas como viviendas unifamiliares.

d) Características de la educación

De acuerdo a la información del INEI, Llacanora cuenta con una tasa de analfabetismo de 18.60% en el 2007.

En la localidad de Yanamarca no se cuenta con ningún nivel de educación escolar, los alumnos van a la localidad de Llacanora y en algunos casos a los centros de educación de Jesús y Cajamarca.

e) Actividades económicas

La población en su mayoría es rural, por lo cual es una población que realiza como actividades económicas la actividad agrícola y ganadera y en pequeña

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

escala existe una actividad comercial ya que Llacanora está articulado vialmente con la provincia de Cajamarca, con la cual intercambian en los días de feria sus productos agropecuarios.

Cuadro 3.2: Actividades económicas en el distrito de Llacanora

DESCRIPCIÓN	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE EDAD				
		6 A 14 AÑOS	15 A 29 AÑOS	30 A 44 AÑOS	45 A 64 AÑOS	65 Y MÁS AÑOS
DISTRITO LLACANORA	1850	109	705	537	363	136
Miembros p.ejec.y leg.direct., adm.pub.y emp.	4		2	2		
Profes., científicos e intelectuales	26		8	12	6	
Técnicos de nivel medio y trab.asimilados	7		1	3	3	
Jefes y empleados de oficina	14		6	5	3	
Trab.de serv.pers.y vend.del comerc.y mcdo.	64		24	20	18	2
Agricult.trabaj. calif. agrop. y pesqueros	590	1	155	186	164	84
Obreros y oper.minas, cant.,ind.manuf. y otros	90	2	50	26	10	2
Obreros construc., conf., papel, fab., instr.	156		69	61	24	2
Trabaj. no calif.serv.,peon, vend,amb.y afines	749	101	317	176	115	40
Otra	1		1			
Ocupación no especificada	76		32	29	11	4
Desocupado	73	5	40	17	9	2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI – Censo 2007

Del cuadro ocupacional podemos apreciar la actividad agropecuaria como principal actividad de la población.

✓ **Agricultura**

La población del área del proyecto es rural, se centra preferentemente en la siembra, cultivo, cosecha de productos como: papa, maíz y hortalizas los mismos que son comercializados en pequeñas cantidades en mercados de abastos, feriales o para el autoconsumo de los mismos; así mismo la gran mayoría del área está destinada al cultivo de pastos.

✓ **Ganadería**

En la ganadería, mayor importancia tiene la crianza de ganado vacuno y ovino, que en algunos casos es comercializado en la feria pecuaria de Cajamarca. Debemos mencionar además que la cría de animales menores es de significativa importancia como: cuyes, gallinas, etc.

f) Servicio de energía eléctrica y telecomunicaciones.

La población de Yanamarca cuenta con servicio de energía eléctrica brindado por la empresa HIDRANDINA SA., de manera continua las 24 horas del día.

Los beneficiarios utilizan la energía eléctrica con fines de alumbrado de sus viviendas y el funcionamiento de algunos artefactos eléctricos, no es aprovechado con fines industriales y/o de transformación de materia prima.

En cuanto a comunicaciones la localidad dispone de la mayoría de los servicios y adelantos actuales, teléfono y radio. También cuenta con el servicio de telecomunicaciones administrada por dos operadores (Telefónica y Claro).

3.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Se realizó el trabajo topográfico en dos etapas, la primera constituida por el trabajo de campo (toma de datos) por lo cual se procedió de acuerdo a las técnicas topográficas modernas y recomendadas para la línea de impulsión y red de distribución del proyecto, y la segunda etapa constituida por el trabajo de gabinete (procesamiento de datos) que se efectuó mediante el uso del software de ingeniería AutoCad Civil 3D.

Se realizó el levantamiento altimétrico-planimétrico de la parte del caserío que será abastecida a partir del manantial Ingapila, desde la ubicación de dicho manantial hasta el punto más alejado, el cual se halla ubicado justo a la altura del puente Andaden en el límite con el distrito de Jesús.

Para la obtención de los puntos topográficos se siguieron dos etapas:

❖ **Trabajo de campo**

Para la realización del trabajo de campo se utilizó el siguiente equipo topográfico:

Estación Total

Marca	:	Leica
N° Serie	:	TS 02
N° Prismas	:	02

Otros instrumentos

GPS (Navegador) Garmin	:	01
Wincha (50 m)	:	01
Estacas y pintura		

Este trabajo comprende las siguientes actividades topográficas que son:

- Se realizó el reconocimiento del terreno a fin de ubicar las posibles estaciones o puntos de control de proyectos (BMs).
- Se instaló la estación total en el primer punto E-01 de tal forma que permita la mayor radiación de puntos, la cota de este punto se obtuvo con GPS el cual sirvió también como BM, y en base a este punto se obtuvieron los datos del resto de estaciones.
- Se realizó el levantamiento topográfico a detalle de toda la zona a ser abastecida por el proyecto, teniendo en cuenta los puntos importantes como casas, carreteras, ríos, puentes, alcantarillas, etc.
- Los detalles del levantamiento topográfico se almacenan en la memoria interna del equipo, con descripciones a criterio del operador para su fácil reconocimiento en el trabajo de gabinete. Además se realizó un croquis donde figura los detalles tomados del reconocimiento y del levantamiento como son: ubicación de estaciones, caminos, quebradas, casas, etc.

❖ **Trabajo de gabinete**

1. Se descargó los datos tomados en campo de la estación total, teniendo en cuenta que ésta nos arroja valores listos para su procesamiento.
2. Se ordenó los datos tomados en el terreno apoyándonos de una computadora en una hoja de excel.

3. Los datos fueron importados al software de Autocad Civil 3D 2013, para generar la superficie del proyecto.
4. Se genera la superficie del terreno de toda la localidad levantada con 0.50 m de equidistancia.

A continuación se presenta las coordenadas de las estaciones tomadas en el levantamiento topográfico:

Cuadro 3.3: Coordenadas UTM de las estaciones

Estación	Este	Norte	Cota
E1	781470.98	9203215.25	2668.50
E2	781436.88	9202967.30	2637.53
E3	782338.88	9202274.17	2621.55
E4	783578.99	9201370.07	2031.51
E5	784593.13	9200640.55	2642.90
E6	783649.62	9202048.27	2613.55
E7	784538.36	9201903.22	2622.50

3.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

3.2.1. TRABAJO DE CAMPO

Estos trabajos se realizaron siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Técnica de Edificaciones E-050, y criterios adoptados al momento de realizar las excavaciones.

Las muestras provienen de la excavación con herramientas manuales de 02 calicatas hasta una profundidad máxima de 2.50 m. con respecto al nivel actual del terreno, las cuales fueron:

Calicata 01 (Reservorio)

Calicata 02 (Tanque Cisterna)

En cada una de las calicatas se han diferenciado e identificado los diferentes estratos, de los cuales se han obtenido muestras anotando el nombre del suelo e indicando su color y otras características. Para transportarlos se colocaron en bolsas plásticas y otros recipientes adecuados para evitar su evaporación.

3.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos realizados fueron:

- | | |
|---|----------------|
| - Ensayo de Contenido Natural de Humedad | ASTM D 2216 |
| - Ensayo de Análisis Granulométrico | ASTM D 422 |
| - Ensayo de Límites de Consistencia | ASTM D 4318 |
| - Ensayo de Peso Específico | ASTM D 854 |
| - Cálculo de la capacidad Portante | ASTM D 4254 |
| - La clasificación de suelos se realizó utilizando el método del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) | ASTM D 4318-94 |

A continuación se describe el procedimiento desarrollado para cada ensayo.

A. CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

Procedimiento:

1. Se selecciona una fracción representativa del material a determinar la humedad (100 a 200 gr.)
2. Se pesa un recipiente (tara): W_t (gr.)
3. Se coloca la muestra en el recipiente y se pesa: $W_{mh} + t$ (gr.)
4. Luego se lleva a un proceso de secado en un horno por un tiempo de 24 horas a la temperatura aproximada de 110°C aproximadamente.
5. Luego de las 24 horas se pesa el recipiente con el suelo seco: $W_{ms} + t$ (gr.)
6. Se realizan los cálculos correspondientes:
7. Determinar el peso del agua presente en la muestra, el cual se obtuvo como la diferencia entre el peso húmedo y seco de la muestra.
8. $W_w = \text{Peso total húmedo} - \text{Peso total seco}$
9. Determinar el peso del suelo seco, el cual se obtuvo como la diferencia del peso luego de sacada la muestra del horno y el peso de la tara.
10. $W_{ms} = \text{Peso total} - \text{Peso del recipiente (tara)}$
11. Se procede a calcular el contenido de humedad del suelo usando la ecuación 2.1.

B. PESO ESPECÍFICO DE MATERIAL FINO

Procedimiento:

1. A una fiola de 500 ml. se llena con agua hasta la marca 500 ml. y luego se lo pesa (W_{fw})
2. Se pesa la muestra seca que pase el tamiz N° 4 (W_s)
3. Luego se coloca la muestra dentro de la fiola vacía y se vierte agua hasta cubrir la muestra, y luego se agita la fiola con la mano.
4. Se lleva la fiola a la bomba de vacíos de 10 a 15 minutos por lo menos, hasta que no salgan más burbujas dentro de la fiola.
5. Luego de retirar la fiola de la bomba de vacíos, añadir cuidadosamente agua hasta la marca de 500 ml. y se pesa de nuevo (W_{fws}). Peso del frasco con agua y muestra.
6. Se calcula el peso específico del suelo con la ecuación 2.2.

C. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Como una medida simple de la uniformidad de un suelo, se tiene el coeficiente de uniformidad (C_u) definida por la ecuación 2.3.

Adicionalmente para definir la gradación, se define el coeficiente de curvatura del suelo usando la ecuación 2.4. El coeficiente de curvatura tiene un valor entre 1 y 3 en suelos bien gradados.

MÉTODO POR LAVADO

El empleo de este método es adecuado cuando la muestra contiene gran cantidad de partículas cohesivas (finos).

Procedimiento:

1. Se seca una muestra y se pesa la muestra seca P_{ms} (antes del lavado).
2. Se coloca la muestra en un recipiente, empapar la muestra con agua por varias horas considerando el tipo de material.
3. Colocar la muestra empapada en la malla N° 200 y lavar cuidadosamente el material utilizando agua a chorro (si es necesario)

apoyarse de un cepillo), hasta que el agua que pase a través del tamiz mantenga su transparencia (tener cuidado de no causar daño al tamiz y evitar la pérdida de suelo que eventualmente pueda salpicar fuera del tamiz).

4. Se recupera las partículas retenidas en la malla N° 200 colocándolas en un recipiente y se las seca en la estufa, generalmente 24 horas y a 105 °C.
5. La muestra ya seca se pasa por el juego de tamices agitándolos ya sea mecánica o manualmente.
6. Se pesa el material retenido en cada tamiz (PR), y se determina el peso del suelo perdido durante el lavado, lo cual nos indica el suelo que pasa el tamiz N° 200.
7. Se calcula los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz:
$$\%PR = \frac{PR}{Pms} \times 100$$
8. Se determina los porcentajes de los pesos retenidos acumulados (%PAR).
9. Luego se calcula los complementos a 100% que son los porcentajes pasantes acumulativos por los tamices:
$$\%PASA = 100 - \%PAR$$
10. Se dibuja la curva granulométrica en escala semi-logarítmica a partir del tamaño que corresponde a la malla N° 200, teniendo como abscisa y en escala logarítmica a los tamaños de los tamices en mm y en la ordenada a los % porcentajes acumulados que pasa.
11. Se clasifica al suelo según su granulometría.

D. LÍMITES DE CONSISTENCIA O LÍMITES DE ATTERBERG

✓ LÍMITE LÍQUIDO

Se determina haciendo uso de la copa de Casagrande.

Procedimiento:

1. Colocar la muestra dentro de un recipiente adecuado que permita mezclarlo con agua.

2. Adicione agua y empiece un proceso de homogenización, de tal forma que el agua se incorpore totalmente a la muestra de suelo.
3. Cuando el suelo y el agua formen una masa uniforme y consistente, colocar una porción en el recipiente del equipo de Casagrande, con la ayuda de la espátula verifique que el nivel de la muestra de suelo no supere el borde del recipiente y que el nivel máximo entre la base del recipiente y el suelo sea de 10 mm. El exceso de suelo retírelo y retórnelo al recipiente donde está realizando la mezcla.
4. Con la ayuda del ranurador (pasar manteniéndolo perpendicular a la superficie interior de la taza), divida la muestra del suelo que está en el recipiente del equipo de Casagrande en dos mitades, mediante un movimiento suave a lo largo del diámetro de este, de atrás hacia la parte frontal. El movimiento debe ser cuidadoso propiciando la construcción de la ranura en un solo movimiento y de manera que esta llegue hasta el fondo, y quede limpia y no se dañen los bordes de las mitades de suelo generadas.
5. Una vez hecho el surco o ranura, con la ayuda de la manivela del equipo, damos golpes sin parar a la cuchara a una velocidad aproximada de 2 golpes/segundo, hasta que las dos mitades se junten (cierren) aproximadamente 12.7 mm. Se debe registrar el número de golpes en los cuales se cerró dicha ranura.
6. Se remueve del equipo parte de la muestra de suelo (10 gr.), procurando tomarla del sector donde se cerró la ranura (junta el fondo del surco). La muestra tomada es llevada a un recipiente, se registra su peso y se somete a secado para determinar su humedad.
7. Luego retirar el resto de la muestra al recipiente de mezclado, limpiar y secar la copa de Casagrande así como el ranurador.
8. Este proceso se repite 3 veces, adicionando agua o extendiendo la muestra para someterla a secado, facilitando así la obtención de otros puntos con diferente humedad y número de golpes. Se recomienda que el número de golpes para cerrar la ranura deben estar comprendidos entre 10 y 35.

9. Cálculos:

Determinar el contenido de agua expresado en porcentaje de peso respecto al peso del suelo seco, usando la ecuación 2.1:

10. Elaboración de la curva de flujo:

- El objetivo de este procedimiento es obtener los puntos suficientes para construir un gráfico semi-logarítmico con el número de golpes como abscisa en escala logarítmica vs. contenido de humedad como ordenada en escala aritmética.
- Dibujar los puntos correspondientes a los resultados de cada una de las tres (o más) ensayos efectuados y construir una recta (curva de flujo).
- Expresar el límite líquido del suelo como la humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la abscisa de 25 golpes aproximado al entero más próximo.

✓ **LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento:

1. Colocar la muestra dentro de un recipiente adecuado que permita mezclarlo con agua.
2. Adicione agua y empiece un proceso de homogenización, de tal forma que el agua se incorpore a la muestra de suelo.
3. Cuando el agua ha sido tal que forme una masa consistente, con la ayuda de la mano moldee una especie de balón, el cual deberá dividir en dos, tres o cuatro pedazos más pequeños según la cantidad de muestra.
4. Tome uno de esos pedazos y con una suave y uniforme presión (peso de la mano), ruédela sobre el vidrio esmerilado hasta ir formando rollos, los cuales en el proceso de rodado disminuirán poco a poco su tamaño.
5. El proceso de rodado se realizara hasta que al llegar a un diámetro de 3mm, el cilindro o rollito se empieza a resquebrajar a lo largo del diámetro, caso contrario doblar, amasar nuevamente y volver a conformar el rollito.

6. Si el material está seco, agregar agua y homogenizar completamente; si está muy húmedo, amasarlo de modo que seque al contacto con las manos hasta alcanzar la consistencia requerida.
7. En ese momento tome los rollitos con esas características, llévelos a un recipiente, tome su peso y determine la humedad.
8. El proceso de llevar los rollitos hasta el diámetro deseado en las condiciones necesarias se repite de igual forma con los otros baloncitos separados originalmente, de manera que se puedan completar tres recipientes con rollitos.

9. Cálculos:

Determinar el contenido de agua expresado en porcentaje de peso respecto al peso del suelo seco, usando la ecuación 2.1:

10. Determinación del límite plástico:

Se debe determinar como mínimo 3 valores de humedad, los cuales no deben tener diferencias mayores a 2% entre sí, el promedio de ellos representa el valor del límite plástico.

El número total de ensayos ejecutados, así como los resultados de las propiedades físico-mecánicas y tipos de suelos se presentan en los anexos.

3.2.3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

La capacidad portante se determinará en los estratos donde se cimentaran las estructuras (reservorio y tanque cisterna); teniendo en cuenta la clasificación de suelos según el SUCS.

a. RESERVORIO

Dado que la cimentación estará ubicada en un estrato conformado por un suelo tipo grava limo arcillosa con arena (GC-GM), elegimos para el cálculo de la capacidad portante la ecuación de corte local, el cual es utilizado suelos arenosos y arcillas de consistencia media.

De cuadro N° 2.10, para un suelo tipo mezcla de gravas y arenas envueltas por finos, se tiene:

Ángulo de fricción interna (ϕ)	:	30°
Cohesión del suelo (c)	:	2.29 tn/m ²

Del cuadro N° 2.8, para un ángulo de fricción $\phi = 30^\circ$, se tiene:

$$N'c = 18.99$$

$$N'q = 8.31$$

$$N'\gamma = 4.39$$

Además, como datos conocidos tenemos:

$$\text{Peso específico de suelo } \gamma = 2.70 \text{ tn/m}^3$$

$$\text{Profundidad de cimentación } D_f = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de cimentación } B = 5.10 \text{ m (Diámetro reservorio)}$$

Aplicando la ecuación 2.11 de Terzaghi para una cimentación circular, tenemos:

$$q_u = 73.79 \text{ tn / m}^2 = 7.379 \text{ kg / cm}^2$$

Luego, aplicamos la ecuación 2.12 para determinar la carga admisible del suelo, con $F_s = 4$.

$$q_{adm} = \frac{7.379}{4} = 1.84 \text{ kg / cm}^2; \quad F_s = 4 \text{ (mín. = 3 según RNE)}$$

b. TANQUE CISTERNA

Dado que la cimentación estará ubicada en un estrato conformado por un suelo tipo arcilla inorgánica de mediana plasticidad (CL), elegimos para el cálculo de la capacidad portante la ecuación de corte local, el cual es utilizado suelos arenosos y arcillas de consistencia media.

Del cuadro N° 2.10, para un suelo tipo arcilla de plasticidad media, se tiene:

$$\text{Ángulo de fricción interna } (\phi) : 30^\circ$$

$$\text{Cohesión del suelo } (c) : 2 \text{ tn/m}^2$$

Del cuadro N° 2.8, para un ángulo de fricción $\phi = 30^\circ$, se tiene:

$$N'c = 18.99$$

$$N'q = 8.31$$

$$N'\gamma = 4.39$$

Además, como datos conocidos tenemos:

$$\text{Peso específico de suelo } \gamma = 2.60 \text{ tn/m}^3$$

$$\text{Profundidad de cimentación } D_f = 2.25 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de cimentación } B = 4.90 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación 2.10 de Terzaghi para una cimentación cuadrada, tenemos:

$$q_u = 103.91 \text{ tn} / \text{m}^2 = 10.391 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Luego, aplicamos la ecuación 2.12 para determinar la carga admisible del suelo, con $F_s = 4$.

$$q_{adm} = \frac{10.391}{4} = 2.60 \text{ kg} / \text{cm}^2; \quad F_s = 4 \text{ (mín. = 3 según RNE)}$$

Nota:

Teniendo en cuenta el cuadro N° 2.11, el tipo de suelo donde se cimentara el tanque cisterna corresponde a un suelo tipo arcilla húmeda, por lo que su rango de capacidad portante está entre 0.80 a 1.00 kg/cm²; para el presente proyecto se considerará un valor de 0.90 kg/cm² debido a que este valor refleja mejor al tipo de suelo hallado.

3.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

3.3.1. PERIODO DE DISEÑO

Se determinará según la tasa de crecimiento del método del interés compuesto (Cuadro N° 2.12).

Para calcular la tasa de crecimiento anual se tomará como fuente los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para la población total del Distrito de Llacanora correspondiente a los censos oficiales de los años 1993 y 2007, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Censo	Población (Hab)
1993	4371
2007	4905

Fuente: INEI 1993, 2007

Método del interés compuesto

Para calcular la tasa de crecimiento se hará uso de la ecuación 2.20, obteniendo el siguiente cuadro:

Año	Poblac. (hab)	Δt	Kc	Δt * Kc
1993	4371	***	***	***
2007	4905	14	0.0083	0.116
TOTAL		14		0.116

Luego:

$$K_C = \frac{\sum \Delta t * K_C}{\sum \Delta t} = 0.0083 = 0.83\%$$

Teniendo en cuenta el cuadro N° 2.12 escogemos un periodo de diseño de **25 años**.

Año en el que comenzará a operar el sistema : 2014

La población futura corresponde al año : 2039

3.3.2. POBLACIÓN FUTURA

1. Población actual

El número total de viviendas es de 213 con una densidad poblacional de 5 hab/viv lo cual hace una población actual de 1065 habitantes.

Además de las 213 viviendas, la comunidad cuenta con 1 local comunal, 1 oficina de SEDACAJ, 1 puesto de salud, 1 iglesia evangélica; haciendo un total de 217 usuarios a abastecer con el proyecto.

2. Proyección de la población

✓ Método Aritmético

Datos:

La población actual (año 2014) es : 1065 hab.

Periodo de diseño : 25 años

Utilizando la ecuación 2.14 se obtiene el siguiente cuadro:

Censo	Población	Pf-Pi	Δt=Tf-Ti	Ka	Ka*Δt
1993	4371	***	***	***	
2007	4905	534	14	38.14	534
TOTAL			14		534

Luego:

$$K_{A\text{ PROMEDIO}} = \frac{\sum K_a * \Delta t}{\sum \Delta t} = 38.14$$

Utilizando la ecuación 2.13 se tiene que:

$$P_{2039} = 2019 \text{ hab.}$$

✓ **Método Geométrico**

Datos:

La población actual (año 2014) es : 1065 hab.
 Periodo de diseño : 25 años

Utilizando la ecuación 2.16 se obtiene el siguiente cuadro:

Censo	Población	Pf-Pi	Δt=Tf-Ti	Kg	Kg*Δt
1993	4371	***	***	***	
2007	4905	534	14	0.0082	0.115
TOTAL			14		0.115

Luego:

$$K_{G \text{ PROMEDIO}} = \frac{\sum K_g x \Delta t}{\sum \Delta t} = 0.0082 = 0.82\%$$

Utilizando la ecuación 2.15 se tiene que:

$$P_{2039} = 1308 \text{ hab.}$$

✓ **Método de Interés Simple**

Datos:

La población actual (año 2014) es : 1065 hab.
 Periodo de diseño : 25 años

Utilizando la ecuación 2.18 se obtiene el siguiente cuadro:

Censo	Población	Pf-Pi	Δt=Tf-Ti	Ks	Ks*Δt
1993	4371	***	***	***	
2007	4905	534	14	0.0087	0.1218
TOTAL			14		0.1218

Luego:

$$K_{S \text{ PROMEDIO}} = \frac{\sum K_s x \Delta t}{\sum \Delta t} = 0.0087 = 0.87\%$$

Utilizando la ecuación 2.17 se tiene que:

$$P_{2039} = 1297 \text{ hab.}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

“Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca”

✓ **Método de Interés Compuesto**

Datos:

La población actual (año 2014) es : 1065 hab.
Periodo de diseño : 25 años

Utilizando la ecuación 2.20 se obtiene el siguiente cuadro:

Censo	Población	Pf-Pi	$\Delta t=Tf-Ti$	Kg	Kg* Δt
1993	4371	***	***	***	
2007	4905	534	14	0.0083	0.1162
TOTAL			14		0.1162

Luego:

$$K_{C\text{ PROMEDIO}} = \frac{\sum K_c \cdot x \cdot \Delta t}{\sum \Delta t} = 0.0083 = 0.83\%$$

Utilizando la ecuación 2.19 se tiene que:

$$P_{2039} = 1310 \text{ hab.}$$

Cuadro resumen:

Método	Pob. 2014	Pob. 2039
Aritmético	1065	2019
Geométrico	1065	1308
Interés Simple	1065	1297
Interés Compuesto	1065	1310

Por lo tanto elegimos el valor más crítico, es decir, el valor más alto que en este caso corresponde al método de interés compuesto.

Luego:

Población actual (2014) : 1065 hab.
Población futura (2039) : 1310 hab.

Nota: Descartamos el valor del método aritmético por desfasarse mucho con respecto a los otros métodos.

3.3.3. DOTACIÓN

1. Uso Doméstico

Debido a que se utilizará letrinas con arrastre hidráulico se considerará una dotación de **80 l/p/d** (Cuadro N° 2.15).

Luego:

Población futura = 1310 habitantes

Demanda promedio diario = 80 x 1310 hab. = 104800 lit/día

2. Uso Público

Cuadro N° 3.4: Dotación para uso público

LOCALES PÚBLICOS	DOTACIÓN DE AGUA	CANTIDAD PERSONAS	DEMANDA DIARIO
Puesto de Salud	500 lit/consultorio/día	1	500
Casa comunal	1 lit/persona/día	50	50
Oficina SEDACAJ	50 lit/persona/día	1	50
Iglesia Evangélica	1 lit/persona/día	50	50
Demanda promedio diario - uso público (lit/día) :			650

3. Uso Industrial

En el caserío Yanamarca se encuentra la fábrica PROPIAGA que se dedica al proceso de alimentos balanceados para ganado y otro tipo de animales, así mismo también se encuentra la industria POSTES DEL NORTE SAC que se dedica a la fabricación de postes de concreto para luz. Debido a que ambas industrias cuentan con su propio sistema de abastecimiento de agua a través de pozos no se los considerará en el presente proyecto como tales, pero se las tomará en cuenta como viviendas.

4. Uso Comercial

En la localidad de Yanamarca existen dos restaurantes campestres que funcionan principalmente los fines de semana, motivo por el cual no se los está considerando como locales comerciales propiamente dicho, sino como viviendas.

5. Pérdidas

Los porcentajes a considerar varían entre el 5% al 15% del consumo promedio, para el presente proyecto se va a considerar un 5%.

RESUMEN

RESUMEN DOTACIÓN DE AGUA		
Uso doméstico	104800	lit/día
Uso público	650	lit/día
Uso industrial	0	lit/día
Uso comercial	0	lit/día
SUB TOTAL (Qp)	105450	lit/día
Pérdidas 0.05 (Qp)	5272.5	lit/día
CONSUMO TOTAL	110722.5	lit/día

3.3.4. CAUDALES DE DISEÑO

a) Consumo promedio diario anual (Qm)

Utilizando la ecuación 2.24, se tiene que:

$$Q_m = 1.28 \text{ l / seg}$$

El Qm será utilizado para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y caudal de bombeo.

b) Consumo máximo diario (Qmd)

Utilizando la ecuación 2.25, se tiene que:

$$Q_{md} = 1.3 \times 1.28 = 1.66 \text{ l / seg}$$

El Qmd será utilizado para el cálculo hidráulico de la captación.

c) Consumo máximo horario (Qmh)

Utilizando la ecuación 2.26, se tiene que:

$$Q_{mh} = 2 \times 1.28 = 2.56 \text{ l / seg}$$

El Qmh será utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución.

3.4. SISTEMA DE ABSTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

3.4.1. CAPTACIÓN

3.4.1.1. Fuente de abastecimiento de agua

El manantial que empleará el proyecto es del tipo afloramiento lateral y difuso, debido a que dichas aguas han sido canalizadas hasta su ubicación actual de manantiales que se encuentran alejados de la zona por los antiguos pobladores del lugar. El manantial actual está ubicado en la margen derecha de

la carretera Cajamarca – Jesús, a unos 400 metros aproximadamente, frente al Campo Ferial Iscocongá.

Cuadro N° 3.5: Características de la fuente de abastecimiento de agua

Fuente de Agua	Manantial Ingapila
Ubicación	N-UTM : 9202836.43 m E-UTM : 781492.68 m Altitud : 2631.68 msnm Datum : WGS-84
Caudal medio	4.42 lts/s
Fecha de último aforo	25/07/2014
Régimen Hídrico	Permanente, condición del afloramiento
Descripción	El agua aflora de forma lateral y es conducido a través de tres canales artesanales de un lugar ubicado a 500 metros de la ubicación actual.
Uso consuntivo actual	Es utilizado por el actual sistema de agua potable, pero debido a que se encuentra en una cota inferior a las viviendas no produce las presiones adecuadas en la red de distribución.
Calidad de agua de la fuente	Cumple con los estándares de calidad del agua para consumo humano según D.S. N° 031-2010-SA/MINSA.
Evaluación hidrológica	Esta fuente puede aportar el caudal total que requiere el sistema de agua por bombeo.

Las características hidrológicas en el área evaluada corresponden a un régimen estacional, con una época húmeda (enero, febrero, marzo y abril), época de transición de húmeda a seca (mayo y junio), época seca (julio, agosto y setiembre) y época de transición (octubre, noviembre y diciembre). El caudal de la fuente identificada variará de acuerdo a este régimen.

Cuadro N° 3.6: Aforo Manantial Ingapila – Método Volumétrico

Manantial	Caudal promedio Época transición (Noviembre 2013)	Caudal promedio Época húmeda (Febrero 2014)	Caudal promedio Época seca (Julio 2014)
Ingapila	4.50 l/s	4.78 l/s	4.42 l/s

Caudal de Bombeo

Las horas de bombeo deben estar entre 8 y 18 horas, para un buen funcionamiento del sistema, por lo que se evalúa en el siguiente cuadro a partir de la ecuación 2.40.

Cuadro N° 3.7: Caudal y horas de bombeo

Horas de bombeo	Qmáxd lts/seg	Qbombeo lts/seg
8	1.28	3.84
10	1.28	3.07
12	1.28	2.56
14	1.28	2.19
16	1.28	1.92
18	1.28	1.71

De acuerdo al cuadro anterior se considerará un tiempo de bombeo de 10 horas, por lo que el caudal será de **3.07 lts/seg**.

3.4.1.2. Diseño hidráulico de la captación

a) Determinación del caudal máximo de la fuente

Para el cálculo del caudal máximo de la fuente se realizó el aforo del manantial en el mes de febrero de 2014, es decir, en la época húmeda y utilizando la ecuación 2.27 se obtuvo los siguientes cuadros:

Cuadro N° 3.8: Aforo Manantial Ingapila – Chorro 1

Aforo	Vol. (Lts)	Tiempo (Seg.)	Caudal (Lts/seg)
1	18	8.11	2.22
2	18	7.97	2.26
3	18	8.29	2.17
4	18	8.10	2.22
5	18	8.17	2.20
Promedio			2.21

Cuadro N° 3.9: Aforo Manantial Ingapila – Chorro 2

Aforo	Vol. (Lts)	Tiempo (Seg.)	Caudal (Lts/seg)
1	18	6.96	2.59
2	18	6.97	2.58
3	18	7.04	2.56
4	18	6.99	2.58
5	18	7.06	2.55
Promedio			2.57

Luego:

$$Q_{\text{máx.aforo}} = 2.21 + 2.57 = 4.78 \text{ l/seg.}$$

Entonces, se tiene los siguientes caudales para el diseño de la captación:

Caudal máximo fuente : $Q_{\text{máxf}} = 4.78 \text{ l/s}$

Caudal mínimo fuente : $Q_{\text{mínf}} = 4.42 \text{ l/s}$

Caudal a captar por bombeo : $Q_c = 2.00 \text{ l/s}$

Consumo máximo diario : $Q_{\text{md}} = 1.66 \text{ l/s}$

Nota: El cálculo del caudal a captar por bombeo se verá más adelante.

b) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L).

- De la ecuación 2.29 despejando el valor de la velocidad resulta:

$$V = \left(\frac{2gh}{1.56} \right)^{1/2} ; \quad \text{con } h = 0.40 \text{ m (asumido)} \quad \text{y} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Reemplazando datos se obtiene:

$$V = 2.24 \text{ m/s} > 0.60 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad \text{asumimos } V = 0.50 \text{ m/s}$$

- De la ecuación 2.29 el valor de h_o resulta:

$$h_o = 1.56 \frac{V_2^2}{2g} ; \quad \text{con } V_2 = 0.50 \text{ m/s} \quad \text{y} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Reemplazando datos se obtiene:

$$h_o = 0.02 \text{ m}$$

Luego, de la ecuación 2.30 se tiene:

$$H_f = 0.40 - 0.02 = 0.38 \text{ m}$$

El valor de L se define mediante la ecuación 2.31:

$$L = 0.38/0.30 = 1.27 \text{ m} \approx 1.30 \text{ m}$$

c) Ancho de la pantalla (b)

- Cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D)

De la ecuación 2.32 el valor del área es:

$$A = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{C_d \times V}; \quad \text{con } Q_{m\acute{a}x} = 4.78 \text{ l/s}; C_d = 0.8 \text{ y } V = 0.50 \text{ m/s}$$

Reemplazando datos se obtiene:

$$A = 0.01195 \text{ m}^2$$

Luego, el diámetro del orificio será:

$$D = 0.1233 \text{ m} = 4.86" > 2"$$

- Cálculo del número de orificios (NA)

Como $D_{cal.} = 4.86" > 2"$, asumimos un diámetro de 2" para determinar el número de orificios.

De la ecuación 2.34 se tiene:

$$NA = \frac{12.33^2}{5.08^2} + 1 = 6.89 \approx 7 \text{ orificios}$$

- Cálculo del ancho de la pantalla (b)

Se determina mediante la ecuación 2.35

$$b = 187.96 \text{ cm} \approx 190 \text{ cm}$$

d) Cálculo del diámetro de la tubería de conducción a la cisterna

Será tratado como un orificio y se calculará con la siguiente fórmula:

$$Q_{md} = C_d \times A_{cnd} \times \sqrt{2gH}$$

Donde:

Q_{md}	$= 0.002 \text{ m}^3/\text{s}$	Se toma el caudal a captar por bombeo
C_d	$= 0.80$	Coeficiente de descarga
g	$= 9.81 \text{ m/s}^2$	Aceleración de la gravedad
H	$= 0.30 \text{ m}$	Carga sobre la tubería (mín. 30 cm)
A_{cnd}	$= ? \text{ m}^2$	Área del conducto

Reemplazando datos se obtiene:

$$Acnd = 0.001030 \text{ m}^2$$

Luego, el diámetro de la tubería será:

$$D = 0.036 \text{ m} = 1.43'' \rightarrow D = 1.50''$$

e) Altura de la cámara húmeda (Ht)

De la ecuación 2.36:

Donde:

$$A = 10 \text{ cm}$$

$$B = 3.81 \text{ cm (1.5'')} .$$

$$H = ?$$

$$D = 3 \text{ cm}$$

$$E = 30 \text{ cm (mínimo)}$$

El valor de la carga requerida (H) se define mediante la ecuación 2.37.

Donde:

$$Q_{md} = 0.0020 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{Se toma el caudal a captar por bombeo}$$

$$A = 0.00114 \text{ m}^2 \quad \text{Área de la tubería de salida}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad \text{Aceleración de la gravedad}$$

Reemplazando datos se obtiene:

$$H = 0.2447 \text{ m} = 24.47 \text{ cm} < 30 \text{ cm}$$

Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de $H = 30 \text{ cm}$.

Luego, reemplazando valores en la ecuación 2.36, se tiene:

$$Ht = 10 + 3.81 + 30 + 3 + 30 = 76.81 \text{ cm}$$

Consideramos:

$$Ht = 90 \text{ cm}$$

f) Cálculo del volumen almacenado (Va).

Se utilizará la ecuación:

$$Va = Q_{máxd} \times T_r$$

Donde:

$$Q_{máxd} = 0.0020 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{Se toma el caudal a captar por bombeo}$$

$$T_r = 3.00 \text{ min.} \quad \text{Tiempo de retención (de 3 a 5 min.)}$$

Reemplazando valores se tiene:

$$V_a = 0.0020 \cdot 3 \cdot 60 = 0.36 \text{ m}^3$$

Como:

$$H = 0.30 \text{ m} \quad \text{Altura cámara húmeda}$$

$$b = 1.90 \text{ m} \quad \text{Ancho de pantalla}$$

Entonces:

$$a = 0.36 / (0.30 \cdot 1.90) = 0.63 \text{ m}$$

$$a = 0.70 \text{ m}$$

Luego, consideramos las siguientes medidas para la caja de captación:

$$H = 0.30 \text{ m}$$

$$a = 0.70 \text{ m}$$

$$b = 1.90 \text{ m}$$

g) Cálculo de la tubería de rebose y limpieza

Datos:

$$Q = 4.78 \text{ l/s}$$

Gasto máximo de la fuente

$$S = 0.015 \text{ m/m}$$

Pérdida de carga unitaria (de 1% a 1.5%)

Reemplazando valores en la ecuación 2.39 se tiene:

$$D = 3.11'' \rightarrow D = 3''; \text{ con un cono de rebose de } 3 \times 4''$$

h) Dimensionamiento de la canastilla

El diámetro de la tubería de salida al tanque cisterna (D_c), es de 1.5". Luego, diámetro de la canastilla es:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \cdot 1.5'' = 3''$$

Se recomienda que $3D_c < L_{\text{canastilla}} < 6D_c$, luego:

$$L = 3 \cdot 1.5'' = 11.43 \text{ cm} \approx 12 \text{ cm}$$

$$L = 6 \cdot 1.5'' = 22.86 \text{ cm} \approx 23 \text{ cm}$$

Asumimos:

$$L = 20 \text{ cm}$$

Ancho de la ranura = 5 mm

Largo de la ranura = 7 mm

Siendo el área de la ranura (A_r) = $7 \times 5 = 35 \text{ mm}^2$

Área total de ranuras (A_t) = $2 \cdot A_c$, siendo A_c el área transversal de la tubería de salida al tanque cisterna.

$$A_c = \frac{3.1416 \cdot 0.0381^2}{4} = 1.1401 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Luego:

$$A_t = 2.2802 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El valor de A_t no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (A_g).

$$A_g = 0.5 \cdot D_g \cdot L = 0.02384 \text{ m}^2 \quad ; \text{ para } D_g = 3'' \text{ y } L = 0.20 \text{ m}$$

Reemplazando valores en la ecuación 2.38 se tiene:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{2.2802 \times 10^{-3}}{35 \times 10^{-6}} = 65.15$$

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = 66$$

3.4.1.3. Calidad de Agua

De acuerdo al análisis físico – químico – bacteriológico practicado a la muestra analizada las condiciones del agua cumple con los requisitos para el consumo humano y son como se presentan.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : ING. MELCHOR PAJARES DÍAZ

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERÍO YANAMARCA-SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA-CAJAMARCA.

DISTRITO : LLACANORA

CASERÍO : INGAPILA

MANANTIAL : INGAPILA

FECHA : 06/10/2014

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DICESA CLASE I
01	ASPECTO	-	TRANSPARENTE	-	LIMPIO
02	OLOR	-	INODORO	-	INOFENSIVO
03	SABOR	-	AGRADABLE	-	INOFENSIVO
04	COLOR	-	ENCOLORO	15	15
05	CONDUCTIVIDAD A 20°C	US/CM	120	-	2000
06	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	ppm	105	500	1000
07	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	65	250	300
08	DUREZA CALCIO (CaCO ₃)	ppm	160	75	200
09	DUREZA MAGNESIO (CaCO ₃)	ppm	80	30	150
10	pH	Unid	6.90	-	6.5 - 8.5
11	ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	ppm	12.80	-	25


 Hugo Monacho Estrada
 Jefe Lab. Químico
 I.Q. CP 2708

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

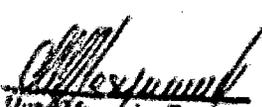
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
12	TURBIDEZ	NTU	1	5	-
13	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
14	PLOMO	ppm	-	0.1	-
15	SELENIO	ppm	0.001	0.05	-
16	FÓSFORO	ppm	0.01	0.1	-
17	OXIGENO DISUELTO (O ₂)	-	1.2	-	2.5
18	CLORUROS (Cl ⁻)	ppm	26	-	250
19	ALUMINIO (Al ³⁺)	ppm	0.02	0.2	0.2
20	SULFATOS (SO ₄) ²⁻	ppm	70	250	400
21	FIERRO (Fe)	-	0.01	0.1	1.0
22	COBRE (Cu)	ppm	0.02	0.05	1.5
23	MANGANESO (Mn)	ppm	0.02	0.5	0.5
24	NITRITO (NO ₂) ⁻	ppm	0.05	3.0	3.0
25	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
26	NITRATO (NO ₃) ⁻	ppm	-	50.00	50.0
27	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
28	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
29	FLUORURO F ⁻	-	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Hugo Mosquera Escriver
 Jefe Lab. Quito
 I.Q. CP 27604

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : ING. MELCHOR PAJARES DÍAZ
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERÍO YANAMARCA-SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA – CAJAMARCA-CAJAMARCA.
DISTRITO : LLACANORA
CASERÍO : INGAPILA
MANANTIAL : INGAPILA
FECHA : 06/10/2014

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RESULTADO DE ANÁLISIS : 06/10/2014 HORA: 09:00 a.m.

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	0.0	0.0

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados encuadran dentro de los parámetros dados por OMS/MIHSA para aguas de consumo humano.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Hugo Macayra Espinoza
Ingeniero Químico
I.Q./C.P. 2708

3.4.2. ESTACIÓN DE BOMBEO

3.4.2.1. CASETA DE BOMBEO

La caseta de bombeo se ubicará justo encima del tanque cisterna, es decir, se apoyará en éste, por lo que para el proyecto se ha considerado una caseta de dimensiones 4.90 m x 3.25 m.

3.4.2.2. CISTERNA DE BOMBEO

Para el proyecto se ha considerado 4.50mx4.50m de dimensiones internas del tanque cisterna.

A) DISEÑO HIDRÁULICO

Se empleará el caso de cisterna de bombeo con almacenamiento, para lo cual se realizará un diagrama de masas entre el caudal mínimo de la fuente y el caudal de bombeo.

a. Sumergencia mínima (H)

- Cálculo de h

$$h = 0.5 \cdot D_s \geq 0.20 \text{ m} \quad ; \quad D_s = 4" = 0.1016 \text{ m}$$

$$h = 0.5 \cdot 0.1016 \text{ m} = 0.051 \text{ m}$$

Consideramos:

$$h = 0.20 \text{ m}$$

- Cálculo de H, para dar cumplimiento a requerimientos hidráulicos

De la ecuación 2.45, se tiene:

$$H = 0.49 / (2 \cdot 9.81) + 0.20 = 0.21 \text{ m}$$

- Cálculo de H, para impedir el ingreso de aire

De la ecuación 2.46, se tiene:

$$H = 2.5 \cdot 0.1016 + 0.10 = 0.354 \text{ m}$$

Por lo tanto, consideramos:

$$H = 0.40 \text{ m}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

b. Cálculo del volumen de cisterna de bombeo

Para determinar el volumen del tanque cisterna se variara el caudal de la fuente hasta que produzca el valor mínimo de almacenamiento. Dicho volumen se determinará a partir de un diagrama de masas entre el caudal variado y el caudal de bombeo.

Volumen de tanque cisterna para 1.80 l/s de aporte del manantial

Caudal mínimo fuente	:	4.42 l/seg. = 15.91 m ³ /hora
Aporte manantial	:	1.80 l/seg. = 6.48 m ³ /hora
Caudal de bombeo	:	3.07 l/seg. = 11.06 m ³ /hora
N° de horas de bombeo	:	10 horas en forma continua (6 am – 16 pm)

Horas	Oferta	Demanda		Oferta acumulado	Demanda acumulado	Exceso	Defecto
	m3	%	m3				
0 - 1	6.48			6.48			
1 - 2	6.48			12.96			
2 - 3	6.48			19.44			
3 - 4	6.48			25.92			
4 - 5	6.48			32.40			
5 - 6	6.48			38.88			
6 - 7	6.48	10	11.06	45.36	11.06	34.30	
7 - 8	6.48	10	11.06	51.84	22.12	29.72	
8 - 9	6.48	10	11.06	58.32	33.18	25.14	
9 - 10	6.48	10	11.06	64.80	44.24	20.56	
10 - 11	6.48	10	11.06	71.28	55.30	15.98	
11 - 12	6.48	10	11.06	77.76	66.36	11.40	
12 - 13	6.48	10	11.06	84.24	77.41	6.83	
13 - 14	6.48	10	11.06	90.72	88.47	2.25	
14 - 15	6.48	10	11.06	97.20	99.53		2.33
15 - 16	6.48	10	11.06	103.68	110.59		6.91
16 - 17	6.48			110.16			
17 - 18	6.48			116.64			
18 - 19	6.48			123.12			
19 - 20	6.48			129.60			
20 - 21	6.48			136.08			
21 - 22	6.48			142.56			
22 - 23	6.48			149.04			
23 - 24	6.48			155.52			
TOTAL	155.52	100.00	110.59				

VAL. MÁX.	34.30	6.91
E + D	41.21	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Volumen de tanque cisterna para 1.90 l/s de aporte del manantial

Caudal mínimo fuente : 4.42 l/seg. = 15.91 m³/hora
 Aporte manantial : 1.90 l/seg. = 6.84 m³/hora
 Caudal de bombeo : 3.07 l/seg. = 11.06 m³/hora
 N° de horas de bombeo : 10 horas en forma continua (6 am – 16 pm)

Horas	Oferta	Demanda		Oferta acumulado	Demanda acumulado	Exceso	Defecto
	m3	%	m3				
0 - 1	6.84			6.84			
1 - 2	6.84			13.68			
2 - 3	6.84			20.52			
3 - 4	6.84			27.36			
4 - 5	6.84			34.20			
5 - 6	6.84			41.04			
6 - 7	6.84	10	11.06	47.88	11.06	36.82	
7 - 8	6.84	10	11.06	54.72	22.12	32.60	
8 - 9	6.84	10	11.06	61.56	33.18	28.38	
9 - 10	6.84	10	11.06	68.40	44.24	24.16	
10 - 11	6.84	10	11.06	75.24	55.30	19.94	
11 - 12	6.84	10	11.06	82.08	66.36	15.72	
12 - 13	6.84	10	11.06	88.92	77.41	11.51	
13 - 14	6.84	10	11.06	95.76	88.47	7.29	
14 - 15	6.84	10	11.06	102.60	99.53	3.07	
15 - 16	6.84	10	11.06	109.44	110.59		1.15
16 - 17	6.84			116.28			
17 - 18	6.84			123.12			
18 - 19	6.84			129.96			
19 - 20	6.84			136.80			
20 - 21	6.84			143.64			
21 - 22	6.84			150.48			
22 - 23	6.84			157.32			
23 - 24	6.84			164.16			
TOTAL	164.16	100.00	110.59				

VAL. MÁX.	36.82	1.15
E + D	37.97	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Volumen de tanque cisterna para 2.00 l/s de aporte del manantial

Caudal mínimo fuente : 4.42 l/seg. = 15.91 m³/hora
 Aporte de manantial : 2.00 l/seg. = 7.20 m³/hora
 Caudal de bombeo : 3.07 l/seg. = 11.06 m³/hora
 N° de horas de bombeo : 10 horas en forma continua (6 am – 16 pm)

Horas	Oferta	Demanda		Oferta acumulado	Demanda acumulado	Exceso	Defecto
	m3	%	m3				
0 - 1	7.20			7.20			
1 - 2	7.20			14.40			
2 - 3	7.20			21.60			
3 - 4	7.20			28.80			
4 - 5	7.20			36.00			
5 - 6	7.20			43.20			
6 - 7	7.20	10	11.06	50.40	11.06	39.34	
7 - 8	7.20	10	11.06	57.60	22.12	35.48	
8 - 9	7.20	10	11.06	64.80	33.18	31.62	
9 - 10	7.20	10	11.06	72.00	44.24	27.76	
10 - 11	7.20	10	11.06	79.20	55.30	23.90	
11 - 12	7.20	10	11.06	86.40	66.36	20.04	
12 - 13	7.20	10	11.06	93.60	77.41	16.19	
13 - 14	7.20	10	11.06	100.80	88.47	12.33	
14 - 15	7.20	10	11.06	108.00	99.53	8.47	
15 - 16	7.20	10	11.06	115.20	110.59	4.61	
16 - 17	7.20			122.40			
17 - 18	7.20			129.60			
18 - 19	7.20			136.80			
19 - 20	7.20			144.00			
20 - 21	7.20			151.20			
21 - 22	7.20			158.40			
22 - 23	7.20			165.60			
23 - 24	7.20			172.80			
TOTAL	172.80	100.00	110.59				

VAL. MÁX.	39.34	0.00
E + D	39.34	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Volumen de tanque cisterna para 2.10 l/s de aporte del manantial

Caudal mínimo fuente : 4.42 l/seg. = 15.91 m³/hora
 Aporte de manantial : 2.10 l/seg. = 7.56 m³/hora
 Caudal de bombeo : 3.07 l/seg. = 11.06 m³/hora
 N° de horas de bombeo : 10 horas en forma continua (6 am – 16 pm)

Horas	Oferta	Demanda		Oferta acumulado	Demanda acumulado	Exceso	Defecto
	m3	%	m3				
0 - 1	7.56			7.56			
1 - 2	7.56			15.12			
2 - 3	7.56			22.68			
3 - 4	7.56			30.24			
4 - 5	7.56			37.80			
5 - 6	7.56			45.36			
6 - 7	7.56	10	11.06	52.92	11.06	41.86	
7 - 8	7.56	10	11.06	60.48	22.12	38.36	
8 - 9	7.56	10	11.06	68.04	33.18	34.86	
9 - 10	7.56	10	11.06	75.60	44.24	31.36	
10 - 11	7.56	10	11.06	83.16	55.30	27.86	
11 - 12	7.56	10	11.06	90.72	66.36	24.36	
12 - 13	7.56	10	11.06	98.28	77.41	20.87	
13 - 14	7.56	10	11.06	105.84	88.47	17.37	
14 - 15	7.56	10	11.06	113.40	99.53	13.87	
15 - 16	7.56	10	11.06	120.96	110.59	10.37	
16 - 17	7.56			128.52			
17 - 18	7.56			136.08			
18 - 19	7.56			143.64			
19 - 20	7.56			151.20			
20 - 21	7.56			158.76			
21 - 22	7.56			166.32			
22 - 23	7.56			173.88			
23 - 24	7.56			181.44			
TOTAL	181.44	100.00	110.59				

VAL. MÁX.	41.86	0.00
E + D	41.86	

Siguiendo el mismo procedimiento se elaboró el siguiente cuadro resumen para diferentes aportes del manantial.

Aporte manantial (l/seg.)	Volumen Cisterna (m ³)
1.50	50.93
1.60	47.69
1.70	44.45
1.80	41.21
1.90	37.97
2.00	39.34
2.10	41.86
2.20	44.38
2.30	46.90
2.40	49.42
2.50	51.94

Del cuadro anterior podemos observar que a medida que aumenta y disminuye el caudal de aporte del manantial a partir de 1.90 l/s el volumen del tanque cisterna aumenta, es por ello que para la elaboración del presente proyecto se optará por los valores de **2.00 l/s** como aporte del manantial y **39.34 m³ ≈ 40.00 m³** como volumen del tanque cisterna.

B) DISEÑO ESTRUCTURAL

Debido a que la caseta de bombeo se ubicará justo encima del tanque cisterna deberá tener las dimensiones adecuadas para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua y permitir la facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, maniobra y desinfección.

1. PREDIMENSIONAMIENTO

a) Cálculo de la altura (h), largo (l) y ancho (a) del tanque cisterna

Debido a la disponibilidad de terreno se toman las siguientes medidas para el largo y ancho útiles del tanque cisterna.

$$l = 4.50 \text{ m}$$

$$a = 4.50 \text{ m}$$

Luego:

$$h = V_{\text{cist.}} / (l \cdot a)$$

$$h = 40 / (4.50 \cdot 4.50) = 1.98 \text{ m}$$

Consideramos:

$$h = 2.00 \text{ m}$$

Por lo tanto, la altura total de las paredes será:

$$H = h + bl \qquad bl = 0.35 \text{ m (Borde libre)}$$

$$H = 2.00 + 0.35 = 2.35 \text{ m}$$

b) Cálculo del espesor de las paredes (t), losa de fondo (tl) y losa de techo (e)

- Espesor de las paredes (t)

Se recomienda:

$$t = 0.1 \cdot h \geq 0.20 \qquad h = 2.00 \text{ m}$$

Luego:

$$t = 0.20 \text{ m} \qquad \text{Tomamos: } t = 0.20 \text{ m}$$

- Espesor de la losa de fondo (tl)

Se recomienda:

$$tl = 0.10 \cdot h \text{ a } 0.12 \cdot h \geq 0.20 \qquad h = 2.00 \text{ m}$$

Luego:

$$tl = 0.12 \cdot 2.00 = 0.24 \text{ m} \qquad \text{Tomamos: } tl = 0.25 \text{ m}$$

- Espesor de la losa de techo (e)

Se recomienda:

$$e = L/30 \qquad l = 4.50 \text{ m}$$

Luego:

$$e = 0.15 \text{ m} \qquad \text{Tomamos: } e = 0.15 \text{ m}$$

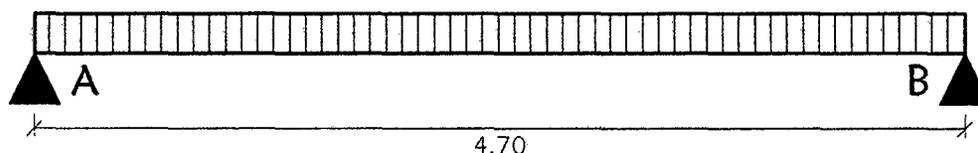
2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE TANQUE CISTERNA DE 40 M3

Datos:

H	=	2.35 m	Altura total del tanque
bl	=	0.35 m	Borde libre
h	=	2.00 m	Altura del líquido
a	=	4.50 m	Ancho interno del tanque
l	=	4.50 m	Largo interno del tanque
t	=	0.20 m	Espesor de las paredes
tl	=	0.25 m	Espesor de losa de fondo
e	=	0.15 m	Espesor de losa de techo
f'c	=	210 kg/cm ²	Resistencia del concreto

2.1. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA LOSA DEL TECHO

Se diseñará con el mismo acero para ambos sentidos, considerando una carga distribuida entre ejes.



Datos:

e	=	0.15 m	Espesor de la losa
f _c	=	210 kg/cm ²	Resistencia del concreto
f _y	=	4200 kg/cm ²	Fluencia del acero grado 60
r	=	0.035 m	Recubrimiento
d	=	11.50 cm	Peralte efectivo de losa
b	=	100 cm	Ancho de influencia
γ _c °a°	=	2.40 tn/m ³	Peso específico del C°A°

a) Medrado de cargas

- Carga muerta (CM)

Peso propio = 0.36 tn/m

Piso terminado = 0.10 tn/m

CM = 0.46 tn/m

- Carga viva (CV)

CV = 0.10 tn/m

- Carga última (W_u)

$$W_u = 1.4 \cdot CM + 1.7 \cdot CV$$

$$W_u = 0.814 \text{ tn/m}$$

b) Cálculo de momentos

- Momento positivo

$$(+)\text{MAB} = W_u \cdot L^2 / 8 = 0.814 \cdot 4.70^2 / 8 = 2.25 \text{ tn/m}$$

c) Cálculo del área de acero

- Momento positivo

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 \times f_y \times d}$$

Donde:

$$M_u = 2.25 \text{ tn-m/m} = 225000 \text{ kg-cm/m}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$A_s = 5.18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo (Asmín)

$$A_{s\text{mín}} = p_{\text{mín}} \cdot b \cdot d \quad ; \text{ con } p_{\text{mín}} = 0.0033 \quad ; \quad b = 100 \text{ cm} \quad ; \quad d = 11.5 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$A_{s\text{mín}} = 0.0033 \cdot 100 \cdot 11.5 = 3.795 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$A_{s\text{mín}} < A_s = 5.18 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } A_s = 5.18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

$$\text{Si usamos } \varnothing 1/2", \text{ entonces } A_{s\text{var}} = 1.27 \text{ cm}^2$$

Luego:

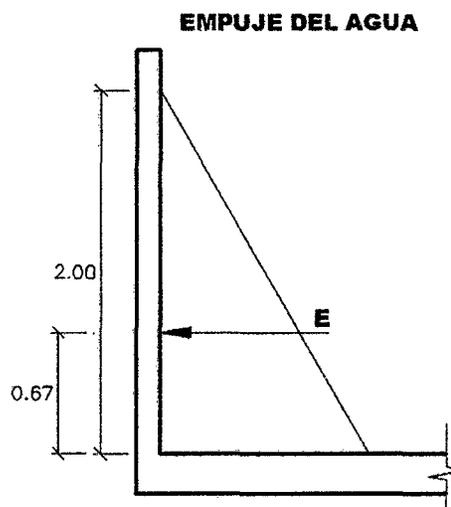
$$s = 100 \cdot A_{s\text{var}} / A_s$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 5.18 = 24.52 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocará acero de $\varnothing 1/2"$ @ 0.25m (doble malla).

2.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LAS PAREDES DEL TANQUE

a. Análisis y diseño en flexión por presión hidrostática



Datos:

e	=	0.20 m	Espesor de paredes
f _c	=	210 kg/cm ²	Resistencia del concreto
f _y	=	4200 kg/cm ²	Fluencia del acero grado 60
γ _a	=	1000 kg/cm ³	Peso específico del agua
r _i	=	0.05 m	Recubrimiento interno
d	=	15.00 cm	Peralte efectivo de pared
b	=	100 cm	Ancho de influencia

- **Cálculo del empuje del agua (E)**

$$E = \frac{1}{2} \times H^2 \times \gamma_a$$

Donde:

H	=	2.00 m	Altura del agua
γ _a	=	1000 kg/m ³	Peso específico del agua

Reemplazando valores:

$$E = 2000 \text{ kg}$$

- **Verificación del cortante**

El cortante se verificará en la parte inferior del muro, entonces:

$$E = V = 2000 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V_u = 1.4 \times V = 2800 \text{ kg}$$

El cortante del concreto viene dado por:

$$\phi V_c = 0.53 \times 0.85 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

Donde:

$$b = 100 \text{ cm} \quad ; \quad d = 15.00 \text{ cm} \quad ; \quad f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Luego:

$$\phi V_c = 9792.55 \text{ kg}$$

Para comprobar si el valor del cortante cumple, es necesario que:

$$\begin{aligned} \phi V_c &> V_u \\ 9792.55 \text{ kg} &> 2800 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

- **Cálculo del momento de diseño**

$$M = \frac{H}{3} \times E$$

$$M = \frac{2}{3} \times 2000 = 133333.33 \text{ kg} - \text{cm}$$

Luego:

$$Mu = 1.4 * M = 1.4 * 133\ 333.33 = 186666.67 \text{ kg-cm}$$

- **Cálculo del refuerzo de acero**

$$As = \frac{Mu}{0.9 \times fy \times d}$$

Donde:

$$Mu = 186666.67 \text{ kg-cm/m}$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$As = 3.29 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo (Asmín)

$$Asmín = \rho_{mín} * b * d \quad \text{con } \rho_{mín} = 0.0033 ; b = 100 \text{ cm} ; d = t - r = 15 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$Asmín = 0.0033 * 100 * 15 = 4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$Asmín > As = 3.29 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } As = 4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

$$\text{Si usamos } \varnothing 1/2", \text{ entonces } Asvar = 1.27 \text{ cm}^2$$

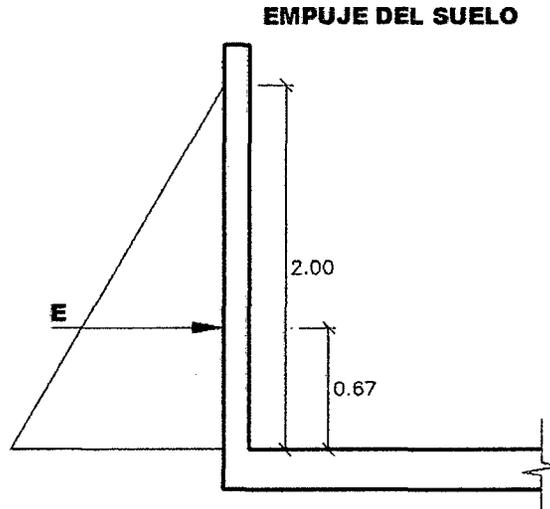
Luego:

$$s = 100 * Asvar / As$$

$$s = 100 * 1.27 / 4.95 = 25.66 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocará acero de $\varnothing 1/2"$ @ 0.25m.

b. Análisis y diseño en flexión por presión del suelo



Datos:

e	=	0.20 m	Espesor de paredes
f _c	=	210 kg/cm ²	Resistencia del concreto
f _y	=	4200 kg/cm ²	Fluencia del acero grado 60
γ _s	=	1900 kg/cm ³	Peso específico del suelo
r _e	=	0.075 m	Recubrimiento externo
d	=	12.50 cm	Peralte efectivo de pared
φ	=	30°	Ángulo de fricción interna suelo
K _a	=	0.33	Coefficiente de presión de suelo
b	=	100 cm	Ancho de influencia

- Cálculo del empuje del agua (E)

$$E = \frac{1}{2} \times H^2 \times \gamma_s \times K_a$$

Donde:

H	=	2.00 m	Altura del agua
γ _s	=	1900 kg/m ³	Peso específico del suelo
K _a	=	0.33	Coefficiente de presión de suelo

Reemplazando valores:

$$E = 1254 \text{ kg}$$

- Verificación del cortante

El cortante se verificará en la parte inferior del muro, entonces:

$$E = V = 1254 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad Vu = 1.6 \cdot V = 2006.40 \text{ kg}$$

El cortante del concreto viene dado por:

$$\phi V_c = 0.53 \times 0.85 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

Donde:

$$b = 100 \text{ cm} \quad ; \quad d = 12.50 \text{ cm} \quad ; \quad f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Luego:

$$\phi V_c = 8160.46 \text{ kg}$$

Para comprobar si el valor del cortante cumple, es necesario que:

$$\phi V_c > Vu$$

$$8160.46 \text{ kg} > 2006.40 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ok}$$

- Cálculo del momento de diseño

$$M = \frac{H}{3} \times E$$

$$M = \frac{2}{3} \times 1254 = 83600 \text{ kg-cm}$$

Luego:

$$Mu = 1.6 \cdot M = 1.6 \cdot 83600 = 133760 \text{ kg-cm}$$

- Cálculo del refuerzo de acero

$$As = \frac{Mu}{0.9 \times fy \times d}$$

Donde:

$$Mu = 133760 \text{ kg-cm/m}$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$As = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo (Asmín)

$$Asmín = \rho_{mín} \cdot b \cdot d \quad \text{con } \rho_{mín} = 0.0033 \quad ; \quad b = 100 \text{ cm} \quad ; \quad d = t - r = 12.5 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$\text{Asmín} = 0.0033 \cdot 100 \cdot 12.5 = 4.125 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$\text{Asmín} > \text{As} = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } \text{As} = 4.125 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

Si usamos $\varnothing 1/2"$, entonces $\text{Asvar} = 1.27 \text{ cm}^2$

Luego:

$$s = 100 \cdot \text{Asvar} / \text{As}$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 4.125 = 30.79 \text{ cm} \text{ (se recomienda } s \leq 25 \text{ cm)}$$

Por lo tanto, se colocará acero de $\varnothing 1/2"$ @ 0.25m. (igual al acero de la cara interior).

c. Cálculo del refuerzo de acero horizontal

Se empleara para el cálculo la cuantía mínima.

Cálculo del acero mínimo (Asmín)

$$\text{Asmín} = p_{\text{mín}} \cdot b \cdot d \quad \text{con } p_{\text{mín}} = 0.0020 ; b = 100 \text{ cm} ; d = t - r = 15 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$\text{Asmín} = 0.0020 \cdot 100 \cdot 15 = 3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

Si usamos $\varnothing 3/8"$, entonces $\text{Asvar} = 0.71 \text{ cm}^2$

Luego:

$$s = 100 \cdot \text{Asvar} / \text{As}$$

$$s = 100 \cdot 0.71 / 3 = 23.67 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocará acero de $\varnothing 3/8"$ @ 0.20m. (ambas caras).

Nota:

En las paredes, para el acero horizontal, es conveniente que el espaciamiento no supere los 12.5 cm en el tercio inferior, y los 25 cm en el resto de la altura, ya que la menor dispersión de las barras previene la fisuración del concreto.

2.3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO

Se diseñará como si fuera una losa simplemente apoyada con la luz igual a la longitud interna del tanque.

a) Cálculo del refuerzo de acero

- Para la cara en contacto con el agua

Se calculará en base a la cuantía mínima ; $\rho_{\min} = 0.0020$ (r° y t°)

Luego:

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \quad ; \text{ con } b = 100 \text{ cm y } d = t_l - r = 25 - 5 = 20 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.0020 \cdot 100 \cdot 20 = 4 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Si usamos $\emptyset 1.27''$, entonces $A_{svar} = 1.27 \text{ cm}^2$

Entonces el espaciamiento será:

$$s = 100 \cdot A_{svar} / A_s$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 4 = 31.75 \text{ cm}$$

Se colocará acero de $\emptyset 1/2'' @ 0.30\text{m}$

- Para la cara en contacto con el suelo

Se calculará en base a la cuantía mínima ; $\rho_{\min} = 0.0033$ (flexión)

Luego:

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \quad ; \text{ con } b = 100 \text{ cm y } d = t_l - r = 25 - 7.5 = 17.5 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.0033 \cdot 100 \cdot 17.5 = 5.775 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Si usamos $\emptyset 1/2''$, entonces $A_{svar} = 1.27 \text{ cm}^2$

Entonces el espaciamiento será:

$$s = 100 \cdot A_{svar} / A_s$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 5.775 = 22 \text{ cm (se recomienda } s \leq 25 \text{ cm)}$$

Se colocará acero de $\emptyset 1/2'' @ 0.20\text{m}$

b) Chequeo de esfuerzos admisibles en el suelo

El chequeo de esfuerzos admisibles se realiza para cargas de servicio.

- **Cálculo del peso de la caseta de bombeo**

PESO DE LA CASETA DE BOMBEO			
Elemento	Carga Unitaria (kg/m o kg/m²)	Área (m²) o Longitud (m) Tributaria	P Parcial (kg)
aligerado	280	18.62	5212.20
cobertura	50	20.41	1020.25
acabados	100	10.20	1020.25
viga princ.	99.6	7.70	766.92
viga secun.	99.6	10.60	1055.76
viga borde	40.8	17.90	730.32
viga cumbr.	924	3.85	3557.40
Muros 1	270	12.54	3385.80
Muros 2	270	15.12	4082.40
columnas	96	9.64	925.44
s/c	50	10.20	510.13
Peso total =			22266.87

- **Cálculo del peso del tanque cisterna**

PESO DE TANQUE CISTERNA			
Elemento	Carga Unitaria (kg/m o kg/m²)	Área (m²) o Longitud (m) Tributaria	P Parcial (kg)
paredes long.	1128	9.80	11054.40
paredes trans.	1128	9.00	10152.00
Losa de techo	360	24.01	8643.60
losa de fondo	600	24.01	14406.00
agua	2000	20.25	40500.00
s/c	100	20.25	2025.00
Peso total =			86781.00

- **Cálculo del peso total por servicio (Wt)**

$$Wt = 22266.87 \text{ kg} + 86781.00 \text{ kg} = 109047.87 \text{ kg}$$

$$\text{Área de la base} = 4.90 \times 4.90 = 24.01 \text{ m}^2 = 240100 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo admisible del terreno} \quad \sigma_t = 0.90 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo de la reacción**

$$\text{Reacción} = \text{Peso total} / \text{área de la base}$$

Luego:

$$\text{Reacción} = 109047.87 / 240100 = 0.45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 0.45 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 0.90 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.4.3. OBRAS DE CONDUCCIÓN

3.4.3.1. LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO

La altura de impulsión es de 37.40 m y la longitud de la tubería es de 622.00 m.

a. Diámetro económico de la tubería de impulsión

Para estaciones que no son operadas las 24 horas del día, el diámetro económico viene dado por la ecuación 2.52:

Donde:

$$\text{Caudal de bombeo} \quad Q_b = 0.00307 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Número de horas de bombeo} \quad N = 10 \text{ horas}$$

Luego, reemplazando datos en la ecuación 2.52, se tiene:

$$D_{\text{interior}} = 1.3 \left(\frac{10}{24} \right)^{1/4} (0.00307)^{0.5} = 0.058 \text{ m} = 2.28''$$

$$\rightarrow D_{\text{interior}} \approx \varnothing 3'' = 0.0762 \text{ m}$$

La velocidad de flujo aplicando la ecuación de continuidad será:

$$V = \frac{4 \times 0.00307}{3.1416 \times 0.0762^2} = 0.67 \text{ m/s}$$

Entonces, evaluando las dimensiones de Dmáximo y Dmínimo se tiene:

$\varnothing 2''$	$V = 1.51 \text{ m/s}$	Cumple	Mayor pérdida de carga
-------------------	------------------------	--------	------------------------

$\varnothing 2\frac{1}{2}''$	$V = 0.97 \text{ m/s}$	Cumple	Mayor pérdida de carga
------------------------------	------------------------	--------	------------------------

$\varnothing 3''$	$V = 0.67 \text{ m/s}$	Cumple	Menor pérdida de carga
-------------------	------------------------	--------	------------------------

Las velocidades de flujo se encuentran en el rango de velocidades permisibles según criterio de diseño. ($0.6 \text{ m/s} < V < 2 \text{ m/s}$).

Se opta por seleccionar el diámetro interno de 3" para todo el tramo de la tubería de impulsión.

$$D_{\text{interior}} = 0.0762 \text{ m} = \varnothing 3'' ; \quad V = 0.67 \text{ m/s}$$

El diámetro de la tubería de succión será el inmediato superior del diámetro de la tubería de impulsión, es decir: $D_{\text{succión}} = 100 \text{ mm} = \varnothing 4''$

b. Pérdida de carga en el sistema de bombeo

- Pérdida de carga por fricción en la tubería de impulsión

Las pérdidas de carga por fricción se obtendrán con la ecuación de Colebrook (Ec. 2.56) debido a que proporciona resultados más exactos.

Cálculo del Número de Reynolds (Re)

Datos:

$V = 0.67 \text{ m/s}$	Velocidad del agua en la tubería
$D = 0.0762 \text{ m}$	Diámetro interno de tubería
$\rho = 998 \text{ kg/m}^3$	Densidad del agua a 20°C
$\eta = 1.02 \times 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$	Visc. Dinámica del agua a 20°C

Reemplazando valores en la ecuación 2.55, se tiene:

$$Re = \frac{0.67 \times 0.0762 \times 998}{1.02 \times 10^{-3}} = 49952.84$$

Cálculo del coeficiente de fricción (f)

Como $Re > 4000$ utilizamos la ecuación 2.57-2 para determinar el coeficiente de fricción.

Para $\varnothing \leq 200 \text{ mm}$, módulo de rugosidad $\xi = 10 \text{ um}$ ($1.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$).

Reemplazando en la formula simplificada para el factor de fricción (Ec. 2.57-2), se tiene:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{0.00001}{3.7 \times 0.0762} + \frac{5.74}{49952.84^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0213$$

Luego, la pérdida de carga por fricción en la tubería de se determina a partir de la ecuación de Darcy – Weisbach.

Datos:

Caudal de bombeo	$Q_b = 0.00307 \text{ m}^3/\text{seg}$
Diámetro interno	$D_i = 0.0762 \text{ m}$
Velocidad de flujo	$V = 0.67 \text{ m/seg}$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Visc. Dinám. agua 20 °C	η	=	1.02x10 ⁻³ kg/m*s
N° de Reynolds	Re	=	49952.84
Rugosidad – Colebrook	ξ	=	0.00001 m
Factor de fricción	f	=	0.0213
Longitud tubería impulsión	L	=	622.00 m

Reemplazando datos ecuación 2.54, se tiene:

$$h_f = 0.0213 \times \frac{622.00}{0.0762} \times \frac{0.67^2}{2 \times 9.81} = 3.98 \text{ m}$$

- Pérdidas de carga locales en la tubería de impulsión

Accesorios	Cantidad	K	Total
Ensanchamiento brusco	1	1	1
Tee - salida de fluido	2	1.5	3
Válvula check	1	2.5	2.5
Válvula de alivio	1	2.5	2.5
Válvula compuerta	2	0.2	0.4
Codo 90°	4	0.9	3.6
Medidor de caudal	1	2.5	2.5
Sumatoria de K			15.5
Pérdida local: $K \cdot V^2/2g$; Velocidad (m/seg)	0.67	Pérdida (m)	0.35

- Pérdida de carga por fricción en la tubería de succión

Datos:

Caudal de bombeo	Qb	=	0.00307 m ³ /seg
Diámetro interno	Di	=	0.1016 m (4")
Visc. Dinám. agua 20 °C	ν	=	1.02x10 ⁻³ kg/m*s
Rugosidad – Colebrook	ξ	=	0.00001 m
Longitud tubería succión	L	=	4.85 m

Luego:

- o Velocidad de flujo (Vs)

$$V_s = \frac{4 \times 0.00307}{3.1416 \times 0.1016^2} = 0.38 \text{ m/seg} < 1.1 \text{ m/seg} \dots \text{OK}$$

o *N° de Reynolds (Re)*

$$Re = \frac{0.38 \times 0.1016 \times 998}{1.02 \times 10^{-3}} = 37775.28$$

o *Factor de fricción (f)*

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{0.00001}{3.7 \times 0.1016} + \frac{5.74}{37775.28^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0225$$

Reemplazando datos en ecuación 2.54 se tiene:

$$h_f = 0.0225 \times \frac{4.85}{0.1016} \times \frac{0.38^2}{2 \times 9.81} = 0.0079 \text{ m}$$

- **Perdida de carga locales en la tubería de succión**

Accesorios	Cantidad	K	Total
Codo 90°	1	0.9	0.9
Canastilla	1	3.5	3.5
Válvula de pie	1	1.75	1.75
Tee - entrada de agua	1	1.65	1.65
Codo 90°	1	0.9	0.9
Válvula compuerta	1	0.2	0.2
Contracción brusca	1	0.27	0.27
Sumatoria de K			9.17
Pérdida local: $K \cdot V^2 / 2g$ Velocidad (m/seg)	0.38	Pérdida (m)	0.07

c. **Altura dinámica total (Ht)**

Datos:

Altura de impulsión	=	37.40 m
Altura de succión	=	2.75 m
Presión de salida	=	3.00 m
Pérdida de carga por fricción – impulsión	=	3.98 m
Pérdida de carga local – impulsión	=	0.35 m
Pérdida de carga por fricción – succión	=	0.0079 m
Pérdida de carga local – succión	=	0.07 m

Reemplazando valores en la ecuación 2.59 se tiene:

$$H_t = 37.40 + 2.75 + 3 + 3.98 + 0.35 + 0.0079 + 0.07$$

$$H_t = 47.56 \text{ m}$$

d. Potencia del equipo de bombeo

- Potencia de la bomba

Datos:

Caudal de bombeo $Q_b = 0.00307 \text{ m}^3/\text{seg}$

Altura manométrica total $H_m = 47.56 \text{ m}$

Eficiencia del sistema $n = 0.55$

Peso específico del agua $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$

Reemplazando datos en la ecuación 2.60, se tiene:

$$Pot = \frac{1000 \times 47.56 \times 0.00307}{76 \times 0.55} = 3.49 \text{ HP}$$

- Potencia del motor

Para la elección de la potencia de un motor eléctrico deberá tenerse en cuenta el darle un margen de seguridad para evitar sobrecargas por posibles anomalías de suministro de fluido eléctrico, variaciones de nivel del líquido u otras causas.

Teniendo en cuenta los rangos de valores de la tabla N° 2.19 se tiene:

$$Pot. = 1.30 \times Pot. \text{ Bomba}$$

$$Pot. = 1.30 \times 3.49 = 4.54 \text{ HP}$$

e. Cálculo del NPSH disponible

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta H_s)$$

La ubicación del proyecto se encuentra a una altitud de 2650 msnm, entonces los datos correspondientes son:

Presión atmosférica $H_{atm} = 7.40 \text{ mca}$

Presión de vapor ($T=20 \text{ }^\circ\text{C}$) $H_{vap} = 0.238 \text{ mca}$

Altura de succión $H_s = 2.75$ m
 Pérdida de carga en tubería succión $\Delta H_s = 0.0779$ m

Reemplazando datos en la ecuación 2.43 se tiene:

$NPSH_{disponible} = 7.40 - (0.238 + 2.75 + 0.0779)$

$NPSH_{disponible} = 4.33$ m

Para evitar el riesgo de la cavitación por presión de succión, se debe cumplir que:

$$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerida}$$

$NPSH_{requerida} = 2.50$ m (Dado por el fabricante)

Como:

$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerida}$ *OK* (no se presenta el fenómeno de cavitación).

f. Cálculo de la sobre presión por golpe de ariete

Para determinar la resistencia de la tubería por sobrepresión producido básicamente por el funcionamiento alternado de las bombas hidráulicas, se debe emplear las ecuaciones de Allievi o Michaud, según sea el caso consideraremos los siguientes parámetros:

Cálculo de la celeridad (a)

Resistencia máxima a la presión de agua	:	7.5 Bar.
Espesor de la tubería (e)	:	3.2 mm
Módulo elasticidad PVC (E)	:	30000 kg/cm ²
Módulo del agua (ε)	:	2.0*10 ⁹ N/m ²
Diámetro interior de la tubería (D)	:	76.10 mm
Densidad del agua a 20 °C (ρ)	:	998 kg/m ³
Constante de gravedad (g)	:	9.81 m/s ²
Longitud de la tubería (L)	:	622.00 m
Velocidad del agua en la tubería (V)	:	0.67 m/s
Altura de impulsión (H _i)	:	37.40 m

Para calcular la velocidad de propagación de la onda utilizamos la ecuación 2.61.

Donde:

$$K = 10^6/E = 33.33 \quad ; \quad E = 30000 \text{ kg/cm}^2$$

Luego:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 \frac{76.10}{3.2}}} = 341.39 \text{ m/s}$$

Resistencia al Golpe de Ariete para la Línea de Impulsión

Para calcular el tiempo de cierre usaremos la expresión empírica de Mendiluce, de la ecuación 2.62:

Como:

$$H_m = 47.56 \text{ m} \quad y \quad L = 622.00 \text{ m}$$

$$H_m/L = 47.56/622 = 0.076 < 0.20 \quad \rightarrow \quad C = 1$$

Donde el coeficiente K vale (Cuadro N° 2.20):

$$K = 1.5 \quad \text{para } 500 < L < 1500 \text{ m}$$

Reemplazando los datos en la ecuación 2.62 tenemos:

$$T = 1 + \frac{1.5 \times 622.00 \times 0.67}{9.81 \times 47.56} = 2.34 \text{ seg.}$$

Luego si $L < a \cdot T/2$, entonces usamos la ecuación de Michaud para hallar la altura por golpe de ariete.

$$L = 622.00 > \frac{aT}{2} = \frac{341.39 \times 2.34}{2} = 399.43 \text{ m} \dots\dots\dots \text{Impulsión larga}$$

Por lo tanto utilizamos la ecuación de Allievi para calcular la sobrepresión:

$$\frac{S}{P} = \frac{a \times V}{g} = \frac{341.39 \times 0.67}{9.81} = 23.32 \text{ m}$$

La presión en el punto más bajo de la tubería se determina con la ecuación 2.65.

$$P_{\text{máx}} = 37.40 + 23.32 = 60.72 \text{ m}$$

Por lo tanto, la tubería que cumple con las exigencias establecidas, y comerciales más cercana superior es la clase 7.5 kg/cm² (75 mca).

3.4.3.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

a) Curva característica del sistema

Para obtener esta curva haremos uso de la ecuación 2.48.

Donde:

$$\begin{aligned} H_b &= 47.56 \text{ m} \\ h_s &= 2.75 \text{ m} \\ h_i &= 37.40 \text{ m} \\ \Delta h_s &= 0.0779 \text{ m} && \text{(pérdidas locales y por fricción)} \\ \Delta h_{li} &= 0.35 \text{ m} && \text{(pérdidas locales)} \end{aligned}$$

Las pérdidas por fricción en la línea de impulsión lo determinamos a partir de la ecuación de Darcy-Weisbach (Ec. 2.54).

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} = \left(\frac{8fL}{\pi^2 g D^5} \right) Q^2 = r Q^2$$

Luego:

$$H_b = h_s + h_i + \Delta h_s + \Delta h_{li} + r Q^2$$

Reemplazando los datos y despejando "r" obtenemos:

$$\begin{aligned} 47.56 &= 2.75 + 37.40 + 0.0779 + 0.35 + r(3.07 \cdot 10^{-3})^2 \\ \rightarrow r &= 740814.23 \end{aligned}$$

Entonces la curva del sistema que describe el comportamiento de la bomba para diferentes caudales es:

$$H_b = 40.58 + 740814.23 \cdot Q^2$$

Donde a cada punto le corresponde un caudal y una altura dinámica total como se muestra en la tabulación:

Cuadro N° 3.10: Valores para la curva característica del sistema

Hg + Δh (m)	r	Q (m ³ /s)	Q ²	Hd (m)
40.58	740814.23	0	0	40.58
40.58	740814.23	0.0005	0.00000025	40.77
40.58	740814.23	0.001	0.000001	41.32
40.58	740814.23	0.0015	0.00000225	42.25
40.58	740814.23	0.002	0.000004	43.54
40.58	740814.23	0.0025	0.00000625	45.21
40.58	740814.23	0.003	0.000009	47.25
40.58	740814.23	0.0035	0.00001225	49.65
40.58	740814.23	0.004	0.000016	52.43
40.58	740814.23	0.0045	0.00002025	55.58
40.58	740814.23	0.005	0.000025	59.10

b) Curva característica de la bomba y punto óptimo de operación

Según los cálculos y consideraciones antes mencionados se determinó que la selección más apropiada es el uso de la bomba centrífuga 5.7 T serie C 11/2 x 2 (hidrostal), y los datos del caudal y altura de bombeo para este modelo en particular son extraídos de la curva proporcionada por el fabricante o proveedor, el cual está detallados en los anexos, y son:

Cuadro N° 3.11: Valores para la curva característica de la bomba

Bomba C1 1/2X2 (n=3500 rpm)	
Q (l/s)	H (m)
0	64
0.0005	64
0.001	63.5
0.0015	63
0.002	62
0.0025	60
0.003	58
0.0035	55
0.004	50
0.0045	40

Interceptando ambas curvas se puede obtener el "Punto Óptimo de Operación de la Bomba", así como se muestra en la Gráfico N° 3.1:

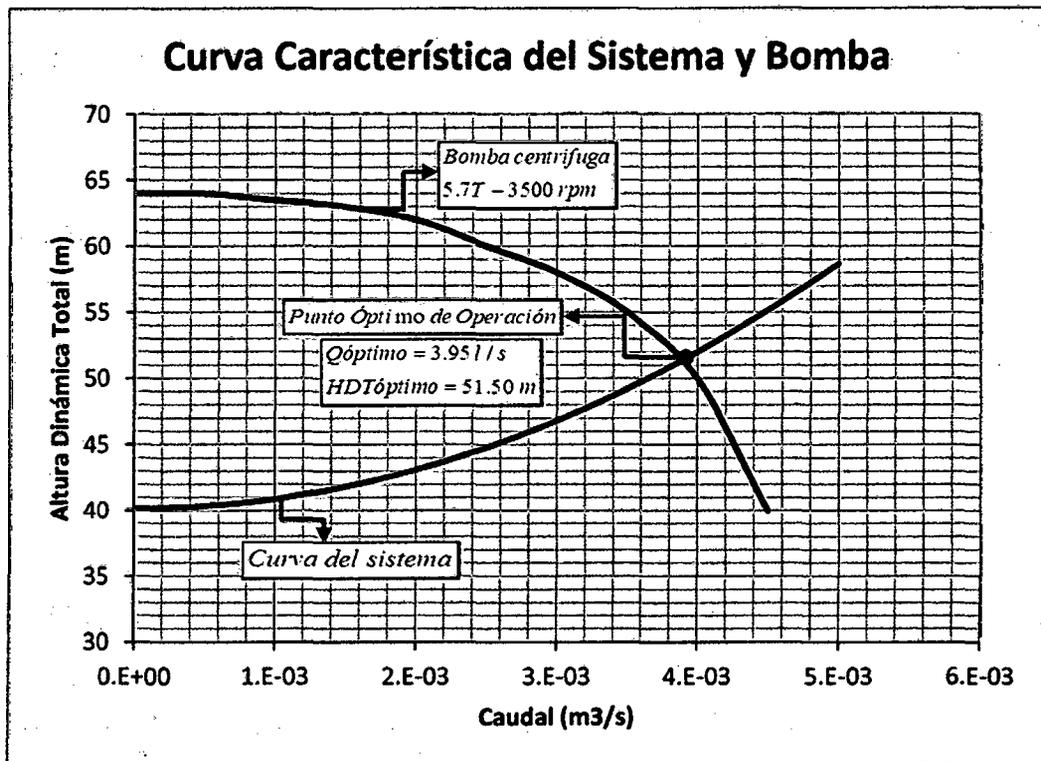


Gráfico N°3.1: Curvas características y Punto de óptimo de operación

c) Equipo de bombeo

Según el gráfico anterior, podemos observar que las condiciones óptimas a las que operaría la bomba son a un caudal de 3.95 l/s para una altura dinámica total de 51.50 m, valores que se encuentran en el rango de los obtenidos teóricamente. Por lo tanto, la bomba seleccionada es la correcta, es decir, la bomba C 11/2 x 2 – 5.7T de la series B y C de la marca hidrostal.

Características Técnicas del Equipo de Bombeo

Características de la Bomba:

- Tipo : Centrifuga horizontal
- Marca : Hidrostal
- Modelo : C11/2" x 2"
- Caudal Óptimo : 3.95 lt/seg.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

“Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca”

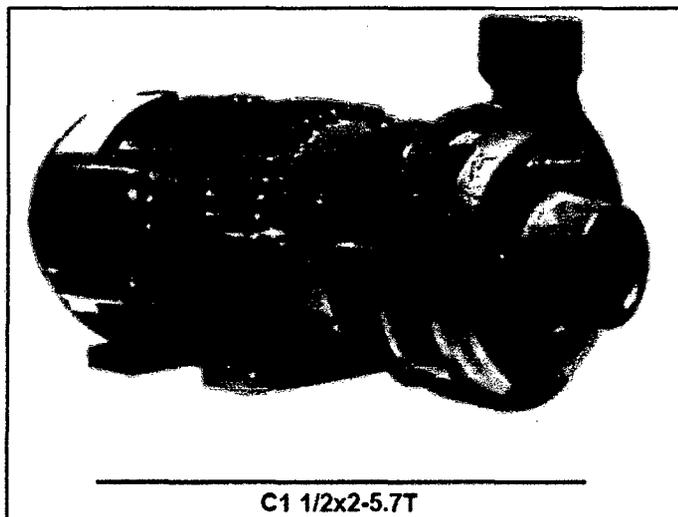
- HDT óptimo 51.50 m
- NPSHr : 2.50 m
- Eficiencia : 55%
- Servicio de hrs/día : 10 horas de manera continua
- Diámetro de tuberías:

D entrada = 2”

D salida = 1 1/2”

Características del Motor de la Bomba:

- Marca : WEG
- Voltaje : 380 V (Trifásico)
- Frecuencia : 60 Hz.
- Potencia : 5.7 HP
- Velocidad : 3500 RPM
- Temperatura máxima : 40 °C
- Eficiencia : 83%
- N° de polos : 02 (dos)
- Número de unidades : 02 (dos)



3.4.3.3. INTERRUPTORES DE MÁXIMO Y MÍNIMO NIVEL

Los interruptores de máximo y mínimo nivel son de tipo inteligente flotante WL500 (Meg Label).

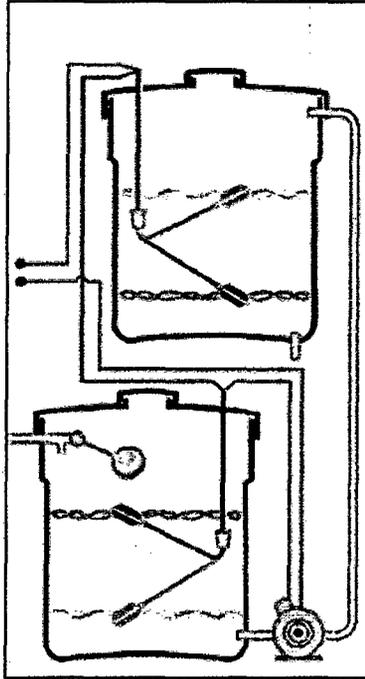


Figura. 3.: Diagrama simplificado del funcionamiento de los controles inteligentes WL500 en cisterna y reservorio

3.4.3.4. TABLERO DE PROTECCIÓN Y CONTROL ELÉCTRICO

Los tableros de protección y control eléctrico deben ser acondicionados por el Ing. Electro – Mecánico y se debe tener como referencia el siguiente detalle.

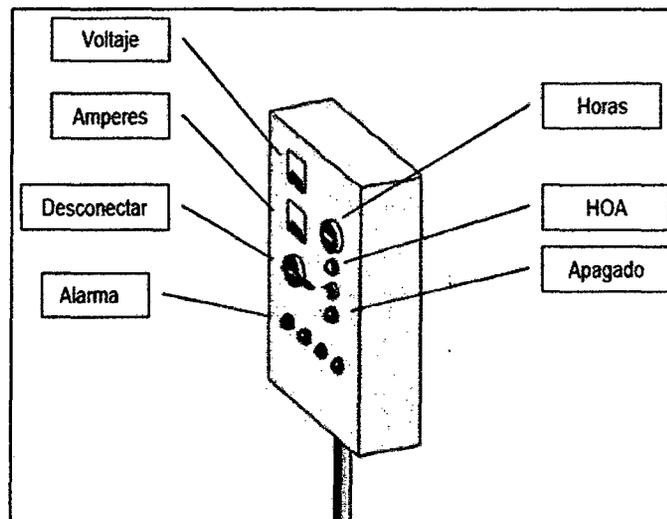


Figura. 3.2: Tablero de control eléctrico típico de una bomba

3.4.3.5. VÁLVULAS DE REGULACIÓN, CONTROL Y ACCESORIOS

Válvula de retención de Ø 3"

Fierro fundido.

Válvula de aislamiento de Ø 3"- compuerta

Fierro fundido, vástago ascendente, bonete apernado.

Manómetro

Cada bomba debe tener un manómetro en la descarga para medir las condiciones reales de la carga durante la operación. Los manómetros de precisión deben de ser acero inoxidable, presión de 20 bares y una precisión de clase 0.50.

Caudalímetro

Proporciona la cantidad exacta de agua bombeada, el medidor puede ayudar al operador a detectar cambios en el sistema y tomar medidas correctivas antes de que se produzca un problema grave. Los caudalímetros se deben equipar con totalizadores para registrar la cantidad total de agua bombeada durante un período dado. Los caudalímetros deben medir caudales de 2.5 lps a 5.0 lps que son los caudales mínimos y máximos que requiere la bomba para su correcto funcionamiento.

3.4.4. OBRAS DE REGULACIÓN

3.4.4.1. DISEÑO HIDRÁULICO

El volumen de agua almacenada sirve para regular y equilibrar el suministro y la demanda de agua en los periodos de alto consumo.

El reservorio tendrá la capacidad para:

- Regular el consumo horario (Volumen de equilibrio).
- Almacenar agua para incendios (Volumen contra incendio).
- Almacenar agua para reserva (Volumen de emergencia).

❖ Volumen de equilibrio (VE)

Para el cálculo del volumen de equilibrio se hará uso del *método analítico* el cual considera el consumo por horas de la población. Para dicho cálculo se ha considerado el consumo horario del Centro Poblado La Jalca Pilancones-Distrito de Hualgayoc, debido a que tiene características socioeconómicas, de consumo y población similares al caserío de Yanamarca y debido también a que no se cuenta con dicha información en el caserío.

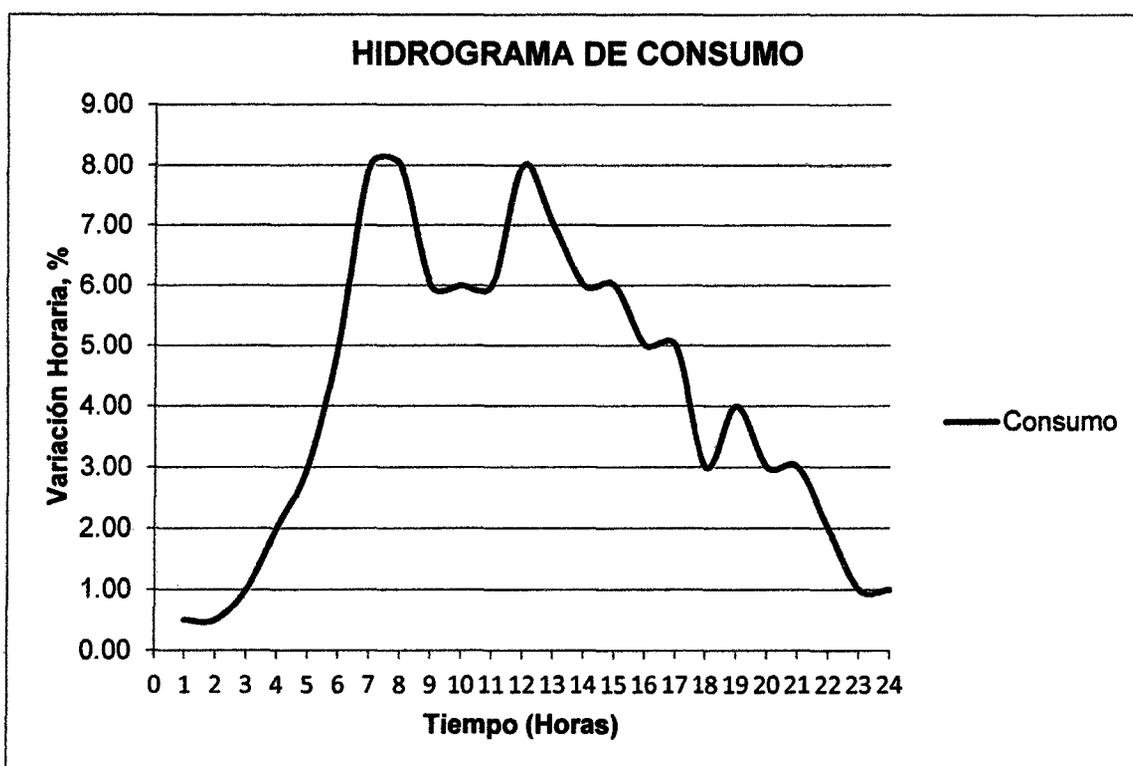


Gráfico 3.2: Hidrograma de consumo del Centro Poblado La Jalca Pilancones-Distrito de Hualgayoc – Provincia Hoalgayoc.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Volumen de equilibrio para un suministro de 8 horas de bombeo

Caudal medio : 1.28 l/seg. = 110.59 m³/día
 N° de horas de bombeo : 8 horas en forma continua (6 am – 14 pm)
 Población : 1310 habitantes
 Aporte durante las 8 horas : 13.82 m³/día

Horas	Consumo		Aporte		Consumo acumulado	Aporte acumulado	Exceso	Defecto
	% (*)	m3	%	m3				
0 - 1	0.50	0.55			0.55			
1 - 2	0.50	0.55			1.11			
2 - 3	1.00	1.11			2.21			
3 - 4	2.00	2.21			4.42			
4 - 5	3.00	3.32			7.74			
5 - 6	5.00	5.53			13.27			
6 - 7	8.00	8.85	12.50	13.82	22.12	13.82		8.29
7 - 8	8.00	8.85	12.50	13.82	30.97	27.65		3.32
8 - 9	6.00	6.64	12.50	13.82	37.60	41.47	3.87	
9 - 10	6.00	6.64	12.50	13.82	44.24	55.30	11.06	
10 - 11	6.00	6.64	12.50	13.82	50.87	69.12	18.25	
11 - 12	8.00	8.85	12.50	13.82	59.72	82.94	23.22	
12 - 13	7.00	7.74	12.50	13.82	67.46	96.77	29.31	
13 - 14	6.00	6.64	12.50	13.82	74.10	110.59	36.50	
14 - 15	6.00	6.64			80.73			
15 - 16	5.00	5.53			86.26			
16 - 17	5.00	5.53			91.79			
17 - 18	3.00	3.32			95.11			
18 - 19	4.00	4.42			99.53			
19 - 20	3.00	3.32			102.85			
20 - 21	3.00	3.32			106.17			
21 - 22	2.00	2.21			108.38			
22 - 23	1.00	1.11			109.49			
23 - 24	1.00	1.11			110.59			
TOTAL	100.00	110.59	100.00	110.59				

VAL. MÁX.	36.50	8.29
E + D	44.79	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Volumen de equilibrio para un suministro de 10 horas de bombeo

Caudal medio : 1.28 l/seg. = 110.59 m³/día
 N° de horas de bombeo : 10 horas en forma continua (6 am – 16 pm)
 Población : 1310 habitantes
 Aporte durante las 10 horas : 11.06 m³/día

Horas	Consumo		Aporte		Consumo acumulado	Aporte acumulado	Exceso	Defecto
	% (*)	m3	%	m3				
0 - 1	0.50	0.55			0.55			
1 - 2	0.50	0.55			1.11			
2 - 3	1.00	1.11			2.21			
3 - 4	2.00	2.21			4.42			
4 - 5	3.00	3.32			7.74			
5 - 6	5.00	5.53			13.27			
6 - 7	8.00	8.85	10	11.06	22.12	11.06		11.06
7 - 8	8.00	8.85	10	11.06	30.97	22.12		8.85
8 - 9	6.00	6.64	10	11.06	37.60	33.18		4.42
9 - 10	6.00	6.64	10	11.06	44.24	44.24		
10 - 11	6.00	6.64	10	11.06	50.87	55.30	4.42	
11 - 12	8.00	8.85	10	11.06	59.72	66.36	6.64	
12 - 13	7.00	7.74	10	11.06	67.46	77.41	9.95	
13 - 14	6.00	6.64	10	11.06	74.10	88.47	14.38	
14 - 15	6.00	6.64	10	11.06	80.73	99.53	18.80	
15 - 16	5.00	5.53	10	11.06	86.26	110.59	24.33	
16 - 17	5.00	5.53			91.79			
17 - 18	3.00	3.32			95.11			
18 - 19	4.00	4.42			99.53			
19 - 20	3.00	3.32			102.85			
20 - 21	3.00	3.32			106.17			
21 - 22	2.00	2.21			108.38			
22 - 23	1.00	1.11			109.49			
23 - 24	1.00	1.11			110.59			
TOTAL	100.00	110.59	100.00	110.59				

VAL. MÁX.	24.33	11.06
E + D	35.39	

(*) Los datos han sido tomados del Proyecto Profesional "Sistema de Agua Potable por Bombeo Pílancones", Bach. Isafas Quispe Rufz - UNC - 2010.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Volumen de equilibrio para un suministro de 12 horas de bombeo

Caudal medio : 1.28 l/seg. = 110.59 m³/día
 N° de horas de bombeo : 10 horas en forma continua (6 am – 18 pm)
 Población : 1310 habitantes
 Aporte durante las 12 horas : 9.22 m³/día

Horas	Consumo		Aporte		Consumo acumulado	Aporte acumulado	Exceso	Defecto
	% (*)	m3	%	m3				
0 - 1	0.50	0.55			0.55			
1 - 2	0.50	0.55			1.11			
2 - 3	1.00	1.11			2.21			
3 - 4	2.00	2.21			4.42			
4 - 5	3.00	3.32			7.74			
5 - 6	5.00	5.53			13.27			
6 - 7	8.00	8.85	8.33	9.22	22.12	9.22		12.90
7 - 8	8.00	8.85	8.33	9.22	30.97	18.43		12.53
8 - 9	6.00	6.64	8.33	9.22	37.60	27.65		9.95
9 - 10	6.00	6.64	8.33	9.22	44.24	36.86		7.37
10 - 11	6.00	6.64	8.33	9.22	50.87	46.08		4.79
11 - 12	8.00	8.85	8.33	9.22	59.72	55.30		4.42
12 - 13	7.00	7.74	8.33	9.22	67.46	64.51		2.95
13 - 14	6.00	6.64	8.33	9.22	74.10	73.73		0.37
14 - 15	6.00	6.64	8.33	9.22	80.73	82.94	2.21	
15 - 16	5.00	5.53	8.33	9.22	86.26	92.16	5.90	
16 - 17	5.00	5.53	8.33	9.22	91.79	101.38	9.58	
17 - 18	3.00	3.32	8.33	9.22	95.11	110.59	15.48	
18 - 19	4.00	4.42			99.53			
19 - 20	3.00	3.32			102.85			
20 - 21	3.00	3.32			106.17			
21 - 22	2.00	2.21			108.38			
22 - 23	1.00	1.11			109.49			
23 - 24	1.00	1.11			110.59			
TOTAL	100.00	110.59	100.00	110.59				

VAL. MÁX.	15.48	12.90
E + D	28.39	

CUADRO RESUMEN DE VOLUMENES DE EQUILIBRIO

Horas de trabajo	Q (m3/día)	V.E.	Forma
6 horas	110.59	55.66	Continuo
8 horas	110.59	44.79	Continuo
10 horas	110.59	35.39	Continuo
12 horas	110.59	28.39	Continuo
14 horas	110.59	22.91	Continuo

Teniendo en cuenta que el bombeo será en forma continua y que para comunidades rurales se recomienda un periodo de bombeo entre 8 a 12 horas consideramos el valor de 35.39 m^3 como volumen de equilibrio.

❖ **Volumen contra incendio (VCI)**

$V_{CI} = 0$ No se justifica para este tipo de población

❖ **Volumen de reserva (VR)**

$VR = (5\% - 10\%) VE$ Tomamos 10%

$VR = 0.10 * 35.39 = 3.54 \text{ m}^3$

Luego, el volumen total será (Ec. 2.66)

$$V_t = 35.39 + 0 + 3.54$$

$$V_t = 38.93 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, consideramos un reservorio de capacidad de 40 m^3 para satisfacer la demanda de agua de la población del Caserío Yanamarca – Sector Ingapila.

3.4.4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL

Criterios de diseño

- Criterio económico. Que se fundamenta en que el reservorio más económicos es aquel que su altura (H) es igual a su radio (R), es decir, $H=0.5*D$.
- Criterio de seguridad. En cuanto a los materiales, y dimensiones de espesor de losa de fondo, muro y techo son los adecuados, cuyo dimensionamiento está debidamente sustentado.
- Criterio de prestación. Se refiere a que el reservorio estará construido con todas las partes que requiere es decir tiene una caja de válvulas, un sistema clorador del agua el cual garantiza que los niveles de cloro no sean muy altos ni muy bajos, en la parte inferior del reservorio presentara pendientes que servirán para la acumulación de lodos y a su vez la limpieza del mismo, externamente presentara orificios de ventilación, vereda de seguridad o de protección entre otras características adicionales.

1. PREDIMENSIONAMIENTO

a) Cálculo del diámetro (D) y la altura (H) del reservorio

Según criterio económico tenemos:

$$h = 0.5 \cdot D$$

Luego:

$$V = 3.1416 \cdot D^2 / 4 \cdot h \rightarrow V = 3.1416 \cdot D^2 / 4 \cdot (0.5 \cdot D)$$

$$V = 0.3927 \cdot D^3 = 40 \text{ m}^3$$

Entonces:

$$D = 4.67 \text{ m}$$

Tomamos:

$$D = 4.70 \text{ m}$$

$$h = 2.34 \text{ m}$$

$$h = 2.35 \text{ m}$$

Por lo tanto, la altura de las paredes será:

$$H = h + bl$$

$$bl = 0.25 \text{ m (Borde libre)}$$

$$H = 2.35 + 0.25 = 2.60 \text{ m}$$

b) Cálculo del espesor de las paredes (t), losa de fondo (tl) y losa de techo (e)

- Espesor de las paredes (t)

Según ecuación 2.71, se recomienda:

$$t = 0.05 \cdot h + 0.01 \cdot r \geq 0.20$$

$$h = 2.35 \text{ m}$$

$$r = 2.35 \text{ m}$$

Luego:

$$t = 0.14 \text{ m}$$

Tomamos:

$$t = 0.20 \text{ m}$$

- Espesor de la losa de fondo (tl)

Según ecuación 2.72, se recomienda:

$$tl = 0.10 \cdot h \geq 0.20$$

$$h = 2.35 \text{ m}$$

Luego:

$$tl = 0.235 \text{ m}$$

Tomamos:

$$tl = 0.25 \text{ m}$$

- Espesor de la losa de techo (e)

Según ecuación 2.73, se recomienda:

$$e = L/30$$

$$L = D = 4.70 \text{ m}$$

Luego:

$$e = 0.157 \text{ m}$$

Tomamos:

$$e = 0.15 \text{ m}$$

2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE RESERVORIO DE 40 M3

Datos:

H	=	2.60 m	Altura total del reservorio
bl	=	0.25 m	Borde libre
h	=	2.35 m	Altura del líquido
D	=	4.70 m	Diámetro interno del reservorio
t	=	0.20 m	Espesor de las paredes
tl	=	0.25 m	Espesor de losa de fondo
e	=	0.15 m	Espesor de losa de techo
f _c	=	210 kg/cm ²	Resistencia del concreto
R _d	=	2.45 m	Radio de diseño del reservorio

2.1. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LAS PAREDES DEL RESERVORIO

Se usará tablas del PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA).

a. Análisis y diseño anular por presión hidrostática

Se considera un muro con base fija, extremo superior libre y carga triangular. (Fig. 2.21).

Según el PCA (Portland Cement Association), se recomienda el uso de tablas en función de las condiciones de extremo y apoyo, para lo cual se sigue el siguiente procedimiento.

$$fa = \frac{H^2}{Dt}; \text{ con este valor calculamos los coeficientes en la tabla del PCA.}$$

Donde:

H = h	=	2.35 m	Altura del agua
D	=	4.70 m	Diámetro interno del reservorio
t	=	0.20 m	Espesor pared del reservorio
R	=	2.35 m	Radio interno del reservorio

Reemplazando valores:

$$fa = 5.88$$

$$\text{Asumimos: } fa = 5.5$$

- **Cálculo del valor de w_u**

De la ecuación 2.76, donde:

f_c	=	1.7	Factor de amplificación de carga
C_s	=	1.65	Coefficiente sanitario
γ_a	=	1.00 tn/m ³	Peso específico del agua

Reemplazando valores:

$$w_u = 2.805 \text{ tn/m}^3$$

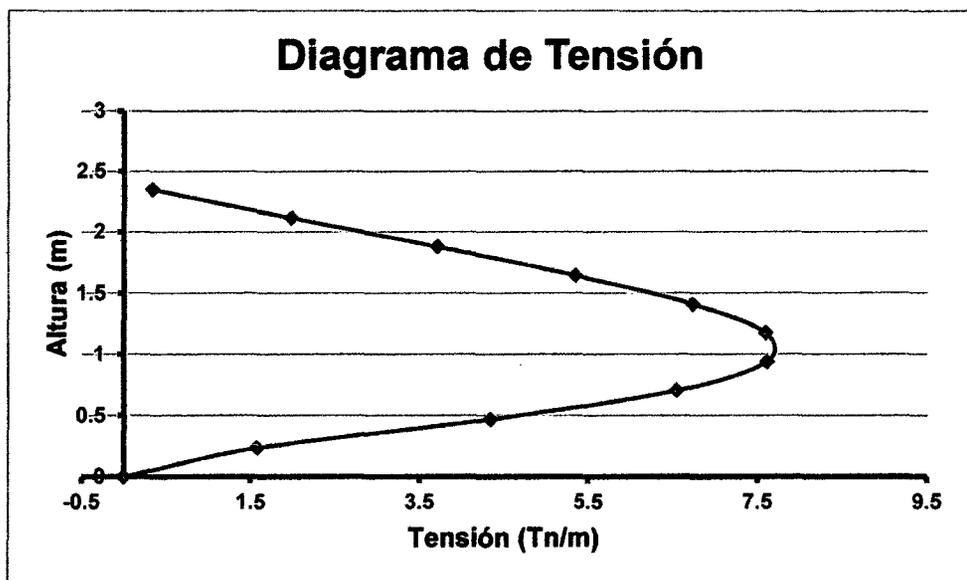
- **Carga de diseño correspondiente al esfuerzo anular (W_1)**

Según ecuación 2.75, se tiene:

$$W_1 = 2.805 * 2.35 * 2.35 = 15.49 \text{ tn/m}$$

Var. H	Altura	Coefficiente	T = Coef.*W1
1.0	2.35	0.0215	0.33
0.9	2.12	0.1280	1.98
0.8	1.88	0.2395	3.71
0.7	1.65	0.3450	5.34
0.6	1.41	0.4345	6.73
0.5	1.18	0.4905	7.60
0.4	0.94	0.4915	7.61
0.3	0.71	0.4225	6.54
0.2	0.47	0.2800	4.34
0.1	0.24	0.1020	1.58
0.0	0.00	0.0000	0.00

Tensión máxima = 7.61 tn/m



- **Refuerzo de acero hasta la altura de tensión máxima**

De la ecuación 2.77:

$$A_s = \frac{T}{0.9 \times f_y} \quad ; \quad T = 7.61 \text{ tn/m} \quad \text{y} \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$A_s = 2.01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo ($A_{s\text{mín}}$)

Según ecuación 2.78:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} \cdot b \cdot d \quad \text{con } \rho_{\text{mín}} = 0.0020 \quad ; \quad b = 100 \text{ cm} \quad ; \quad d = t - r = 15 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$A_{s\text{mín}} = 0.0020 \cdot 100 \cdot 15 = 3.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$A_{s\text{mín}} > A_s = 2.01 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } A_s = 3.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

Si usamos $\varnothing 3/8$ ", entonces $A_{s\text{var}} = 0.71 \text{ cm}^2$

Luego:

$$s = 100 \cdot A_{s\text{var}} / A_s$$

$$s = 100 \cdot 0.71 / 3 = 23.67 \text{ cm}$$

Se colocará acero de $\varnothing 3/8$ " @ 0.20m en una sola capa hasta una altura de 1.20 m.

Nota:

En las paredes, para el acero anular, es conveniente que el espaciamiento no supere los 12.5 cm en el tercio inferior, y los 20 cm en el resto de la altura, ya que la menor dispersión de las barras previene la fisuración del concreto.

b. Análisis y diseño en flexión por presión hidrostática

- **Cálculo del valor de w_u**

De la ecuación 2.81, donde:

$$f_c = 1.7 \quad \text{Factor de amplificación de carga}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Cs = 1.3 Coeficiente sanitario
ya = 1.00 tn/m³ Peso específico del agua

Reemplazando valores:

$$w_u = 2.21 \text{ tn/m}^3$$

- **Carga de diseño correspondiente al esfuerzo de flexión (W2)**

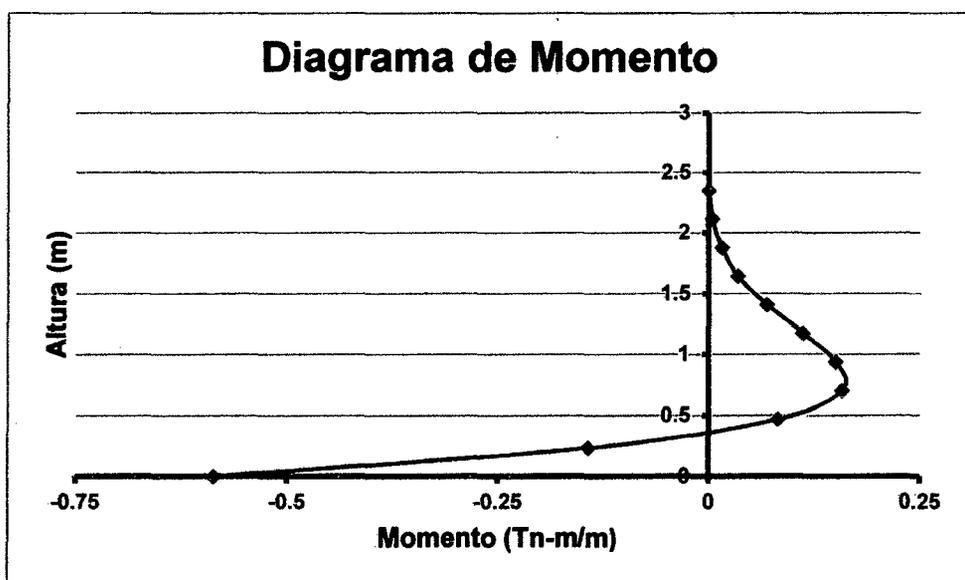
Según ecuación 2.80, se tiene:

$$W2 = 2.21 * 2.35^3 = 28.68 \text{ tn-m/m}$$

Var. H	Altura	Coeficiente	T = Coef.*W2
1.0	2.35	0.00015	0.004
0.9	2.12	0.00055	0.016
0.8	1.88	0.00120	0.034
0.7	1.65	0.00240	0.069
0.6	1.41	0.00390	0.112
0.5	1.18	0.00525	0.151
0.4	0.94	0.00550	0.158
0.3	0.71	0.00285	0.082
0.2	0.47	-0.00495	-0.142
0.1	0.24	-0.02045	-0.587
0.0	0.00	0.00000	0.000

Momento máximo : M_{máx} = 0.158 tn-m/m

Momento mínimo : M_{mín} = -0.587 tn-m/m



- **Cálculo del refuerzo de acero para el momento positivo**

Reemplazando valores en la ecuación 2.82, donde:

$$Mu = 0.158 \text{ tn-m/m} = 15800 \text{ kg-cm/m}$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Se obtiene:

$$As = 0.28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo (Asmín)De la ecuación 2.83, con $p_{\text{mín}} = 0.0033$; $b = 100 \text{ cm}$; $d = t-r = 15 \text{ cm}$

Reemplazando valores:

$$As_{\text{mín}} = 0.0033 \cdot 100 \cdot 15 = 4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$As_{\text{mín}} > As = 0.28 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } As = 4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)Si usamos $\emptyset 1/2"$, entonces $As_{\text{var}} = 1.27 \text{ cm}^2$

Luego:

$$s = 100 \cdot As_{\text{var}} / As$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 4.95 = 25.66 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará acero de $\emptyset 1/2"$ @ 0.25m.- **Cálculo del refuerzo de acero para el momento negativo**

Reemplazando valores en la ecuación 2.82, donde:

$$Mu = -0.587 \text{ tn-m/m} = 58700 \text{ kg-cm/m}$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Se obtiene:

$$As = 1.03 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo (Asmín)

$$As_{\text{mín}} = p_{\text{mín}} \cdot b \cdot d \quad \text{con } p_{\text{mín}} = 0.0033 ; b = 100 \text{ cm} ; d = t-r = 15 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$As_{\text{mín}} = 0.0033 \cdot 100 \cdot 15 = 4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$As_{\text{mín}} > As = 1.03 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } As = 4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

Si usamos Ø1/2", entonces Asvar = 1.27 cm²

Luego:

$$s = 100 \cdot \text{Asvar} / \text{As}$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 4.95 = 25.66 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará acero de Ø1/2" @ 0.25m.

c. Análisis y diseño en corte por presión hidrostática

- Cálculo del valor de wu

De la ecuación 2.86, donde:

fc = 1.7 Factor de amplificación de carga

Cs = 1 Coeficiente sanitario

ya = 1.00 tn/m³ Peso específico del agua

Reemplazando valores:

$$w_u = 1.70 \text{ tn/m}^3$$

- Carga de diseño correspondiente al esfuerzo de corte (W3):

Según ecuación 2.85, se tiene:

$$W3 = 1.70 \cdot 2.35^3 = 9.39 \text{ tn/m}$$

Coeficiente	V = Coef.* W3
0.205	1.925
0.233	2.183
0.116	1.084
-4.295	-40.32

Carga triangular en base fija

Carga rectangular en base fija

Carga triangular en base apoyada

Momento en el extremo

- Cálculo del cortante del concreto (Vc)

Reemplazando valores en la ecuación 2.87, donde:

f'c = 210 kg/cm²

r = 0.05 m Recubrimiento

d = 15 cm

φ = 0.85

b = 100 cm Ancho de influencia

Se obtiene:

$$V_c = 9792.55 \text{ kg}$$

Del cuadro anterior:

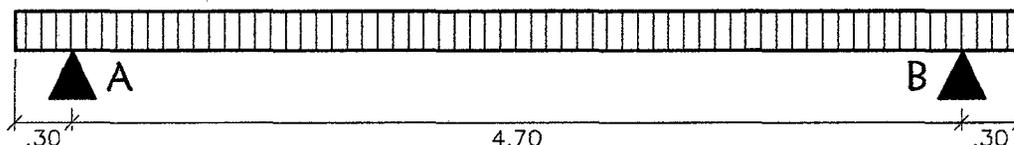
$V_u = 1084.00 \text{ kg}$ Carga triangular o rectangular en base apoyada

Luego:

$V_u < V_c$ ok

2.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA LOSA DEL TECHO

Se diseñará con el mismo acero para ambos sentidos, considerando una carga distribuida entre ejes.



Datos:

e	=	0.15 m	Espesor de la losa
f_c	=	210 kg/cm ²	Resistencia del concreto
f_y	=	4200 kg/cm ²	Fluencia del acero grado 60
r	=	0.035 m	Recubrimiento
d	=	11.50 cm	Peralte efectivo de losa
b	=	100 cm	Ancho de influencia
$\gamma_c^{\circ a^{\circ}}$	=	2.40 tn/m ³	Peso específico del C [°] A [°]

d) **Metrado de cargas**

- **Carga muerta (CM)**

Peso propio	=	0.36 tn/m
Piso terminado	=	0.10 tn/m
Peso caseta cloración	=	<u>0.15 tn/m</u>
CM	=	0.61 tn/m

- **Carga viva (CV)**

CV	=	0.10 tn/m
-----------	---	------------------

- **Carga última (Wu)**

$$W_u = 1.4 \cdot CM + 1.7 \cdot CV$$

$$W_u = 1.02 \text{ tn/m}$$

e) Cálculo de momentos**- Momento negativo**

$$(-)MA = (-)MB = Wu \cdot L^2 / 2 = 1.02 \cdot 0.30^2 / 2 = 0.05 \text{ tn-m}$$

- Momento positivo

$$(+)MAB = Wu \cdot L^2 / 8 - MA(-) = 1.02 \cdot 4.70^2 / 8 - 0.05 = 2.78 \text{ tn/m}$$

f) Cálculo del área de acero**- Momento negativo**

$$As = \frac{Mu}{0.9 \times fy \times d}$$

Donde:

$$Mu = 0.05 \text{ tn-m/m} = 5000 \text{ kg-cm/m}$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$As = 0.11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo (Asmín)

$$Asmín = \rho_{mín} \cdot b \cdot d \quad \text{con } \rho_{mín} = 0.0033 ; b = 100 \text{ cm} ; d = 11.5 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$Asmín = 0.0033 \cdot 100 \cdot 11.5 = 3.795 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$Asmín > As = 0.11 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } As = 3.795 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

$$\text{Si usamos } \varnothing 1/2", \text{ entonces } Asvar = 1.27 \text{ cm}^2$$

Luego:

$$s = 100 \cdot Asvar / As$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 3.795 = 33.47 \text{ cm}$$

Se colocará acero de $\varnothing 1/2" @ 0.30\text{m}$ **- Momento positivo**

$$As = \frac{Mu}{0.9 \times fy \times d}$$

Donde:

$$\mu = 2.78 \text{ tn-m/m} = 278000 \text{ kg-cm/m}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$A_s = 6.40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero mínimo ($A_{s\text{mín}}$)

$$A_{s\text{mín}} = p_{\text{mín}} \cdot b \cdot d \quad \text{con } p_{\text{mín}} = 0.0033 ; b = 100 \text{ cm} ; d = 11.5 \text{ cm}$$

Reemplazando valores:

$$A_{s\text{mín}} = 0.0033 \cdot 100 \cdot 11.5 = 3.795 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como:

$$A_{s\text{mín}} < A_s = 6.40 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ consideramos } A_s = 6.40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del espaciamiento de las varillas de acero (s)

$$\text{Si usamos } \varnothing 1/2", \text{ entonces } A_{s\text{var}} = 1.27 \text{ cm}^2$$

Luego:

$$s = 100 \cdot A_{s\text{var}} / A_s$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 6.40 = 19.84 \text{ cm}$$

Se colocará acero de $\varnothing 1/2" @ 0.20\text{m}$

2.3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO

Se diseñará como si fuera una losa simplemente apoyada con la luz igual al diámetro interno.

a) Verificación de los esfuerzos en el suelo

- Carga muerta (CM)

$$\text{Peso losa de fondo} = 2.4 \cdot 0.25 = 0.60 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Peso acabados} = 0.10 \cdot 1 = 0.10 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{CM} = 0.70 \text{ tn/m}^2$$

- Carga viva (CV)

$$\text{Peso agua} = 1 \cdot 2.35 = 2.35 \text{ tn/m}^2$$

- Carga última (W_u)

$$W_u = 1.4 \cdot \text{CM} + 1.7 \cdot \text{CV}$$

$$W_u = 4.975 \text{ tn/m}^2$$

Luego, el esfuerzo producido en la base de la losa de fondo es:

$$\sigma = Wu/B \quad ; \quad B = 1 \text{ m}^2$$

$$\sigma = 4.975/1 = 4.975 \text{ tn/m}^2 = 0.50 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible del terreno $\sigma_t = 0.90 \text{ kg/cm}^2$

Luego:

$$\sigma = 0.50 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 1.84 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

b) Cálculo del refuerzo de acero

Se calculará en base a la cuantía mínima ; $p_{\text{mín}} = 0.0033$

Luego:

$$A_s = p_{\text{mín}} \cdot b \cdot d \quad ; \quad \text{con } b = 100 \text{ cm y } d = t_l - r = 25 - 7.5 = 17.5 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.0033 \cdot 100 \cdot 17.5 = 5.775 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Si usamos $\varnothing 1/2"$, entonces $A_{s\text{var}} = 1.27 \text{ cm}^2$

Entonces el espaciamiento será:

$$s = 100 \cdot A_{s\text{var}} / A_s$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 5.775 = 21.99 \text{ cm}$$

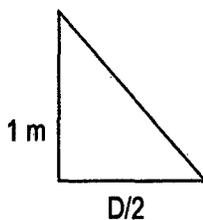
Se colocará acero de $\varnothing 1/2"$ @ 0.20m

2.4. ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIMIENTO

Será un cimiento corrido que soportará el peso de la pared y el techo del reservorio.

- Metrado de cargas

El techo transmite un peso similar a un triángulo con vértice en el centro.



Peso losa techo	=	$2400 \cdot 0.15 \cdot 1$	=	360 kg/m
Acabados	=			100 kg/m
Caseta de cloración	=			150 kg/m
Sobrecarga	=			<u>100 kg/m</u>
		W	=	710 kg/m

Luego:

$$\text{Peso del techo} = 1 \cdot D/4 \cdot W = 1 \cdot 4.7/4 \cdot 710 = 834.25 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso pared} = 2400 \cdot 0.20 \cdot 2.75 = 1320 \text{ kg/m}$$

Entonces:

$$W_t = 834.25 + 1320 = 2154.25 \text{ kg/m}$$

- **Ancho del cimiento**

$$B = \frac{\alpha P}{\sigma_t \times 100} \quad \text{donde: } \alpha = 1.09 \text{ para } \sigma_t = 1.84 \text{ kg/cm}^2 \approx 2.00 \text{ kg/cm}^2$$

Luego:

$$B = \frac{1.09 \times 2502.75}{0.90 \times 100} = 30.31 \text{ cm} < B_{\text{mín}} = 40 \text{ cm} \rightarrow \text{Tomamos: } B = 40 \text{ cm}$$

- **Peralte de cimiento**

Se considera un peralte mínimo de $h = 40 \text{ cm}$, como el muro sobre el cimiento es armado, colocamos acero mínimo en el cimiento.

$$A_s = \rho_{\text{mín}} \cdot b \cdot d \quad ; \text{ con } b = 100 \text{ cm y } d = h - r = 40 - 7.5 = 32.5 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.0018 \cdot 100 \cdot 32.5 = 5.85 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Si usamos } \varnothing 1/2", \quad \text{entonces} \quad A_{s\text{var}} = 1.27 \text{ cm}^2$$

Luego:

$$s = 100 \cdot A_{s\text{var}} / A_s$$

$$s = 100 \cdot 1.27 / 5.85 = 21.71 \text{ cm}$$

Se colocará acero de $\varnothing 1/2" @ 0.20\text{m}$

- ❖ Por último, con objetivo de distribuir el peso del reservorio se colocara una base de concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, además será resistente a la acción de ácidos.
- ❖ Aplicando la norma todo concreto con acero tiene una resistencia de 210 kg/cm^2 y además el concreto deberá ser resistente a bajas temperaturas.
- ❖ Se usara impermeabilizante en el tarrajeo interno.

- ❖ Según las normas sanitarias el MINSA ha desarrollado un dosificador de cloro de uso obligatorio a partir de reservorios de 20 m³ el cual exige una estructura a parte del reservorio, que consiste en una caseta de cloración ubicada justamente encima del reservorio.

Caja de control de válvulas

Se asignará un color específico a cada válvula para operar mejor el control de agua potable.

- Válvula de entrada de agua al reservorio = color azul
- Válvula de salida de agua a la población = color verde
- Válvula de desagüe y rebose = color negro
- Válvula de paso directo (bypass) = color rojo

Dosificación de cloro

La adición de cloro debe ser a través de un hipoclorador (no < a 0.20 mg/l), debe estar en forma permanente en contacto con el agua, cumpliendo la función de clorar la misma para su consumo y tener las consideraciones que se citan a continuación:

- Evitar la contaminación de la red por fallas o fugas.
- Proteger a la red del crecimiento de microorganismos en el agua.
- Neutralizar la transmisión de enfermedades de origen hídrico en situaciones de emergencia sanitaria.

Desinfección

Para la desinfección utilizamos Hipoclorito de calcio al 70 % de concentración.

Procedimiento: En poblaciones pequeñas la desinfección periódica se realizará con hipoclorito de calcio, preferentemente durante el lavado y limpieza del reservorio.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Proyecto Profesional

“Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca”

3.4.5. OBRAS DE DISTRIBUCIÓN**3.4.5.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN**

Constituidas por tuberías de alimentación y tuberías de servicio que terminan dando servicio a las viviendas por medio de piletas domiciliarias.

3.4.5.2. CÁLCULO HIDRÁULICO

Caudal máximo horario (Qmh)	=	2.56 l/seg.
Población actual	=	1065 habitantes
Población futura	=	1310 habitantes
Número de viviendas actuales	=	217 familias
Número de viviendas futuras	=	262 familias
Caudal unitario $q_u=2.56/1310$	=	0.00195 l/s/p

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**Línea principal de distribución.**

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
Reserv.	2666.70		0.00195			0.00	0.00			2666.70
P1	2645.89	124.30	0.00195	2.609	3	20.12	20.81	0.59	0.69	2666.01
P2	2626.57	563.40	0.00195	2.597	3	36.35	40.13	0.59	3.10	2662.92
P3	2624.02	203.50	0.00195	2.453	3	37.89	42.68	0.56	1.01	2661.91
P4	2624.01	43.25	0.00195	2.441	3	37.69	42.69	0.55	0.21	2661.70
P5	2624.00	111.60	0.00195	2.429	3	37.16	42.70	0.55	0.54	2661.16
P6	2622.13	136.70	0.00195	2.417	3	38.37	44.57	0.55	0.66	2660.50
P7	2622.07	47.00	0.00195	2.406	3	38.21	44.63	0.54	0.22	2660.28
P8	2622.05	24.70	0.00195	2.392	3	38.11	44.65	0.54	0.12	2660.16
P9	2622.06	12.70	0.00195	2.380	3	38.04	44.64	0.54	0.06	2660.10
P10	2622.00	20.10	0.00195	2.368	3	38.01	44.70	0.54	0.09	2660.01
P11	2622.01	12.10	0.00195	2.140	3	37.95	44.69	0.48	0.05	2659.96
P12	2622.02	4.15	0.00195	2.128	3	37.92	44.68	0.48	0.02	2659.94
P13	2622.00	89.80	0.00195	2.116	3	37.61	44.70	0.48	0.34	2659.61
P14	2622.01	17.70	0.00195	2.105	3	37.53	44.69	0.48	0.07	2659.54
P15	2621.89	15.35	0.00195	2.093	3	37.59	44.81	0.47	0.06	2659.48
P16	2621.15	67.25	0.00195	2.079	3	38.09	45.55	0.47	0.24	2659.24
P17	2620.92	20.60	0.00195	2.068	3	38.24	45.78	0.47	0.07	2659.16
P18	2620.32	54.55	0.00195	2.056	3	38.65	46.38	0.47	0.19	2658.97
P19	2620.24	7.10	0.00195	2.044	3	38.71	46.46	0.46	0.03	2658.95
P20	2620.02	28.95	0.00195	2.032	3	38.82	46.68	0.46	0.10	2658.84
P21	2620.02	72.90	0.00195	2.021	3	38.57	46.68	0.46	0.25	2658.59
P22	2619.95	88.20	0.00195	2.009	3	38.34	46.75	0.45	0.30	2658.29
P23	2619.97	59.55	0.00195	1.995	3	38.12	46.73	0.45	0.20	2658.09

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

P24	2619.99	7.50	0.00195	1.984	3	38.08	46.71	0.45	0.03	2658.07
P25	2620.03	100.50	0.00195	1.972	3	37.70	46.67	0.45	0.33	2657.73
P26	2620.05	60.85	0.00195	1.960	3	37.48	46.65	0.44	0.20	2657.53
P27	2619.91	43.75	0.00195	1.948	3	37.48	46.79	0.44	0.14	2657.39
P28	2620.01	86.10	0.00195	1.937	3	37.11	46.69	0.44	0.27	2657.12
P29	2619.99	17.65	0.00195	1.925	3	37.07	46.71	0.44	0.06	2657.06
P30	2619.45	48.90	0.00195	1.911	3	37.46	47.25	0.43	0.15	2656.91
P31	2619.50	62.85	0.00195	1.899	3	37.22	47.20	0.43	0.19	2656.72
P32	2619.52	5.30	0.00195	1.552	3	37.19	47.18	0.35	0.01	2656.71
P33	2619.10	61.15	0.00195	1.540	3	37.48	47.60	0.35	0.13	2656.58
P34	2617.97	181.60	0.00195	1.528	3	38.23	48.73	0.35	0.37	2656.20
P35	2617.99	29.00	0.00195	1.515	3	38.16	48.71	0.34	0.06	2656.15
P36	2618.00	39.50	0.00195	1.503	3	38.07	48.70	0.34	0.08	2656.07
P37	2618.01	53.20	0.00195	1.444	3	37.96	48.69	0.33	0.10	2655.97
P38	2618.04	34.80	0.00195	1.372	3	37.87	48.66	0.31	0.06	2655.91
P39	2618.03	25.05	0.00195	1.358	3	37.84	48.67	0.31	0.04	2655.87
P40	2618.04	6.10	0.00195	1.346	3	37.82	48.66	0.30	0.01	2655.86
P41	2618.37	46.70	0.00195	1.335	3	37.41	48.33	0.30	0.07	2655.78
P42	2618.46	12.85	0.00195	1.323	3	37.30	48.24	0.30	0.02	2655.76
P43	2618.57	19.05	0.00195	1.311	3	37.16	48.13	0.30	0.03	2655.73
P44	2619.02	11.50	0.00195	1.300	3	36.70	47.68	0.29	0.02	2655.72
P45	2619.43	10.55	0.00195	1.288	3	36.27	47.27	0.29	0.02	2655.70
P46	2619.93	14.45	0.00195	1.274	3	35.75	46.77	0.29	0.02	2655.68
P47	2619.99	27.00	0.00195	1.262	3	35.65	46.71	0.29	0.04	2655.64
P48	2619.90	6.40	0.00195	1.251	3	35.73	46.80	0.28	0.01	2655.63
P49	2620.00	9.45	0.00195	1.239	3	35.62	46.70	0.28	0.01	2655.62
P50	2620.02	30.60	0.00195	1.227	3	35.55	46.68	0.28	0.04	2655.57
P51	2620.18	31.85	0.00195	1.216	3	35.35	46.52	0.28	0.04	2655.53
P52	2620.22	3.90	0.00195	1.204	3	35.31	46.48	0.27	0.01	2655.53
P53	2620.27	19.20	0.00195	1.190	3	35.23	46.43	0.27	0.02	2655.50
P54	2620.25	4.55	0.00195	1.178	3	35.25	46.45	0.27	0.01	2655.50
P55	2620.20	65.65	0.00195	1.167	3	35.21	46.50	0.26	0.08	2655.41
P56	2620.25	171.45	0.00195	1.106	3	34.97	46.45	0.25	0.19	2655.22
P57	2620.83	28.60	0.00195	1.059	3	34.36	45.87	0.24	0.03	2655.19
P58	2620.44	8.20	0.00195	1.047	3	34.74	46.26	0.24	0.01	2655.18
P59	2620.29	16.60	0.00195	1.034	3	34.87	46.41	0.23	0.02	2655.16
P60	2620.01	53.05	0.00195	1.022	3	35.10	46.69	0.23	0.05	2655.11
P61	2619.98	11.20	0.00195	1.010	3	35.12	46.72	0.23	0.01	2655.10
P62	2620.23	38.10	0.00195	0.999	3	34.84	46.47	0.23	0.04	2655.07
P63	2620.09	49.60	0.00195	0.987	3	34.93	46.61	0.22	0.05	2655.02
P64	2620.10	39.80	0.00195	0.975	3	34.89	46.60	0.22	0.04	2654.99
P65	2620.11	13.05	0.00195	0.963	3	34.86	46.59	0.22	0.01	2654.97
P66	2620.12	1.10	0.00195	0.950	3	34.85	46.58	0.21	0.00	2654.97
P67	2620.83	55.00	0.00195	0.938	3	34.10	45.87	0.21	0.05	2654.93
P68	2621.32	8.00	0.00195	0.866	3	33.60	45.38	0.20	0.01	2654.92
P69	2621.74	49.30	0.00195	0.854	3	33.15	44.96	0.19	0.03	2654.89
P70	2621.88	135.40	0.00195	0.831	3	32.92	44.82	0.19	0.09	2654.80
P71	2623.75	49.80	0.00195	0.819	3	31.01	42.95	0.19	0.03	2654.76
P72	2623.99	2.95	0.00195	0.807	3	30.77	42.71	0.18	0.00	2654.76

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

P73	2625.11	13.65	0.00195	0.793	3	29.64	41.59	0.18	0.01	2654.75
P74	2625.70	8.10	0.00195	0.782	3	29.05	41.00	0.18	0.00	2654.75
P75	2625.85	8.30	0.00195	0.674	2	28.87	40.85	0.34	0.03	2654.72
P76	2626.00	11.20	0.00195	0.662	2	28.69	40.70	0.34	0.04	2654.69
P77	2631.44	90.20	0.00195	0.651	2	22.97	35.26	0.33	0.28	2654.41
P78	2631.92	11.75	0.00195	0.553	2	22.46	34.78	0.28	0.03	2654.38
P79	2632.96	16.60	0.00195	0.541	2	21.39	33.74	0.28	0.04	2654.35
P80	2638.28	166.95	0.00195	0.530	2	15.72	28.42	0.27	0.35	2654.00
P81	2639.81	45.80	0.00195	0.518	2	14.10	26.89	0.26	0.09	2653.91
P82	2640.06	8.25	0.00195	0.506	2	13.83	26.64	0.26	0.02	2653.89
P83	2640.02	21.20	0.00195	0.156	1	13.74	26.68	0.32	0.14	2653.76
P84	2641.75	38.90	0.00195	0.145	1	11.79	24.95	0.29	0.22	2653.54
P85	2642.47	39.20	0.00195	0.133	1	10.89	24.23	0.27	0.19	2653.36
P86	2642.81	8.85	0.00195	0.121	1	10.51	23.89	0.25	0.04	2653.32
P87	2643.91	24.30	0.00195	0.109	1	9.33	22.79	0.22	0.08	2653.24
P88	2645.14	49.15	0.00195	0.098	1	7.97	21.56	0.20	0.13	2653.11
P89	2645.32	31.20	0.00195	0.086	1	7.72	21.38	0.18	0.07	2653.04
P90	2645.49	6.50	0.00195	0.072	1	7.54	21.21	0.15	0.01	2653.03
P91	2645.84	12.10	0.00195	0.061	1	7.18	20.86	0.12	0.01	2653.02
P92	2645.88	9.05	0.00195	0.049	1	7.13	20.82	0.10	0.01	2653.01
P93	2645.95	10.30	0.00195	0.037	1	7.06	20.75	0.08	0.00	2653.01
P94	2645.98	7.45	0.00195	0.025	3/4	7.02	20.72	0.09	0.01	2653.00
P95	2646.00	52.00	0.00195	0.014	3/4	6.99	20.70	0.05	0.01	2652.99

Primer ramal (del punto P2 al P106)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P2	2626.57		0.00195			36.35	40.13	0.59	3.10	2662.92
P96	2626.63	14.25	0.00195	0.145	3/4	35.97	40.07	0.52	0.32	2662.60
P97	2626.17	12.65	0.00195	0.133	3/4	36.18	40.53	0.48	0.24	2662.35
P98	2625.99	19.55	0.00195	0.109	3/4	36.10	40.71	0.40	0.26	2662.09
P99	2626.00	14.70	0.00195	0.098	3/4	35.93	40.70	0.35	0.16	2661.93
P100	2626.02	12.45	0.00195	0.086	3/4	35.80	40.68	0.31	0.11	2661.82
P101	2624.17	114.05	0.00195	0.072	3/4	36.94	42.53	0.26	0.71	2661.11
P102	2623.99	117.95	0.00195	0.061	3/4	36.59	42.71	0.22	0.53	2660.58
P103	2624.00	16.30	0.00195	0.049	3/4	36.53	42.70	0.18	0.05	2660.53
P104	2624.02	11.70	0.00195	0.025	3/4	36.50	42.68	0.09	0.01	2660.52
P105	2623.95	44.00	0.00195	0.025	3/4	36.54	42.75	0.09	0.04	2660.49
P106	2625.87	115.35	0.00195	0.025	3/4	36.38	40.83	0.09	0.10	2662.25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Segundo ramal (del punto P10 al P126)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P10	2622.00		0.00195			38.01	44.70	0.54	0.09	2660.01
P107	2621.99	13.00	0.00195	0.229	3/4	37.33	44.71	0.83	0.68	2659.32
P108	2622.01	73.95	0.00195	0.217	3/4	33.80	44.69	0.79	3.52	2655.81
P109	2621.44	87.95	0.00195	0.193	3/4	30.99	45.26	0.70	3.38	2652.42
P110	2620.85	70.35	0.00195	0.182	3/4	29.16	45.85	0.66	2.41	2650.01
P111	2620.21	58.50	0.00195	0.170	3/4	28.03	46.49	0.62	1.77	2648.24
P112	2620.10	50.50	0.00195	0.156	3/4	26.83	46.60	0.57	1.31	2646.93
P113	2619.99	62.40	0.00195	0.145	3/4	25.54	46.71	0.52	1.40	2645.53
P114	2620.02	68.90	0.00195	0.133	3/4	24.18	46.68	0.48	1.32	2644.20
P115	2620.01	126.35	0.00195	0.121	3/4	22.15	46.69	0.44	2.05	2642.16
P116	2620.04	67.35	0.00195	0.109	3/4	21.21	46.66	0.40	0.90	2641.25
P117	2620.07	61.35	0.00195	0.098	3/4	20.52	46.63	0.35	0.67	2640.59
P118	2619.91	28.80	0.00195	0.086	3/4	20.43	46.79	0.31	0.25	2640.34
P119	2620.00	69.85	0.00195	0.072	3/4	19.90	46.70	0.26	0.44	2639.90
P120	2620.01	43.65	0.00195	0.061	3/4	19.70	46.69	0.22	0.20	2639.71
P121	2619.45	35.85	0.00195	0.049	3/4	20.15	47.25	0.18	0.11	2639.60
P122	2619.43	34.05	0.00195	0.037	3/4	20.11	47.27	0.13	0.06	2639.54
P123	2619.50	30.40	0.00195	0.025	3/4	20.01	47.20	0.09	0.03	2639.51
P124	2619.29	51.95	0.00195	0.014	3/4	20.20	47.41	0.05	0.01	2639.49
P125	2621.90	20.40	0.00195	0.025	3/4	33.89	44.80	0.09	0.02	2655.79
P126	2621.73	28.90	0.00195	0.014	3/4	34.05	44.97	0.05	0.01	2655.78

Línea existente (del punto P31 al P157)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P31	2619.50		0.00195			37.22	47.20	0.43	0.19	2656.72
P127	2622.46	238.30	0.00195	0.350	2	34.03	44.24	0.18	0.23	2656.49
P128	2622.77	250.70	0.00195	0.338	2	33.49	43.93	0.17	0.23	2656.26
P129	2622.70	159.15	0.00195	0.313	2	33.43	44.00	0.16	0.13	2656.13
P130	2621.88	38.65	0.00195	0.301	2	34.22	44.82	0.15	0.03	2656.10
P131	2619.37	141.65	0.00195	0.289	2	36.64	47.33	0.15	0.10	2656.01
P132	2619.25	11.60	0.00195	0.277	2	36.75	47.45	0.14	0.01	2656.00
P133	2618.78	74.50	0.00195	0.266	2	37.18	47.92	0.14	0.04	2655.96
P134	2618.74	22.05	0.00195	0.254	2	37.20	47.96	0.13	0.01	2655.94
P135	2616.70	382.95	0.00195	0.242	2	39.06	50.00	0.12	0.19	2655.76
P136	2617.47	272.25	0.00195	0.229	1	34.77	49.23	0.47	3.52	2652.24
P137	2617.41	51.45	0.00195	0.217	1	34.23	49.29	0.44	0.60	2651.64
P138	2617.38	26.60	0.00195	0.205	1	33.98	49.32	0.42	0.28	2651.36
P139	2617.29	32.75	0.00195	0.182	1	33.79	49.41	0.37	0.28	2651.08
P140	2616.12	63.25	0.00195	0.170	1	34.49	50.58	0.35	0.47	2650.61
P141	2616.00	11.70	0.00195	0.133	1	34.55	50.70	0.27	0.06	2650.55
P142	2615.50	54.40	0.00195	0.109	1	34.87	51.20	0.22	0.18	2650.37
P143	2612.97	162.75	0.00195	0.098	1	36.97	53.73	0.20	0.44	2649.94
P144	2612.99	85.20	0.00195	0.086	1	36.77	53.71	0.18	0.18	2649.76

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

P145	2611.49	63.20	0.00195	0.072	1	38.17	55.21	0.15	0.10	2649.66
P146	2607.75	43.00	0.00195	0.061	1	41.86	58.95	0.12	0.05	2649.61
P147	2605.00	50.60	0.00195	0.049	1	44.57	61.70	0.10	0.04	2649.57
P148	2605.43	29.80	0.00195	0.037	3/4	44.09	61.27	0.13	0.05	2649.52
P149	2600.58	130.85	0.00195	0.025	3/4	48.82	66.12	0.09	0.12	2649.40
P150	2604.78	242.40	0.00195	0.014	3/4	44.55	61.92	0.05	0.07	2649.33
P151	2623.95	28.85	0.00195	0.025	3/4	32.28	42.75	0.09	0.03	2656.23
P152	2638.00	198.80	0.00195	0.014	3/4	18.17	28.70	0.05	0.06	2656.17
P153	2616.43	8.85	0.00195	0.025	3/4	34.92	50.27	0.09	0.01	2651.35
P154	2614.19	18.15	0.00195	0.037	3/4	36.38	52.51	0.13	0.03	2650.57
P155	2605.09	131.80	0.00195	0.025	3/4	45.37	61.61	0.09	0.12	2650.46
P156	2604.79	18.75	0.00195	0.014	3/4	45.66	61.91	0.05	0.01	2650.45
P157	2629.68	118.35	0.00195	0.025	3/4	20.77	37.02	0.09	0.11	2650.45

Tercer ramal (del punto P36 al P162)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P36	2618.00		0.00195			38.07	48.70	0.34	0.08	2656.07
P158	2617.67	13.55	0.00195	0.061	3/4	38.34	49.03	0.22	0.06	2656.01
P159	2614.47	103.95	0.00195	0.049	3/4	41.22	52.23	0.18	0.31	2655.69
P160	2613.94	91.85	0.00195	0.037	3/4	41.59	52.76	0.13	0.17	2655.53
P161	2613.85	31.65	0.00195	0.025	3/4	41.65	52.85	0.09	0.03	2655.50
P162	2612.43	180.65	0.00195	0.014	3/4	43.01	54.27	0.05	0.05	2655.44

Cuarto ramal (del punto P37 al P168)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P37	2618.01		0.00195			37.96	48.69	0.33	0.10	2655.97
P163	2618.42	13.65	0.00195	0.072	3/4	37.46	48.28	0.26	0.09	2655.88
P164	2618.65	91.80	0.00195	0.061	3/4	36.82	48.05	0.22	0.41	2655.47
P165	2618.93	6.50	0.00195	0.049	3/4	36.52	47.77	0.18	0.02	2655.45
P166	2621.17	68.20	0.00195	0.037	3/4	34.16	45.53	0.13	0.12	2655.33
P167	2621.93	20.85	0.00195	0.025	3/4	33.38	44.77	0.09	0.02	2655.31
P168	2620.06	118.85	0.00195	0.014	3/4	35.38	46.64	0.05	0.03	2655.44

Quinto ramal (del punto P55 al P173)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P55	2620.20		0.00195			35.21	46.50	0.26	0.08	2655.41
P169	2619.78	10.60	0.00195	0.061	3/4	35.59	46.92	0.22	0.05	2655.37
P170	2611.79	73.75	0.00195	0.049	3/4	43.35	54.91	0.18	0.22	2655.14
P171	2615.07	78.95	0.00195	0.037	3/4	39.93	51.63	0.13	0.14	2655.00
P172	2610.78	202.60	0.00195	0.025	3/4	44.04	55.92	0.09	0.18	2654.82
P173	2608.70	227.50	0.00195	0.014	3/4	46.05	58.00	0.05	0.07	2654.75

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Sexto ramal (del punto P56 al P177)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P56	2620.25		0.00195			34.97	46.45	0.25	0.19	2655.22
P174	2613.49	186.60	0.00195	0.049	3/4	41.17	53.21	0.18	0.56	2654.66
P175	2613.40	3.85	0.00195	0.037	3/4	41.25	53.30	0.13	0.01	2654.65
P176	2611.51	76.95	0.00195	0.025	3/4	43.07	55.19	0.09	0.07	2654.58
P177	2609.40	128.00	0.00195	0.014	3/4	45.14	57.30	0.05	0.04	2654.54

Sétimo ramal (del punto P67 al P182)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P67	2620.83		0.00195			34.10	45.87	0.21	0.05	2654.93
P178	2619.09	36.55	0.00195	0.072	3/4	35.61	47.61	0.26	0.23	2654.70
P179	2618.01	36.20	0.00195	0.061	3/4	36.53	48.69	0.22	0.16	2654.54
P180	2616.38	49.30	0.00195	0.049	3/4	38.01	50.32	0.18	0.15	2654.39
P181	2615.26	21.55	0.00195	0.037	3/4	39.09	51.44	0.13	0.04	2654.35
P182	2613.05	59.65	0.00195	0.014	3/4	41.28	53.65	0.05	0.02	2654.33

Octavo ramal (del punto P74 al P191)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P74	2625.70		0.00195			29.05	41.00	0.18	0.00	2654.75
P183	2624.24	17.30	0.00195	0.109	3/4	30.28	42.46	0.40	0.23	2654.52
P184	2623.61	7.90	0.00195	0.098	3/4	30.82	43.09	0.35	0.09	2654.43
P185	2622.98	7.20	0.00195	0.086	3/4	31.39	43.72	0.31	0.06	2654.37
P186	2622.79	2.20	0.00195	0.072	3/4	31.57	43.91	0.26	0.01	2654.36
P187	2621.96	11.55	0.00195	0.061	3/4	32.34	44.74	0.22	0.05	2654.30
P188	2621.31	15.05	0.00195	0.049	3/4	32.95	45.39	0.18	0.05	2654.26
P189	2619.69	34.50	0.00195	0.037	3/4	34.51	47.01	0.13	0.06	2654.20
P190	2616.35	63.80	0.00195	0.025	3/4	37.79	50.35	0.09	0.06	2654.14
P191	2609.65	157.25	0.00195	0.014	3/4	44.44	57.05	0.05	0.05	2654.09

Noveno ramal (del punto P74 al P191)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P77	2631.44		0.00195			22.97	35.26	0.33	0.28	2654.41
P192	2627.47	61.15	0.00195	0.098	3/4	26.28	39.23	0.35	0.67	2653.75
P193	2622.17	86.45	0.00195	0.086	3/4	30.83	44.53	0.31	0.74	2653.00
P194	2621.18	15.40	0.00195	0.072	3/4	31.73	45.52	0.26	0.10	2652.91
P195	2617.08	64.50	0.00195	0.061	3/4	35.54	49.62	0.22	0.29	2652.62
P196	2607.05	180.90	0.00195	0.049	3/4	45.02	59.65	0.18	0.55	2652.07
P197	2605.98	28.05	0.00195	0.037	3/4	46.04	60.72	0.13	0.05	2652.02
P198	2605.95	5.70	0.00195	0.025	3/4	46.07	60.75	0.09	0.01	2652.02
P199	2602.80	174.40	0.00195	0.014	3/4	49.17	63.90	0.05	0.05	2651.97

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Décimo ramal (del punto P82 al P229)

PUNTO	COTA m.s.n.m.	LONGITUD m.	Q UNIT. l/seg.	CAUDAL l/seg.	DIAM. Pulg.	PRES. DIN. m.c.a.	PRES. EST. m.c.a.	VELOC. m/s	Hf m.	NIV. PIEZ. m.s.n.m.
P82	2640.06		0.00195			13.83	26.64	0.26	0.02	2653.89
P200	2629.86	161.15	0.00195	0.350	1	19.46	36.84	0.71	4.57	2649.32
P201	2629.99	6.55	0.00195	0.254	1	19.23	36.71	0.52	0.10	2649.22
P202	2630.30	45.20	0.00195	0.242	1	18.27	36.40	0.49	0.65	2648.57
P203	2630.98	45.25	0.00195	0.229	1	17.00	35.72	0.47	0.58	2647.98
P204	2632.38	60.90	0.00195	0.217	1	14.89	34.32	0.44	0.71	2647.27
P205	2632.29	12.45	0.00195	0.205	1	14.85	34.41	0.42	0.13	2647.14
P206	2627.56	14.45	0.00195	0.193	1	19.44	39.14	0.39	0.14	2647.00
P207	2624.64	84.95	0.00195	0.182	1	21.64	42.06	0.37	0.72	2646.28
P208	2624.48	47.35	0.00195	0.170	1	21.45	42.22	0.35	0.35	2645.93
P209	2623.79	10.60	0.00195	0.145	3/4	21.90	42.91	0.52	0.24	2645.69
P210	2623.18	9.40	0.00195	0.133	3/4	22.33	43.52	0.48	0.18	2645.51
P211	2621.57	24.80	0.00195	0.121	3/4	23.54	45.13	0.44	0.40	2645.11
P212	2619.35	34.95	0.00195	0.109	3/4	25.29	47.35	0.40	0.47	2644.64
P213	2618.60	12.50	0.00195	0.098	3/4	25.91	48.10	0.35	0.14	2644.51
P214	2606.13	197.05	0.00195	0.086	3/4	36.68	60.57	0.31	1.69	2642.81
P215	2603.41	54.90	0.00195	0.072	3/4	39.06	63.29	0.26	0.34	2642.47
P216	2599.01	66.00	0.00195	0.061	3/4	43.17	67.69	0.22	0.30	2642.18
P217	2596.10	66.20	0.00195	0.025	3/4	46.02	70.60	0.09	0.06	2642.12
P218	2595.60	172.50	0.00195	0.014	3/4	46.47	71.10	0.05	0.05	2642.07
P219	2597.84	61.55	0.00195	0.037	3/4	44.22	68.86	0.13	0.11	2642.06
P220	2598.38	129.55	0.00195	0.025	3/4	43.57	68.32	0.09	0.12	2641.95
P221	2598.05	76.00	0.00195	0.014	3/4	43.88	68.65	0.05	0.02	2641.93
P222	2629.12	41.40	0.00195	0.098	3/4	12.38	37.58	0.35	0.45	2641.50
P223	2628.90	5.00	0.00195	0.086	3/4	12.98	37.80	0.31	0.04	2641.88
P224	2620.74	119.10	0.00195	0.072	3/4	20.01	45.96	0.26	0.74	2640.75
P225	2617.51	54.45	0.00195	0.061	3/4	23.00	49.19	0.22	0.24	2640.51
P226	2610.00	134.20	0.00195	0.049	3/4	30.11	56.70	0.18	0.40	2640.11
P227	2608.10	33.10	0.00195	0.025	3/4	31.98	58.60	0.09	0.03	2640.08
P228	2605.05	60.50	0.00195	0.014	3/4	35.04	61.65	0.05	0.02	2640.09
P229	2609.00	33.65	0.00195	0.025	3/4	31.08	57.70	0.09	0.03	2640.08

Se ha diseñado las tuberías a domicilio, con la construcción de una pileta en cada familia., las redes serán de tubería PVC SAP C – 7.5.

Los valores de las presiones en las piletas domiciliarias, se encuentran dentro de los límites recomendados por el MINSA (mín 5m y máx 50).

No se ha considerado cámaras rompe presión aunque en la red se supera los 50 m de desnivel estático, en su reemplazo se está considerando tubería clase 7.5.

Válvula de purga y válvula de aire

Como estructuras complementarias para el correcto funcionamiento del sistema. Las válvulas de purga se colocarán en el tramo de la red de distribución que tenga la velocidad más baja, de este modo se evita el colapso de la red por la acumulación de sedimentos. Las válvulas de aire se colocarán en las partes más elevadas a nivel de cota de la tubería de acuerdo a la topografía del terreno, para evitar el colapso de la red por la acumulación de burbujas de aire que obstruya el paso del fluido hacia los domicilios.

Las dimensiones serán las mismas para ambas estructuras, tal como se muestran en los planos.

Largo 0.40m, ancho 0.40m y altura de 0.50m.

Pileta domiciliaria con un lavadero y un escurridor

Se ha considerado la instalación de un total de 161 piletas domiciliarias de pozo alto, que incluye la instalación del grifo, medidor de agua, tubería PVC SAP y accesorios de ½”.

3.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.5.1. BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE

El presente proyecto plantea la utilización del biodigestor autolimpiable rotoplas como mejor alternativa de solución al problema de las aguas residuales por ser económico, fácil de instalar y en el mercado peruano (zona rural) el más utilizado. Contribuyendo de esta manera a reducir la contaminación ambiental en la localidad, y a reutilizar de una mejor manera las aguas residuales de la población en bien de una agricultura orgánica.

a. Funcionamiento

- ✓ El agua residual doméstica entra por el tubo N°1 hasta el fondo del Biodigestor, donde las bacterias empiezan la descomposición.
- ✓ Luego sube y pasa por el filtro N° 2, donde la materia orgánica que asciende es atrapada por las bacterias fijadas en los aros de plástico del filtro.
- ✓ El agua tratada sale por el tubo N° 3 hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración, pozo de absorción o humedal artificial según el tipo de terreno y zona.

b. Mantenimiento

- ✓ Abriendo la válvula N°4, el lodo alojado en el fondo sale por gravedad a una caja de registro. Primero salen de dos a tres litros de agua de color beige, luego salen los lodos estabilizados (color café). Se cierra la válvula cuando vuelve a salir agua de color beige. Dependiendo del uso, la extracción de lodos se realiza cada 12 a 24 meses.
- ✓ Si observa que el lodo sale con dificultad, introducir y remover con un palo de escoba en el tubo N°5 (teniendo cuidado de no dañar el Biodigestor).
- ✓ En la caja de extracción de lodos, la parte líquida del lodo será absorbida por el suelo, quedando retenida la materia orgánica que después de secar se convierte en polvo negro.
- ✓ Se recomienda limpiar los biofiltros anaeróbicos, echando agua con una manguera después de una obstrucción y cada 3 o 4 extracciones de lodos.

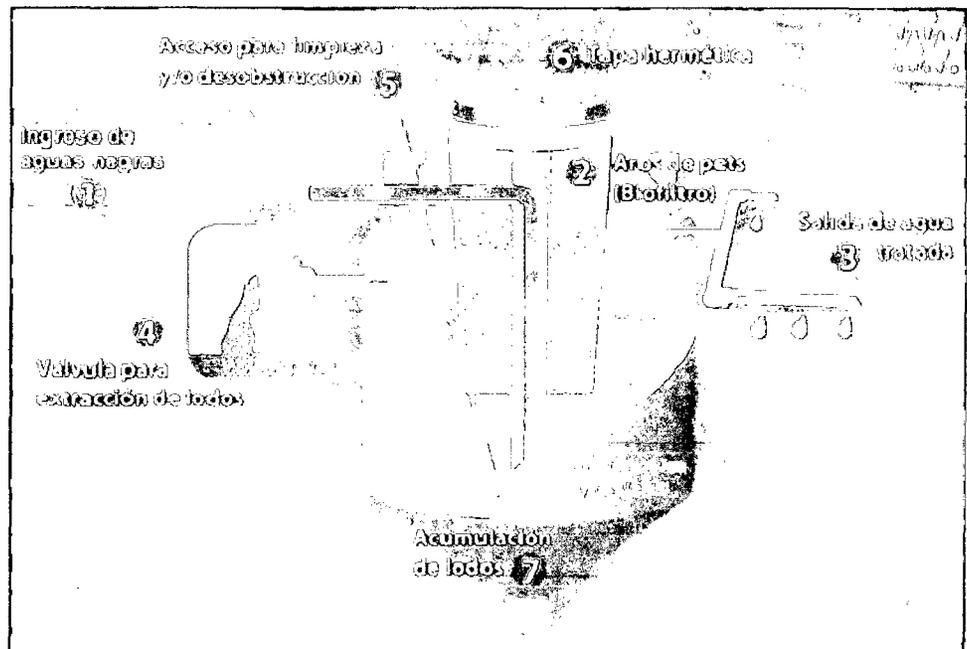


Figura. 3.3: Funcionamiento y mantenimiento de un biodigestor rotoplás

3.5.2. ÁREA DE PERCOLACIÓN

Procedimiento para la elaboración del test de percolación

- Excávense agujeros cuadrados de 0.30 x 0.30 m cuyo fondo deberá quedar a la profundidad a la que se construirán las zanjas de drenaje.

- Cuidadosamente, con un cuchillo se rasparán las paredes del agujero; añada 5 cm de grava fina o arena gruesa al fondo del agujero.
- Se llenará cuidadosamente con agua limpia el agujero hasta una altura de 0.30 m sobre la capa de grava y se mantendrá esta altura por un período mínimo de 4 horas. Esta operación debe realizarse en lo posible durante la noche a 24 horas de haber llenado por primera vez al agujero.
- Se añadirá agua hasta lograr una lámina de 15 cm por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se medirá el descenso del nivel de agua en intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante un periodo de 4 horas. Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta obtener un nuevo nivel de 15 cm por encima de la capa de grava.
- El descenso que ocurre durante el periodo final de 30 minutos se utiliza para calcular la tasa de absorción o infiltración.

DISEÑO DE ZANJA DE INFILTRACIÓN

✓ **Cálculo de la tasa o velocidad de infiltración**

Se muestra en el siguiente cuadro:

Pozo	Hora	Diferencia entre mediciones (cm)	Veloc. Infil. (min./cm)
1	09:00		
	09:30	6.0	5.00
	10:00	5.5	5.45
	10:30	5.0	6.00
	11:00	4.7	6.38
	11:30	4.5	6.67
	12:00	4.3	6.98
	12:30	4.0	7.50
	13:00	3.8	7.89

Luego, seleccionamos la menor tasa de infiltración, es decir: **7.89 min/cm**.

✓ **Cálculo del área útil del campo de infiltración (A)**

De la ecuación 2.92

Donde:

Qmd =	600 l/d = 0.6 m ³ /d	Capacidad biodigestor
Ch =	0.016 m/d	Carga hidráulica
Ae =	3 m ² /m	Absorción efectiva

Luego:

$$A = 12.5 \text{ m}^2$$

✓ **Cálculo del número de zanjas**

De la ecuación 2.93

Donde:

$$A = 12.5 \text{ m}^2 \quad \text{Área de infiltración}$$

$$b = 0.65 \text{ m} \quad \text{Ancho de zanja}$$

$$l = 10 \text{ m} \quad \text{Longitud de zanja}$$

Luego:

$$\text{N}^\circ \text{ zanjas} = 1.92 \approx 2 \text{ zanjas}$$

3.5.3. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) DE LADRILLO CON INODORO, LAVATORIO Y DUCHA.

Cada poblador construirá en su casa, una letrina de ladrillo con inodoro, lavatorio y ducha para hacer mejor funcional el sistema de reutilización de aguas residuales.

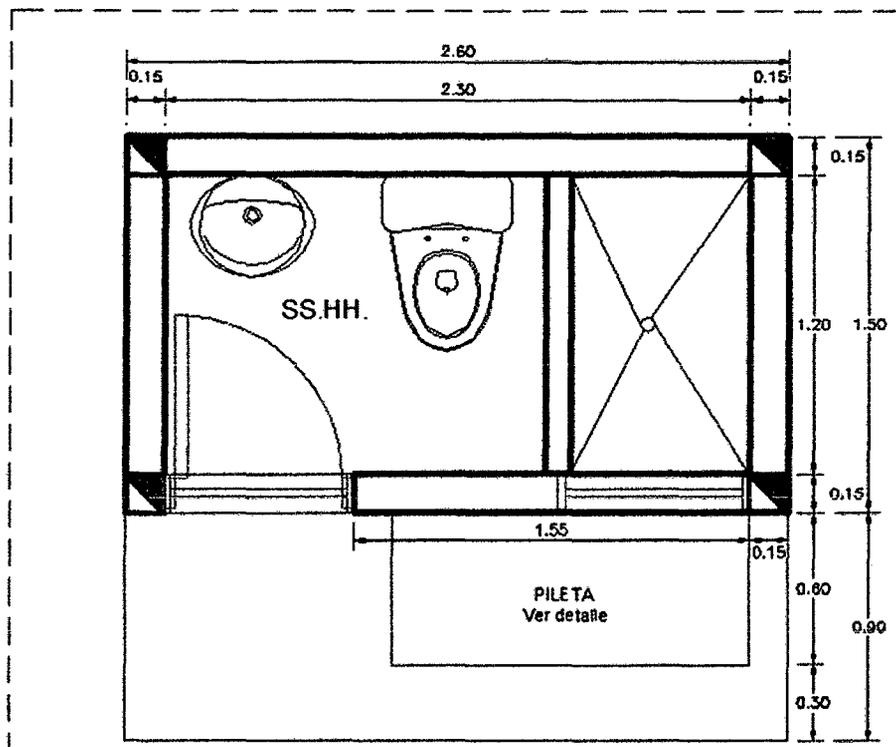


Figura. 3.4: Detalle en planta de UBS

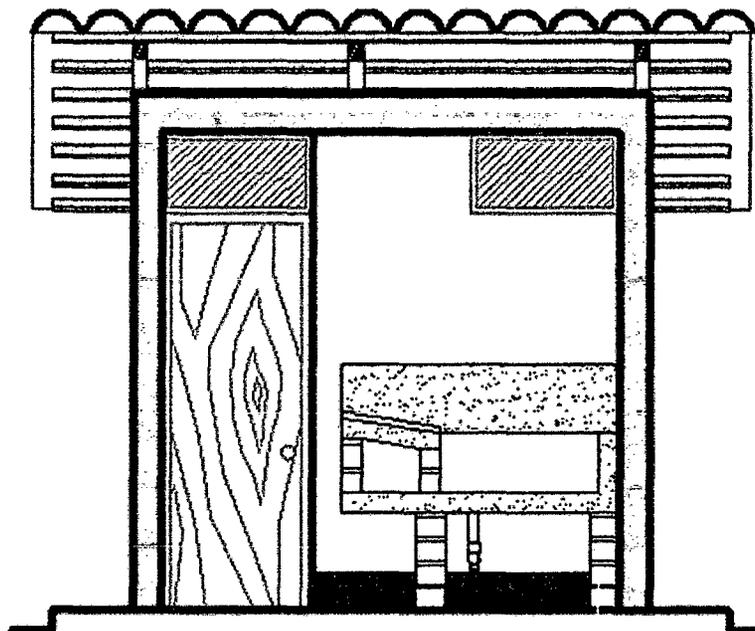


Figura. 3.5: Fachada principal de UBS

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ESTUDIOS GENERALES

4.1.1. ESTUDIO SOCIO ECONÓMICO

a) Población beneficiada

Actualmente el caserío de Yanamarca tiene una población aproximada de 303 familias, de las cuales 213 serán beneficiadas con el proyecto.

b) Salud y saneamiento básico

El caserío cuenta con una posta médica, la cual brinda los servicios de salud a la población del caserío de Iscoconga y Yanamarca, además atiende a pobladores del distrito de Jesús. Esta unidad de Salud cuenta con 01 obstetra, 01 enfermera, 02 técnicas de enfermería.

Así mismo, el caserío no cuenta con servicio de agua potable en cantidad y calidad aceptable. En cuanto al sistema de saneamiento el 80% de la población cuenta con el servicio de letrinas y el 20% no tienen ninguna forma específica de disposición de excretas.

c) Características de las viviendas

Las viviendas son de material rústico (tapial y adobe) en su mayoría con cobertura de teja de arcilla, en cuanto al uso de las casas estas son usadas como viviendas unifamiliares.

d) Características de la educación

En la localidad de Yanamarca no se cuenta con ningún nivel de educación escolar, los alumnos van a la localidad de Llacanora y en algunos casos a los centros de educación de Jesús y Cajamarca.

e) Principales actividades económicas del área de influencia del proyecto, Llacanora:

La población en su mayoría es rural, por lo cual es una población que realiza como actividades económicas la actividad agrícola (papa, maíz, hortalizas, pastos) y ganadera (vacuno y ovino) y en pequeña escala existe una actividad comercial de algunos de sus productos y la venta de leche a empresas como Chugur y La Colpa.

4.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico se realizó con la ubicación estratégica de 7 estaciones y lectura de 286 puntos leídos mediante radiación a partir de las estaciones.

Luego de sistematizar los datos de campo se obtuvieron las curvas de nivel a una equidistancia de 0.50 m, para luego realizar los estudios convenientes al proyecto profesional.

4.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

4.2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

RESERVORIO (Estrato único)

- Análisis Granulométrico

MALLA	% QUE PASA	TIPO SUELO	%
N° 4	55.12	GC-GM	SUCS
N° 10	49.52	Grava	43.75
N° 40	41.34	Arena	23.04
N° 200	33.21	Finos	33.21

- Límites de Consistencia, Peso Específico y Contenido de Humedad

Ensayo	Valor
Contenido de Humedad	15.15%
Peso Específico	2.70 gr/cm ³
Límite Líquido	26.60%
Límite Plástico	21.88%
Índice Plástico	4.72%

TANQUE CISTERNA

Estrato 1

- Análisis Granulométrico

MALLA	% QUE PASA	TIPO SUELO	%
N° 4	93.56	CL	SUCS
N° 10	87.73	Grava	4.87
N° 40	82.06	Arena	44.67
N° 200	50.47	Finos	50.47

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

- Límites de Consistencia, Peso Específico y Contenido de Humedad

Ensayo	Valor
Contenido de Humedad	22.63%
Peso Específico	2.40 gr/cm ³
Límite Líquido	44.40%
Límite Plástico	16.70%
Índice Plástico	27.70%

Estrato 2

- Análisis Granulométrico

MALLA	% QUE PASA	TIPO SUELO	%
N° 4	95.06	CL	SUCS
N° 10	91.43	Grava	3.84
N° 40	89.12	Arena	11.59
N° 200	84.57	Finos	84.57

- Límites de Consistencia, Peso Específico y Contenido de Humedad

Ensayo	Valor
Contenido de Humedad	25.44%
Peso Específico	2.60 gr/cm ³
Límite Líquido	36.55%
Límite Plástico	20.76%
Índice Plástico	15.79%

4.2.2. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Se realizaron los análisis correspondientes a las muestras extraídas en campo de 02 calicatas, dichas calicatas fueron hechas en los lugares donde se construirán el reservorio y el tanque cisterna.

a) Calicata Reservorio

Ubicada a la altura de la plaza Iscocongá, a 200 m del cruce de las carreteras Cajamarca – Cajabamba y Cajamarca – Jesús.

- Según la carta de plasticidad se determina que es un suelo GC - GM (Grava limo – arcillosa con arena).
- Para efectos de diseño del reservorio se determinó la capacidad portante, la cual resulta:

$$q_{adm} = 1.84 \text{ kg / cm}^2$$

b) Calicata Tanque cisterna

Ubicada en la margen izquierda de la carretera Cajamarca – Jesús, a 400 m de la plaza Iscocongá.

- Según la carta de plasticidad se determina que es un suelo CL (Arcilla inorgánica de mediana plasticidad).
- Para efectos de diseño del tanque cisterna se determinó la capacidad portante, la cual resulta:

$$q_{adm} = 0.90 \text{ kg / cm}^2$$

4.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

- ✓ Periodo de diseño : 25 años (2014 al 2039)
- ✓ Tasa de crecimiento : 0.83%
- ✓ Población futura : 1310 habitantes
- ✓ Dotación : 80 l/p/d (uso doméstico)
- ✓ Coeficiente variación diaria (K1) : 1.3
- ✓ Coeficiente variación horaria (K2): 2.0
- ✓ Caudal medio : 1.28 l/s
- ✓ Caudal máximo diario : 1.66 l/s
- ✓ Caudal máximo horario : 2.56 l/s

4.4. SISTEMA DE ABSTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

4.4.1. CAPTACIÓN

- ✓ Caudal máximo fuente : 4.78 l/s
- ✓ Caudal mínimo fuente : 4.42 l/s
- ✓ Caudal a captar de fuente : 2.0 l/s
- ✓ Sección interna cámara húmeda : 1.90 x 0.70
- ✓ Diámetro tubería conducción : 1 1/2"
- ✓ Altura cámara húmeda : 0.90 m
- ✓ Diámetro tubería rebose : 3" + cono de rebose de 3x4"
- ✓ Diámetro tubería limpieza : 3"
- ✓ Diámetro canastilla : 3"

4.4.2. ESTACIÓN DE BOMBEO

✓ Sumergencia mínima	:	0.40 m
✓ Volumen tanque cisterna	:	40 m ³
✓ Largo interno cisterna	:	4.50 m
✓ Ancho interno cisterna	:	4.50 m
✓ Altura del agua	:	2.00 m
✓ Borde libre	:	0.35 m
✓ Altura total cisterna	:	2.35 m
✓ Espesor de las paredes	:	0.20 m
✓ Espesor losa de fondo	:	0.25 m
✓ Espesor losa de techo	:	0.15 m
✓ Acero horizontal - paredes	:	Ø3/8" @0.20 m (dos capas)
✓ Acero por flexión - pared interna	:	Ø1/2" @0.25 m
✓ Acero por flexión - pared externa	:	Ø1/2" @0.25 m
✓ Acero por flexión - losa techo	:	Ø1/2" @0.25 m (doble malla)
✓ Acero por flexión - losa fondo	:	Ø1/2" @0.30 m (cara interna)
✓ Acero por flexión - losa fondo	:	Ø1/2" @0.30 m (cara externa)

4.4.3. OBRAS DE CONDUCCIÓN

4.4.3.1. Línea de Conducción por Bombeo

✓ Altura estática de impulsión	:	37.40 m
✓ Longitud tubería impulsión	:	622.00 m
✓ Diámetro tubería impulsión	:	3"
✓ Caudal de bombeo	:	3.07 l/s
✓ Número horas de bombeo	:	10 horas continuas
✓ Velocidad de flujo (impulsión)	:	0.67 m/s
✓ Pérdida de carga por fricción – impulsión	:	3.98 m
✓ Pérdida de carga locales - impulsión	:	0.35 m
✓ Altura de succión	:	2.75 m
✓ Longitud tubería succión	:	4.85 m
✓ Diámetro tubería succión	:	4"
✓ Velocidad de flujo (succión)	:	0.38 m/s

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

✓ Pérdida de carga por fricción - succión	:	0.0079 m
✓ Pérdida de carga locales - succión	:	0.07 m
✓ Altura dinámica total	:	47.56 m
✓ Potencia de la bomba	:	4.54 HP
✓ NPSH disponible	:	4.33 m
✓ Valor de la celeridad	:	341.39 m/s
✓ Sobrepresión por golpe de ariete	:	23.32 m
✓ Presión máxima en la tubería	:	60.72 m
✓ Clase de tubería	:	PVC – Clase 7.5

4.4.3.2. Equipo de Bombeo

Características Técnicas del Equipo de Bombeo

Características de la Bomba:

➤ Tipo	:	Centrifuga horizontal
➤ Marca	:	Hidrostral
➤ Modelo	:	C11/2" x 2"
➤ Caudal Óptimo	:	3.95 lt/seg.
➤ HDT óptimo	:	51.50 m
➤ NPSHr	:	2.50 m
➤ Eficiencia	:	55%
➤ Servicio de hrs/día	:	10 horas de manera continua
➤ Diámetro de tuberías:		

D entrada = 2"

D salida = 1 1/2"

Características del Motor de la Bomba:

➤ Marca	:	WEG
➤ Modelo	:	IP54
➤ Voltaje	:	380 V (Trifásico)
➤ Frecuencia	:	60 Hz.
➤ Potencia	:	5.7 HP
➤ Velocidad	:	3500 RPM

- Temperatura máxima : 40 °C
- Eficiencia : 80%
- N° de polos : 02 (dos)
- Número de unidades : 02 (dos)

4.4.4. OBRAS DE REGULACIÓN

- ✓ Volumen de regulación : 35.39 m³
- ✓ Volumen contra incendio : 0.00 m
- ✓ Volumen de reserva : 3.54 m
- ✓ Volumen total reservorio : 38.93 ≈ 40 m³
- ✓ Altura de agua : 2.35 m
- ✓ Borde libre : 0.25 m
- ✓ Altura total : 2.60 m
- ✓ Diámetro interno : 4.70 m
- ✓ Espesor de las paredes : 0.20 m
- ✓ Espesor losa de fondo : 0.25 m
- ✓ Espesor losa de techo : 0.15 m
- ✓ Acero anular - paredes : Ø3/8" @ 0.20 m (una sola capa)
- ✓ Acero por flexión - paredes : Ø1/2" @ 0.25 m (una sola capa)
- ✓ Acero por flexión – losa techo : Ø1/2" @ 0.20 m (doble malla)
- ✓ Acero por flexión – losa fondo : Ø1/2" @ 0.20 m (doble malla)
- ✓ Acero por flexión – cimiento : Ø1/2" @ 0.20 m

4.4.5. OBRAS DE DISTRIBUCIÓN

- ✓ Caudal máximo horario (Qmh) : 2.56 l/seg.
- ✓ Población actual : 1065 habitantes
- ✓ Población futura : 1310 habitantes
- ✓ Número de viviendas actuales : 217 familias
- ✓ Número de viviendas futuras : 262 familias
- ✓ Caudal unitario $q_u = 2.56/1310$: 0.00195 l/s/p
- ✓ Longitud de tubería Ø3" : 3775.40 m
- ✓ Longitud de tubería Ø2" : 1678.60 m
- ✓ Longitud de tubería Ø1" : 1646.15 m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

✓ Longitud de tubería Ø3/4"	:	6827.70 m
✓ Longitud de tubería Ø1/2"	:	5820.00 m
✓ Presión estática máxima	:	71.10 m (Punto 218)
✓ Perdida máx. de carga fricción	:	4.57 mca
✓ Presión dinámica máxima	:	49.17 mca (Punto 199)
✓ Presión dinámica mínima	:	6.99 mca (Punto 95)
✓ Clase de tubería	:	PVC – Clase 7.5
✓ Válvulas de control	:	13 und
✓ Válvulas de purga	:	19 und
✓ Válvulas de aire	:	03 und

4.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

4.5.1. BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE

✓ Capacidad de biodigestor	:	600 lts. (viviendas)
✓ Efluente	:	Inodoro + prep. alimentos
✓ Material	:	Polietileno
✓ Color	:	Negro
✓ Peso	:	22.5 kg
✓ Tubería entrada de agua	:	4"
✓ Tubería salida de agua	:	2"
✓ Tubería limpieza	:	2"
✓ Vida útil	:	35 años

4.5.2. ÁREA DE PERCOLACIÓN

✓ Velocidad de infiltración	:	7.89 min/cm
✓ Área campo infiltración	:	12.50 m ²
✓ Número de zanjas (mín. 2)	:	2
✓ Longitud de zanja (<= 30 m)	:	10 m
✓ Ancho de zanja (<= 0.90 m)	:	0.65 m
✓ Espaciamiento entre ejes zanjas	:	2 m
✓ Pendiente drenes	:	0.3%

4.5.3. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) DE LADRILLO CON INODORO, LAVATORIO Y DUCHA.

a) Caseta

❖ Dimensiones

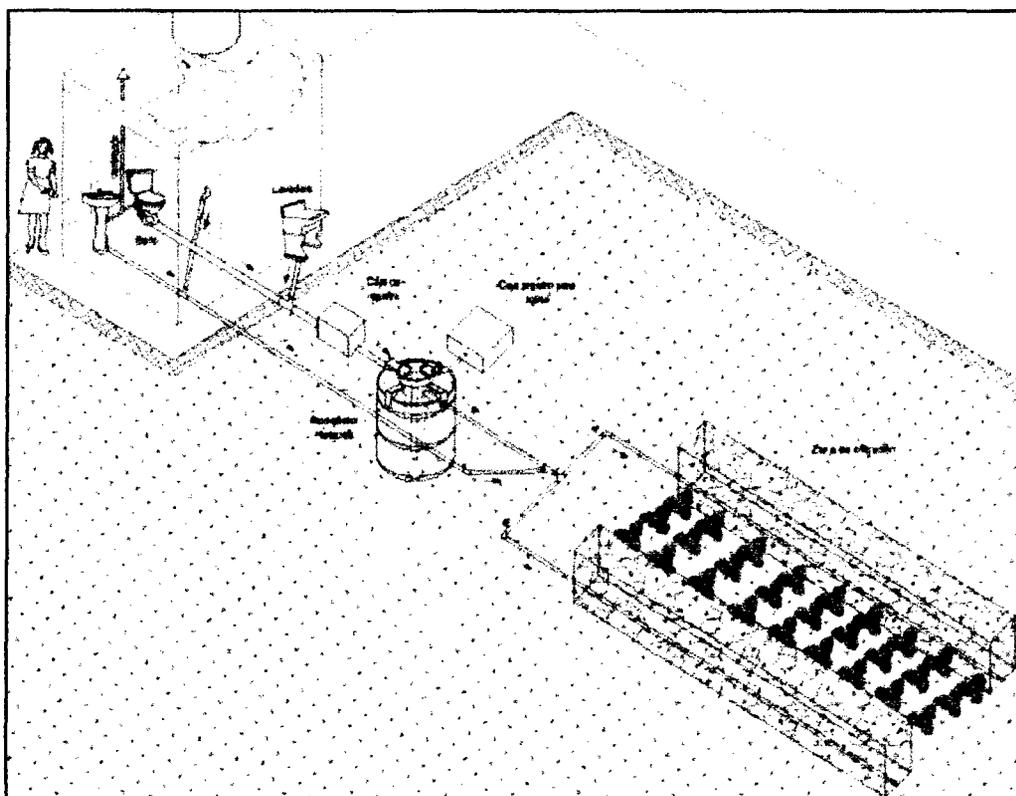
- ✓ Ancho (≥ 1.20 m) : 1.50 m
- ✓ Largo : 2.60 m
- ✓ Espesor de muros : 0.15 m
- ✓ Área (≥ 1 m²) : 3.90 m²

❖ Conducto

- ✓ Diámetro tubería evacuación : 4" (≥ 4 ")
- ✓ Pendiente aparato-caja repartidora: 3%
- ✓ Diámetro tubería ventilación : 2" (≥ 2 ")

❖ Caja de registro para lodos

- ✓ Ancho : 0.60 m
- ✓ Largo : 0.60 m
- ✓ Alto : 0.30 m



Baño con biodigestor y zanja de infiltración

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

**"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se elaboró el estudio para el Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío de Yanamarca-Sector Ingapila, Distrito de Llacanora.
- Los componentes de almacenamiento, reservorio y tanque cisterna, tendrán una capacidad de 40 m³, serán de concreto armado y serán de forma circular y cuadrada respectivamente.
- La línea de impulsión (L = 622.00 m) será de tubería PVC – clase 7.5 kg/cm², de Ø 3", por ser la tubería que soporta sin problemas las sobrepresiones producidas por golpe de ariete.
- La red de distribución del proyecto estará conformada por tuberías de 3" (3775.40 m), 2" (1678.60 m), 1" (1646.15 m), ¾" (6827.70 m) y ½" (5820.00 m) para un caudal de 2.56 l/s y tubería PVC clase 7.5.
- El sistema de saneamiento será a base de letrinas sanitarias con arrastre hidráulico, las cuales se instalarán en 161 beneficiarios.
- El costo total del proyecto asciende a la suma de S/.2'693,892.61, así mismo se ha programado una duración de ejecución de obra de 150 días calendario (5 meses).
- Las bombas a utilizar serán marca HIDROSTAL, modelo C 11/2 x 2, 3 fases, 5.7 HP, requerido para caudales de 3.95 l/s y un periodo de bombeo de 10 horas continuas.

RECOMENDACIONES

- El cálculo de las instalaciones electromecánicas de la caseta de bombeo debe ser realizado por un ingeniero electromecánico para poder tener mayor seguridad en cuanto al funcionamiento del sistema.
- La Municipalidad Distrital de Llacanora deberá asesorarse de los mejores profesionales, para que en su representación velen porque la ejecución del proyecto se desarrolle de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas detalladas en el expediente.
- La Municipalidad Distrital de Llacanora y la JASS, deberán coordinar charlas dirigidas a la población beneficiaria en temas de educación sanitaria, fundamentalmente lo referente a la importancia del agua, la salud del hombre y el uso y mantenimiento de los sistemas (AOM).
- Para la operación y mantenimiento de la estación de bombeo se deberá contratar personal técnico capacitado, si no los hubiese se debe capacitar a las personas del lugar en aspectos de operación y mantenimiento.
- Los elementos de la instalación del sistema de bombeo (tuberías, bombas, válvulas, etc.), tienen problemas de operación y mantenimiento por lo que requieren una inspección frecuente y cambio de ser necesario.
- El manantial presenta parámetros favorables para el consumo, pero a pesar de esto es necesario un proceso de desinfección el cual se logra inyectando una solución de cloro a los reservorios dependiendo del volumen de agua, eliminado así los agentes contaminantes que puedan permanecer en el agua.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Agüero Pittman, R. 1997. Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento. Lima, PE, SER. 166 p.
2. Arocha Ravelo, S. 1977. Abastecimientos de Agua: Teoría y Diseño. Caracas, VE, Vega. 284 p.
3. Bazán Centurión, HM. 2010. Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado Luñibamba. Proyecto Profesional Ing. Cajamarca, PE, UNC. 320 p.
4. CARE. 2002. Guías de Capacitación en AOM y Educación Sanitaria. Cajamarca, PE, s.e. 200 p.
5. CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, PE). 2005. Guía para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable. Lima, PE, s.e. 39 p.
6. Das, BM. 2001. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México, D.F., Thomson Editores. 594 p.
7. García Márquez, F. 2003. Curso Básico de Topografía. México, D.F., Pax México. 306 p.
8. Hoyos Saucedo, MW. 2006. Mecánica de Suelos 1. Cajamarca, PE, UNC. 89 p.
9. Juárez Badillo, E; Rico Rodríguez, A. 1998. Mecánica de Suelos. 3 ed. México, D.F., Limusa. Vol.1, 642 p.
10. Méndez Cruz, GV. 2002. Separata del Curso de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado. Cajamarca, PE, UNC. s.p.
11. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, PE, SENCICO. 439 p.
12. Quispe Ruíz, I. 2010. Sistema de Agua Potable por Bombeo Pilancones. Proyecto Profesional Ing. Cajamarca, PE, UNC. 427 p.

13. Salcedo Santillán, G. 2005. Estudio del Proyecto de Ampliación de la Línea de Impulsión, Sistema de Bombeo y Tanque Elevado para Agua Potable en el Centro Poblado Rural (CPR) Picapiedra, Distrito de Pachacamac. Tesis Ing. Lima, PE, UNMSM. 250 p.
14. Sandoval Chávez, LA. 2013. Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Localidad de Tallambo, Distrito de Oxamarca – Celendín - Cajamarca. Proyecto Profesional Ing. Cajamarca, PE, UNC. 360 p.

Páginas de Internet

15. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2007. Censos Nacionales 2007: XI Población y VI de Vivienda. (en línea). Consultado 15 octubre 2013. Disponible en <http://www.inei.gob.pe/biblioinei.asp>
16. Hidrostal. Empresa Comercializadora de Bombas para líquido limpio y sólidos en suspensión, Motores, Transformadores y Accesorios para Sistemas de Bombeo. (en línea). Consultado 20 julio 2014. Disponible en <http://www.hidrostal-Peru.com/>

ANEXOS

ANEXO 1

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERÍO YANAMARCA - SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA - CAJAMARCA"

BACHILLER: MEPADI

UBICACIÓN : DIST. LLACANORA PROV. CAJAMARCA DPTO. CAJAMARCA.

MUESTRA: C1-E1 RESERVOIRIO

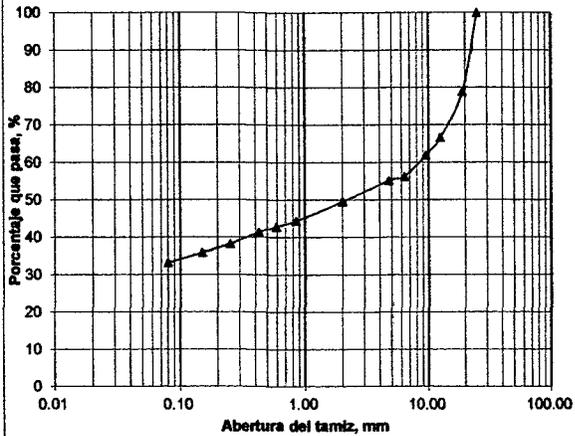
PROFUNDIDAD 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

MUESTRA : 381.60					
TAMIZ		PRP	%RP	%RA	% QUE PASA
N°	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	80.60	21.13	21.13	78.87
1/2"	12.50	46.70	12.24	33.37	66.63
3/8"	9.50	18.10	4.74	38.11	61.89
1/4"	6.35	21.50	5.64	43.75	56.25
N°4	4.75	4.30	1.13	44.88	55.12
N 10	2.00	21.40	5.61	50.48	49.52
N 20	0.85	19.60	5.14	55.62	44.38
N 30	0.59	5.90	1.55	57.17	42.83
N 40	0.43	5.70	1.49	58.66	41.34
N 60	0.25	11.70	3.07	61.73	38.27
N 100	0.15	9.10	2.39	64.12	35.88
N 200	0.08	10.20	2.67	66.79	33.21
Cazoleta	--	0.90	0.24	67.02	32.98
Pérdida por lavado	--	125.80	32.98	100.00	0.00
TOTAL		381.60			

CURVA GRANULOMÉTRICA



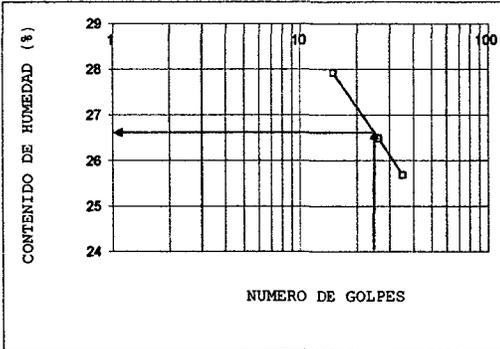
D10 = D30 = D60 = 8.50

Cu = Cc =

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Wt (gr)	28.60	27.60	27.70	27.70	27.30
Wmh + t (gr)	42.80	42.40	41.40	33.60	33.10
Wms + t (gr)	39.70	39.30	38.60	32.50	32.10
Wms (gr)	11.10	11.70	10.90	4.80	4.80
Ww (gr)	3.10	3.10	2.80	1.10	1.00
W(%)	27.93	26.50	25.69	22.92	20.83
N.GOLPES	15	26	35		
LL - LP	26.60			21.88	



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

NORMA : ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C1 - E1		
W t (gr)	27.90	27.80	25.50
Wmh + t (gr)	216.70	218.20	221.50
Wms + t (gr)	195.20	192.35	193.20
Wms	167.30	164.55	167.70
Ww	21.50	25.85	28.30
W(%)	12.85	15.71	16.88
W % Prom.	16.16		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS)

ASTM D2487-94

N°4	55.12	Cu	
N°10	49.52	Cc	
N°40	41.34	LL	26.60
N°200	33.21	LP	21.88
% GRAVA	43.75	IP	4.72
% ARENA	23.04	W (%)	16.16
% FINOS	33.21	P.e.	2.70

SUCS GC - GM

PESO ESPECIFICO

ASTM D 854-58/C 127 / AASHTO T 100-70
PESO ESPECIFICO MATERIAL < N° 4

Muestra	C1 - E1	
Pms (g)	105.00	110.00
Pf (g)	149.00	149.00
PW (g)	647.00	647.00
Pfws (g)	713.00	716.40
P.e (g/cm3)	2.69	2.71
P.e prom.	2.70	
% Ret. N° 4	44.88	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Proyecto Profesional
 "Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca - Sector Ingapila, Distrito de Llacanora - Cajamarca - Cajamarca"

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERÍO YANAMARCA - SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA - CAJAMARCA"

BACHILLER: MEPADI

UBICACIÓN : DIST. LLACANORA PROV. CAJAMARCA DPTO. CAJAMARCA.

MUESTRA: C2-E1 CASETA BOMBEO PROFUNDIDAD DE 0.10 a 1 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

MUESTRA : 374.10					
TAMIZ		PRP	%RP	%RA	% QUE PASA
N°	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	1.70	0.45	0.45	99.55
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.45	99.55
1/4"	6.35	16.50	4.41	4.87	95.13
N°4	4.75	5.90	1.58	6.44	93.56
N 10	2.00	21.80	5.83	12.27	87.73
N 20	0.85	10.70	2.86	15.13	84.87
N 30	0.59	3.80	1.02	16.15	83.85
N 40	0.43	6.70	1.79	17.94	82.06
N 60	0.25	41.80	11.17	29.11	70.89
N 100	0.15	46.50	12.43	41.54	58.46
N 200	0.08	29.90	7.99	49.53	50.47
Cazoleta	--	2.10	0.56	50.09	49.91
Pérdida por lavado	--	186.70	49.91	100.00	0.00
TOTAL		374.10			

LIMITES DE CONSISTENCIA

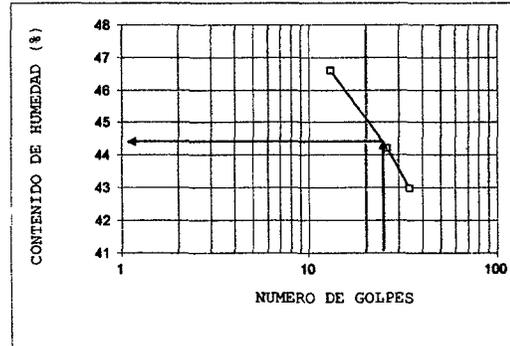
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Wt (gr)	27.10	27.30	27.70	25.50	27.90
Wmh + t (gr)	43.40	41.00	45.00	31.30	33.30
Wms + t (gr)	38.50	36.80	39.50	30.50	32.50
Wms (gr)	11.40	9.50	11.80	5.00	4.60
Ww (gr)	4.90	4.20	5.50	0.80	0.80
W(%)	42.98	44.21	46.61	16.00	17.39
N.GOLPES	34	26	13		
LL - LP	44.40			16.70	

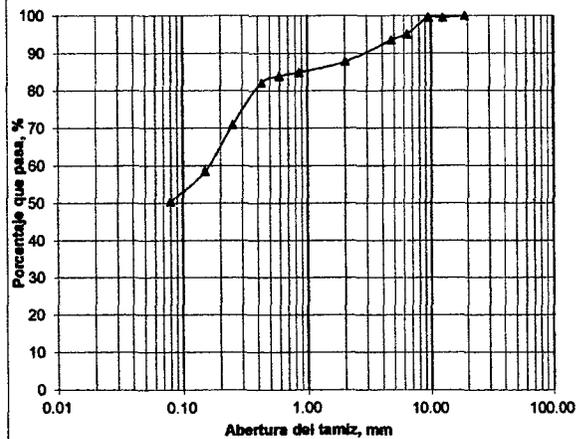
PESO ESPECIFICO

ASTM D 854-58/C 127 / AASHTO T 100-70
PESO ESPECIFICO MATERIAL < N° 4

Muestra	C2 - E1	
Pms (g)	105.00	110.00
Pf (g)	149.00	149.00
Pfw (g)	647.00	647.00
Pfws (g)	708.00	711.40
P.e (g/cm3)	2.39	2.41
P.e prom.	2.40	
% Ret. N° 4	6.44	



CURVA GRANULOMETRICA



D10 =	D30 =	D60 = 0.18
-------	-------	------------

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD
NORMA : ASTM D 2218/D 4643

MUESTRA	C2 - E1		
Wt (gr)	27.30	27.80	26.50
Wmh + t (gr)	189.10	178.10	183.30
Wms + t (gr)	139.50	148.70	160.70
Wms (gr)	112.20	120.90	131.40
Ww	29.60	29.40	22.60
W(%)	26.38	24.32	17.20
W % Prom.	22.63		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS)

ASTM D2487-94

N°4	93.56	Cu	
N°10	87.73	Cc	
N°40	82.06	LL	44.40
N°200	50.47	LP	16.70
% GRAVA	4.87	IP	27.70
% ARENA	44.67	W (%)	22.63
% FINOS	50.47	P.e.	2.40

SUCS CL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Proyecto Profesional
 "Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca - Sector Ingapila, Distrito de Llacanora - Cajamarca - Cajamarca"

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERÍO YANAMARCA - SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA - CAJAMARCA"

BACHILLER: MEPADI

UBICACIÓN: DIST. LLACANORA PROV. CAJAMARCA DPTO. CAJAMARCA.

MUESTRA: C2-E2 CASETA BOMBEO PROFUNDIDAD DE 1 a 2.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

MUESTRA: 390.70		PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
TAMIZ N°	ABER.(mm)				
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	1.70	0.44	0.44	99.56
1/4"	6.35	13.30	3.40	3.84	96.16
N°4	4.75	4.30	1.10	4.94	95.06
N 10	2.00	14.20	3.63	8.57	91.43
N 20	0.85	5.60	1.43	10.01	89.99
N 30	0.59	1.50	0.38	10.39	89.61
N 40	0.43	1.90	0.49	10.88	89.12
N 60	0.25	7.20	1.84	12.72	87.28
N 100	0.15	6.40	1.64	14.36	85.64
N 200	0.08	4.20	1.07	15.43	84.57
Cazoleta	-	0.20	0.05	15.49	84.51
Pérdida por lavad.	-	330.20	84.51	100.00	0.00
TOTAL		390.70			

LÍMITES DE CONSISTENCIA

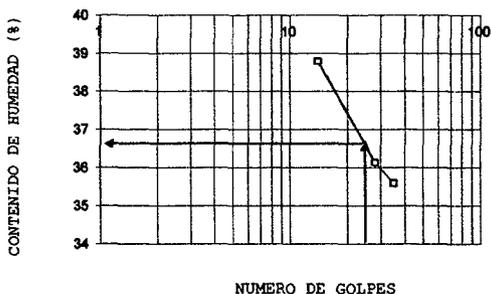
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	27.80	27.10	27.30	27.80	27.50
Wt (gr)	27.80	27.10	27.30	27.80	27.50
Wmh + t (gr)	43.80	43.30	43.40	33.60	34.50
Wms + t (gr)	39.60	39.00	38.90	32.60	33.30
Wms (gr)	11.80	11.90	11.60	4.80	5.80
Ww (gr)	4.20	4.30	4.50	1.00	1.20
W(%)	35.59	36.13	38.79	20.83	20.69
N.GOLPES	35	28	14		
LL - LP	36.55			20.76	

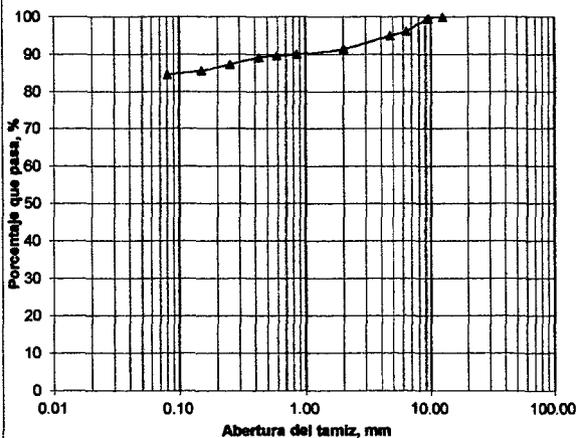
PESO ESPECÍFICO

ASTM D 854-58/C 127 / AASHTO T 100-70
PESO ESPECÍFICO MATERIAL < N° 4

Muestra	C2 - E2	
Pms (g)	105.00	110.00
Pf (g)	149.00	149.00
Pfw (g)	647.00	647.00
Pfws (g)	711.00	715.20
P.e (g/cm3)	2.56	2.63
P.e prom.	2.60	
% Ref. N° 4	4.94	



CURVA GRANULOMÉTRICA



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

NORMA: ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C2 - E2		
Wt (gr)	27.20	27.10	27.30
Wmh + t (gr)	146.80	156.10	152.10
Wms + t (gr)	120.40	131.50	127.60
Wms	93.20	104.40	100.30
Ww	26.40	24.60	24.50
W(%)	28.33	23.56	24.43
W % Prom.	25.44		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS)

ASTM D2487-84

N°4	95.06	Cu	
N°10	91.43	Cc	
N°40	89.12	LL	36.55
N°200	84.57	LP	20.76
% GRAVA	3.84	IP	15.79
% ARENA	11.59	W (%)	25.44
% FINOS	84.57	P.e.	2.60

SUCS CL

D10 = D30 = D60 =

Cu = Cc =

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca - Sector Ingapila, Distrito de Llacanora - Cajamarca"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Proyecto Profesional

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

**"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"**

ANEXO 2

PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto

resupuesto 0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA,
 SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.
 fuente MUNICIPALIDAD DE LLACANORA Costo al 05/10/2014
 lugar CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA

tem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	SISTEMA DE AGUA POTABLE				19,415.15
1.01	CAPTACION DE LADERA				19,415.15
1.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				3,037.18
1.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	und	1.00	900.54	900.54
1.01.01.02	CASETA PARA GUARDIANIA Y/O ALMACEN	m2	24.00	88.06	2,113.44
1.01.01.03	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	14.50	0.22	3.19
1.01.01.04	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	14.50	1.38	20.01
1.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,441.66
1.01.02.01	DEMOLICION DE CAPTACION EXISTENTE	m2	19.50	11.86	231.27
1.01.02.02	EXCAVACION EN TERRENO NATURAL CON PRESENCIA DE AGUA, Hmax	m3	12.16	76.18	926.35
1.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	15.16	17.77	269.39
1.01.02.04	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	14.50	1.01	14.65
1.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				551.24
1.01.03.01	PIEDRA 4" ASENTADA CON MORTERO 1:8	m2	5.42	19.81	107.37
1.01.03.02	CONCRETO F'c=100 KG/CM2 DE RELLENO	m3	1.25	218.11	272.64
1.01.03.03	CONCRETO F'c=140 KG/CM2	m3	0.29	299.07	86.73
1.01.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.92	44.01	84.50
1.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				5,838.90
1.01.04.01	ACERO FY= 4200 KG/CM2	kg	360.46	3.64	1,312.07
1.01.04.02	CONCRETO EN CAPTACION F'c= 175 KG/CM2	m3	6.90	334.46	2,307.77
1.01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	48.23	46.01	2,219.06
1.01.05	TARRAJEOS				1,897.05
1.01.05.01	TARRAJEO DE INTERIORES CON IMPERMEABILIZANTE, E=1.00CM	m2	36.49	27.33	997.27
1.01.05.02	TARRAJEO INTERIOR MORTERO 1:1, E=2.00CM	m2	0.84	21.93	18.42
1.01.05.03	TARRAJEO DE EXTERIORES 1:5, E=1.50CM	m2	43.73	20.06	877.22
1.01.05.04	MORTERO 1:2 PENDIENTE FONDO	m2	0.20	20.72	4.14
1.01.06	VALVULAS Y ACCESORIOS				692.78
1.01.06.01	ACCESORIOS DE SALIDA	und	1.00	480.46	480.46
1.01.06.02	ACCESORIOS DE REBOSE Y LIMPIEZA	und	1.00	129.40	129.40
1.01.06.03	ACCESORIOS DE VENTILACION	und	1.00	14.67	14.67
1.01.06.04	ACCESORIOS DE REGULACION	und	1.00	68.25	68.25
1.01.07	FILTROS				95.12
1.01.07.01	COLOCACION DE GRAVA GRUESA	m3	0.42	79.94	33.57
1.01.07.02	COLOCACION DE GRAVA MEDIANA	m3	0.33	79.94	26.38
1.01.07.03	COLOCACION DE ARENA GRUESA	m3	0.44	79.94	35.17
1.01.08	CERCO PERIMETRICO				4,824.16
1.01.08.01	EXCAVACION MANUAL	m3	1.75	35.55	62.21
1.01.08.02	CONCRETO F'c=140 KG/CM2 PARA ANCLAJES Y/O DADOS	m3	1.75	277.24	485.17
1.01.08.03	MALLA METALICA CON POSTES DE F°G° DE 2", H=2.00 m	m2	66.02	64.78	4,276.78
1.01.09	VARIOS				1,037.06
1.01.09.01	TAPA METALICA DE 0.60x0.60Mx1/8"	und	1.00	106.94	106.94
1.01.09.02	TAPA METALICA DE 0.40x0.40M	und	1.00	97.38	97.38
1.01.09.03	PINTURA EN MUROS EXTERIORES AL LATEX	m2	43.73	6.05	264.57
1.01.09.04	PINTURA ANTICORROSIVA EN ESTRUCTURA METALICA	m	33.01	12.04	397.44
1.01.09.05	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	48.23	3.54	170.73
1.02	CISTERNA 40 M3				33,619.52
1.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,744.91
1.02.01.01	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS	GLB	1.00	1,706.50	1,706.50
1.02.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	24.01	0.22	5.28
1.02.01.03	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	24.01	1.38	33.13
1.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				8,790.51
1.02.02.01	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL C°/RETRO .5Y3	m3	67.23	2.20	147.91
1.02.02.02	ENTIBADOS H=2.80	m2	54.88	45.31	2,486.61
1.02.02.03	REFINE MANUAL DE TALUDES LATERALES	m3	26.32	26.66	701.69

Presupuesto

Presupuesto

0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.

Cliente
Lugar
MUNICIPALIDAD DE LLACANORA
CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA

Costo al 05/10/2014

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01.02.02.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE A 100M	m3	84.04	17.77	1,493.39
01.02.02.05	ELIMINACION (TRANSPORTE) VOLQUETE DE 15 M3	m3	84.04	43.54	3,659.10
01.02.02.06	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	24.01	1.01	24.25
01.02.02.07	AFIRMADO PARA FONDO DE CISTERNA	m2	24.01	11.56	277.56
01.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				523.46
01.02.03.01	CONCRETO F'c=100 KG/CM2 - SOLADOS	m3	2.40	218.11	523.46
01.02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				18,416.57
01.02.04.01	CONCRETO PARA LOSA DE FONDO F'c = 210 Kg/cm2	m3	6.00	346.25	2,077.50
01.02.04.02	CONCRETO PARA MUROS F'c = 210 Kg/cm2	m3	9.40	356.21	3,348.37
01.02.04.03	CONCRETO PARA LOSA MACIZA F'c = 210 Kg/cm2	m3	3.55	346.25	1,229.19
01.02.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS	m2	98.90	39.19	3,875.89
01.02.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRAD DE LOSA MACIZA	m2	24.13	45.73	1,103.46
01.02.04.06	ACERO FY= 4200 KG/CM2	kg	1,863.23	3.64	6,782.16
01.02.05	TARRAJEOS				2,759.57
01.02.05.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	85.62	27.33	2,339.99
01.02.05.02	PENDIENTE FONDO (MORTERO 1:5)	m2	20.25	20.72	419.58
01.02.06	VARIOS				1,384.50
01.02.06.01	TAPA METALICA DE 0.60x0.60Mx1/8"	und	1.00	106.94	106.94
01.02.06.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESCALERA DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO	und	1.00	281.07	281.07
01.02.06.03	ACCESORIOS DE ENTRADA, REBOSE Y VENTILACIÓN DE CISTERNA.	und	1.00	489.28	489.28
01.02.06.04	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	143.28	3.54	507.21
01.03	CASETA DE BOMBEO				40,297.31
01.03.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				4,903.19
01.03.01.01	COLUMNAS				627.74
01.03.01.01.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'c=210 KG/CM2	m3	0.39	356.21	138.92
01.03.01.01.02	ACERO PARA COLUMNAS FY=4200 KG/CM2	kg	70.04	3.54	247.94
01.03.01.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	5.54	43.48	240.88
01.03.01.02	VIGAS				1,384.65
01.03.01.02.01	CONCRETO EN VIGAS F'c=210 KG/CM2	m3	1.33	356.21	473.76
01.03.01.02.02	ACERO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	kg	188.04	3.54	665.66
01.03.01.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	5.64	43.48	245.23
01.03.01.03	LOSAS ALIGERADAS				2,890.80
01.03.01.03.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F'c=210 KG/CM2	m3	1.66	356.21	591.31
01.03.01.03.02	ACERO PARA LOSA ALIGERADA FY= 4200 KG/CM2	kg	120.85	3.64	439.89
01.03.01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	23.67	44.87	1,062.07
01.03.01.03.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 12X30X30 CM PARA TECHO ALIGERADO	und	173.00	4.61	797.53
01.03.02	COBERTURA				2,001.82
01.03.02.01	LISTONES DE MADERA DE 2"X2"12	und	8.00	41.91	335.28
01.03.02.02	COLOCADO TEJA ANDINA ETERNIT	m2	24.23	68.78	1,666.54
01.03.03	ALBAÑILERIA				1,102.23
01.03.03.01	MURO DE SOGA LADRILLO K.K., MORT. C:A - 1:5	m2	24.04	45.85	1,102.23
01.03.04	TARRAJEOS				1,642.00
01.03.04.01	TARRAJEO EN CARAS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	48.08	20.72	996.22
01.03.04.02	TARRAJEO SUPERFICIE DE VIGAS Y COLUMNAS CON C:A - 1:5	m2	11.18	34.97	390.96
01.03.04.03	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS.	m	12.40	20.55	254.82
01.03.05	CIELORRASOS				663.47
01.03.05.01	CIELORRASOS CON MEZCLA C:A=1:4	m2	23.67	28.03	663.47
01.03.06	PISOS Y PAVIMENTOS				187.58
01.03.06.01	PISO DE CEMENTO PULIDO Y BRUÑADO, E=2.5CM	m2	12.39	15.14	187.58
01.03.07	GRADAS				105.75
01.03.07.01	CONCRETO F'c=175 KG/CM2	m3	0.20	333.10	66.62
01.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	0.90	43.48	39.13
01.03.08	SISTEMA DE DRENAJE				469.68

Presupuesto

Presupuesto

0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.

Cliente
LugarMUNICIPALIDAD DE LLACANORA
CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA

Costo al

05/10/2014

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
11.03.08.01	CANAleta DE LATON GALVANIZADO	m	8.50	43.22	367.37
11.03.08.02	TUBERIA PVC C-5, Ø 4" DESAGUE PARA DRENAJE DE LLUVIAS	m	6.70	15.27	102.31
11.03.09	CARPINTERIA DE MADERA				493.87
11.03.09.01	PUERTAS DE MADERA TABLEROS REBAJADOS DE 4.5 MM. DE CEDRO	und	1.00	493.87	493.87
11.03.10	CARPINTERIA METALICA				401.44
11.03.10.01	VENTANA METALICA CON REJA DE SEGURIDAD Y MALLA METALICA	und	2.00	200.72	401.44
11.03.11	VIDRIOS				496.43
11.03.11.01	VIDRIO SEMIDOBLE	p2	58.13	8.54	496.43
11.03.12	PINTURA				425.68
11.03.12.01	PINTURA LATEX EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	48.08	5.75	276.46
11.03.12.02	PINTURA LATEX EN COLUMNAS	m2	5.54	5.75	31.86
11.03.12.03	PINTURA LATEX EN CIELORASOS	m2	20.41	5.75	117.36
11.03.13	VARIOS				123.37
11.03.13.01	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	34.85	3.54	123.37
11.03.14	INSTALACIONES ELECTRO MECANICAS				22,902.24
11.03.14.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS	GLB	1.00	17,473.92	17,473.92
11.03.14.02	KIT DE ENCENDIDO AUTOMATICO DE BOMBAS CENTRIFUGAS (DE FUERZA Y CONTROL)	GLB	1.00	5,428.32	5,428.32
11.03.15	INSTALACIONES ELECTRICAS				4,378.56
11.03.15.01	MURETE PARA MEDIDOR	GLB	1.00	906.95	906.95
11.03.15.02	SUMINISTRO Y MONTAJE DE TABLERO DE DISTRIBUCION	GLB	1.00	1,639.68	1,639.68
11.03.15.03	SALIDA PARA CENTROS DE LUZ C/INTERRUPTOR SIMPLE	pto	3.00	68.16	204.48
11.03.15.04	SALIDA PARA TOMACORRIENTES BIPOLARES SIMPLES CON PVC	pto	3.00	56.16	168.48
11.03.15.05	LLAVES THERMOMAGNETICAS	GLB	1.00	657.19	657.19
11.03.15.06	POZO-CONEXION A TIERRA EN SISTEMA C/EQ.BOMBEO,ALUMB,TOMACORR	und	1.00	801.78	801.78
11.04	LINEA DE IMPULSION (L=622.00 M)				42,241.38
11.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				908.12
11.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m	622.00	1.46	908.12
11.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				13,653.03
11.04.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA DE 0.60x0.975m EN TERRENO NORMAL	m	543.60	8.53	4,636.91
11.04.02.02	CORTE CON MAQUINARIA DE PAVIMENTO FLEXIBLE	m	78.40	2.66	208.54
11.04.02.03	REFINE, NIVELACION Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA	m	622.00	0.55	342.10
11.04.02.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS	m	622.00	3.52	2,189.44
11.04.02.05	RELLENO COMP.ZANJA C/MATERIAL SELEC-TUB 2"-4" HASTA 80 CM.	m	622.00	6.61	4,111.42
11.04.02.06	REPOSICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE	m	78.40	27.61	2,164.62
11.04.03	TUBERIAS Y ACCESORIOS				11,781.11
11.04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø=3" PVC SAP C-7.5	m	622.00	17.53	10,903.66
11.04.03.02	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN REDES DE AGUA	m	622.00	0.84	522.48
11.04.03.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS	gib	1.00	334.97	334.97
11.04.04	DADOS DE ANCLAJE				15,919.12
11.04.04.01	CONCRETO F'c=140 KG/CM2. DADOS DE ANCLAJE, Incl. Encofrado	und	124.00	128.38	15,919.12
11.05	RESERVORIO CIRCULAR 40 M3				33,014.38
11.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES				73.35
11.05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	100.00	0.22	22.00
11.05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	37.21	1.38	51.35
11.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,532.61
11.05.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS 0.50X0.80M	m3	22.06	30.47	672.17
11.05.02.02	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	31.71	17.77	563.49
11.05.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	22.06	1.01	22.28
11.05.02.04	AFIRMADO PARA FONDO DE RESERVORIO	m2	23.76	11.56	274.67
11.05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				519.10
11.05.03.01	CONCRETO F'c=100 KG/CM2	m3	2.38	218.11	519.10
11.05.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				14,492.37
11.05.04.01	CONCRETO PARA CIMIENTO F'c = 210 Kg/cm2	m3	3.02	346.25	1,045.68

Presupuesto

Presupuesto 0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.
 Cliente MUNICIPALIDAD DE LLACANORA Costo al 05/10/2014
 Lugar CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.05.04.02	CONCRETO PARA LOSA DE FONDO F'c = 210 Kg/cm2	m3	3.63	356.21	1,293.04
01.05.04.03	CONCRETO PARA MUROS F'c = 210 Kg/cm2	m3	8.00	356.21	2,849.68
01.05.04.04	CONCRETO PARA LOSA MACIZA F'c = 210 Kg/cm2	m3	3.88	346.25	1,343.45
01.05.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS (02 CARAS)	m2	80.05	39.45	3,157.97
01.05.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRAD DE LOSA MACIZA	m2	26.83	45.73	1,226.94
01.05.04.07	ACERO FY= 4200 KG/CM2	kg	982.31	3.64	3,575.61
01.05.05	TARRAJEOS				3,771.06
01.05.05.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	72.73	27.33	1,987.71
01.05.05.03	PENDIENTE FONDO (MORTERO 1:5)	m2	17.35	20.72	359.49
01.05.05.02	TARRAJEO EN CARAS EXTERIORES	m2	70.98	20.06	1,423.86
01.05.06	PINTURA				408.14
01.05.06.01	PINTURA EN EXTERIORES AL LATEX	m2	70.98	5.75	408.14
01.05.07	HIPOCLORADOR DE FLUJO DIFUSO				273.53
01.05.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACION: HIPOCLORADOR	und	1.00	273.53	273.53
01.05.08	CERCO PERIMETRICO				11,116.74
01.05.08.01	EXCAVACION MANUAL	m3	2.13	30.47	64.90
01.05.08.02	CONCRETO F'c=140 KG/CM2 EN DADOS	m3	2.13	277.24	590.52
01.05.08.03	MALLA METALICA	m2	80.00	125.57	10,045.60
01.05.08.04	PUERTA METALICA DE 2.0 X 2.20 (2 HOJAS)	und	1.00	415.72	415.72
01.05.09.01	TAPA METALICA DE 0.60x0.60Mx1/8"	und	1.00	106.94	106.94
01.05.09	VARIOS				720.54
01.05.09.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESCALERA DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO	und	1.00	283.50	283.50
01.05.09.03	ACCESORIOS TUB. VENTILACION	und	4.00	14.67	58.68
01.05.09.04	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	106.88	3.54	378.36
01.06	CASETA DE VALVULAS DE RESERVORIO				2,664.84
01.06.01	TRABAJOS PRELIMINARES				3.36
01.06.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	3.50	0.22	0.77
01.06.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	1.88	1.38	2.59
01.06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				190.42
01.06.02.01	EXCAVACION EN TERRENO NATURAL	m3	3.54	30.47	107.86
01.06.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2.48	17.77	44.07
01.06.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	1.88	1.01	1.90
01.06.02.04	LECHO DE GRAVA	m3	0.44	83.17	36.59
01.06.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				9.53
01.06.03.01	CONCRETO F'c=140 KG/CM2	m3	0.03	317.77	9.53
01.06.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				590.84
01.06.04.01	CONCRETO F'c= 175 KG/CM2	m3	0.69	333.10	229.84
01.06.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	7.32	46.01	336.79
01.06.04.03	ACERO FY= 4200 KG/CM2	kg	6.65	3.64	24.21
01.06.05	TARRAJEOS				173.03
01.06.05.01	TARRAJEO EN CARAS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	7.89	21.93	173.03
01.06.06	PINTURA				33.21
01.06.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES AL LATEX	m2	5.49	6.05	33.21
01.06.07	VALVULAS Y ACCESORIOS				1,022.25
01.06.07.01	INGRESO A RESERVORIO TUBERIA Y ACCESORIOS	und	1.00	580.78	580.78
01.06.07.02	SALIDA DE RESERVORIOS TUBERIAS Y ACCESORIOS	und	1.00	441.47	441.47
01.06.07.03	REBOSE DE RESERVORIO TUBERIA Y ACCESORIOS	und	1.00	509.35	509.35
01.06.08	VARIOS				132.85
01.06.08.01	TAPA METALICA DE 0.60x0.60Mx1/8"	und	1.00	106.94	106.94
01.06.08.02	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	7.32	3.54	25.91
01.07	CASETA DE CLORACION				3,387.94
01.07.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				814.27
01.07.01.01	COLUMNAS				302.88

Presupuesto

tem	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
resupuesto	0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.				
fuente	MUNICIPALIDAD DE LLACANORA			Costo al	05/10/2014
ugar	CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA				
1.07.01.01.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'C=210 KG/CM2	m3	0.20	356.21	71.24
1.07.01.01.02	ACERO PARA COLUMNAS FY=4200 KG/CM2	kg	30.80	3.54	109.03
1.07.01.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	2.82	43.48	122.61
1.07.01.02	VIGAS				170.27
1.07.01.02.01	CONCRETO EN VIGAS F'C=210 KG/CM2	m3	0.08	356.21	28.50
1.07.01.02.02	ACERO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	kg	24.45	3.54	86.55
1.07.01.02.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE VIGAS	m2	1.27	43.48	55.22
1.07.01.03	LOSAS MACISA E=10 CM				341.12
1.07.01.03.01	CONCRETO EN LOSAS MACISAS F'C=210 KG/CM2	m3	0.37	356.21	131.80
1.07.01.03.02	ACERO PARA LOSA MACISAS FY= 4200 KG/CM2	kg	15.93	3.64	57.99
1.07.01.03.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN LOSAS MACISAS	m2	3.53	42.87	151.33
1.07.02	ALBAÑILERIA				423.18
1.07.02.01	MURO DE SOGA LADRILLO PANDERETA C:A - 1:5	m2	9.00	47.02	423.18
1.07.03	TARRAJEOS				532.83
1.07.03.01	TARRAJEO EN CARAS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	18.00	20.73	373.14
1.07.03.02	TARRAJEO SUPERFICIE DE VIGAS Y COLUMNAS CON C:A - 1:5	m2	4.09	28.99	118.57
1.07.03.03	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS.	m	2.00	20.56	41.12
1.07.04	CIELORRASOS				82.13
1.07.04.01	CIELORRASOS CON MEZCLA C:A=1:4	m2	2.93	28.03	82.13
1.07.05	PISOS Y PAVIMENTOS				43.32
1.07.05.01	PISO DE CEMENTO PULIDO Y BRUÑADO, E=2.5CM	m2	2.21	19.60	43.32
1.07.06	CARPINTERIA DE MADERA				1,068.71
1.07.06.01	PUERTAS DE MADERA TABLEROS REBAJADOS DE 4.5 MM. DE CEDRO	und	2.00	493.87	987.74
1.07.06.02	CERRADURA PARA PUERTA PRINCIPAL PESADA	pza	1.00	80.97	80.97
1.07.07	PINTURA				143.87
1.07.07.01	PINTURA LATEX EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	18.00	5.75	103.50
1.07.07.02	PINTURA LATEX EN COLUMNAS	m2	4.09	5.75	23.52
1.07.07.03	PINTURA LATEX EN CIELORRASOS	m2	2.93	5.75	16.85
1.07.08	VARIOS				279.63
1.07.08.01	ACCESORIOS SANITARIOS	und	1.00	252.66	252.66
1.07.08.02	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	7.62	3.54	26.97
1.08	LINEA DE DISTRIBUCION				570,436.39
01.08.01	TRABAJOS PRELIMINARES				38,310.83
1.08.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m	19,747.85	1.94	38,310.83
01.08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				358,630.83
01.08.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS EN TERRENO NORMAL	m	15,798.30	8.53	134,759.50
01.08.02.02	CORTE CON MAQUINARIA DE PAVIMENTO FLEXIBLE	m	1,250.30	2.66	3,325.80
01.08.02.03	REFINE, NIVELACION Y FONDOS PARA TUBERIA DE AGUA	m	19,747.85	0.80	15,798.28
01.08.02.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS	m	19,747.85	3.34	65,957.82
01.08.02.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m	19,747.85	5.28	104,268.65
01.08.02.06	REPOSICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE	m	1,250.30	27.61	34,520.78
1.08.03	TUBERIAS ACCESORIOS				141,814.76
1.08.03.01	TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 3"	m	3,775.40	17.44	65,842.98
1.08.03.02	TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 2"	m	1,678.60	10.86	18,229.60
01.08.03.03	TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 1"	m	1,646.15	3.70	6,090.76
01.08.03.04	TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 3/4"	m	6,827.70	3.13	21,370.70
01.08.03.05	TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 1/2"	m	5,820.00	2.28	13,269.60
01.08.03.06	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN REDES DE AGUA	m	19,747.85	0.84	16,588.19
01.08.03.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS	gib	1.00	422.93	422.93
01.08.04	INSTALACION DE MEDIDORES				31,679.97
1.08.04.01	SUMINISTRO Y COLOCACION CAJA DE MEDIDOR + MARCO Y TAPA F*F*.30 X .40M.	und	161.00	196.77	31,679.97
01.09	VALVULAS DE CONTROL (13 UND)				3,905.04
01.09.01	TRABAJOS PRELIMINARES				6.79

Presupuesto

Presupuesto

0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA,
SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.Cliente
LugarMUNICIPALIDAD DE LLACANORA
CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA

Costo al

05/10/2014

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
11.09.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4.68	0.22	1.03
11.09.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	4.68	1.23	5.76
11.09.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				152.16
11.09.02.01	EXCAVACION MANUAL	m3	2.81	30.47	85.62
11.09.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	3.51	17.77	62.37
11.09.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	4.68	0.89	4.17
11.09.03	CONCRETO SIMPLE				1,680.06
11.09.03.01	CONCRETO FC=140 KG/CM2	m3	1.56	287.96	449.22
11.09.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS (02 CARAS)	m2	31.20	39.45	1,230.84
11.09.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				258.71
11.09.04.01	TARRAJEO MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	12.48	20.73	258.71
11.09.05	VALVULAS Y ACCESORIOS				238.82
11.09.05.01	VALVULAS Y ACCESORIOS Ø=2"	und	1.00	142.54	142.54
11.09.05.02	VALVULAS Y ACCESORIOS Ø=1"	und	2.00	48.14	96.28
11.09.05.03	VALVULAS Y ACCESORIOS Ø=3/4"	und	10.00	37.65	376.50
11.09.06	VARIOS				1,192.00
11.09.06.01	TAPA METALICA DE 0.40x0.40Mx1/8"	und	13.00	86.95	1,130.35
11.09.06.02	LECHO DE GRAVA	m3	0.21	83.17	17.47
11.09.06.03	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	12.48	3.54	44.18
11.10	VALVULAS DE PURGA (19 UND)				5,323.82
11.10.01	TRABAJOS PRELIMINARES				52.24
11.10.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	33.06	0.13	4.30
11.10.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	33.06	1.45	47.94
11.10.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				263.06
11.10.02.01	EXCAVACION MANUAL	m3	5.13	30.47	156.31
11.10.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	6.41	15.23	97.62
11.10.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	10.26	0.89	9.13
11.10.03	CONCRETO SIMPLE				2,144.13
11.10.03.01	CONCRETO FC=140 KG/CM2	m3	2.24	287.96	645.03
11.10.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS (02 CARAS)	m2	38.00	39.45	1,499.10
11.10.04	TARRAJEO				315.10
11.10.04.01	TARRAJEO MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	15.20	20.73	315.10
11.10.05	VALVULAS Y ACCESORIOS				737.77
11.10.05.01	VALVULAS Y ACCESORIOS Ø=1/2"	und	19.00	38.83	737.77
11.10.06	VARIOS				1,811.52
11.10.06.01	TAPA METALICA DE 0.60x0.60Mx1/8"	und	19.00	86.95	1,652.05
11.10.06.02	LECHO DE GRAVA	m3	0.30	83.17	24.95
11.10.06.03	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	38.00	3.54	134.52
11.11	VALVULAS DE AIRE (03 UND)				850.51
11.11.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1.43
11.11.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1.08	0.22	0.24
11.11.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	1.08	1.10	1.19
11.11.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				27.77
11.11.02.01	EXCAVACION MANUAL	m3	0.54	30.47	16.45
11.11.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	0.68	15.23	10.36
11.11.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	1.08	0.89	0.96
11.11.03	CONCRETO SIMPLE				323.09
11.11.03.01	CONCRETO FC=140 KG/CM2	m3	0.30	287.96	86.39
11.11.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS (02 CARAS)	m2	6.00	39.45	236.70
11.11.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				49.73
11.11.04.01	TARRAJEO MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	2.40	20.72	49.73
11.11.05	VALVULAS Y ACCESORIOS				162.24
11.11.05.01	VALVULAS Y ACCESORIOS 1/2"	und	3.00	54.08	162.24
11.11.06	VARIOS				285.25

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
0701007	MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.				
Cliente	MUNICIPALIDAD DE LLACANORA			Costo al	05/10/2014
Lugar	CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA				
01.11.06.01	TAPA METALICA DE 0.40x0.40Mx1/8"	und	3.00	86.95	260.85
01.11.06.02	LECHO DE GRAVA	m3	0.05	83.17	4.16
01.11.06.03	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	6.00	3.54	21.24
01.12	PILETA DOMICILIARIA CON UN LAVADERO Y UN ESCURRIDERO				75,973.17
01.12.01	CONCRETO SIMPLE				5,279.73
01.12.01.01	CIMIENTO CORRIDO 1:10 +30% PG	m3	21.64	243.98	5,279.73
01.12.02	CONCRETO ARMADO				33,145.31
01.12.02.01	CONCRETO F'C= 175 KG/CM2	m3	29.37	333.10	9,783.15
01.12.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	454.34	39.45	17,923.71
01.12.02.03	ACERO FY= 4200 KG/CM2	kg	1,494.08	3.64	5,438.45
01.12.03	ALBAÑILERIA				3,914.23
01.12.03.01	MURO DE LADRILLO K.K. DE ARCILLA DE SOGA	m2	96.60	40.52	3,914.23
01.12.04	TARRAJEOS				16,303.94
01.12.04.01	TARRAJEO MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	786.49	20.73	16,303.94
01.12.05	VALVULAS Y ACCESORIOS				14,545.79
01.12.05.01	ACCESORIO DE SALIDA DE PILETA	und	161.00	17.06	2,746.66
01.12.05.02	ACCESORIO DE DESAGÜE DE PILETA	und	161.00	23.70	3,815.70
01.12.05.03	ACCESORIO DE LLAVE DE PASO	und	217.00	36.79	7,983.43
01.12.06	VARIOS				2,784.17
01.12.06.01	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	786.49	3.54	2,784.17
02	LETRINA SANITARIA CON ARRASTRE HIDRAULICO CON BIODIGESTOR				690,405.42
02.01	OBRAS PRELIMINARES				1,125.20
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1,004.64	0.22	221.02
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	1,004.64	0.90	904.18
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				27,874.04
02.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	269.19	30.47	8,202.22
02.02.02	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	1,004.64	1.01	1,014.69
02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D _{max} =30m	m3	269.19	17.77	4,783.51
02.02.04	AFIRMADO PARA PISOS E=0.10M	m2	1,179.73	11.76	13,873.62
02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				112,343.46
02.03.01	CIMIENTOS CORRIDOS C.H.1:10+30%P.G. Ø _{max} =6"	m3	205.76	213.27	43,882.44
02.03.02	SOBRECIMIENTO MEZCLA C:H=1:8 + 25% P.M	m3	88.39	235.78	20,840.59
02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO	m2	661.71	40.18	26,587.51
02.03.04	CONCRETO f _c =140 Kg/cm ² EN PISOS PULIDO Y COLOREADO H=0.10	m2	444.36	22.44	9,971.44
02.03.05	CONCRETO, F'C=140KG/CM2 EN VEREDA PUDIDO H=0.10	m2	376.74	17.78	6,698.44
02.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	m2	106.26	41.06	4,363.04
02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				87,808.47
02.04.01	COLUMNAS				52,170.40
02.04.01.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'C=210 KG/CM2	m3	33.04	356.21	11,769.18
02.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	440.50	40.18	17,699.29
02.04.01.03	ACERO PARA COLUMNAS FY=4200 KG/CM2	kg	6,504.85	3.49	22,701.93
02.04.02	VIGAS				35,638.07
02.04.02.01	CONCRETO EN VIGAS F'C=210 KG/CM2	m3	30.21	356.21	10,761.10
02.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	201.41	40.18	8,092.65
02.04.02.03	ACERO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	kg	4,809.26	3.49	16,784.32
02.05	ESTRUCTURAS DE MADERA PARA TECHO				13,994.12
02.05.01	CORREAS DE MADERA 1"X1.5"X11"	und	1,127.00	7.57	8,531.39
02.05.02	VIGUETAS DE MADERA DE 2"X3"X11"	und	483.00	11.31	5,462.73
02.06	COBERTURA				74,116.35
02.06.01	COBERTURA CON TEJA ANDINA DE 0.72X1.14X5mm	und	2,415.00	30.69	74,116.35
02.07	MUROS Y TABIQUES				91,165.85
02.07.01	MURO DE LADRILLO TIPO K.K DE 09x13x24 CM, APAREJO DE SOGA	m2	1,988.35	45.85	91,165.85
02.08	TARRAJEOS				88,004.72
02.08.01	ENLUCIDO Y COLOREADO DE MUROS INTERIORES	m2	1,297.66	22.67	29,417.95

Presupuesto

Presupuesto

0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.

Cliente
Lugar

**MUNICIPALIDAD DE LLACANORA
CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA**

Costo al

05/10/2014

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.08.02	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	m2	982.10	22.67	22,264.21
02.08.03	TARRAJEO DE SUPERFICIE DE COLUMNAS CON CEMENTO-ARENA	m2	220.25	25.87	5,697.87
02.08.04	TARRAJEO DE SUPERFICIE DE VIGAS CON CEMENTO Y ARENA	m2	201.41	23.10	4,652.57
02.08.05	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS.	m	1,263.85	20.55	25,972.12
02.09	CARPINTERIA DE MADERA				62,707.89
02.09.01	PUERTA CONTRAPLACADA PARA LETRINA DE 2.00X0.75M (INCLUYE MARCO, CERRAJERÍA PINTURA E INSTALACIÓN).	und	161.00	255.33	41,108.13
02.09.02	VENTANAS PARA LETRINA DE 0.40X0.75M (INCLUYE MARCO, CERRAJERÍA PINTURA E INSTALACIÓN).	und	161.00	134.16	21,599.76
02.10	VIDRIOS				4,953.61
02.10.01	VIDRIO SEMIDOBLE	p2	623.88	7.94	4,953.61
02.11	PINTURA				20,581.19
02.11.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES -LADRILLO CARAVISTA	m2	1,988.35	6.05	12,029.52
02.11.02	PINTURA LATEX EN MUROS INTERIORES	m2	982.10	6.11	6,000.63
02.11.03	PINTURA LATEX EN COLUMNAS	m2	220.25	6.05	1,332.51
02.11.04	PINTURA LATEX EN VIGAS	m2	201.41	6.05	1,218.53
02.12	INSTALACIONES ELECTRICAS				12,454.96
02.12.01	SALIDA PARA CENTROS DE LUZ C/INTERRUPTOR SIMPLE	pto	161.00	77.36	12,454.96
02.13	INSTALACIONES SANITARIAS				93,275.56
02.13.01	AGUA				11,490.57
02.13.01.01	TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 1/2"	m	1,529.50	2.28	3,487.26
02.13.01.02	SALIDA DE AGUA CON TUBERIA DE PVC-SAP 1/2"	pto	483.00	16.57	8,003.31
02.13.02	DESAGUE				80,292.31
02.13.02.01	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	pza	161.00	110.68	17,819.48
02.13.02.02	LAVATORIO DE PARED BLANCO 1 LLAVE	pza	161.00	89.92	14,477.12
02.13.02.03	SALIDAS DE PVC SAL PARA DESAGUE DE 2"	pto	483.00	24.40	11,785.20
02.13.02.04	SALIDAS DE PVC SAL PARA VENTILACION DE 2"	pto	161.00	18.64	3,001.04
02.13.02.05	SALIDAS DE PVC SAL PARA DESAGUE DE 4"	pto	161.00	42.15	6,786.15
02.13.02.06	TUBERIA PVC SAL 2"	m	2,254.00	4.57	10,300.78
02.13.02.07	TUBERIA PVC SAL 4"	m	805.00	5.13	4,129.65
02.13.02.08	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 12" X 24"	pza	161.00	40.39	6,502.79
02.13.02.09	REGISTROS DE BRONCE DE 4"	pza	161.00	34.10	5,490.10
02.13.03	VARIOS				1,492.68
02.13.03.01	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO	m2	421.66	3.54	1,492.68
02.14	INSTALACIÓN DE BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE				313,051.03
02.14.01	TRABAJOS PRELIMINARES				340.01
02.14.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	212.51	0.22	46.75
02.14.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	212.51	1.38	293.26
02.14.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				105,915.79
02.14.02.01	EXCAVACION MANUAL DE TIERRA COMUN	m3	783.20	30.47	23,864.10
02.14.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	316.49	39.42	12,476.04
02.14.02.03	RELLENO DE ZANJAS DE INFILTRACION CON GRAVA DE 1/2" A 2"	m3	772.80	72.98	56,398.94
02.14.02.04	CAPA PROTECTORA DE PASTICO	m2	1,545.60	3.36	5,193.22
02.14.02.05	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE A 50M	m3	466.71	15.23	7,107.99
02.14.02.06	NIVELACION Y COMPACTACION DE FONDO	m2	983.71	0.89	875.50
02.14.03	INSTALACION DE BIODIGESTOR				206,795.23
02.14.03.01	CONCRETO F'c=100 KG/CM2 - SOLADOS	m3	20.77	218.11	4,530.14
02.14.03.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR 600 LT + ACCESORIOS	pza	157.00	1,016.20	159,543.40
02.14.03.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR 1300 LT + ACCESORIOS	pza	4.00	1,240.59	4,962.36
02.14.03.04	CAJA REGITRO DE LODOS	und	161.00	75.38	12,136.18
02.14.03.05	CAJA DE DISTRUBUCION 12" X 24"	pza	161.00	56.53	9,101.33
02.14.03.06	INSTALACION DE TUBERIA PVC SAL 2"	m	966.00	4.57	4,414.62
02.14.03.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PERFORADA, D=2".	m	2,576.00	4.70	12,107.20
03	FLETE TERRESTRE Y RURAL				47,441.94
03.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	25,487.31	25,487.31

Presupuesto

Presupuesto

0701007 MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SECTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA-CAJAMARCA-CAJAMARCA.

Cliente
Lugar

**MUNICIPALIDAD DE LLACANORA
CAJAMARCA - CAJAMARCA - LLACANORA**

Costo al

05/10/2014

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.02	FLETE RURAL	GLB	1.00	21,954.63	21,954.63
04	PROGRAMACION DE EDUCACION SANITARIA Y CAPACITACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO				13,244.95
04.01	PROGRAMA DE EDUCACION SANITARIA	GLB	1.00	8,518.45	8,518.45
04.02	CAPACITACION EN ADMINISTACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO	GLB	1.00	4,726.50	4,726.50
05	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL				6,200.00
05.01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00	6,200.00	6,200.00
COSTO DIRECTO					1,901,472.79
GASTOS GENERALES					190,890.00
UTILIDAD (5%)					95,073.64
SUB TOTAL					2,187,436.43
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS - IGV (18%)					393,738.56
VALOR REFERENCIAL					2,581,174.99
SUPERVISION Y LIQUIDACION DE OBRA					74,000.00
ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO (1.5%)					38,717.62
PRESUPUESTO TOTAL					2,693,892.61

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

ANEXO 3

CÁLCULO DE LA HORA - HOMBRE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

CÁLCULO DE COSTO HORA - HOMBRE

DESCRIPCIÓN	CATEGORIAS		
	OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
Remuneración Básica del 01.06.2014 al 31.05.2015	55.60	46.50	41.50
Total de Beneficios Leyes Sociales sobre la Remuneración Básica.	65.52	54.68	48.80
Operario 117.84%			
Oficial 117.60%			
Peón 117.60%			
Bonificación Unificada de Construcción (BUC)	17.79	13.95	12.45
*Seguro de Vida ESSALUD - Vida (S/.5.00/mes)	0.17	0.17	0.17
Bonificación Movilidad Acumulada (Res. Directoral N° 777-87-DR-LIM del 08.07.87)	0.00	0.00	0.00
Overol (Res. Direc. N° 777-87-DR-LIM de 08.07.87) (2 x S/.90.00)/302	0.60	0.60	0.60
Total por día de 8 horas	139.68	115.90	103.52
Costo de Hora Hombre (HH)	17.46	14.49	12.94

* No se considera el precio de movilidad de transporte en zona rural.

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y la Federación de Trabajadores en construcción Civil del Perú (FTCCP) Mediante Resolución Ministerial N°132-2014-TR, de fecha 1 de agosto, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE).

ANEXO 4

DEDUCCIÓN DE GASTOS GENERALES

DEDUCION DE GASTOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SERCTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

LUGAR: YANAMARCA - LLACANORA - CAJAMARCA

PROYECTISTA : Bach. PAJARES DÍAZ, Melchor

COSTO DIRECTO DE LA OBRA GASTOS GENERALES S/. 1,896,409.26

1.- GASTOS GENERALES FIJOS - NO RELACIONADOS CON EL TIEMPO DE EJECUCION DE OBRA 2.27 % C.D

1.1.- EQUIPO Y MOBILIARIO DE CAMPAMENTO

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Equipo y Mobiliario de oficina (Incl. Transporte)	VEZ		1	1	3000.00	3000.00	
Otros	VEZ		1	1	500.00	500.00	
							3500.00

1.2.- GASTOS DE LICITACION Y CONTRATACION

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Gastos de convocatoria de personal Tecnico	EST			1	200.00	200.00	
Gastos de adquisición de bases	EST			1	50.00	50.00	
Visita al lugar de obra(Incl.viaticos)	EST			2	500.00	1000.00	
Gatos notariales	EST			1	200.00	200.00	
Gastos en la elaboracion de la propuesta	EST			1	2000.00	2000.00	
Gastos de entrega de obra (replanteo, etc.)	EST			1	2000.00	2000.00	
							5450.00

1.3.- GASTOS FINANCIEROS Y SEGUROS

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Carta fianza por adelanto	EST		0.10	5	18,964.09	9,482.05	
Carta fianza por validez de oferta	EST		0.05	5	18,964.09	4,741.02	
Carta fianza por fiel cumplimiento	EST		0.10	5	18,964.09	9,482.05	
Seguros	EST		0.10	5	18,964.09	9,482.05	
							33190.00

DEDUCCION DE GASTOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SERCTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

LUGAR: YANAMARCA - LLACANORA - CAJAMARCA

PROYECTISTA : Bach. PAJARES DÍAZ, Melchor

GASTOS GENERALES**1.4.- GASTOS DIVERSOS**

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Movilizacion de personal a obra	EST		1		500.00	500.00	
Otros	EST		1		500.00	500.00	
							1000.00

2.- GASTOS GENERALES VARIABLES - RELACIONADOS CON EL TIEMPO DE EJECUCION DE OBRA**7.79 % C.D****2.1.-PERSONAL TECNICO Y AUXILIAR**

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
RESIDENTE DE OBRA	MES	1	1.00	6	5000.00	30000.00	
ASISTENTE DE ING. RESIDENTE	MES	1	1.00	5	3000.00	15000.00	
MAESTRO DE OBRA	MES	1	1.00	5	2500.00	12500.00	
CONTADOR	MES	1	0.50	5	2000.00	5000.00	
ELECTRICISTA	MES	1	1.00	5	3000.00	15000.00	
TOPOGRAFO	MES	1	1.00	5	2500.00	12500.00	
ALMACENERO	MES	1	1.00	5	800.00	4000.00	
GUARDIAN	MES	1	1.00	5	800.00	4000.00	
							98000.00

2.3.- ALQUILER DE EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Alquiler de SSHH portátiles	MES		1	5	350.00	1750.00	
Alquiler de Camioneta	MES		1	5	2500.00	12500.00	
Alquiler de Computadoras	MES		1	5	500.00	2500.00	
Equipo básico para ensayos	GLB		1	5	500.00	500.00	
Otros	MES		1	5	500.00	2500.00	
							17250.00

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

Proyecto Profesional

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

DEDUCCION DE GASTOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SERCTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

LUGAR: YANAMARCA - LLACANORA - CAJAMARCA

PROYECTISTA : Bach. PAJARES DÍAZ, Melchor

GASTOS GENERALES

2.4.- ENSAYOS DE LABORATORIO

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Diseño de mezclas	MES		1	5	500.00	2500.00	
Rotura de probetas	MES		1	5	1000.00	5000.00	
Otros ensayos	MES		1	5	500.00	2500.00	
							10000.00

2.5.- GASTOS VARIOS

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Utiles de oficina y dibujo	GLB		1	5	500.00	500.00	
Gastos administrativos	MES		1	5	500.00	2500.00	
Pago por servicios (agua, luz)	MES		1	5	100.00	500.00	
Mantenimiento de campamento	MES		1	5	200.00	1000.00	
Caja chica oficina central	MES		1	5	1000.00	5000.00	
							9500.00

2.6.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Implementos de seguridad	GLB	1	1	5	8000.00	8000.00	
Botiquin	GLB	1	1	5	1000.00	5000.00	
							13000.00

RESUMEN	PARCIAL	% INC
GASTOS GENERALES FIJOS	43140.00	2.27%
GASTOS GENERALES VARIABLES	147750.00	7.79%
TOTAL DE GASTOS GENERALES	190,890.00	10.066%

ANEXO 5

GASTOS DE SUPERVISIÓN Y LIQUIDACIÓN

DEDUCCIÓN DE GASTOS SUPERVISIÓN Y LIQUIDACIÓN

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERÍO YANAMARCA, SERCTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

LUGAR: YANAMARCA - LLACANORA - CAJAMARCA

PROYECTISTA: Bach. PAJARES DÍAZ, Melchor

SUPERVISION Y LIQUIDACION							
VALOR REFERENCIAL						S/.	2,574,901.27
Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	TOTAL
Ingeniero Supervisor de Obra	MES	1	1	6	5000	30000	
Asistente Supervisor de Obra	MES	1	1	6	3000	18000	
Ingeniero Liquidador	MES	1	1	1	3500	3500	
Movilidad + Combustible y Viáticos	MES	1	1	5	1000	5000	
Pruebas de Control de Calidad	MES	1	1	5	1000	5000	
Impresiones	MES	1	1	5	500	2500	
Gastos Financieros y Otros	MES	1	1	5	2000	10000	
SUPERVISIÓN Y LIQUIDACIÓN							

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

ANEXO 6

CÁLCULO DE FLETE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

CÁLCULO DEL FLETE

Proyecto: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SERCTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA
Lugar: YANAMARCA - LLACANORA - CAJAMARCA
Proyectista: Bach. PAJARES DÍAZ, Melchor

A.- POR PESO

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	PESO UNIT.	PESO TOTAL
ALAMBRE, FIERRO, CLAVOS, ETC.	KG.			19,100.29
AGREGADOS (TODO COSTO)	M3			0.00
CEMENTO	KG.			176,884.15
MADERA	P2			25,584.44
PINTURAS	GLN.			610.60
TUBERIAS	M			32,129.00
CARPINTERIA	KG.			3,732.00
LADRILLO	UND			614,290.60
TEJA ANDINA	PLN			17,255.00
REJILLA Y CANALETAS	M			9.00
VIDRIOS	P2			179.03
OTROS	KG.			6,000.00
PESO TOTAL				895,774.11

B.- POR VOLUMEN EN AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CON IGV	SIN IGV
ARENA FINA	M3	98.95	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3	68.63	
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3	47.19	
PIEDRA MEDIANA DE 4"	M3	27.82	
PIEDRA GRANDE DE 6"	M3	85.28	
GRAVA GRUESA	M3	0.44	
GRAVA DE 1/2" A 2"	M3	811.44	
AFIRMADO	M3	451.65	
ARENA GRUESA	M3	156.00	
ARENA GRUESA DE CERRO PARA CAMA DE A	M3	1,527.74	
VOLUMEN TOTAL		3,275.14	0.00

CAPACIDAD DEL CAMIÓN (M3)	15.00
NÚMERO DE VIAJES	218.34
REDONDEO	219.00

Nota:

Los precios de los agregados son cotizados puestos en obra, los precios cotizados no incluyen IGV, además los agregados sólo llegan a borde de carretera.

EN TUBERÍA

CAPACIDAD DEL CAMIÓN EN TUBOS / VIAJE		ML	Nº de Tubos	Nº de viajes	
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 1/2"	7279	m	8,630.00	1,726.00	0.24
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 1"	3360	m	1,696.00	339.20	0.10
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 3/4"	4950	m	7,033.00	1,406.60	0.28
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 3"	1200	m	4,541.00	908.20	0.76
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 2"	1657	m	1,729.00	345.80	0.21
TUBO PVC SAP 4" X 5 M	750	m	2.00	0.40	0.00
TUBERIA PVC SAL 4"	750	m	692.00	230.67	0.31
TUBERIA PVC SAL 2"	1657	m	7,783.00	2,594.33	1.57
BIDIGESTORES	12	UND	12.00	12.00	0.30
			Nº TOTAL DE VIAJES	3.77	
			REDONDEO	4.00	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"

CÁLCULO DEL FLETE

Proyecto: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL CASERIO YANAMARCA, SERCTOR INGAPILA, DISTRITO DE LLACANORA - CAJAMARCA

Lugar: YANAMARCA - LLACANORA - CAJAMARCA

1.- FLETE TERRESTRE

UNIDAD DE TRANSPORTE	
CAPACIDAD DEL CAMION (M3)	15.00
COSTO POR VIAJE S/. (incluye carga y descarga)	400.00
CAPACIDAD DEL CAMION (KG)	15,000.00
NÚMERO DE VIAJES	4.00
FLETE POR KG	0.027

FLETE POR PESO	S/.	23,887.31
FLETE POR VOLUMEN	S/.	
AGREGADOS		87,600.00
TUBERÍA		1,600.00
COSTO TOTAL FLETE TERRESTRE		113,087.31

2.- FLETE RURAL

MATERIAL	UNIDAD	CAPAC. VOLQUETE	M3/viaje	CANTIDAD POR VIAJE	PRECIO	PRECIO TOTAL
ARENA FINA	m3	98.95	0.04	2473.75	0.25	618.44
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	68.63	0.04	1715.75	0.25	428.94
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3	47.19	0.04	1179.75	0.25	294.94
PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3	27.82	0.04	695.50	0.25	173.88
PIEDRA GRANDE DE 6"	m3	85.28	0.04	2132.00	0.25	533.00
GRAVA GRUESA	m3	0.44	0.04	11.00	0.25	2.75
GRAVA DE 1/2" A 2"	m3	811.44	0.04	20286.00	0.25	5071.50
AFIRMADO	m3	451.65	0.04	11291.25	0.25	2822.81
ARENA GRUESA	m3	156.00	0.04	3900.00	0.25	975.00
ARENA GRUESA DE CERRO PARA CA	m3	1527.74	0.04	38193.50	0.25	9548.38
						20469.63

MATERIAL	UNIDAD	CAPAC. VOLQUETE	N° TUB/BIO	CANTIDAD POR VIAJE	PRECIO	PRECIO TOTAL
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 1/2"	m	7,279.00	1455.8	98.00	3	294.00
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 1"	m	3,360.00	672	45.00	3	135.00
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 3/4"	m	4,950.00	990	66.00	3	198.00
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 3"	m	1,200.00	240	16.00	3	48.00
TUBERIA PVC SAP CLASE 7.5, 2"	m	1,657.00	331.4	23.00	3	69.00
TUBO PVC SAP 4" X 5 M	m	750.00	150	10.00	3	30.00
TUBERIA PVC SAL 4"	m	750.00	150	10.00	3	30.00
TUBERIA PVC SAL 2"	m	1,657.00	331.4	23.00	3	69.00
BIDIGESTORES	Und	12.00	12.00	12.00	3	36.00
						909.00

MATERIAL	UNIDAD	CAPAC. VOLQUETE	kg/viaje	CANTIDAD POR VIAJE	PRECIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO	KG.	176,884.15	4211.53	42.00	3	126.00
LADRILLO	und	614,290.60	40952.71	15.00	3	45.00
ALAMBRE, FIERRO, CLAVOS, ETC.	KG.	19,100.29	1273.35	15.00	3	45.00
MADERA	P2	25,584.44	1023.38	25.00	3	75.00
PINTURAS	GLN.	610.60	30.53	20.00	3	60.00
CARPINTERIA	KG.	3,732.00	186.60	20.00	3	60.00
LADRILLO	UND	614,290.60	40952.71	15.00	3	45.00
TEJA ANDINA	PLN	17,255.00	4313.75	4.00	3	12.00
REJILLA Y CANALETAS	M	9.00	1.50	6.00	3	18.00
VIDRIOS	P2	179.03	35.81	5.00	3	15.00
OTROS	KG.	6,000.00	240.00	25.00	3	75.00
						576.00

COSTO TOTAL FLETE RURAL S/. 21,954.63

ANEXO 7

**PLAN ESTRATÉGICO DE
ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO (AOM)**

INDICE DEL CONTENIDO

- I. RESUMEN
- II. INTRODUCCIÓN
- III. JUSTIFICACIÓN
- IV. OBJETIVOS
- V. DEFINICIONES FUNDAMENTALES
- VI. PARTES QUE COMPONEN UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.
- VII. COMPORTAMIENTOS DESEABLES
- VIII. FACTORES CLAVES DE ÉXITO
- IX. PLAN DE ACCIÓN
- X. IMPORTANCIA DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.
- XI. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.
- XII. CAPACITACIÓN DE LA COMUNIDAD.
- XIII. DISPOSICIONES FINALES.

I. RESUMEN

El presente plan pretende establecer la base teórica y las líneas de actuación que guían las intervenciones de la JASS o comunidad en su conjunto en la aplicación de la política, administración y mantenimiento del sistema de Agua Potable en la Zona Rural.

Las acciones realizadas por este Programa tienen una visión integral para la conservación del sistema y el funcionamiento eficaz y de durabilidad de la vida útil para el cual se diseñó, en el que la gente es el centro de todas las acciones y la protagonista de su propio desarrollo. Se realiza una labor de acompañamiento y facilitación de creación de capacidades en la población de la comunidad y de creación de oportunidades. Se potencia su capacidad de agencia en la resolución de los problemas que deben enfrentar para operar y administrar el sistemas de forma que, sean capaces de ser autónomos en la resolución las posibles contingencias.

II. INTRODUCCIÓN

Este documento tiene especial aplicación en la comunidad donde se va a realizar el proyecto denominado Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca-Sector Ingapila, Distrito de Llacanora - Cajamarca - Cajamarca.

La mayoría de los proyectos de agua duran poco tiempo, por descuidos en la operación y mantenimiento del sistema, pero también se debe al desconocimiento por parte de la Junta administradora de servicios de saneamiento del proyecto y Directiva o poco apoyo de la población beneficiada ya que no cuentan con un financiamiento para la sostenibilidad del mismo.

Lo que se pretende con este módulo es proporcionar a los miembros de las Juntas Directivas los conocimientos básicos para que dentro de la misma comunidad exista la capacidad para dar un mantenimiento adecuado al proyecto de agua, y que este tenga la vida útil para lo cual fue diseñado.

Así también es importante que las personas que integran la comunidad tengan la capacidad, y estén conscientes de que es importante para una adecuada operación del sistema de agua, el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua de la comunidad.

Es así como se hace una amplia descripción de las partes que conforman un sistema de agua, haciendo mayor énfasis en los sistemas por gravedad y bombeo y las actividades de mantenimiento que cada una de las partes del sistema necesitan.

III. JUSTIFICACIÓN

Se plantea la gestión de los sistemas por parte de la misma comunidad. La pertenencia a la comunidad de los responsables de la gestión crea un compromiso con el correcto funcionamiento de los sistemas. Cuando el servicio se ve suspendido por cualquier motivo, los pobladores tienen unos responsables claros y cercanos a los que acudir en busca de soluciones que, a su vez, son personas que se ven afectadas por esta carencia.

El hacer a los comunitarios actores de su propio destino, eliminando dependencias externas produce también un aumento de la autoestima que les capacita para emprender otras acciones en procura de un aumento de su calidad de vida. Aumenta su "libertad", entendido como carencia de limitaciones.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general:

Proporcionar los conocimientos básicos para la administración, operación y mantenimiento de un sistema de agua para lograr la prolongación de la vida útil de los proyectos de agua.

Objetivos específicos:

Que los participantes:

- Conozcan los diferentes sistemas de abastecimiento de agua.
- Conozcan las partes de un sistema de agua.
- Manejen la administración, operaciones de mantenimiento preventivo y las actividades de mantenimiento correctivo.
- Conozcan y utilicen las herramientas básicas para la labor y mantenimiento de su proyecto.
- Que operen un plan de trabajo sobre el mantenimiento del sistema de agua.

V. DEFINICIONES FUNDAMENTALES

¿Qué es un sistema de abastecimiento de agua?

Un sistema de abastecimiento de agua se compone por las diferentes partes, componentes, actividades y operaciones técnicas que permiten el abastecimiento de agua a una población determinada.

Para el presente proyecto el sistema será por gravedad solamente la red de distribución, es decir, desde el reservorio a cada domicilio beneficiado y el resto del sistema será por bombeo.

a) Sistema de abastecimiento de agua por bombeo:

El sistema por bombeo es cuando la fuente se encuentra en un nivel más bajo que la comunidad, por lo tanto se hace necesario elevar el agua a un nivel más alto, en donde se ubican los tanques de almacenamiento (reservorio) y distribución para que luego el agua llegue por gravedad a los distintos sectores de la comunidad.

Los sistemas de abastecimiento de agua por bombeo pueden ser de dos tipos:

- Con bomba eléctrica
- Con motor de gasolina o diesel.

En el presente proyecto se utilizarán bombas marca HIDROSTAL modelo C11/2x2, con velocidad de 3500 R.P.M., potencia 5.7 HP, frecuencia de red de 60 Hz, fase 3, Voltaje 380 V.

VI. PARTES QUE COMPONEN UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:

1. Captaciones:

Las captaciones tienen el fin de recoger el agua para llevarla a un tanque de almacenamiento o directamente al sistema de distribución. Las captaciones varían en su forma de construcción, bien por la topografía del terreno o por el tipo de sistema, por lo que pueden ser: captaciones abiertas o cerradas.

En el proyecto elaborado se trata de una captación cerrada de la cual se capta el agua y se lleva mediante una tubería de 1 1/2" a un tanque cisterna de 40 m³.

2. Línea de conducción.

Es la red de cañería o tubería, que transporta el agua de la captación a un tanque de almacenamiento.

Línea de impulsión: Es el tramo de tubería que une al cisterna con el tanque de almacenamiento, donde el tanque está a una altura mayor que la cisterna, pues es un sistema por bombeo.

3. Tanque de almacenamiento o reservorio:

Llamado también tanque de distribución, que sirve para almacenar el agua y poderla distribuir a toda la comunidad. Se construyen en la parte más alta de la comunidad para que así el agua

baje por gravedad. Algunos tanques se construyen sobre la superficie del terreno otros sobre torres de concreto o de estructura metálica, a fin de elevarlos para que el agua alcance una altura adecuada para su distribución.

El tanque o depósito asegura que exista suficiente cantidad de agua en horas de mayor demanda, además sirve para tener reserva de agua al existir algún problema en la línea de conducción.

4. Sistema de clorado:

Es un tanque pequeño que se construye generalmente encima del tanque de almacenamiento, en el cual se introduce la solución madre del cloro, la cual se utilizará para desinfectar el agua contenida en el tanque. En el presente proyecto se ha considerado un sistema de cloración denominado dosador mecánico por goteo, el cual consta de un tanque de polietileno en donde se realiza la cloración de acuerdo a la capacidad de agua del reservorio.

5. Red de distribución:

Es la tubería que va desde el reservorio hasta las conexiones domiciliarias. La red de distribución la forman tuberías de menor diámetro

6. Conexión domiciliaria:

Es la parte final de un sistema de abastecimiento. Consta de un tramo de tubería que une la red de distribución con la llave o chorro del domicilio.

7. Válvulas:

Son dispositivos mecánicos de control que se utilizan tanto para cerrar, abrir o regular el flujo del agua.

LA PARTICIPACIÓN Y GESTIÓN COMUNITARIA

El objetivo del proceso de movilización comunitaria es que la comunidad asuma el papel de agente y protagonista de su propio desarrollo. Para ello es preciso crear las capacidades en la gente que les permita asumir con éxito esta labor y las oportunidades para ponerlas en práctica.

Es preciso romper el concepto de "externalidad" que aqueja en muchas ocasiones a las capas más desfavorecidas de la población, según el cual la solución de sus problemas se encuentra siempre en agentes externos, que de forma desinteresada o, a veces no tanto, como los políticos en campaña, acuden a resolver sus problemas. Este concepto de externalidad no es gratuito y proviene de la extrema indefensión y la carencia de capacidades en que un sistema

de inequidades les ha sumido. La actuación no puede ser, por tanto meramente asistencialista, ya que, si bien resuelve a corto plazo carencias básicas de la población, dejaría intactas las condiciones que han permitido que se dé esta situación.

Este proceso debe centrarse en la gente. No sólo se debe proveer de capacidades a la población para que sepa como desempeñarse en un Comité o cómo operar una bomba de agua sino desarrollar también la confianza en sí misma y el compromiso necesario para que el esfuerzo en el sector sea constante y responsable. *Sólo cuando se alcancen estos objetivos se habrá garantizado la sostenibilidad del sistema.* Es preciso cambiar el concepto que se tenía hasta ahora de población beneficiaria por participantes principales de los proyectos a ejecutar.

La idea de gestión comunitaria alude a la capacidad que tiene la comunidad para controlar el desarrollo de su sistemas de agua, o de ejercer una influencia decisiva. La gestión comunitaria se basa en tres componentes básicos: responsabilidad, autoridad y control

El proceso debe centrarse en la gente. Por eso es importante que **la comunidad participe desde un inicio en todas las actividades del proyecto.** Es preciso explicar las implicaciones que para ellos va a tener el asumir la gestión del mismo y tener el compromiso de todas y cada una de las familias afectadas en el proceso que se llevará a cabo. Deben comprometerse a participar activamente en las actividades de capacitación, asambleas en las que se tomarán las decisiones que afectarán al desarrollo del proyecto, facilitar el acopio de materiales de forma segura, controlar la calidad de la construcción de las infraestructuras (tubos enterrados a la profundidad adecuada, cama de arena para asentarlos...) posibilitar los accesos y el terrenos necesarios para la construcción de las infraestructuras. etc.

VII. COMPORTAMIENTO DESEABLES

1. Valorar la producción de agua potable

Los usuarios del servicio, mediante la información y el proceso de toma de conciencia referente al esfuerzo requerido para el funcionamiento y la administración de los servicios; participarán activa y directamente en el análisis de la problemática, la propuesta de alternativas de solución y la toma de decisiones respecto a la responsabilidad frente a la rehabilitación, funcionamiento posterior y sostenibilidad de los servicios.

Mediante el proceso de capacitación y sensibilización, irán despejando el mito de que el agua es producida por Dios y que no tiene un costo alguno en su producción. Deben revertirse estas ideas para asumir la posición firme de que el agua es un bien económico y que tiene un costo para su producción y funcionamiento de las instalaciones.

2. Voluntad de pago por consumo de agua potable

Con el conocimiento real de los costos que origina la producción de agua segura para la provisión a la población, los usuarios deberán asumir el firme compromiso del aporte económico mensual justo, cuya recaudación periódica cubra el costo que originan las actividades de administración.

3. Control y fiscalización en la administración del sistema.

La población de manera organizada, debe ejercer permanente la fiscalización hacia la labor de los encargados de la administración, operación y mantenimiento del SAP, con el objeto de que la responsabilidad que ellos asuman; asegure, la producción de agua de calidad para el consumo doméstico, el funcionamiento del servicio durante las 24 horas al día para todos los sectores de la población, y que el manejo económico administrativo sea lo suficientemente transparente capaz de mantener informada y con credibilidad a la población.

4. Población organizada

La organización de la población debe constituirse en una responsabilidad ineludible de parte de los usuarios, el comité o junta o JASS debidamente legalizada debe ser el espacio de análisis permanente sobre la problemática y el futuro de los servicios; además debe constituirse en el soporte fundamental para la toma de decisiones.

La población organizada será la responsable directa de controlar el funcionamiento de la unidad de gestión que será definida por los propios usuarios.

5. Uso racional del agua

Los usuarios de manera informada y con pleno conocimiento, tomarán la decisión de hacer del agua un elemento de utilización y manejo racional; toda vez que al margen del costo de producción para la obtención de agua potable, el buen uso, es la condición sine qua non para el abastecimiento normal a la población.

6. Valorar la producción de agua potable

Los usuarios del servicio, mediante la información y el proceso de toma de conciencia referente al esfuerzo requerido para el funcionamiento y la administración de los servicios; participarán activa y directamente en el análisis de la problemática, la propuesta de alternativas de solución y la toma de decisiones respecto a la responsabilidad frente a la rehabilitación, funcionamiento posterior y sostenibilidad de los servicios.

VIII. FACTORES CLAVES DE ÉXITO

1. Intervención integral

La concepción de intervenir en proyectos de agua potable y saneamiento, es apostar no únicamente por la construcción de estructuras de buena calidad, con el aporte de la mano de obra no calificada o con financiamiento para ésta; la intervención integral consiste básicamente en el desarrollo de capacidades de las personas como sujetos de cambio, capaces de dar continuidad al funcionamiento de los servicios convirtiéndose al mismo tiempo en entes responsables directos, de experimentar cambios sanitarios positivos dirigidos a mejorar las condiciones de vida y salud en la población. En este sentido, complementariamente al mejoramiento de la infraestructura, se realizará la capacitación para la operación, mantenimiento y uso racional del agua además de la adecuación de los comportamientos sanitarios en la población, desde lo que es el uso racional del agua

2. Capacitación acorde a la realidad socio cultural de la población

Los procesos y programas de capacitación estarán dirigidos a mantener informada a la población, que ésta se mantenga motivada y esté dispuesta a participar en todas las actividades del proyecto, más allá de solamente la rehabilitación del sistema de agua potable.

El programa de capacitación deberá dirigirse a públicos diversos, orientando la metodología y la adaptación de los contenidos a cada uno de ellos.

3. Capacitación técnica

Este proceso contará con un público seleccionado, el cual estará conformado por las personas que estén dispuestas a formarse y estén en condiciones, en materia de operación y mantenimiento del sistema de agua potable, incluyendo reparación y mantenimiento de conexiones domiciliarias y trabajos básicos de operatividad de desagües.

4. Capacitación administrativa.

Estará dirigida básicamente a la unidad de gestión en todos los aspectos de manejo administrativo, contable y de manejo de la logística respectiva.

5. Determinación del modelo de gestión

La gestión para el funcionamiento de los servicios de saneamiento, se constituye en la variable fundamental de éxito para la sostenibilidad; en efecto, la población debidamente informada debe determinar el modelo de gestión. Se deberá fomentar espacios de información sobre forma de funcionamiento de cada modelo; pero en cualquiera de los casos deberá conocer que es necesaria su participación en la toma de decisiones para el futuro.

6. Implementación del sistema de medición

El sistema de micro medición es la propuesta capaz de regular un acceso con equidad al servicio de agua por parte de los usuarios, con lo que se podrá lograr el abastecimiento durante las 24 horas al día y durante todos los días del mes; además evitará el uso incontrolado del agua por parte de algunos usuarios que por muchos años han estado acostumbrados a utilizarla en actividades no domésticas; por consiguiente han causado durante muchos años desabastecimiento permanente en la población.

7. El seguimiento

Es un factor importante para la sostenibilidad de los logros alcanzados con la intervención del proyecto; consistente en la evaluación periódica del funcionamiento de los servicios de saneamiento, la responsabilidad de los usuarios, el funcionamiento de la unidad de gestión (JASS), el control ciudadano y de los comportamientos sanitarios en la población.

8. Determinación de la cuota mensual

Este factor es de suma importancia, debe determinarse la cuota mensual como aporte ineludible de parte de los usuarios para solventar la operatividad de los servicios de saneamiento; deberá conseguirse la aceptabilidad mediante las actividades de información y sensibilización; cuyo monto del aporte deberá ser coherente con los requerimientos del SAP incluyendo además los costos de reposición.

IX. PLAN DE ACCIÓN

1. Comunicacional

Se realizará capacitaciones con profesionales a toda la comunidad que sirvan para hacer reflexionar a los usuarios sobre la problemática del agua y la escasez artificial que se viene produciendo; así como las alternativas de solución con la participación activa y decidida de la población.

La sensibilización será uno de los objetivos a lograr; para lo cual se elaborarán programas de información y reflexión; podrán formalizarse sesiones por sectores de la población o reuniones ampliadas donde se trabaje con técnicas educativas según sea el grupo objetivo.

2. Educativa

Se realizarán sesiones de capacitación con diferentes sectores de la población tomando algunos aspectos que sean compatibles en los grupos, siendo flexibles para la búsqueda de los momentos más oportunos para las reuniones. La capacitación estará adaptada al grupo objetivo

con el cual se trabaje, considerando para el caso la metodología y los contenidos temáticos adecuados.

3. Desarrollo de habilidades y destrezas

Dirigido al adiestramiento técnico para el funcionamiento del sistema de agua potable y a la capacitación en la gestión de los servicios de saneamiento, dirigido igualmente a los grupos seleccionados para tales fines.

X. IMPORTANCIA DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

El sistema de agua se puede comparar con una máquina en que el buen funcionamiento depende de que cada una de sus partes funcione bien. No es solo un sistema de tubería por donde entra, pasa y sale el agua en las conexiones. Existen tres razones importantes para efectuar la operación.

La cantidad y calidad del agua de las fuentes, sean estas de lagos, laguna, ríos o aguas subterráneas, (para nuestro caso son aguas subterráneas por que la fuente son manantiales) constituye el primer factor para el buen funcionamiento del sistema, cuidar las fuentes y captar el agua constituye la base fundamental del sistema.

Un tanque lleno es la primera condición para que llegue hasta los lugares más altos y apartados de la comunidad.

La presión del agua se logra con el manejo de válvulas. El abrir o cerrar válvulas permiten que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que el agua llegue a todas las conexiones del sistema, tanto en los lugares bajos como altos.

XI. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA:

Existen dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Correctivo.

a) Mantenimiento Preventivo:

Se entenderá como mantenimiento preventivo todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua, éste se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

RECOMENDACIONES PARA DAR MANTENIMIENTO A ALGUNAS PARTES DEL SISTEMA.

En la captación de la fuente: Durante el invierno, se recomienda visitar la fuente de agua una vez al mes, esto se hará para detectar desperfectos y el estado de limpieza de la misma y para corregir algún problema encontrado. Se limpiará la fuente de maleza y vegetación, tierra, piedra o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación del agua.

El tanque de captación deberá revisarse a cada dos meses teniendo cuidado que no existan rajaduras, filtraciones y que las tapaderas de visita estén en su respectivo lugar y en buen estado. Si existiera empozamiento de agua, deberá hacer canales de desagüe para drenar el agua y evitar contaminación. Al notar derrumbes o deslaves que afecten el tanque de captación o de almacenamiento el Comité deberá de actuar de forma inmediata.

Revisión de la Línea de Conducción (impulsión)

- Observar si hay deslizamiento o hundimiento de la tierra.
- Ver si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.
- Abrir las válvulas de purga de lodo para evitar los sedimentos existentes.
- Verificar el buen estado y funcionamiento del flotador, de tal manera que permita la entrada de agua.

Revisión de válvulas:

- Revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las válvulas lentamente para evitar daño a la tubería debido a las altas presiones.
- Observar que no haya fuga ruptura o falta de limpiezas, si existieran deben separarse o cambiarse.

Esta actividad se puede hacer cada tres meses.

Revisión al Tanque de Distribución:

- Es importante realizar inspecciones cada tres meses y observar que el tanque no tenga grietas o filtraciones
- Revisar que la escalera que conduce a la parte superior, se encuentre en buenas condiciones.
- Inspeccionar que la tapa de visita esté en buenas condiciones.
- Verificar que el tanque esté limpio y con suficiente agua.

- Vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución se encuentren en buen estado.

b) Mantenimiento Correctivo:

Como mantenimiento correctivo se entiende todas aquellas acciones que se ejecuten para reparar daños en el equipo e instalaciones ya sean estos causados por accidentes o deterioro a causa del uso, dentro del mantenimiento correctivo se encuentran:

Reparaciones de tubería de PVC:

Si en la tubería de PVC existe fuga, hay que excavar 2 metros a la izquierda y 2 metros a la derecha, y luego hacer un niple con un traslape de 2 pulgadas e eliminar el agua de la zanja y tubería (trabajar en seco), esperar media hora para hacer circular el agua y probar las presión en las uniones. Herramientas básicas para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua: palas, piochas, marcos para sierra, sierra para metales, llaves cangrejo de 18 pulgadas, llaves inglesa de 18 pulgadas, tenazas, carretillas, tarrajas, martillo.

PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

1. Objetivo

Establecer procedimientos mínimos para la adecuada operación y mantenimiento de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua.

2. Definiciones

- Operación: Conjunto de acciones que se efectúan para poner en funcionamiento a todos los componentes o partes de un sistema de agua potable.
- Mantenimiento: Acciones permanentes que se realizan con la finalidad de conservar un adecuado estado de funcionamiento de los componentes o partes del sistema.
- Mantenimiento prevenido: Es aquel que se realiza con una frecuencia determinada con la finalidad de prevenir y evitar daños al sistema
- Mantenimiento correctivo: Consiste en las acciones que se efectúan para reparar daños o reponer piezas deterioradas por el uso.
- Operador: Persona calificada responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de agua potable.

3. Alcance

La presente guía se aplicará en la operación y mantenimiento de sistemas rurales de abastecimiento de agua, que son administradas por las propias comunidades a través de las juntas administradoras o las entidades comunales afines.

4. Disposiciones generales

- a) Se debe garantizar una buena administración, operación y mantenimiento del sistema, para lograr que el agua que se consuma sea de buena calidad, que se tenga un servicio continuo y en la cantidad necesaria.
- b) La junta administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), es la responsable de la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
- c) El operador designado por la JASS es la persona calificada y responsable de la adecuada operación y mantenimiento del sistema.
- d) Durante la ejecución de la obra se debe capacitar a los usuarios en el uso y mantenimiento preventivo del servicio y sus partes, con el fin de reducir la posibilidad del mantenimiento correctivo.
- e) Si para efectuar actividades de mantenimiento se requiere interrumpir el servicio, se debe comunicar a los usuarios el periodo de la interrupción para que puedan tomar las precauciones necesarias en cuanto a provisión de agua.

5. Herramientas y materiales

Las herramientas y materiales necesarios para la operación y mantenimiento de la red de distribución generalmente son los siguientes:

Herramientas y utensilios

- Llaves de dado para válvulas de red
- Llaves de boca
- Escofina
- Plano de replanteo
- Guantes

Materiales

- Tuberías
- Accesorios

- Pegamento
- Hipoclorito (para desinfección)

6. Operación

Para poner en operación la red de distribución se deberá abrir la válvula de salida del reservorio a la red y las válvulas de purga. Una vez que salga el agua por las válvulas de purga, se deberá cerrarlas.

7. Mantenimiento

Es necesario informar a la población que mientras se realicen los procesos de limpieza y desinfección de la red de distribución no se dispondrá del servicio. Para tal fin se procederá a cerrar las válvulas de paso de las conexiones domiciliarias como medida de precaución.

De preferencia, se deberá realizar las tareas de limpieza en horarios que no causen incomodidad al usuario.

8. Cámaras rompe-presión

Cuando existe bastante desnivel en la red de distribución existen cámaras rompe presión; por lo tanto, la limpieza y desinfección se iniciará en la cámara más cercana al reservorio. El chequeo periódico del nivel del rebose y la inspección del estado de conservación de la estructura constituyen las acciones de mantenimiento preventivo y el cambio o reparación de las fallas observadas. Si observa fuga por el tubo de desagüe, se deberá revisar la empaquetadura de la válvula flotadora y se deberá cambiar si fuera necesario.

En cada una de estas estructuras realizaremos las siguientes actividades:

- a) Limpieza exterior, retirando las piedras y malezas de la zona aledaña.
- b) Abrir las tapas y verificar el estado de las paredes interiores y los accesorios.
- c) Abrir la válvula de ingreso a la cámara rompe-presión y retirar el cono de rebose.
- d) Limpiar con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios.
- e) Enjuagar y dejar que el agua salga eliminando toda la suciedad.
- f) Echar seis (6) cucharadas grandes de hipoclorito de calcio al 30% en un balde con 10 litros de agua y disolver.
- g) Con la solución y un trapo frotar los accesorios y las paredes.
- h) Eliminar los restos de cloro y dejar que el agua salga por la tubería de limpia.
- i) Colocar el cono de rebose.

Luego se realizará el mismo procedimiento para la limpieza y desinfección en la siguiente cámara rompe-presión y se continuará hasta llegar a la cámara rompe-presión más baja de la red.

9. Tuberías

Para la desinfección de la tubería y de las cámaras rompe-presión de la red de distribución, se recomienda aprovechar el volumen de la solución de hipoclorito que se utiliza cuando se desinfecta el reservorio y luego se continuará con los siguientes pasos:

- a) Cerrar la válvula de by pass y abrir la válvula de salida del reservorio.
- b) Abrir las válvulas de purga de la red. En cuanto salga el agua por la válvula de purga se deberá cerrarla, con el objeto de que las tuberías y las cámaras rompedpresión se llenen de agua clorada.
- c) Dejar el agua clorada retenida durante cuatro (4) horas.
- d) Luego de las cuatro (4) horas, vaciar totalmente la red abriendo las válvulas de purga. El agua no debe ser consumida por la población.
- e) Abrir la válvula de ingreso al reservorio y alimentar de agua a la red de distribución.
- f) Poner en servicio la red cuando no se perciba olor a cloro o cuando el cloro residual medido en el comparador de cloro artesanal no sea de 0,8 mg/lit.
- g) Abrir las válvulas de paso de las instalaciones domiciliarias. En caso de que el volumen de la solución de hipoclorito de calcio no llene la tubería de la red de distribución, será necesario preparar una nueva mezcla en el reservorio considerando la información del anexo 1. O de las especificaciones y recomendaciones hechas por el capacitador y facilitador.

Cantidad de hipoclorito de calcio al 30% requerida para la desinfección de instalaciones de agua

Descripción	Concentración (ppm)	Tiempo de retención (hora)	Peso de hipoclorito de calcio (kg)	Cantidad de agua para la solución (litro)	Cantidad de hipoclorito (N° de cucharadas soperas)
Reservorio					
hasta 10 m3	50	4	0.83	65.1	83.33
10 m3	50	4	1.67	130.21	167.67
15 m3	50	4	2.50	195.31	250

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional

“Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca”

20 m3	50	4	3.33	260.42	333.33
25 m3	50	4	4.17	325.52	416.67
30 m3	50	4	5	390.63	500
40 m3	50	4	6.67	320.83	666.67
50 m3	50	4	8.33	651.04	833.33
más de 50 m3	50	4	**		
tuberías	50	4	**		

** se calcula por $P = (CxV)/(\% \text{cloro} \times 10)$

Donde:

- P : Peso requerido de hipoclorito de calcio en gramos
C : Concentración aplicado (mg/lt)
%hipoclorito : Porcentaje de cloro libre en el producto
V : Volumen de la instalación a desinfectar en litros.

10. Frecuencia de mantenimiento

Semanal

- Girar las válvulas de aire y purga en la red.
- Observar y examinar que no existen fugas en las tuberías de la red. En caso de detectarlas, repararlas inmediatamente.

Mensual

- Abrir y cerrar las válvulas, verificando el funcionamiento.

Trimestral

- Limpiar la zona aledaña de piedras y malezas de las cámaras rompe-presión y de la caja de válvulas de purga.
- Limpiar el canal de escurrimiento de las cámaras rompe-presión.

Semestral

- Limpieza y desinfección.
 - Lubricar las válvulas de control.
 - Verificar las cámaras rompe-presión, las cajas de las válvulas de purga, de aire y de control
 - Pintar con anticorrosivo las válvulas de control, de aire y de purga.
- Anual
- Pintar los elementos metálicos (tapas, válvulas de control, etc.).

- Pintar las paredes exteriores y techo de las cajas de válvulas de aire, de purga y de las cámaras rompe-presión.

11. Válvulas y purgas

Como medida preventiva para evitar el atascamiento y para chequear la calibración de las válvulas se debe tener especial cuidado en actualizar los planos de replanteo y ubicación de las válvulas, pues deben establecerse un programa sostenido de manipulación de válvulas, pues de ellos depende la ordenada y eficiente ejecución de los programas de mantenimiento. El mantenimiento correctivo comprende el cambio o reparación de los desperfectos observados en las inspecciones del sistema.

Se deberá tener presente algunas recomendaciones para el mantenimiento de las válvulas:

- Es recomendable que, para cada una de la válvulas existentes en el sistema, tenga una tarjeta u hoja de registro en la que además de indicar su ubicación, se consigne el número de vueltas, sentido de rotación, estado en que se encuentra y fechas de las reparaciones efectuadas.
- Revisar el funcionamiento de las válvulas haciendo girar lentamente; para evitar el golpe de ariete; las válvulas deben abrir o cerrar fácilmente. No olvidar dejar la válvula tal como se encontró abierta o cerrada.
- Abrir y cerrar totalmente cada válvula varias veces, con el fin de eliminar los depósitos acumulados en el asiento de la compuerta.
- En las válvulas que presentan fugas por la contratuerca superior, observar si la fuga de agua se debe a que se ha aflojado la contratuerca, en cuyo caso ajústela o si se debe al desgaste de la estopa, proceder al cambio respectivo.
- Si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando el prensa-estopa, verifique el estado de la empaquetadura y si fuera necesario se deberá de reemplazarla.
- Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.
- Poner kerosene o aceite de baja viscosidad entre el vástago y la contratuerca superior, esto facilitará su manejo.
- Revisar el estado del vástago o eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizado debido al oxido. Cambiar la pieza si fuese necesario.

- Pinte o retoque con pintura anticorrosiva, las válvulas y accesorios que estén a la vista en la red de distribución.
- Inspeccionar las cajas de las válvulas observando si hay filtraciones, destrucciones externas, empozamiento alrededores de ellas, tierra acumulada sobre las cajas, candados o elementos de cierre en mal estado, etc. Se deberá informar, si es necesario subirlas o reemplazarlas según sea la posición o estado en que se encuentren.
- Por lo menos una vez al mes limpiar y revisar las cajas de válvulas e inspeccionar las vías en que se encuentra enterrada la red de distribución, con el fin de detectar fugas u otras anomalías.

12. Disposiciones finales

- La desinfección se llevará a cabo una vez terminado de construir el sistema de agua potable. Sin embargo, cuando las condiciones lo determinan se hará una nueva desinfección.
- Al ampliar o reparar la red se desinfectará el tramo respectivo.
- Con el uso del comparador de cloro artesanal, verificar que el cloro residual en el agua no sea menor de 0,5 mg/lit.
- Resanar grietas o partes dañadas de las cámaras rompe-presión.
- Descubrir fugas en las tuberías y repararlas.
- Reemplazar o cambiar válvulas y accesorios malogrados.

XII. CAPACITACIÓN DE LAS COMUNIDADES

Durante la ejecución del proyecto se llevan a cabo las siguientes capacitaciones comunitarias:

GESTIÓN

- Funciones de la JASS.
- Contrato de agua (indicar la tarifa que cada familia tiene que pagar por el servicio).
- Redacción de estatutos.

ADMINISTRACIÓN

- Como administrar adecuadamente el agua

- Cada integrante de la comunidad comprometerse en cancelar el costo de consumo a su debido tiempo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS

- Operación del sistema
- Plomería básica
- Reparación de bombas
- Operaciones periódicas de mantenimiento

CAMBIO DE COMPORTAMIENTO

De los usuarios

- Responsabilidad en la toma de decisiones para establecer el modelo de gestión.
- Uso racional del agua
- Cuidado de las instalaciones de agua potable
- Pago puntual de la cuota mensual.
- Participar en las reuniones con la finalidad de controlar a la unidad de gestión.

XIII. DISPOSICIONES FINALES

- En la ejecución del proyecto se debe hacer capacitaciones en la comunidad de acuerdo a lo estipulado anteriormente.
- Los profesionales contratados para estos trabajos deben ser especialistas en temas de mantenimiento y operación de estos sistemas y que sepan llegar a la población beneficiada.
- Los profesionales a contratar deben de ser un Capacitador y un Facilitador.

ANEXO 8

PANEL FOTOGRAFICO

COMUNIDAD DE YANAMARCA



Foto 01. La imagen muestra el recorrido principal que seguirá la tubería de red de distribución, la cual sigue el trayecto de la carretera Cajamarca – Jesús.



Foto 02. La imagen muestra parte de caserío Yanamarca (margen izquierda) a ser abastecida con el nuevo proyecto de agua potable.



Foto 03. La imagen muestra la crianza de gano vacuno en Yanamarca, actividad económica principal del caserío.



Foto 04. La imagen muestra una trocha carrozable por donde se construirá un ramal de la nueva red de distribución.

AFORO Y TOMA DE MUESTRA



Foto 05. La imagen muestra el aforo del manantial de ladera Ingapila.



Foto 06. La imagen muestra la toma de la muestra de agua para el análisis físico químico bacteriológico.

CALICATAS PARA EMS



Foto 07. Toma de muestra de suelo para los EMS en la calicata correspondiente a la ubicación del reservorio.



Foto 08. Toma de muestra de suelo para los EMS en la calicata correspondiente a la ubicación del tanque cisterna.

CAPTACIÓN EXISTENTE



Foto 09. La imagen muestra la captación existente que abastece de agua al caserío de Yanamarca – Sector Ingapila.

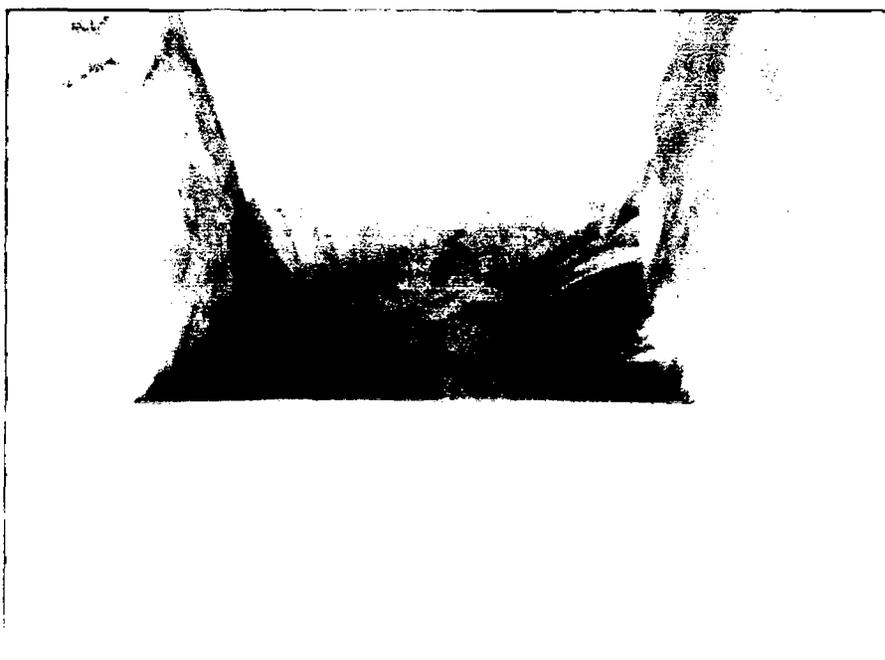


Foto 10. La imagen muestra los compartimientos de la cámara húmeda y la cámara de rebose de la captación existente.

AUTORIDADES

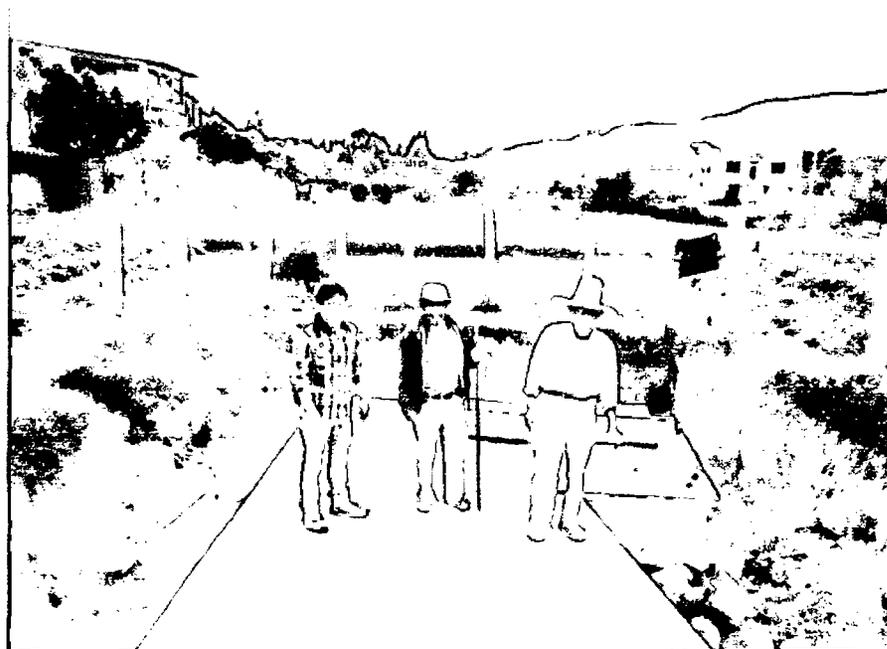


Foto 11. Visita a la captación existente con el presidente de la JASS (Ramiro Julcamoro) y el tesorero (Julian Carranza H.)



Foto 12. Recorrido de la línea de impulsión con las autoridades del caserío.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Proyecto Profesional

**"Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío
Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca"**

INSTITUCIONES

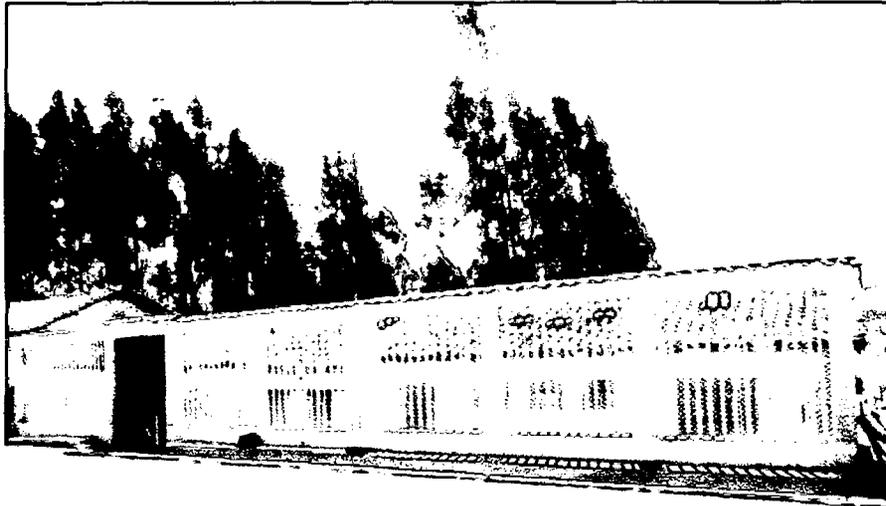


Foto 13. La imagen muestra al Puesto de Salud Yanamarca.

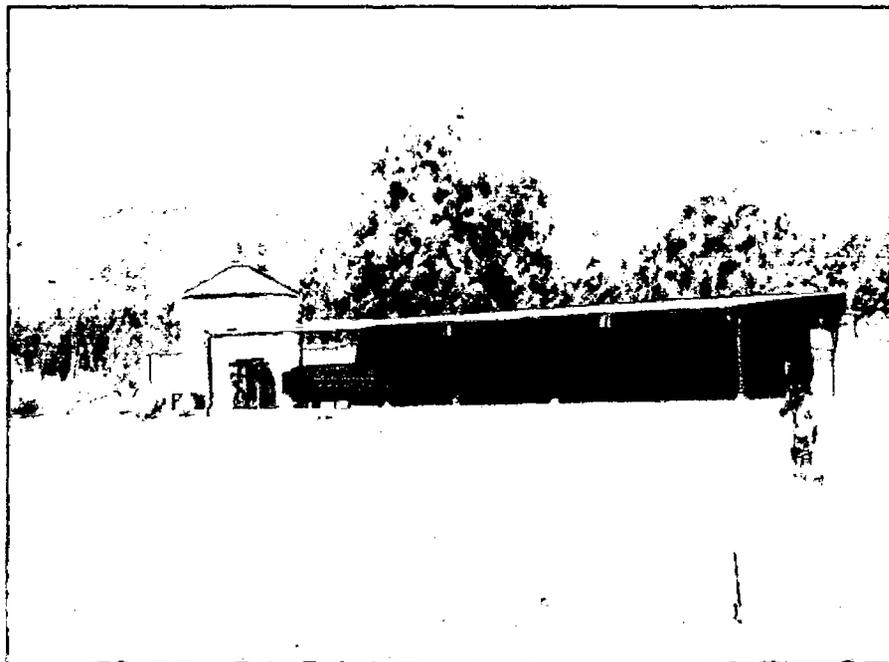


Foto 14. La imagen muestra a la industria PROPIAGA, la cual se dedica a la elaboración de alimentos para ganado vacuno y porcino.

SANEAMIENTO



Foto 15. La imagen muestra el estado actual de las letrinas sanitarias y su mala ubicación con respecto a las viviendas.



Foto 16. La imagen muestra el estado obsoleto en el que se encuentran algunas letrinas que son utilizadas por algunas familias.

ENSAYOS DE SUELOS



Foto 17. La imagen muestra la realización del ensayo de límite líquido de la muestra de suelo donde se proyectará el nuevo reservorio.



Foto 18. La imagen muestra la toma de datos para la elaboración del ensayo de contenido de humedad para las muestras del reservorio y cisterna.