



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS
MANANTIALES EN LA PARCIALIDAD DE JISCULLAYA – EL
COLLAO - PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. HUGO CONTRERAS CHURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A mi Señor, Jesús, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A mis padres Pedro y Anastasia, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

A mis queridos hermanos Rene E. y Dayana Y., quienes me apoyaron en los momentos más difíciles de mi vida.

Con mucho cariño para mis amores Brígida, Reyner, Yanelly y Frank, que forman parte de mi vida, por creer siempre en mí y brindarme su apoyo incondicional y luchar por un futuro mejor de ellos.

Hugo Contreras.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por formarme en sus aulas, compartiendo ilusiones y anhelos.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola, por brindarme sus valiosas enseñanzas, experiencia laboral y sus conocimientos académicos.

Al D.Sc. Germán Belizario Quispe, Director de Tesis y Asesor del presente trabajo de investigación, por su seguimiento en la exigencia y orientación en el desarrollo y en la culminación del presente trabajo de Investigación.

A los distinguidos miembros del jurado Ph.D. Lorenzo Gabriel Cieza Coronel, M.Sc. Audberto Millones Chafloque, M.Sc. Alcides Héctor Calderón Montalico, por acceder amablemente formar parte del mismo.

A todo mis amigos y compañeros, que me brindaron su sincera amistad y me permitieron conocerlo, compartir tanta experiencia maravillosa y por todos aquellos momentos inolvidables.

Hugo Contreras.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 11

ABSTRACT..... 12

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA..... 14

1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA..... 16

1.3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO..... 16

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION..... 17

1.4.1 Objetivo general..... 17

1.4.2 Objetivos específicos 17

1.5. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION 18

1.5.1 Hipótesis general..... 18

1.5.2 Hipótesis específicas..... 18

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO..... 19

2.2. EL AGUA 22

2.3. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA 22

2.3.1 Aguas subterráneas 22

2.4. ESCASEZ DEL AGUA 25

2.5. CALIDAD DE AGUA 26



2.6. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	28
2.7. IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA SALUD.....	29
2.8. AGUA DE CONSUMO HUMANO.....	30
2.9. LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO	31
2.10. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA.....	32
2.11. NORMAS QUE GARANTIZAN LA CALIDAD DE AGUA.....	32
2.11.1 Estándares de calidad del agua para consumo humano	33
2.11.2 Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles	35
2.12. PRINCIPALES INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE CALIDAD DE AGUA	37
2.12.1 Indicadores microbiológicos de agua	37
2.12.2 Indicadores organolépticos	46
2.12.3 Indicadores físicos y químicos del agua	49
2.13. CONTAMINACIÓN DEL AGUA	52
2.14. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA	55
2.14.1 Uso de la tierra y su relación con la calidad de agua	55
2.14.2 La actividad ganadera y su relación con la calidad de agua	55
2.14.3 La agricultura y su influencia en la calidad de agua.....	56
2.14.4 Actividades Humanas	56
2.14.5 Cobertura vegetal.....	56
2.15. ASPECTOS DE LA CALIDAD DE AGUA, SALUD Y ESTÉTICA.....	57
2.15.1 Enfermedades de origen hídrico	57
2.15.2 Los efectos de los productos químicos sobre la salud	58
2.15.3 Constituyentes inorgánicos	59
2.15.4 Constituyentes orgánicos	59
2.15.5 Desinfectantes y subproductos de desinfección (DBPs).....	60
2.16. ENFERMEDADES HÍDRICAS.....	60
2.16.1 Gastroenteritis bacteriana (GEBA).....	60
2.16.2 Amebiasis intestinal	62
2.16.3 Parasitosis intestinal.....	64
2.16.4 Micosis cutánea.....	66



2.17. DISEÑO DE SISTEMA DE SANEAMIENTO	67
2.18. PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO.....	67
2.18.1 Periodo de diseño.....	67
2.18.2 Población de diseño	68
2.18.3 Dotación de agua	68
2.18.4 Factores de variación de consumo	69
2.18.5 Caudal de diseño	70
2.19. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO.....	71
2.19.1 Unidad básica de saneamiento en medio rural.....	73
2.19.2 Unidades básicas de saneamiento de hoyo seco ventilado	73
2.19.3 Unidades básicas de saneamiento composteras de doble cámara.....	75
2.19.4 Unidades básicas de saneamiento de tanque séptico mejorado	78
2.20. BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE	84

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. ASPECTOS GENERALES	85
3.1.1. Descripción de ámbito de la investigación	85
3.1.2. Ubicación política	85
3.1.3. Ubicación geográfica	85
3.1.4. Vías de comunicación y accesibilidad a la zona de investigación.....	86
3.1.5. Características generales del ámbito del estudio	87
3.1.6. Actividades socio económicas	88
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	90
3.2.1. Materiales de escritorio.....	90
3.2.2. Equipos	90
3.2.3. Biológicos (insumos)	90
3.3. METODOLOGIA	90
3.3.1 Calidad de agua para consumo humano	90
3.3.2 Enfermedades más frecuentes originados por el consumo de agua.....	94
3.3.3 Propuesta de diseño de sistema de saneamiento	99



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	108
4.1.1 Calidad de agua.....	108
4.1.2 Análisis de los parámetros fisicoquímicos.....	110
4.1.3 Análisis de los parámetros bacteriológicos.....	117
4.2. ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES ORIGINADOS POR EL CONSUMO DE AGUA	118
4.2.1 Información obtenida de centro de salud Siraya.....	118
4.2.2 Enfermedades más frecuentes.....	119
4.2.3 Análisis e información obtenida	121
4.3. PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE SANEAMIENTO.....	123
4.3.1. Diseño de sistema de abastecimiento.....	123
4.3.2. Fuentes de agua cantidad y calidad.....	126
4.3.3. Diseño de unidad básico de saneamiento con arrastre hidráulico	127
V. CONCLUSIONES.....	137
VI. RECOMENDACIONES	138
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	139
ANEXOS.....	145

Área : Ingeniería y Tecnología
Línea : Ingeniería Infraestructura Rural

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 23 de abril del 2021



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enfermedades y síntomas producidos por bacterias.	30
Tabla 2. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.	34
Tabla 3. Valores guía para verificación de la calidad microbiana.	34
Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.	35
Tabla 5. Límites máximos permisibles en compuestos y elementos perjudiciales.	36
Tabla 6. Dotación de agua para sistemas con arrastre hidráulico	80
Tabla 7. Accesibilidad a la zona del proyecto.	86
Tabla 8. Ubicación de manantial.	91
Tabla 9. Viviendas localizadas en el ámbito del estudio.	99
Tabla 10. Población actual del ámbito de estudio.	100
Tabla 11. Características físicas de las aguas de la fuente de captacion para consumo humano.	108
Tabla 12. Características químicas de las aguas de la fuente de captacion para consumo humano.	109
Tabla 13. Características bacteriológico de las aguas de la fuente de captacion para consumo humano.	109
Tabla 14. Enfermedades más frecuentes de la zona de estudio.	119
Tabla 15. Demanda hídrica necesaria.	124
Tabla 16. Disponibilidad hídrica de la fuente.	125
Tabla 17. Balance hídrico.	125
Tabla 18. Parámetros de diseño para biodigestor y pozo de absorción.	131



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del proyecto de investigación.	86
Figura 2. Ubicación de punto de muestreo de fuente de agua.	91
Figura 3. Se muestra UBS con biodigestor.	103
Figura 4. La caseta despintada y abandonada.	106
Figura 5. La caseta sin puerta.	106
Figura 6. La caseta sin techo.	107
Figura 7. Medición de pH.	110
Figura 8. Medición de dureza total (mg/L).	111
Figura 9. Medición de alcalinidad (mg/L).	112
Figura 10. Medición de cloruros (mg/L)	113
Figura 11. Medición de sulfatos (mg/L)	114
Figura 12. Medición de calcio (mg/L).	115
Figura 13. Medición de magnesio (mg/L)	116
Figura 14. Medición de sólidos totales (mg/L).	116
Figura 15. Medición de coliformes totales.	117
Figura 16. Medición de escherichia coli.	118
Figura 17. Enfermedades más frecuentes.	120
Figura 18. UBS con arrastre hidráulico en planta.	128
Figura 19. UBS con arrastre hidráulico en perfil.	129
Figura 20. Dimensionamiento de biodigestor.	133



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CEPIS	: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
DBPs	: Desinfectantes y Subproductos de Desinfección
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
DISA	: Dirección de Saneamiento Ambiental
EDAs	: Enfermedades Diarreicas Agudas
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
GEBA	: Gastroenteritis Bacteriana
JASS	: Junta Administrativa de los Servicios de Saneamiento
LMP	: Límite Máximo Permisible.
MINSA	: Ministerio de Salud
MVSC	: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento.
NCAB	: Norma de Calidad de Agua de Bebida
NMP	: Numero Más Probable.
OMS	: Organización Mundial de Salud
OPS	: Organización Panamericana de la Salud.
PA	: Pozo de Absorción.
PNUMA	: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones
TSM	: Tanque Séptico Mejorado
UBS	: Unidad Básica de Saneamiento
ZP	: Zanja de Percolación.



RESUMEN

En la parcialidad de Jiscullaya el principal problema detectado es la carencia de agua potabilizada para el consumo poblacional, pues actualmente consumen de pozos artesanales protegido con piedra sin ningún tipo de higiene ni orientación, cuyas aguas son contaminadas, ocasionando enfermedades gastrointestinales, infectocontagiosas y epidémicas afectando principalmente a los niños. El presente trabajo consiste en determinar la calidad del agua para consumo humano en los manantiales para así mejorar las condiciones de salubridad en los pobladores de la parcialidad de Jiscullaya del distrito de Ilave. Para el análisis de la calidad del agua, se ha considerado una muestra representativa, se analizó 14 parámetros, seleccionados por su importancia en el proceso de caracterización, y que estos reflejen la calidad del agua desde un punto de vista fisicoquímico y bacteriológico, según las normas vigentes establecidos por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de la Salud. El análisis fisicoquímico de las muestras de agua se realizó en el Laboratorio de Química de la UNA - Puno. El análisis bacteriológico se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA – Puno. Los resultados muestran que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para el consumo humano a excepción los coliformes totales. La información brindada por la Posta de Salud Siraya indican la incidencia de las principales enfermedades es la parasitosis, en segundo las diarreas, tercero problemas estomacales. La propuesta técnica planteada es un sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano y diseño de UBS mejorada para 105 viviendas. La calidad de agua de la captación es apta para el consumo humano, sin embargo, las enfermedades de mayor incidencia son de origen hídrico.

Palabras clave: calidad de agua, consumo humano, hepatitis infecciosa, salud pública.



ABSTRACT

In the Jiscullaya partiality, the main problem detected is the lack of potable water for population consumption, since they currently consume from artesian wells protected with stone without any type of hygiene or orientation, the waters are contaminated, causing gastrointestinal diseases, infectious and contagious. epidemic mainly affecting children. The present work consists in determining the quality of the water for human consumption in the springs in order to improve the health conditions in the inhabitants of the Jiscullaya district of the Ilave district. For the water quality analysis, a representative sample has been considered, 14 parameters were analyzed, selected for their importance in the characterization process, and that these reflect the water quality from a physicochemical and bacteriological point of view, according to current regulations established by the Ministry of Health and the World Health Organization. The physicochemical analysis of the water samples was carried out in the Chemical Laboratory of the UNA - Puno. The bacteriological analysis was carried out in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the UNA - Puno. The results show that the physicochemical and bacteriological parameters are within the maximum permissible limits for human consumption. The information provided by the Siraya Health post indicates the incidence of the main diseases is parasitosis, secondly diarrhea, thirdly stomach problems. The proposed technical proposal is a drinking water supply system for human consumption and an improved UBS design for 105 homes. The water quality of the catchment is suitable for human consumption, however, the diseases with the highest incidence are of water origin.

Keywords: water quality, human consumption, infectious hepatitis, public health.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En el marco de la investigación, la calidad del agua en el consumo humano en la parcialidad de Jiscullaya, hace que requiere una implementación del proyecto de saneamiento a cargo de una institución, empresa u organización del sector privado. El presente se centra en la calidad de agua, su uso y en el diseño del proyecto de saneamiento, para el desarrollo de éstos se realizarán dos fases, la primera fase se realiza una revisión de la información existente con el objetivo de conocer los problemas y la situación actual de cada uno de los objetivos específicos del proyecto, la segunda etapa presenta específicamente los diseños que permitirán mitigar los problemas de saneamiento básico del objeto del proyecto (Riojas-Rodríguez, Schilman, López-Carrillo y Finkelman, 2013).

En la parcialidad de Jiscullaya tienen aún dificultades para contar con servicios adecuados de saneamiento; entre otras razones, porque el sistema convencional de desagüe, para la parcialidad con viviendas dispersas, resulta extremadamente caro en su instalación (Canales, Belizario, Calatayud, Chui, & Huaquisto, 2021). Además, todos los residuos de los baños y lavaderos (aguas residuales) requieren de tratamiento que también son costosos, por eso, muchas municipalidades no lo hacen, ocasionando la contaminación ambiental por el vertimiento de estas aguas al río, acequias y suelo; por esta razón la parcialidad de Jiscullaya consumen agua contaminada afectando su salud (Gonzales, et al., 2014).

La JASS (Junta Administrativa de los Servicios de Saneamiento), a pesar de que tiene entre sus funciones: gestionar el saneamiento y vigilar la calidad del ambiente en su parcialidad, difícilmente pueden cumplir con esta responsabilidad, porque no cuentan con



los instrumentos, ni tecnología adecuada para hacerlo de manera continua (Huaquisto Ramos, Belizario Quispe, & Tudela Mamani, 2020).

Es por ello que se investiga la calidad del agua en los manantiales para consumo humano y estos presentan con niveles de inopia y prevalencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAs), para ser usuarios del acceso al servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas. El propósito es revertir esta situación de vulnerabilidad y mejorar las condiciones de vida de la población (Gibson K E, 2014). Por lo que es necesario realizar investigación para una adecuada toma de decisiones y un diseño acorde a las necesidades para solucionar los problemas por el consumo de agua.

La calidad del agua en los manantiales para el consumo humano, sus impactos ambientales y sus consecuentes riesgos a la salud (Finkelman, Galvao y Henao, 2010) en la parcialidad y consecuentemente a la economía de la población de esta parte de la región.

1.1 DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

A nivel mundial el fenómeno de contaminación del ecosistema viene afectando a las poblaciones vulnerables, generando enfermedades con base u originadas en el agua que son causadas por organismos acuáticos que pasan una parte de su ciclo vital en el agua y otra parte como parásitos de animales como por ejemplo la esquistosomiasis, que afecta a la salud de la población que consume el agua contaminada y consecuentemente a la economía de esa población afectada.

En la parcialidad de Jiscullaya la población viene consumiendo aguas de fuentes naturales sin ninguna protección, consecuencia de dicho consumo registran incidencia en enfermedades de origen hídrico tales como EDAs. Estas enfermedades tienen un impacto



importante en la salud de la población pues ocasionan desnutrición y por consiguiente una baja capacidad inmunológica de los habitantes y en especial en los niños y ancianos (población vulnerable); un bajo rendimiento escolar en los niños y baja productividad en los adultos. El conjunto de estas enfermedades, inciden en la economía de estas familias puesto que ocasionan gastos en salud, originando el deterioro de la calidad de vida por disminución de recursos económicos disponibles.

Asimismo, existe en la población prácticas inadecuadas de higiene en el uso del agua y disposición de excretas; además, el agua para uso doméstico al presentar deficiencias en las redes de conducción y distribución que produce una alta concentración en bacterias, virus y parásitos, creándose un grave problema de la salud pública, entre las principales enfermedades que se propagan por este mal manejo de agua y el consumo de las aguas contaminadas están las EDAs, la tifoidea y la paratifoidea, hepatitis infecciosa, la amebiasis, la giardiasis, diarrea, etc.

Si bien los estudios realizados son escasos, ya que es un tema olvidado sobre lo que pasa con la realidad sobre el agua para el consumo humano, este servicio es vital para la vida; pero no es potable. La información obtenida es brindada por el Centro de Salud de Siraya; los mismos que indican que la incidencia como principales enfermedades son las estomacales, en segundo las diarreas, tercero problemas parasitarios obteniendo una prevalencia alta en niños menores de 5 años, seguido de los escolares, pre-escolares, adultos jóvenes y mayores, siendo la principal causa el uso y consumo de agua de este sector.



1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Problema general

¿Cómo es la calidad del agua para el consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya – El Collao – Puno?

Problemas específicos

- ¿Cómo es la calidad de agua del consumo de la población en parcialidad de Jiscullaya – Ilave?
- ¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes originados por el consumo de agua presentan en la población de la Parcialidad de Jiscullaya – Ilave?
- ¿Cuál es la propuesta de diseño del sistema de saneamiento que mitiguen el deterioro de la salud de la población en la parcialidad de Jiscullaya del distrito de Ilave?

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Las condiciones actuales de saneamiento y la incidencia en la contaminación ambiental, es importante para poder proponer una nueva tecnología que resuelva el problema de contaminación que viene afectando la salud de población beneficiaria, porque nos permita coadyuvar a resolver el problema álgido de los pocos resultados que ofrecen los proyectos de saneamiento en la parcialidad de Jiscullaya, considerando que el 90% de la población no cuenta con este servicio, las que existen no se les da mantenimiento; algunos pobladores tiene este servicio en condiciones precarias, donde la contaminación es latente, con ello se produce la contaminación por focos infecciosos y afecta la salud del poblador rural. Es así que las familias de la parcialidad de Jiscullaya



carecen de servicio de saneamiento y disposición sanitario de excretas y ausencia de una real interiorización de los beneficios de éste proyecto. Esta carencia ha afectado la salud de los pobladores principalmente a los niños y de tercera edad (población vulnerable) causando enfermedades estomacales, parásitas, diarreicas y consecuentemente al medio ambiente por una inadecuada disposición de excretas. El trabajo de investigación se plantea determinar la calidad del agua de los manantiales para consumo humano, que coadyuva a la población en la solución de sus problemas, satisfaciendo una necesidad esencial de la población evitando la transmisión de enfermedades al romper la cadena del ciclo contaminante, mejorando el medio ambiente, facilidad de la ubicación y funcionalidad en el patio de la vivienda, debiendo darse la importancia a las acciones de prevención, capacitación que contemple un buen mantenimiento y un uso adecuado.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la calidad del agua para el consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya – El Collao – Puno

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la calidad del agua para consumo de la población en parcialidad de Jiscullaya – Ilave.
- Identificar las enfermedades más frecuentes originados por el consumo de agua en los pobladores de la parcialidad de Jiscullaya – Ilave.



- Plantear una propuesta de diseño del sistema de saneamiento que mitiguen el deterioro de la salud de la población en la parcialidad de Jiscullaya del distrito de Ilave.

1.5 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

1.5.1 Hipótesis general

La calidad del agua de consumo humano en la parcialidad de Jiscullaya – El Collao – Puno, tienen efectos negativos en la salud de la población.

1.5.2 Hipótesis específicas

- La calidad del agua para consumo de la población en parcialidad de Jiscullaya – Ilave es deficiente.
- Las enfermedades con mayor frecuencia que se presentan en la población son causadas por el consumo de agua de manantiales en la parcialidad de Jiscullaya – Ilave.
- La propuesta de diseño del sistema de saneamiento que mitiguen el deterioro de la salud de la población en la parcialidad de Jiscullaya del distrito de Ilave, es sistema de abastecimiento de aguas y saneamiento rural con UBS.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En la Parcialidad de Jiscullaya el principal problema detectado es la carencia de agua potabilizada que pueda consumir la población, pues actualmente consumen de pozos artesanales protegidos con piedra sin ningún tipo de higiene ni orientación, cuyas aguas son contaminadas, ocasionando enfermedades gastrointestinales, parasitarias y diarreas afectando principalmente a los niños. En cuanto al saneamiento, actualmente la localidad carece en un 100% de UBS, por lo que, los pobladores realizan la disposición de sus excretas en su mayoría en letrinas hoyos secos.

El sector de saneamiento básico rural se crea a partir de 1962 a través de la Ley No. 13997, en la que se establecen las normas, políticas y la reglamentación de procedimientos técnicos a nivel nacional, básicamente en infraestructura en saneamiento básico rural; otorgándole esta responsabilidad al Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA y los órganos descentralizados en las regiones, Dirección de Saneamiento Ambiental –DISA.

La experiencia del Ministerio de Salud por 3 décadas, estuvo orientada básicamente al desarrollo de propuestas técnicas en infraestructura de saneamiento básico, asumiendo la función de ejecutor de proyectos, probablemente por las políticas del estado orientadas a aumentar la cobertura de agua y saneamiento (letrinas) en el ámbito rural.

Actualmente el suministro suficiente de agua potable para consumo humano se encuentra en riesgo severo debido al cambio climático, y existe una crisis de inseguridad



hídrica. Sorprende el crecimiento exponencial en el consumo del agua embotellada en México, uno de los países con mayor inseguridad hídrica en el mundo (Pacheco-Vega, 2015).

Hoy en día, debido al aumento de la población, el crecimiento de la industria y la variedad de compuestos químicos, la calidad del agua potable ha disminuido. El modelo ANN extendido para simular alcalinidad con un valor R es igual a 0.82 (Salari et al., 2018).

El suministro de agua debe tener en cuenta una variedad de factores, incluidos los hábitos, las opciones y las necesidades de los consumidores. Poco se sabe sobre la demanda de agua en las zonas rurales de las regiones en desarrollo. Con base en los datos del sur de Mali, este trabajo se basa en la hipótesis de que el consumo de agua en las aldeas rurales puede predecirse combinando variables mensurables con análisis espaciales. Se llevó a cabo una campaña de campo de diez días al final de la estación seca de 2016. Se verificaron todas las fuentes de agua mejorada en cuanto a funcionalidad, caudal y calidad del agua. Luego se desarrollaron modelos de regresión simple y múltiple para establecer los principales predictores de consumo de agua per cápita y doméstico. La regresión múltiple revela que los modelos basados en el número de miembros del hogar, el tiempo de viaje y la distancia de viaje total proporcionan pronósticos sólidos para el consumo de agua ($R^2 > 0.93$). Por el contrario, los parámetros potencialmente relevantes, como la asequibilidad o la calidad del agua, no fueron estadísticamente significativos (Martínez-Santos, 2017).

El agua es vital no solo para la alimentación, la energía y el saneamiento, sino también para el funcionamiento de los ecosistemas, la salud humana, el progreso socioeconómico y la reducción de la pobreza. La seguridad hídrica existe cuando todas las personas tienen acceso físico y económico a agua suficiente, segura y limpia que



satisfaga las necesidades básicas. Sin embargo, la seguridad hídrica se ve amenazada por el crecimiento de la población humana producto de los desastres ambientales episódicos, las prácticas indiscriminadas de manejo de la tierra, los contaminantes y la escalada de conflictos geopolíticos. Menos del 3% de los 1.4 billones de kilómetros cúbicos de agua en la tierra están disponibles para el consumo. Aunque existe una variedad de métodos de laboratorio y de campo para medir las propiedades químicas, físicas y biológicas del agua, la información disponible para el público sigue siendo inconsistente y fragmentaria. Con este fin, avanzamos una nueva teoría de un índice de calidad del agua objetivo de un solo valor (WQI) que considera la interacción entre las propiedades anteriores, para proporcionar información concisa para la vigilancia y el monitoreo de la calidad del agua de origen (de Paul Obade & Moore, 2018).

Una parte de los recursos hídricos de Colombia se encuentra en la costa del Pacífico dentro del territorio del Consejo Comunitario de Alto y MedioDagua (CC-AMDA). Aunque se mantuvo un equilibrio armónico entre las actividades subsistentes de las comunidades y la naturaleza durante siglos, la aparición de modos modernos de extracción de recursos ha afectado negativamente al medio ambiente, especialmente a los recursos hídricos. El marco de presión-estado-impulso-respuesta (DPSIR) se utilizó para analizar los problemas de calidad del agua dentro de este consejo comunitario (Gari, Ortiz Guerrero, A-Urbe, Icelly, & Newton, 2017).

Los recursos de aguas subterráneas desempeñan un papel crucial en la mayoría de las regiones áridas/semiáridas, como la llanura de Karaj, Irán. La excavación de pozos y la explotación de los recursos hídricos de los acuíferos se conocen desde hace tiempo como soluciones ordinarias para abastecer las demandas de agua para consumo humano, agrícola e industrial (Zahedi, 2017).



2.2 EL AGUA

El agua es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente se refiere, a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida (hielo), y en forma gaseosa (vapor). El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96.5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1.74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1.72%, y el restante 0.04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos (Ramírez, 2014).

Esta es un líquido incoloro, insípido e inodoro; es decir no tiene color, sabor ni olor, cuando se encuentra en su mayor grado de pureza. El líquido claro y puro que apaga la sed, nos refresca, nos limpia, mantiene verdor de los bosques y los dorados trigales. El agua ha engendrado todas estas asociaciones por ser verdaderamente fuente de vida (Ibarra, 2010).

2.3 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

2.3.1 Aguas subterráneas

Por agua subterránea se entiende el agua que ocupa todo el vacío dentro del estrato geológico, comprende toda el agua que se encuentra por debajo de nivel freático. El agua subterránea es de gran importancia especialmente en aquellos lugares secos donde el escurrimiento se reduce mucho en algunas épocas del año. Las aguas subterráneas provienen de infiltración directa del terreno de las lluvias o nieves y/o indirectas de los ríos o lagos. La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en las capas superiores del suelo, mientras la percolación es el movimiento del agua en las capas de subsuelo. Si



el nivel de agua superficial esta encima de nivel freático (influyente) se produce un aporte a las aguas subterráneas, por el contrario, si nivel de aguas superficiales, está por debajo del nivel freático (efluente) se produce aporte de las aguas superficiales, es por eso que se tiene corrientes perennes a pesar que de que no se produzca precipitación (Villon, 2002).

Las aguas subterráneas son aquellas situadas por debajo de la superficie (en el subsuelo), que han sido filtradas por la fuerza de la gravedad a través del suelo y de los cuerpos de agua (ríos, lagunas, etc.) y se mueven lentamente a través de los espacios vacíos que tienen las rocas y suelos (poros), constituyendo acuíferos. De hecho, las aguas subterráneas representan la mayor parte del agua dulce en estado líquido, pero no son accesibles en su gran mayoría (Momy, Rodríguez, Rojas, Méndez y Castro, 2017).

2.3.1.1 Agua de manantiales

Los manantiales son aguas subterráneas que debido a la orografía del terreno emergen a la superficie, generalmente en laderas o llanuras, al encontrar las corrientes capas impermeables en los suelos por los que discurren. El agua que se encuentra en la naturaleza no es pura, a través de su paso por el suelo se carga de minerales que le darán sus características peculiares, pero también puede recoger materia orgánica, gases o microorganismos. Tradicionalmente la población asocia el agua de manantial con buena calidad, confiando que el proceso de depuración natural, al filtrarse por distintas capas freáticas, elimine las sustancias no deseadas (Rodríguez, Martínez y Hernández, 2003).

Son flujos naturales de agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área pequeña. Pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua en riachuelos o ríos, lagunas o lagos. Además, pueden ser permanentes o intermitentes, y tener su origen en el agua de lluvia que se filtra o tener un origen ígneo. El caudal de los



manantiales depende de la estación del año y del volumen de las precipitaciones. Los manantiales de filtración se secan a menudo en periodos secos o de escasas precipitaciones; sin embargo, otros tienen un caudal copioso y constante que proporcionan un importante suministro de agua local (Leal y Rodríguez, 1998).

2.3.1.2 Agua de pozos

Es la captación de aguas subterráneas por medio de la perforación o excavación de pozos. El agua es sacada, recogida y elevada a un tanque de almacenamiento por diferentes métodos, como la bomba eléctrica, molino de viento, etc. (Ordoñez, 2002).

Los pozos perforados pueden servir como un suministro de agua a bajo costo para hogares, pequeñas comunidades rurales y para áreas urbanas. El principio de funcionamiento es bastante simple: se perfora un agujero en una masa de agua subterránea y luego se extrae el agua infiltrada con la ayuda de una bomba accionada por fuerza humana o mecanizada. La construcción es rápida y varias técnicas simples de perforación están disponibles para la mayoría de las condiciones geológicas (Bruni y Spuhler, 2018).

Una perforación es un hueco que se hace en la tierra, atravesando diferentes estratos, entre los que puede haber unos acuíferos y otros no acuíferos; unos consolidados y otros no consolidados. Cada formación requiere un sistema de perforación determinado, por lo que a veces un mismo pozo que pasa por estratos diferentes obliga a usar técnicas diferentes en cada uno de los estratos (OPS, 2004).

2.3.1.3 Aguas superficiales

El agua superficial es la que se almacena o se encuentra fluyendo sobre la superficie de la tierra. Por consiguiente, el agua que se encuentra escurriendo por los cauces, forman las aguas superficiales; estas, resultan de la precipitación, el deshielo de



los nevados o el flujo de las aguas subterráneas mediante afloramiento, las cuales alimentan a los cursos de agua de los ríos (Chow, Maidment y Mays, 2000).

A las aguas superficiales se les conoce como tales a las que forman los ríos, mares, reservorios naturales, lagunas, etc. Estas aguas, aunque sean cristalinas están generalmente contaminadas siendo peligroso usarlos en el consumo humano, mientras no se sometan a un tratamiento adecuado. Además, al discurrir sobre la superficie del terreno, recogen cantidad de bacterias, al pasar por las poblaciones reciben descargas de desagües, basuras, contaminándose de esta forma el agua (DIRESA, 1993 - 1997).

2.4 ESCASEZ DEL AGUA

La escasez de agua tiene lugar cuando la demanda supera disponibilidad de agua dulce en un área determinada. Escasez de agua es un exceso de demanda de agua para el suministro disponible. Esta situación aparece como consecuencia de una elevada demanda agregada por parte de todos los sectores que consumen agua respecto al suministro disponible, bajo las condiciones de infraestructuras y las disposiciones institucionales existentes (FAO, 2013).

Las razones de la crisis del agua observada son bien conocidas: en el último siglo, el uso global de agua ha crecido a más del doble de la tasa de crecimiento de la población, y cada vez más regiones están llegando al límite de suministro de servicios hídricos fiables. El crecimiento demográfico, el desarrollo económico, la urbanización y la contaminación están ejerciendo una presión sin precedentes sobre los recursos hídricos renovables, sobre todo en regiones áridas y semiáridas. Al mismo tiempo, cada vez se acepta más la idea de que los servicios ambientales y las funciones de los ecosistemas deben dejar de considerarse usos residuales del agua. El cambio climático y las demandas



de la bioenergía dificultan aún más la ya complicada relación entre desarrollo y demanda de agua (FAO, 2013).

Los tres aspectos principales que caracterizan la escasez de agua son: la falta física de agua disponible para satisfacer la demanda; el nivel de desarrollo de las infraestructuras que controlan el almacenamiento, distribución y acceso; y la capacidad institucional para aportar los servicios de agua necesarios (FAO, 2013).

Las fuentes, los manantiales y las cuencas están en acelerada vía de extinción, hay cambios de clima y de suelo, inundaciones, sequías y desertización. Pero es la acción humana la más drástica: ejerce una deforestación delirante, ignora los conocimientos tradicionales sobre todo de las comunidades indígenas locales, retira el agua de los ríos de diferentes maneras, entre otras con obras de ingeniería, represas y desvíos. Y es que ante una situación de escasez del agua la amenaza se cierne sobre tres aspectos fundamentales del bienestar humano: la producción de alimentos, la salud y la estabilidad política y social. Esto se complica aún más si el recurso disponible se encuentra compartido, sin considerar el aspecto ecológico (PNUMA, 2014).

Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de proteger y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos (Reynolds, 2002).

2.5 CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua de bebida debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser



de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de su consumo. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar las características que puedan rechazar el consumo (Lampoglia, Pitman, y Barrios, 2008).

Suele considerarse en relación con el uso o actividad a que se destina (no en términos absolutos) calidad del agua para beber, para riego, para uso industrial, piscícola, recreativo. La calidad de una masa de agua natural puede relacionarse también con su cercanía al estado natural (composición), la pérdida de calidad se identificaría con su alejamiento de las condiciones naturales (contaminación) (Sánchez, 2016).

Un agua potable e inocua debe ajustarse a las siguientes características de calidad de agua. Debe ser o estar (Zea, 2010):

- Libre de organismos patógenos.
- Baja en concentración de compuestos muy tóxicos o que tengan efectos serios a largo plazo, tales como el plomo.
- Clara
- No salina (salada).
- Libre de compuestos que provoquen un olor o sabor desagradable.
- No corrosiva, ni debe ocasionar incrustaciones en las tuberías o manchas en la ropa.



2.6 IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Es un elemento vital y se usa como parte de la dieta para las necesidades hídricas del organismo del ser vivo. Desde el punto de vista bromatológico interesa por su abundante uso en la industria alimentaria y su uso como bebida. El agua como alimento debe reunir requisitos de composición química e higiene. El agua pura no interesa porque no es alimento. Interesan las aguas naturales con más iones, concentrados de sustancias orgánicas y minerales que proceden del contacto del agua con la atmósfera y el suelo (Vallejo, 2001).

Indica que la importancia del recurso hídrico para la sociedad está considerada como un bien esencial en el crecimiento económico y desarrollo social de las naciones. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2002), un sector importante para la economía de muchos países como lo es la agricultura, utiliza alrededor del 70% del total del agua extraída, mientras que el sector industrial utiliza el 20% y el 10% restante es para consumo doméstico. Además de la disponibilidad, otro problema es la mala calidad del agua. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000), hay más de 1000 millones de personas que carecen de acceso a agua no contaminada, siendo las zonas rurales donde al menos el 29% de los habitantes carece de agua no contaminada y el 62% de sistemas de saneamiento, mientras que en los países en desarrollo, del 90% al 95% de las aguas residuales y el 70% de los desechos industriales se vierten sin ningún tipo de tratamiento en aguas superficiales, de modo que contaminan las existencias de agua utilizable. A su vez las actividades agrícolas, principalmente de países industrializados, ocasionan gran contaminación de los mantos freáticos y los cuerpos superficiales de agua, a través del escurrimiento de fertilizantes y plaguicidas y la lluvia ácida (Molina, 2002).



2.7 IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA SALUD

El agua y la salud son dos aspectos indispensables y dependientes. En la actualidad los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad para abastecer a las poblaciones de una forma adecuada, así mismo están relacionados con la continuidad del servicio. Se entiende que la salud de las personas y las comunidades humanas es el resultado de procesos sociales en el que las condiciones de vida a nivel doméstico y comunitario intervienen de manera decisiva. Es por eso que la explicación del riesgo de enfermar debe abordarse también a partir de los determinantes ambientales y como parte de ellos el agua y los sistemas de abastecimiento (Hernández-Vásquez, 2011).

El agua tiene una estrecha relación con la vida humana por su utilidad directa y por ser un elemento esencial para la conservación del ecosistema. Es también un agente básico de salud o enfermedad. Tener acceso a un agua segura es fundamental para la salud de las personas, ya que si está contaminada se convierte en uno de los principales vehículos de transmisión de enfermedades, las que afectan a los grupos más desprotegidos de la población, entre ellos, a los niños (Solsona, 2003).

Las enfermedades transmitidas por el agua, especialmente las diarreas, se encuentran entre las principales causas de morbilidad y mortalidad en la mayoría de los países en desarrollo. Los niños pueden contraer esas enfermedades al beber agua contaminada, pues los microorganismos que causan esas enfermedades son ingeridos con el agua (Solsona, 2003).

Entre las principales causas de las diarreas están la inapropiada disposición de excretas, las prácticas higiénicas inadecuadas y la mala calidad del agua de bebida. Si

bien es cierto que esas causas se engloban dentro del contexto de la pobreza, también se deben a la falta de educación y a las pautas culturales inapropiadas (Solsona, 2003).

Tabla 1. Enfermedades y síntomas producidos por bacterias.

ENFERMEDAD	SINTOMAS
Aeromonas sp. Enteritis	Diarrea muy líquida, con sangre y moco
Campylobacter Jejuni	Gripe, diarreas, dolor de cabeza y estómago, fiebre, calambres y náuseas
Campilobacteriosis	
Escherichia Coli Enterocolitis	Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos
Plesiomonas Shigelloides Plesiomonas – Infección	Náuseas, dolores de estómago y diarrea acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza y vómitos
Salmonella Typhi Fiebre Tifoidea	Fiebre
Salmonella sp. Salmonelosis	Mareos, calambres intestinales, vómitos, diarrea y a veces fiebre leve
Streptococcus sp.	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a veces vómitos
Vibrio Cholerae. El Tor (agua dulce) Cólera (forma leve)	Fuerte diarrea

Fuente: Cuadro informativo sobre enfermedades relacionadas con el agua establecidos por la Organización Mundial de la Salud (2010).

2.8 AGUA DE CONSUMO HUMANO

El agua distribuida a través de los sistemas de abastecimiento debe ser inocua. Para ello, la calidad del agua debe cumplir con las condiciones físico químicas y bacteriológicas establecidas por el Ministerio de Salud, de tal manera que el consumo no dañe la salud de los usuarios.

Los compuestos y elementos perjudiciales y peligrosos para la salud, además de bacterias patógenas, que se tomarán en cuenta para determinar la calidad de las aguas deben estar en concordancia con las normas y/o estándares de calidad del agua para consumo humano (OPS/COSUDE, 2007).



2.9 LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

La calidad del agua de consumo humano se refiere a que el agua se encuentre libre de elementos que la contaminen y conviertan en un vehículo para la transmisión de enfermedades. Por su importancia para la salud pública, la calidad del agua merece especial atención. Sin embargo y sobre todo en los países en desarrollo a este problema se le ha prestado poca atención en comparación con otros aspectos como la cobertura (OPS/COSUDE, 2007).

La cantidad y la cobertura son tan importantes como la calidad de la misma para prevenir las enfermedades de origen hídrico. El acceso a los servicios de agua potable debería ser garantía de que se está consumiendo agua segura, sin embargo, en muchos casos no es así porque el agua es de mala calidad y no cumple las normas de potabilidad, aunque se distribuya a través de redes entubadas y conexiones domiciliarias (OPS/COSUDE, 2007).

El acceso al agua potable es un derecho imprescindible, ya que satisface necesidades básicas referidas a la salud y las condiciones de vida de las poblaciones humanas; expresado por el derecho de gozar de altas coberturas en los servicios de agua y saneamiento. Sin embargo, a nivel mundial aún se identifican deficiencias en la calidad de la prestación de los servicios, organización, ausencia de planificación e insuficiente inversión que puedan garantizar en el mediano y largo plazo el sostenimiento de las coberturas en los servicios de agua y saneamiento en numerosos países (Hernández-Vásquez, 2011).



2.10 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA

La evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas para cada caso. Para que los resultados de estas determinaciones sean representativos, es necesario dar mucha importancia a los procesos de muestreo y a las unidades y terminología empleadas.

Para una correcta interpretación de los datos obtenidos, los resultados de los análisis deben manejarse estadísticamente, teniendo en cuenta la correlación de iones, los factores que gobiernan el comportamiento de los componentes del agua, etcétera. El uso de gráficos ayuda a mostrar las relaciones físicas y químicas entre el agua, las fuentes probables de contaminación o polución y el régimen de calidad y, por tanto, a realizar adecuadamente la evaluación de los recursos hídricos (OPS/CEPIS, 2004).

2.11 NORMAS QUE GARANTIZAN LA CALIDAD DE AGUA

Desde el punto de vista institucional, la garantía de que el agua de bebida esté libre de riesgos microbiológicos es una responsabilidad de las autoridades sanitarias. Para ello, cada país debe establecer un marco de referencia para evaluar si el agua está en buenas condiciones, si es segura o si está contaminada. Este instrumento se llama Norma de Calidad de Agua de Bebida (NCAB) (Solsona, 2003).

La calidad será verificada mediante los resultados de ensayos de laboratorio correspondientes, condicionando la opción tecnológica a seleccionar, ya que determinará si es necesario o no el tratamiento de potabilización (Programa Nacional de Saneamiento Rural del Ministerio de Vivienda, 2017).

Se adopta la terminología de DS N° 002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los estándares nacionales de



calidad ambiental para agua, por la cual las aguas superficiales destinadas a la producción de agua para consumo humano aprobados por el Programa Nacional de Saneamiento Rural del Ministerio de vivienda se clasifican en (MINAM, 2017):

Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Tipo A3: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Tanto para las aguas superficiales como subterráneas, se deberá verificar que una vez potabilizadas cumplan con los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano aprobados por el decreto supremo N° 031-2010-SA. (Programa Nacional de Saneamiento Rural del Ministerio de vivienda, 2017).

2.11.1 Estándares de calidad del agua para consumo humano

El reglamento de calidad de agua para consumo humano tiene la finalidad de asegurar la calidad del agua para consumo humano, cuyos valores permisibles se muestran en la Tabla 2 (D.S. N° 031-2010-SA/DIGESA/MINSA, 2011)

Tabla 2. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permissible
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 ml a 35 °C	0 (*)
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termo tolerantes o Fecales	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/ml a 35 °C	500
Huevos y larvas de Heimintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0
Virus	UFC/ml	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos	Nº org/L	0

Fuente: Valores establecidos en el reglamento de calidad del agua para consumo humano, DIGESA – 2005.

UFC = Unidad Formadora de Colonias.

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1.8/100 ml.

Tabla 3. Valores guía para verificación de la calidad microbiana.

Aguas	Organismos	Valor Guía
Toda agua destinada a consumo humano (b, c)	E. Coli o Coliformes Termo tolerantes	No detectable en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada ingresando al sistema de distribución (b)	E. Coli o Coliformes Termo tolerantes	No detectable en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada en el sistema de distribución (c)	E. Coli o Coliformes Termo tolerantes	No detectable en ninguna muestra de 100 ml

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2006.

2.11.2 Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles

2.11.2.1 Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

Es la medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente (Mamani, 2012).

2.11.2.2 Límite Máximo Permisible (LMP)

Es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente (Mamani, 2012).

Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

Parámetro	Unidad	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)	µmho/cm	1500
Sólidos Totales	mgL-1	1000
Disueltos		
Cloruros	mg Cl- L ⁻¹	250
Sulfatos	mg SO ₄ = L ⁻¹	250
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
Amoniaco	mg N L ⁻¹	1.5
Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.4
Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2
Zinc	mg Zn L ⁻¹	3
Sodio	mg Na L ⁻¹	200

Fuente: Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano



D.S. N° 031-2010-SA MINSA/DIGESA – Lima: Ministerio de Salud,
2011.

UCV : Unidad de Color Verdadero.

UNT : Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

Tabla 5. Límites máximos permisibles en compuestos y elementos perjudiciales.

Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permissible
Alcalinidad	mg/L como CaCO ₃	150
Aluminio	mg/L como Al	0.2
Calcio	mg/L como Ca	30-150
Cloruro	mg/L como Cl-	250
Cobre	mg/L como Cu	2
Color	UCV Pt/Co escala	15
Conductividad (25°C)	µS/cm	1.5
Dureza Total	mg/L como CaCO ₃	500
Hierro	mg/L como Fe	0.3
Ion Hidronio	Valor de pH	6.5 a 8.5
Magnesio	mg/L como Mg	30 – 100
Manganeso	mg/L como Mn	0.4
Nitratos	mg/L como NO ₂	50
Olor		Inofensivo
Oxidabilidad	mg/L como O ₂	5
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000 (103 °C - 105 °C)
Sabor		Inofensivo
Sodio	mg/L como Na	200
Sulfato	mg/L como SO ₄ =	250
Turbiedad	UNT	
Agua superficial		10
Agua subterránea		5
Zinc	mg/L como Zn	3

Fuente: Consejo Nacional de Salud “Comité Nacional de Salud Ambiental” proyecto de reglamento para la vigilancia y control sanitario de la calidad del agua para consumo humano Lima, febrero 2007.



2.12 PRINCIPALES INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE CALIDAD DE AGUA

2.12.1 Indicadores microbiológicos de agua

La gran variedad de microorganismos patógenos que pueden encontrarse en una muestra de agua, así como la complejidad de la mayor parte de las técnicas de enriquecimiento y aislamiento e identificación, hace inviable el control rutinario de todos estos microorganismos indicadores (OPS/CEPIS, 2004), que deben cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- Ser fáciles de cultivar en el laboratorio.
- Ser relativamente inocuos para el hombre y los animales.
- Su concentración debe tener relación con la cantidad de microorganismos patógenos presentes en el agua.

La evaluación de la calidad microbiológica del agua de abastecimiento humano se efectúa mediante la determinación de indicadores. Los que comúnmente se utilizan son los coliformes totales, los coliformes termotolerantes (fecales), la *Escherichia coli* y las bacterias heterotróficas mesófilas aerobias viables (OPS/CEPIS, 2004).

Se han efectuado interesantes estudios con el objeto de conocer la relación que existe entre la presencia de determinados indicadores de contaminación en el agua de bebida y la prevalencia de enfermedades diarreicas (OPS/CEPIS, 2004).

Grupo coliforme. Los coliformes son bacterias que habitan en el intestino de los mamíferos y también se presentan como saprofitos en el ambiente, excepto la *Escherichia*, que tiene origen intestinal. Los coliformes tienen todas las características requeridas para ser un buen indicador de contaminación. Este grupo de microorganismos pertenece a la



familia de las enterobacteriáceas. Se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en un lapso de 24-48 horas y producir ácido y gas (OPS/CEPIS, 2004). Los siguientes géneros conforman el grupo coliforme: Klebsiella, Escherichia, Enterobacter, Citrobacter y Serratia.

De este grupo, la Escherichia y ocasionalmente la Klebsiella tienen la capacidad de fermentar la lactosa no solo a las temperaturas indicadas, sino también a 44.5 °C. A los miembros de este grupo se les denomina coliformes termotolerantes (fecales) (OPS/CEPIS, 2004).

a) Coliformes totales

Los coliformes totales se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en 24-48 horas y producir ácido y gas. Tienen la enzima cromogénica B galactosidasa, que actúa sobre el nutriente indicador. Este nutriente sirve como fuente de carbono y su efecto consiste en un cambio de color en el medio de cultivo. La reacción se detecta por medio de la técnica de sustrato definido. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana (OPS/CEPIS, 2004).

Los coliformes totales se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal.

Los Coliformes Totales se pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo, aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua (DIGESA, 2007).



b) Coliformes termotolerantes (Fecales)

El término de *coliformes termotolerantes*, hace referencia a un grupo de microorganismos que se caracteriza por tener propiedades químicas del grupo de las coliformes. Pero además por su crecimiento a temperaturas elevadas de incubación (44-45.5 °C), en este grupo se incluyen a los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*.

El término Coliforme fecal es aquel que se caracteriza directa e incuestionablemente relacionado con el hábitat fecal. Uno de los hábitats típicos de este grupo de bacteriano es el tracto digestivo de los animales de sangre caliente, aunque también se encuentran en el suelo, plantas, agua, en este grupo se incluye a *Escherichia*, sin embargo, como la detección de coliformes fecales se realiza por su termotolerancia, muchos resultados pueden ser falsos positivos, debido al a presencia de *Klebsiella*, que no tiene por qué indicar contaminación fecal. Por este motivo se requieren métodos sensibles que permitan medir el grado de contaminación fecal (OPS/CEPIS, 2004).

Se denomina coliformes termotolerantes a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Por este motivo, antes recibían la denominación de coliformes fecales; estos coliformes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos. Los coliformes termotolerantes crecen a una temperatura de incubación de 44.5 °C. Esta temperatura inhibe el crecimiento de los coliformes no tolerantes.

Se miden por pruebas sencillas, de bajo costo y ampliamente usadas en los programas de vigilancia de la calidad del agua. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana; actualmente el mercado ofrece otras técnicas más avanzadas, pero el empleo de las técnicas tradicionales está aprobado por los estándares internacionales (OPS/CEPIS, 2004).



Los Coliformes Termotolerantes diferentes de *Escherichia coli* pueden proceder a aguas orgánicamente enriquecidas como efluentes industriales, de materias vegetales y suelos en descomposición (DIGESA, 2007).

Características:

- Comprende a los géneros de *Escherichia* y en menor grado *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 – 45 °C.

Riesgos para la salud:

- Es poco probable que los organismos coliformes termotolerantes vuelvan a desarrollarse en un sistema de distribución a menos que estén presentes nutrientes en cantidad suficiente o que materiales inadecuados entren en contacto con el agua tratada.
- Por contacto directo pueden infectar heridas, mucosas de ojos y oídos.

Por ingestión ocasionan gastroenteritis aguda.

b. 1 Escherichia coli

La *Escherichia coli* abunda en las heces de origen humano y animal. Se halla en agua residual, en agua y suelos naturales que han sufrido contaminación reciente, ya sea de seres humanos, operaciones agrícolas o de animales y aves salvajes (DIGESA, 2007).

Características:

- Pertenece a la familia de las enterobacteriaceas, posee las enzimas beta-galactosidasa, beta-glucuronidasa. Se desarrolla a 44 – 45 °C en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas,



produciendo índole a partir del triptófano. Algunas cepas pueden desarrollarse a 37 °C pero no a 44 – 45 °C y algunas no liberan gas. *Escherichia Coli* no produce oxidasa ni hidroliza la urea.

Riesgos para la salud:

- La vía de infección primaria es la ingestión. Habitualmente no es patógeno, pero puede ocasionar gastroenteritis.
- Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente

Es el principal indicador bacteriano en el agua. Diversos estudios han demostrado que la *E. coli* está presente en las heces de los seres humanos y los animales de sangre caliente entre 10⁸ y 10⁹ por gramo de heces. No se multiplican en forma apreciable en el ambiente.

La *E. coli* fermenta la lactosa y produce ácido y gas. Tiene la enzima cromogénica B glucuronidasa, que actúa sobre el nutriente indicador MUG22. Este nutriente sirve como fuente de carbono y su efecto se visualiza por la fluorescencia en el medio de cultivo (OPS/CEPIS, 2004).

c) Bacterias

Son seres de organización simple, unicelulares. Se distribuyen en una amplia variedad de sustratos orgánicos (suelo, agua, polvo atmosférico). La mayor parte de bacterias son beneficiosas para el ecosistema acuático. De ellas depende la mayor parte de las transformaciones orgánicas. Favorecen la autodepuración de los cuerpos de agua. Existe otro grupo de bacterias que son patógenas y que pueden causar enfermedades graves en el hombre y en los animales (OPS/CEPIS, 2004).



d) Algas

Plantas de organización sencilla, fotosintéticas. Presentan clorofila. Existen en formas unicelulares, coloniales y pluricelulares. La clasificación sanitaria de las algas está basada en sus características más saltantes y de fácil observación. Dicha clasificación considera (OPS/CEPIS, 2004) los siguientes grupos:

- algas azul-verdes
- algas verdes
- diatomeas y
- algas flageladas.

En las aguas superficiales existe una diversidad de algas: flotantes, epifitas, litorales y bentónicas. Su reproducción guarda estrecha relación con la naturaleza de los distintos hábitats, caracterizados a su vez por diferentes factores ecológicos como la luz, la temperatura, los nutrientes como los nitratos y los fosfatos, el oxígeno, el anhídrido carbónico y las sales minerales.

El incremento anormal de las algas se produce por el exceso de nutrientes y cambios en la temperatura. Este fenómeno se conoce como eutrofización o eutroficación y tiene como consecuencia múltiples dificultades en el tratamiento y la desinfección del agua por la producción de trihalometanos y otras sustancias químicas que alteran el sabor y el olor del agua tratada.

Cuando las algas traspasan ciertos valores por unidad de volumen —valores que dependen de la especie de alga predominante, la temperatura del agua, el tipo de tratamiento, etcétera—, causan problemas en las plantas de tratamiento.

Estos problemas son los siguientes:



- *Sabor y olor.* Se ha detectado que algunas algas producen olor a pescado, tierra y pasto, entre otros.
- *Color.* La abundancia de las algas clorófitas produce un color verde en el agua; otras, como la *Oscillatoria rubens*, originan un color rojo.
- *Toxicidad.* Algunos tipos de algas azul-verdes, actualmente denominadas *cyanobacterias*, causan disturbios gastrointestinales en los seres humanos.
- *Corrosión.* Algas como la *Oscillatoria* pueden producir corrosión en las piezas o tubos de concreto armado y en los tubos de acero expuestos a la luz. Algunas veces el agua influye en la modificación química del medio.
- *Obstrucción de filtros.* Cuando la decantación no se realiza en forma adecuada, pueden pasar organismos al filtro y colmatarlo. Las diatomeas constituyen el grupo de algas que causa mayores problemas por poseer cubiertas de sílice que no se destruyen después de su muerte.
- *Dificultad en la decantación química.* Existen algunos tipos de Cyanobacterias que, al envejecer, forman bolas de aire en su citoplasma. Los flóculos de hidrógeno de aluminio aglutinan estas algas sin decantar y causan problemas.
- *Alteración del pH.* Esta alteración se produce debido al consumo de CO_2 con precipitación de CaCO_3 , lo que aumenta el pH. El control de la densidad de algas en las fuentes de agua destinadas al abastecimiento debe efectuarse en forma preventiva. Se debe limitar el ingreso de nitrato y de fosfatos a la fuente. En el caso de que se requiera un proceso correctivo, este puede efectuarse mediante el uso de alguicidas como el sulfato de cobre, el cloro o una combinación de ambos.



En este proceso se deben tomar en cuenta muchos aspectos. Uno de ellos es la cantidad de alguicida que se debe emplear. Se debe utilizar una dosis que no afecte al hombre ni a los peces. La dosis debe calcularse según la especie predominante y su concentración. El sulfato de cobre es uno de los alguicidas más usados. Debe emplearse en dosis inferiores a una parte por millón. En la figura siguiente se puede apreciar algas presentes en el agua.

e) Insectos

El agua constituye el hábitat de diversos insectos acuáticos que desarrollan su ciclo evolutivo en los diferentes estratos de la columna de agua. Otro grupo de insectos solo desarrolla parte de su ciclo evolutivo en el agua, y en sus estadios larvarios y como huevos conforman el zooplancton en forma temporal (OPS/CEPIS, 2004).

Los grupos de organismos antes mencionados están en permanente actividad dentro del cuerpo de agua, pero ninguno vive aislado. Su existencia depende del medio, definido tal como vimos anteriormente (OPS/CEPIS, 2004).

Como puede observarse, los factores que intervienen en los ecosistemas de aguas superficiales son múltiples. Se considera que la calidad del agua superficial es muy variable y necesita caracterizarse durante un periodo determinado para definir los aspectos que deben considerarse en el tratamiento y los parámetros que servirán para el control del mismo (OPS/CEPIS, 2004).

En conclusión, la presencia de los organismos de vida libre en condiciones normales es beneficiosa para las aguas superficiales. Se convierte en un problema cuando su concentración y composición alteran la calidad del agua y se presentan dificultades para el uso y tratamiento del recurso hídrico (OPS/CEPIS, 2004).



En el apartado siguiente se puede apreciar algunos de los insectos que pueden estar presentes en las aguas (OPS/CEPIS, 2004).

f) Protozoarios

Son organismos unicelulares, con una amplia distribución en los cuerpos acuáticos. La mayor parte de los protozoarios son beneficiosos, pues contribuyen a preservar el equilibrio de los ecosistemas acuáticos. Su incremento anormal puede ocasionar alteraciones en el ecosistema acuático; otro grupo de protozoarios son parásitos y pueden causar enfermedades en el hombre y en los animales (OPS/CEPIS, 2004).

Rotíferos, Copépodos y otros Crustáceos. Conforman los grupos predominantes del zooplancton de aguas superficiales y, al igual que los protozoarios, participan en la cadena alimenticia de los ecosistemas acuáticos. El incremento anormal del zooplancton causa un desequilibrio en el sistema y trae consecuencias negativas como la disminución del oxígeno disuelto, alteraciones en el pH, en el olor y el color del agua, entre otras.

Insectos. El agua constituye el hábitat de diversos insectos acuáticos que desarrollan su ciclo evolutivo en los diferentes estratos de la columna de agua. Otro grupo de insectos solo desarrolla parte de su ciclo evolutivo en el agua, y en sus estadios larvarios y como huevos conforman el zooplancton en forma temporal (OPS/CEPIS, 2004).

En conclusión, la presencia de los organismos de vida libre en condiciones normales es beneficiosa para las aguas superficiales. Se convierte en un problema cuando su concentración y composición alteran la calidad del agua y se presentan dificultades para el uso y tratamiento del recurso hídrico (OPS/CEPIS, 2004).



2.12.2 Indicadores organolépticos

Las características organolépticas del agua, pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y etcétera), tienen directas incidencias sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua (OPS/CEPIS, 2004). Se consideran importantes las siguientes:

a) Color

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales (OPS/CEPIS, 2004), puede originarse por las siguientes causas:

- La extracción acuosa de sustancias de origen vegetal
- La descomposición de la materia
- La materia orgánica del suelo
- La presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos; y
- Una combinación de los procesos descritos.

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados (OPS/CEPIS, 2004).

Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada (OPS/CEPIS, 2004).



Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente (OPS/CEPIS, 2004).

Debido a que el color del agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica, se recomienda que la desinfección se realice luego de que este haya sido removido, para evitar que la aplicación de cloro como desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos que tienen efecto cancerígeno en animales. El valor guía de la OMS y del Canadá es 15 unidades de color (UC) para aguas de bebida (OPS/CEPIS, 2004).

Las aguas superficiales pueden parecer altamente coloreadas debido a la presencia de materia pigmentada en suspensión, cuando en realidad el agua no tiene color. El material colorante resulta del contacto con detritus orgánico como hojas, agujas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición, está formado por una considerable variedad de extractos vegetales (DIGESA, 2004).

El color causado por la materia en suspensión es llamado color aparente y es diferente al color debido a extractos vegetales u orgánicos, que son coloidales, al que se llama color real. En el análisis del agua es importante diferenciar entre el color aparente y el real (DIGESA, 2004).

Riesgos para la salud:

- No permite el paso de la luz para el desarrollo de la biodiversidad.
- Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución.

b) Olor y sabor



El sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua” (OPS/CEPIS, 2004).

Estas características constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor.

El agua en su forma pura, no produce sensaciones olfativas. El olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido. Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes, más o menos bien definidos (DIGESA, 2007).

Además de estos aromas típicos, existen otras fragancias que tipifican un origen en particular, pero que son menos frecuentes en los estudios de calidad de aguas. Así por ejemplo, las aguas residuales de industrias vinícolas, de industrias cerveceras, de industrias lecheras y de empresas relacionadas con la explotación o procesamiento del petróleo, tienen olores distintivos que son fácil y rápidamente perceptibles y que deben registrarse en las libretas de campo (DIGESA, 2007).

El olor se reconoce como factor de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable (y de los alimentos preparados con ella) que pueda corromperse con la presencia, de peces y otros organismos acuáticos y anular la estética de las aguas de instalaciones de recreo.

Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones (DIGESA, 2007).

Riesgos para la salud:



- malestar, dolor de cabeza, mareos.
- alergias dependiendo del causante del olor.

2.12.3 Indicadores físicos y químicos del agua

Los parámetros físicos-químicos o las características físicas-químicas del agua se considera que el agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor (OPS/CEPIS, 2004). Se consideran importantes las siguientes:

a) Potencial de hidrogeno (pH)

Es un término universal usado para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. Más exacta es la manera de expresar la concentración de iones hidrógeno (Zea, 2010).

- Un pH entre 0 y 7 indica solución ácida. La solución es más ácida cuanto menor de 7 sea el pH.
- Un pH entre 7 y 14 indica que la solución es alcalina. Siendo la solución más alcalina cuanto mayor de 7 sea el pH.
- Un pH igual a 7, indica que la solución es neutra.
- El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrogeno presentes.
- Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por encima de 7 indican que es básica o alcalina.



Cuando una sustancia es neutral el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H^+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH^-), la sustancia es ácida (DIGESA, 2007).

Características:

- La concentración de ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales.
- Todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como o la neutralización ácida – base, depende del pH.
- El agua residual con concentración de ión hidrogeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ión hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.
- A una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ión hidrogeno.
- El pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con pH-metro.

Riesgos para la salud:

El pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH interior a 8. En valores superiores de pH11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos (DIGESA, 2007).

b) Temperatura



Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (OPS/CEPIS, 2004).

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles (DIGESA, 2000).

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (DIGESA, 2000).

Características:

- El oxígeno es menor soluble en agua caliente que en agua fría.
- El aumento en las velocidades de las reacciones químicas que produce un aumento en la temperatura, combinado con la reducción de oxígeno presente en las aguas superficiales.
- Es causa frecuente del oxígeno presente en las aguas superficiales, reduciéndose más en los meses de verano.
- Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.
- Las temperaturas elevadas pueden dar lugar a conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.



- La temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detiene cuando se alcanza los 50 °C a temperaturas de alrededor de 15 °C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad.

Riesgos para la salud:

- Las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos.
- En periodos extendidos de continua inmersión en agua más fría ó <15 °C puede causar la muerte de algunos bañistas y será riesgo para todo el bañista y será riesgo para todos los bañistas que no usen ropa protectora de inmersión. La sobrevivencia de un individuo sumergido en agua de 34 a 35 °C va depender de la tolerancia a una elevada temperatura corporal interna, a un riesgo de daño con la exposición prolongada.

2.13 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad en el planeta Tierra. También es gran responsable de la posibilidad de desarrollo de las distintas formas de vida: vegetales, animales y el ser humano. Los organismos de todos los seres vivos están compuestos de agua en una alta proporción, siendo que ésta es la que compone los músculos, órganos y los diferentes tejidos. Por esto, sin agua no es posible la vida (Vásquez, 2017).

El agua se contamina cuando se echan residuos o materiales contaminantes a las fuentes de agua y a las cabeceras de cuencas. Puede ser una industria que vierte los desechos de sus procesos químicos al río; puede ser un agricultor que emplea sustancias tóxicas para eliminar plagas o hierbas en sus cultivos; puede ser una persona que deposita basura en los ríos o lagos, y hasta nosotros mismos en nuestras casas cuando arrojam



por el inodoro pinturas, aceites o sustancias venenosas. Es decir, desde las grandes empresas a los agricultores a mineros y a cada uno de nosotros, todas las personas tienen algún grado de responsabilidad en relación con la contaminación. Y si bien es cierto que algunos contaminan más que otros, en realidad, todos somos contaminantes potenciales. Dicho de otro modo, el cuidado y protección de la calidad del agua es responsabilidad de todos (Solsona, 2003).

Desde el punto de vista de la salud, y tal como se ha mencionado, la contaminación más importante es la microbiológica y las fuentes de esa contaminación son las que deben vigilarse con mayor atención. La calidad del servicio de agua es investigar los valores máximos de contaminantes que puede tener determinada agua es verificar su calidad a fin de decidir si la misma es buena o mala, segura o no segura. Pero es importante dar un paso más allá y evaluar cuáles son las probabilidades de que esa agua, que eventualmente en el momento de la prueba podría tener una calidad aceptable, deje de ser segura en pocos días u horas. Por lo tanto, se debe analizar también el riesgo de contaminación potencial que se pueda presentar. Ello significa que no solo se debe evaluar la calidad intrínseca del agua, sino también la calidad del servicio, entendiendo por el mismo el agua y los elementos que lo contienen o que sirven para su conducción, almacenamiento y entrega a los usuarios (Solsona, 2003).

Además de los valores de calidad, un buen servicio debe cumplir con los siguientes requisitos que son los denominados “los requisitos de las siete C”:

- *Calidad*: significa que el agua debe estar libre de elementos que la contaminen a fin de evitar que se convierta en un vehículo de transmisión de enfermedades.



- *Cobertura:* significa que el agua debe llegar a todas las personas sin restricciones, es decir, que nadie debe quedar excluido de tener acceso al agua de buena calidad.
- *Cantidad:* se refiere a la necesidad de que las personas tengan acceso a la cantidad suficiente de agua para su uso personal, para los usos necesarios en su hogar y otros que demanden sus necesidades.
- *Continuidad:* significa que el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente, pues el suministro por horas puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución.
- *Condición:* se refiere a las condiciones en que se encuentran las instalaciones que llevan el agua a la escuela y en donde se mantiene almacenada. Tiene que ver con la situación de seguridad ante la contaminación, el estado de limpieza de las instalaciones, sobretodo de los tanques y depósitos, y el estado físico general, incluidas las fugas, roturas, pérdidas, etc.
- *Costo:* significa que además del valor natural, el agua segura tiene un costo que debe ser cubierto por los usuarios para cubrir el valor de los insumos necesarios para purificarla, el valor de las instalaciones, su mantenimiento y reparación. El costo debe ser razonable para cubrir los costos de tratamiento y también para que los usuarios lo puedan pagar.
- *Cultura hídrica o cultura del agua:* significa que las personas, al reconocer el valor del agua y su relación con la salud, deben hacer un uso racional de ella, preservándola adecuadamente para evitar su contaminación y tomando las medidas sanitarias para asegurar el consumo de las futuras generaciones.



Quien tiene cultura hídrica reconoce el costo de producir el agua potable y estará dispuesto a pagar ese costo.

2.14 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA

2.14.1 Uso de la tierra y su relación con la calidad de agua.

El 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de la presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua. Sin embargo, el uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recargas de aguas subterráneas, erosión y carga de sedimentos (Sanfeliú, 2001).

Los impactos de las prácticas del uso de la tierra se pueden agrupar en dos categorías: impactos sobre los valores de uso y valores de no uso. Los valores de uso pueden ser consuntivos, por ejemplo, el riego y el uso doméstico, y no consuntivos, como el transporte. La incertidumbre existente en las relaciones entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca alta y los impactos sobre los usuarios de los recursos de la cuenca baja, crea a su vez incertidumbre en los valores económicos (Sanfeliú, 2001).

2.14.2 La actividad ganadera y su relación con la calidad de agua

El efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobrepastoreo, afectando la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, dado que, al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. Se estima que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con



8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo (Vidal, López, Santoalla y Vallejos, 2000).

2.14.3 La agricultura y su influencia en la calidad de agua

En la mayor parte de los países de América Latina, uno de los problemas más fuertes es la contaminación derivada de las fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, dada por el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua, además, está íntimamente relacionada con el proceso de pérdida de suelos. Ésta posee dos dimensiones principales: la dimensión física, consistente en la pérdida de la capa arable del suelo, y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez. (Wagner, Shillings y Libra, 2000).

2.14.4 Actividades Humanas

El deterioro de la calidad causado por la actividad humana, influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad (Colon, 2003).

2.14.5 Cobertura vegetal

La falta de cobertura vegetal aumenta la escorrentía superficial, agrava el efecto de la lluvia sobre el suelo, haciendo que aumente la escorrentía superficial, se rompan los agregados del suelo y con mayor facilidad las aguas las transporten. Esto evidencia que el estado del suelo y de la vegetación eleva la tasa de sedimentos arrastrados. También, la alta cantidad de sedimentos que transportan estas corrientes por la erosión de las zonas aguas arriba significa una calidad inferior del recurso agua, limitando su uso en procesos



industriales, hidro energéticos, de irrigación en zonas aguas abajo y un mayor costo en su purificación para el consumo humano (Fassaert, 2000).

2.15 ASPECTOS DE LA CALIDAD DE AGUA, SALUD Y ESTÉTICA

2.15.1 Enfermedades de origen hídrico

La calidad de agua potable ha mejorado significativamente a lo largo de los años a causa de mejores prácticas de evacuación de aguas residuales, protección de aguas medioambientales y subterráneas, y avances en el desarrollo, protección y tratamiento de los suministros de agua. No obstante, estas mejoras están siendo amenazadas por las presiones de una población creciente y una infraestructura trabajada y envejecida (Ibarra, 2010).

A pesar de las muchas mejoras, las enfermedades de origen hídrico continúan produciéndose a niveles elevados. Esta situación está complicada con el hecho de que la mayoría de la gente que experimenta trastornos gastrointestinales (predominante diarrea) no busca atención médica. Para aquellos que lo hacen, los médicos generalmente no suelen atribuir las dolencias a un origen específico como el beber agua potable. Una parte desconocida, pero probablemente significativa, de las enfermedades de origen hídrico no es endémica (es decir, no asocia a un brote o epidemia) y es así incluso más difícil de reconocer (Ibarra, 2010).

Además, están siendo identificados agentes recientemente reconocidos de enfermedades de origen en el agua. Se han implicado un número de microorganismos en las enfermedades de origen hídrico, incluyendo protozoos, virus y bacterias. La enfermedad hídrica es normalmente aguda (de brusca aparición y desenlace, generalmente, en un corto período de tiempo sobre las personas saludables), y la mayoría está caracterizada por síntomas gastrointestinales (diarrea, fatiga, calambres y dolores



abdominales). El tiempo entre la exposición a un agente patógeno y el brote de enfermedad puede variar desde dos días al menos (virus Norwalk, Salmonella y Shigella) a una o más semanas (Virus de Hepatitis A, Giardia, y Criptosporidium) (Ibarra, 2010).

La severidad y la duración de la enfermedad es mayor en aquellos que tienen su sistema inmunitario debilitado. Estos organismos pueden producir los mismos síntomas gastrointestinales por otras vías distintas al agua (alimentos y contactos directos fecales o de orina). El agente causante no se identifica en casi un 50 por 100 en los brotes de enfermedad hídrica (Ibarra, 2010).

2.15.2 Los efectos de los productos químicos sobre la salud

Los productos químicos pueden producir claramente efectos deletéreos, así como cambios (niveles de enzimas) que, sin embargo, no se consideran adversos. Algunos efectos adversos sobre la salud en los organismos son inmediatos (dentro de las 24 o 48 horas de la exposición), pero otros son retardados (de 5 a 40 años o más para producir cáncer en el hombre). Los efectos adversos pueden ser reversibles dependiendo de su naturaleza, de la severidad del efecto y del órgano afectado. Algunos efectos pueden no aparecer hasta las siguientes generaciones (Ibarra, 2010).

A mayor dosis, más significativo será el efecto. Esto se denomina la relación dosis/ respuesta. Comprender este concepto es importante porque simplemente conocer que una sustancia puede tener una propiedad toxicológica particular (carcinogénica), no es adecuado solamente para fijar el riesgo para la salud humana. En parte, la relación dosis/ respuesta depende de parámetros toxicológicos, que incluyen la absorción, distribución, metabolismo y excreción de un producto químico (Ibarra, 2010).

La relación dosis/respuesta puede ser diferente en fetos, niños y adultos. Los cuerpos en crecimiento pueden estar aumentados o disminuidos en el caso de los niños.



Y las mujeres embarazadas absorben mejor muchos productos químicos y puede aumentar el riesgo de toxicología. La habilidad o capacidad para metabolizar ciertos productos químicos tóxicos puede disminuir en los adultos (Ibarra, 2010).

Los estudios de potencial carcinogénico emplean dos procedimientos: el estudio de alimentación para la detección de carcinógenos y los test para mutagenicidad y genotoxicidad. Muchos de estos ensayos han sido realizados por el Centro Nacional del Cáncer (NCI), o el Programa Nacional de Toxicología (NTP) (Ibarra, 2010).

2.15.3 Constituyentes inorgánicos

Los constituyentes inorgánicos pueden estar presentes en las aguas naturales, en fuentes de agua contaminadas o, en algunos casos, pueden resultar del contacto del agua con los materiales de las tuberías de fontanería; el plomo, cobre, cinc, y asbesto (amianto) son constituyentes que pueden derivarse de los sistemas de distribución y fontanería (Ibarra, 2010).

Los compuestos inorgánicos en el agua potable representan una gran variedad por lo que concierne a la salubridad o salud. Algunos son conocidos o sospechosos como carcinógenos. Un determinado número de productos inorgánicos es esencial, a bajas dosis, para la nutrición humana e incluso, demostrando efectos adversos para la salud a dosis elevadas (Ibarra, 2010)

2.15.4 Constituyentes orgánicos

Los compuestos orgánicos en el agua derivan de tres fuentes principales:

- La desagregación de materiales orgánicos que tienen lugar de modo natural.
- Las actividades domésticas y comerciales.



- Las reacciones que tienen lugar durante el tratamiento y transición del agua.

2.15.5 Desinfectantes y subproductos de desinfección (DBPs)

El uso del cloro y otros desinfectantes como el ozono, aunque reducen el riesgo de enfermedades de origen hídrico, crea nuevos riesgos potenciales porque unos

Compuestos conocidos como subproductos de desinfección (DBPs) se forman durante el proceso de desinfección. Ha sido identificada una amplia variedad de subproductos. Un número de estos compuestos han demostrado producir cáncer y otros efectos tóxicos en condiciones de experimentación en animales (Ibarra, 2010).

Se han realizado estudios epidemiológicos para evaluar la asociación de la exposición al agua superficial clorada con varios resultados adversos: cáncer enfermedades cardiovasculares y resultados reproductivos adversos, incluyendo defectos necrológicos de nacimiento (Ibarra, 2010).

Finalmente, recientes estudios han informado de aumento de incidencia en la disminución del peso de nacimiento, prematuridad, retraso del crecimiento intrauterino y defectos tubo-renales con el agua clorada y en algunos casos con los trihalometanos (Ibarra, 2010).

2.16 ENFERMEDADES HÍDRICAS

2.16.1 Gastroenteritis bacteriana (GEBA)

Es una inflamación del estómago e intestinos causada por bacterias o toxinas Bacterianas (Ibarra, 2010).

Causas



Los gérmenes pueden introducirse en el alimento que usted consume (lo que se denomina contaminación) de diferentes maneras:

- El agua que se utiliza durante el cultivo o embarque puede contener estiércol o desechos humanos.
- Manipulación o preparación de alimentos en tiendas de comestibles, restaurantes o casas.
- Cualquier alimento preparado por alguien que no use las técnicas apropiadas de lavado de las manos.
- Cualquier alimento preparado usando utensilios de cocina, tablas cortadoras y otras herramientas que no estén totalmente limpias.
- Productos lácteos o alimentos que contengan mayonesa (como ensalada de color de papas) que han permanecido por fuera del refrigerador por mucho tiempo.
- Agua proveniente de un pozo o arroyo, o agua de una ciudad o pueblo que no haya sido tratada.

Muchos tipos diferentes de bacterias pueden producir gastroenteritis bacteriana, como:

- *Campylobacter jejuni*
- Clostridio
- *E. coli*
- Salmonela
- Shigella
- Estafilococo
- Yersinia



➤ Síntomas

Cada microorganismo provoca síntomas ligeramente diferentes, pero todos ocasionan diarrea. Otros síntomas abarcan:

- Cólicos abdominales
- Dolor abdominal
- Heces con sangre
- Inapetencia
- Náuseas y vómitos

Medidas de prevención

- Lavarse las manos después de utilizar el sanitario y antes de comer.
- No consumir alimentos en lugares poco higiénicos.
- Evitar la proliferación de insectos dañinos como las moscas y/o cucarachas en las alacenas de alimentos.
- Tomar sólo agua hervida o debidamente esterilizada.
- Tapar adecuadamente los depósitos de basura.
- Lavar con agua y vinagre los alimentos a consumirse crudos (hortalizas, frutas, verduras, u otros abarrotos).

2.16.2 Amebiasis intestinal

Es una infección intestinal causada por el parásito *Entamoebahistolytica* (Ibarra, 2010).

Causas

La *Entamoebahistolytica* se disemina a través de agua o alimentos contaminados con heces, lo cual es común en lugares donde los excrementos humanos se utilizan como



fertilizantes. Esta enfermedad también puede diseminarse de una persona a otra, particularmente por contacto con el área bucal o rectal de una persona infectada.

Síntomas

Por lo general, la enfermedad dura alrededor de dos semanas, pero puede reaparecer si no se administra tratamiento.

Síntomas leves:

- Cólicos abdominales
- Diarrea
 - ✓ paso de 3 a 8 heces semiformadas al día
 - ✓ paso de heces blandas con moco y ocasionalmente con sangre
- Fatiga
- Gases intestinales (flatulencia excesiva)
- Dolor rectal durante la defecación (tenesmo)
- Pérdida de peso involuntaria

Síntomas severos:

- Sensibilidad abdominal
- Heces sanguinolentas
 - ✓ paso de heces líquidas con franjas de sangre
 - ✓ paso de 10 a 20 heces al día
- Fiebre



➤ Vómitos

Nota: En el 90% de las personas con amebiasis no se presentan síntomas.

Medidas de prevención

- Al viajar a países tropicales donde las condiciones de salubridad son inadecuadas, tome agua potable o hervida y no coma verduras crudas ni frutas sin pelar.
- Las medidas de salud pública deben incluir purificación y desinfección del agua con cloro, al igual que programas de tratamiento de aguas residuales.
- Las medidas de relaciones sexuales con precaución, como el uso de condones y de protectores de goma en caso de contacto oral o anal, pueden ayudar a prevenir la infección.

2.16.3 Parasitosis intestinal

Las parasitosis intestinales son infecciones producidas por parásitos cuyo hábitat natural es el aparato digestivo del hombre. Algunos de ellos pueden observarse en heces aun estando alojados fuera de la luz intestinal, por ejemplo, en el hígado (*Fasciola hepática*) o en pulmón (*Paragonimus*spp.) (Ibarra, 2010).

Causas

Ingestión de huevos embrionados, excretados en las heces de los enfermos, que contaminan la tierra, agua, alimentos, manos, y juguetes.

Síntomas:



En ocasiones es asintomático, en parasitosis moderadas hay palidez, hiporexia, geofagia, diarrea, y expulsión de gusanos adultos por vía rectal, en casos de parasitosis masiva se observan complicaciones que requieren manejo quirúrgico, como la sub oclusión intestinal, o alguno de ellos puede introducirse e vías biliares o migración errática a vesícula etc.

Medidas de prevención

- Disminuir el "fecalismo" ambiental a través de medidas de saneamiento básico, como facilitar el acceso al agua potable, la correcta eliminación de excretas, etc.
- No utilizar excrementos como abono para el cultivo de hortalizas, ni aguas servidas para riego.
- No consumir carnes o verduras crudas.
- Controlar los vectores mecánicos (moscas, cucarachas) y los vectores biológicos (vinchuca, mosquitos etc.)
- Hervir el agua de consumo por 15 a 20 minutos, utilizando esta modalidad como norma, especialmente cuando la ingieran lactantes y niños.
- No caminar descalzo o con calzado abierto en suelos de tierra o arena, sobre todo húmedos.
- Utilización de guantes y calzado cerrado siempre que se trabaje con la tierra.
- Antes de utilizar abono o turba de río comercial rociar el material con agua recién hervida.



- Tratar de evitar que los niños jueguen en areneros o patios de tierra.
- Colocar los juguetes de los niños al sol las veces que se pueda, ya que la mayoría de las formas parasitarias no resisten a la desecación y temperaturas superiores a 50°C.

2.16.4 Micosis cutánea

Sobre nuestra piel se encuentra normalmente una cantidad de organismos como las bacterias y los hongos, estos en ciertas circunstancias y con un medio apropiado, pueden proliferar originando manifestaciones clínicas: las dermatomicosis, o micosis cutáneas Enfermedades infecciosas de la piel por hongos. Las hay por hongos del tipo levadura (candida), que causan las candidiasis, y por hongo del tipo moho (dermatofitos), que causan las dermatofitosis o tiñas (Ibarra, 2010).

Causas

- Usted puede contraer una infección por hongos al tocar a una persona que la tiene.
- Algunos tipos de hongos viven en las superficies húmedas como en los pisos de los baños públicos o en los lugares públicos como piscinas. Es muy fácil contraer un hongo en estos lugares.
- Bañarse en aguas contaminadas como ríos, lagos, aguas entubadas y no tratadas.
- Incluso, usted puede contraer una infección por un hongo de sus mascotas.

Síntomas



- Las micosis cutáneas producen enrojecimiento local.
- Inflamación.
- Ampollas.
- Descamación.
- Picor y escozor en la zona afectada.
- Agrietamiento y fisuración de la piel.
- La apariencia de la piel es característica manchas blancas o cafés.

2.17 DISEÑO DE SISTEMA DE SANEAMIENTO

El sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad el agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que los seres humanos estamos compuestos de un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia. El agua potable es considerada aquella que cumple con las legislaciones vigentes, sin embargo, una definición aceptada es aquella que dice “apta para consumo humano”, es decir es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida (Jiménez, 2010).

2.18 PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO

2.18.1 Periodo de diseño

Los periodos de diseño de los diferentes componentes del sistema (MEF, 2004) se determinarán considerando los siguientes factores:

Vida útil de las estructuras y equipos

Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura



Crecimiento poblacional

Economía de escala

Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes:

Capacidad de las fuentes de abastecimiento : 20 años

Obras de captación : 20 años

Pozos : 20 años

Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio : 20 años.

Tuberías de conducción, impulsión, distribución : 20 años

Equipos de bombeo : 10 años

Caseta de bombeo : 20 años

2.18.2 Población de diseño

Se adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados. Deberá proyectarse la población para un periodo de 20 años.

2.18.3 Dotación de agua

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse como valores guía, los valores que se indican en este punto, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos, costumbres y niveles de servicio a alcanzar:

Costa: 50 – 60 L/hab/día

Sierra: 40 – 50 L/hab/día



Selva: 60 - 70 L/hab/día

En el caso de adoptarse sistema de abastecimiento de agua potable a través de piletas públicas la dotación será de 20 - 40 L/hab/día.

De acuerdo a las características socioeconómicas, culturales, densidad poblacional, y condiciones técnicas que permitan en el futuro la implementación de un sistema de saneamiento a través de redes, se utilizaran dotaciones de hasta 100 L/hab/día.

2.18.4 Factores de variación de consumo

2.18.4.1 Variación diaria (K1)

El RNE manifiesta que el coeficiente de variación diaria, es la relación entre el consumo total diaria y el consumo promedio anual:

$$K1 = \text{Consumo total del día} / \text{Consumo promedio anual}$$

K1, generalmente el Ministerio de Salud, DIGESA y el RNE recomiendan hacer uso del valor, $K1 = 1.30$, coeficiente que sirve para efectuar cálculos en el diseño para el almacenamiento de agua y la línea de conducción de abastecimiento de agua.

2.18.4.2 Variación horaria (K2)

El RNE considera que el coeficiente de variación horaria, es la relación entre el consumo en la hora de máximo consumo/consumo promedio anual:

$$K2 = \text{Consumo en la hora de máximo consumo} / \text{Consumo promedio anual}$$

El valor del coeficiente varía entre los rangos: $1.8 < K2 < 2.6$, el Ministerio de Salud y la DIGESA, recomienda el empleo de: $K2 = 2.60$ en zonas urbanas.



2.18.5 Caudal de diseño

A fin de diseñar las estructuras del sistema de agua potable, es necesario calcular el caudal de agua requerido para cubrir las necesidades de la población futura. Normalmente se trabaja con tres tipos de caudales:

2.18.5.1 Caudal promedio anual (Q_m)

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (L/s) y se determina mediante la siguiente relación (Agüero, 1997):

$$Q_m = P_f (\text{hab}) \times \text{Dotación (L/hab/día)} / 86,400 (\text{s/día})$$

Dónde:

Q_m : Caudal promedio anual (L/día)

P_f : Población futura (hab.)

D : Dotación (L/hab/día)

La ecuación permite estimar el valor del volumen de agua de consumo requerido por la población futura, para el periodo de un año; el caudal máximo diario y máximo horario dependen del caudal medio anual (Agüero, 1997).

2.18.5.2 Caudal máximo diario (Q_{md})

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, dato que se emplea para diseñar el diámetro de la tubería en



la línea de conducción y para determinar el volumen de almacenamiento del reservorio.

Para dicho efecto se emplea la siguiente ecuación (Agüero, 1997):

$$Q_{md} = K1 \times Q_m$$

Dónde:

K1: 1.30 y Q_{md}: L/s

Para el consumo máximo diario (Q_{md}) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Q_m), recomendándose el valor promedio de 130%.

2.18.5.3 Caudal máximo horario (Q_{mh})

Se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Dato que se emplea para el diseño de la tubería en la red de aducción y distribución. Para determinar el caudal máximo horario se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_{mh} = K2 \times Q_m$$

Dónde:

K2: 2.60 y Q_{mh}: L/s

En el caso del consumo máximo horario (Q_{mh}) se considerará como el 100% del promedio diario (Q_m). Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas se recomienda tomar valores superiores al 150%. Sin embargo, los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Q_{md}) y del 260% para el consumo máximo horario (Q_{mh}) (Agüero, 1997).

2.19 UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO

En las áreas rurales donde no es posible realizar la evacuación y disposición de las excretas mediante arrastre de agua, se utiliza una serie de dispositivos para la



disposición sanitaria de las excretas sin arrastre de agua. Uno de los más utilizados por su eficiencia y sencillez es la llamada “UBS sanitarias” (Anselmi, 2014).

En principio por acción biológica natural donde quiera que se depositen las excretas empiezan a descomponerse y acaban por convertirse en un producto inodoro, inofensivo y estable. Para evitar que durante el proceso de estabilización se produzcan efectos dañinos a la salud hay que confinar las excretas. En las UBS este confinamiento se realiza en un hoyo hechos en el terreno natural donde el líquido (orina), se perola en la tierra y la parte solida va a ser descompuesta y estabilizada por el proceso biológico con ayuda de la acción bacteriana (Anselmi, 2014).

Cuando el nivel freático es alto, el suelo es impermeable o se presenta un suelo rocoso, la UBS-C es una alternativa adecuada para la disposición de excretas. La ventaja competitiva de esta opción técnica es que convierte la materia orgánica (heces y orina) en abono que puede ser utilizado para el mejoramiento de suelos.

La UBS, es una estructura que cuenta con un inodoro que separa las orinas y las heces en compartimientos distintos. La orina se conduce a un pozo de absorción y las heces son depositadas en una cámara impermeable. Esta unidad cuenta con dos cámaras impermeables e independientes, que funcionan en forma alternada, donde se depositan las heces y se induce el proceso de secado por medio de la adición de tierra, cal o cenizas. El control de humedad de las heces y su mezcla periódica permite obtener cada doce meses un compuesto rico en minerales, con muy bajo contenido de microorganismos patógenos y que se puede utilizar como mejorador de suelos agrícolas, al cabo de ese tiempo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013).

Saneamiento básico es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano



tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. El acceso al saneamiento básico comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. La cobertura se refiere al porcentaje de personas que utilizan mejores servicios de saneamiento, a saber: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada (RNE, 2014).

2.19.1 Unidad básica de saneamiento en medio rural

La disposición inadecuada de las excretas es una de las principales causas de enfermedades intestinales y parasitarias, particularmente en la población infantil y en aquellas comunidades de bajos ingresos, ubicadas en áreas marginales y rurales, donde comúnmente no se cuenta con un adecuado servicio de abastecimiento de agua, ni con instalaciones para el saneamiento. La disposición de excretas tiene como finalidad (Quispe & Azariti, 1993)

- Proteger las fuentes de agua.
- Proteger la calidad del aire que respiramos y del suelo.
- Proteger la salud de las personas.

2.19.2 Unidades básicas de saneamiento de hoyo seco ventilado

Las unidades básicas de saneamiento con hoyo seco ventilado, generalmente está conformada por un hoyo que es la cavidad hecha en la tierra y donde depositan las heces, orina y el material de limpieza anal y donde por la acción biológica se ha de estabilizar, el brocal que es un anillo en la parte superior del hoyo y que tiene por finalidad dar estabilidad al borde para sostener la losa, así como hermeticidad entre el hoyo y que tiene y el medio ambiente para impedir que el agua de lluvia, los insectos y roedores puedan acceder al interior del hoyo; la losa, elemento que cubre el hoyo y sirve de cobertura y



piso a la UBS, y la ventilación conducto que sirve para la evacuación de los gases y facilitar la aireación del material orgánico (Anselmi, 2014).

Sistema para la disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, que permite el confinamiento de excretas, orina y papel de limpieza anal en un hoyo ubicado bajo una losa y caseta. Una vez lleno el hoyo, la caseta sobre ella, debe trasladarse a otra ubicación. La taza especial que se utiliza permite que las excretas y orina caigan directamente dentro del hoyo. El material de fabricación de la caseta debe ser liviano y resistente para favorecer su reubicación. Para el aseo personal y de lavado de manos se considera otra caseta separada que incluya una ducha y un lavadero multiusos, este ambiente debe ser fijo ya que no es necesario su reubicación (MVSC, 2018).

Los criterios de diseño y parámetros que rigen el diseño de la unidad básica de saneamiento de hoyo seco ventilado de acuerdo a la norma: *“Opciones tecnológicas para sistema de saneamiento en el ámbito rural”*, son de acuerdo a:

- La profundidad del nivel freático debe ser igual o mayor a cuatro (04) metros de la superficie del suelo.
- El hoyo que almacena las excretas debe ubicarse como mínimo a seis (06) metros de distancia de la vivienda.
- De existir un pozo de agua, el hoyo para las excretas y la zona de infiltración para las aguas grises, deben ubicarse como mínimo a veinticinco (25) metros del pozo de agua y a un nivel por debajo de éste.
- La caseta para el aseo personal puede ser anexa a la vivienda, siempre y cuando su zona de infiltración se ubique a seis (06) metros como mínimo de la vivienda.



- El hoyo y la zona de infiltración deben ubicarse en una zona alta que no sea vulnerable de quedar inundada por agua de lluvia.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos menores de 12 minutos.
- Al excavar el hoyo, debe identificarse el tipo de suelo para determinar si es necesario una protección interna por un posible desmoronamiento.
- En caso se requiera de una protección interna por desmoronamiento, debe mantenerse el área útil según cálculo y al mismo tiempo la pared debe permitir filtración lateral hacia afuera de hoyo.
- La caseta para aseo personal debe ser definitiva, ya que no requiere reubicarse, y debe incluir la ducha en la parte interna y un lavadero multiusos en la parte externa.
- La caseta principal para la taza especial debe ser definitiva, pero de ubicación temporal, el material de construcción debe ser resistente y liviano, de tal forma que permita su reubicación en el futuro, éste solo debe incluir la taza especial para la disposición de excretas.

2.19.3 Unidades básicas de saneamiento composteras de doble cámara

Sistema de disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, el cual permite el almacenamiento de las excretas generadas durante su uso, al mismo tiempo que permite eliminar los organismos patógenos por ausencia de humedad, alta temperatura y ausencia de oxígeno, las excretas adecuadamente secas pueden utilizarse como mejorador de suelos. Por otro lado, la taza especial con separador de orina permite conducir la orina hacia un sistema de almacenamiento, infiltración o tratamiento posterior (MVCS, 2018).



Como requisitos previos se deben considerar los siguientes:

- La profundidad del nivel freático debe ser menor a cuatro (04) metros de la superficie del suelo.
- De existir un pozo de agua, la zona de infiltración para las aguas grises debe ubicarse como mínimo a veinticinco (25) metros del pozo de agua y a un nivel por debajo de éste.
- La zona de infiltración debe ubicarse en una zona alta que no sea vulnerable de quedar inundada por agua de lluvia.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos mayores de 12 minutos.
- La UBS-COM puede instalarse anexa a la vivienda, con las compuertas de las cámaras hacia el exterior para facilitar su operación, o en todo caso en una zona alta cercana a la vivienda, de tal forma que no se acumula agua cerca de las cámaras.
- Las cámaras pueden ser construidas con ladrillo, concreto, bloques de hormigón o ser prefabricadas, en cualquier caso, debe asegurar el almacenamiento seguro de las excretas, permitir su secado, evitando la filtración de humedad hacia el interior de la cámara, asimismo debe soportar el peso de la persona que lo use.
- La UBS-COM se encuentra conformado en su parte inferior por dos cámaras independientes que almacenan las excretas y el material secante, cada cámara posee tres aberturas: i) para el ingreso de las excretas a través



de la taza especial, ii) para la ventilación con una tubería de 4" y iii) para la extracción de las excretas según lo siguiente:

- ✓ En el caso que la UBS-COM se ubique sobre el nivel del terreno, la abertura es de 0.50 x 0.50 m² y es por donde se extraen las excretas secas al cabo de 2 años en promedio, incluye una tapa removible que evita la salida de olores o ingreso de animales o insectos.
 - ✓ En el caso que la UBS-COM se ubique de forma semienterrada, la abertura debe permitir extraer las excretas secas al cabo de 2 años en promedio, debe incluir una tapa removible que evite olores o ingreso de animales e insectos.
- Las cámaras deben ser accesibles para facilitar su mantenimiento, limpieza y extracción de excretas secas (compost).
 - Las excretas almacenadas en las cámaras que han sido adecuadamente tratadas evitando la humedad con el material secante recomendado, pueden ser empleados por la familia para fines agrícolas, siempre y cuando así lo hayan aceptado caso contrario deberán ser eliminadas adecuadamente.
 - Debe incluir una taza especial que permita la separación de la orina y su conducción hacia el lugar destinado para su recolección y posterior tratamiento o disposición final.
 - Debe incluir un lavatorio, un urinario, una ducha y un lavadero multiusos.



- Para la eliminación de las aguas grises y orina, se considera un PA en caso el tipo de suelo permita la infiltración y cuyo diseño depende de los resultados de un test de percolación; caso contrario, si el tipo de suelo no es tan permeable, se considera el uso de un humedal antes de su aprovechamiento en riego.

2.19.4 Unidades básicas de saneamiento de tanque séptico mejorado

Sistema para la disposición adecuada de excretas con arrastre hidráulico, el mismo que incluye un dispositivo prefabricado para el tratamiento primario, diseñado bajo la norma IS.020 Tanque Séptico, el cual consiste en la separación de los sólidos y líquidos presentes en el agua residual que ingresa a dicha unidad (MVSC, 2018).

El agua residual ingresa a través de una tubería de PVC de 4", los sólidos decantan en el interior almacenándose en el fondo de la unidad, la parte líquida sale nuevamente a través de una tubería de 2" por el lado opuesto de la entrada al dispositivo; los sólidos retenidos en el fondo se degradan hasta convertirse en líquido al cabo de 18 meses, éstos son extraídos mediante la apertura de una válvula de PVC de 2". La textura del lodo digerido es fluida, tanto que puede filtrarse dentro de una caja habilitada para tal efecto. Los líquidos antes de salir hacia la zona de filtración pasan por un filtro, que permite mejorar aún más su calidad antes de ser filtradas en el suelo (MVSC, 2018).

Los aparatos sanitarios que incluye esta solución son: inodoro, urinario, lavatorio y ducha dentro del ambiente y un lavadero multiusos fuera de la caseta.

El efluente tratado debe ser eliminado en una zona de infiltración, previamente evaluada o puede ser aprovechada a través del uso de un humedal.



En aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y culturales de las comunidades a atender permitan su sostenibilidad, dentro de estos criterios deben cumplirse los siguientes:

- Disponibilidad de agua, la dotación de agua para diseño depende de la región geográfica donde se ubica el proyecto, para ello, debe utilizarse las dotaciones para sistemas de saneamiento con letrinas de arrastre hidráulico según la siguiente tabla.

Tabla 6. Dotación de agua para sistemas con arrastre hidráulico

Región geográfica	Dotación (L/hab/día)
COSTA	90
SIERRA	80
SELVA	100

Fuente: Norma Técnica de Diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018).

- Nivel freático, cuando el nivel superior del acuífero se encuentra a una profundidad igual o mayor a 4 metros medidos desde la superficie del suelo.
- Pozo de agua para consumo humano, el sistema de saneamiento debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia mayor de 25 metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio, se considera desarrollar soluciones individuales con sus propias zonas de filtración, caso contrario, se debe optar por conectar más de una solución de saneamiento a una zona de infiltración.
- Suelo expansivo, el tipo de suelo no debe ser expansivo.
- Facilidad de excavación, la permeabilidad del suelo se encuentra asociada a su consistencia y dureza, un suelo rocoso o semirocoso es difícil de excavar por lo que su permeabilidad es reducida, es por esto que si el suelo es fácil de excavar se debe optar por esta solución.



- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse para optar por soluciones con sistemas de infiltración moderada, caso contrario debe optarse por soluciones secas.
- Suelo permeable, el suelo debe permitir la filtración del efluente producido, pero debe de cumplirse que el tiempo estimado de percolación según el test, no debe de exceder de 12 minutos, de dicho análisis se determina el uso de un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP).
- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, los sólidos digeridos y transformados en lodo, son purgados mediante la apertura de una válvula cada 18 meses.
- Aprovechamiento de excretas, esta solución de saneamiento no contempla el aprovechamiento de las excretas, ya que el lodo digerido es tan fluido que en la caja de lodos termina por infiltrarse en el suelo.
- Papel blando para limpieza anal, el uso de papel higiénico es recomendado para este tipo de solución de saneamiento, pero no deben ser eliminados por el inodoro.
- Gastos de mantenimiento, este tipo de solución de saneamiento utiliza agua para su funcionamiento, pero a su vez, el mantenimiento del tanque séptico mejorado no tiene costo, ya que solamente depende de la apertura de una válvula.



- Aceptabilidad de la solución, el criterio más importante de todos es cuando la familia beneficiaria acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto.

Como requisitos previos se deben considerar los siguientes:

- El nivel freático debe encontrarse a una profundidad igual o mayor a 4 metros de la superficie del suelo.
- La estructura del tanque séptico mejorado puede instalarse anexa a los servicios higiénicos o a la vivienda.
- El tanque séptico mejorado debe instalarse con la parte superior del techo a 0,05 metros sobre el nivel del terreno.
- La caseta de la UBS-TSM puede ubicarse anexa a la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 6 metros de la vivienda.
- De existir un pozo de agua, la zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 25 metros del pozo y a un nivel por debajo de éste, al mismo tiempo, mantener la distancia definida hacia la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse en una zona alta que no sea susceptible de quedar inundada por agua de lluvia.
- El tipo de infiltración debe seleccionarse por la permeabilidad del suelo determinada por un test de percolación y por su desnivel al encontrarse por debajo de la ubicación de la caseta.



- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos menores a 12 minutos.

La UBS-TSM debe contemplar los siguientes elementos:

Caseta:

Ambiente que alberga los aparatos sanitarios y permite el uso de los servicios de forma segura, privada y cómoda a los usuarios, puede ser construido en mampostería, madera, adobe o material prefabricado.

Los aparatos sanitarios instalados en su interior son: una ducha, urinario, inodoro y lavatorio dentro de la caseta y un lavadero multiusos fuera de la caseta para el adecuado uso del servicio higiénico.

Tanque séptico mejorado:

Fabricado en material prefabricado y diseñado bajo la Norma IS.020 Tanque Séptico y cuya función es la de separar los líquidos y sólidos de las aguas residuales.

La caja de registro que se instale permite la inspección de la tubería de desagüe, su uso es obligatorio en el caso la distancia entre el tanque séptico y la zona de infiltración sea mayor a los 15 metros o se tuviera que salvar algún cambio de pendiente brusco del terreno, puede ser construida en el lugar o ser prefabricada.

La caja de lodos permite la filtración del lodo tratado del tanque séptico mejorado cuando se realiza el mantenimiento cada 12 a 18 meses, puede ser construido en mampostería o prefabricado.



Sistemas complementarios para la disposición final de líquidos:

Compuesto por dos tipos de sistemas de infiltración de los efluentes, los tipos de infiltración son Pozo de Absorción (PA) y Zanja de Percolación (ZP), en ambos casos para su selección es obligatorio el desarrollo de un test de percolación del suelo para determinar su permeabilidad.

2.20 BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE

Es un sistema que funciona en condiciones anaeróbicas que transforma las excretas en materia orgánica (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013).

El biodigestor autolimpiable es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. El agua tratada es infiltrada hacia el terreno alledaño mediante una zanja de infiltración, pozo de absorción humedal artificial según el tipo de terreno y zona (Rotoplas, 2014).



CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. ASPECTOS GENERALES

3.1.1. Descripción de ámbito de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcialidad de Jiscullaya, distrito Ilave, provincia de El Collao y el departamento de Puno. Cuyas características climáticas es de frío seco, con precipitaciones pluviales anuales por debajo de 700mm/año, cuyas temperaturas medias oscilan entre -25 a 23°C, con humedad relativa promedio de 48%. La población de la parcialidad se dedica a la actividad agropecuaria principalmente, comercio y agricultura (SINAMHI, 2018).

3.1.2. Ubicación política

La presente investigación se desarrolló en la parcialidad de Jiscullaya del Distrito de Ilave, Provincia de El Collao, Departamento de Puno.

3.1.3. Ubicación geográfica

Geográficamente está ubicado en coordenadas en norte 8°19,400' N, 418,400.00' en este 418,400.00' E, con una altitud de 3,940 msnm.

A continuación, se muestra el área de ubicación del estudio.

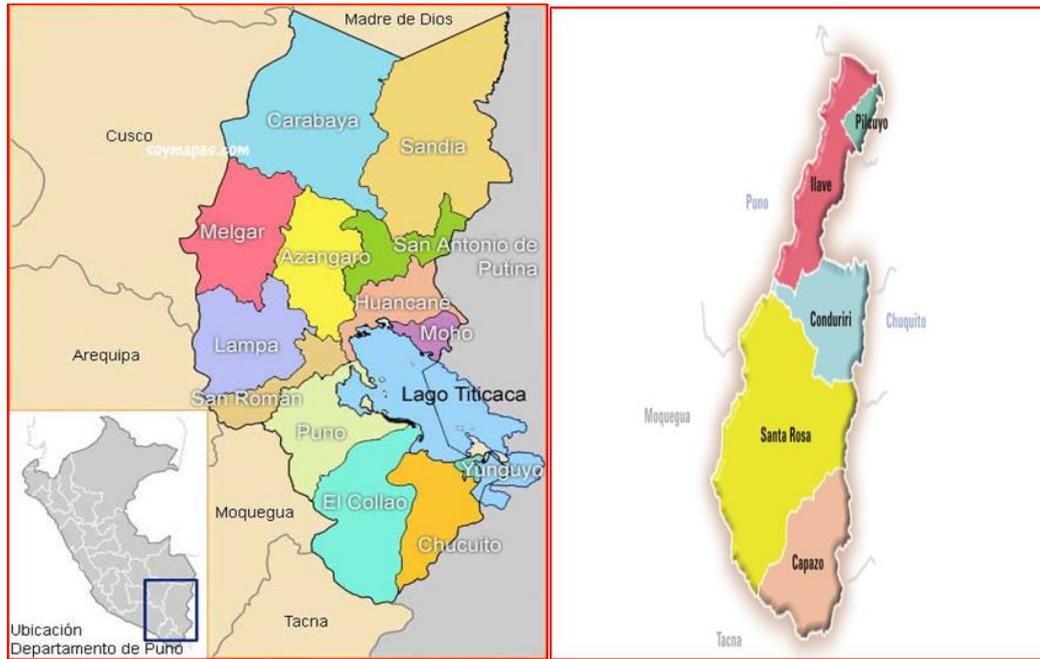


Figura 1. Macrolocalización del proyecto de investigación.

3.1.4. Vías de comunicación y accesibilidad a la zona de investigación

Desde la capital del departamento de Puno, el área de estudio está situada a 90 kilómetros de distancia. La forma de accesibilidad a la zona de estudio es mediante transporte vehicular desde la ciudad de Ilave hasta la parcialidad de Jiscullaya, el transporte público es eventual.

Tabla 7. Accesibilidad a la zona del proyecto.

Desde	A	Tipo de Vía	Medio de Transporte	Km.	Tiempo	Frecuencia
Puno	Ilave	Asfaltada	Combi	54	50 min.	Diario
Ilave	P. Jiscullaya	Afirmado	Combi	36	45 min.	Solo los domingos.

Fuente: Elaboración propia.



3.1.5. Características generales del ámbito del estudio

a) Clima

El clima de la parcialidad de Jiscullaya, presenta un clima muy variable, durante el año con un clima templado frío, siendo la región de inicios de las heladas, y seco en las estaciones de (otoño e invierno), húmedo templado variable en las estaciones de (primavera y verano), parcialmente accidentada hace que existan quebradas donde también son habitadas por la gente, sus épocas lluviosas y secas en general el clima es frío, durante el invierno las heladas son de forma continua e intensa llegando la temperatura media mínima de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, en temporadas de junio y julio las heladas destruyen la flora y la fauna.

b) Precipitación

Las precipitaciones son por temporadas, siendo el régimen de lluvias de diciembre a abril con una precipitación máxima en el mes de febrero llegando a 135 mm/mes, la precipitación promedio anual es de aproximadamente 688 mm anuales.

c) Temperatura

Varía entre $4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. (junio - julio) a $9.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (enero) siendo el promedio mensual de $7.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura media máxima varía de $13.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (junio) a $16.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (noviembre) con una máxima absoluta de $21.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura media mínima varía de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mayo) a $5.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (enero) con una mínima absoluta de $-13.8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

d) Humedad relativa

La humedad relativa del medio ambiente en el área de estudio proviene de las precipitaciones pluviales y la evapotranspiración, el promedio anual de la humedad relativa mensual varía entre 47.6% en Julio a 71.8% en enero con un promedio anual de



55.9%. Los promedios de los valores extremos varían de 31% en julio a 95% en marzo. La mayor humedad relativa se presenta en abril, coincidente con las lluvias. La zona es seca, existe poca saturación, lo que favorece una evaporación alta.

e) Relieve

El terreno no presenta accidentes orográficos importantes que puedan destacar sobre la llanura de la zona de estudio ubicado en la zona baja donde se ubican las casas de los habitantes, con pendientes regulares. En algunas zonas debido a la baja pendiente se presentan inconvenientes para la evacuación de las aguas superficiales con terrenos anegadizos en época de lluvia, presenta una topografía ondulada de geomorfología, así como en la parte media y alta de la parcialidad de Jiscullaya.

f) Hidrología

El río Ilave es uno de los principales afluentes del lago Titicaca, se forma por la unión de dos ríos: Huenque y Aguas Calientes a 17 kilómetros al oeste de Ilave, después de recorrer 45 km al oeste – este, desemboca en el lago Titicaca, está conformado por las cuencas de lago Titicaca con 9,230.8 km².

3.1.6. Actividades socio económicas

a) Agua potable saneamiento

La población se abastece de los manantiales, pozos artesanales protegidos con piedra y pozos con bombas manuales. Para el acarreo, las personas mayores se demoran en promedio 10 minutos y los niños 12 minutos, En cada familia en promedio los mayores realizan dos viajes y los menores de edad 3 viajes, cargando un balde de 15 - 18 litros.

No existe un sistema de potabilización del agua. Además, de todo lo anterior, la población de la parcialidad para tener agua segura, no almacena en recipientes con tapa,



y menos aplican con gotero u cantidad de solución clorada (dependiendo de la concentración).

b) Educación

En la parcialidad existe un centro educativo Pronoei, primaria y CEO, con insuficiencias de mobiliarios y materiales didácticos.

c) Salud

En la parcialidad no existe una infraestructura para el servicio de salud, debiendo en casos de extrema gravedad recurrir al puesto de salud de Siraya. Existe la expectativa para implementar un botiquín comunal y contar con promotores de salud debidamente capacitados; ya que actualmente en casos de accidentes y enfermedades, se recurre a la medicina tradicional.

d) Vivienda

La mayoría de las familias cuentan con viviendas de adobe techo de calamina y algunos de paja o ichu. Las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica y no cuentan con el servicio de agua potable y saneamiento.

e) Vías de comunicación

La trocha carrozable que une la parcialidad de Jiscullaya a la carretera de Ilave - Mazocruz se encuentra en regular estado de conservación.

f) Agricultura

La actividad económica que predomina en la zona de influencia es la agrícola, está orientada a la producción mayoritaria de papa, quinua, cañihua, cebada grano, avena



grano y entre otras, todas ellas destinadas para el consumo de las propias familias y el excedente son comercializadas en los mercados locales.

g) Actividad pecuaria

Entre las actividades de ganadería tienen animales domésticos como ovinos, vacunos y camélidos (alpacas y llamas), la producción se realiza en forma individual.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales de escritorio

En la presente investigación se utilizó los materiales de escritorio lapiceros, lápiz, libreta de campo, tablero personal, encuesta y fichas de evaluación.

3.2.2. Equipos

En los equipos se utilizó laptop, GPS, estación total, prismas, cámara fotográfica, wincha de 50 m y calculadora.

3.2.3. Biológicos (insumos)

Se realizó el muestreo de agua en manantial.

3.3 METODOLOGIA

3.3.1 Calidad de agua para consumo humano

3.3.1.1 Identificar las fuentes de agua para el consumo humano

Para la identificación de fuentes de agua se realizó el recorrido de campo y la toma de puntos con GPS de todo el sistema de abastecimiento de agua potable, acompañado de las autoridades de la parcialidad de Jiscullaya.

Tabla 8. Ubicación de manantial.

Código	Ubicación de fuente			Altitud (m.s.n.m)	Coordenadas UTM	
	Localidad	Tipo	Uso		Este	Norte
01	Jiscullaya	Manantial	Consumo humano	3,940.00	418,400	8,198,400

Fuente: Elaborado por el investigador.

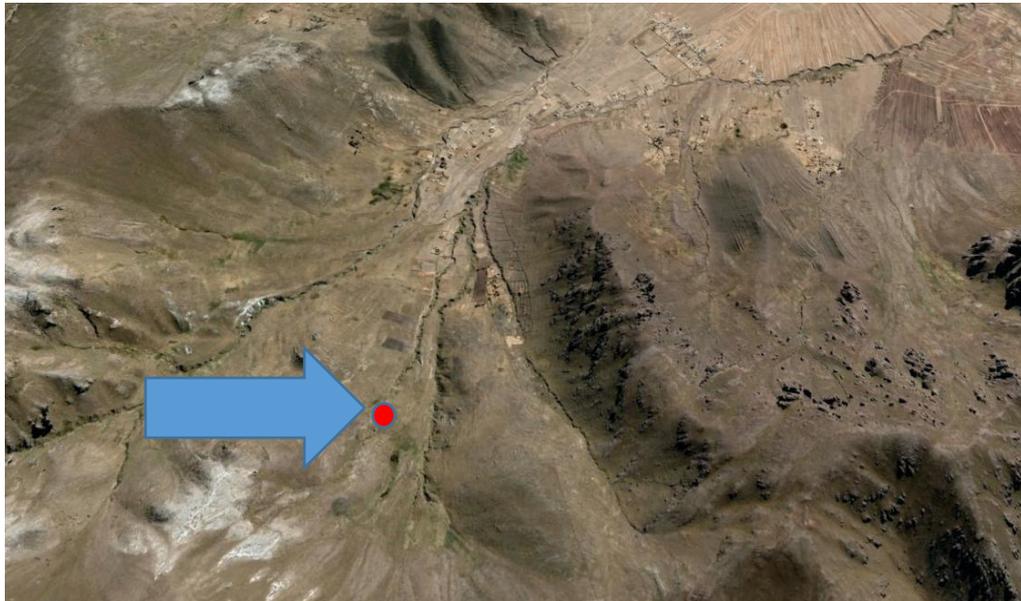


Figura 2. Ubicación de punto de muestreo de fuente de agua.

3.3.1.2 Toma de muestra

La toma de muestra se realizó según los protocolos establecidos para la toma de muestra y la cadena de custodia para el transporte hasta el laboratorio para su conservación y que no sufra modificaciones en su composición por ANA (MINAM, 2010). Según los protocolos para la toma de muestra definidas en el protocolo de monitoreo de la calidad de aguas, se tomó en cuenta aspectos importantes como:

Consideraciones para la toma de muestra fisicoquímico: Utilizar guantes al momento de la toma de muestra; enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado; y llenar hasta el límite del frasco (no dejar



espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado y cerrar herméticamente.

Consideraciones para la toma de muestra bacteriológico: Utilizar guantes al momento de la toma de muestra; desamarre el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y saque la cubierta del frasco para la toma de muestra; evitar tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, sujetando esta con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar; y mientras mantiene la tapa en la mano, ponga inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llénelo dejando un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.

3.3.1.3 Acondicionamiento preservación y traslado de muestra

Los recipientes fueron identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible, sin borrones ni enmendaduras, cuya identificación debe coincidir con lo declarado. Se tiene algunos datos básicos para su codificación respectiva de las muestras: Código de identificación de campo; coordenadas; localidad, distrito, provincia, región; punto de muestreo; fecha y hora de muestreo; tipo de análisis requerido; y muestreador.

Se aseguró que las muestras para el análisis de los parámetros considerados, cumplan con los requisitos (tiempo de vigencia y temperatura), para la recepción de muestras por el laboratorio.

Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (cooler), aisladas de la influencia de la luz solar y con disponibilidad de espacio para la colocación del material refrigerante.



El transporte de las muestras se efectuó en envases cerrados herméticamente (coolers) tan pronto como sea posible, resguardados de la luz solar y evitando que las muestras se calienten, con el fin de mantener las muestras a bajas temperaturas durante el tiempo de almacenamiento.

3.3.1.4 Análisis de indicadores fisicoquímico y bacteriológico

3.3.1.4.1 Análisis fisicoquímico

Consiste en la determinación de sus características físicas y químicas ya sean disueltos o en suspensión, y que estos parámetros reflejen la calidad de agua, verificando el cumplimiento de las legislaciones vigentes para asegurar si son aptas para consumo humano. Sin embargo, la calidad de los mismo puede verse modificada tanto por causas naturales o antrópicos que pueden constituir factores de riesgo para la salud.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua para consumo humano se realizó en el Laboratorio de Química de UNA – Puno.

3.3.1.4.2 Análisis bacteriológico

Esta etapa consiste en el análisis de la muestra de agua para consumo humano, con la finalidad de determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos patógenos principalmente intestinales (Coliformes Totales y Coliformes Fecales), que pueden ser contaminadas por desechos humanos y animales. Además, la determinación de la calidad bacteriológica reviste gran importancia en el ámbito de la salud ya que permite garantizar la inocuidad del agua destinada al consumo humano evitando así epidemias gastrointestinales.



El análisis de los parámetros bacteriológicos de la muestra de agua del ámbito de estudio, se realizó en el Laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA – Puno.

3.3.2 Enfermedades más frecuentes originados por el consumo de agua

3.3.2.1 Coordinación con centro de salud

Los pobladores de la parcialidad de Jiscullaya acuden al centro de salud de Siraya que está a una distancia de 8km, se movilizan a pie, bicicletas y motos. Se realizó la visita al centro de Salud de Siraya, se ha coordinado con personal encargado dicho centro de salud para saber sobre las enfermedades que causan los pobladores de la parcialidad de Jiscullaya.

3.3.2.2 Registro de atención en la salud

Se ha solicitado los registros de información al personal autorizado del centro de salud, para saber que enfermedades se presentan con mayor frecuencia en los pobladores que acuden a las atenciones al centro de Salud de Siraya.

3.3.2.3 Análisis de enfermedades más frecuentes

3.3.2.3.1 Análisis de enfermedades estomacales

Las enfermedades digestivas son trastornos del aparato digestivo, que algunas veces se denomina tracto gastrointestinal (GI).

En la digestión, el alimento y las bebidas se descomponen en pequeñas partes (llamadas nutrientes) que el cuerpo puede absorber y usar como energía y pilares fundamentales para las células.



El aparato digestivo está compuesto por el esófago (tubo de alimento), el estómago, los intestinos grueso y delgado, el hígado, el páncreas y la vesícula biliar.

3.3.2.3.2 Análisis de enfermedades diarreicas

Las enfermedades diarreicas son la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años, y ocasionan la muerte de 525 000 niños cada año. En el pasado, la deshidratación grave y la pérdida de líquidos eran las principales causas de muerte por diarrea. En la actualidad es probable que otras causas, como las infecciones bacterianas septicémicas, sean responsables de una proporción cada vez mayor de muertes relacionadas con la diarrea. Los niños malnutridos o inmunodeprimidos son los que presentan mayor riesgo de enfermedades diarreicas potencialmente mortales.

Se define como diarrea la deposición, tres o más veces al día (o con una frecuencia mayor que la normal para la persona) de heces sueltas o líquidas. La deposición frecuente de heces formes (de consistencia sólida) no es diarrea, ni tampoco la deposición de heces de consistencia suelta y “pastosa” por bebés amamantados.

La diarrea suele ser un síntoma de una infección del tracto digestivo, que puede estar ocasionada por diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos. La infección se transmite por alimentos o agua de consumo contaminados, o bien de una persona a otra como resultado de una higiene deficiente.

Las intervenciones destinadas a prevenir las enfermedades diarreicas, en particular el acceso al agua potable, el acceso a buenos sistemas de saneamiento y el lavado de las manos con jabón permiten reducir el riesgo de enfermedad. Las enfermedades diarreicas deben tratarse con una solución salina de rehidratación oral (SRO), una mezcla de agua limpia, sal y azúcar. Además, el tratamiento durante 10 a 14



días con suplementos de zinc en comprimidos dispersables de 20 mg acorta la duración de la diarrea y mejora los resultados.

3.3.2.3.3 Análisis de enfermedades parasitarias

Son enfermedades causadas por protozoos, vermes o artrópodos. Pueden adquirirse a través de los alimentos, agua contaminada, por la picadura de insectos o por contacto sexual. Estas enfermedades causan grandes daños en las regiones tropicales y subtropicales.

Los parásitos varían en tamaño desde muy pequeños, organismos unicelulares llamados protozoarios, hasta gusanos, que pueden observarse a simple vista. En los Estados Unidos existen algunas enfermedades parasitarias. El suministro de agua contaminada puede causar infecciones por Giardias. Los gatos pueden transmitir toxoplasmosis, peligrosa para las mujeres embarazadas. Otras, como la malaria, son comunes en otras partes del mundo.

3.3.2.4 Control de calidad de agua según MINSA

Es un tema de gran relevancia en la salud pública, debido a que la inocuidad del agua abastecida en una localidad reduce la posibilidad de difusión de enfermedades, que pueden afectar al ser humano mediante su consumo, y a la vez facilita las prácticas de higiene personal y doméstica.

La presente unidad temática de vigilancia y control de la calidad de agua, está conformada por tres grandes temas:

El primer tema es una guía para el tratamiento de aspectos generales sobre el manejo y vigilancia de la calidad agua; condición básica para introducirnos al tema y conocer las diferentes fuentes de contaminación, las formas de desinfección de agua para



consumo humano, la desinfección en casos de emergencia y su importancia en Salud Pública. En esta parte, el modulo proporciona el marco institucional sobre el abastecimiento de agua para consumo humano, abordando las enfermedades de origen hídrico.

El segundo tema, nos orienta hacia situaciones prácticas y aspectos principales de la vigilancia y control de la calidad de agua, la importancia de la participación de la comunidad en la vigilancia, las formas de toma de muestras y las formas prácticas del análisis organoléptico del agua.

El tercer tema, trata sobre las medidas de prevención, control y bioseguridad, que son necesarias de realizar para una adecuada conservación del líquido elemento.

Consideramos que los conocimientos de las principales prácticas de desinfección del agua para consumo humano en casos de emergencia, contribuirá a la realización y difusión de prácticas orientadas a la prevención de enfermedades de origen hídrico en su institución, familia y comunidad.

3.3.2.5 Reglamento de la calidad del agua para consumo humano

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos.

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, en este contexto era necesario actualizar el Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, que por su antigüedad (1946), se hacía inaplicable; es entonces que en el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental, asume la tarea



de elaborar el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio felizmente culminada.

Este nuevo reglamento, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas.

Queda pues ahora el compromiso y la responsabilidad de cada uno de los trabajadores del sector Salud, para desarrollar acciones en forma conjunta y multisectorialmente, a efectos de poder implementar en los plazos previstos, este nuevo reglamento, para bien de la salud de nuestras poblaciones, que son el fin de nuestro trabajo.

3.3.2.6 Mitigación de contaminación del consumo de agua

En la parcialidad de Jiscullaya las letrinas se encuentran en malas condiciones en su mayoría sin embargo siguen siendo usada por el poblador, produce malos olores, contamina el consumo de agua y suelo principalmente cuando aumenta su nivel en épocas de lluvia, el agua se utiliza para la ganadería, además viene contaminando los suelos y recursos naturales en general.

La muestra más evidente que se puede notar, son focos de contaminación que puede causar enfermedades de las excretas y la carga de huevos de parásitos, bacterias, virus que provocan serias enfermedades a los que consumen aguas contaminadas con heces fecales, directamente por estar al aire libre emiten los malos olores, hospedan

moscas que de un momento a otro están en contacto con los niños y dando el inicio de la cadena de enfermedades infecto contagiosas.

3.3.3 Propuesta de diseño de sistema de saneamiento

3.3.3.1 Análisis de demanda hídrica.

3.3.3.1.1 Viviendas

Para cuantificar la cantidad de viviendas o familias debidamente empadronados, se ha visitado a lugar en situ y se ha coordinado con sus autoridades de la parcialidad de Jiscullaya del ámbito de estudio, además, se ha considerado centros educativos, salones comunales e iglesias.

Tabla 9. Viviendas localizadas en el ámbito del estudio.

N°	Localidad	Concentración Demográfica	N° de Viviendas
01	Jiscullaya	Disperso	105

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.1.2 Densidad de población

De acuerdo al diagnóstico realizado, la densidad poblacional en el ámbito de estudio se determinó en función a la población actual y el número de viviendas:

Densidad poblacional = Población actual/Número de viviendas

Densidad poblacional = 315 hab/105 viv.

Densidad poblacional = 3.00 hab/viv.

3.3.3.1.3 Tasa de crecimiento

Según los datos de población y respecto al último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, la tasa de crecimiento para el distrito de Ilave es

de 0.35%, sin embargo, para el presente trabajo de investigación y con fines de cálculo de la demanda de agua se empleó dicho valor.

3.3.3.1.4 Población actual

Actualmente la población es de 105 familias posible con una densidad poblacional promedio de 3 habitantes por familia, con lo cual actualmente se tienen 315 habitantes aproximadamente.

Tabla 10. Población actual del ámbito de estudio.

N°	Localidades	N° de Viviendas (viv)	Densidad de Población (hab/viv)	Población Actual (hab)
01	Jiscullaya	105	3	315

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.1.5 Periodo de diseño

Cantidad de familias	:	105 familias
Promedio de habitantes por familia	:	3 habitantes
Población total	:	315 habitantes
Período de diseño	:	20 años
Tasa de crecimiento	:	0.35%
Población de diseño	:	337 habitantes

3.3.3.1.6 Población futura

Para calcular la población futura se empleó la siguiente relación:

$$P_f = P_o \left(1 + r \frac{t}{100}\right)$$

donde:

Pf = Población futura



- Po = Población actual
- R = Tasa de crecimiento, se asume 0.35%
- T = Período de diseño en años, se asume 20 años.

3.3.3.1.7 Dotación de agua

Para la determinación de la dotación de agua se estimó teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos, costumbres y niveles de servicio a alcanzar. Para el presente estudio de investigación el consumo per-cápita se consideró 80 L/hab/día según de acuerdo al sistema de disposición de excretas tenemos para la región sierra.

3.3.3.1.8 Demanda de agua

Para determinar la demanda de agua se efectuó a través de la ecuación caudal máximo diario (Qmd), resultado que nos permitió estimar el valor del volumen de agua de consumo requerido, para un periodo de un año, que por lo general es equivalente también al caudal disponible de la fuente:

Caudal Promedio:							
Según la Formula							
tenemos que:		$Qp = \frac{Pf \times Dot}{86400}$		Qp =		0.312 l/s	
Demanda maxima diaria (Qmd) :							
		$Qmd = 1.3 \times Qp$		Qmd =		0.406 l/s	
Demanda maxima horaria (Qmh) :							
		$Qmh = 2.0 \times Qp$		Qmh =		0.624 l/s	

3.3.3.2 Mejora de la cobertura de servicio de agua potable.

Con el propósito de mejorar la cobertura de servicio de agua potable y a partir de los estudios realizados, la propuesta técnica planteada es un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para consumo humano, y comprende lo siguiente:



3.3.3.2.1 Captación.

Realizando el aforo del caudal del agua en los meses críticos se obtiene el siguiente caudal de la fuente 0.50 L/s.

La captación se construirá de tipo ladera y concentrado, primeramente, se realizará protección del afloramiento; la segunda a una cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de salida.

3.3.3.2.2 Línea de conducción.

La línea de conducción es la tubería que sirve para trasladar el agua desde la captación hasta los reservorios. La línea de conducción puede ser de dos tipos por gravedad y por bombeo, en nuestro caso será por gravedad hasta el reservorio. Estos conductos trabajan a presión asegurando el factor sanitario adecuado y en su instalación se acomodan a cualquier ondulación del terreno.

3.3.3.2.3 Reservorio de almacenamiento.

Estructura cuya función es almacenar y suministrar agua a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas en cantidad necesaria, que permita compensar las variaciones de consumos horarios y/o estacionales frente a caudales promedios y constantes de producción por bombeo, así como paralizaciones para realizar las labores de operación y mantenimiento.

3.3.3.2.4 Líneas de distribución.

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalaran en los diferentes tramos para el consumo humano.

3.3.3.3 Planteamiento de propuesta de diseño de unidad básico de saneamiento.

La propuesta de diseño de letrina se plantea de acuerdo a la evaluación realizada en la parcialidad de Jiscullaya, el diseño de unidad básica de saneamiento con biodigestor el cual tiene un sistema de infiltración mediante un pozo de absorción.

Respecto al pozo de absorción, se plantea un pozo de absorción ya que en la zona no se cuenta con un área suficiente para zanjas de percolación, para la construcción de estos pozos se realizará un hoyo profundo en la tierra para infiltrar el agua residual sedimentada en el biodigestor.

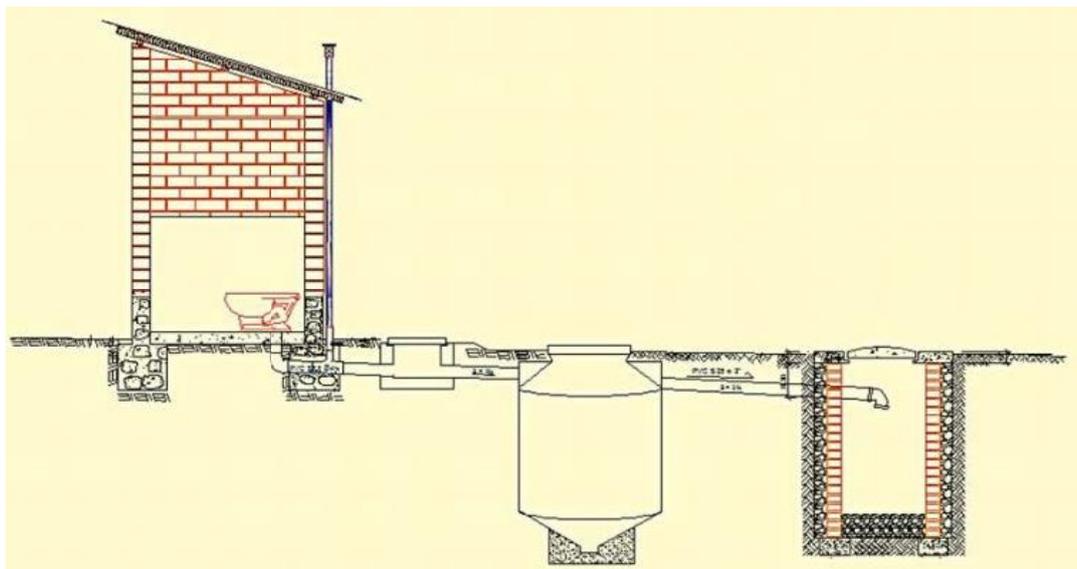


Figura 3. Se muestra UBS con biodigestor.

Para plantear una propuesta de diseño de saneamiento que mitiguen el deterioro de salud a la población, se plantea de acuerdo de la evaluación realizada en la parcialidad de Jiscullaya, para mejorar las condiciones básicas de saneamiento de la población en la zona, y se toma en cuenta los siguientes criterios.

a) Criterios para la selección técnica de disposición sanitaria de excretas

Para la selección de la tecnología de disposición sanitaria de excretas in situ que debe aplicarse, es necesario tener en cuenta una serie de factores de orden técnico,



económico social y cultural. El conocimiento cabal de estos factores resulta vital para la selección de la tecnología más conveniente.

b) Selección de unidad de básica de saneamiento

La selección de la tecnología apropiada idónea a las condiciones físicas, económicas y culturales de la parcialidad se hace mediante un análisis integral de la zona. Una buena selección de la tecnología, además de una buena operación y mantenimiento, hace de ésta la solución ideal a los problemas de saneamiento, sin ser necesaria una alta inversión para su implementación.

La propuesta de diseño de saneamiento se plantea de acuerdo a la evaluación realizada en la parcialidad de Jiscullaya, el diseño de unidad de básica de saneamiento con biodigestor.

3.3.3.2.1 Diseño de unidad básica de saneamiento

Constituida por una caseta, un aparato sanitario con un sifón o trampa de agua y un tanque séptico, se dimensionó las medidas de la caseta tomando en cuenta las recomendaciones.

Medidas de la caseta:

Ancho = 1.30 m

Largo = 3.00 m

Altura = 1.80 m



3.3.3.2.2 Como usar la unidad básica de saneamiento con biodigestor

Recomendación sobre cómo usar la letrina de arrastre hidráulico, en el uso diario y manejo de la letrina, disposición de utensilios que no deben faltar para el transporte de líquidos y sólidos.

3.3.3.2.3 Situación actual.

Cuenta con un centro educativo primaria, inicial y CEO por otro lado cuenta con los servicios electrificación y letrinas sanitarias. Los pobladores de la parcialidad de Jiscullaya, tienen como necesidad principal de la atención urgente, la construcción de unidad básica de saneamiento, desde hace muchos años atrás las letrinas han sido ejecutados tipo hoyo seco con ventilación, en viviendas de la parcialidad de Jiscullaya los que han sido fuentes de contaminación con consecuencias de sufrir enfermedades diarreicas, enfermedades respiratorias.

3.3.3.2.4 Saneamiento (letrinas), en la zona de estudio

La población de la parcialidad de Jiscullaya, cuenta con servicio de letrinas de tipo hoyo seco con ventilación, con una cobertura de 90%.

3.3.3.2.5 Análisis situacional del manejo de excretas

La evaluación de la calidad de materiales utilizados en la construcción, ha consistido en recopilación de información de campo mediante la observación y verificación “in situ” de: Caseta, puerta, losa y techo.

Caseta, se verificó el estado situacional de la caseta en muchos casos se encontró las casetas en condiciones siguientes despintadas, abandonadas y otros también están en buen estado, como en esta figura muestra que la caseta está despintada y abandonada.



Figura 4. La caseta despintada y abandonada.

Puerta, se verificó el estado situacional de la puerta en muchos casos se encontró sin puerta, como se muestra en la figura, la caseta de letrina sin puerta.



Figura 5. La caseta sin puerta.

Techo, se verificó el estado situacional del techo de las letrinas en muchos casos las casetas estaban sin techo, como se muestra en la figura, la caseta de letrina sin techo.



Figura 6. La caseta sin techo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

4.1.1 Calidad de agua

Los resultados del análisis físico del agua, muestran los indicadores de físicos del agua provenientes la captación del sistema de agua potable parcialidad de Jiscullaya para el consumo humano de los beneficiarios del mismo (Tabla 11).

Tabla 11. Características físicas de las aguas de la fuente de captación para consumo humano.

Ítem	Parámetros	Resultado de análisis
01	Aspecto	Líquido
02	Color	Incoloro
03	Olor	Inodoro
04	Sabor	Insípido

Fuente: Laboratorio de química de la Universidad Nacional del Altiplano.

La característica física del agua tiene un color incoloro, presenta un olor inodoro y sabor insípido, estos resultados muestran que son aguas aptas para consumo humano y se encuentran dentro las recomendaciones de las normas vigentes para dicho fin.

Estos resultan aceptables según la ECA para agua, en la categoría 1, agua para consumo poblacional y recreacional, y la subcategoría A, agua destinadas para la producción de agua potable (MINAM, 2017). Además, otras investigaciones indican dichas características físicas son indicadores como aptas para el consumo humano (Gari et al., 2017).

Los resultados del análisis químico del agua, muestran los indicadores químicos del agua provenientes de la captación del sistema de agua potable parcialidad de Jiscullaya para el consumo humano de los beneficiarios del mismo (Tabla 12).

Tabla 12. Características químicas de las fuentes de captación para consumo humano.

Ítem	Parámetros	Resultado de análisis
01	pH	7.40
02	Dureza total como CaCO ₃	52.00 mg/L
03	Alcalinidad como CaCO ₃	57.78 mg/L
04	Cloruros como CL	15.30 mg/L
05	Sulfatos como SO ₄	4.00 mg/L
06	Nitratos como NO ₃	Negativo mg/L
07	Calcio como Ca	16.19 mg/L
08	Magnesio Mg	02.95 mg/L
09	Solidos totales	67.10 mg/L

Fuente: Laboratorio de Química de la Universidad Nacional del Altiplano.

Dichos resultados del análisis de las características químicas (pH, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio, magnesio y o solidos totales) se encuentran dentro de los límites establecidos para fines del consumo humano.

Los resultados del análisis bacteriológico determinan que la calidad de agua analizada no está contaminada por bacterias patógenas siendo está aceptable para el consumo humano (Tabla 13).

Tabla 13. Características bacteriológico de las fuentes de captación para consumo humano.

Ítem	Parámetros	Resultado de análisis
01	Numeración de coliformes totales	28 coli totales/100ml
02	Numeración de Eschericha coli	00 coli fecales/100ml

Fuente: Laboratorio Microbiológico de la Universidad Nacional del Altiplano.

El análisis bacteriológico se encuentra dentro de los límites permisibles de aceptación y de acuerdo a las normas sanitarias vigentes es APTO para el consumo humano.

4.1.2 Análisis de los parámetros fisicoquímicos

4.1.2.1 Aspecto, color, olor y sabor

Los resultados obtenidos del análisis físico de los parámetros aspecto líquido, color incoloro, olor inodoro y sabor insípido de la muestra, se encuentra dentro de los parámetros de aceptación.

4.1.2.2 pH

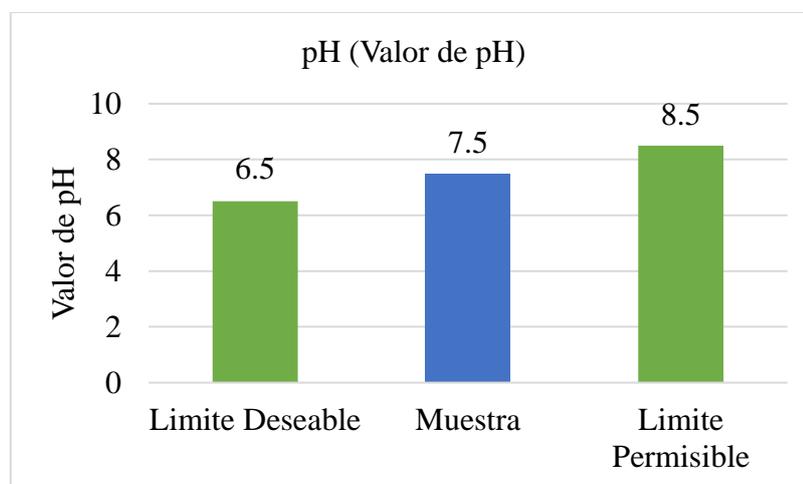


Figura 7. Medición de pH
Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de pH es 7.5 unidad, valore que representa al agua ligeramente alcalina, sin embargo, las muestras analizadas se encuentran por encima del límite recomendado por el Ministerio de Salud (7 unidades de pH) y dentro del límite máximo permisible establecido por la Organización Mundial de Salud (6.5 – 8.5 unidades de pH).

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica (DIGESA, 2007).

4.1.2.3 Dureza total

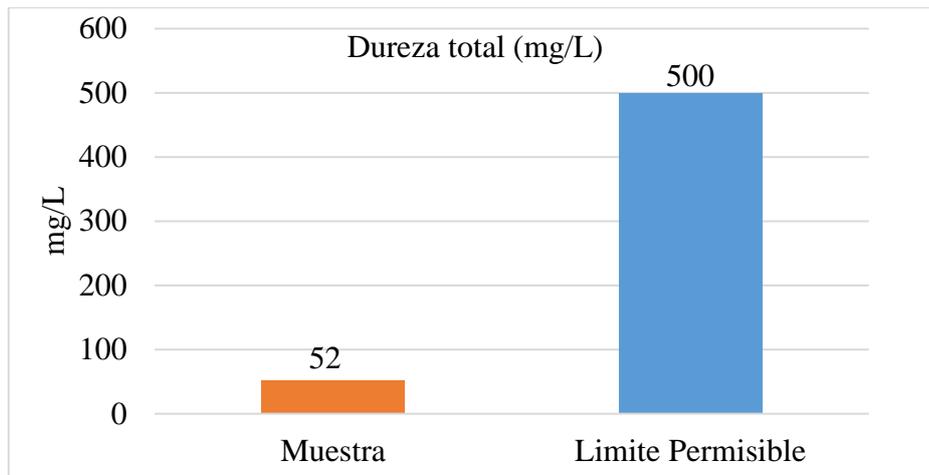


Figura 8. Medición de dureza total (mg/L)

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de dureza total fluctúa entre 52.00 mg/L, valor que corresponde a la clasificación en términos de grado de dureza a las aguas blandas. Además, se encuentra dentro del límite establecido por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de Salud (500 mg/L).

El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro. El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio (DIGESA, 2007).

4.1.2.4 Alcalinidad

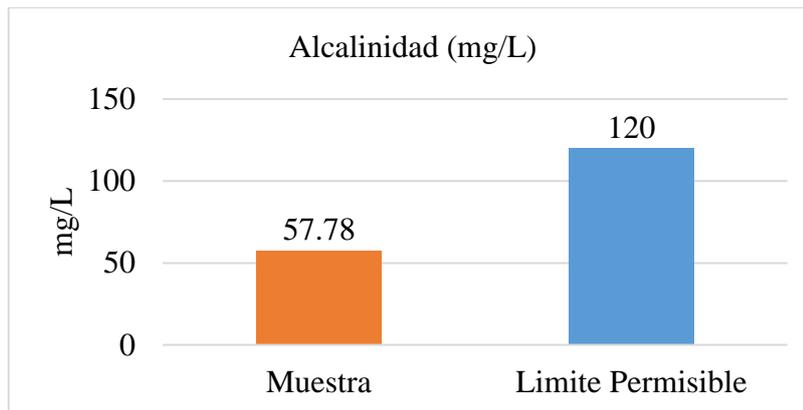


Figura 9. Medición de alcalinidad (mg/L)

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de Alcalinidad se encuentra en 57.78 mg/L, valor que corresponde a la clasificación según su capacidad neutralizado las aguas de baja alcalinidad, sin embargo, se encuentra dentro del límite establecido por el Ministerio de Salud (120 mg/L), además, la Organización Mundial de la Salud señala que es neutral encontrar valores que fluctúan entre 200 a 500 mg/L, ya que no tiene mayor importancia sanitaria y no presenta riesgos a la salud (no aplicable).

La alcalinidad de muchas aguas superficiales depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Los valore determinados pueden incluir también la contribución de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases. La determinación de la alcalinidad se utiliza en el control de los procesos de tratamiento de aguas (DIGESA, 2007).

4.1.2.5 Cloruros

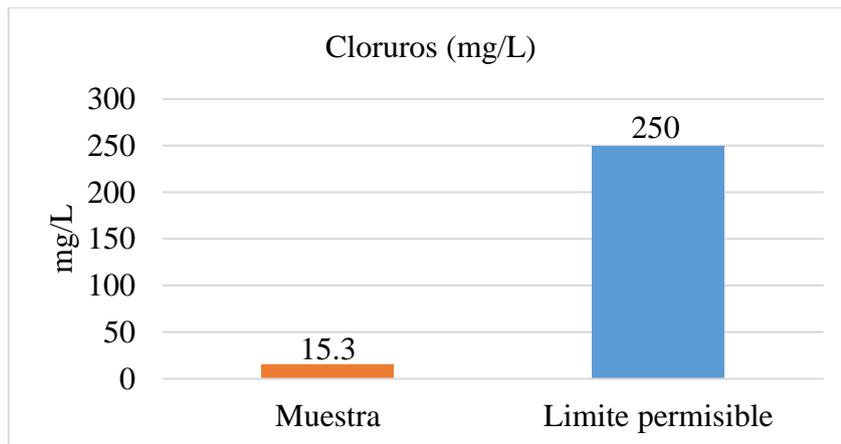


Figura 10. Medición de cloruros (mg/L)

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de Cloruro se encuentra en 15.30 mg/L, valor que se encuentra dentro del límite máximo permisible establecido por el Ministerio de Salud (250 mg/L).

La concentración de cloruros es una medida específica de la salinidad de las descargas de la industria petrolera. Los cloruros son los principales componentes de las salmueras de petróleo. El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua. El alto contenido de cloruros impide que el agua sea utilizada para el consumo humano o el ganado (DIGESA, 2007).

4.1.2.6 Sulfatos

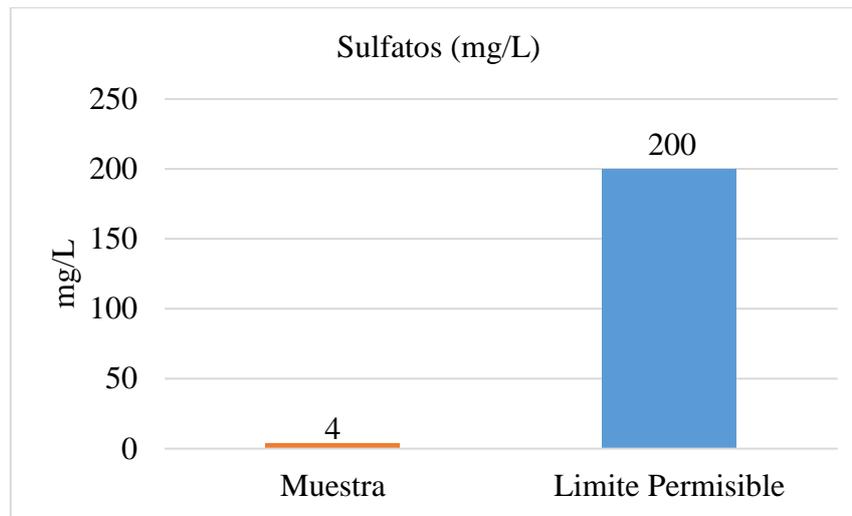


Figura 11. Medición de sulfatos (mg/L)

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de Sulfato se encuentra 4.00 mg/L, valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido por el Ministerio de Salud (200 mg/L).

Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas. Se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; no obstante, las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas estas se forman al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas (DIGESA, 2007).

4.1.2.7 Nitratos

El resultado obtenido del análisis de Nitrato que se encuentra negativo mg/L, valore que se encuentra dentro del límite permisible establecido por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de la Salud (<1.00 mg/L).

Los nitratos formados pueden servir como fertilizantes para las plantas. Los nitratos producidos en exceso para las necesidades de la vida vegetal, son transportados por el agua, luego estas se filtran a través del suelo, debido a que el suelo no tiene la capacidad de retenerlos pudiendo encontrarse en concentraciones superiores en aguas subterráneas (DIGESA, 2007).

4.1.2.8 Calcio

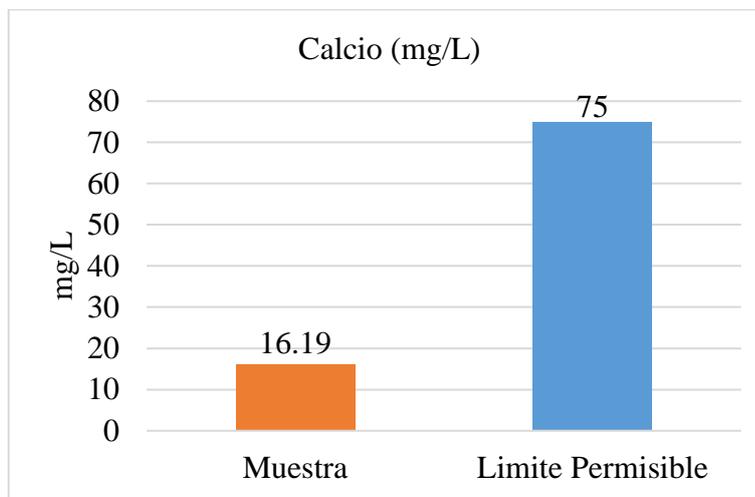


Figura 12. Medición de calcio (mg/L)

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de Calcio se encuentra 16.19 mg/L, valor que se encuentra dentro del límite máximo permisible establecido por el Ministerio de Salud (75 mg/L).

El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro. El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio (DIGESA, 2007).

4.1.2.9 Magnesio

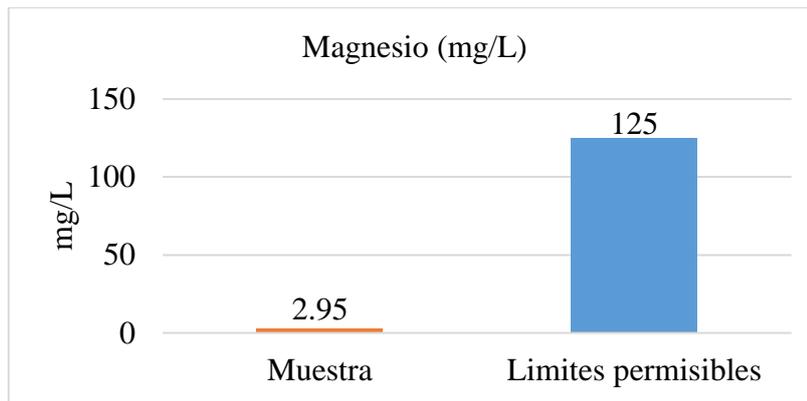


Figura 13. Medición de magnesio (mg/L)

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de Magnesio que se encuentra 2.95 mg/L, valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible establecidos por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de la Salud (125 mg/L).

La aceptación de la dureza del agua por el público puede ser muy variable y está en función de las condiciones locales. El umbral de sabor del ion calcio es 100 a 300 mg/L y el umbral de sabor del magnesio es menor al del calcio (DIGESA, 2007).

4.1.2.10 Solidos totales

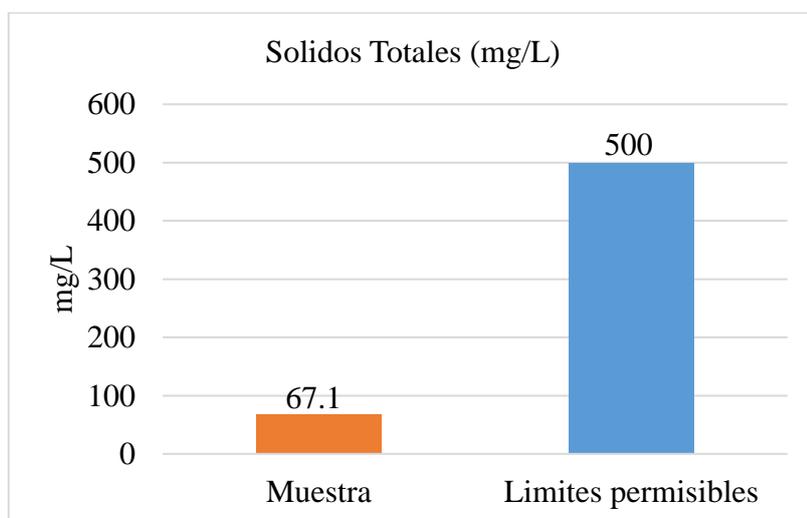


Figura 14. Medición de solidos totales (mg/L).

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de sólidos totales fluctúa 67.10 mg/L, valore que se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de la Salud (500 mg/L).

4.1.3 Análisis de los parámetros bacteriológicos

4.1.3.1 Coliformes Totales

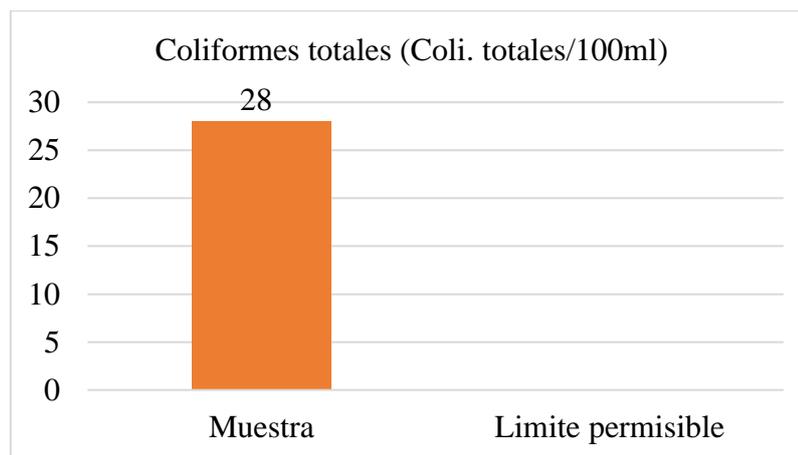


Figura 15. Medición de coliformes totales.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de Coliformes Totales de la muestra fluctúa 28 coli. totales/100 ml, valor que supera el límite máximo permisible establecidos por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de Salud (0 NMP/100 ml). Por lo tanto, es apto para consumo humano.

Pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo, aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua (DIGESA, 2007).

4.1.3.2 Eschericha Coli

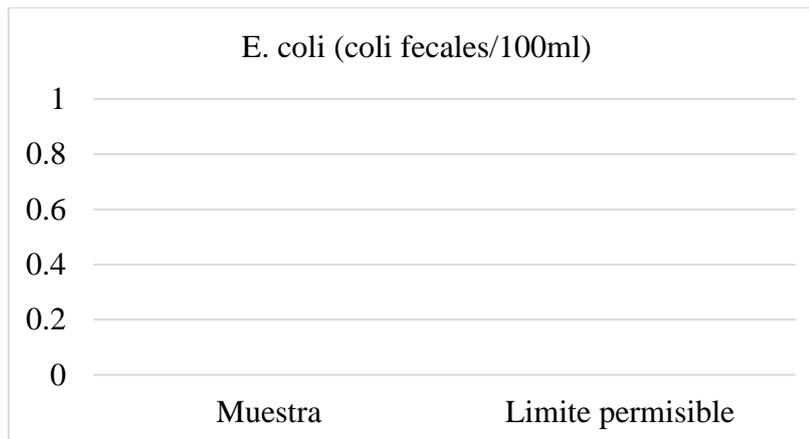


Figura 16. Medición de eschericha coli.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del análisis de E. Coli de la muestra se encuentra el límite máximo permisible establecidos por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de Salud (0 NMP/100 ml). Por lo tanto, es apto para consumo humano.

Abunda en las heces de origen humano y animal. Se halla en agua residual, en agua y suelos naturales que han sufrido contaminación reciente, ya sea de seres humanos, operaciones agrícolas o de animales y aves salvajes (DIGESA, 2007).

4.2 ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES ORIGINADOS POR EL CONSUMO DE AGUA

Las enfermedades más frecuentes originados por el consumo de agua se ha realizado en la parcialidad de Jiscullaya generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo, la agricultura y las actividades. La mayor parte de la contaminación actual proviene de actividades humanas.

4.2.1 Información obtenida de centro de salud Siraya

Se ha obtenido la información en el centro de salud Siraya, las tres enfermedades más frecuentes, como es las enfermedades infecciosas parasitarias, enfermedades de

diarrea, enfermedades estomacales y otros. Pero estas tres enfermedades han causado mayor peligro a la población beneficiaria de la zona según reporte de centro de salud Siraya (Tabla 14).

Tabla 14. Enfermedades más frecuentes de la zona de estudio.

Nº	Morbilidad	P.S. de C.P. Siraya	
		Casos	%
1	Enfermedades estomacales	98	22.63
2	Enfermedades de diarreas	115	26.56
3	Enfermedades. Infecc. parasitarias	220	50.81
TOTAL		433	100

Fuente: Datos estadísticos (2010 – 2020), posta de salud de Siraya, centro poblado de Siraya, distrito Ilave.

Dichos resultados obtenidos de enfermedades más frecuentes (estomacales, diarreas y parasitarias) son ocasionados a los pobladores de parcialidad de Jiscullaya por el consumo de agua e higiene.

4.2.2 Enfermedades más frecuentes

Las enfermedades más frecuentes se presentaron por consumo de agua, existe enfermedades de transmisión hídrica (parasitosis, diarreas, estomacales), ocasionada por la contaminación de agua e higiene, tanto de las fuentes de agua para consumo humano, el déficit de cobertura de sistemas de abastecimiento de agua, el déficit de cobertura del sistema de recolección y tratamiento de desechos sólidos y líquidos, el deterioro acelerado de los sistemas por falta de mantenimiento y la falta de hábitos de higiene en la parcialidad de Jiscullaya.

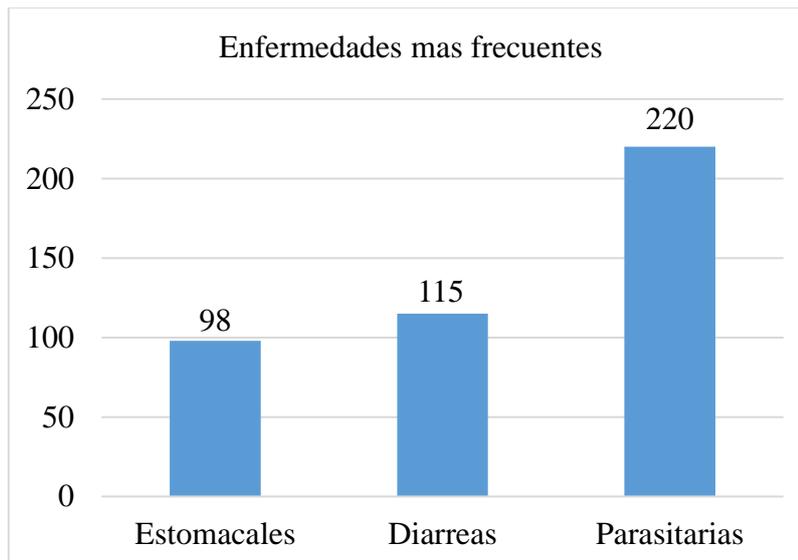


Figura 17. Enfermedades más frecuentes.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.1 Análisis de enfermedades estomacales

El resultado obtenido del análisis de enfermedades estomacales del centro salud de Siraya presenta 98 casos con un porcentaje de 22.63%, como se muestra en la tabla 14. Son causadas por consumo de agua a los beneficiarios de la zona de estudio.

Se le llama infecciones gastrointestinales, debido a que afectan el sistema digestivo. Es decir, es una condición médica caracterizada por la inflamación del tracto gastrointestinal, que implica el estómago y el intestino delgado, lo que da como resultado una combinación de diarrea, vómitos, y dolor abdominal. Aunque no tiene ninguna relación con la influenza, se le llama incorrectamente gripe estomacal y gripe gástrica (Lama, 2014).

4.2.2.2 Análisis de enfermedades diarreas

El resultado obtenido del análisis de enfermedades de diarrea del centro de salud Siraya presenta 115 casos con un porcentaje de 26.56% que se muestra en la tabla 14. Estas enfermedades son causadas por el consumo de agua e higiene de los pobladores de la parcialidad de Jiscullaya.



Entre los factores asociados a un mayor riesgo de enfermar e incluso de morir por EDA son; la higiene personal deficiente y la limpieza en la preparación y consumo de alimentos, contaminación fecal del agua y de alimentos; para la población infantil se añaden factores como la desnutrición, ausencia o prácticas inapropiadas de lactancia materna, peso bajo al nacimiento, esquema de vacunación incompleto, falta de capacitación de la madre para la higiene familiar, y deficiencia de vitamina A. Estudios de investigación han evidenciado la alta relación que existe entre estos factores y la incidencia de la EDA en los diferentes grupos de población, así como los agentes causales que los afectan; generalmente se transmiten por vía fecal-oral y adoptan diversas modalidades que dependen de los vehículos y las vías de transmisión (MINSA, 2012).

4.2.2.3 Análisis de enfermedades parasitarias

El resultado obtenido del análisis de enfermedades parasitaria del centro de salud Siraya es 220 casos que representa 50.81% como se muestra en la tabla 14. Estas enfermedades son causadas por el consumo de agua e higiene por los beneficiarios mismos, además, en estos últimos años requieren mayores cuidados en cuanto a la salud y disponibilidad del agua por el cambio climático (Belizario, 2014, 2015).

Las parasitosis intestinales son infecciones producidas por parásitos cuyo hábitat natural es el aparato digestivo del hombre. Algunos de ellos pueden observarse en heces aun estando alojados fuera de la luz intestinal, por ejemplo, en el hígado (*Fasciola hepática*) o en pulmón (*Paragonimus* spp.) (Ibarra, 2010).

4.2.3 Análisis e información obtenida

Luego de haber realizado la información de los pobladores se puede decir en la investigación.



- El análisis de la información revela que la mayoría de personas desconocen sobre el cuidado y tratamiento del agua, lo cual se considera que no existe una información sobre ese tema, y a su vez, no existe preocupación por parte de las autoridades, por dar a conocer como es el tratamiento y cuidado de líquido vital que están consumiendo.
- Los pobladores realizan sus reclamos a las autoridades como presidente, al teniente porque el agua que consumen puede estar contaminado por ello quieren el análisis de agua para optar con un proyecto para que puede tener coberturas la captación de ojo de agua. Para ello manifiestan ante dicho problema ya que es muy perjudicial para nuestro organismo y este problema crece más.
- Analizando la información obtenida se puede observar que un alto porcentaje de los pobladores manifiestan que las autoridades no se preocupan por mejorar nuestro saneamiento del agua y que este problema va avanzando sin detenerse lo cual dará como resultado enfermedades más frecuentes que afectan a nuestra salud y a familias enteras.
- Realizando el análisis de esta información revela que un alto porcentaje quieren recibir charlas sobre la prevención de enfermedades y cuidado del agua, ya que es muy importante para conocer y prevenir enfermedades que afectan a nuestra parcialidad. Por esta razón se debe incentivar a cada una de las personas sobre los riesgos de dichas enfermedades si no se conoce sobre el cuidado del agua.
- Consiste en proponer alternativa o acción de solución orientada a mejorar el servicio de saneamiento y así garantizar el bienestar de la población que



se ve afectada por el problema identificado en el ámbito de estudio y se plantea proponer un diseño de unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico.

4.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE SANEAMIENTO

4.3.1. Diseño de sistema de abastecimiento

Para el diseño del sistema de agua potable por gravedad se determinó los siguientes parámetros.

Viviendas:	105
Densidad poblacional:	3 hab/vivienda
Población inicial:	315 habitantes
Tasa de crecimiento:	0.35%
Periodo de diseño:	20 años
Población final:	337 habitantes
Dotación:	80 L/hab/día
Caudal máximo diario:	0.406 L/s
Caudal máximo horario:	0.624 L/s

4.3.1.1. Demanda hídrica

En función de los parámetros determinados, la demanda de agua para una población de 337 habitantes es de 9,840.40 m³/año.

Tabla 15. Demanda hídrica necesaria.

DESCRIPCION	UND	DEMANDA HIDRICA MENSUALIZADA												Volumen Anual (m ³ /año)
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Días del mes	Día	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
N° de habitantes proyectado a 20 años	Hab.	337	337	337	337	337	337	337	337	337	337	337	337	
Dotacion de agua asumida	Lit/día/hab.	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	
Demanda de Agua	m ³	835.76	754.88	835.76	808.80	835.76	808.80	835.76	835.76	808.80	835.76	808.80	835.76	9,840.40
	lit/seg.	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	

Fuente: Elaboración propia

La demanda hídrica para consumo humano (Tabla 15) se ha realizado considerando N° de población de 337 habitantes proyectado para 20 años con una dotación de agua 80 L/hab/día. Se ha obtenido el resultado la demanda de agua con un caudal de 0.31 L/s y volumen con 9,840.40 m³/año para el sistema de abastecimiento de agua potable.

Para determinar la demanda de agua se efectuó a través de la ecuación caudal máximo diario (Qmd), resultado que nos permitió estimar el valor del volumen de agua de consumo requerido, para un periodo de un año, que por lo general es equivalente también al caudal disponible de la fuente (Agüero R, 1997).

4.3.1.2. Disponibilidad hídrica

La disponibilidad de hídrica se realizó el volumen total de líquido. Para saber la cantidad existente para cada habitante se divide el volumen de agua entre el número de personas de una población, con un caudal de 0.50 L/s efectuado las pruebas de rendimiento.

Tabla 16. Disponibilidad hídrica de la fuente.

FUENTE DE AGUA			DISPONIBILIDAD DE AGUA MENSUALIZADA												Total
TIPO	NOMBRE	Unidad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Días del mes		Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Manantial	Jocco patilla manjja	Lit/Seg	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
		m ³	1339.20	1209.60	1339.20	1296.00	1339.20	1296.00	1339.20	1339.20	1296.00	1339.20	1296.00	1339.20	15,768.00
TOTAL DE DISPONIBILIDAD HIDRICA		Lit/Seg	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
		m ³	1,339.20	1,209.60	1,339.20	1,296.00	1,339.20	1,296.00	1,339.20	1,339.20	1,296.00	1,339.20	1,296.00	1,339.20	15,768.00

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el aforo del manantial en Jocco Patilla Manjja con un caudal de 0.50 L/s para el consumo de agua potable (Tabla 16) para la parcialidad de Jiscullaya con un total de disponibilidad de hídrica de 15,768.00 m³ por año.

La mayoría de sistemas de abastecimiento de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país tienen como fuente los manantiales. La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en temporadas críticas de rendimiento que corresponden a los meses de estiaje y lluvias, a fin de conocer los caudales mínimos y máximos. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario (Qmd) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura (Agüero, 1997).

4.3.1.3. Balance hidráulico

Hecho la evaluación tanto de la demanda y oferta hídrica, existe la disponibilidad de agua de la fuente (manantial), considerando el uso poblacional (doméstico) y como único demandante se tiene un superávit de 5,927.60 m³/año.

Tabla 17. Balance hídrico.

DESCRIPCION	Unidad	BALANCE HIDRICO												Total
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Días del mes	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Superavit (+), Deficit (-)	m ³	503.44	454.72	503.44	487.20	503.44	487.20	503.44	503.44	487.20	503.44	487.20	503.44	5,927.60
	Lit/Seg	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

Fuente: Elaboración propia.



Resultan el análisis de oferta y demanda actual se puede señalar, que la oferta de agua actual, sustentada en la acreditación de los recursos hídricos de captación a régimen natural, satisface las demandas actuales y futuras de la población de Jiscullaya, considerando principalmente la demanda de agua para consumo humano se tiene el balance hídrico.

4.3.2. Fuentes de agua cantidad y calidad.

4.3.2.1. Captación

La captación se ubican en las laderas de los cerros de Jichuraya de la parcialidad de Jiscullaya se ha aforado en el mes de estiaje (Noviembre), este caudal es suficiente para cubrir la demanda al final del periodo de diseño, se prevé la construcción de captaciones típicas de 0.7x0.70m interior de caja húmeda, con dos aleros de 1.50 m de longitud de concreto armado $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, re-forzado con aceros corrugados de 3/8", también consta de filtros de arena de diferentes diámetros, también consta de una cámara seca donde están los accesorios de captación, del mismo modo consta de 02 und de tapas metálicas de plancha estriada.

Para la determinación de la calidad del agua se ha efectuado los análisis correspondientes para determinar los parámetros básicos que se requiere para que sea apto para el consumo doméstico, obteniéndose entre un pH de 7.5.

4.3.2.2. Línea de conducción

La línea de conducción de la fuente a reservorio consistirá del suministro e instalación 573.05 ml de tubería PVC SAP Clase 10 hasta los reservorios de 6 m³, respectivamente en cada sector tipo apoyado a semi enterrado hasta 1.0 m.



4.3.2.3. Reservorio

La estructura de almacenamiento consiste en 01 und de reservorios de almacenamiento de 06 m³ concreto armado, el cual tiene acero de refuerzo de 1/2” en losa fondo, muros y tapa losa, en la tapa losa consta de una tapa metálica de inspección de 0.60 m x 0.60 m, tubería de ventilación y escalera de entrada de tubería galvanizada, esta estructura está en función al periodo de diseño del proyecto, ubicado a diferentes longitudes desde el punto de captaciones, adicionalmente se construirá una caja de válvulas donde se instalara los accesorios básicos de acuerdo a los requerimiento hidráulicos, forma parte de las hojas de cálculo sobre su diseño.

4.3.2.4. Línea de distribución

Se plantea el tendido de tubería PVC SAP C-10, de 9,992.00 m.

4.3.3. Diseño de unidad básico de saneamiento con arrastre hidráulico

Se realizó una recopilación y análisis de datos recogidos en la zona de investigación, considerando información recopilada principalmente de la parcialidad de Jiscullaya. La recolección de información de campo en la zona de estudio, se realizó una ficha de campo (encuesta), permitiéndonos recoger información importante de la población.

Dentro de la zona, existe un total de 105 hogares, de acuerdo a su padrón de usuarios quienes actualmente que en su totalidad poseen unidades básicas de saneamiento con hoyo seco ventilado, por lo que el tamaño de la muestra fue considerado al 100%.

La UBS-A.H. se generalizará como un sistema familiar de saneamiento mediante arrastre hidráulico de excretas hacia el punto de descarga seleccionado. Como requisitos previos se tendrá:

- La caseta de la UBS se ubicará preferentemente en el interior de la vivienda. En el caso que se ubique externamente, la distancia a la vivienda no deberá ser mayor a 5 metros.
- Los pozos de absorción destinados a la infiltración de los líquidos residuales, deberán ubicarse en el exterior de la vivienda a una distancia mayor de 3 metros del muro exterior de la vivienda.
- En los lugares donde se proyecte construir pozos de absorción de esta UBS no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros alrededor de ellas, y en todos los casos los sistemas de descarga de las UBS deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial de agua destinada al consumo humano.
- Solo se podrá disponer de papel higiénico principalmente para sistemas de saneamiento secos.
- Los pozos de absorción deben ser fácilmente accesibles para facilitar su limpieza.

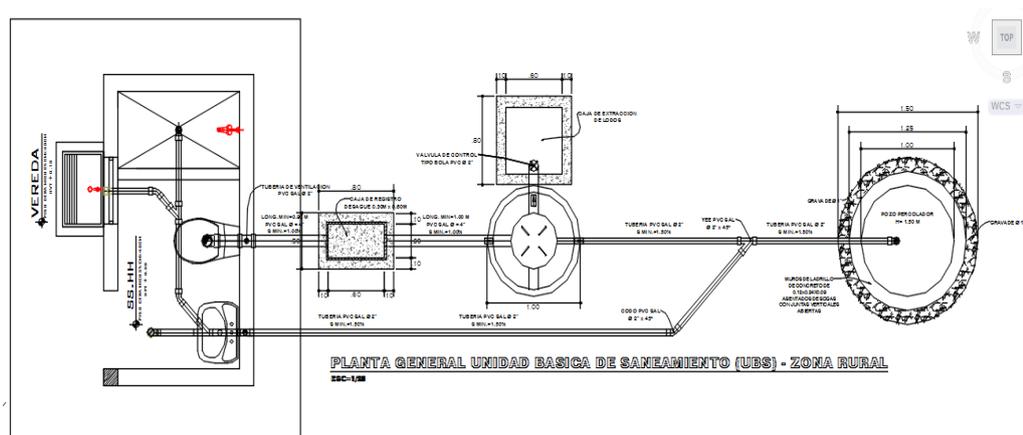


Figura 18. UBS con arrastre hidráulico en planta.



- Los pozos de absorción deben ser fácilmente accesibles para facilitar su limpieza.

4.3.3.2. Elementos de la UBS con arrastre hidráulico

Consta de los siguientes elementos:

a) Caseta de (UBS)

Caseta o cuarto de baño: Incluye una ducha, un lavatorio y un aparato sanitario, las dimensiones del cuarto de baño. El techo se construirá con teja andina y con una inclinación de 18% debido a la presencia de lluvias en épocas de enero a marzo. El piso del cuarto de baño será de concreto, con un espesor de 0.10 m, y acabado de cemento. Se colocarán zócalos sanitarios, evitando la formación de esquinas de 90° con el piso, para permitir la correcta higienización de las superficies revestidas. De acuerdo a los usos locales, este ambiente se ubica fuera de la vivienda.

Tubería de ventilación: Se instala sobre el conducto que conecta el inodoro con el biodigestor, una tubería de PVC de 2" de diámetro para evacuar los gases que se producen en el sistema.

Red de recolección: Es la que conecta el aparato sanitario con el biodigestor y este con el pozo de absorción. La línea de evacuación de las aguas residuales se instala con tubería de PVC de 4" de diámetro. Presenta una pendiente que permite el arrastre de las aguas residuales por gravedad; la pendiente de las líneas de evacuación entre el aparato sanitario y la caja de registro será de 1%.



b) Caja de registro

La caja de registro recolecta las aguas residuales y facilita el mantenimiento y limpieza de la red, las dimensiones son de ancho 0.50 m, de largo 0.80 m y con una profundidad de 0.80 m.

c) Biodigestor

Se presenta el diseño de un tanque biodigestor que se considera dentro de la opción tecnológica, y se obtuvo una capacidad del biodigestor de 600 litros para la atención de 3 usuarios por familia.

➤ Parámetros de diseño

Tabla 18. Parámetros de diseño para biodigestor y pozo de absorción.

PARAMETROS			
Densidad de poblacional	P =	5 hab/viv	Se considera un biodigestor de 600 litros
Dotación	D =	80 L/hab/día	
Caudal de aporte unitario	q =	64 L/hab/día	Porcentaje de contribución del desagüe 80% (O.S. 100 - 1.7)
Tiempo de mantenimiento	N =	1 vez/año	Intervalo de tiempo para la remoción de lodos
Temperatura promedio	T =	12 °C	

Fuente: Elaboración propia

➤ Tiempo de retención

$$PR = 1.5 - 0.3 * \log (P * q)$$

$$PR = 1.5 - 0.3 * \log (5 * 64)$$

$$PR = 0.75 \text{ días} = 17.96 \text{ horas} > 6 \text{ horas}$$



➤ **Volumen del biodigestor**

- ✓ Volumen requerido de sedimentación (V_s)

$$V_s = 1/1000 * (P * q) * PR$$

$$V_s = 1/1000 * (5 * 64) * 0.75$$

$$V_s = 0.24 \text{ m}^3$$

- ✓ Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (V_d)

Para el volumen de digestión y almacenamiento de lodos, se debe considerar un requerimiento anual de 70 litros por persona (t_a):

$$V_d = 1/1000 * (P * N) * t_a$$

$$V_d = 1/1000 * (5 * 1) * 70$$

$$V_d = 0.35 \text{ m}^3$$

- ✓ Volumen total

$$V_t = V_s + V_d$$

$$V_t = 0.24 + 0.35$$

$$V_t = 0.59 \text{ m}^3$$

Capacidad del biodigestor seleccionado de 600 – 750 litros

➤ **Dimensiones del biodigestor**

- ✓ Sección tronco cónica:

Asumiendo un biodigestor de 600 litros de capacidad tenemos:

$$d = 0.25 \text{ m}$$

$$Hd1 = 0.32 \text{ m}$$

$$\text{Talud: } 30^\circ$$

Porcentaje de lodo en sección tronco cónica, 25%

$$V_{d1} = 0.25 * V_d = 0.25 * 0.35$$

$$V_{d1} = 0.088 \text{ m}^3$$

Diámetro:

$$D = 0.25 + 2 * H_{d1} * \sqrt{3} = 0.25 + 0.32 * \sqrt{3}$$

$$D = 1.289 > 1.10\text{m}$$

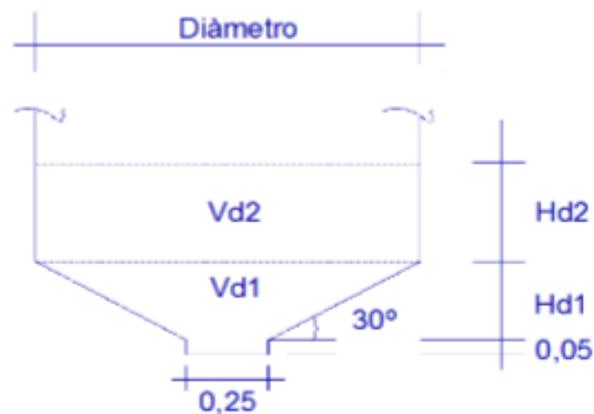


Figura 20. Dimensionamiento de biodigestor.

Fuente: Luna & Osorio 2012

Entonces:

$$V_{d1} = \pi/3 * H_{d1} * ((D/2)^2 + (d/2)^2 + (D/2 * d/2))$$

$$V_{d1} = 0.17 \text{ m}^3$$

Para:

$$V_{d2} = V_d - V_{d1} = 0.35 - 0.17$$

$$V_{d2} = 0.18 \text{ m}^3 = \pi * H_{d2} * D^2/4$$

$$H_{d2} = 0.138 \text{ m}$$

✓ Altura de digestión y almacenamiento de lodos:

$$H_d = H_{d1} + H_{d2} = 0.32 + 0.138 = 0.458 \text{ m}$$



- ✓ Profundidad mínima requerida para la sedimentación:

$$H_s = V_s/A = 0.24/(\pi * D^2/4) = 0.24/(\pi * (1.289)^2/4)$$

$$H_s = 0.184 \text{ m} \quad \text{y} \quad A = 1.305 \text{ m}^2$$

- ✓ Profundidad libre de lodos

$$H_o = 0.82 - 0.26 \times A = 0.82 - 0.26 \times 1.305$$

$$H_o = 0.48 \text{ m} > 0.30 \text{ m}$$

- ✓ Profundidad del espacio libre mínimo:

$$H_1 = 0.10 + H_o = 0.10 + 0.48$$

$$H_1 = 0.58 \text{ m}$$

Se compara H_1 y H_s , eligiendo el mayor $H_1 = 0.58 \text{ m}$

- ✓ Profundidad mínima requerida para la sedimentación:

$$H_e = 0.70/A = 0.70 / 1.305$$

$$H_e = 0.536 \text{ m}$$

- ✓ Altura operativa:

$$H_t = H_d + H_1 + H_e = 0.458 + 0.58 + 0.536 = 1.57 \text{ m}$$

Con la altura operativa se comprueba que la capacidad del biodigestor requerido para nuestro diseño es de 600 L.

d) Caja de lodos

La caja de lodos sirve para evacuar periódicamente los lodos acumulados en el biodigestor, se instala a lado del biodigestor y sus dimensiones son de 0.60 x 0.60 m con una profundidad de 0.80 m. Los detalles del biodigestor y la caja de lodos.



e) Diseño del campo de percolacion

Para la infiltración del efluente que proviene del biodigestor se eligió el pozo de absorción debido a los datos de infiltración para el diseño que son:

Tasa de infiltración promedio = 6.11 min/cm

Capacidad de absorción del suelo $R = 56 \text{ L/m}^2/\text{día}$ (coeficiente de infiltración)

Luego de haber realizado el diseño del tanque biodigestor, se realiza el dimensionamiento del pozo de absorción.

El caudal promedio del efluente del tanque es:

$$Q = D * P * 80\% = 80 * 5 * 0.80$$

$$Q = 320 \text{ L/día}$$

Área de infiltración:

$$A = Q/R = 320/56 \quad A = 5.71 \text{ m}^2$$

Se asume un diámetro para el pozo de 1.00 m, entonces la profundidad del fondo de la tubería proveniente del biodigestor al fondo del pozo será:

$$P = A / \pi * D = 5.71 / \pi * 1.00$$

$$P = 1.82 \text{ m} \approx 2.00 \text{ m}$$

Las dimensiones para los pozos de percolación, se considerará una profundidad de 2.00 m y un diámetro de 1.00 m.

El pozo tendrá sus paredes verticales formadas por muros de mampostería, compuesta de ladrillos comunes, con junta lateral libre espaciadas no más de 1 cm. El espacio entre el muro y el terreno natural no será menor a 10 cm y se rellenará con piedra



partida de 2.5 cm de diámetro, el fondo del pozo deberá tener una capa de piedra partida de 15 cm de espesor.

En la investigación realizada por Huamán (2018) tiene como requerimientos de su diseño lo siguiente: las dimensiones del cuarto de baño son de 2.40 m x 1.35 m, la caja de registro tiene dimensiones de 0.30 x 0.60 m, la capacidad del biodigestor es de 600 litros para la atención de 3 usuarios por familia, la caja de lodos es de 0.55 m x 0.65 m y del pozo percolador tiene un área de infiltración de 0.82 m² con una profundidad de 1.50 m x 1.00 de diámetro; esto nos sirve de base ya que este diseño fue realizado baso la Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para los centros poblados del ámbito rural publicada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el 2012, caso contrario al de nuestro diseño que se sustenta con la Norma técnica de diseño para opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del presente año.

Por otro lado, en el estudio realizado por Luna & Osorio (2012), solo se diseñó el tanque biodigestor y el pozo de absorción, para el tanque biodigestor que atenderá las necesidades de 7 personas resulto una altura operativa de 1.642 m, por lo que se considera un biodigestor comercial de 1300 litros y para el pozo de absorción considera una profundidad de 0.50 m y un diámetro de 0.50 m, de esto podemos decir que a mayor densidad poblacional mayor capacidad del biodigestor para atender a los usuarios.



V. CONCLUSIONES

La calidad de agua de la captación es apta para el consumo humano en la parcialidad de Jiscullaya, por encontrarse dentro de los límites máximos permisibles establecidas en las normas vigentes para el consumo humano.

El centro de salud Siraya reporta cifras de morbilidad de mayor frecuencia: enfermedades parásitas, diarreas y estomacales. Estas enfermedades tienen relación con el uso del agua, además, la mayoría de las personas a lo largo del tiempo pueden llegar a presentar ciertas molestias, por la falta de higiene y educación sanitaria de sus habitantes.

La propuesta técnica se plantea para 105 viviendas, un periodo de diseño de 20 años, una dotación de agua 50 litros/habitante/día, una disponibilidad hídrica de 15,768 m³/año, una captación en ladera, 573.05 m de línea de conducción, reservorio de almacenamiento de 06 m³ y 9,992.00 m de la línea de red de distribución, enmarcados según las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones. Asimismo, en función a la salubridad e higiene se diseñan para cada vivienda una unidad básica de saneamiento de arrastre hidráulico con biodigestor y pozo de absorción, las dimensiones de la caseta son de 2.40x1.50 m, una tubería de evacuación de 4", una caja de registro con dimensiones 0.50x0.80 m, un biodigestor 600 litros para la atención de 5 usuarios por familia, una caja de lodos de 0.60x0.60 m; un pozo de absorción de 1.00 m de diámetro y una profundidad de 2.00 m, y una educación e higiene sanitaria que coadyuve mitigar todo tipo de enfermedades gastrointestinales diarreicas y dérmicas.



VI. RECOMENDACIONES

Se debe realizarse una adecuada limpieza y desinfección del manantial de captación de agua para consumo humano, asimismo, establecer programas de monitoreo y seguimiento de las fuentes de agua de los mismo en forma permanente.

Desarrollar acciones de promoción, educación y capacitación a través de la Municipalidad Distrital de Ilave, sobre el uso de aguas de los manantiales, teniendo en cuenta la incidencia del agua en el desarrollo de la vida como elemento vital para el hombre, dado a que estas fuentes cada vez más están siendo contaminados por las actividades de origen natural y antrópico.

Mejorar el servicio de saneamiento y cuidar con mayor frecuencia las infraestructuras de saneamiento para prevenir las enfermedades y garantizar la sostenibilidad de los mismos.

La población debe contribuir a la sostenibilidad de la infraestructura del servicio de agua potable, garantizando la adecuada operación y mantenimiento del mismo en el cumplimiento de la Ley de Recursos Hídricos respecto a la priorización del uso según la disponibilidad hídrica.

Todo proyecto de intervención de eliminación de excretas debe estar precedido de la implementación de sistemas de agua, así como educación sanitaria que conlleve al cambio de hábitos de higiene, es por ello, que la comparación de otros sistemas no convencionales de saneamiento debe implementarse en otras comunidades para alcanzar un mayor éxito según las características y condiciones cada zona específica.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agua, C. N. (2010). "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento". Tlalpan, México: Boulevard Adolfo Ruiz Cortines.
- Agüero, R. (1997). Agua potable para poblaciones rurales: Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. SER Lima - Perú.
- Anselmi, L. (2014). Instalaciones Sanitarias en Edificaciones.
- Belizario, G. (2014). *Impactos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/256>
- Belizario, G. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Rev. Investig. Altoandin.*, 17(1), 47–52. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2015.77>
- Bruni M. y Spuhler D. (2018). "Gestión de Agua y Saneamiento sostenible Tecnologías de abastecimiento de Agua". Tecnologías de A&S.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B. y Velázquez, O. (2009). Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos. 2a edición. Facultad de Química, UNAM. México.
- Chow, V. Te, Maidment, D. R. & Mays, L. W. (2000). Hidrología Aplicada, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1a edición. McGraw - Hill Interamericana.
- Colon, E. (2003). Gobernabilidad eficaz del agua; acciones conjuntas en Centroamérica. Global Wáter Partnership de Centroamérica. 36 p. Belizario, G. (2014). *Impactos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/256>
- Belizario, G. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Rev. Investig. Altoandin.*, 17(1), 47–52. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2015.77>



- Canales, Á., Belizario, G., Calatayud, A. P., Chui, H. N., & Huaquisto, E. (2021). Thermal comfort and the risk of respiratory infections in older adults in the Peruvian highlands. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 56(1), 24–28. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2020.07.007>
- de Paul Obade, V., & Moore, R. (2018). Synthesizing water quality indicators from standardized geospatial information to remedy water security challenges: A review. *Environment International*, 119(May), 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.06.026>
- Gari, S. R., Ortiz Guerrero, C. E., A-Uribe, B., Icely, J. D., & Newton, A. (2017). A DPSIR-analysis of water uses and related water quality issues in the Colombian Alto and Medio Dagua Community Council. *Water Science*, 76, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2018.06.001>
- Huaquisto Ramos, E., Belizario Quispe, G., & Tudela Mamani, J. W. (2020). Disponibilidad a cooperar por los servicios de saneamiento rural. *Revista de Investigaciones de La Escuela de Posgrado*, 10(2), 1553–1565. <https://doi.org/10.26788/riepg.2020.2.171>
- Martínez-Santos, P. (2017). Determinants for water consumption from improved sources in rural villages of southern Mali. *Applied Geography*, 85, 113–125. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.006>
- MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 04-2017*. Ministerio de Ambiente; Peru.
- Pacheco-Vega, R. (2015). Agua embotellada en México: De la privatización del suministro a la mercantilización de los recursos hídricos. *Espiral*, 23(63), 221–263. <https://doi.org/10.1177/0013916513515239>
- Salari, M., Salami Shahid, E., Afzali, S. H., Ehteshami, M., Conti, G. O., Derakhshan, Z., & Sheibani, S. N. (2018). Quality assessment and artificial neural networks modeling for characterization of chemical and physical parameters of potable water. *Food and Chemical Toxicology*, 118, 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.04.036>



- Zahedi, S. (2017). Modification of expected conflicts between Drinking Water Quality Index and Irrigation Water Quality Index in water quality ranking of shared extraction wells using Multi Criteria Decision Making techniques. *Ecological Indicators*, 83(August), 368–379. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.017>
- Ministerio y Vivienda, C. y. (2006). "Norma IS 020". Lima: Diario el Peruano
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2013). "Guía de Opciones Técnicas Para Abastecimiento de Agua y Saneamiento para poblaciones concentradas del Ámbito Rural". Lima: Diario el peruano.
- Molina, J. (2002). La importancia del recurso hídrico para la sociedad, y el Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP)
- Momy F, Rodriguez A, Rojas A, Méndez M, Castro F. (2017). Nuevo régimen especial de monitoreo y gestión de usos de aguas subterráneas a cargo de las EPS.
- MVCS. (2016). *Guía De Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano Y Saneamiento En El Ámbito Rural*. LIMA.
- MVCS. (2018). Norma Técnica de Diseño: *Opciones Tecnológicas Para Sistemas de Saneamiento En El Ámbito Rural*. LIMA.
- Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. (2010). "Especificaciones técnicas para el diseño de letrinas con arrastre hidráulico". Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, (págs. 1-9).
- OPS/CEPIS (Organización Panamericana de la Salud/Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), (2004). Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. Manual I: Tomo I (304 págs.) y II (278 págs.), editado en Lima - Perú. Extraído el 5 de marzo del 2011 de <http://www.hesperian.org>.
- Ordoñez, J. (2002). Aguas subterráneas – Acuíferos. Cartilla Técnica. Editado por Sociedad Geográfica de Lima – Perú.



- Pacheco-Vega, R. (2015). Agua embotellada en México: De la privatización del suministro a la mercantilización de los recursos hídricos. *Espiral*, 23 (63), 221-263. <https://doi.org/10.1177/0013916513515239>
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), (2003). Derecho humano al agua potable. Costa Rica.
- Quispe Castañeda y Azzariti M. (1993), “Dirección de salud y bienestar social sub región Piura/Ministerio de Salud – Perú”, “Dirección General para la Cooperación al Desarrollo-Italia”, “depuración de las aguas servidas disposición y eliminación de excretas en zonas rurales y urbanas marginales”, Perú.
- Reynolds, J. (2002). Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el futuro. Editorial Universal Estatal a Distancia. San José. CR. 348 Págs.
- RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), (2014). Habilitaciones Urbanas y Edificaciones. Lima, Perú. pp. 103-104.
- Salari, M., Salami Shahid, E., Afzali, S. H., Ehteshami, M., Conti, G. O., Derakhshan, Z., y Sheibani, S. N. (2018). Evaluación de calidad y modelado de redes neuronales artificiales para la caracterización de parámetros químicos y físicos del agua potable. *Food and Chemical Toxicology*, 118, 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.04.036>
- Sanchez, D., (2016). Calidad de agua y su control, <http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11>.
- Sanfeliú, J. (2001). Determinación de la calidad del agua de consumo humano de las familias rurales: Estudio Socioeconómico. Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). San Salvador. El Salvador. 40 p.
- Solsona, F. (2003). Guía para la promoción de la calidad del agua en escuelas de los países en desarrollo, OPS/CEPIS Lima - Perú.
- Ramírez, V. M. (2014). Química General. 1a edición, Grupo Editorial Patria. México.



- Riojas-Rodríguez, Schilmann, López-Carrillo y Finkelman. (2013). La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras. *Salud Pública de México*. 55(6). 638-649.
- Rodríguez R., Martínez C., Hernández D., (2003). "Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica" *Rev Esp Salud Pública* 2003; 77: 423-432.
- Rotoplas. (2014). "Biodigestor Autolimpiable manual de instalación y mantenimiento". Lima.
- Vallejos, M. C. (2001). Las aguas subterráneas en el altiplano de Puno – Perú.
- Vásquez E. (2017). "Contaminación del Agua: Causas, Consecuencias y Soluciones". Lima.
- Vidal, M., López, A. Santoalla, M. & Vallejos, V. (2000). Factor analyses for the water resources contamination due to the use the livestock slurries as fertilizers agricultural water management. 45 p.
- Villón, M. (2002). Hidrología. Cartago, Costa Rica, 1a edición. 436 p.
- Wagner, Shillings y Libra, (2000). Contaminación, causas y efectos. México. D.F. Ediciones Garnika. 424 p.
- Zahedi, S. (2017). Modificación de los conflictos esperados entre el índice de calidad del agua potable y el índice de calidad del agua de riego en la clasificación de la calidad del agua de los pozos de extracción compartidos utilizando técnicas de toma de decisiones multicriterio. *Indicadores ecológicos*, 83 (agosto), 368-379. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.017>
- Zea, M. N. (2010). Tecnología de aguas/Tratamiento y control de calidad. 3a edición. Editorial ECONOCOPY, Facultad de Ingeniería Química de la UNA - Puno. 198 p.





ANEXOS

Anexo 1: Análisis físico y químico



Certificado de Análisis

LQ-2020

ASUNTO: Análisis Físico Químico de AGUA DE MANANTIAL

PROCEDENCIA : Parcialidad de Jiscullaya, Provincia el Collao - Ilave.
 INTERESADO : Hugo Contreras Chura
 MOTIVO : Tesis Consecuencias de la calidad de agua para consumo humano en la parcialidad de Jiscullaya.
 MUESTREO : 05-08-2020 por el interesado
 ANÁLISIS : 07-08-2020

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
 COLOR : Incoloro
 OLOR : Inodoro
 SABOR : Insípido

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

pH : 7,4

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Dureza Total como CaCO_3 : 52,00 mg/l
 Alcalinidad como CaCO_3 : 57,78 mg/l
 Cloruros como Cl^- : 15,30 mg/l
 Sulfatos como SO_4 : 4,00 mg/l
 Nitratos como NO_3^- : Negativo mg/l
 Calcio como Ca^{++} : 16,19 mg/l
 Magnesio como Mg^{++} : 2,95 mg/l
 OSÓLIDOS TOTALES : 67,10 mg/l

INTERPRETACIÓN: (Según Normas de la O.M.S.)

- Las características fisicoquímicas son normales.
- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas

DICTAMEN:

Según las normas establecidas por la O.M.S. el agua analizada SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para el consumo humano

Puno, 10 de Junio del 2020.

VºBº

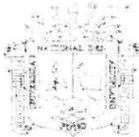


M.Sc. ROMÁN ALBERTO ZORBA SÁNCHEZ
 DECANO
 FACULTAD INGENIERÍA QUÍMICA
 UNA - PUNO



ING. GERMAN QUILLE CALIZAYA
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERÍA QUÍMICA
 UNA - PUNO

Anexo 2: Análisis bacteriológico



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Muestra : Agua de Manantial
Procedencia : Parcialidad de Jiscullaya
Provincia del Collao - Ilave.
Interesado : Hugo Contreras Chura.
Motivo : Tesis Consecuencia de la calidad de agua para el consumo humano.
Análisis Solicitado : Bacteriológico de Agua (colimetría)
Fecha de
Recepción de Muestra: 07-08-20
Fecha de
Certificación : 12-08-20

RESULTADOS

- Numeración de coliformes totales 28 coli. Totales/100 ml.
- Numeración de Eschericha coli 00 coli.fecales/ 100 ml.

OBSERVACIONES: Los resultados a que se refiere en el presente certificado es únicamente a la muestra recepcionada en el laboratorio

CONCLUSIÓN:

La muestra de agua analizada se encuentra dentro de los límites mínimos permisibles de aceptación y de acuerdo a las normas sanitarias vigentes es **ES APTO** para el consumo humano.

Puno, 10 de junio del 2020.



Hugo Contreras Chura
2020-07-12
CMVP. 2187

Anexo 3: Registro de información



N°	MORBILIDAD	P.S. DE C.P. SIRAYA	
		CASOS	%
1	Enfermedades Estomacales	98	12.50%
2	Enfermedades del aparato respiratorio	85	10.84%
3	Enfermedades Bucal. Gl. Saliv. Maxilar	70	8.93%
4	Enfermedades infecciosas intestinales	90	11.48%
5	Heridas	88	11.22%
6	Causas externas Traum. Envenamientos	8	1.02%
7	Enfer. Sangre, org. Hematomas.	10	1.28%
8	Enfermedades de Diarreas	115	14.67%
9	Enfermedades. Infecc. Parasitarias	220	28.06%
	TOTAL	784	100



Anexo 4: Especificaciones técnicas para el diseño de unidad básica de saneamiento de arrastre hidráulico. Análisis físico y químico

02 “ELIMINACIÓN DE EXCRETAS”

02.01 UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO – VIVIENDAS 1536 UBS (CON BIODIGESTOR)

02.01.01 TRABAJOS PRELIMINARES

02.01.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

DESCRIPCION

Esta partida comprende los trabajos que deben ejecutarse para la eliminación de basura, elementos sueltos, livianos y pesados existentes en toda el área del terreno, así como de maleza y arbustos de fácil extracción, no incluye elementos enterrados de ningún tipo.

MEDICIÓN Y PAGO

Se medirá el área de terreno en la cual se ejecutó la limpieza la cual no se debe extender más allá del límite de obra. El pago será por metro cuadrado (m²).

02.01.01.02 TRAZO Y REPLANTEO SIN EQUIPO

DESCRIPCIÓN

Se fijará el BM, así como el eje de referencia para el inicio de trazo de la obra. Bajo responsabilidad se mantendrá el replanteo de todos los alineamientos, tal como se indica en los planos. Será igualmente de responsabilidad de mantener la exactitud de los trazos (ejes) y niveles durante la construcción. Se colocarán 04 balizas de madera de 2”x2”x0.50m a cada 10 metros los cuales deberán de estar perfectamente nivelados de acuerdo a los planos que se adjunta en el presente proyecto.

MEDICIÓN

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrados (m²) del área trazada y replanteada y aprobado por el Ingeniero de acuerdo a lo especificado, medido en la



posición original según planos, para esto se medirá los metros cuadrados trazados necesaria para la realización de obras de excavación del terreno.

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro cuadrado del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

02.01.02.01 EXCAVACIÓN DE ZANJAS EN TIERRA COMPACTA

DESCRIPCIÓN

Esta partida consiste en la excavación de una fosa de para los desechos fecales.

MÉTODO DE EXCAVACIÓN

Las fosas para los desechos fecales serán del tamaño exacto para sobre la parte superior de esta descansa la losa de la letrina que las medidas de la losa están especificadas en los planos, se tendrá cuidado en cuanto a la compactación del terreno lo permita y no exista riesgo y peligro de derrumbes o de filtraciones de agua.

MEDICION

El trabajo ejecutado se medirá en metros cúbicos (m³) del material excavado y aprobado por el Ingeniero de acuerdo a lo especificado, medido en la posición original según planos, para esto, se medirá los metros cúbicos excavados que corresponden a esta partida necesaria para la posterior ejecución de las obras de vaciado.

PAGO

La valoración se realizará multiplicando la cantidad efectiva de metros cúbicos excavados para las fosas de acuerdo a los precios unitarios de las partidas.

02.01.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

02.01.03.01 CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 C:H + 30% PG



DESCRIPCION

a) Generalidades.

Llevarán cimientos corridos los muros de albañilería, sardineles y canales, que se apoyan sobre el terreno. Serán de concreto ciclópeo con una mezcla cemento - hormigón en proporción 1:10, el batido de estos materiales se hará utilizando necesariamente mezcladora mecánica, debiendo efectuarse esta operación como mínimo durante un minuto por cada carga.

Para la preparación del concreto, solo podrá emplearse agua potable o agua limpia, de buena calidad libre de material orgánico y otras impurezas que puedan dañar el concreto.

Se agregará piedra grande del río, limpia, con un volumen que no exceda el 30% y un tamaño máximo de 15 cm. de diámetro. El concreto podrá colocarse directamente en las excavaciones sin encofrado, cuando no exista posibilidad de derrumbe, para ello se humedecerán las zanjas antes de llenar los cimientos y no se colocarán las piedras sin antes haber depositado una capa de concreto de por lo menos de 10 cm de espesor. Todas las piedras deberán quedar completamente embebidas en la mezcla, sin que se toquen los extremos unas a otras.

Se tomarán muestras de concreto del cimiento de acuerdo a la Norma ASTM 172.

Extensión de Trabajo.

Únicamente se procederá al vaciado cuando se haya verificado la exactitud de la excavación, como producto de un correcto replante.

Comprende la colocación de concreto 1:10 mas 30% de piedra grande en las zanjas que constituirán los cimientos corridos.

Dosificación.

La determinación de las proporciones de cemento, agua y agregados, se hará tomando como base la tabla siguiente:

Relación Agua/Cemento : Máximo permisible



Agua total : Agua adicionada + agua del Agregado

No se permitirá trabajar en obra con relaciones agua/cemento mayor que las indicadas.

El Contratista, al inicio de la obra hará los diseños de mezcla correspondientes, para el tipo de cemento y agregados de la cantera a utilizar, a fin de obtener la resistencia del concreto que se indique en los planos, los que serán aprobados por el Supervisor.

b) Mezclado.

Antes del preparado del Concreto, el equipo para el mezclado y depósitos de agua estarán completamente limpios, no se deberá trabajar con agua depositada el día anterior, de existir esta deberá ser eliminada y trabajar con agua limpia y fresca.

El equipo de mezclado debe estar en perfectas condiciones mecánicas y funcionamiento, la mezcladora girará a la velocidad recomendada por el fabricante y el mezclado se continuará por lo menos 1.5 minutos después que todos los materiales estén en el tambor, para las mezcladoras con capacidad de una yarda, se incrementara 15 s. Por cada ½ yarda cúbica o fracción de ella. El concreto deberá de ser mezclado en cantidades que solo se vayan a usar de inmediato. El concreto excedente o no usado deberá de ser eliminado.

c) Transporte.

Deberá ser transportado al lugar del vaciado, por métodos que prevengan la segregación o pérdida de componentes, de tal forma que asegure, que el concreto que se vaya a depositar en las formas sea de la calidad requerida.

d) Colocación.

El concreto se colocará tan cerca como sea posible de su posición final, evitando la segregación debido a su manipuleo o movimientos excesivos, el vaciado se hará a velocidades que el concreto se conserve en todo momento en estado plástico, se agregara piedra grande al concreto cuando ya estén en las formas de madera se deberá acomodar cuidadosamente evitar que las piedras creen ensanchamiento al encofrado de madera.

e) Curado.



Se deberá curar por lo menos 3 días, durante los cuales se mantendrá el concreto sobre los 15°C y en condiciones húmedas a partir de 10 a 12 horas de vaciado.

MEDICIÓN

Se medirá por unidad de Volumen (m³)

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro cubico del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.03.02 CONCRETO SOBRECIMIENTO DE 1:8 C:H + 25% PM

DESCRIPCION

Generalidades.

Llevarán sobrecimientos de concreto simple todos los muros de albañilería apoyados sobre zapatas o vigas de cimentación, siendo sus dimensiones y alturas las indicadas en los planos correspondientes.

Los sobrecimientos serán de concreto simple con una dosificación de 1:8 + 25 % de piedra mediana, limpia con 3” de tamaño máximo.

Extensión de Trabajo.

Se denomina así al volumen de concreto ciclópe que va encima de los cimientos de concreto.

MEDICIÓN.

Se medirá por unidad de volumen (m³).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro cubico del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.



02.01.03.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO

DESCRIPCION

Con el objeto de confinar el concreto y darle la forma deseada, deberá emplearse encofrados. Estos serán suficientemente sólidos y estables para resistir la presión debida a la colocación manteniéndose rígidamente en su posición correcta, la superficie de los encofrados deberá estar libre de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales indeseables que puedan contaminar el concreto.

El desencofrado se realizará gradualmente, quedando totalmente prohibido golpear o forzar.

Extensión de Trabajo.

La partida abarca todos los encofrados de los sobrecimientos corridos de la estructura.

MEDICIÓN.

Se medirá por unidad de área (m²).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro cuadrado del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.03.04 CONCRETO F'C=KG/CM2 EN LOSAS

Ítem 02.01.04.01

02.01.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

02.01.04.01 CONCRETO F'_c=175 KG/CM2 DINTELES TECNOLOGIA DEL CONCRETO

DESCRIPCION



Esta cláusula cubre el suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la fabricación, transporte, colocación, acabado y curado del concreto para todas las estructuras del proyecto. Se construirá todas las estructuras de concreto indicadas en los planos, o según instrucciones de la Supervisión.

El concreto para las estructuras y otras construcciones de concreto armado consistirá de cemento Pórtland IP, agregados finos, agregados gruesos, agua y aditivos. Estos últimos se emplearán cuando lo solicite la Supervisión. El concreto será mezclado, transportado y colocado según se indica en estas especificaciones.

A. DE LOS MATERIALES

A.1 AGREGADOS

CARACTERISTICAS

a) Arena:

La calidad de la arena está constituida por fragmentos de rocas limpios, duros, compactos, inalterados y no escamosos; su dimensión máxima es de 3/16" (4.8 mm), sea natural o triturada. No debe contener sustancias dañinas en las arenazas como: materiales de origen vegetal, grumos de arcilla, álcali, mica, partículas blancas y limo; éstas no deben superar el 7% en peso.

Los límites granulométricos finales, serán establecidos mediante ensayos apropiados realizados y los límites granulométricos que se dan a continuación representan los resultados obtenidos por el HÚSAR en numerosos proyectos.

b) Gravas:

Se refiere aquella parte de los agregados con dimensión mínima de 3/16" (4.8 mm), la dimensión máxima variará para los diferentes tipos de concreto. Estarán constituidos por fragmentos de roca limpios, compactos, estables y no serán escamosos, lo esencial que tengan cuarzo y de tipo granito (familia Ígnea).

Los porcentajes de sustancias dañinas en cada fracción a la descarga en la mezcladora no debe superar el 3% en peso, así como: material que pasa el tamiz 200



(ASTM.C-117), materiales ligeros, grumos de arcilla, álcali, mica y otros anotados en arena.

Los agregados gruesos, no serán aceptados en los siguientes casos:

Prueba de abrasión, tipo Los Ángeles (ASTM.C-131), si la pérdida usando la graduación Standard (tipo A), supera el 10% en peso para 100 revoluciones.

Resistencia a la acción del sulfato de sodio (ASTM.C-88), si la pérdida media en peso, después de cinco ciclos, supera el 14%.

Peso específico, si el peso específico del material (en estado de saturación con superficie seca), es inferior a 2.58 gr. /cm³ (ASTM.C-127).

c) Hormigón:

El Hormigón será un material de río o cantera compuesto de partículas fuertes, duras y limpias. Estará libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas, ácidos, materias orgánicas u otras sustancias.

Su granulometría deberá ser uniforme entre los tamices o mallas No.100 como mínimo y 1" como máximo, y el almacenaje se efectuará en forma similar a la de los otros agregados.

El hormigón será sometido a una prueba de control semanal en la que se verificará la existencia de una curva de granulometría uniforme entre los tamices antes indicados; así mismo el análisis granulométrico y diseño de mezclas, debe realizarse antes de la elaboración del concreto. Los testigos para estas pruebas serán tomadas en el punto de mezclado de concreto.

Es importante tomar en cuenta que todos los agregados para el concreto deberán ser los mismos que hayan estado usando por más de 4 años en diferentes tipos de obras importantes o, vale decir, la cantera debe tener esa edad mínima para su explotación.

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS



En la zona se presentan agregados en diversos modos, generalmente de arena natural, grava, roca triturada o la mezcla de estos; con densidades arriba de 2.2 T/m³ para arenas y de 2.00 T/m³ en gravas, los que son apropiados en la fabricación de concretos.

Referente a las propiedades físico-químicas del agregado, es muy común en la región la presencia de álcalis inherentes al mismo agregado debido esencialmente a la ubicación de la zona. Se deberá además tener cuidado en los casos en que tales agregados se encuentren mezclados con limos, arcillas, micas, sales químicas y/o incrustaciones que podrían generar reacción negativa en la mezcla; para lo cual en algunos casos deber preverse incluso su lavado.

Se considerará un agregado utilizable en concreto si posee condiciones de resistencia ante los factores expuestos, y se deberá realizar las pruebas de compresión con testigos bajo control por cada 50 m³ de volumen utilizado. Se debe preferir un agregado con mayor angulosidad, siempre que apruebe las exigencias antes descritas para usos de concreto. Evite las porciones extremadamente absorbentes, fácilmente cultivables (fracturables), expansión volumétrica ante saturación, o material orgánico.

También deberá ser evitada la incorporación en estos agregados de esquistos arcillosos, areniscas friables, rocas micáceas, rocas arcillosas y rocas cristalinas de grava gruesa. Por último, para agregados deberá considerarse la reacción de los componentes de minerales silicosos en las partículas de un agregado como el cuarzo, el ópalo, calcedonia, tridimita y riolitas vítreas que a la larga producirán deterioro prematuro del concreto por su expansión excesiva a la reacción por su afinidad química con los álcalis del cemento.

A.2 CEMENTO

Se usará Cemento Portland tipo IP, según norma ASTM C 150. El estudio de suelos indica que no se ha detectado agresividad del suelo a la cimentación.

El cemento utilizado en obra deberá ser del mismo tipo y marca que el empleado para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto (diseño de mezcla).

El cemento deberá almacenarse en bolsas o en silos en forma que no sea afectado por la humedad del medio o por cualquier agente externo.



En caso de utilizarse cemento en bolsa, no se aceptará que la envoltura esté deteriorada o perforada. Se almacenará en lugar techado, fresco, libre de humedad, sin contacto con el suelo y en pilas de hasta 10 bolsas, cubriéndose con material plástico u otro medio de protección.

El cemento a granel se almacenará en silos metálicos, aprobados por la Supervisión, cuyas características impedirán el ingreso de humedad o de elementos contaminantes.

Cualquier volumen de cemento almacenado por períodos superiores a los 90 días será ensayado antes de su empleo. Si se encuentra que no es satisfactorio, no se permitirá su uso en la obra.

A.3 AGUA

En todo tipo de fabricación de concreto, el agua debe presentar una calidad intachable, dependiendo de la resistencia y vida útil que se le desee dar a la estructura. No debe presentar sustancias perjudiciales que tengan origen orgánico ni puedan influir en el fraguado, resistencia ni estabilidad del volumen del concreto.

Deberá tenerse sumo cuidado en las sustancias disueltas en el agua, como son el ácido carbónico, los sulfatos, las sales de cloruro y materia orgánica extraña; por lo que in situ se debe elaborar análisis químicos estándar mínimos para su empleo, y ensayos de resistencia con la pasta cementante. Su pH no deberá ser menor de 7.

Antes del empleo en las mezclas el agua estará conforme a lo establecido en la norma T-26 de la AASHO. La turbidez del agua no excederá 2,000 partes por millón. Se considera agua de mezcla, también el contenido de humedad de los agregados, que serán determinados según las normas ASTM.C-70.

A.4 ADITIVOS

El uso de aditivos deberá previamente ser aprobado por escrito por el Supervisor. Todos los aditivos deberán ser medidos con una tolerancia de exactitud de dos por ciento (2%) en más o menos, antes de echarlos a la mezcladora.



Los aditivos inclusores de aire deben sujetarse a la norma ASTM, C-260 y los aditivos químicos deben cumplir con la norma ASTM C-494.

Un aditivo debe utilizarse sólo después de haber evaluado apropiadamente sus efectos. Se deberá probar de preferencia con los materiales particulares o en las condiciones de utilización.

B. DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

B.1 DISEÑO Y PROPORCION DE MEZCLAS

Se diseñará las mezclas de concreto por peso o volumen, para cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y buenas condiciones de todas las obras de concreto autorizadas. Se entregará con suficiente anticipación a la Supervisión muestras representativas de los materiales propuestos. Los concretos deberán tener la siguiente especificación.

La determinación de la resistencia a la compresión se efectuará en cilindros de 6"x12", de acuerdo con el "Método Estándar" de Pruebas para Resistencia a la Compresión de Cilindros Moldeados de Concreto, ASTM C 39.

Para los concretos tipo B y C la relación agua – cemento no será mayor que 27.5 litros por bolsa de cemento.

La proporción entre agregados deberá garantizar una mezcla con alta trabajabilidad y apropiada resistencia, de manera que el concreto se acomode dentro de las esquinas y ángulos de las formas y del refuerzo. Las proporciones de la mezcla no serán alteradas, salvo con el consentimiento escrito de la Supervisión.

El asentamiento o Slump, según la norma ASTM C 143, estará en el rango entre 1" y 4". Se recomienda usar los mayores Slump para los muros delgados y para concreto expuesto. Las porciones superiores de muros deberán ser llenadas con concreto de asentamiento igual al mínimo permisible.

B.2 MEZCLADO EN OBRA

Todos los componentes del concreto, excepto el agua serán medidos exclusivamente por el peso.



Cada clase de agregado y el cemento serán pesados separadamente. Los indicadores del peso tendrán una precisión de 1%, debiendo obtenerse una precisión en el pesado de los agregados no inferior al 3% y en el cemento no inferior al 2%.

No se exigirá pesar el cemento contenido en bolsas selladas y que tengan visiblemente indicado su peso.

El agua puede ser medida por peso o volumen y la tolerancia para su medición será del 1%.

Todos los dispositivos para el pesado estarán sujetos a aprobación y deberán ser controlados y calibrados periódicamente en presencia del Supervisor.

La periodicidad máxima del control será de 30 días, pero el Supervisor podrá ordenar controles adicionales cuando así lo juzgue conveniente.

B.3 TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO

Antes de iniciar el proceso de preparación y colocación del concreto el Supervisor deberá verificar que:

Las cotas y dimensiones de los encofrados y elementos estructurales correspondan a lo indicado en los planos.

La superficie interna de los encofrados, del acero de refuerzo y de los elementos embebidos estén limpias y libres de restos de mortero, concreto antiguo, óxidos, aceite, grasa, pintura o cualquier otro elemento perjudicial para el concreto.

Los encofrados estén terminados, adecuadamente arriostrados, humedecidos y/o aceitados.

Se cuente en obra con el suficiente equipo a ser utilizado en el proceso de colocación y que esté en perfectas condiciones de uso.

Se cuente en obra con los materiales necesarios en cantidad y calidad.

El Contratista someterá a la aprobación del Supervisor los métodos y medios que se propone usar para el transporte y colocación del concreto.



El concreto a ser usado en la obra, en ningún caso tendrá más de 30 minutos entre su preparación y colocación.

MEZCLA Y ENTREGA

El concreto deberá ser mezclado completamente en una mezcladora de carga, de un tipo y capacidad aprobados, por un plazo no menor de 1 1/2 minutos después de que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan sido introducidos en el tambor. La introducción del agua deberá empezar antes de introducir el cemento y puede continuar hasta el primer tercio del tiempo de mezcla. La mezcladora deberá ser operada a la velocidad del tambor que se muestre en la placa del fabricante fijado al aparato. El contenido completo de una tanda debe ser sacado de la mezcladora antes de empezar a introducir materiales para la tanda siguiente.

Preferentemente, la máquina debe ser provista de un dispositivo mecánico que prohíba la adición de materiales después de haber empezado la operación de mezcla.

El volumen de una tanda no deberá exceder la capacidad establecida por el fabricante.

El concreto deberá ser mezclado en cantidades solamente para su uso inmediato; no será permitido reemplazar el concreto añadiéndole agua, ni por otros medios. Al suspender el mezclado por un tiempo significativo, la mezcladora será lavada completamente. Al reiniciar la operación, la primera tanda deberá tener cemento, arena y agua adicional para revestir el interior del tambor, sin disminuir la proporción de mortero en la carga de mezcla.

MEZCLADO A MANO

Mezclar el concreto por métodos manuales será permitido con permiso expreso extendido por el supervisor por escrito.

La operación será sobre una base impermeable, mezclado primeramente el cemento y la arena en seco antes de añadir el agua. Cuando un mortero uniforme de buena consistencia haya sido conseguido, el agregado húmedo será añadido y toda la masa mezclada hasta obtener una mezcla uniforme con el agregado grueso cubierto de mortero.



Las cargas de concreto mezcladas a mano no deberán exceder de 0.4 metros cúbicos de volumen.

B.4 VACIADO DEL CONCRETO

Todo concreto deber ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El concreto deberá ser colocado en forma tal que no se separen las porciones finas y gruesas y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Se permitirá mezclas con mayor índice de asentamiento cuando deba llenarse sobre acero de refuerzo en sitios ajustados y para eliminar bolsas de aire o burbujas. Las herramientas necesarias para asentar el concreto deberán ser provistas en cantidad suficiente y evitar juntas entre las capas sucesivas. Deberá tenerse cuidado de evitar salpicar los encofrados y acero de refuerzo antes del vaciado. Las manchas de mezcla seca deberán ser removidas antes de colocar el concreto.

La colocación del concreto deberá ser en una manera prevista y será programada para que los encofrados no reciban cargas en exceso de las consideradas en su diseño.

Las vibradoras mecánicas de alta frecuencia deberán ser usadas para estructuras mayores. Las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados, debiendo ser manejadas en tal forma que trabajen el concreto completamente alrededor de la armadura y dispositivos empotrados, así como en los rincones y ángulos de los encofrados. Las vibradoras no deberán ser usadas como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación, pero no deberá prolongarse al punto en que ocurra la segregación. Las vibradoras no deberán ser trabajadas contra las varillas de refuerzo ni contra los encofrados.

El concreto deberá ser vaciado en una operación continua por cada sección de la estructura y entre las juntas indicadas. Si, en caso de emergencia, es necesario suspender el vaciado del concreto antes de terminar una sección, se deberá colocar topes según ordene el Supervisor y tales juntas serán consideradas juntas de construcción.

CURADO

Desde el punto de vista estructural, los primeros días en la vida del concreto son críticos e influyen considerablemente en sus características de resistencia y durabilidad;



por ello se requiere de condiciones favorables de temperatura y evitar la pérdida del agua de la mezcla.

El Contratista deberá tener todo el equipo necesario para el curado o protección del concreto disponible y listo para su empleo antes de empezar el vaciado del concreto. El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado por el Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad del concreto.

El material de curado deberá cumplir los requerimientos de la Norma ASTM C 309.

Toda superficie de concreto será conservada húmeda durante 7 días, por lo menos, después de la colocación del concreto, si se ha usado cemento Portland normal y durante 3 días, si se ha usado cemento de alta resistencia inicial.

El curado se iniciará tan pronto se produzca el endurecimiento del concreto y siempre que no sirva de lavado de la lechada de cemento.

La integridad del sistema de curado deberá ser rígidamente mantenida a fin de evitar pérdidas de agua perjudiciales en el concreto durante el tiempo de curado. El concreto no endurecido deberá ser protegido contra las fuertes lluvias y las corrientes de agua. Todo concreto será protegido contra daños mecánicos y el Contratista deberá someter a la aprobación del Supervisor sus procedimientos de construcción planeados para evitar tales daños eventuales. Ningún fuego o calor excesivo en las cercanías o en contacto directo con el concreto, será permitido en ningún momento.

ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE CONCRETO

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivos de metal que sobresalgan, usados para sujetar los encofrados y que pasen a través del cuerpo del concreto, deberán ser quitados o cortados hasta, por lo menos, dos centímetros debajo de la superficie del concreto. Los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados deberán ser eliminados.

Todos los pequeños agujeros, hondones y huecos que aparezcan al ser retirados los encofrados, deberán ser rellenados con mortero de cemento mezclado en las mismas



proporciones que el empleado en la masa de la obra. Al resanar agujeros más grandes y vacíos en forma de paneles, todos los materiales toscos o rotos deberán ser quitados hasta que quede a la vista una superficie de concreto denso y uniforme, que muestre el agregado grueso y macizo. Todas las superficies de la cavidad deberán ser completamente saturadas con agua, después de lo cual deberá ser aplicada una capa delgada de pasta de cemento puro. Entonces, la cavidad se deberá rellenar con mortero consistente, compuesto de una parte de cemento Portland con dos partes de arena, que deberá ser asentada previamente, mezclándola aproximadamente 30 minutos antes de usarla. El período puede modificarse, según la marca del cemento empleado, la temperatura, la humedad ambiente y otras condiciones.

La superficie de este mortero deberá ser aplanada con un badilejo de madera antes que el fraguado inicial tenga lugar y deberá quedar con un aspecto pulcro y bien acabado. El remiendo se mantendrá húmedo durante un período de 5 días.

Para remendar partes grandes o profundas, deberá incluirse agregado grueso al material de rasante y se deberá tener precaución especial, para asegurar que resulte un resane denso, bien ligado y debidamente curado.

La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser, a juicio del Supervisor, causa suficiente para el rechazo de una estructura. Al recibir una notificación por escrito del Supervisor, señalando que una determinada estructura ha sido rechazada, el Contratista deberá proceder a retirarla y construirla nuevamente, en parte o totalmente, según fuese especificado, por su propia cuenta.

Todas las juntas de expansión o construcción en la obra terminada deberán quedar cuidadosamente acabadas y exentas de todo mortero y concreto. Las juntas deberán estar con bordes limpios y exactos en toda su longitud.

ACABADO CON BADILEJO

Inmediatamente después de vaciado el concreto, las superficies horizontales deberán ser emparejadas con escantillones para proporcionar la forma correcta y deberán ser

Acabadas a mano hasta obtener superficies lisas y parejas por medio de badilejos de madera.



Después de terminar el frotado y de quitar el exceso de agua, pero mientras el concreto esté plástico, la superficie del mismo deberá ser revisada en cuanto a su exactitud con una regla de 3 m. de largo, la que deberá sostenerse contra la superficie en distintas y sucesivas posiciones, paralelas a la línea media de la viga y toda la superficie del área deberá ser recorrida desde un lado de la viga hasta el otro.

Cualesquiera depresiones que se encontrasen, deberán ser llenadas inmediatamente con concreto fresco y cualesquiera partes que sobresalgan deberán ser recortadas. La superficie deberá ser enrasada, consolidada y re-acabada. El acabado final deberá ser ligeramente pero uniformemente rascado por medio de barrido u otros métodos según ordene el Supervisor.

Todos los filos y juntas deberán ser acabados con plancha bruñada.

ELEMENTOS EMBEBIDOS EN EL CONCRETO

Todos los manguitos, insertos, anclajes, tuberías, etc., que deban dejarse en el concreto serán colocados y fijados firmemente en su posición definitivamente antes de iniciarse el llenado del mismo. El personal que efectúe este trabajo deberá recibir aviso con tiempo suficiente para impedir que se encuentre trabajando al momento de iniciarse la colocación del concreto.

La ubicación de todos estos elementos se hará de acuerdo a lo indicado en los planos pertinentes y dentro de las limitaciones fijadas en ellos.

Todos los recesos que se dejen en el momento para el anclaje posterior de pernos u otros elementos, serán rellenados con concreto de la misma clase del concreto del elemento en el cual se ha dejado el receso.

PROTECCIÓN DEL CONCRETO FRESCO, RESANADO DE EFECTOS SUPERFICIALES

El concreto fresco debe ser protegido de la acción nociva de los rayos del sol, de viento seco en condiciones de evaporación alta, de golpes, vibraciones y otros factores que puedan afectar su integridad física o interferir con la fragua.



La reparación de los elementos superficiales será ejecutada inmediatamente después del desencofrado.

La decisión de cuales efectos superficiales puedan ser reparados y de qué áreas tengan que ser totalmente removidas, será función exclusiva del Supervisor, el que deberá estar presente en todas las labores de desencofrado, no pudiendo efectuarse la misma sin su aprobación expresa.

El procedimiento y materiales para el resane serán tales que aseguren la permanencia de la restitución de la capacidad estructural del elemento y de los recubrimientos de la armadura especificados.

El resane del concreto será decidido por el Supervisor inmediatamente después de haberse desencofrado.

EVALUACIÓN DEL CONCRETO

La evaluación de la resistencia se efectuará aplicando la norma ACI-214. Se llevará un récord estadístico de los resultados de las pruebas, estableciendo de esta manera la resistencia promedio, la resistencia característica y la desviación estándar obtenidas.

El Supervisor debe ser permanentemente informado de esta evaluación, llevándose registros separados para cada clase de concreto.

MUESTRAS

Se tomarán como mínimo 9 muestras estándar por cada llenado, rompiéndose 3 a 7, 3 a 14 días y 3 a 28 días y considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

El Contratista proporcionará estos testigos al Supervisor.

LAS PRUEBAS

La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a la norma ASTM C-31 en la cantidad mínima de dos testigos por día para cada clase de concreto.



En cualquier caso, cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco "pruebas".

La "prueba" consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C-39. Se llamará resultado de la "prueba" al promedio de los dos valores.

Con el objeto de control y para conocimiento del Supervisor, el Contratista llevará un registro de cada par de testigos fabricados, en el que se constatará su número correlativo, la fecha de su elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento del ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la prueba.

En la eventualidad de que no se obtenga la resistencia especificada del concreto, el Supervisor podrá ordenar, la ejecución de pruebas de carga. Estas se ejecutarán de acuerdo a las indicaciones del Código ACI-318.

De no obtenerse resultados satisfactorios de estas pruebas de carga se procederá a la demolición o refuerzo de la estructura, en estricto acuerdo con la decisión del Supervisor.

El costo de las pruebas de carga y el costo de la demolición refuerzo y reconstrucción, si estas llegaran a ser necesarias, será de cuenta exclusiva del Contratista.

MEDICIÓN

El volumen de concreto que será pagado será el número de metros cúbicos, de la clase estipulada, medido en sitio y aprobado por el Supervisor.

Al medir el volumen de concreto para propósitos de valorización, las dimensiones a ser usadas deberán ser las indicadas en los planos u ordenadas por escrito por el Supervisor. No se hará deducciones por el volumen de acero de refuerzo, agujeros de drenaje u otros dispositivos empotrados en el concreto.

PAGO

La cantidad de METROS CÚBICOS, de concreto medidos de acuerdo a lo anterior, será pagada al precio unitario según la partida. El precio y pago constituirá compensación por materiales y aditivos, dispositivos empotrados, vaciado, acabado y



curado; y por mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipo mecánico e imprevistos necesarios para terminar la obra.

02.01.04.02 ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 PARA DINTELES

DESCRIPCION

El trabajo indicado en esta partida consistirá en especificar los criterios técnicos y referencias normativas de mano de obra, materiales, herramientas, equipo, servicios para la instalación de los Refuerzos de Acero en el Concreto, tal como está indicado en los documentos de construcción (Planos, Especificaciones Técnicas, memorias descriptivas y de cálculo, según corresponda) del proyecto

La entidad suministrará y colocará el acero exigido en los planos. Todas las armaduras en el momento de colocar el concreto estarán limpias de escamas de óxido y de grasas u otras coberturas que puedan perjudicar la adherencia del concreto.

Las mediciones se efectuarán por kilogramo de acero de refuerzo colocado en la estructura calculada de acuerdo con los planos de obra (despiece de armaduras) y a los diámetros, longitudes y peso teórico por metro lineal de varilla.

NORMAS:

ASTM A-15 Especificaciones para Varillas de Acero de Lingote para Refuerzo de Concreto.

ASTM A-305 Requerimientos Mínimos para las Deformaciones de Varilla de Acero Refuerzo de Concreto.

Especificación normalizada de barras de acero con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado. NTP 341.031

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El "Precio Unitario", considera los costos de mano de obra, herramientas, materiales y equipo necesarios para el suministro, la habilitación, manipuleo y colocación de la armadura para refuerzo estructural de resistencia $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo a



planos y Especificaciones Técnicas. El precio debe incluir, asimismo, los alambres de amarre espaciadores y desperdicios. Esta partida de trabajo está relacionada con los planos de estructuras.

ENTREGA, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN:

1) Al momento de ser recibido el acero en la obra, éste deberá estar libre de niveles altos de corrosión u otro tipo de capa que disminuya su adherencia con el concreto.

2) El Constructor deberá proteger las varillas adecuadamente después que éstas hayan sido entregadas. Todo elemento de acero a usarse en obra debe ser almacenado en depósitos cerrados y no debe apoyarse directamente en el piso, para lo cual deben construirse parihuelas de madera de por lo menos 10 cm. de alto.

3) Las varillas entregadas deberán ser separadas de acuerdo al diámetro y etiquetadas con el número de identificación o pruebas proporcionadas por el fabricante, de tal forma que se pueda disponer en cualquier momento de un determinado diámetro sin tener necesidad de remover ni ejecutar trabajos excesivos de selección.

4) El acero debe mantenerse libre de polvo y alejado de los depósitos de grasa, aceite y aditivos.

5) Las varillas deben estar libres de defectos, dobleces y/o curvas, no se permitirá el redoblado ni enderezamiento del acero obtenido en base a torsiones y otras formas de trabajo en frío.

6) Se deberá evitar la unión entre las varillas de fierro por soldadura debido a que producen una baja en la resistencia del mismo.

MATERIALES

El acero es un material obtenido de fundición de altos hornos para el refuerzo de concreto y para concreto prefabricado, generalmente logrado bajo las normas ASTM A-615, ASTM A-616, ASTM A-617; Se empleará acero corrugado de carga de fluencia $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, carga de rotura mínima $5,900 \text{ kg/cm}^2$ y elongación en 20 cm mínimo 8%.

Las varillas de acero deberán tener identificación de marca de calidad y deberá estar de acuerdo con la norma ASTM A-615



a) Las varillas de refuerzo para el concreto, serán varillas de acero Grado 60 ($f_y = 60,000 \text{ lbs/pulg}^2$ igual a $4,200 \text{ kg/cm}^2$).

b) Las varillas deberán ser del tipo corrugado de acuerdo a lo establecido por ASTM a 615-68 (A 60) o AASHTO M 137.)

c) Estarán espaciados de acuerdo a lo indicado en los planos.

EJECUCION/INSTALACION

DOBLADO

Las varillas de refuerzo se contarán y doblarán de acuerdo con lo indicado en los planos, el doblado debe hacerse en frío, y no se deberá doblar ninguna varilla parcialmente embebida en el concreto.

El doblado no debe causar la figuración de la barra. Se deberá respetar diámetros de doblado: las varillas de $3/8"$, $1/2"$ y $5/8"$ de diámetro se doblarán con un radio mínimo de $2\frac{1}{2}$ diámetros y las varillas de $3/4"$ y $1"$ con un radio de curvatura mínimo de 3 diámetros; no se permitirá el doblado ni enderezamiento de las varillas en forma tal que el material sea dañado.

PROCESO DE COLOCACIÓN

La instalación deberá seguir expresamente las normas ASTM antes citadas, el Reglamento Nacional de edificaciones y las Instrucciones del Fabricante.

Para colocar el refuerzo en su posición definitiva será completamente limpiado de todas las escamas, óxidos, materiales sueltos y toda suciedad que pueda reducir su adherencia; y serán acomodados en las longitudes y posiciones exactas señaladas en los planos, respetando los espaciamientos, recubrimientos y traslapes indicados de modo que no hay posibilidad de movimiento de las mismas durante el vertido y consolidación del concreto y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Las varillas se sujetarán y asegurarán firmemente al encofrado para impedir su desplazamiento durante el vaciado del concreto, todas estas seguridades se ejecutarán con alambre recocido No.16 como mínimo.



Después de colocada la armadura y antes de comenzar el vaciado del concreto, el Supervisor hará una revisión para comprobar si cumple todas las condiciones exigidas de forma, tamaño, longitud, empalmes, posición, etc. Cuando después de colocada la armadura, haya un retraso en el vaciado, se hará una nueva inspección y se limpiarán las armaduras si fuera necesario.

El espaciamiento libre entre barras paralelas de una capa deberá ser mayor o igual a su diámetro, 2.5 cm. o 1.3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

El refuerzo por contracción y temperatura deberá colocarse a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de la losa, sin exceder 45 cm.

TRASLAPES/EMPALMES

Donde se empalmen varillas de refuerzo, éstas serán traslapadas con una longitud no menor de 36 veces el diámetro de la varilla. En todo caso, cualquier traslape no será menor de 30 cm. Se evitará traslapar las varillas en las zonas de máximo esfuerzo. Los empalmes deberán hacerse sólo como lo requieran o permitan los planos de diseño y serán aprobados por el Supervisor.

Las barras empalmadas por medio de traslapes sin contacto entre elementos sujetos a flexión, no deberán separarse transversalmente más de $1/5$ de la longitud de traslape requerida, ni más de 15 cm.

La longitud mínima del traslape en los empalmes traslapados a tracción será conforme a los requisitos de los empalmes (Ver 8.11.1 del RNC) pero nunca menor a 30 cm.

Los empalmes en zonas de esfuerzos altos deben preferentemente evitarse, sin embargo, si fuera estrictamente necesario y si se empalma menos o más de la mitad de las barras dentro de una longitud requerida de traslape se deberá usar los empalmes indicados en el punto 8.11.1 de la norma E-060 Concreto Armado del RNC.

PRUEBAS

El Contratista entregará al supervisor un certificado de los ensayos realizados en los especímenes determinados en número de tres por cada cinco toneladas y de cada



diámetro empleado, los que deben de haber sido sometidos a pruebas de acuerdo a la norma ASTM A-370 y debe indicarse la carga de fluencia y carga de rotura del espécimen probado.

Para el caso del empleo de barras soldadas serán probadas de acuerdo con las normas de ACI-318-71, en número de una muestra por cada 50 barras soldadas. El mencionado certificado será un respaldo del Contratista para poder ejecutar la obra, pero eso no significa que se elude de la responsabilidad en caso de fallas detectadas a posterior.

TOLERANCIAS

Las varillas para el refuerzo del concreto tendrán cierta tolerancia según se indica, para lo cual no puede ser aceptado su uso.

A. Tolerancia para su fabricación

- a) En longitud de corte + - 2.5 cm.
- b) Para estribos, espirales y soportes + - 1.2 cm.
- c) Para el doblado + - 1.2 cm.

B. Tolerancia para su colocación en obra

- a) Cobertura de concreto a la superficie + - 6 mm.
- b) Espaciamiento entre varillas + - 6 mm.
- c) Varillas superiores en losas y vigas + - 6 mm.
- d) Secciones de 20 cm. de profundidad o menos + - 6 mm.
- e) Secciones de más de 20 cm. de profundidad + - 1.2 cm.
- f) Secciones de más de 60 cm. de profundidad + - 2.5 cm.

La ubicación de las varillas desplazadas a más de un diámetro de su posición o la superficie para exceder a esta tolerancia, para evitar la interferencia con otras varillas de refuerzo, conductor o materiales empotrados, está supeditada a la autorización del ingeniero supervisor.



SISTEMA DE CONTROL. El control estricto a cargo de la supervisión comprenderá básicamente las pruebas necesarias al acero requerido, para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las especificaciones de la obra se tomará en cuenta en los procesos y secuencia de avance de la habilitación de aceros para los distintos elementos de las estructuras de concreto armado

SECUENCIA DE AVANCE DE HABILITACIÓN DE ACERO

La Instalación de los refuerzos de acero deberá de tener la siguiente secuencia:

1. Selección, corte y doblado de las piezas de acero para el armado del refuerzo, según el plano estructural correspondiente
2. Armado del refuerzo de acero
3. Montaje de los refuerzos de acero
4. Traslape de las varillas o mallas de acero (si fuera el caso)
5. Verificación de ubicación, plomada, nivel, etc. previo al encofrado y vaciado del concreto.

MEDICIÓN

La medición de la partida acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ se hará en kilogramos (kg) de acero de refuerzo colocado. El "Precio Unitario", considera los costos de mano de obra, herramientas, materiales y equipo necesarios para el suministro, la habilitación, manipuleo y colocación de la armadura para refuerzo estructural de resistencia $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo a planos y Especificaciones Técnicas. El precio debe incluir, asimismo, los alambres de amarre espaciadores y desperdicios.

PAGO

Los pagos se realizarán:

- Previa inspección del correcto desarrollo de los trabajos descritos.
- Una vez realizadas las verificaciones se procederán a valorizar los kilogramos de la partida “acero $f_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$ ” al precio unitario de la partida, constituyendo dicho



precio, compensación plena por mano de obra, leyes sociales, equipos, fletes, etc. y todos los imprevistos necesarios para completar la partida.

02.01.04.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN DINTEL

Ídem: Ítem 02.02.03.03

02.01.05 MUROS Y TABIQUES

02.01.05.01 ELABORACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO

DESCRIPCIÓN:

Serán realizados en moldes ya preparados por operarios, estas deben cumplir con las resistencias mínimas de diseño suficientes para el diseño estructural de los baños.

MEDICIÓN

Su unidad de medición se realizará en unidades (UND).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por unidad del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.05.02 MURO DE BLOQUES DE CONCRETO BRUÑADO EXTERIOR (CARAVISTA)

DESCRIPCIÓN:

Esta partida comprende el encimado de muros y tabiques ejecutados con bloquetas de 0.15x0.20x0.40, los cuales van unidos entre sí por juntas de morteros de 2 cm de espesor.

Se denomina muro de pared a la obra elevada a plomo para cerrar espacios, e independizar ambientes o por razones ornamentales.

Consiste en el apilamiento de bloquetas adheridos entre sí por medio de mortero de cemento arena. Se ejecutará sobre el sobrecimiento endurecido colocando sobre esta



una capa de mortero seguidamente se colocará una capa de bloquetas, así sucesivamente hasta una altura promedio de un metro donde se deberá suspender hasta que haya fraguado suficientemente.

MEDICIÓN

Su unidad de medición se realizará en metros cuadrado (m²).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro cuadrado del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.06 REVOQUES Y ENLUCIDOS

02.01.06.01 TARRAJEO EN INTERIOR CON MEZCLA DE MORTERO

1:5

DESCRIPCIÓN

Comprende a los morteros en proporciones definidas aplicados en una capa sobre los paramentos de muros, columnas, vigas, de acuerdo a lo indicado en el plano de acabados.

SUPERFICIE DE APLICACIÓN

Deberá procurarse que las áreas que van a ser tarrajeadas tengan la superficie áspera para que exista buena adherencia del mortero. Todos los ambientes que llevan tarrajeo como acabado deberán ser entregados listos para recibir directamente la pintura.

Durante la construcción deberá tenerse especial cuidado para no causar daño a los revoques terminados, tomándose todas las precauciones necesarias.

El Contratista cuidará y será responsable de todo maltrato que ocurra en el acabado de los revoques, siendo de su cuenta el efectuar los resanes necesarios hasta la entrega de la obra.

MATERIALES



La arena no deberá ser arcillosa será lavada, limpia y bien graduada, clasificada uniformemente desde fina hasta gruesa, libre de materias orgánicas y salitrosas.

Es de preferirse que, los agregados finos sean de arena o de piedra molida o marmolina o cuarzo de materiales silíceos.

MORTERO

Se empleará mortero de cemento y arena en proporción 1:5

PREPARACIÓN DEL SITIO

Antes de iniciar los trabajos se humedecerá convenientemente la superficie que va a recibir el revoque y llenar todos los vacíos y grietas.

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS QUE REGIRÁN LA EJECUCIÓN DEL REVOQUE

El acabado del tarrajeo será plano y derecho, sin ondulaciones ni defectos. Para ello se trabajará con cintas de referencia de mortero (1:5), corridas verticalmente a lo largo de la superficie. Las cintas convenientemente aplanadas, sobresaldrán a la superficie de la superficie.

En ningún caso el espesor de los revoques será mayor de 1.5 cm.

El mortero se extenderá igualmente con la regla, entre dos cintas de mezcla pobre y antes de que endurezca se hará el terminado en paleta de madera y una pasada de plancha metálica para obtener una textura pulida y lista para recibir la correspondiente imprimación.

Los ángulos o aristas de muros, vigas, columnas, etc. Serán perfectamente definidos y sus intersecciones en ángulo recto.

Se dará un remate en el encuentro de muros con cielorraso, debiendo ser definidas sus intersecciones en ángulo recto.

El acabado realizado deberá de ser de óptima calidad teniendo la supervisión el derecho de rechazar los acabados que presenten defectos, fallas y no cumplan con los requisitos exigidos.



MEDICIÓN

El método de medición será por metros cuadrados (m²) de tarrajeo obtenidos según lo indica en los planos y aprobados por el Ingeniero Supervisor.

PAGO

El tarrajeo, será pagado al precio unitario de la partida por metros cuadrados de tarrajeo según lo indica los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, materiales (arena, cemento).

02.01.06.02 VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTANAS

Ídem: Ítem 02.01.06.01

02.01.07 CONTRAZOCALOS

02.01.07.01 CONTRAZOCALO DE CEMENTO H=0.30m. 1:5

DESCRIPCION

Se entiende como contrazócalo de cemento, el remate inferior de un parámetro vertical, en los ambientes que se desea colocar.

Extensión de Trabajo

Son contrazócalos de cemento, son colocados in-situ, con una h=20 cm.

MEDICIÓN

Su unidad de medida es el metro (m).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.08 PISOS Y PAVIMENTOS

02.01.08.01 PISO DE CEMENTO COLOREADO Y PULIDO E=8.25 cm



DESCRIPCION

Se aplicará en pisos de las letrinas, previamente se realizará un enfoscado para eliminar las ondulaciones o irregularidades superficiales.

El acabado definitivo será realizado con ayuda de cintas, debiéndose terminar a nivel.

Los encuentros con paramentos verticales serán perfilados con ayuda de tarraja en ángulo recto.

Serán aplicables las especificaciones generales señaladas para el tarrajeo de muros.

Extensión de Trabajo.

Se denomina así a la aplicación de un mortero sobre la superficie inferior de las losas de concreto que forman el piso de una edificación añadiéndole ocre para el coloreado respectivo.

MEDICION

Su unidad de medida será en m².

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro cuadrado del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.09 CARPINTERÍA DE MADERA

02.02.09.01 VIGA DE MADERA DE 2" x 3" x 2.05m.

DESCRIPCIÓN:

Se procederá a la construcción de las vigas y dinteles de madera de 2" x 3" x 2.05m de acuerdo a las especificaciones de los planos del Expediente Técnico, se respetará las dimensiones y las secciones de los mismos.



Herramientas: Escaleras, martillos, escuadra, pata de cabras, wincha, etc.

PUERTA TIPO I

La puerta de ingreso estará ubicada en la parte frontal de la letrina, se fabricará con calamina galvanizada sobre una estructura de madera, sostenida a la pared, mediante un marco de madera. Los bordes de la calamina deberán doblarse sobre la estructura de madera, de tal manera que no queden aristas vivas de la calamina. La unión de la puerta con el marco se hará con tres bisagras, la disposición de rebatimiento de la puerta es hacia fuera. La madera a emplear en la estructura de la puerta y el marco será de madera.

La partida se medirá por la cantidad de puertas con marco colocadas en las letrinas.

VENTANA TIPO I

En la parte posterior de cada una de las letrinas se colocarán dos ventanas con marco y estructura de madera, para dar iluminación y ventilación a la caseta, Los marcos deben construirse con madera resistente, aprobada por el ingeniero resistente, a escuadra de tal manera que al abrirse y cerrarse no cause raspaduras a los alfeizar de cada una de las ventanas. Los vidrios a colocar serán simples. La abertura de la ventana será hacia fuera de la caseta.

La unidad de medida es la ventana y la partida se cuantifica por la cantidad de unidades de ventanas colocadas.

MEDICION

Su unidad de medida será en unidad (und).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por unidad del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.09.02 CORREAS DE MADERA DE 2"x2"x3.15m

DESCRIPCION



Serán de madera e instaladas en sentido paralelo al eje longitudinal. Correrán elementos en cada caída equidistantemente y tomando en cuenta las medidas respectivas especificadas en el expediente técnico.

Herramientas: Escaleras, martillos, escuadra, pata de cabras, wincha, etc.

Procedimiento:

La madera deberá ser seleccionada sin ninguna falla, ya que la correa cumplirá una función de apoyo de la calamina.

Se colocará las correas en sentido paralelo al eje longitudinal y deberán tener las dimensiones de 2" x 2" x 10'.

Se Colocarán las correas uno por uno de acuerdo a los planos del expediente, tomando las medidas respectivas.

Mediante una escalera se alcanzarán a los techos y con el uso de las herramientas apropiadas, se comenzará a colocar las Tejas Andinas.

Se tendrá en cuenta siempre el traslape para evitar las filtraciones de las aguas pluviales.

Para la evacuación de las aguas de lluvia se instalarán canaletas de planchas galvanizadas en toda la longitud del techo, acondicionados con tubos de bajada de 3", del mismo modo se realizarán la colocación de tubería de ventilación de las letrinas.

Herramientas: Escaleras, martillos, pata de cabras, etc.

MEDICION

Su unidad de medida será en metros (m).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por metro del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.10 CARPINTERÍA METÁLICA



02.01.10.01 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VENTANA METÁLICA DE ¾” INC. VIDRIO

DESCRIPCION

Las ventanas estarán ubicadas según lo especificado en los planos del expediente técnico.

MEDICION

La partida se medirá por la cantidad de ventanas con marco colocadas en las letrinas (und).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por unidad del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.10.02 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA METÁLICA

DESCRIPCION

Las puertas estarán ubicadas según lo especificado en los planos del expediente técnico.

MEDICION

La partida se medirá por la cantidad de ventanas con marco colocadas en las letrinas (und).

PAGO

El pago se efectuará al pago unitario por unidad del presupuesto; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

02.01.11 COBERTURA

02.01.11.01 COBERTURA CON PLANCHA ONDULINE CLASIC



DESCRIPCIÓN:

Se montará cuidadosamente las planchas onduline Clasic, evitando dañar los elementos de Sostén.

PROCESO CONSTRUCTIVO:

El techado se efectuará con planchas de calamina sobre correas de madera 2"x2", las mismas que se apoyarán sobre los tijerales de madera de acuerdo a lo especificado en los planos con traslapes laterales de 15.00 cm (mínimo una onda), y frontales de 15.00 cm.

Las calaminas tipo Tejas serán fijadas a las correas con clavos para calamina galvanizados de 3".

El montaje de las planchas se hará en el sentido contrario a la dirección del viento predominante y en la dirección de la pendiente.

CORREAS DE MADERA 2"x2" 10'

Descripción:

Serán de madera e instaladas en sentido paralelo al eje longitudinal. Correrán elementos en cada caída equidistantemente y tomando en cuenta las medidas respectivas especificadas en el expediente técnico.

Herramientas: Escaleras, martillos, escuadra, pata de cabras, wincha, etc.

Procedimiento:

La madera deberá ser seleccionada sin ninguna falla, ya que la correa cumplirá una función de apoyo de la calamina.

Se colocará las correas en sentido paralelo al eje longitudinal y deberán tener las dimensiones de 2" x 2" x 10'

Se Colocarán las correas uno por uno de acuerdo a los planos del expediente, tomando las medidas respectivas.



Mediante una escalera se alcanzarán a los techos y con el uso de las herramientas apropiadas, se comenzará a colocar las calaminas tipo Tejas.

Se tendrá en cuenta siempre el traslape para evitar las filtraciones de las aguas pluviales.

Para la evacuación de las aguas de lluvia se instalarán canaletas de planchas galvanizadas en toda la longitud del techo, acondicionados con tubos de bajada de 3", del mismo modo se realizarán la colocación de tubería de ventilación de las letrinas.

Herramientas: Escaleras, martillos, pata de cabras, etc.

INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE VENTILACIÓN

VENTILACIÓN PARA LETRINAS

DESCRIPCIÓN

Con referente a la colocación de la tubería en la Letrina, básicamente su uso es para la ventilación de la fosa para que no haya malos olores y putrefacción para así no causar enfermedades.

PROCESO DE COLOCACIÓN

Su colocación se hará con operarios.

La Tubería de diámetro de 4" con su respectiva de sombrero de ventilación la colocación será en el extremo superior de la salida del tubo de ventilación para prevenir al acceso de aguas de lluvia y otros.

02.01.12 PINTURA

02.01.12.01 PINTURA EN EXTERIORES AL LATEX

DESCRIPCION

Con referente al pintado de caseta de letrina se pintará con pintura anticorrosivo y pintura esmalte, todos los materiales para ejecutar los trabajos de pintura deberán ser llevados a la obra en sus respectivos envases originales.



PROCESO DE PINTADO

Antes de comenzar el pintado será necesario efectuar la limpieza de la superficie a pintar, las cuales llevaran una base de pintura anticorrosivo de calidad debiendo ser esta de marca conocida.

Todas las superficies a las que se debe aplicar pintura, deben estar secas y deberán dejarse tiempo suficiente entre las manos o capas sucesivas de pintura a fin de permitir que este seque convenientemente.

Ningún pintado exterior deberá efectuarse durante horas de lluvia por menuda que esta sea.

MEDICIÓN

El método de medición será por metro cuadrado (m²) de pintado, según lo indica en planos y aprobados por el Ingeniero Supervisor.

PAGO

El pintado será pagado al precio unitario por metro cuadrado, según lo indica en los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, materiales, herramientas e imprevistos que se presenten en el proceso de pintado.

02.01.12.02 PINTURA ZOCALO INTERIOR Y EXTERIOR AL LATEX

Ídem: Ítem 02.01.12.01

02.01.13 INSTALACIONES ELECTRICAS

02.01.13.01 SALIDA DE TECHO C/CABLE AWG TW 2.5MM (14) + D PVC SEL 16 mm (5/8)

DESCRIPCION

Esta partida se refiere a las instalaciones eléctricas de los diferentes aparatos y mecanismos para el alumbrado, para las diferentes funciones que se le solicite al momento



de usarlos mediante la energía eléctrica, esta partida se realizara según los planos del Expediente Técnico.

MEDICIÓN

El método de medición será por punto (pto), según lo indica en planos y aprobados por el Ingeniero Supervisor.

PAGO

Será pagado al precio unitario por punto, según lo indica en los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, materiales, herramientas e imprevistos que se presenten en el proceso de pintado.

02.01.14 APARATOS SANITARIOS

02.01.14.01 SUMINISTRO Y COLOCADO DE INODORO TANQUE BAJO

DESCRIPCION

Ubicar los inodoros de acuerdo a los planos, este aparato se suministra con los accesorios incluidos para la fijación de los pernos al piso.

Extensión de Trabajo

Comprende el recuento de cada aparato y accesorios.

Método de Ejecución. -

Se efectuará por cantidad de piezas de acuerdo con sus características, la unidad incluye todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

MEDICIÓN

Se medirá por unidad (und).

PAGO

El colocado será pagado al precio unitario por unidad, según lo indica en los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano



de obra, materiales, herramientas e imprevistos que se presenten en el proceso de colocado.

02.01.14.02 SUMINISTRO Y COLOCADO DE LAVAMANOS

Ídem: Ítem 02.01.14.01

02.01.14.03 SUMINISTRO Y COLOCADO DE DUCHA

DESCRIPCION

Ubicar las duchas de acuerdo a los planos, este aparato se suministra con los accesorios incluidos para la fijación.

Extensión de Trabajo

Comprende el recuento de cada aparato y accesorios.

Método de Ejecución. -

Se efectuará por cantidad de unidades de acuerdo con sus características, la unidad incluye todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

MEDICIÓN

Se medirá por unidad (und).

PAGO

El colocado será pagado al precio unitario por unidad, según lo indica en los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, materiales, herramientas e imprevistos que se presenten en el proceso de pintado.

02.01.14.04 SUMIDEROS DE 2" PARA DUCHA

Ídem: Ítem 02.01.14.03

02.01.14.05 SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR

DESCRIPCION



Ubicar los BIODIGESTORES de acuerdo a los planos, este aparato se suministra con los accesorios incluidos.

Extensión de Trabajo

Comprende el recuento de cada aparato y accesorios.

Método de Ejecución. -

El Biodigestor es un tanque hermético que funciona siempre lleno, por rebalse, a medida que entra agua residual desde la casa, una cantidad igual sale por el otro extremo.

El agua residual que sale del Biodigestor, se distribuye por el terreno a través de las cámaras de infiltración enterradas, filtrando el efluente por las micro perforaciones ubicadas en sus paredes.

El suelo funciona como un filtro que retiene y elimina partículas muy finas. La flora bacteriana que crece sobre las partículas de tierra, absorbe y se alimenta de las sustancias disueltas en el agua. Después de atravesar 1.20 m de suelo, el tratamiento de agua residual se ha completado y se incorpora purificada al agua subterránea.

El suelo está formado por granos de distintos tamaños (arenas, limos y arcilla) entre los que quedan espacios vacíos (poros). También contiene restos de animales y plantas (materia orgánica). Según el tamaño de los granos, el suelo tiene más o menos capacidad de infiltración de agua. Por tener esta estructura, realiza un tratamiento físico (filtración) y biológico (degradación bacteriana) de las aguas residuales.

Al pasar a través del suelo, muchas partículas que se encuentran en el agua residual son retenidas dado que su tamaño es mayor al de los poros. Las partículas más pequeñas y algunas moléculas quedan adheridas a los granos del suelo por cargas eléctricas. Algunos nutrientes como el fósforo, comunes en las aguas residuales, se combinan con otros minerales presentes en el suelo que contienen calcio, hierro y aluminio, quedando así retenidos, e impidiendo que pasen a las aguas subterráneas. Por otro lado, el suelo contiene una comunidad de bacterias, protozoos y hongos, que pueden alimentarse de los nutrientes y de la materia orgánica del agua residual. Cuando lo hacen, los contaminantes son consumidos y desaparecen del agua quedando ésta más limpia. Este proceso es mucho más eficiente si se hace con oxígeno. Por lo tanto, es de suma



importancia que el suelo donde se colocan las cámaras de infiltración, no esté inundado ni saturado con agua.

MEDICIÓN

Se medirá por unidad (und).

PAGO

El colocado será pagado al precio unitario por unidad, según lo indica en los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, materiales, herramientas e imprevistos que se presenten en el proceso de pintado.

02.01.15 INSTALACIONES SANITARIAS

02.01.15.01 TENDIDO DE TUBERIA PVC SAL DE 2"

DESCRIPCION

La partida se refiere a la colocación de tubería con sus accesorios desde el orificio de la losa sanitaria para evacuación del orín hasta el pozo de percolación utilizando tubería de PVC NORMA 399.003 ITINTEC, de buena calidad. Además, la colocación de tapas sanitarias de PVC de forma igual a la del orificio por donde se depositan las excretas, con dimensiones que le permitan cerrar todo el orificio, equipada con ganchos en donde se amarrara un cordel que va atado al muro de la caseta cuyo mecanismo deberá permitir levantar y cerrar la tapa según la necesidad del usuario. En una de las esquinas de la caseta ira pegado con clavos un balde metálico para el depósito de la ceniza a esparcirse en la cámara cada vez que se use la letrina, el balde deberá agujerearse en la parte inferior en la base y costados con un punzón de punta fina para evitar que los usuarios le den otro uso.

MEDICION

La partida se medirá en metros lineales, cuando se coloque la cantidad de accesorios que indican los planos. Para el avance se podrá cuantificar un porcentaje de letrinas que tiene accesorios completos.

PAGO



El pintado será pagado al precio unitario por metro, según lo indica en los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por mano de obra, materiales, herramientas e imprevistos que se presenten en el proceso de pintado.

02.01.15.02 TENDIDO DE TUBERÍA PVC SAL DE 4"

Ídem: Ítem 02.01.15.01

02.01.15.03 INSTALACION DE CODOS DE 4"

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende en la colocación e instalación de accesorios concernientes en toda la unidad básica de saneamiento, según el diseño que se detallan en los planos del presente proyecto.

MEDICION

Estas partidas se realizarán por unidad de medida

PAGO

Estas partidas serán pagadas una vez concluida la ejecución de estas que consiste el pago de materiales, mano de obra y herramientas será pagado por término del trabajo en forma global.

02.01.15.04 INSTALACION DE CODOS DE 2"

Ídem: Ítem 02.01.15.03

02.01.15.05 INSTALACION DE TEE SANITARIA DE 4"

Ídem: Ítem 02.01.15.03

02.01.15.06 INSTALACION DE YEE CON REDUCCION DE 4" A 2"

Ídem: Ítem 02.01.15.03

02.01.15.07 INSTALACION DE YEE 2"

Ídem: Ítem 02.01.15.03



02.01.15.08 INSTLACION DE TRAMPAS TIPO P

Ídem: Ítem 02.01.15.03

02.01.15.09 INSTALCION DE SUMIDEROS DE 2"

Ídem: Ítem 02.01.15.03

02.01.16. OTROS

02.01.16.01 BOLONERIA DE POZO DE ABSORCION

DESCRIPCION

Se trata de la ejecución de un filtro con bolonería en el pozo de absorción.

MEDICIÓN

El avance se medirá en m³ en función de la geometría de la estructura que se va a ejecutar.

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario por metro cúbico (m³) del presupuesto aprobado, del metrado realizado y aprobado por el Supervisor; entiéndase que dicho pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.



Anexo 5: Metrado de unidad de básica de saneamiento de arrastre hidráulico con biodigestor

HOJA DE METRADOS ELIMINACION DE EXCRETAS DOMICILIARIO										
ITEM	DESCRIPCION	UND	N°	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	SUB -TOTAL	TOTAL	UND
01.00.00.00	UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO - VIVIENDA				105	UND		CON BIODIGESTOR		
01.01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES									
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO							6.91	726.05	M2
	SS.HH	m2	1	2.94	1.60	---	4.70			
	POZO DE PERCOLACION	m2	1	AREA	0.79	---	0.79			
	POZO DE LODOS	m2	1	0.80	0.80	---	0.64			
	TANQUE BIODIGESTOR	m2	1	AREA	0.79	---	0.79			
01.01.02.00	TRAZO Y REPLANTEO SIN EQUIPO							6.91	726.05	M2
	SS.HH	m2	1	2.94	1.60	---	4.70			
	POZO DE PERCOLACION	m2	1	AREA	0.79	---	0.79			
	POZO DE LODOS	m2	1	0.80	0.80	---	0.64			
	TANQUE BIODIGESTOR	m2	1	AREA	0.79	---	0.79			
01.02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS EN TIERRA COM	m3						4.60	483.12	M3
	SS.HH		1	7.48	0.40	0.60	1.80			
	POZO DE PERCOLACION		1	AREA	0.79	1.34	1.05			
	POZO DE LODOS		1	0.80	0.80	0.85	0.54			
	TANQUE BIODIGESTOR		1	AREA	0.79	1.54	1.21			
01.03.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 C:H + 30% PG	m3						1.50	156.98	m3
	CC-1 SS.HH		1	AREA EXT	4.70	0.50	2.35			
	CC-1 SS.HH (DESCUENTO)		-1	AREA INT	1.71	0.50	-0.86			
01.03.02	CONCRETO SOBRECIMIENTO DE 1:8 C:H + 25% PM	m3						0.40	41.58	m3
	SC FRENTERA PRINCIPAL		1	1.80	0.15	0.40	0.11			
	SC FRENTERA POSTERIOR		1	2.70	0.15	0.40	0.16			
	SC LATERAL IZQUIERDA		1	1.05	0.15	0.40	0.06			
	SC LATERAL DERECHA		1	1.05	0.15	0.40	0.06			
01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	m2						5.28	554.40	m2
	SC FRENTERA PRINCIPAL		2	1.80		0.40	1.44			
	SC FRENTERA POSTERIOR		2	2.70		0.40	2.16			
	SC LATERAL IZQUIERDA		2	1.05		0.40	0.84			
	SC LATERAL DERECHA		2	1.05		0.40	0.84			
01.03.04	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN LOSAS	M3						0.40	41.69	M3
	C° F'C=175 KG/CM2 EN LOSA DE POZO DE PERCOLACION		1	AREA	0.95	0.10	0.10			
	C° F'C=175 KG/CM2 EN LOSA DE POZO CONTROL LODOS		1	0.80	0.80	0.10	0.06			
	C° F'C=175 KG/CM2 EN POZO CONTROL LODOS		1	AREA	0.28	0.85	0.24			
01.04.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
01.04.01	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 DINTELES	m3						0.08	8.51	m3
	DINTEL		1	2.7	0.15	0.2	0.08			
01.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2, PARA DIN	kg				peso/ml		9.12	957.71	kg
	LONGITUDINAL		4	2.90	0.56	---	6.50			
	ESTRIBOS		15	0.70	0.25	---	2.63			
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN DINT	Und						1.16	121.80	m2
	LONGITUDINAL		2	2.90		0.20	1.16			
01.05.00.00	MUROS Y TABIQUES									
01.05.01	ELABORACION DE BLOQUE DE CONCRETO	Und				1/m2		149.00	15645.00	Und
	DEL METRADO DE MURO		1	13.56	10.9803922	---	148.94			
01.05.02	MUROS DE BLOQUES DE CONCRETO BRUÑADO EXT	m2						13.56	1424.21	m2
	FRENTERA PRINCIPAL		1.00	1.80	---	1.58	2.84			
	DESCUENTO VENTANA		-1.00	0.50	---	0.50	-0.25			
	FRENTERA POSTERIOR		1.00	2.70	---	2.34	6.32			
	LATERAL IZQUIERDA		1.00	1.05	---	2.07	2.17			
	LATERAL DERECHA		1.00	1.20	---	2.07	2.48			



01.06.00.00	REVOQUES Y ENLUCIDOS												
01.06.01	TARRAJEO EN INTERIOR CON MEZCLA DE MORTER	m2								12.27	1287.93	m2	
	FRENTERA PRINCIPAL		1.00	1.65	---	1.70	2.81						
	DESCUENTO VENTANA		-1.00	0.50	---	0.50	-0.25						
	FRENTERA POSTERIOR		1.00	2.40	---	2.19	5.26						
	LATERAL IZQUIERDA		1.00	1.05	---	1.98	2.08						
	LATERAL DERECHA		1.00	1.20	---	1.98	2.38						
01.06.02	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTAN	m2								7.10	745.50	m2	
	PUERTA		1.00	5.10	---	---	5.10						
	VENTANA		1.00	2.00	---	---	2.00						
01.07.00.00	CONTRAZOCALOS												
01.07.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO H=0.30m. 1:5	ml								13.65	1433.25	ml	
	PERIMETRO INTERIOR		1	6.3	---	---	6.30						
	PERIMETRO EXTERIOR		1	7.35	---	---	7.35						
01.08.00.00	PISOS Y PAVIMENTOS	m2								2.62	275.10	m2	
01.08.01	PISO DE CEMENTO COLOREADO Y PULIDO E=8.25 CM.		1	AREA	2.62	---	2.62						
01.09.00.00	CARPINTERIA DE MADERA												
01.09.01	VIGA DE MADERA DE 2"x3"x2.05M	Und								4.00	420.00	Und	
	TECHO		4	---	---	---	4.00						
01.09.02	CORREAS DE MADERA 2"x2"x10'	Und								3.00	315.00	Und	
	TECHO		3	---	---	---	3.00						
01.10.00.00	CARPINTERIA METALICA												
01.10.01	SUMINISTRO Y COLOCADO DE VENTANA METALICA	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.10.02	SUMINISTRO Y COLOCADO DE PUERTA METALICA	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.11.00.00	COBERTURA												
01.11.01	COBERTURA CON PLANCHA ONDULINE CLASIC	m2	1	3.37	1.92	---	6.47	6.47			679.39	m2	
01.12.00.00	PINTURA												
01.12.01	PINTURA EN EXTERIORES AL LATEX	m2								26.95	2829.28	m2	
	FRENTERA PRINCIPAL INTERIOR		1.00	1.65	---	1.77	2.92						
	DESCUENTO VENTANA INTERIOR		-1.00	0.50	---	0.50	-0.25						
	FRENTERA POSTERIOR INTERIOR		1.00	2.40	---	2.20	5.28						
	LATERAL IZQUIERDA INTERIOR		1.00	1.05	---	1.98	2.08						
	LATERAL DERECHA INTERIOR		1.00	1.20	---	1.98	2.38						
	FRENTERA PRINCIPAL EXTERIOR		1.00	1.95	---	1.70	3.32						
	DESCUENTO VENTANA EXTERIOR		-1.00	0.50	---	0.50	-0.25						
	FRENTERA POSTERIOR EXTERIOR		1.00	2.70	---	2.27	6.13						
	LATERAL IZQUIERDA EXTERIOR		1.00	1.35	---	1.98	2.67						
	LATERAL DERECHA EXTERIOR		1.00	1.35	---	1.98	2.67						
01.12.02	PINTURA ESMALTE ZOCALO INTERIOR Y EXTERIOR	m2								4.10	429.98	m2	
	INTERIOR		1.00	6.30	---	0.30	1.89						
	EXTERIOR		1.00	7.35	---	0.30	2.21						
01.13.00	INSTALACIONES ELECTRICAS												
01.13.01	SALIDA DE TECHO C/CABLE AWG TW 2.5mm (14)	Punto	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Punto	
01.14.00.00	APARATOS SANITARIOS												
01.14.01	SUMINISTRO Y COLOCADO DE INodoro TANQUE BA	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.14.02	SUMINISTRO Y COLOCADO DE LAVAMANOS	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.14.03	SUMINISTRO Y COLOCADO DE DUCHA	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.14.04	SUMIDEROS DE 2" PARA DUCHA	Pza	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Pza	
01.14.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.15.00	INSTALACIONES SANITARIAS												
01.15.01	TENDIDO DE TUBERIA PVC SAL DE 2"	ml	1	10	---	---	10.00	10.00			1050.00	ml	
01.15.02	TENDIDO DE TUBERIA PVC SAL DE 4"	ml	1	5	---	---	5.00	5.00			525.00	ml	
01.15.03	INSTALACION DE CODOS DE 4	UND	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	UND	
01.15.04	INSTALACION DE CODOS DE 2	Und	5	---	---	---	5.00	5.00			525.00	Und	
01.15.05	INSTALACION DE TEE SANITARIA DE 4	Und	2	---	---	---	2.00	2.00			210.00	Und	
01.15.06	INSTALACION DE YEE CON REDUCCION DE 4 @ 2	Und	2	---	---	---	2.00	2.00			210.00	Und	
01.15.07	INSTALACION DE YEE DE 2	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.15.08	INSTALACION DE TRAMPAS TIPO P	Und	2	---	---	---	2.00	2.00			210.00	Und	
01.15.09	INSTALACION DE SUMIDERO DE 2"	Und	1	---	---	---	1.00	1.00			105.00	Und	
01.16.00	OTROS												
01.16.01	BOLONERIA EN POZO DE ABSORCION	m3	1	AREA =	0.79	1.34	1.05	1.05			110.51	m3	



Anexo 6: Análisis de costo unitario

Partida	01.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60 x 2.40 m						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por :	und	847.46	
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Materiales						
0292040063	CARTEL DE OBRA 3.6 X 2.40 INC. INSTALAC		und			10000	847.46	847.46
								847.46
Partida	01.01.01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA						
Rendimiento	mes/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por :	mes	635.59	
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Materiales						
0292030131	ALQUILER DE CASA		mes			10000	635.59	635.59
								635.59
Partida	01.01.02.03	CAPACITACION - SALUD Y SEGURIDAD						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por :	glb	1,200.00	
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Materiales						
0292020090	SERVICIO DE CAPACITACION EN SEGURID		glb			10000	1,000.00	1,000.00
0292020091	SERVICIO DE CAPACITACION EN SALUD		glb			10000	200.00	200.00
								1,200.00
Partida	01.01.02.04	PLAN DE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por :	und	362.00	
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Materiales						
0292020092	BOTIQUIN KIT COMPLETO		und			10000	362.00	362.00
								362.00
Partida	01.01.03.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por :	m2	0.37	
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.0400	8.84	0.35
								0.35
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	0.35	0.02
								0.02
Partida	01.01.03.02	TRAZO Y REPLANTEO SIN EQUIPO						
Rendimiento	m2/DIA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por :	m2	0.62	
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.0160	8.84	0.14
								0.14
		Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE		kg			0.0400	4.50	0.18
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol			0.0030	10.00	0.03
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal			0.0050	35.00	0.18
0292010001	CORDEL		m			0.2500	0.20	0.05
0292040238	ESTACA PARA MADERA		p2			0.0200	2.00	0.04
								0.48
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	0.14	
								0.00



Partida	01.01.04.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS EN TERRENO NORMAL					
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : m3	24.28	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	8.84	23.57
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	23.57	0.71
		0.71					
Partida	01.01.05.01	CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 C:H + 30% PG					
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000		Costo unitario directo por : m3	286.21	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	12.29	7.87
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	9.74	6.23
0101010005	PEON		hh	8.0000	2.5600	8.84	22.63
		36.73					
		Materiales					
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"		m3		0.5000	45.00	22.50
0207030001	HORMIGON		m3		1.3000	45.00	58.50
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		7.0100	23.00	161.23
0292010019	AGUA		m3		0.1840	3.87	0.71
		242.94					
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	36.73	1.10
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.3200	17.00	5.44
		6.54					
Partida	01.01.05.02	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.					
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m3	229.72	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	12.29	16.39
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	9.74	6.49
0101010005	PEON		hh	8.0000	5.3333	8.84	47.15
		70.03					
		Materiales					
0207010005	PIEDRA MEDIANA		m3		0.4200	45.00	18.90
0207030001	HORMIGON		m3		0.8500	45.00	38.25
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		3.7000	23.00	85.10
0292010019	AGUA		m3		0.1500	3.87	0.58
		142.83					
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	70.03	2.10
0301290001000	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.3333	10.30	3.43
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.6667	17.00	11.33
		16.86					
Partida	01.01.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m2	43.57	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	12.29	8.19
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	9.74	6.49
		14.68					
		Materiales					
0204010001000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1200	4.50	0.54
0204010001000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.1500	4.50	0.68
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA		kg		0.2200	4.50	0.99
0292040230	MADERA PARA ENCOFRADOS		p2		3.7700	6.96	26.24
		28.45					
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	14.68	0.44
		0.44					



Partida	01.01.05.04	CONCRETO F'C=175KG/CM2 EN LOSAS						
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m3		336.17	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	12.29	16.39	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	9.74	6.49	
0101010005	PEON		hh	8.0000	5.3333	8.84	47.15	
		Materiales						
0207030001	HORMIGON		m3		0.8500	45.00	38.25	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.1500	23.00	210.45	
0292010019	AGUA		m3		0.1500	3.87	0.58	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	70.03	2.10	
03012900010000	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.3333	10.30	3.43	
03012900030000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.6667	17.00	11.33	
		16.86						
Partida	01.01.06.01	CONCRETO F'C=175 KG/M2, PARA DINTEL						
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m3		129.17	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	12.29	16.39	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	9.74	6.49	
0101010005	PEON		hh	8.0000	5.3333	8.84	47.15	
		Materiales						
0207030001	HORMIGON		m3		0.8500	45.00	38.25	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1500	23.00	3.45	
0292010019	AGUA		m3		0.1500	3.87	0.58	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	70.03	2.10	
03012900010000	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.3333	10.30	3.43	
03012900030000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.6667	17.00	11.33	
		16.86						
Partida	01.01.06.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2 PARA DINTELES						
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : kg		4.00	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	12.29	0.39	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	9.74	0.31	
		Materiales						
02040100010000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0600	4.50	0.27	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRA		kg		1.0500	2.87	3.01	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.70	0.02	
		0.02						
Partida	01.01.06.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN DINTEL						
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ.	8.0000	Costo unitario directo por : m2		51.14	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.29	12.29	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.0000	9.74	9.74	
		Materiales						
02040100010000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1500	4.50	0.68	
02040100010000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.1200	4.50	0.54	
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA		kg		0.2200	4.50	0.99	
0292040230	MADERA PARA ENCOFRADOS		p2		3.7700	6.96	26.24	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	22.03	0.66	
		0.66						



Partida	01.01.07.01	ELABORACION DE BLOQUE DE CONCRETO						
Rendimiento	und/DIA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por : und	1.62		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0160	12.29	0.20		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0160	8.84	0.14		
0.34								
Materiales								
0207020001000	ARENA GRUESA	m3		0.0100	45.00	0.45		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0350	23.00	0.81		
1.26								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.34	0.01		
0301410003	MOLDE METALICO	hh	1.0000	0.0160	0.85	0.01		
0.02								
Partida	01.01.07.02	MUROS DE BLOQUE DE CONCRETO BRUÑADO EXTERIOR (CARAVISTA)						
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	21.23		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	12.29	8.19		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	8.84	5.89		
14.08								
Materiales								
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0050	4.50	0.02		
0207020001000	ARENA GRUESA	m3		0.0850	45.00	3.83		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	23.00	2.88		
6.73								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.08	0.42		
0.42								
Partida	01.01.08.01	TARRAJEO EN INTERIORES CON MEZCLA DE MORTERO 1:5						
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	13.61		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	12.29	6.55		
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	8.84	2.36		
8.91								
Materiales								
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0220	4.50	0.10		
0207020001000	ARENA FINA	m3		0.0200	50.00	1.00		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1400	23.00	3.22		
0292020095	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	4.24	0.11		
4.43								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.91	0.27		
0.27								
Partida	01.01.08.02	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTANAS						
Rendimiento	m/DIA	16.0000	EQ.	16.0000	Costo unitario directo por : m	9.54		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	12.29	6.15		
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2500	8.84	2.21		
8.36								
Materiales								
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0060	4.50	0.03		
0207020001000	ARENA FINA	m3		0.0032	50.00	0.16		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0222	23.00	0.51		
0292020095	REGLA DE MADERA	p2		0.0720	4.24	0.31		
1.01								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	8.36	0.17		
0.17								



Partida	01.01.09.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO h=0.30m, 1:5							
Rendimiento	m/DIA	17.0000	EQ.	17.0000		Costo unitario directo por : m	9.53		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4706	12.29	5.78		
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.2353	8.84	2.08		
		Materiales							
0207020001000	ARENA FINA		m3		0.0070	50.00	0.35		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0470	23.00	1.08		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.86	0.24		
							0.24		
Partida	01.01.10.01	PISO DE CEMENTO COLOREADO Y PULIDO							
Rendimiento	m2/DIA	60.0000	EQ.	60.0000		Costo unitario directo por : m2	79.50		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	3.0000	0.4000	12.29	4.92		
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1333	9.74	1.30		
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.8000	8.84	7.07		
		Materiales							
0207020001000	ARENA FINA		m3		0.0090	50.00	0.45		
0207030001	HORMIGON		m3		0.8600	45.00	38.70		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.8250	23.00	18.98		
02130600010001	OCRE ROJO		kg		0.3390	10.17	3.45		
0292020095	REGLA DE MADERA		p2		0.1380	4.24	0.59		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	13.29	0.40		
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.1333	10.30	1.37		
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.1333	17.00	2.27		
							4.04		
Partida	01.01.11.01	VIGA DE MADERA AGUANO 2"X3"X2.05M							
Rendimiento	und/DIA	40.0000	EQ.	40.0000		Costo unitario directo por : und	27.61		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2000	12.29	2.46		
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.4000	8.84	3.54		
		Materiales							
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA		kg		0.0500	4.50	0.23		
0292020119	MADERA AGUANO 2" x 3" x 2.05M		pza		1.0000	21.20	21.20		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	6.00	0.18		
							0.18		
Partida	01.01.11.02	CORREA DE MADERA AGUANO 2"X2"X3.15M							
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000		Costo unitario directo por : und	30.59		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97		
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.3200	8.84	2.83		
		Materiales							
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA		kg		0.0500	4.50	0.23		
0292020120	MADERA AGUANO 2" x 2" x 3.15M		pza		1.0000	25.42	25.42		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	4.80	0.14		
							0.14		



Partida	01.01.12.01	SUMINISTRO Y COLOCADO DE VENTANA DE 3/4" INC. VIDRIO							
Rendimiento	und/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : und		35.71		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	12.29	6.55		
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.2667	8.84	2.36		
		Materiales							
0292040084	VENTANA METALICA SEGUN DISEÑO		und		1.0000	16.95	16.95		
0292040085	VIDRIO SIMPLE		p2		2.2600	4.24	9.58		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.91	0.27		
		0.27							
Partida	01.01.12.02	SUMINISTRO Y COLOCADO DE PUERTA METALICA							
Rendimiento	und/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : und		170.55		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.29	9.83		
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.4000	8.84	3.54		
		Materiales							
0292040086	PUERTA CON PLANCHA ACLANADA 14" X		und		1.0000	156.78	156.78		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	13.37	0.40		
		0.40							
Partida	01.01.13.01	COBERTURA CON PLANCHA ONDULINE CLASIC							
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ.	80.0000	Costo unitario directo por : m2		27.88		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	12.29	1.23		
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1000	9.74	0.97		
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.2000	8.84	1.77		
		Materiales							
0292040087	PLANCHA ONDULINE CLASIC DUO INC. AC		und		0.5789	41.10	23.79		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.97	0.12		
		0.12							
Partida	01.01.14.01	PINTURA EN EXTERIORES AL LATEX							
Rendimiento	m2/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m2		2.66		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.4400	0.0704	12.29	0.87		
0101010004	OFICIAL		hh	0.4400	0.0704	9.74	0.69		
		Materiales							
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.0300	35.00	1.05		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.56	0.05		
		0.05							



Partida	01.01.14.02	PINTURA EN ZOCALO INTERIOR Y EXTERIORES AL LATEX							
Rendimiento	m2/DIA	50.0000	EQ.	50.0000		Costo unitario directo por : m2	6.37		
Código	Descripción	Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh		1.0000	0.1600	12.29	1.97
		Materiales							1.97
0240010001	PINTURA LATEX			gal			0.0500	29.66	1.48
0240150001	IMPRIMANTE			gal			0.1300	22.02	2.86
		Equipos							4.34
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	1.97	0.06
									0.06
Partida	01.01.15.01	SALIDA DE TECHO C/CABLE AWG TW 2.5MM(14)+D PVC SEL 16MM (5/8)							
Rendimiento	pto/DIA	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por : pto	31.56		
Código	Descripción	Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh		1.0000	0.4000	12.29	4.92
0101010005	PEON			hh		1.0000	0.4000	8.84	3.54
		Materiales							8.46
0241020001	CINTA AISLANTE			rll			0.1000	0.85	0.09
02600100010001	FOCOS 100 W			und			1.0000	1.27	1.27
0262050004001	INTERRUPTOR SIMPLE VISIBLE			und			1.0000	4.24	4.24
0268090001000	CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADA			und			1.0000	1.27	1.27
0292020121	CABLE TW # 14 AWG 2.5MM2			m			6.0000	1.69	10.14
0292020122	TUB. PVC SEL P/INST. ELECT. DE 5/8"			pza			1.5000	2.71	4.07
0292020123	CURVA LIVIANO PVC SEL P/INST ELECT 5/8"			und			3.0000	0.59	1.77
		Equipos							22.85
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	8.46	0.25
									0.25
Partida	01.01.16.01	SUMINISTRO Y COLOCADO DE INODORO TANQUE BAJO							
Rendimiento	und/DIA	7.0000	EQ.	7.0000		Costo unitario directo por : und	106.19		
Código	Descripción	Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh		1.0000	1.1429	12.29	14.05
0101010005	PEON			hh		0.1000	0.1143	8.84	1.01
		Materiales							15.06
0292040089	INODORO TANQUE BAJO NORMAL BLANCO			und			1.0000	84.75	84.75
0292040098	CODO PVC SAL DE 4" X 90°			und			1.0000	5.93	5.93
		Equipos							90.68
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	15.06	0.45
									0.45
Partida	01.01.16.02	SUMINISTRO Y COLOCADO DE LAVAMANOS							
Rendimiento	und/DIA	10.0000	EQ.	10.0000		Costo unitario directo por : und	55.56		
Código	Descripción	Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh		1.0000	0.8000	12.29	9.83
0101010005	PEON			hh		0.1000	0.0800	8.84	0.71
		Materiales							10.54
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC			gal			0.0250	93.22	2.33
0292040091	LAVAMANOS COLOR BLANCO C/A			und			1.0000	42.37	42.37
		Equipos							44.70
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	10.54	0.32
									0.32



Partida	01.01.16.03	SUMINISTRO Y COLOCADO DE DUCHA							
Rendimiento	und/DIA	10.0000	EQ. 10.0000			Costo unitario directo por : und	59.91		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra									
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.29	9.83		
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0800	8.84	0.71		
							10.54		
Materiales									
0205090001000	CODO PVC SAP S/P 12" X 90°		und		3.0000	1.02	3.06		
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0025	93.22	0.23		
0253100002	VALVULA ESFERICA DE 12"		und		1.0000	21.19	21.19		
0292040078	TUB. PVS SAP PRESION P/AGUA C-10 EC 1/2"		m		5.0000	1.61	8.05		
0292040092	TEE PVC SAP DE 12"		und		1.0000	1.27	1.27		
0292040093	DUCHA TIPO REGADOR		und		1.0000	15.25	15.25		
							49.05		
Equipos									
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	10.54	0.32		
							0.32		
Partida	01.01.16.04	SUMINISTRO DE 2" PARA DUCHA							
Rendimiento	und/DIA	20.0000	EQ. 20.0000			Costo unitario directo por : und	18.83		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra									
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	12.29	4.92		
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.2000	8.84	1.77		
							6.69		
Materiales									
0246020001000	SUMIDERO CROMADO ROSCADO DE 2"		und		1.0000	3.81	3.81		
0292020124	CODO DE 90 PVC SAL DE 2"		und		1.0000	1.78	1.78		
0292030138	TUB. PVC SAL P/DESAGUE DE 2"		m		1.0000	3.64	3.64		
0292040095	TEE PVC SAL 2"X2"		und		1.0000	2.71	2.71		
							11.94		
Equipos									
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	6.69	0.20		
							0.20		
Partida	01.01.16.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR							
Rendimiento	und/DIA	3.0000	EQ. 3.0000			Costo unitario directo por : und	1,061.80		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra									
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	2.6667	12.29	32.77		
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	1.3333	9.74	12.99		
0101010005	PEON		hh	2.0000	5.3333	8.84	47.15		
							92.91		
Materiales									
0292040096	TANQUE BIODIGESTOR INCLUIDO ACCESO		und		1.0000	966.10	966.10		
							966.10		
Equipos									
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	92.91	2.79		
							2.79		
Partida	01.01.17.01	TENDIDO DE TUBERIA PVC SAL DE 2"							
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ. 50.0000			Costo unitario directo por : m	6.11		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra									
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97		
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14		
							2.11		
Materiales									
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0020	93.22	0.19		
0292030138	TUB. PVC SAL P/DESAGUE DE 2"		m		1.0300	3.64	3.75		
							3.94		
Equipos									
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.11	0.06		
							0.06		



Partida	01.01.17.02	TENDIDO DE TUBERIA PVC SAL DE 4"							
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m		11.08		
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON			hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14	
								2.11	
	Materiales								
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.0020	93.22	0.19	
0292030139	TUB. PVC SAL P/DESAGUE DE 4"			m		1.0300	8.47	8.72	
								8.91	
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	2.11	0.06	
								0.06	
Partida	01.01.17.03	INSTALACION DE CODOS DE 2"							
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : und		8.29		
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON			hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14	
								2.11	
	Materiales								
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.0020	93.22	0.19	
0292040098	CODO PVC SAL DE 4" X 90°			und		1.0000	5.93	5.93	
								6.12	
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	2.11	0.06	
								0.06	
Partida	01.01.17.04	INSTALACION DE CODOS DE 4"							
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : und		19.90		
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON			hh	0.5000	0.0800	8.84	0.71	
								2.68	
	Materiales								
02051000010006	CODO PVC SAP S/P 2" X 45°			und		1.0000	16.95	16.95	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.0020	93.22	0.19	
								17.14	
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	2.68	0.08	
								0.08	
Partida	01.01.17.05	INSTALACION DE TEE SANITARIA DE 4"							
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : und		49.82		
Código	Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON			hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14	
								2.11	
	Materiales								
0206080001000	TEE SANITARIA DOBLE PVC-SAL DE 4"			und		1.0000	47.46	47.46	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.0020	93.22	0.19	
								47.65	
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	2.11	0.06	
								0.06	



Partida	01.01.17.06	INSTALACION DE YEE CON REDUCCION DE 4" A 2"						
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : und		95.40	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14	
							2.11	
		Materiales						
02061700010006	YEE PVC SAL 4" x 2"		und		0.0020	5.93	0.01	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		1.0000	93.22	93.22	
							93.23	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.11	0.06	
							0.06	
Partida	01.01.17.07	INSTALACION DE YEE DE 2"						
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : und		5.07	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14	
							2.11	
		Materiales						
02060600010000	YEE PVC-SAL 2"		und		1.0000	2.71	2.71	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0020	93.22	0.19	
							2.90	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.11	0.06	
							0.06	
Partida	01.01.17.08	INSTALACION DE TRAMPAS TIPO P						
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : und		8.29	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14	
							2.11	
		Materiales						
02061200010002	TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"		und		1.0000	5.93	5.93	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0020	93.22	0.19	
							6.12	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.11	0.06	
							0.06	
Partida	01.01.17.09	INSTALACION DE SUMIDERO DE 2"						
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : und		6.17	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	12.29	1.97	
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0160	8.84	0.14	
							2.11	
		Materiales						
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0020	93.22	0.19	
02460200010000	SUMIDERO CROMADO ROSCADO DE 2"		und		1.0000	3.81	3.81	
							4.00	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.11	0.06	
							0.06	
Partida	01.01.18.01	BOLONERIA EN POZO DE ABSORCION						
Rendimiento	m3/DIA	7.0000	EQ.	7.0000	Costo unitario directo por : m3		36.94	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.1429	9.74	11.13	
0101010005	PEON		hh	2.0000	2.2857	8.84	20.21	
							31.34	
		Materiales						
0292040100	BALONERIA DE LA ZONA		m3		1.1000	4.24	4.66	
							4.66	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	31.34	0.94	
							0.94	



Anexo 7: Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SANEAMIENTO-CONSTRUCCION DE SS-HH CON BIODIGESTOR				508,890.49
01.01	CONSTRUCCION DE SS-HH (105 UND)				508,890.49
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				2,118.64
01.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60 x 2.40 m	und	1.00	847.46	847.46
01.01.01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	mes	2.00	635.59	1,271.18
01.01.02	SEGURIDAD Y SALUD				1,562.00
01.01.02.03	CAPACITACION - SALUD Y SEGURIDAD	glb	1.00	1,200.00	1,200.00
01.01.02.04	PLAN DE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	und	1.00	362.00	362.00
01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				718.79
01.01.03.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	726.05	0.37	268.64
01.01.03.02	TRAZO Y REPLANTEO SIN EQUIPO	m2	726.05	0.62	450.15
01.01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				11,730.15
01.01.04.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS EN TERRENO NORMAL	m3	483.12	24.28	11,730.15
01.01.05	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				92,651.15
01.01.05.01	CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 C.H + 30% PG	m3	156.98	286.21	44,929.25
01.01.05.02	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.	m3	41.58	229.72	9,551.76
01.01.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS	m2	554.40	43.57	24,155.21
01.01.05.04	CONCRETO F'C=175KG/CM2 EN LOSAS	m3	41.69	336.17	14,014.93
01.01.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				11,158.93
01.01.06.01	CONCRETO F'C=175 KG/M2, PARA DINTEL	m3	8.51	129.17	1,099.24
01.01.06.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2 PARA DINTELES	kg	957.71	4.00	3,830.84
01.01.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN DINTEL	m2	121.80	51.14	6,228.85
01.01.07	MUROS Y TABIQUERIA				55,580.88
01.01.07.01	ELABORACION DE BLOQUE DE CONCRETO	und	15,645.00	1.62	25,344.90
01.01.07.02	MUROS DE BLOQUE DE CONCRETO BRUÑADO EXTERIOR (CARAVISTA)	m2	1,424.21	21.23	30,235.98
01.01.08	REVOQUES Y ENLUCIDOS				24,640.80
01.01.08.01	TARRAJEO EN INTERIORES CON MEZCLA DE MORTERO 1:5	m2	1,287.93	13.61	17,528.73
01.01.08.02	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTANAS	m	745.50	9.54	7,112.07
01.01.09	CONTRAZOCALOS				13,658.87
01.01.09.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO h=0.30m, 1:5	m	1,433.25	9.53	13,658.87
01.01.10	PISOS Y PAVIMENTOS				21,870.45
01.01.10.01	PISO DE CEMENTO COLOREADO Y PULIDO	m2	275.10	79.50	21,870.45
01.01.11	CARPINTERIA DE MADERA				21,232.05
01.01.11.01	VIGA DE MADERA AGUANO 2"X3"X2.05M	und	420.00	27.61	11,596.20
01.01.11.02	CORREA DE MADERA AGUANO 2"X2"X3.15M	und	315.00	30.59	9,635.85
01.01.12	CARPINTERIA METALICA				21,657.30
01.01.12.01	SUMINISTRO Y COLOCADO DE VENTANA DE 3/4" INC. VIDRIO	und	105.00	35.71	3,749.55
01.01.12.02	SUMINISTRO Y COLOCADO DE PUERTA METALICA	und	105.00	170.55	17,907.75
01.01.13	COBERTURAS				18,941.39
01.01.13.01	COBERTURA CON PLANCHA ONDULINE CLASICO	m2	679.39	27.88	18,941.39
01.01.14	PINTURAS				10,264.85
01.01.14.01	PINTURA EN EXTERIORES AL LATEX	m2	2,829.28	2.66	7,525.88
01.01.14.02	PINTURA EN ZOCALO INTERIOR Y EXTERIORES AL LATEX	m2	429.98	6.37	2,738.97
01.01.15	INSTALACIONES ELECTRICAS				3,313.80
01.01.15.01	SALIDA DE TECHO C/CABLE AWG TW 2.5MM(14)+D PVC SEL 16MM (5/8)	pto	105.00	31.56	3,313.80
01.01.16	APARATOS SANITARIOS				136,740.45
01.01.16.01	SUMINISTRO Y COLOCADO DE INODORO TANQUE BAJO	und	105.00	106.19	11,149.95
01.01.16.02	SUMINISTRO Y COLOCADO DE LAVAMANOS	und	105.00	55.56	5,833.80
01.01.16.03	SUMINISTRO Y COLOCADO DE DUCHA	und	105.00	59.91	6,290.55
01.01.16.04	SUMINISTRO DE 2" PARA DUCHA	und	105.00	18.83	1,977.15
01.01.16.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR	und	105.00	1,061.80	111,489.00



01.01.17	INSTALACIONES SANITARIAS					56,967.75
01.01.17.01	TENDIDO DE TUBERIA PVC SAL DE 2"	m	1,050.00	6.11		6,415.50
01.01.17.02	TENDIDO DE TUBERIA PVC SAL DE 4"	m	525.00	11.08		5,817.00
01.01.17.03	INSTALACION DE CODOS DE 2"	und	105.00	8.29		870.45
01.01.17.04	INSTALACION DE CODOS DE 4"	und	525.00	19.90		10,447.50
01.01.17.05	INSTALACION DE TEE SANITARIA DE 4"	und	210.00	49.82		10,462.20
01.01.17.06	INSTALACION DE YEE CON REDUCCION DE 4" A 2"	und	210.00	95.40		20,034.00
01.01.17.07	INSTALACION DE YEE DE 2"	und	105.00	5.07		532.35
01.01.17.08	INSTALACION DE TRAMPAS TIPO P	und	210.00	8.29		1,740.90
01.01.17.09	INSTALACION DE SUMIDERO DE 2"	und	105.00	6.17		647.85
01.01.18	OTROS					4,082.24
01.01.18.01	BOLONERIA EN POZO DE ABSORCION	m3	110.51	36.94		4,082.24
	COSTO DIRECTO					508,890.49
	GASTOS GENERALES					50,889.05
	GASTOS DE SUPERVISION					25,444.52
	GASTOS DE LIQUIDACION					6,106.69
	EXPEDIENTE TECNICO					7,633.36
						=====
	PRESUPUESTO TOTAL					598,964.11



Plano de Ubicación



Anexo 9: Panel fotográfico



Fotografía 1. – En la vista se aprecia recojo de muestra para el laboratorio.



Fotografía 2.- En la vista se aprecia posta de salud centro poblado de Siraya.



Fotografía 3.- En panel fotográfico se aprecia letrinas abandonadas.