

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

**“Implementación del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la
Institución Educativa N° 56215 Apachaco de la Comunidad
Campesina de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de
Espinar-Cusco”**

Por:

Bach. Platón José Ccollqqe Vargas.

Asesor:

Ing. Rolando Quispe Basualdo

Juliaca, octubre de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Rolando Quispe Basualdo, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Implementación del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Institución Educativa N° 56215 Apachaco de la Comunidad Campesina de Apachacco Distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar-Cusco”** constituye la memoria que presenta el Bachiller Platón José Ccollque Vargas para aspirar al título Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca a los veinticinco días del mes de noviembre del año dos mil diecinueve.


Ing. Rolando Quispe Basualdo

“Implementación del Sistema de Alcantarillado para la Institución Educativa N° 56215 Apachaco de la comunidad Campesina de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar - Cusco”

TESIS

Presentado para optar el título profesional de Ingeniero Civil

JURADO CALIFICADOR



Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari
Presidenta



Ing. Fritz Mamani Apaza
Secretario



Ing. José Pacori Pacori
Vocal



Ing. Rolando Quispe Basualdo
Asesor

Juliaca, 25 de Octubre del 2019

Dedicatoria

En primer lugar, agradezco a Dios por la oportunidad de poder estudiar esta hermosa carrera y poder culminarla satisfactoriamente.

Seguidamente a las personas que me dieron su apoyo incondicional, enseñanzas, dirección, motivación, confianza para seguir adelante frente a las dificultades presentadas, ser pilares en mi formación personal y que con consejos me ayudaron a ser una persona diferente con principios. Mis padres Leocadio Ccollqque Vargas y Brígida Vargas de Ccollqque.

De igual manera a mis hermanos, Efraín, Delia, Sócrates y la familia de cada uno por brindarme apoyo durante todo este tiempo y animarme a seguir adelante.

Agradecimientos

Al poder finalizar este camino largo, solo me queda expresar mis sinceros agradecimientos a quienes fueron parte de esta experiencia, brindándome varias veces la fuerza para seguir adelante.

Al Ing. Rolando Quispe Basualdo por su ayuda brindada desinteresadamente en la asesoría durante la elaboración y ejecución del proyecto.

A la Universidad Peruana Unión, la cual durante la estadía en sus aulas me ayudó a crecer en los valores, principios y creencias brindadas por Dios, para así poder ser un profesional de calidad.

Tabla de Contenido

índice de tablas	xi
Índice de Figuras	xiii
Índice de Anexos	xvi
Símbolos Usados	xvii
RESUMEN	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I	21
1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.1.1 <i>general.</i>	23
1.1.2 <i>específicos.</i>	23
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.2.1 <i>objetivo general.</i>	23
1.2.2 <i>objetivos específicos.</i>	23
1.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.5 PRESUPOSICIÓN FILOSÓFICA	25
1.6 HIPÓTESIS	26
1.6.1 <i>Hipótesis principal.</i>	26
1.6.2 <i>Derivadas.</i>	26
CAPÍTULO II	27
2. MARCO TEÓRICO.....	27
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	27

2.2 MARCO CONCEPTUAL	30
2.2.1 Sistema de alcantarillado.....	30
2.2.2 Descripción e importancia del alcantarillado.....	30
2.2.3 Clasificación de los sistemas de alcantarillado.....	30
2.2.4 Alcantarillado sanitario.....	32
2.2.4.1 Metodología de diseño del sistema de alcantarillado sanitario.....	32
2.2.4.2 Consideraciones generales de diseño.....	33
2.2.5 Aguas residuales.....	35
2.2.5.1 Componentes.....	35
2.2.5.2 Tipos de aguas residuales.....	39
2.2.5.3 Caracterización de las aguas residuales.....	40
2.2.5.4 Consecuencias causadas por las aguas residuales.....	41
2.2.5.5 Niveles de tratamiento de las aguas residuales.....	41
2.2.5.6 Elementos del sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises.	44
2.2.6 Tanque séptico.....	45
2.2.6.1 Tratamiento biológico.....	46
2.2.6.2 Almacenamiento de sólidos y natas.....	46
2.2.7 Pozo de absorción.....	46
2.2.8 Zanja de infiltración.....	47
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	47
CAPÍTULO III	50
3. MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE EJECUCIÓN.....	50
3.2 METODOLOGÍA.....	50
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	51

3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA I.E. N° 56215	
APACHACCO	51
3.4.1 Diagrama de flujo del sistema de alcantarillado sanitario.....	51
3.4.2 Componentes del sistema de alcantarillado sanitario.....	53
3.4.2.1 Fosa séptica con pozo de absorción.	53
3.4.2.2 Cámara de inspección y/o caja de reunión.	53
3.4.2.3 Tanque séptico.....	54
3.4.2.4 Pozo de absorción o pozo de filtración.....	54
3.4.3 Parámetros por considerar.	55
3.4.4 Disposiciones específicas para diseños.....	55
3.4.5 Periodos de diseño.	56
3.4.5.1 Población futura.	56
3.4.5.2 Levantamiento topográfico.....	57
3.4.5.3 Suelos.....	58
3.4.5.4 Caudal de contribución al alcantarillado.	58
3.4.5.5 Determinación del caudal.....	58
3.4.5.6 Coeficiente de rugosidad.	61
3.4.5.7 Sección parcialmente llena.	62
3.4.5.8 Cámara de inspección.	64
3.4.6 Cálculo y diseño del sistema.	65
3.4.6.1 Cálculo del caudal medio (Qm).....	65
3.4.6.2 Caudal del diseño para el sistema de alcantarillado sanitario.	65
3.4.6.3 cálculo de cantidad de excretas.....	67
3.4.6.4 cantidad de % de excretas.....	67
3.4.6.5 cálculo del caudal día. (Normas para el abastecimiento de agua, revisión 2004 NAACYII-2004).....	67

3.4.6.6 cálculo de caudal punta. (Normas para el abastecimiento de agua, revisión 2004 NAACYII-2004).....	67
3.4.6.7 coeficiente punta. (Normas para el abastecimiento de agua, revisión 2004 NAACYII-2004).....	68
3.4.6.8 tabla de compuestos.....	68
3.4.6.9 Porcentaje de remoción de aguas residuales	70
3.4.6.10 cálculo de demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	70
3.4.6.11 cálculo de demanda química de oxígeno (DQO).....	71
3.4.6.12 cálculo de nitrógeno (N).....	71
3.4.6.13 cálculo de fosforo (P).....	71
3.4.6.14 cálculo de sólidos totales (ST).....	72
3.4.6.15 cálculo de sólidos en suspensión (SS).....	72
3.4.6.16 cálculos de sólidos sedimentables (SSD).....	72
3.4.6.17 cálculos de coliformes termo tolerantes (CTT).....	73
3.4.6.18 diseño del tanque séptico.....	74
3.4.6.19 diseño de pozo de absorción.....	79
3.4.6.20 diseño del acero de refuerzo en tanque séptico.....	82
3.4.6.21 Diseño de acero de refuerzo para el pozo percolador	88
3.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	88
3.5.1 <i>matriz de consistencia</i>	89
3.5.2 <i>Operacionalización de variables</i>	90
3.6 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	91
3.7 TIPO DE INVESTIGACIÓN	91
3.8 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	91
3.9 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	91
3.10 MATERIALES E INSUMOS.....	92
3.10.1 <i>Recursos humanos</i>	92

3.10.2 Recursos materiales	92
CAPÍTULO IV	93
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	93
4.1 RESULTADOS.....	93
4.1.1 Resultados de ensayos en el laboratorio de suelos.....	93
4.1.2 Ensayos de laboratorio	94
4.1.3 Ubicación del punto de investigación	94
4.1.4 perfiles estratigráficos.....	95
4.1.4.1 perfil estratigráfico de campo para la calicata c-01	95
4.1.5 Nivel freático.....	96
4.1.6 Análisis de ensayos de laboratorio.....	96
4.1.7 Propiedades físicas y parámetros de comportamiento.....	97
4.1.8 Resultado de análisis de la muestra de agua en estudio	103
4.2 4.2 DISCUSIÓN.....	104
CAPÍTULO V	106
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
5.1 CONCLUSIONES	106
5.2 RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS	110
ANEXOS	114

Índice de Tablas

Tabla 1: Cantidad de población	56
Tabla 2: Factores demográficos.....	57
Tabla 3: Características del terreno	58
Tabla 4: Características del suelo.....	58
Tabla 5: Dotación de agua en Instituciones.....	59
Tabla 6: Valores del coeficiente n de Manning para distintos materiales	64
Tabla 7: Geometría de buzones y buzonetas.....	64
Tabla 8: Diametro nominal de tuberías	65
Tabla 9: Parámetros de compuestos para actividades	68
Tabla 10: Resultado de análisis de agua.....	69
Tabla 11: Porcentaje de remoción de aguas residuales	70
Tabla 12: Resumen de valores máximos y carga diaria en cada elemento de las aguas residuales.	73
Tabla 13: Tasa de acumulación de lodos	75
Tabla 14: Clasificación de los terrenos según resultado de prueba de percolación.....	79
Tabla 15: Acero requerido en tanque séptico.....	87
Tabla 16: Matriz de consistencia. Implementación del Sistema de alcantarillado sanitario a la Institución Educativa N° 56215 Apachacco de la C.C de Apachacco.....	89
Tabla 17 Operacionalización de Variables	90
Tabla 18: Exploración de campo, Resumen.....	94
Tabla 19: Perfil estratigráfico, Calicata C-01	95
Tabla 20: Ensayos de mecánica de suelos	96
Tabla 21: Resumen de ensayos de suelos.....	97
Tabla 22: Propiedades físicas y parámetros de ensayo en laboratorio	97
Tabla 23: Control de Humedad, calicata C-01, estrato E-02.....	98
Tabla 24: Análisis granulométrico, calicata C-01, estrato E-02.....	99

Tabla 25: Curva granulométrica, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02.....	99
Tabla 26: Clasificación del suelo, límites y características granulométricas, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02.....	100
Tabla 27: Límites de consistencia, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02.....	100
Tabla 28: Límite líquido, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02.....	101
Tabla 29: Características de muestra para el ensayo de corte directo, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02.....	101
Tabla 30 : Corte directo, muestra M-01	102
Tabla 31: Diagrama Esfuerzo-Deformación	102
Tabla 32: Esfuerzo normal vs esfuerzo cortante	103
Tabla 33 : Resultados del análisis de la muestra de aguas residuales	103
Tabla 34: Resumen del Costo del Presupuesto	131

Índice de Figuras

Figura 1: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.....	39
Figura 2 Niveles de tratamiento de aguas residuales	42
Figura 3 Elementos del sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises	45
Figura 4: Metodología del proyecto.....	50
Figura 5: Diagrama de flujo del sistema de alcantarillado sanitario.....	52
Figura 6: Componentes de Sist. Sanit. Alcantarillado	53
Figura 7: Cámara de inspección y/o caja de reunión	54
Figura 8: Tanque séptico.....	54
Figura 9: Pozo de Absorción.....	55
Figura 10: Cálculo de tubería parcialmente llena	62
Figura 11: Límites Permisibles VS Resultados de Laboratorio	69
Figura 12: Curva para determinar la capacidad de Absorción del Suelo.....	80
Figura 13: Modelado de grillas.....	83
Figura 14: Definición de las secciones de áreas	83
Figura 15: Definición de casos de cargas.....	84
Figura 16: Combinación de cargas	84
Figura 17: División del área de piso.....	85
Figura 18: división completa en toda la estructura	85
Figura 19:Asignación de cargas a la estructura	86
Figura 20: Análisis de la estructura.....	86
Figura 21: Tabla de aceros utilizados para construcción	87
Figura 22: Área de acero requerido para el piso del tanque septico	87
Figura 23: Área de acero requerido para el muro del tanque séptico.....	88
Figura 24: Área de acero requerido para el muro del tanque séptico.....	88
Figura 25: Hoja de Metrados del tanque séptico	128
Figura 26: Hoja de Metrados de acero	130

Figura 27: Elaboración propia	144
Figura 28: Tallado para obtener moldes para el ensayo de corte directo.....	146
Figura 29: Molde listo para realizar el ensayo de corte directo.....	146
Figura 30: Pesando el molde	147
Figura 31: Ensayo de corte directo	147
Figura 32: Tamizado por el tamiz N° 200, para realizar el ensayo para límites de atterberg	148
Figura 33: Pesando lo tamizado para un peso de 200 gr.	148
Figura 34: Mezclado del suelo tamizado con agua, hasta obtener una mezcla pastosa	149
Figura 35: Mezcla pastosa	149
Figura 36: Ensayo en la cuchara de Casagrande	150
Figura 37: Pesando para el contenido de humedad, para luego introducirlas al horno por 24 horas.....	150
Figura 38: Tiras para obtener el límite plástico.....	151
Figura 39: Pesando para el contenido de humedad, para luego introducirlas al horno por 24 horas.....	151
Figura 40: Muestras extraídas del horno para luego ser pesadas y obtener el contenido de humedad.....	152
Figura 41: Tamizado para realizar la granulometría del suelo.....	152
Figura 42: Pesado del suelo retenido en cada tamiz	153
Figura 43: Suelo tamizado	153
Figura 44: Ubicación de la calicata C-1	155
Figura 45: Realizando limpieza de la calicata	155
Figura 46: Perfilando la calicata.....	156
Figura 47: Realizando la medición de la altura de la calicata	156
Figura 48: Muestra inalterada	157
Figura 49: Identificación de la muestra M-1 de suelo para los ensayos necesarios	157

Figura 50: Muestra M-01 de la calicata C-01	158
Figura 51: Identificación del lugar de donde se obtendrá las muestras.....	158
Figura 52: Tomando la muestra	159
Figura 53: Muestra de agua para los análisis necesarios	159
Figura 54: Preparando los accesorios para estación la estación total.....	161
Figura 55: Estacionando la estación total	161
Figura 56: Realizando la lectura de puntos	162
Figura 57: Identificando puntos de estacionamiento	162
Figura 58: Determinando la altitud con GPS	163
Figura 59: Ubicando el prisma con la estación total.....	163
Figura 60: Levantando aulas existentes	164
Figura 61: Capturando ubicación de estructuras existentes	164

Índice de Anexos

Anexo A: Hojas de cálculo de ensayos realizados en el laboratorio de suelos	114
Anexo 1: Perfil estratigráfico	115
Anexo 2: Análisis granulométrico.....	116
Anexo 3: Límites de consistencia.....	117
Anexo 4: Corte directo.....	118
Anexo 5: Corte directo, gráfica.....	119
Anexo 6: Constancia de ensayos realizados en el laboratorio de suelos de la UPeU	120
Anexo B: Informe del análisis de agua del laboratorio	121
Anexo 7: Informe del análisis de agua.....	122
Anexo 8: Resultados y controles de calidad del análisis de agua	123
Anexo 9: Control de calidad y métodos usados para el análisis de agua.....	124
Anexo 10: Cadena de custodia para prototipo	125
Anexo C: Hoja de metrados, presupuesto del proyecto y análisis de costos unitarios.....	126
Anexo D: Ensayos realizados en el laboratorio de suelos	145
Anexo E: Registro de tomas de muestras para el ensayo de suelos y análisis de agua	154
Anexo F: Registro de levantamiento topográfico de la I.E N° 56215 Apachacco	160
Anexo G: Planos de ubicación, componentes del sistema de alcantarillado sanitario y programación de obra	165

Símbolos Usados

RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones
RAS	: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
Qi	: Caudal Inicial
Qf	: Caudal Final
Qm	: Caudal Medio
Exc	: Excretas
Qd	: Caudal Dia
Qp	: Caudal Punta
Cp	: Coeficiente Punta
P	: Población Servida
q	: Caudal de aporte unitario de aguas residuales
Vs	: Volumen del Tanque Séptico
Vd	: Volumen de Almacenamiento de Lodos
N	: Intervalo deseado de remoción de lodos
ta	: Tasa de Acumulación de Lodos
Vnatas	: Volumen de Natas
Vt	: Volumen Total
Ai	: Área Requerida para la Infiltración
Dp	: Diámetro Útil del Pozo de Absorción
Hp	: Profundidad Total del Pozo de Absorción
Htp	: Altura del Pozo Percolador
So	: Pendiente
Somin	: Pendiente Mínima
RH	: Radio Hidráulico
PTAR	: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PR	: Periodo de Retención

Pf	: Población Futura
Pa	: Población Actual
r	: Tasa de Crecimiento
t	: Tiempo en años
DBO	: Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	: Demanda Química de Oxígeno
N	: Nitrógeno
P	: Fosforo
ST	: Sólidos Totales
SS	: Sólidos en Suspensión
SSD	: Sólidos Sedimentables

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la Institución Educativa N° 56215 Apachaco de la C.C de Apachacco del distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar Cusco, utilizando el sistema de recolección por medio del tanque séptico y pozo percolador o de absorción. Se realizó un diseño no experimental, transversal y descriptivo. Se utilizaron técnicas como la observación, obtención de datos realizados en laboratorio de suelos, análisis de agua, diseño y cálculo del sistema. El proyecto (tanque séptico, pozo percolador) será diseñado para una población futura de 119 personas (alumnos y docentes). Este sistema pretende realizar el tratamiento del agua residual proveniente de la Institución educativa por medio del tratamiento primario. Para que las aguas tratadas sean evacuadas, se considerarán los parámetros propuestos por el D.S-004-2017-MINAM-ECA, tabla de la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Asumiendo que el agua tratada sería apta para riego y bebida de animales, pues la zona donde se encuentra la institución educativa se basa en actividades como es el cuidado, crianza y venta de vacunos, ovinos, equinos y la agricultura. Al colindar con propiedades dedicadas a actividades mencionadas anteriormente es necesario el tratamiento para no perjudicarlos en sus actividades. Pero el agua no se considerará adecuada para el riego ni para beber propiamente dicha. Simplemente se considera los parámetros de la tabla del ECA para este proyecto. El tratamiento primario se puede utilizar para prevenir la contaminación del suelo de poblaciones grandes o pequeñas.

Palabras clave: Sistema de Recolección; Tanque Séptico; Pozo Percolador; Pozo de Absorción; Diseño; Agua Residual; Contaminación del Suelo; Tratamiento Primario.

ABSTRACT

This research aims to design the sanitary sewer system at the Educational Institution N° 56215 Apachaco of the C.C de Apachacco in the district of Coporaque of the Province of Espinar Cusco, using the collection system by means of the septic tank and percolator or absorption well. A non-experimental, cross-cutting and descriptive design was carried out. Techniques such as observation, data collection in soil laboratory, water analysis, design and system calculation were used. The project (septic tank, percolator well) will be designed for a future population of 119 people (students and teachers). This system aims to carry out the treatment of wastewater from the educational institution through primary treatment. In order for the treated waters to be evacuated, the parameters proposed by D.S-004-2017-MINAM-ECA, category 3 table: Vegetable Irrigation and animal drink. Assuming that the treated water would be suitable for irrigation and drinking of animals, because the area where the educational institution is located is based on activities such as the care, rearing and sale of cattle, sheep, horses and agriculture. When adjoining properties dedicated to activities mentioned above it is necessary to treat them so as not to harm them in their activities. But water will not be considered suitable for irrigation or drink itself. The ECA table parameters are simply considered for this project. Primary treatment can be used to prevent soil contamination from large or small populations.

Keywords: Collection System; Septic tank; Percolator Well; Absorption Well; Design; Wastewater; Soil Pollution; Primary Treatment.

Capítulo I

1. Introducción

El área a la cual corresponde este proyecto es al ministerio de vivienda, construcción y saneamiento de la ingeniería civil. En donde las actividades que se realizan son de diseño, construcción y mantenimiento.

El uso de sistemas de alcantarillado sanitario últimamente está siendo más utilizado en zonas urbanas como también rurales, el uso de estos sistemas tiene como objetivo de evitar enfermedades ocasionadas por las heces humanas lo cual genera malos olores, contaminación del suelo, agua y aire.

La Institución Educativa N° 56215 Apachaco, de la C.C de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar. Dicha institución carece de un sistema de alcantarillado sanitario adecuado. Pues se pudo ver que los estudiantes anteriormente realizaban sus necesidades fisiológicas en letrinas “espacio o sitio fuera de una vivienda, en un cubículo al efecto destinado a defecar y normalmente no conectado a ninguna alcantarilla” (Metodología de Preinversión para Proyectos de Agua y Saneamiento, 2004, p.26), los cuales no se las mantenían en buen estado, pues no se les realizaba ningún mantenimiento apropiado y por lo tanto con el transcurrir del tiempo se deterioraron, también se encontraron pozas que anteriormente eran letrinas y que hoy en día están abandonadas y es un ente infeccioso de enfermedades lo cual no es nada higiénico para los estudiantes ya que al estar a la intemperie y ubicadas cerca al campo deportivo de fútbol, es más propenso que los niños se acerquen a esas pozas abandonadas y puedan contraer enfermedades virales, enfermedades respiratorias, etc.

Todo esto no puede estar sucediendo en una institución educativa que tiene funcionamiento del nivel inicial y primaria. Por lo que la instalación de un sistema de alcantarillado sanitario solucionará dichos problemas y por ende mantener una buena salud de los estudiantes para así lograr un buen aprendizaje.

De manera que por medio del presente proyecto de implementación del sistema de alcantarillado sanitario en la Institución Educativa N° 56215 Apachaco, de la C.C de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar se desea dar solución a los problemas que se presenta en la institución en estudio.

1.1 Formulación Del Problema

Para lograr ser un país desarrollado es necesario tener buenos ciudadanos, por lo tanto, es necesario invertir en educación, para que haya más profesionales capacitados que ayuden en el progreso de nuestro país. Pero el lograr buenos ciudadanos profesionales dependerá de la buena salud que pueda contar cada estudiante, ya que de nada serviría invertir en educación si se cuenta con estudiantes enfermos. Partiendo de esa idea, de acuerdo con lo que se vio en la Institución Educativa N° 56215 Apachaco, que cuenta con una población de estudiantes en los niveles de inicial y primaria con ganas de sobre salir. Pero al ser una institución rural no cuenta con un adecuado sistema de alcantarillado sanitario, y por lo tanto va en contra de la salud de los estudiantes y así puedan contraer enfermedades causadas por la falta de saneamiento e higiene.

Según UNICEF. A nivel mundial, se calcula que 2000 niños menores de cinco años mueren cada día por enfermedades diarreicas. La mayor parte, cerca de 1800 muertes, están relacionadas con el agua, el saneamiento y la higiene. Casi el 90% de las muertes de niños producidas por enfermedades diarreicas están directamente relacionadas con el agua contaminada, la falta de saneamiento o una higiene inadecuada. A pesar del aumento de la población mundial, estas muertes se han reducido significativamente en los últimos diez años, pasando de 1,2 millones de muertes anuales en 2000 a unas 760.000 al año en 2011. UNICEF considera que todavía son muchas (UNICEF,2017).

Se puede ver que es un gran problema para tratar, y por lo tanto a causa de ello surge el siguiente planteamiento de problema.

1.1.1 general.

¿En qué medida favorece implementar un Sistema de Alcantarillado Sanitario en la Institución Educativa N° 56215 Apachaco, de la C.C de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar – Cusco?

1.1.2 específicos.

- ¿Cómo se evitará la adquisición de enfermedades causadas por la mala evacuación y tratamiento de las aguas residuales en la institución?
- ¿Cuál es la cantidad de DBO y DQO?
- ¿Cuál será el presupuesto que demandará construir el sistema de alcantarillado sanitario?
- ¿Cómo se podrá organizar las actividades y/o partidas necesarias para la ejecución de obra del sistema de alcantarillado sanitario?

1.2 Objetivos De La Investigación

1.2.1 objetivo general.

Diseñar el sistema de Alcantarillado Sanitario de la Institución Educativa N° 56215 Apachaco teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y ambientales.

1.2.2 objetivos específicos.

- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario.
- Determinar la cantidad de DBO y DQO.
- Determinar el presupuesto que demandara construir el sistema de alcantarillado sanitario.
- Realizar la programación de obra de acuerdo con los reglamentos establecidos vigentes.

1.3 Fases De La Investigación

Para alcanzar los objetivos anteriores, el trabajo de investigación se desarrollará en las siguientes fases:

1. Investigación del estado actual del conocimiento en cuanto el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario.
2. Revisión de antecedentes sobre los lugares en donde se instalaron sistemas de alcantarillado sanitario y sus beneficios una vez puesto en funcionamiento.
3. Identificación de las variables relacionadas al diseño del sistema de alcantarillado sanitario.
4. Empleo de las normativas que rigen para el diseño e instalación del sistema de alcantarillado sanitario.
5. Análisis de los resultados obtenidos del estudio, para tomar consideraciones pertinentes sobre el diseño, instalación y uso del sistema de alcantarillado sanitario.
6. Obtención de conclusiones sobre la realización de este proyecto, y brindar recomendaciones para que dicho proyecto logre su objetivo y sea un bien para la población afectada.

1.4 Justificación De La Investigación

La Institución Educativa N° 56215 Apachaco actualmente cuenta con tres pabellones de un piso, el primer pabellón está conformado por dos aulas y la dirección los cuales son de material de concreto armado y el segundo pabellón cuenta con cuatro aulas de material de adobe y el tercer pabellón cuenta con cuatro aulas también de adobe y un ambiente destinado como almacén.

Por lo cual se cuenta con un área construida de 264 m². Cuenta con 2 baterías, cuyos residuos son derivados hacia una poza común. Se observa también que hay pozas colapsadas y rellenas con basuras, convirtiéndose en un ente contaminador a la que están expuestos los alumnos y comunidad beneficiaria.

Actualmente el colegio cuenta con 59 alumnos y tres docentes, de acuerdo con lo descrito anteriormente como antecedente, surge la necesidad de elaborar una solución frente a este hecho. Y por tal forma se realiza este proyecto que de alguna manera ayudara a mejorar la calidad de vida en dicha institución.

De otra forma, la realización de este proyecto de investigación tiene el propósito de cumplir con los requisitos de titulación como ingeniero civil en la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión.

1.5 Presuposición Filosófica

Se menciona en el libro de Éxodo 19:5-6 “Ahora, pues, si diereis oído a mi voz, y guardareis mi pacto, vosotros seréis mi especial tesoro sobre todos los pueblos; porque mía es toda la tierra. Y vosotros me seréis un reino de sacerdotes, y gente santa. Estas son las palabras que dirás a los hijos de Israel” (Valera 1960). Dios nos dice como los hijos que somos de él, que cuidemos y administremos su tierra en la cual nosotros vivimos, para que vivamos felices.

Se menciona también en el libro de Salmos 24:1-2 “De Jehová es la tierra y su plenitud; El mundo, y los que en él habitan. Porque él la fundo sobre los mares, y la afirmo sobre los ríos” (Valera 1960). En este texto se entiende que, el lugar en la cual vivimos es nuestro mismo Dios y por lo tanto una forma de honrarlo o adorarlo es manteniendo limpia y sin contaminación la tierra pues somos hijos de Dios.

El fin de este trabajo de investigación es el de disfrutar un lugar cómodo y sin nada que nos pueda perjudicar; en otras palabras, vivir en un medio ambiente limpio y sin ningún tipo de contaminación, ya sea por residuos sólidos o como en este caso, por causa de las aguas residuales. Por lo que en este proyecto se trata sobre el tratamiento de las aguas residuales y el rehúso de éstas en las actividades que sean afines para los habitantes en la cual se establecerá el proyecto como, por ejemplo, riego para la agricultura y así también evitar la contaminación del suelo por la descarga del agua residual sin tratarla. Como se ve, Dios en su palabra (Biblia) nos manda a cuidar la tierra, y nos la dice para que nosotros como habitantes vivamos adecuadamente y feliz.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis principal.

- Si no se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario adecuado entonces se obtendrá contaminación y en consecuencia se adquirirán enfermedades que producirán desnutrición, lo cual perjudicará en la buena educación de los alumnos y docentes que laboran.

1.6.2 Derivadas.

- El diseño del sistema de alcantarillado sanitario ayudara a evitar las enfermedades de la institución educativa
- La cantidad de DBO y DQO en las aguas residuales son de consideración
- El presupuesto que demandará la construcción del sistema de alcantarillado sanitario será obtenido de acuerdo con el análisis de costos.
- Una adecuada y una buena programación de obra garantizara un funcionamiento eficaz del sistema.

Capítulo II

2. Marco Teórico

2.1 Antecedentes De La Investigación

- **Diseño definitivo del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Bello**

Horizonte, parroquia el Quinche.

Autor: Menéndez, Gabriela. (2012).

Ubicación: Tesis Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Resumen:

El barrio Bello Horizonte de la parroquia El Quinche, en los últimos años ha experimentado un acelerado incremento de población, debido a que en el sector se han implementado varias plantaciones florícolas que generan fuentes de empleo y por el agradable clima que atrae a los habitantes de Quito para que construyan sus residencias de fin de semana.

Este incremento de población implica la dotación de servicios básicos, siendo uno de los más importantes el servicio de Alcantarillado Sanitario. En relación con otras obras públicas, el sistema de drenaje tiene una particularidad; el escurrimiento de aguas lluvias siempre ocurrirá, independientemente de existir o no el sistema de drenaje adecuado. La calidad de este sistema determinara que los beneficios o perjuicios a la población sean mayores o menores.

- **Diseño del alcantarillado sanitario combinado y tratamiento de aguas servidas del sector de Langos San Andrés parroquia el Rosario Cantón Guano provincia de Chimborazo.**

Autor: Fiallos. Jorge. (2014).

Ubicación: Tesis Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Resumen:

El presente trabajo contiene el diseño de alcantarillado combinado para la población de Langos San Andrés del cantón Guano provincia de Chimborazo debido a que a pesar de

que cuenta con servicios de luz y agua potable no cuentan con Sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas.

- **Diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas de la parroquia de Toacaso del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.**

Autor: Ramos, David. (2012).

Ubicación: Tesis Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Resumen:

El proyecto de alcantarillado sanitario pertenece a la parroquia de Toacaso del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi.

En el primer capítulo se define la característica geográfica, social y las económicas del sector donde se realizará el proyecto.

En el segundo capítulo se analizará de una forma más amplia por medio de una investigación y trabajos de campo los factores que intervienen para tomarlos en cuenta en la realización del diseño y ejecución del proyecto.

En el tercer capítulo se da a conocer el diseño del alcantarillado, identificando cada parámetro que se ha tomado en cuenta siguiendo las normas establecidas.

En el cuarto capítulo se trata de proponer una solución para que el impacto ambiental no sea perjudicial el momento del desarrollo del proyecto, así como también las formas de mitigación en los casos de afectación.

En el capítulo quinto se determinan las especificaciones técnicas de construcción y los materiales a ser empleados para la elaboración del proyecto.

El sexto capítulo desarrolla el análisis presupuestario y operacional de la obra.

Por último, en el séptimo capítulo se enumeran las conclusiones y recomendaciones fruto de este trabajo.

- **Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano**

Autor: Chávez, Fernando. (2006).

Ubicación: Tesis Pontificia Universidad Católica del Perú.

Resumen:

Se optimizará una red de alcantarillado pluvial dada, ubicada en la ciudad de Tumbes, localidad que se ha elegido por estar en zona de influencia del fenómeno El Niño, tomando en cuenta:

- Las restricciones existentes, en este caso dadas por el Reglamento Nacional.
- Los parámetros hidráulicos de acuerdo con el tipo de material elegido y la geometría de los conductos.
- La intensidad de la lluvia de diseño
- Los caudales de escorrentía variables en el tiempo y con valor máximo calculado con el método Racional.

El Diseño consta de dos partes:

- Optimización: en esta parte se obtienen las pendientes y diámetros de los conductos de la red optimizada, empleando un programa que emplea el cálculo por diferencias finitas y combinaciones para obtener costos mínimos, como datos requiere: las coordenadas de los nudos, la numeración de nudos y conductos, la profundidad máxima y mínima de instalación, la velocidad máxima y mínima, el coeficiente de rugosidad de los conductos, los diámetros disponibles y los caudales de escorrentía.
- Documentación: se emplea el programa de simulación hidráulico Extran teniendo como datos los diámetros y pendientes obtenidos en la optimización, con el que se verifica que no existen sobrecargas ni inundaciones en los nudos.

Para el cálculo de los costos se han realizado los análisis por metro lineal de tubería de acuerdo con las diferentes profundidades de instalación posibles.

Asimismo, se hace un estudio de los métodos de cálculo empleados en los programas de simulación y optimización.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Sistema de alcantarillado.

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias.

De acuerdo con las necesidades actuales de la ciudad y de los reglamentos existentes en materia de control ambiental, se ha optado por separar los sistemas de alcantarillado que por años su tendencia fue construirlos combinados por razones económicas y técnicas que en su tiempo se justificaban.

Es evidente que entre los diferentes tipos de alcantarillado hay situaciones técnicas comunes, como son el diseño hidráulico, profundidades, especificaciones de construcción, etc. (SIAPA, 2014, p. 2).

También se puede encontrar una definición de acuerdo con nuestra nacionalidad. “Conducto subterráneo para conducir agua de lluvia, aguas servidas o un combinación de ellas” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006b, p. 1).

2.2.2 Descripción e importancia del alcantarillado.

El alcantarillado, tiene como su principal función la conducción de aguas residuales y pluviales hasta sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los habitantes de poblaciones de donde provienen o a las cercanas.

Un sistema de alcantarillado está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias que permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo. Su objetivo es la evacuación de las aguas residuales y las pluviales, que escurren sobre calles y avenidas, evitando con ello su acumulación y propiciando el drenaje de la zona a la que sirven. De ese modo se impide la generación y propagación de enfermedades relacionadas con aguas contaminadas (Cabrera, Castro, & Mendez, 2011, p. 16).

2.2.3 Clasificación de los sistemas de alcantarillado.

La clasificación es de acuerdo con el agua que trasladará:

A. Alcantarillado sanitario: Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias (SIAPA, 2014, p. 2).

Se diseña para recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas domésticas, de establecimientos comerciales y pequeñas plantas industriales; por lo general, las aguas negras sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras, y bastante diluidas. Por lo tanto, en un sistema sanitario bien proyectado, construido y conservado, el problema de la corrosión queda reducido al mínimo, siempre que la velocidad de la corriente sea suficiente para arrastrar los desperdicios hasta el punto de descarga, antes que se inicie el proceso de putrefacción (Pérez Carmona, 2014, p. 3).

B. Alcantarillado pluvial: Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser por infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales (SIAPA, 2014, p. 2).

C. Alcantarillado combinado: Es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero que dada su disposición dificulta su tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y por las restricciones ambientales se imposibilita su infiltración (SIAPA, 2014, p. 2).

D. Alcantarillado semi-combinado: Se denomina al sistema que conduce el 100% de las aguas negras que produce un área o conjunto de áreas, y un porcentaje menor al 100% de aguas pluviales captadas en esa zona que se consideran excedencias y que serían conducidas por este sistema de manera ocasional y como un alivio al sistema pluvial y/o de infiltración para no ocasionar inundaciones en las vialidades y/o zonas habitacionales (SIAPA, 2014, p. 2).

2.2.4 Alcantarillado sanitario

En cualquier zona urbano o rural, la necesidad primordial es la de contar con un abastecimiento de agua potable. Pero cuando se cubre dicha necesidad, la necesidad es otra, la cual es evacuar las aguas residuales. Entonces para tal problema es necesario la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para desechar las aguas residuales que son producidos por los mismos pobladores, comerciantes y fábricas.

Un sistema de alcantarillado está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas residuales podrá ser desde un cuerpo receptor hasta el reúso dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio (SIAPA, 2014, p. 2).

Si no habría las redes de recolección de aguas residuales tanto de la zona urbano y rural, la salud de las personas correría grave peligro por las enfermedades epidemiológicas como también se tendría grandes pérdidas materiales.

2.2.4.1 Metodología de diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

Para diseñar un sistema de alcantarillado sanitario es necesario tener presente las normas de nuestro país, como también contar información social, económicas, culturales de la población, planos topográficos, características del suelo, ríos correspondientes a la zona afectada.

2.2.4.1.1 Normas y/o leyes técnicas para proyectos de sistema de alcantarillado sanitario.

Las normas y/o leyes que serán de consideración y guía para el diseño son las siguientes:

- Norma S100 Infraestructura Sanitaria para Poblaciones Urbanas y Norma S200 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

- Norma de diseño de tanque séptico del reglamento nacional de edificaciones.
- Reglamento de normas sanitarias para el diseño de tanque séptico, DIGESA.
- Especificaciones técnicas para el diseño de tanque séptico UNATSABAR-CEPIS/OPS.
- Código del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Código Sanitario del Perú.
- Ley General de Aguas y su Reglamento.

2.2.4.2 **Consideraciones generales de diseño.**

Para obtener buenos resultados en el diseño y funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario debe considerarse varios factores de acuerdo a (Cabrera et al., 2011).

2.2.4.2.1 *Levantamiento topográfico.*

La información topográfica para la elaboración del proyecto incluirá:

- a. Plano de localización del asentamiento con curvas de nivel cada 1 m. indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.
- b. Perfil longitudinal a nivel del eje de la vía en ambos frentes de la calle, en todas las calles del asentamiento humano, y en el eje de la vía, donde técnicamente sea necesario.
- c. Secciones transversales: mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra, donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.
- d. Perfil longitudinal de los tramos que, encontrándose fuera del asentamiento humano, pero que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua y/ o colectores existentes.

- e. Se ubicará en cada habilitación un BM (Banco de Marca) auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas condominales y/o buzones a instalar.

2.2.4.2.2 Ubicación y recubrimiento de tuberías de alcantarillado.

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto de otros servicios existentes y/o proyectados.

2.2.4.2.2.1. Ubicación de colectores de aguas negras.

La tubería principal de alcantarillado se ubicará entre el medio de la calle y el costado de la calzada; a partir de un punto, ubicado como mínimo a 1.50 metros del cordón de la vía y hacia el centro de la calzada. El recubrimiento mínimo medido a partir de la campana del tubo será de 1.20 m para zonas con acceso vehicular y de 0.60 m para zonas sin acceso vehicular y/o en zona rocosa, debiéndose verificar, para cualquier profundidad adoptada, la deformación (deflexión) de la tubería generada por cargas externas. Para toda profundidad de enterramiento de tubería, el proyectista planteará y sustentará técnicamente la protección empleada, la que estará sujeta a la aprobación por parte del Equipo Técnico correspondiente.

2.2.4.2.2.2. Profundidad de los colectores.

En los tramos de conexión domiciliar, los límites de profundidad de tuberías en las zanjas, para protección contra las variaciones de carga viva e impacto serán de 1.20 a 3.00 m de relleno sobre la corona de la tubería.

Si el espesor del relleno es menor de 1.20 m. habrá que proteger la tubería con losetas de concreto armado sobre muros laterales de mampostería; a profundidades mayores que 3.0 m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliarias.

Cuando se trate de viviendas de interés social y específicamente a tuberías de drenaje de Aguas Negras instaladas en pasajes peatonales, la profundidad podrá ser como mínimo 0.8 m sin necesidad de protecciones.

2.2.4.2.3 Separación de sistemas.

Para evitar la contaminación del agua potable por presiones negativas, etc. deberán separarse los sistemas de abastecimiento de agua y los de alcantarillados de aguas negras así:

En planimetría: las alcantarillas al lado opuesto de los acueductos, es decir al sur en las calles y al poniente en las avenidas, a 1.5 m del cordón en el rodaje-separación horizontal mínima: 1.50 m. (0.60 m en pasajes peatonales); los colectores de aguas lluvias se ubicarán al centro de las vías con una separación horizontal mínima igual a la anterior con relación a los acueductos y alcantarillados.

La red de alcantarillados se proyectará de manera que todos los colectores queden debajo de los acueductos con una separación mínima libre de 20 cms. Las intersecciones de alcantarillados de aguas negras con colectores de aguas lluvias tendrán una separación vertical mínima de 15 cm libres.

Las zanjas de alcantarillado no podrán utilizarse para asentar ningún otro tipo de tuberías.

2.2.5 Aguas residuales

Estas pueden ser definidas como aquellas aguas que por medio del uso del hombre pueden ser peligrosas y dañinas y que por lo tanto deben ser desechadas, ya que éstas contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos.

“Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006c, p. 4).

2.2.5.1 Componentes.

Las aguas residuales tienen componentes, los cuales son divididas en dos.

2.2.5.1.1 Microorganismos:

Dondequiera que hay alimento adecuado, suficiente humedad y una temperatura idónea, los microorganismos prosperan, las aguas negras proporcionan un ambiente ideal para una inmensa colección de microbios, sobre todo bacterias, más algunos virus y protozoarios. (...), la mayor parte de los microorganismos de las aguas residuales son inofensivos y se pueden emplear en procesos biológicos para transformar materia orgánica en productos finales estables. No obstante, las aguas negras también pueden contener patógenos (organismos causantes de enfermedades) provenientes de los excrementos de personas con enfermedades infecciosas susceptibles de transmitirse en el agua contaminada. Enfermedades bacterianas de transmisión por agua como el cólera, la tifoidea y la tuberculosis, o enfermedades virales como la hepatitis infecciosa, y la disentería causada por protozoarios, rara. Además de estos componentes químicos, la concentración de gases disueltos, en especial de oxígeno, y la concentración de iones hidrogeno (expresada como pH) son otros parámetros de interés en las aguas residuales (Henry & Heinke, 1999, p. 422).

2.2.5.1.2 Materia orgánica.

Las proteínas y carbohidratos constituyen el 90% de la materia orgánica de las aguas negras domésticas. Las fuentes de estos contaminantes biodegradables incluyen los excrementos y orina humanos, los residuos de alimentos de los fregaderos, el polvo y la suciedad procedente del baño y del lavado de ropa, más varios jabones, detergentes y otros productos de limpieza (Henry & Heinke, 1999, p. 424).

En las aguas residuales se puede encontrar materia orgánica, lo cual proviene de sobras de alimentos, sales minerales, heces, materiales vegetales y diferentes materiales químicos como los jabones y detergentes.

Para poder saber cuánta cantidad de materia orgánica que se cuenta en el agua, se tiene primeramente con dos métodos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y últimamente se está añadiendo el método de Carbono

Orgánico Total (COT). Estos tres métodos dan valor a la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica que se encuentra en el agua.

2.2.5.1.2.1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

La DBO da una idea de la concentración de materia orgánica biodegradable, y se calcula a partir de la medida de la disminución de la concentración de oxígeno disuelto, después de incubar una muestra durante un determinado periodo de tiempo (habitualmente 5 días, DBO₅). La medida debe hacerse en la oscuridad para evitar la producción fotosintética de oxígeno, y manteniendo un pH de 7-7,5. Las unidades de la DBO son mg de O₂ L⁻¹. Un agua residual urbana tiene, en general, valores de BDO₅ entre 100 y 400 mg L⁻¹. (Doménech & Peral, 2006, p. 190)

“Es la cantidad de oxígeno consumido (durante 5 días en oscuridad y a una temperatura de 20 °C), para oxidar la materia orgánica presente en el agua por medio de procesos aerobios (biodegradación)” (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010, p. 84).

2.2.5.1.2.2. Demanda química de oxígeno (DQO).

La DQO es la cantidad de oxígeno que se requiere para realizar una descomposición química de la materia orgánica degradable como biodegradable en un periodo de tiempo de 3 horas.

La DQO corresponde a una oxidación química de las 93 sustancias oxidables que contiene la muestra. Se determina por medio de una valoración redox de la muestra con un oxidante químico fuerte, como es el dicromato potásico o permanganato potásico en medio ácido. La DQO se expresa, al igual que la DBO, en mg O₂ L⁻¹, es decir, en términos de la cantidad de oxígeno equivalente al oxidante químico gastado en la valoración. El valor de la DQO es mayor que el correspondiente a la DBO, puesto que el oxidante utilizado en la determinación es más fuerte que el oxígeno y por tanto oxida a un mayor número de sustancias. Un agua residual urbana presenta valores de DQO entre 250 y 1000 mg L⁻¹. Habitualmente se utiliza la relación DBO/DQO para estimar la biodegradabilidad de un agua residual; así, para relaciones DBQ/DQO superiores a 0,4 el agua puede considerarse

biodegradable, mientras que las aguas con relaciones DBO/DQO inferiores a 0,2 son básicamente no biodegradables. (Doménech & Peral, 2006, p. 190)

2.2.5.1.2.3. Carbono orgánico total (COT).

El carbono es imprescindible para todos los seres vivos. Circula de manera continua en el ecosistema terrestre. En la atmosfera existe una forma de dióxido de carbono que emplean las plantas en la fotosíntesis. Los animales usan el carbono de las plantas y liberan dióxido de carbono como producto de su metabolismo. El carbono orgánico total (COT) es un parámetro que permite medir la cantidad de materia orgánica biodegradable y no degradable presente en el agua. (Delgadillo et al., 2010, p. 86).

Otro parámetro que cada vez se utiliza más para caracterizar el grado de contaminación de las aguas residuales es el Carbono Orgánico Total (COT). Es un parámetro que mide la concentración de todas las sustancias orgánicas solubles contenidas en una muestra de agua. Se expresa en mg de C por L⁻¹ y se suele medir a partir de la combustión catalizada de una muestra filtrada de agua, de manera que todo el carbono orgánico se desprende como CO₂, el cual se mide por medio de un detector de IR. El valor del COT de un agua residual urbana esta normalmente comprendido entre 80 y 300 mg L⁻¹. (Doménech & Peral, 2006, p. 190)

a. Correlación entre las diferentes medidas del contenido de materia orgánica.

La posibilidad de establecer relaciones constantes entre los diferentes parámetros de medida del contenido en materia orgánica depende principalmente del tipo de agua residual y de su origen.... No obstante, para aguas domesticas brutas típicas, el cociente DBO5/DQO se halla en el intervalo 0.4-0.8, mientras que la relación DBO5/COT varía entre 1.0 y 1.6. (Metcalf & Eddy, 1995, p. 95)

b. Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales.

Hay aspectos que se deben de considerar al momento de diseñar estructuras de tratamiento de aguas residuales, pues éstas garantizaran que las aguas residuales

descargadas a los cuerpos que la recibirán no aporten en la degradación del medio ambiente como también la salud de las personas.

En la actualidad se cuenta con normas y leyes que ayudan a controlar el vertido de aguas residuales a estructuras que lo recibirán, lo cual es establecida por el MINAM. Dentro de las normas se cuenta con el Decreto supremo N° 003-2010-MINAM. En la que se establecen los parámetros máximos permitidos en las descargas de aguas residuales.

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente 1: (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento & MINAM, 2010, p. 2)
 Figura 1: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

2.2.5.2 Tipos de aguas residuales.

Las variedades de las aguas residuales derivan de su origen:

2.2.5.2.1 Aguas residuales de origen doméstico o aguas negras.

“Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas” (Espigares Garcia & Pérez López, 2003, p. 2).

2.2.5.2.2 Aguas residuales de origen industrial.

Proceden de los proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales (Espigares Garcia & Pérez López, 2003, p. 2).

2.2.5.2.3 Aguas residuales de origen agrícola.

“Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo” (Espigares Garcia & Pérez López, 2003, p. 2).

Este tipo de aguas no deben ser pasadas desapercibidas ya que estas aguas pueden ocasionar un alto grado de contaminación. Ya que aparte de contener sustancias que vienen en los vertidos de las aguas de origen agrícola, también contienen otros productos que son usados en los trabajos agropecuarios los cuales pueden ser fertilizantes, abono, estiércol, biocidas, etc. sí antiguamente los fertilizantes contenían elementos orgánicos, pero en la actualidad contienen elementos inorgánicos como es el sulfato, fosfato, nitratos, calcio, magnesio, etc. los cuales tiene mucha incidencia en la contaminación de las aguas.

2.2.5.2.4 Aguas blancas.

Pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración (Espigares Garcia & Pérez López, 2003, p. 2).

2.2.5.3 Caracterización de las aguas residuales.

Las caracterizaciones de las aguas residuales son las siguientes:

- Características Físicas.
- Características Químicas.
- Características Biológicas.

2.2.5.3.1 Características físicas.

“La característica física más importante del agua residual es su Contenido Total de Sólidos, los cuales comúnmente se clasifican en: suspendidos, disueltos y sedimentables. Otras características físicas son la temperatura, color y olor” (Cabrera et al., 2011, p. 55).

2.2.5.3.2 Características químicas.

Las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica, y los gases presentes en el agua residual. La medición del contenido de la materia orgánica se realiza por separado por su importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas (Cabrera et al., 2011, p. 55).

2.2.5.3.3 Características biológicas.

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano, y por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros microorganismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Debido a la importancia de las características biológicas de un agua residual, se hace necesario conocer los principales grupos de microorganismos que originan dichas características, estos grupos están conformados por bacterias, hongos, algas, protozoos, y virus (Cabrera et al., 2011, pp. 55-56).

2.2.5.4 Consecuencias causadas por las aguas residuales.

Para considerar como peligro a las aguas residuales, éstas deben de impedir o ser perjudicial para el uso normal del agua o cuando llegan a la fuente, productos que son nocivos para la salud. Las aguas residuales tienen efectos tóxicos en los animales y personas y más aún cuando se tiene como componentes metales pesados como son: mercurio, cadmio, aluminio, plomo, fluoruros, cianuros, compuestos fosforados, organismos patógenos, etc.

2.2.5.5 Niveles de tratamiento de las aguas residuales.

Para saber el nivel de tratamiento necesario de las aguas residuales dependerá del límite de vertido para el fluido. En la siguiente figura 2 se puede ver la clasificación respectiva para el tratamiento de las aguas residuales.

El tratamiento primario se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario, bien directamente o pasando por una neutralización u homogeneización. El tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales. En cuanto al tratamiento terciario su objetivo fundamental es la eliminación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos biológicos convencionales (Ramalho, 1990, p. 8).

CUADRO 1.2

Tipos de tratamiento de aguas residuales

<i>Tratamiento primario</i>
Cribado o desbrozo
Sedimentación
Flotación
Separación de aceites
Homogeneización
Neutralización
<i>Tratamiento secundario</i>
Lodos activos
Aireación prolongada (procesos de oxidación total)
Estabilización por contacto
Otras modificaciones del sistema convencional de lodos activos: aireación por fases, mezcla completa, aireación descendente, alta carga, aireación con oxígeno puro
Lagunaje con aireación
Estabilización por lagunaje
Filtros biológicos (péroladores)
Discos biológicos
Tratamientos anaerobios: procesos de contacto, filtros (sumergidos)
<i>Tratamiento terciario o «avanzado»</i>
Microtamizado
Filtración (lecho de arena, antracita, diatomeas...)
Precipitación y coagulación
Adsorción (carbón activado)
Intercambio iónico
Ósmosis inversa
Electrodialisis
Cloración y ozonización
Procesos de reducción de nutrientes
Otros

Figura 2 Niveles de tratamiento de aguas residuales
Fuente 2: Ramalho, 1990.

El tratamiento que se realiza a las aguas residuales antes de ser vertidas a la hidrosfera es fundamentado por procesos que ocurren naturalmente en el medio ambiente con una duración de tiempo largo, pero en esta ocasión el tratamiento se realiza de una forma intensiva ya que será de corto tiempo. “Así, los tratamientos que se aplican se basan en procesos de sorción, sedimentación, aireación, reacciones de precipitación y transformación química y biológica” (Doménech & Peral, 2006, p. 191).

Para los autores Xavier Doménech y José Peral, se cuenta con tres tipos de tratamientos.

2.2.5.5.1 Tratamiento fisicoquímico.

Consiste en un conjunto de procesos que, básicamente, persiguen la separación de fases. En primer lugar, se procede al desbaste, es decir, a la separación de sólidos grandes (tamaño superior a 1 cm).

Otras etapas son la sedimentación, separación por gravedad de partículas más finas, y la flotación, recogida de material menos denso que el agua (grasas, espumas, etc.). Las partículas coloidales se separan del agua, por medio de procesos de coagulación y floculación, en la etapa de clarificación, en la que se añaden productos (sales de Fe o Al y polielectrolitos) para favorecer su sedimentación. La filtración, a través de capas de material adsorbente (arena, alúmina, etc.), facilita la separación de las partículas sólidas. Otra etapa que se lleva a cabo en este tipo de tratamiento es la aireación, por medio de la cual se produce una eliminación de componentes volátiles; también se favorecen procesos de oxidación, en particular de metales pesados que forman partículas de óxidos sedimentables y se facilita la flotación de las sustancias poco densas. (Doménech & Peral, 2006, p. 191)

2.2.5.5.2 Tratamiento secundario o biológico.

Consiste en la eliminación de la materia biodegradable, tanto soluble como presente en forma coloidal. El tratamiento puede ser aeróbico o anaeróbico. En el primer tratamiento debe asegurarse que el agua residual esté saturada de oxígeno, de manera que se produzca la mineralización de los compuestos orgánicos biodegradables presentes por medio de la participación de microorganismos aerobios añadidos al agua residual. En el tratamiento anaerobio, los procesos suceden en ausencia de oxígeno y con la participación de microorganismos anaerobios, que dan lugar a la degradación de los compuestos orgánicos a compuestos más simples, siendo los productos principales CO₂ y CH₄, componentes mayoritarios del biogás resultante. Este biogás puede quemarse y obtener un rendimiento energético. Como resultado de estas operaciones se obtienen unos lodos que se decantan en un sedimentador secundario. (Doménech & Peral, 2006, p. 191)

2.2.5.5.3 Tratamiento terciario.

Este tratamiento se utiliza para eliminar los contaminantes que no han podido ser eliminados de forma eficaz mediante los tratamientos anteriores. Su aplicación y la extensión con la que se aplican los distintos procesos que forman parte de este tratamiento dependen mucho de la utilidad que se quiera dar al agua tratada.

Dependiendo del estado inicial del agua a tratar y de si el objetivo es verter el agua tratada a la hidrosfera, con los tratamientos fisicoquímico y biológico es suficiente. El tratamiento terciario consiste en la aplicación de procesos bastante específicos: la separación de compuestos orgánicos refractarios a través de su filtrado y adsorción con carbón activo o su eliminación por oxidación, utilizando distintos oxidantes, en particular a través de la generación in situ de radicales OH (Procesos Avanzados de Oxidación, PAOs); la eliminación química o biológica de nutrientes, como nitratos y fosfatos; la eliminación de sales disueltas por aplicación de técnicas de separación más intensivas (destilación, intercambio iónico, ósmosis, etc.) o más avanzadas, como la microfiltración o la ultrafiltración. (Doménech & Peral, 2006, pp. 191-192)

2.2.5.6 Elementos del sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises.

El tratamiento individual de aguas negras y grises a través de un sistema de fosa séptica está compuesto de tres elementos que son: Tanque séptico, trampa para grasa y sistema de infiltración. Para el caso del sistema de infiltración, existen tres opciones a seleccionar ..., los cuales son: Pozo de absorción, zanja de infiltración o campo de riego y zanja de arena filtrante (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009, p. 14).

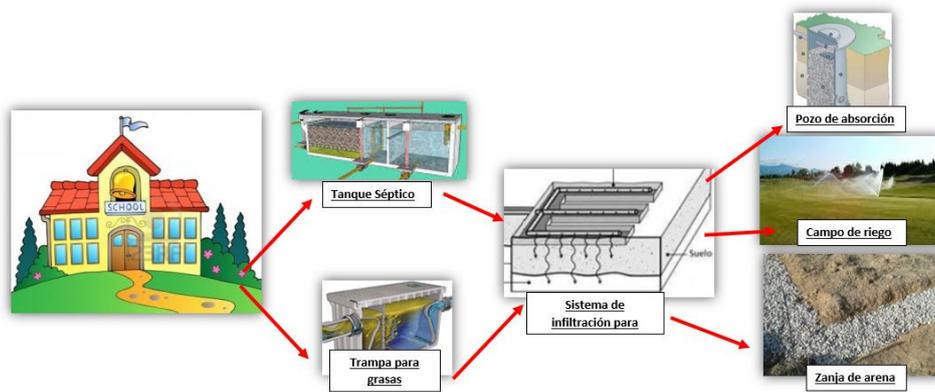


Figura 3 Elementos del sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises

2.2.6 Tanque séptico.

El tanque séptico es un método común para realizar tratamiento y eliminación de las aguas residuales, la cual puede ser utilizado en familias pequeñas como en instituciones grandes.

Se puede encontrar de varios materiales, como de concreto, PVC, polietileno, fibra de vidrio o de acero. Usualmente el tanque séptico se encuentra debajo del suelo, pero eso no significa que no haya accesibilidad, más al contrario si se tiene accesibilidad.

El tanque proporciona un tiempo de retención de los residuos de al menos 24 h en uno o dos compartimientos, con lo cual permite que los sólidos pesados (lodos) se sedimentan en el fondo del tanque y que el aceite y la grasa (la nata) suban a la superficie. Estos sólidos, que sufren solo una ligera compactación y descomposición anaerobia, se acumulan y deben extraerse a intervalos de tres a cinco años para mantener la capacidad de almacenamiento del tanque y la calidad del efluente. (Henry & Heinke, 1999, p. 482)

“El tanque séptico es una estructura de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales para su buena infiltración y estabilización en los sistemas de percolación que necesariamente se instalan a continuación”(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006a, p. 5).

El tanque séptico es la que recibe a las aguas negras que provienen de los servicios sanitarios de la edificación, realizando la separación de los sólidos de los líquidos.

La función que se realiza al interior del tanque séptico son las siguientes:

2.2.6.1 Tratamiento biológico.

Las aguas negras dentro del tanque se encuentran expuestas a la descomposición por efecto de las bacterias y de procesos naturales. Las bacterias que proliferan son del tipo anaeróbicas, las cuales se desarrollan en ausencia de aire es decir de oxígeno libre elemental. El tipo de descomposición que se lleva a cabo y que produce el tratamiento de aguas negras por condiciones anaeróbicas se denomina “séptico”. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009, p. 14)

2.2.6.2 Almacenamiento de sólidos y natas.

Los lodos se acumulan en el fondo del tanque, mientras que la nata flota hasta la superficie del líquido; los lodos y la nata deben ser digeridos a través del tiempo de retención en el tanque séptico reduciendo su volumen.(Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009, p. 15)

2.2.7 Pozo de absorción.

El pozo de absorción es un elemento opcional de infiltración. Es el elemento final de la fosa séptica, que recibe los líquidos provenientes del tanque séptico o trampa para grasa. El pozo de absorción permite el tratamiento de los líquidos a través de materiales pétreos como piedra, grava y arena, previo a la disposición final al cuerpo receptor (suelo).

Para mantener la verticalidad y buen funcionamiento del pozo de absorción se recomienda colocar el material filtrante de la siguiente manera:

- a) Del fondo del pozo de forma ascendente colocar una capa de arena limpia.
- b) Sobre la capa de arena colocar una capa de grava.
- c) De la capa de grava hasta 50 centímetros debajo de la caída del efluente colocar piedra cuarta.

El espesor de cada una de las capas a colocar dependerá de la profundidad del pozo. La distribución de las capas debe ser lo más equitativa posible en cuanto a su espesor. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009, p. 16)

El pozo de absorción o pozo de infiltración de manera resumida es. “Hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual sedimentada en el tanque séptico”(OPS, CEPIS, & 03.83 UNATSABAR, 2003, p. 5).

2.2.8 Zanja de infiltración.

Es un componente opción para la evacuación de aguas que provienen del tanque séptico y de la trampa para grasas.

Es usada. “Cuando las condiciones del lugar son óptimas y no hay amenaza para la calidad de las aguas subterráneas, usualmente la infiltración en el suelo es la mejor alternativa para el líquido que proviene de la caja de distribución”(García, Albarracin, Toscano, Santana, & Insuasty, 2007, p. 86).

Esta es una excavación larga y angosta realizada en el terreno para acomodar las tuberías de distribución del agua residual, para su siguiente infiltración en el suelo permeable. Para construir la zanja de infiltración son necesarios los siguientes materiales: gravas o piedras trituradas de granulometría variable comprendida entre 1.5 y 5 cm., tubería de PVC de 4” con juntas abiertas o con perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas. En la zanja de infiltración habrá por lo menos dos capas de grava limpia, la inferior tendrá un espesor mínimo de 0.15 mts constituida por material cuya granulometría variara entre 2.5 a 5 cm sobre ella se acomodarán los drenes. Rodeando los drenes se colocará otra capa de grava de 1 a 2.5 cm, la que cubrirá hasta una altura de por lo menos 5 cms. El resto de la zanja se rellenará con la tierra extraída de la excavación hasta alcanzar entre 10 a 15 cm de altura de encima de la superficie del suelo (camellón), para compensar el hundimiento del terreno causado por el asentamiento natural del mismo (Oficina Regional de Cajamarca, 2008, p. 14).

2.3 Definición De Términos

- Aguas residuales: Son las aguas derivadas de residuos domésticos o industriales que son recolectadas y transportadas en un sistema de alcantarillado.

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): El cual es un parámetro para medir la cantidad de dióxígeno que se consumirá al momento de degradar la materia orgánica en una muestra de agua.
- Demanda química de oxígeno (DQO): El cual es un parámetro para medir la cantidad de sustancias minuciosas a ser oxidadas por medio de uso de químicos que están disueltas en una muestra de agua.
- Solidos suspendidos totales (SST): Es la materia que queda retenido por un filtro de vidrio con poros de 0.45m, lo cual permanece al evaporar la muestra de agua entre 103°C y 105°C. Los SST afectan taponeando el suelo a causa de la suspensión, disminuyendo la infiltración e impidiendo la germinación de semillas de alguna planta.
- Nitrógeno Orgánico: El nitrógeno orgánico proveniente de la materia celular, la cual es encontrada en proteínas y en la urea.
- Fosforo Orgánico: Es un nutriente que tiene mucha importancia en el crecimiento y reproducción de microorganismos para la estabilización de la materia orgánica que se encuentran en las aguas residuales.
- Ph: Es la medición de actividad del ion hidrogeno. Es utilizado para ver la cantidad de acidez y alcalinidad del agua. Es importante saber este valor para los casos de tratamiento de aguas, pues afecta en el proceso de desinfección con cloro y está unido al fenómeno de corrosión en las redes de distribución.
- Coliformes fecales: Son bacterias instaladas en las aguas, las cuales pueden compararse con algunos patógenos acuáticos, pero no son tan persistentes como los virus y los protozoos.
- Altimetría: Aplica los métodos y técnicas para la representación del relieve del terreno.
- Caudal: Volumen de agua que fluye en una unidad de tiempo determinado.
- Colector: Tubería principal que recibe el caudal de laterales y subcolectores.

- Subcolector: O colector secundario, es la tubería que recoge las aguas provenientes de las tuberías laterales.
- Descarga: Punto de disposición final de las aguas transportadas por un sistema de alcantarillado.
- Dotación: Es la cantidad promedio de agua asignada a cada habitante, para satisfacer todos los consumos de los servicios de un día.
- Periodo de diseño: Tiempo durante el cual una obra determinada funcionara con eficiencia el servicio para el que fue diseñado.

Capítulo III

3. Materiales y métodos

3.1 Descripción Del Lugar De Ejecución

El lugar en la cual se ejecutará dicho proyecto será en la Institución Educativa N° 56215 Apachaco. Lo cual está ubicado en la comunidad campesina de Apachacco perteneciente al distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar en Cusco.

La comunidad de Apachacco está a una hora en automóvil, se encuentra a 15 minutos de la comunidad de Machu Punte a la cual se tiene acceso por dos carreteras, una proveniente directamente de Espinar la cual es solo de tierra, y la otra vía es proveniente del distrito de Coporaque. Apachacco está ubicado a una latitud de -14.87 y longitud de -71.5353.

3.2 Metodología

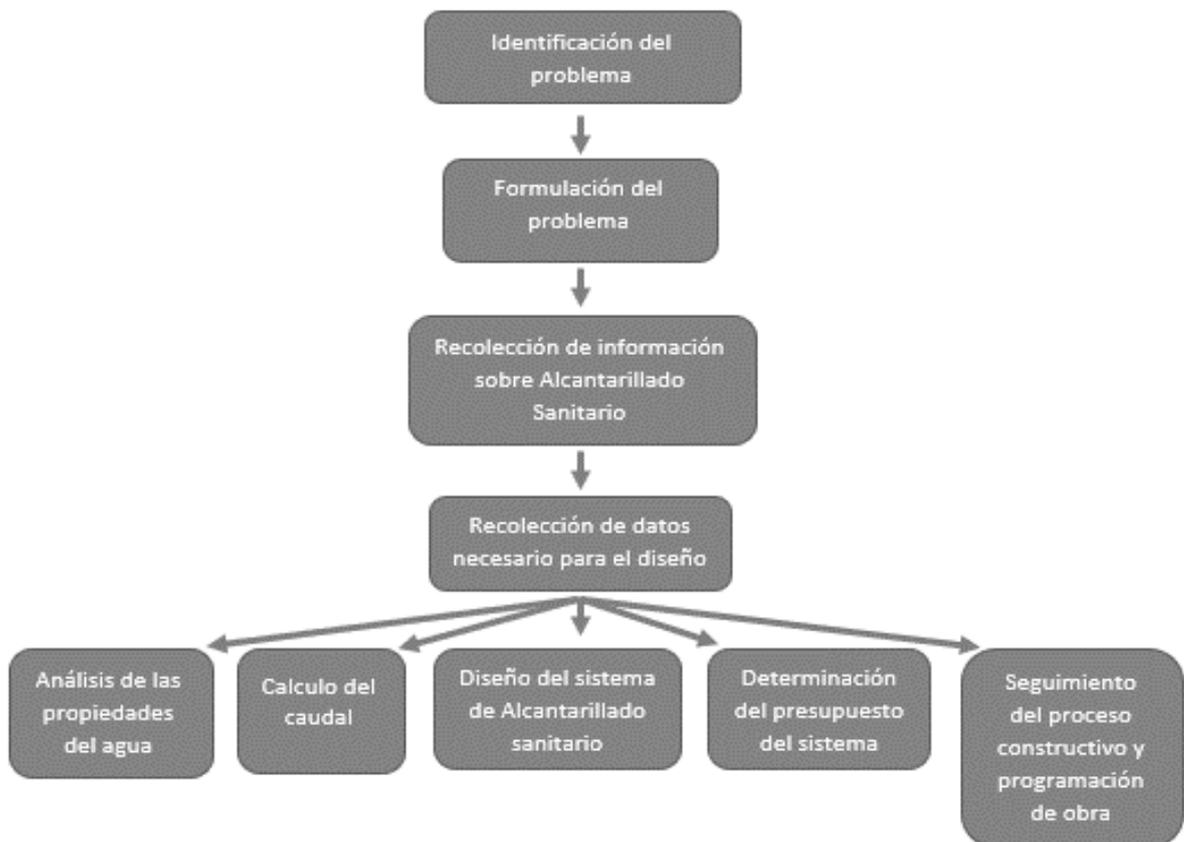


Figura 4: Metodología del proyecto

Fuente 3: Elaboración propia

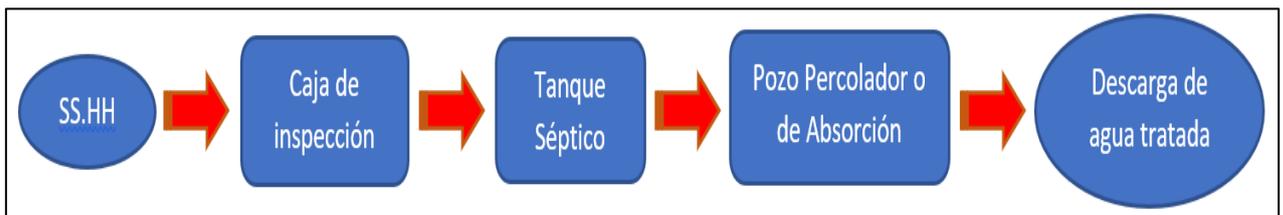
3.3 Población Y Muestra

La población será la institución Educativa N° 56215 Apachaco, la cual cuenta con 62 beneficiario entre docentes y alumnos. Y la muestra será de 59 alumnos que estudian en los niveles de inicial y primaria.

3.4 Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario De La I.E. N° 56215 Apachaco

El presente trabajo es de tipo aplicativo, pues se realizará la recolección de datos, pruebas, etc. los cuáles serán necesarios para la ejecución del proyecto de tesis.

3.4.1 Diagrama de flujo del sistema de alcantarillado sanitario.



Nota: 1 Diagrama de flujo

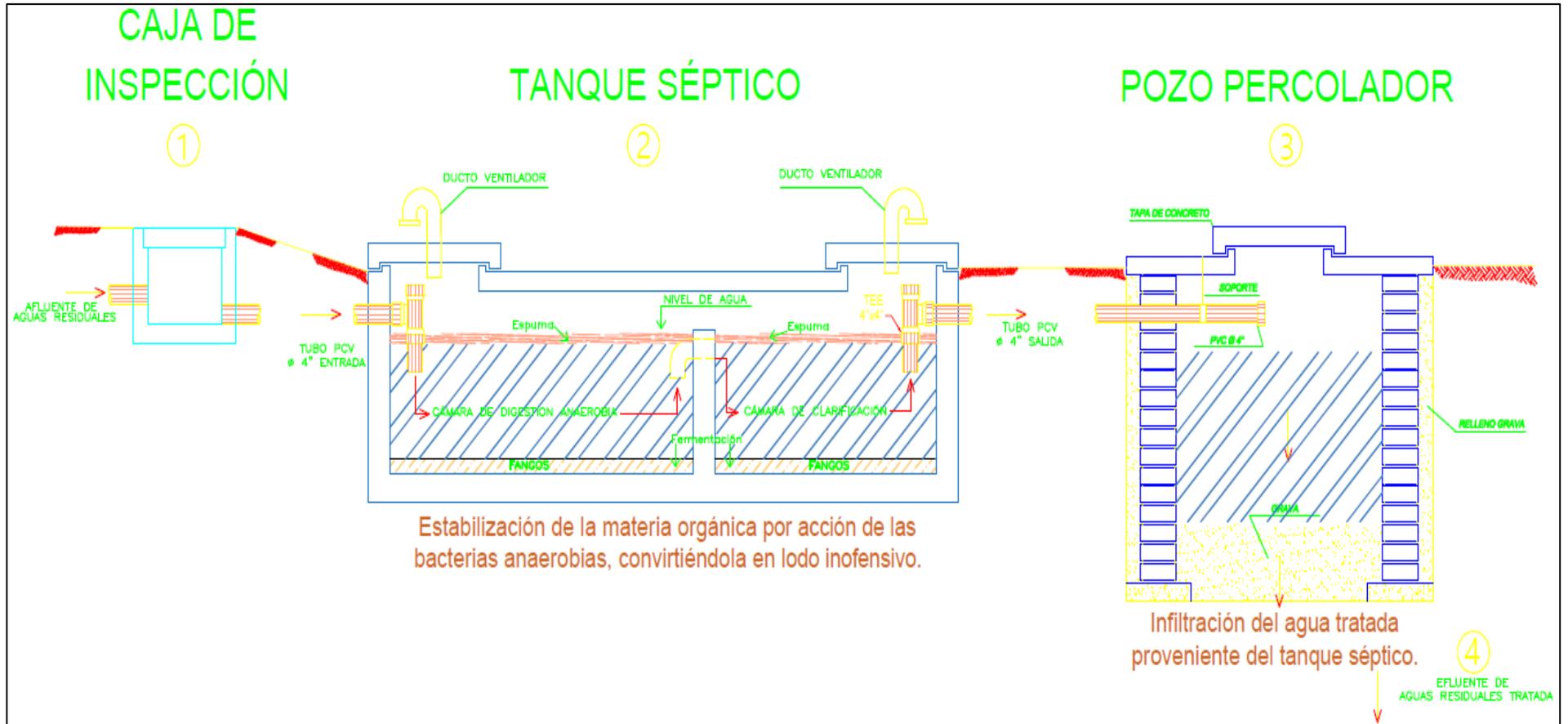


Figura 5: Diagrama de flujo del sistema de alcantarillado sanitario

Fuente 4: Elaboración propia

3.4.2 Componentes del sistema de alcantarillado sanitario.

En el rural normalmente no existen sistema de drenaje ni tratamiento para las aguas residuales.

Por lo tanto, para realizar un tratamiento de aguas residuales en el área rural, se debe conducir a una estructura de tratamiento y luego una vez tratada ser filtrada en el suelo.

3.4.2.1 Fosa séptica con pozo de absorción.

En este caso se construirá una caja de reunión, fosa séptica y un pozo de absorción. Ya que en este caso la institución cuenta con baño para damas y varones y cada una con duchas y lavatorios.

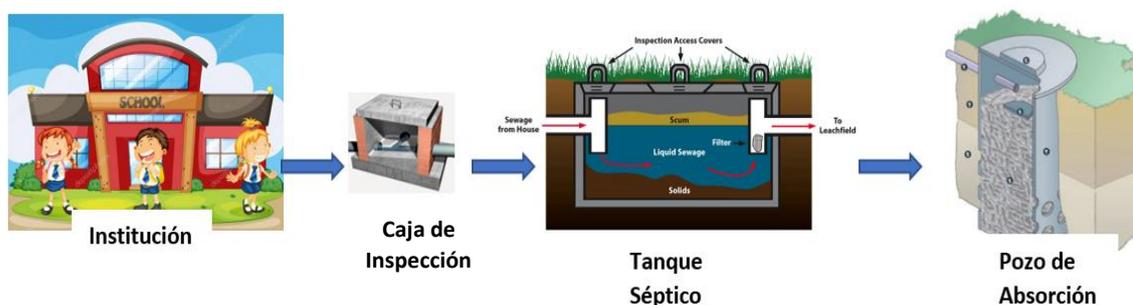


Figura 6: Componentes de Sist. Sanit. Alcantarillado

3.4.2.2 Cámara de inspección y/o caja de reunión.

Son elementos de concreto armado, los cuales cuentan con orificios y añadiduras para empalmes que sean necesarios con tuberías provenientes de aguas servidas, ya sean de concreto o PVC.

Estas son utilizadas para una fácil inspección de las instalaciones sanitarias que en algunos casos puedan estar bloqueadas y de ese modo evitar el libre flujo de la evacuación del agua.

Estos elementos pueden ser utilizadas en intersecciones, drenajes pluviales, cambios de dirección y otros.

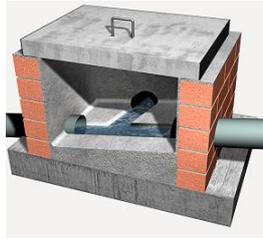


Figura 7: Cámara de inspección y/o caja de reunión

3.4.2.3 **Tanque séptico.**

La forma que tiene normalmente es la de un cajón rectangular que está enterrado y cerrado herméticamente.

El objetivo por la cual es diseñada es para la sedimentación y eliminación de elementos que yacen en la superficie (flotantes), el cual actúa como un digestor anaeróbico.

La función del tanque séptico es la de:

- Eliminar y digerir sólidos
- Tratamiento biológico
- Almacenar natas y lodos

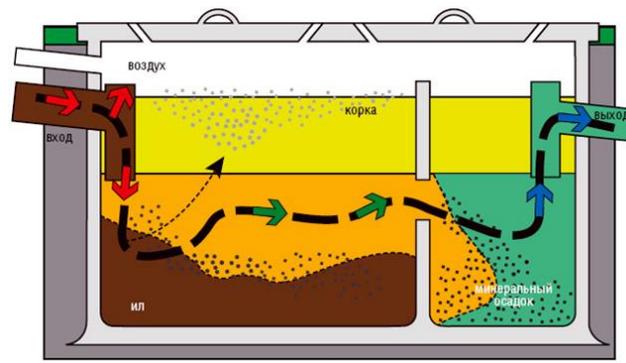


Figura 8: Tanque séptico

3.4.2.4 **Pozo de absorción o pozo de filtración.**

Es un hoyo que se excava en el suelo, el cual es relleno con piedras u otros materiales que faciliten la infiltración de las aguas residuales en el suelo. Normalmente es usado para evacuar las aguas residuales o también aguas pluviales.



Figura 9: Pozo de Absorción

3.4.3 Parámetros por considerar.

A partir del muestreo horario se conformarán muestras compuestas; todas las muestras deberán ser preservadas de acuerdo con los métodos estándares para análisis de aguas residuales. En las muestras compuestas se determinará como mínimo los siguientes parámetros:

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 5 días y 20°C;
- Demanda química de oxígeno (DQO);
- Sólidos totales y en suspensión incluido el componente volátil;
- Nitrógeno y
- Sólidos sedimentables.(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006c,

p. 16)

3.4.4 Disposiciones específicas para diseños.

Las cuáles serán consideradas:

- Levantamiento topográfico.
- Estudio de Suelos.
- Población beneficiada.
- Caudal de diseño.
- Ubicación y recubrimiento de tuberías.
- Cámaras de inspección.

3.4.5 Periodos de diseño.

Es importante saber que cuando se realiza el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, se debe determinar el tiempo que prestara eficazmente el proyecto su servicio, el periodo puede ser de 20 a 40 años, después de que se haya realizado el diseño.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomará un periodo de 20 años.

3.4.5.1 Población futura.

El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario debe ser adecuada a un funcionamiento eficaz por un periodo de diseño, por lo que se realizara una proyección a futuro de la población, lo cual determinara el aporte de caudales al sistema de alcantarillado sanitario al final del periodo de diseño. Para la estimación de la población se utilizó el método geométrico.

De acuerdo con el modelo geométrico: $P_F = P_o * (1 + r)^n$

Tabla 1: Cantidad de población

Años	Población
2018	60
2019	62

Fuente 5: Elaboración propia

Dónde: PF = Población futura

Po = Población actual

r = Porcentaje anual de incremento

n = tiempo en años

de la formula del método de interés simple obtendremos "r"

$$r = \frac{P_{(i+1)} - P_{(i)}}{P_{(i)}[T_{(i+1)} - T_{(i)}]}$$

$$r = \frac{62 - 60}{60(2019 - 2018)}$$

$$r = 0.033$$

Ahora que se obtuvo la tasa de crecimiento, procederemos a calcular la población futura.

$$P_F = P_o * (1 + r)^n$$

$$P_F = 62 * (1 + 0.033)^{20}$$

$$P_F = 118.685$$

$$P_F = 119 \text{ hab.}$$

Tabla 2: Factores demográficos

VARIABLE	VALOR
Población actual (habitantes)	62
Población futura (20 años) (habitantes)	119
Existencia y tipo de Alcantarillado (%)	0% en la zona del proyecto
Cobertura de agua potable (%)	0% en la zona del proyecto

Fuente 6: Elaboración propia

3.4.5.2 Levantamiento topográfico.

A) Planimetría

La planimetría es utilizada para localizar una red dentro de una zona específica en donde se va a realizar el proyecto. También sirve para ubicar puntos de importancia.

B) Altimetría

La altimetría se encarga de determinar la situación de los puntos del terreno sobre la vertical con respecto a la superficie de referencia.

Se denomina superficie de referencia a la superficie de nivel, la cual la fuerza de gravedad es la misma en todos los puntos de la superficie, y también son concéntricas a la tierra.

Tabla 3: Características del terreno

VARIABLE	VALOR
Área disponible (m ²)	7740.15 m2
Topografía (Adimensional)	Moderada
Profundidad del Nivel freático (m)*	4.50
Pendiente (%)	5 - 25

Fuente 7: Elaboración propia

* Dato obtenido de la calicata N° C-01 del estudio de suelos

3.4.5.3 **Suelos.**

Se debe tener conocimiento general del terreno, y hacer una evaluación de sus características.

Tabla 4: Características del suelo

VARIABLE	VALOR
Permeabilidad del suelo (Adimensional)	2
Velocidad de infiltración (mm/h)	4
Textura (Adimensional)	0.12
Tipo de Suelo (Adimensional)	SP

Fuente 8: Elaboración propia

3.4.5.4 **Caudal de contribución al alcantarillado.**

Será calculado con un coeficiente de retorno del 80% del caudal de agua potable consumida

3.4.5.5 **Determinación del caudal.**

Para determinar el caudal de las aguas residuales se realizarán diferentes cálculos de caudales aplicando varios factores.

a) Dotación

Ya que el sistema será implementado en una institución educativa, se tomará en consideración las dotaciones recomendadas en la norma A.040 Educación.

Tabla 5: Dotación de agua en Instituciones

Descripción	Dotación
Educación primaria	20 lt. x alumno x día
Educación secundaria y superior	25 lt. x alumno x día

Fuente 9: Norma A.040 Educación

b) Variaciones de consumo

Cuando el abastecimiento es por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo promedio diario anual de la demanda serán establecidas por las informaciones estadísticas que se pueda obtener.

Si en caso no se cuente con informaciones estadísticas, entonces se deberá considerar los siguientes coeficientes de acuerdo a la Norma OS.100 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2015, p. 2)

- Máximo anual de la demanda diaria: 1.3
- Máximo anual de la demanda horaria: 1.8 a 2.5

c) Caudal de contribución de alcantarillado

Para este aspecto se considerará el 80% de agua potable, que hace consumo las personas, pues este valor es la que ingresa al sistema de alcantarillado.

“... Debe ser calculado con un coeficiente de retorno © del 80% del caudal de agua potable”(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2009, p. 3).

d) Dimensionamiento hidráulico

Se debe de calcular los caudales inicial y final (Q_i y Q_f). De acuerdo a la norma OS.070 da a conocer que el valor mínimo del caudal a considerar es de 1.5 l/s.

las pendientes que se deben de cumplir para las tuberías son de auto limpieza y esta será con la utilización del criterio de tensión tractiva. Cada tramo deberá ser verificado por el criterio de tensión tractiva media (σ_t) que deberá tener como valor mínimo $\sigma_{t=1.0}$ Pa, para el caudal inicial (σ_i), que el valor correspondiente para el coeficiente de Manning será $n=0.013$. para hallar la pendiente mínima se utilizará la siguiente expresión, la cual es aproximada.

$$S_o min = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

Dónde: $S_o min$ = Pendiente mínima (m/m)

Q_i = Caudal inicial (L/s)

$$S_o min = 0.0055 * 1.5^{-0.47}$$

$$\mathbf{S_o min = 0.0045 m/m}$$

Para el cálculo hidráulico se recomienda la fórmula de Manning.

Las tubería y accesorios que se van a utilizar deberán de cumplir con las normas técnicas vigentes.

La pendiente admisible máxima correspondiente a una velocidad final será de $V_f=5$ m/s; si en alguna situación es superada entonces deberá sustentarse.

La velocidad critica se hallará con la siguiente expresión:

$$V_c = 6 * \sqrt{g * R_H}$$

Dónde: V_c = Velocidad critica (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

R_H = Radio hidráulico (m)

$$V_c = 6 * \sqrt{9.81 * 0.05 m}$$

$$\mathbf{V_c = 4.20 m/s}$$

e) Factor de Harmond

Llamado también como factor de flujo instantáneo, el cual se encarga de regular un valor máximo de aportes por uso doméstico, determinando un número de usuarios que harán uso del servicio o si añadirán artefactos sanitarios en usos simultáneos.

El cálculo se realiza por medio de la siguiente formula:

$$FH = \left[\frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \right]$$

Donde: **P = Población expresada en miles**

El valor del factor de Harmond es adimensional. Los valores en la que se puede encontrar son de 1.5 a 4.5, de acuerdo con la población que será servida. Cuyo valor disminuirá si la población aumenta y aumenta si la población disminuye.

$$FH = \left[\frac{18 + \sqrt{\frac{119}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{119}{1000}}} \right]$$

$$FH = 4.22$$

Para este proyecto obtuvimos FH=4.22, lo que indica que la población servida disminuye en las horas pico.

3.4.5.6 *Coeficiente de rugosidad.*

Desde varios años se cuenta con empresas que son encargadas de la fabricación de tuberías para uso de sistemas de alcantarillado sanitario, por lo tanto, estas empresas se encargan de realizar pruebas para determinar qué tan lisa o rugosa será la superficie interna de la tubería.

Las empresas que fabrican tuberías se rigen a los parámetros estipulados por las normas que regulan la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario.

3.4.5.7 Sección parcialmente llena.

En un sistema de alcantarillado sanitario las tuberías funcionan como canales abiertos, pues nunca funcionan a sección llena. Por lo tanto, el caudal de diseño nunca será mayor que el caudal de la tubería con sección llena.

Para el cálculo de la velocidad se utilizará la fórmula de Manning

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde: V = Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente de la tubería (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del tubo

donde
$$R = \frac{\text{área mojada}}{\text{perímetro mojado}} = \frac{A}{L_p}$$

A = Área mojada

L_p = Perímetro mojado

Se tomará la tubería de PVC de 4" de diámetro. Que expresada en mm es de 100mm de diámetro. Para saber R , se tendrá que saber el área mojada y el perímetro mojado de la tubería.

Para el perímetro mojado se utilizará la siguiente ecuación:

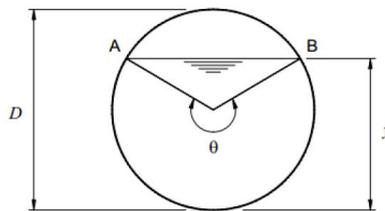


Figura 10: Cálculo de tubería parcialmente llena
Fuente 10: Hidráulica de tuberías y canales, Arturo Rocha

Cálculo del ángulo del perímetro mojado (θ):

$$\theta = 2 \cos^{-1}\left(1 - \frac{2y}{D}\right)$$

$$\theta = 2 \cos^{-1}\left(1 - \frac{2 * 0.05}{0.1}\right)$$

$$\theta = 3.1416 \text{ radianes}$$

Cálculo del área mojada (A):

$$A = \frac{D^2}{8} (\theta - \sin \theta)$$

$$A = \frac{0.1^2}{8} (3.1416 - \sin 3.1416)$$

$$A = 0.004m^2$$

Cálculo del perímetro mojado (Lp):

$$L_p = \frac{D * \theta}{2}$$

$$L_p = \frac{0.1 * 3.1416}{2}$$

$$L_p = 0.16m$$

Cálculo del Radio hidráulico (R):

$$R = \frac{A}{L_p} = \frac{0.004}{0.16}$$

$$R = 0.025 m$$

ya obtenido R, calcularemos la velocidad del flujo.

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.007} * 0.025^{2/3} * 0.0045^{1/2}$$

$$V = 0.82 m/s$$

Tabla 6: Valores del coeficiente n de Manning para distintos materiales

Material	Coeficiente "n" de Manning
Fundición revestida con mortero interior	0.011 – 0.014
Fundición sin revestir	0.012 – 0.015
Materiales plásticos (PVC, PE y PRFV)	0.006 – 0.010
Acero	0.010 – 0.011
Hormigón armado y pretensado	0.011 – 0.016
Hormigón vibro centrifugado	0.013 – 0.016
Gres	0.009 – 0.011
Hierro galvanizado	0.015 – 0.017
Fibro cemento	0.010 – 0.012

Fuente 11 : Infraestructuras Hidráulico-Sanitarias II. Saneamiento y drenaje urbano

3.4.5.8 Cámara de inspección.

Pueden ser las cajas de inspección, buzzoneas o buzones de inspección.

La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías. Para el caso de las tuberías principales la separación será de acuerdo a la siguiente tabla N° 7.(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2009, p. 7)

Para las dimensiones de la cámara de inspección se tomará en cuenta el RNE, de acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7: Geometría de buzones y buzonetas

DESCRIPCION	PROFUNDIDAD MINIMA (m)	PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)	DIÁMETRO (m)	ESPESOR DE FUSTE (m)	TIPO DE CONCRETO
BUZONETAS	0.6	1.19	0.6	0.15	SIMPLE
BUZONES	1.2	3	1.2	0.2	SIMPLE
	3	8	1.5	0.2	ARMADO

Fuente 12: RNE

Tabla 8: Diámetro nominal de tuberías

DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100-150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Fuente 13: OS.070

3.4.6 Cálculo y diseño del sistema.

3.4.6.1 Cálculo del caudal medio (Q_m).

Se tiene como dotación de agua 20 lt/alumno/día para estudiantes de nivel primario, de acuerdo a la norma A.040 Educación para el diseño del sistema.

Según la OS.070 Redes de aguas residuales, se considera el 80% del caudal de agua potable consumida.

$$Q_m = 119.00 \text{ almn} * 20.00 \text{ lt/almn/dia} * 0.8$$

$$Q_m = 1904.00 \text{ lt/dia}$$

$$Q_m = 0.022 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \text{ ó } 0.079 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

3.4.6.2 Caudal del diseño para el sistema de alcantarillado sanitario.

Según la OS.100, consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria, para el obtener el caudal de diseño se tendrá en consideración las variaciones de consumo:

máximo anual de la demanda diaria: $k_1 = 1.3$

máximo anual de la demanda horaria: $k_2 = 1.8 \text{ a } 2.5$

con los datos que se cuenta se procederá a calcular, el caudal diario total, caudal promedio diario futuro, caudal máximo diario futuro, caudal máximo horario futuro y caudal

de diseño final. Con este último se realizará el dimensionamiento de las tuberías de la red de alcantarillado.

Datos:

$$P = 119 \text{ almn}$$

$$\text{Dot} = 20.00 \text{ lts/almn/dia}$$

$$K1 = 1.3$$

$$K2 = 1.8$$

$$C = 80\%$$

- Cálculo del caudal diario total (Qdt)

$$Qdt = \text{Dot} * P$$

$$Qdt = 20.00 \text{ lts/almn/dia} * 119 \text{ almn}$$

$$Qdt = 2380.00 \text{ lts/dia}$$

- Cálculo del caudal promedio diario futuro (Qpdf)

$$Qpdf = \frac{Qdt}{86400}$$

$$Qpdf = \frac{2380.00 \text{ lts/dia}}{86400}$$

$$Qpdf = 0.028 \text{ lts}$$

- Cálculo del caudal máximo diario futuro (Qmdf)

$$Qmdf = Qpdf * k1$$

$$Qmdf = 0.028 \text{ lts} * 1.3$$

$$Qmdf = 0.036 \text{ lts}$$

- Cálculo del caudal máximo horario futuro (Qmhf)

$$Qmhf = Qmdf * k2$$

$$Qmhf = 0.036 \text{ lts} * 1.8$$

$$Qmhf = 0.065 \text{ lts}$$

- Cálculo del caudal final (Qf)

$$Qf = Qmhf * c$$

$$Qf = 0.065 \text{ lts} * 0.8$$

$$Qf = 0.052 \text{ lts}$$

3.4.6.3 **cálculo de cantidad de excretas.**

Según reglamento OS.100, 1.7 Volumen de contribución de Excretas. Las excretas por habitante y por día es de 0.20 kg. (0.20kg/día)

$$Exc = 0.20 \text{ kg} * 119.00 \text{ almn}$$

$$Exc = 23.80 \text{ kg/día}$$

3.4.6.4 **cantidad de % de excretas.**

Si el 100 % es 1904.00 lt/día, el porcentaje de excretas para 20.40 kg/día es de 1.07 %

3.4.6.5 **cálculo del caudal día. (Normas para el abastecimiento de agua, revisión 2004 NAACYII-2004)**

$$Qd = Qm * \frac{24h}{1\text{día}}$$

$$Qd = 0.022 \text{ lt/s} * \frac{24h}{1\text{día}}$$

$$Qd = 0.079 \frac{m^3}{h} = Qd = 1.90 \frac{m^3}{\text{día}}$$

3.4.6.6 **cálculo de caudal punta. (Normas para el abastecimiento de agua, revisión 2004 NAACYII-2004)**

Caudal que se demanda a las horas de gran consumo.

$$Qp = Qd \left(1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Qd}} \right)$$

$$Qp = 0.079 \text{ m}^3/\text{h} \left(1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{0.079 \text{ m}^3/\text{h}}} \right)$$

$$Q_p = 0.82 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.4.6.7 **coeficiente punta. (Normas para el abastecimiento de agua, revisión 2004 NAACYII-2004)**

El factor punta (C_p), representa a la razón que hay entre la caudal punta de las aguas residuales en el día de máxima producción sobre el caudal medio.

$$C_p = \frac{Q_p}{Q_m}$$

$$C_p = \frac{0.82 \text{ m}^3/\text{h}}{0.079 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$C_p = 10.38$$

3.4.6.8 **tabla de compuestos.**

Tabla 9: *Parámetros de compuestos para actividades*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	-	-	-
Sólidos Totales	mg/L	-	-	-
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 8.5		6.5 - 8.4
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGANICOS NO METALES				
Fosforo Total	mg/L	-		-
Nitrógeno Total	mg/L	-		-
ORGANICOS				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40		40
MICROBIOLOGICOS				
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 mL	1000	2000	1000

Fuente 14: D.S. 004-2017-MINAM, ECA

Tabla 10: Resultado de análisis de agua

Parámetros	Unidad de medida	Resultados
FÍSICOS-QUÍMICOS		
Solidos Totales Suspendidos	mg/L	28.7
Solidos Totales	mg/L	838
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	8.48
Temperatura	°C	21.1
INORGANICOS NO METALES		
Fosforo Total	mg/L	1.05
Nitrógeno Total	mg/L	0.622
ORGANICOS		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	7.98
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	15
MICROBIOLOGICOS		
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 mL	680

Fuente 15: Laboratorio CERPER

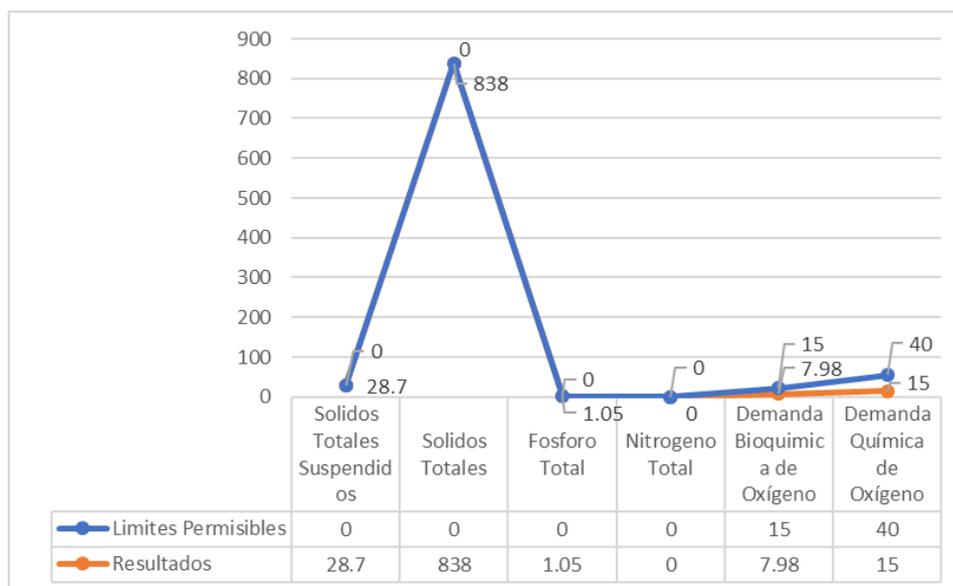


Figura 11: Límites Permisibles VS Resultados de Laboratorio

Fuente 16: Elaboración Propia

3.4.6.9 Porcentaje de remoción de aguas residuales

de acuerdo a la siguiente tabla establecida en la Norma OS.090. se tiene los porcentajes de remoción de aguas residuales lo cual ayudara a tener unos mejores resultados de tratamiento.

Tabla 11: Porcentaje de remoción de aguas residuales

Proceso de tratamiento	Remoción (%)		Remoción (ciclos log10)	
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helmintos
Sedimentación primaria	25-30	40-70	0-1	0-1
Lodos activados (a)	70-95	70-95	0-2	0-1
Filtros percoladores (a)	50-90	70-90	0-2	0-1
Lagunas aeradas (b)	80-90	©	1-2	0-1
Zanjas de oxidación (d)	70-95	80-95	1-2	0-1
Lag de estabilización (e)	70-85	©	1-6	1-4

Fuente 17: Norma Técnica OS.090 (D.S. N° 022-2009-VIVIENDA)

Para la remoción de DBO se considerará el % inferior, entonces será: 25%, entonces el DBO de salida será: $7.98 \times 25\% = 5.99$.

Para la remoción de SS se considerará el % inferior, entonces será: 40%, entonces el SS de salida será: $28.7 \times 40\% = 17.22$.

3.4.6.10 cálculo de demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Se calcula el valor máximo.

- $$\begin{aligned} \bullet \text{ Valor máximo DBO} &= \text{DBO} \times C_p \\ &= 7.97 \text{ g/m}^3 \times 10.38 \\ &= \mathbf{82.73 \text{ g/m}^3} \end{aligned}$$

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- $$\begin{aligned} \bullet \text{ Carga diaria DBO} &= \text{DBO} \times Q_d \\ &= 7.97 \text{ g/m}^3 \times 1.90 \text{ m}^3/\text{día} \times 0.001 \text{ kg/1g} \\ &= \mathbf{0.015 \text{ kg/día}} \end{aligned}$$

3.4.6.11 *cálculo de demanda química de oxígeno (DQO).*

Se calcula el valor máximo.

- **Valor máximo DQO** $= \text{DQO} \cdot \text{Cp}$
 $= 15.00 \text{ g/m}^3 \cdot 10.38$
 $= \mathbf{155.70 \text{ g/m}^3}$

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- **Carga diaria DQO** $= \text{DQO} \cdot \text{Qd}$
 $= 15.00 \text{ g/m}^3 \cdot 1.90 \text{ m}^3/\text{dia} \cdot 0.001 \text{ kg/1g}$
 $= \mathbf{0.029 \text{ kg/dia}}$

3.4.6.12 *cálculo de nitrógeno (N).*

Se calcula el valor máximo.

- **Valor máximo N** $= \text{N} \cdot \text{Cp}$
 $= 0.622 \text{ g/m}^3 \cdot 10.38$
 $= \mathbf{6.46 \text{ g/m}^3}$

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- **Carga diaria N** $= \text{N} \cdot \text{Qd}$
 $= 0.622 \text{ g/m}^3 \cdot 1.90 \text{ m}^3/\text{dia} \cdot 0.001 \text{ kg/1g}$
 $= \mathbf{0.001 \text{ kg/dia}}$

3.4.6.13 *cálculo de fosforo (P).*

Se calcula el valor máximo.

- **Valor máximo P** $= \text{P} \cdot \text{Cp}$
 $= 1.05 \text{ g/m}^3 \cdot 10.38$
 $= \mathbf{10.90 \text{ g/m}^3}$

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- **Carga diaria P** $= \text{P} \cdot \text{Qd}$
 $= 1.05 \text{ g/m}^3 \cdot 1.90 \text{ m}^3/\text{dia} \cdot 0.001 \text{ kg/1g}$

$$= 0.002 \text{ kg/día}$$

3.4.6.14 *cálculo de sólidos totales (ST).*

Se calcula el valor máximo.

- **Valor máximo ST** = $ST \cdot C_p$
= $838.00 \text{ g/m}^3 \cdot 10.38$
= **8698.44 g/m³**

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- **Carga diaria ST** = $ST \cdot Q_d$
= $838.00 \text{ g/m}^3 \cdot 1.90$
 $\text{m}^3/\text{día} \cdot 0.001 \text{ kg/g}$
= **1.59 kg/día**

3.4.6.15 *cálculo de sólidos en suspensión (SS).*

Se calcula el valor máximo.

- **Valor máximo SS** = $SS \cdot C_p$
= $28.70 \text{ g/m}^3 \cdot 10.38$
= **297.91 g/m³**

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- **Carga diaria SS** = $SS \cdot Q_d$
= $28.70 \text{ g/m}^3 \cdot 1.90 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 0.001 \text{ kg/g}$
= **0.055 kg/día**

3.4.6.16 *cálculos de sólidos sedimentables (SSD).*

Se calcula el valor máximo.

- **Valor máximo SSD** = $SSD \cdot C_p$
= $809.30 \text{ g/m}^3 \cdot 10.38$
= **8400.53 g/m³**

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- **Carga diaria SSD** = $SSD \cdot Q_d$

$$= 809.30 \text{ g/m}^3 \cdot 1.90$$

$$\text{m}^3/\text{día} \cdot 0.001 \text{ kg/1g}$$

$$= 1.54 \text{ kg/día}$$

3.4.6.17 cálculos de coliformes termo tolerantes (CTT).

Se calcula el valor máximo.

- **Valor máximo CTT** $= \text{CTT} \cdot \text{Cp}$

$$= 680.00 \text{ g/m}^3 \cdot 10.38$$

$$= 7058.40 \text{ g/m}^3$$

Por último, se calcula la carga diaria expresada en kg/día

- **Carga diaria CTT** $= \text{CTT} \cdot \text{Qd}$

$$= 680.00 \text{ g/m}^3 \cdot 1.90$$

$$\text{m}^3/\text{día} \cdot 0.001 \text{ kg/1g}$$

$$= 1.29 \text{ kg/día}$$

Tabla 12: Resumen de valores máximos y carga diaria en cada elemento de las aguas residuales.

Parámetros	Unidad de medida	Valores máximos	Unidad de medida	Carga diaria
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Sólidos Totales Suspendidos	g/m ³	297.91	Kg/día	0.055
Sólidos Totales Sedimentables	g/m ³	8400.53	Kg/día	1.54
Sólidos Totales	g/m ³	8698.44	Kg/día	1.59
INORGANICOS NO METALES				
Fosforo Total	g/m ³	10.90	Kg/día	0.002
Nitrógeno Total	g/m ³	6.46	Kg/día	0.001
ORGANICOS				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	g/m ³	82.73	Kg/día	0.015
Demanda Química de Oxígeno	g/m ³	155.70	Kg/día	0.029
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termo tolerantes	g/m ³	7058.40	Kg/día	1.29

Fuente 18: Elaboración propia

3.4.6.18 **diseño del tanque séptico.**

El diseño del tanque séptico está de acuerdo con la norma técnica IS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para el diseño del tanque séptico se debe contar con los siguientes datos iniciales:

$$q = 20.0 \text{ lt/almn/dia}$$

$$P = 119 \text{ almns}$$

q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales

P: Población servida

Para determinar el caudal de aporte unitario de aguas residuales se tomará de la tabla: *Tabla 5: Dotación de agua para instituciones según RNE (l/almn/dia)*. de acuerdo con los factores de Criterio de diseño se toma como "q" el valor de 20 lt/almn/dia. Para realizar el cálculo.

3.4.6.18.1 *periodo de retención hidráulica (IS.020 - 6.2).*

Para saber el tiempo de retención hidráulica para un tanque séptico se utilizará la fórmula que a continuación de muestra.

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

Dónde:

PR: Tiempo de promedio de retención hidráulica, en días.

P: Población Servida.

q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/almn.dia

El tiempo mínimo de retención hidráulico será de 6 horas.

$$PR = 1.5 - 0.3 * \log(119 * 20 \text{lt/almn} * \text{dia})$$

$$PR = 0.49 \text{ dias} = 11.76 \text{ horas}$$

El reglamento recomienda que la retención hidráulica mínima es 6 horas, en este caso se obtuvo un resultado superior a la recomendada, por lo que se tomara el valor obtenido

$$PR = 11.76 \text{ horas.}$$

3.4.6.18.2 volumen del tanque séptico (IS.020 – 6.3).

a) Para el cálculo del Volumen requerido para la Sedimentación VS, se calculará con la fórmula:

$$V_S = 10^{-3}(P * q) * PR$$

$$V_S = 10^{-3}(119 * 20\text{lt}/\text{hab} * \text{dia}) * 0.49 \text{ dia}$$

$$V_S = 1.17 \text{ m}^3$$

b) Para el cálculo del Volumen de almacenamiento de lodos Vd, se utilizará la fórmula:

$$V_d = Ta * 10^{-3}P * N$$

Dónde:

N: Es el intervalo deseado entre operaciones sucesivas de remoción de lodos, expresados en años.

El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año.

ta: Tasa de acumulación de lodos expresada en l/hab*año. Su valor se ajusta a la siguiente tabla.

Tabla 13: Tasa de acumulación de lodos

Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)	ta (l/h.año)		
	T ≤ 10 °C	10 < T ≤ 20 °C	T > 20 °C
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137

Fuente 19: Norma IS.020

Se tendrá consideración un intervalo “N” de 1 año para la remoción de lodos, la cual se obtiene de la tabla.

$$V_d = 65 * 10^{-3} * 119 * 1$$

$$V_d = 7.74 \text{ m}^3$$

c) Volumen de natas y espumas (IS 0.20 – 6.4)

$$V_{natas} = 0.7 \text{ m}^3$$

d) Volumen total

$$V_t = V_s + V_d + V_{natas}$$

$$V_t = 1.17 \text{ m}^3 + 7.74 \text{ m}^3 + 0.7 \text{ m}^3$$

$$V_t = 9.61 \text{ m}^3$$

Se considerará como volumen total = **10 m³**

3.4.6.18.3 dimensiones del tanque séptico (IS.020 – 6.4).

a. Profundidad del tanque séptico.

Para ello se considerará las siguientes profundidades:

- Profundidad libre (HL)= 0.3 m
- Espacio de seguridad = 0.15 m

Considerando el siguiente dimensionamiento rectangular:

Largo : 4.0 m

Ancho : 2.5 m

Área (A) : 10.0 m²

b. Profundidad máxima de espuma sumergida.

Es necesario considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la cual se obtendrá de la ecuación:

$$H_e = \frac{0.7}{A}$$

Donde A: Área superficial del tanque séptico, en m²

$$H_e = \frac{0.7}{10}$$

$$H_e = 0.07 \text{ m}$$

c. Profundidad mínima para la sedimentación.

Deberá existir una profundidad mínima de la zona de sedimentación, la cual comprenderá la superficie libre de espuma sumergida y la profundidad libre de lodos.

$$H_s = \frac{V_s}{A}$$

Donde:

A: Área superficial del tanque séptico

Vs: Volumen de sedimentación

Para esta fórmula, ya se tienen datos obtenidos:

$$V_s = 1.17 \text{ m}^3$$

$$A = 10.0 \text{ m}^2$$

Entonces se procede con reemplazar en la fórmula.

$$H_s = \frac{1.17 \text{ m}^3}{10.0 \text{ m}^2}$$

$$H_s = 0.117 \text{ m, se trabajara con } 0.12 \text{ m}$$

d. Profundidad libre de espuma sumergida.

La cual es la distancia entre la superficie interior de la capa de espuma y el nivel interior de la Tee o cortina del dispositivo de salida del tanque séptico y debe tener un valor mínimo de 0.1 m.

e. Profundidad libre de lodo.

Es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel interior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (H_o en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_o = 0.82 - 0.26 * A$$

Dónde:

H_o , está sujeto a un valor mínimo de **0.3 m**

f. Profundidad de espacio libre.

Debe de seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como $(0.1+H_o)$ con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s), se elige la mayor profundidad.

$$\begin{array}{l} (0.1+H_o) = 0.40 \text{ m} \\ \\ H_s = 0.12 \text{ m} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} (0.1+H_o) = 0.40 \text{ m} \\ \\ H_s = 0.12 \text{ m} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Se toma el} \\ \text{mayor,} \\ \text{entonces} \\ \mathbf{HI=0.40m} \end{array}$$

g. Profundidad de digestión y de almacenamiento de lodos.

Se cuenta con valores calculados anterior mente:

$$V_d = 7.74 \text{ m}^3$$

$$A = 10.0 \text{ m}^2$$

$$H_d = \frac{V_d}{A}$$

$$H_d = \frac{7.74 \text{ m}^3}{10.0 \text{ m}^2}$$

$$H_d = 0.77 \text{ m}$$

h. Profundidad total efectiva.

Es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos ($H_d=V_d/A$), la profundidad del espacio libre (HI) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (H_e).

Profundidad total efectiva: H_d+HI+H_e

$$H_T = H_d + H_I + H_e$$

$$H_T = 0.77 \text{ m} + 0.40 \text{ m} + 0.07 \text{ m}$$

$$H_T = 1.24 \text{ m}$$

Se adoptará una profundidad de **HT=1.30 m**

i. Se contará con una cámara de aire de 0.30 m de altura libre entre el nivel superior de las natas y la parte inferior de la losa de techo.

j. El fondo del tanque séptico contará con un pendiente de 2% la cual tendrá una orientación hacia el punto de ingreso de los líquidos.

k. El techo del tanque séptico deberá tener losas removibles y registros de inspección. El registro deberá ser de 150 mm de diámetro y se ubicará el centro de la cámara del tanque séptico.

l. El tanque séptico deberá ser de concreto reforzado.

3.4.6.19 **diseño de pozo de absorción.**

De acuerdo con la norma se realiza una inspección del terreno sobre el tiempo de infiltración para el descenso de 1cm, el cual se tuvo un tiempo de 3 minutos por lo que se estaría clasificando como un suelo apto para realizar uso de un pozo de absorción.

Tabla 14: Clasificación de los terrenos según resultado de prueba de percolación

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el descenso de 1cm.
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 a 12 minutos

Fuente 20: IS 0.20 - 7.1.1

El suelo es arena mal graduada SP. No se cuenta con pozos de agua, ríos y lagunas cerca del área donde se instalará el pozo.

Ya que se tiene el tiempo de infiltración de 3 minutos, se va a la curva para determinar la capacidad de absorción de suelo.

De acuerdo con la curva de capacidad de absorción del suelo se tiene el valor de **78 l/m²/dia**

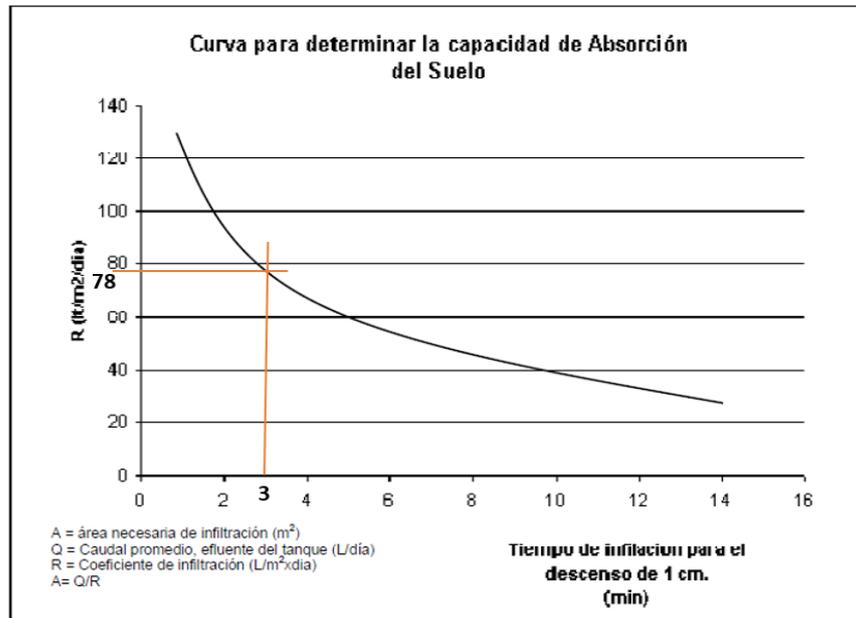


Figura 12: Curva para determinar la capacidad de Absorción del Suelo
Fuente 21: IS.020

El caudal efluente del tanque séptico será la dotación diaria en la institución educativa.

a. Dotación.

La dotación será de 2380 l/almn/día

Con una población de 119 personas

b. Entonces se obtiene el caudal promedio siguiente:

o Contribución unitaria de aguas residuales (q)

$$q = D * C$$

$$q = 2380 \text{ l/almn/día} * 80\%$$

$$q = 1904 \text{ l/almn/día}$$

o Caudal de aguas residuales (Q)

$$Q = \frac{P * q}{1000}$$

$$Q = \frac{119.00 \text{ almn} * 1904 \text{ l/almn/día}}{1000.00}$$

$$Q = 0.11 \text{ m}^3/\text{día}$$

o Valores obtenidos para el área de infiltración

Capacidad de absorción es : 78 l/m²/día

Factor de seguridad : 1.40
Coeficiente de infiltración (Ci) : 55.71 l/m2/dia
Área requerida para la infiltración (Ai)

$$Ai = \frac{Q}{Ci}$$
$$Ai = \frac{0.11 \text{ m}^3/\text{dia} * 1000}{55.71 \text{ l/m}^2/\text{dia}}$$
$$Ai = 1.97 \text{ m}^2$$

- o Diámetro útil del pozo (Dp) : 1.8m
- o Profundidad total requerida para pozos de absorción (Hp)

$$Hp = \frac{Ai}{\pi * Dp}$$
$$Hp = \frac{1.97 \text{ m}^2}{\pi * 1.8 \text{ m}}$$
$$Hp = 0.35 \text{ m}$$

c. Se considera el 60% del caudal efluente para realizar el cálculo de diseño de pozo percolador.

Q=1428.00 l/dia

R=78 l/m2/dia

d. Se procede a hallar el área de absorción:

$$A = \frac{Q}{R}$$
$$A = \frac{1428 \text{ l/dia}}{78.00 \text{ l/m}^2/\text{dia}}$$
$$A = 18.31 \text{ m}^2$$

e. Datos obtenidos.

Población de diseño: 119 habitantes

Coeficiente de absorción: 78.00 l/m2/dia

Diámetro de pozos: 1.80 m

Numero de pozos: 1.00 und

- Altura de pozo percolador

Se tendrá en consideración que, para el dimensionamiento del pozo percolador se tendrá que asemejar a un cilindro.

Radio : 0.9 m

Altura asumida : 3.24 m

Para encontrar la altura de diseño, se debe considerar que el área de absorción debe ser igual al área lateral del cilindro:

Área lateral : $2\pi * \text{Radio} * \text{Altura asumida}$

$$2\pi * 0.9 \text{ m} * 3.24 \text{ m} = \mathbf{18.31 \text{ m}^2}$$

Área de absorción: **18.31 m²**

La diferencia entre el área lateral y el área de absorción deberá ser cero. En este caso haciendo las iteraciones correspondientes para lograr el cero deseado, se obtuvo el valor de: Radio= 0.9m y altura asumida = 3.24 m, por lo que este último resultado se redondeará a 3.30 m. por lo que las dimensiones del Pozo percolador será:

Radio : 0.9 m

Altura : 3.30 m

3.4.6.20 *diseño del acero de refuerzo en tanque séptico*

para el diseño del acero se hizo uso del software de ingeniería Sap2000 V18.1.1. A continuación se muestra el proceso del diseño de refuerzo.

Se hizo el modelado del tanque, por lo que se realizó la distribución de las grillas en el Sap2000.

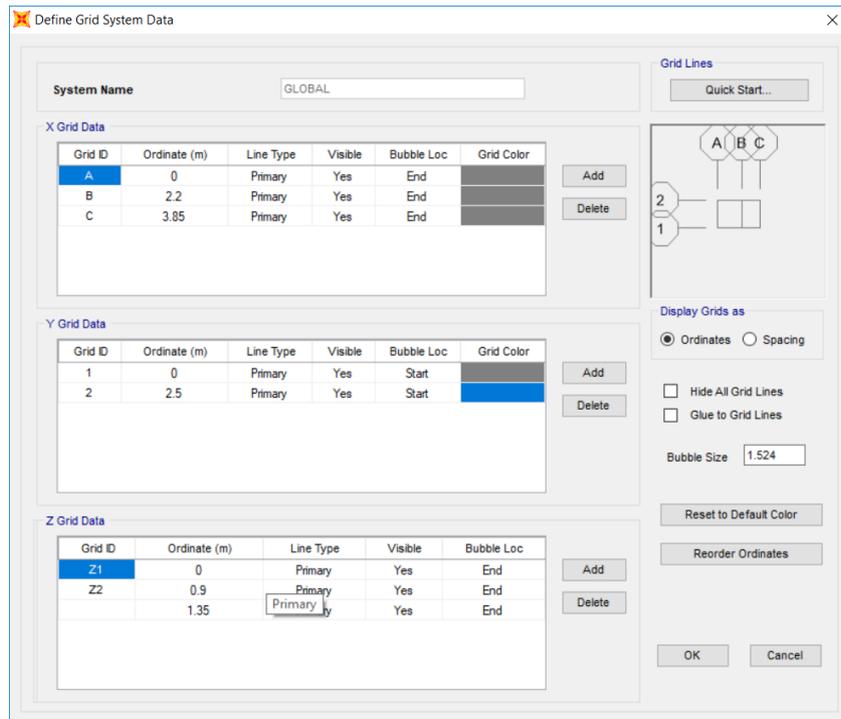


Figura 13: Modelado de grillas

Seguidamente se definió las secciones de áreas: piso, muro y techo.

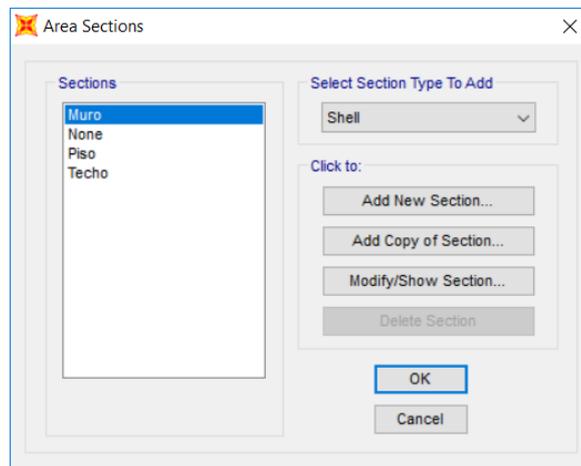


Figura 14: Definición de las secciones de áreas

Se definió los casos de cargas que serán consideradas para el análisis de la estructura.

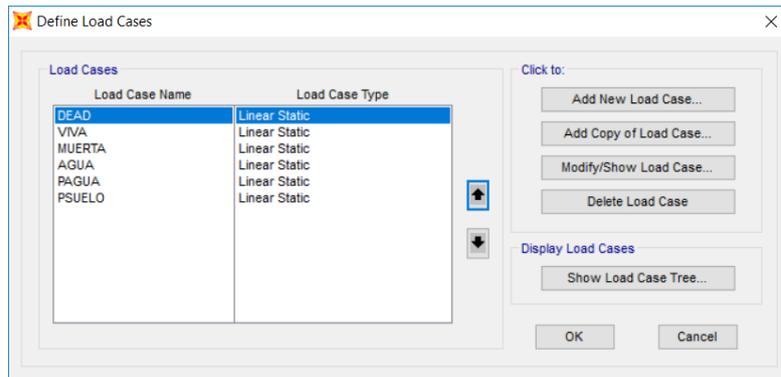


Figura 15: Definición de casos de cargas

Se realizó las combinaciones de cargas para la estructura.

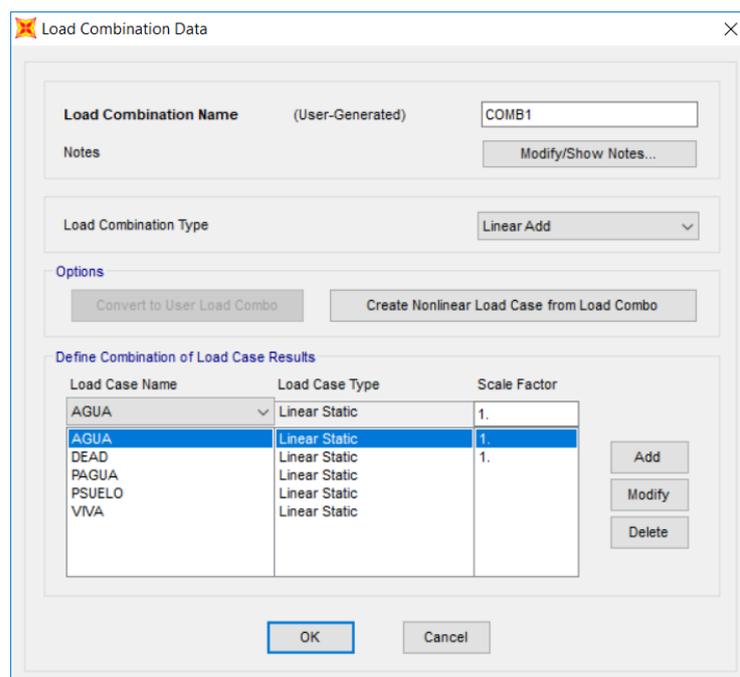


Figura 16: Combinación de cargas

Se hizo la división de las áreas para que cada elemento se comporte como un elemento finito. Esta división se realizará para cada elemento: piso, muro y techo.

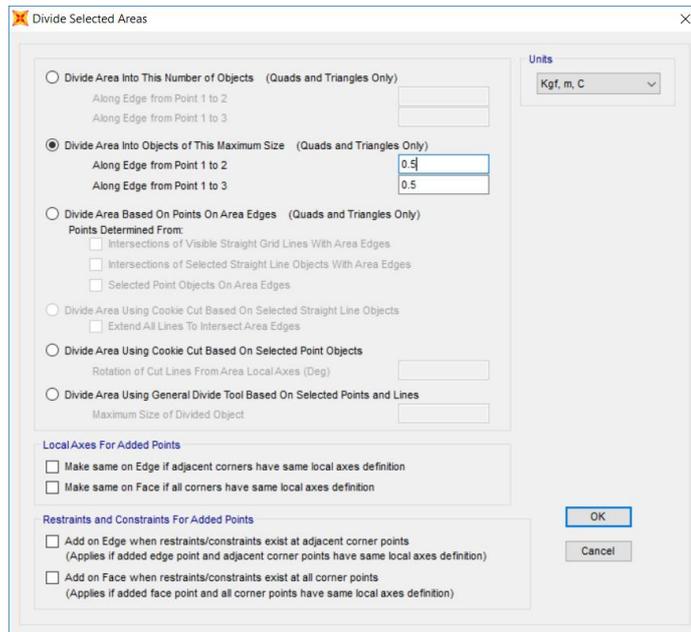


Figura 17: División del área de piso

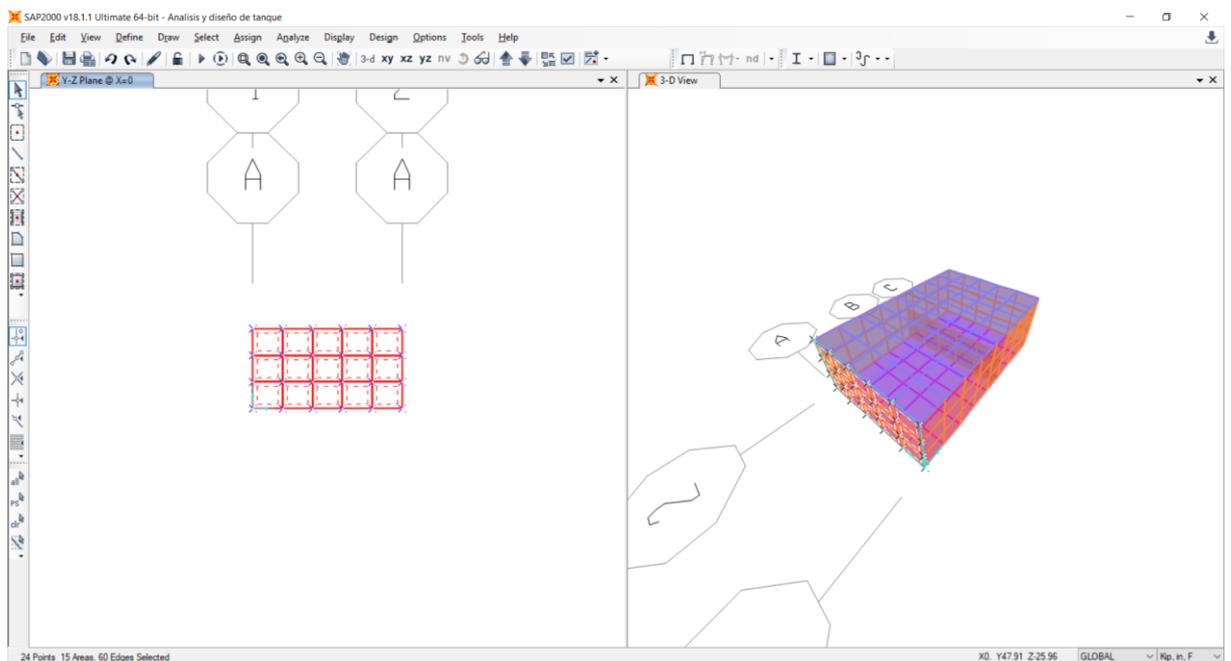


Figura 18: división completa en toda la estructura

Se asigna la carga tanto del agua como del suelo en la estructura.

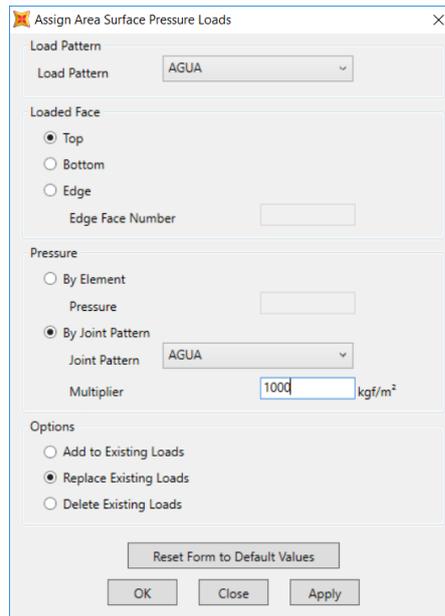


Figura 19:Asignación de cargas a la estructura

Se analiza la estructura con la información agregada al software para su análisis.

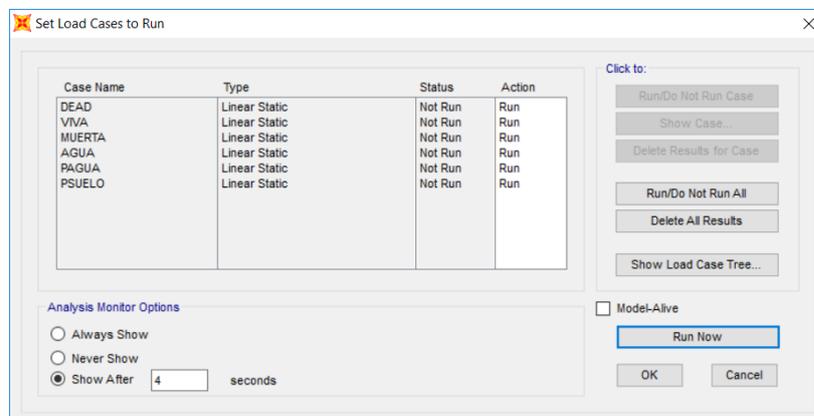


Figura 20: Análisis de la estructura

Se realiza la evaluación de los resultados obtenido y viendo el área de acero requerido para la estructura. De acuerdo a los resultados, se ve que para los muros el área de acero requerido máxima es: 0.248 cm², para piso es: 1.167 cm² y techo 0.668 cm². Por lo que el acero de refuerzo requerido será obtenido por la tabla en la cual nos muestra el área de acero respecto a su diámetro. Los detalles se muestran en anexo de planos.

		Peso (kg/m)	Diam. (mm)	Area (cm ²)	Perímetro (cm)
#2	¼"	0.25	6.35	0.32	2
3	3/8"	0.56	9.52	0.713	3
4	½"	1.00	12.7	1.27	4
5	5/8"	1.55	15.87	1.98	5
6	¾"	2.24	19.06	2.85	6
7	7/8"	3.04	22.22	3.88	7
8	1"	3.97	25.4	5.07	8
9	1"	5.06	28.65	6.45	9
10	1 1/8"	6.40	32.26	8.19	10
11	1 1/4"	7.91	35.81	10.06	11.2

Figura 21: Tabla de aceros utilizados para construcción
Fuente 22: Diseño en concreto armado ICG

Tabla 15: Acero requerido en tanque séptico

Componente	Área de acero requerido	Acero requerido
Piso	1.167 cm ²	1/2"
Muro	0.248 cm ²	3/8"
Techo	0.668 cm ²	3/8"

Fuente 23: Elaboración propia

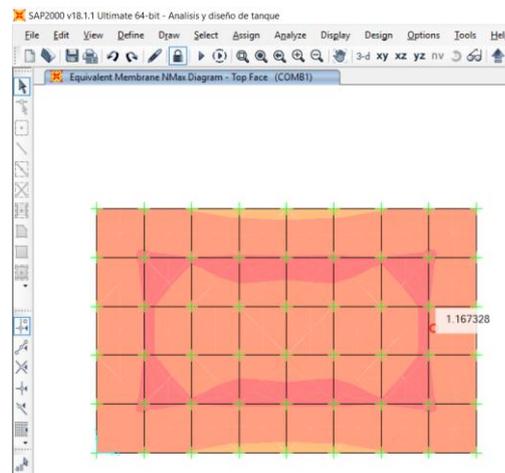


Figura 22: Área de acero requerido para el piso del tanque séptico

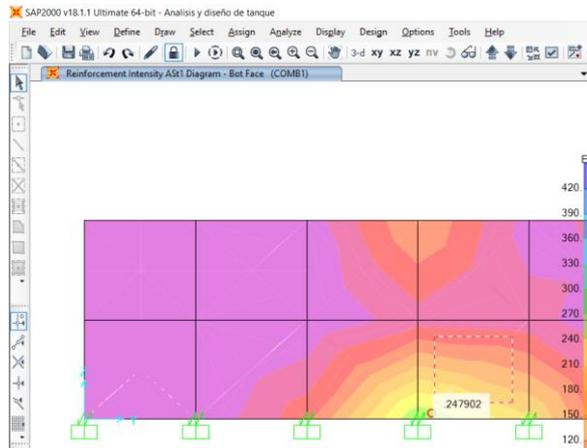


Figura 23: Área de acero requerido para el muro del tanque séptico

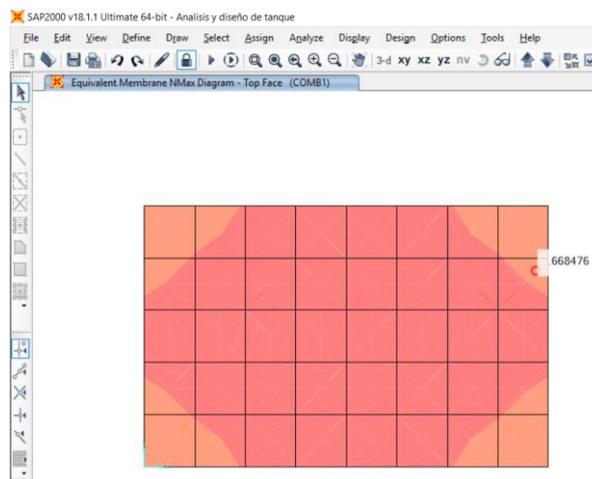


Figura 24: Área de acero requerido para el muro del tanque séptico

3.4.6.21 **Diseño de acero de refuerzo para el pozo percolador**

Al no tener mucha carga al momento de soportar las aguas tratadas, se considerada el uso del acero de 3/8", al ser el acero mínimo a utilizar. Por lo que no será necesario el diseño de acero para el pozo percolador, ya que el tanque séptico es de mayor capacidad y solamente se obtuvo un diámetro de acero de 1/2" para el piso y para los muros de 3/8", pues al ser de gran dimensión es por tanto necesita mayor refuerzo. En cambio, en el pozo percolador no se tendrá un piso de concreto armado. Por lo que se tomara a criterio el acero de 3/8" del muro del tanque séptico para el pozo percolador. Los detalles se muestran en anexo de planos.

3.5 Identificación de Variables

3.5.1 matriz de consistencia

Tabla 16: Matriz de consistencia. Implementación del Sistema de alcantarillado sanitario a la Institución Educativa N° 56215 Apachacco de la C.C de Apachacco

Objeto de estudio	Planeamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Diseño	Conceptos centrales
Implementación del sistema de Alcantarillado sanitario de la Institución Educativa N° 56125 Apachacco	General: * ¿En qué medida favorece implementar un Sistema de Alcantarillado Sanitario a la Institución Educativa N° 56215 Apachacco de la C.C de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar - Cusco?	General: * Diseñar el sistema de Alcantarillado sanitario de la Institución Educativa N° 56125 Apachacco teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y ambientales.	Hipótesis principal: * Si no se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario adecuado entonces se obtendrá contaminación y en consecuencia se adquirirán enfermedades que producirán desnutrición, lo cual perjudicará en la buena educación de los alumnos y docentes que laboran.	Variable Independiente: Implementación de sistema de alcantarillado sanitario. Variable dependiente: Calidad de vida.	Tipo: Descriptivo.	Sistema de alcantarillado sanitario. Aguas residuales. Tanque séptico. Pozo de absorción. Zanja infiltradora. Demanda bioquímica de oxígeno. Demanda química de oxígeno.
	Específicos: * ¿Cómo se evitará la adquisición de enfermedades causadas por la mala evacuación y tratamiento de las aguas residuales en la institución?	Específicos: * Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario	Derivadas: * El diseño del sistema de alcantarillado sanitario ayudara a evitar las enfermedades de la institución educativa.	Variable Independiente: Diseño del sistema A.S. Variable dependiente: Tratamiento de A.R.	Diseño: No experimental, transversal, descriptiva.	
	* ¿Cuál es la cantidad de DBO y DQO?	* Determinar la cantidad de DBO y DQO	* La cantidad de DBO y DQO en las aguas residuales son de consideración.	Variable Independiente: Determinación de DBO y DQO. Variable dependiente: Evitar contaminación y enfermedades.		
	* ¿Cuál será el presupuesto que demandará construir el sistema de alcantarillado sanitario?	* Determinar el presupuesto que demandara construir el sistema de alcantarillado sanitario.	* El presupuesto que demandará la construcción del sistema de alcantarillado sanitario será obtenido de acuerdo con el análisis de costos.	Variable Independiente: Presupuesto del proyecto. Variable dependiente: Gestión de fondos.		
	* ¿Cómo se podrá organizar las actividades y/o partidas necesarias para la ejecución de obra del sistema de alcantarillado sanitario?	* Realizar la programación de obra de acuerdo a los reglamentos establecidos vigentes.	*Una adecuada elaboración de la programación de obra garantizara un funcionamiento eficaz del sistema.	Variable Independiente: Programación de obra. Variable dependiente: Manejar calidad, tiempo y costo.		

Fuente 24: Elaboración propia

3.5.2 Operacionalización de variables

Tabla 17 Operacionalización de Variables

VARIABLES DE CALIBRACION	INDICADOR	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
TIEMPO	<ul style="list-style-type: none"> • CRONOGRAMA 	<ul style="list-style-type: none"> • DIAS (90) 	NUMERICA CONTINUA
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> • ESPECIFICACIONES TECNICAS • CERTIFICADOS DE CALIDAD 	<ul style="list-style-type: none"> • ADECUADOS • INADECUADOS 	NOMINAL DICOTOMICA
PROCEDIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • SEGÚN NORMA DE DISEÑO • SEGÚN EXPERIENCIA LABORAL 	<ul style="list-style-type: none"> • ADECUADO • INADECUADO 	NOMINAL DICOTOMICA
MANO CALIFICADA	<ul style="list-style-type: none"> • CERTIFICADOS DE CAPACITACION • GRADO DE ESTUDIOS 	<ul style="list-style-type: none"> • EFICIENTE • DEFICIENTE 	ORDINAL
ECONOMIA	<ul style="list-style-type: none"> • CUADRO COMPARATIVO COSTO/BENEFICIO 	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCTIVO • INPRODUCTIVO 	RAZON
NUMERO DE ENSAYOS	<ul style="list-style-type: none"> • CUADRO NUMERATIVO • NUMERO DE ENSAYOS 	<ul style="list-style-type: none"> • UNIDADES 	NUMERICA DISCRETA
VARIABLE EVALUATIVA	INDICADORES	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	<ul style="list-style-type: none"> • OPINION DE LOS BENEFICIARIOS 	<ul style="list-style-type: none"> • EFICIENTE • DEFICIENTE 	NOMINAL DICOTOMICA

Fuente 25 Elaboración Propia

3.6 Métodos E Instrumentos De Recolección De Datos

Los métodos e instrumentos que se utilizaran para la recolección de los datos son:

- Método de observación directa.
- Métodos matemáticos (aritmético y geométrico).
- Encuestas.
- Estudios demográficos previos.
- Análisis e interpretación de las estadísticas disponibles.

3.7 Tipo De Investigación

El tipo de investigación a la cual se basa este proyecto es de investigación descriptiva. En donde se describirá el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo con las normas a fines y de ese modo dar solución. También será aplicativo ya que, en primer lugar, se presentará el desarrollo de un procedimiento para describir las condiciones en la cual se encuentra la zona afectada por el problema a tratar en este proyecto. Posteriormente, tomando como referencia dicho procedimiento, se plantea el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado sanitario. (Rodríguez, 2005, p.77)

3.8 Diseño De Investigación

Se asume que esta investigación será de estudio cuantitativo, no experimental, transeccional y descriptiva. Los datos serán recolectados en un único momento y tiempo.

3.9 Formulación De Hipótesis

A) Hipótesis principal

Si no se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario adecuado entonces se obtendrá contaminación y en consecuencia se adquirirán enfermedades que producirán desnutrición, lo cual perjudicará en la buena educación de los alumnos y docentes quienes laboran.

B) Derivadas

○ Es evidente contar con características físicas, químicas y bacteriológicas en las aguas residuales, las cuales tendrán un alto nivel de contenido.

○ La cantidad de DBO y DQO en las aguas residuales son de consideración.

○ El presupuesto que demandará la construcción del sistema de alcantarillado sanitario será obtenido de acuerdo con el análisis de costos.

3.10 Materiales E Insumos

3.10.1 Recursos humanos

○ Docentes de la Institución educativa.

○ Investigador.

○ Docente asesor.

○ Personal de apoyo.

○ Otros.

3.10.2 Recursos materiales

○ Laptop.

○ Libros, tesis, artículos, etc.

○ Papel A4.

○ Útiles de escritorio.

○ Impresiones.

○ Cámara de fotos.

○ Movilidad para traslado.

○ Otros.

Capítulo IV

4. Resultados y Discusión

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el diseño como datos que son necesarios de ensayos para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, el cual como propuesta se da; tanque séptico y pozo percolador. Y también se discute sobre los resultados obtenidos.

4.1 Resultados

4.1.1 Resultados de ensayos en el laboratorio de suelos

En lo que respecta a la investigación de campo se ha ubicado convenientemente la calicata C-01, excavadas a cielo abierto a una profundidad promedio de 1.80 mts. De donde se extrajo la muestra inalterada para realizar los ensayos correspondientes de acuerdo a las Normas Técnicas de la Clasificación que rigen en nuestro país. En el manual de ensayos de Materiales E-M 2000. Con las que se determinaran sus características y propiedades físicas de las mismas.

El programa de trabajo realizado en este estudio ha consistido en:

- Reconocimiento de terreno.
- Recopilación de información.
- Ubicación y exploración de la calicata.
- Toma de muestra inalterada de la calicata.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Interpretación de los ensayos de campo y laboratorio.
- Elaboración del perfil estratigráfico.

4.1.2 Ensayos de laboratorio

Con la muestra extraído del terreno en donde se ubicará el tanque séptico y el pozo percolador se ha realizado los Análisis y Clasificación de los suelos en Laboratorio, de acuerdo a las Normas que nos rigen.

- Análisis granulométrico.
- Clasificación SUCS.
- Limite Líquido
- Limite Plástico.
- Ensayo de Corte Directo.
- Determinación de Angulo de Fricción.
- Determinación de Cohesión de Terreno.
- Determinación de Capacidad Portante del Terreno de Fundación.

Con los resultados obtenidos se realizó la clasificación de suelos mediante el método SUCS Según manual de Ensayos de materiales EM-2000 Y normas técnicas complementarias vigentes Norma técnica E-050 Suelos y cimentaciones.

4.1.3 Ubicación del punto de investigación

Se ubico el punto de investigación, forma tal que represente la totalidad del área a construir.

Tabla 18: Exploración de campo, Resumen

Pozo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Nº de Muestras Inalteradas	Observaciones	Capacidad Portante en Kg/cm ²	SUCS Estrato de Fundación
	Este	Norte					
C-01	227341.816	8354183.71	1.8	1	Ensayo Corte Directo	2.47	SP

Fuente 26: Elaboración propia

4.1.4 perfiles estratigráficos

Durante el trabajo de campo se realizaron las descripciones de los materiales encontrados en la calicata a cielo abierto, a partir de esta información y de los ensayos de laboratorio se obtuvo el perfil estratigráfico que se muestran a continuación.

El terreno en estudio presenta como material predominante, los Suelos de origen Glacial – fluvial, perteneciente al cuaternario reciente, los que incluyen porcentajes de arenas, finos limos, arenas y arcillas, entre mezclados con gravas y horizontes de alteración óxidos. Estos suelos en general se comportan permeables, de baja plasticidad y muy bien consolidados.

4.1.4.1 perfil estratigráfico de campo para la calicata c-01

Tabla 19: Perfil estratigráfico, Calicata C-01

COTA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION VISUAL
0.00		
0.05	E-01	Materialde relleno de color café con presencia de arcilla y restos de materiales solidos
0.10		
0.15		
0.20		
0.25		
0.30		
0.35		
0.40		
0.45		
0.50		
0.55	E-02	Arcilla con limos
0.60		
0.65		
0.70		
0.75		
0.80		
0.85		
0.90		
0.95		
1.00		
1.05		
1.10		
1.15		
1.20		
1.25		
1.30		
1.35		
1.40		
1.45		
1.50		
1.55		
1.60		
1.65		
1.70		
1.75	Nivel Freatico: Ninguno	
1.80		
1.85		
1.90		
1.95		
2.00		
2.05		

Fuente 27: Elaboración propia

Nota: De 0.00 a 0.20 mt, material superficial, compuesto por material de relleno y suelo orgánico, de color café con presencia de arcilla y restos de materiales sólidos.

De 0.20 a 1.80 mt, estrato compuesto por arena mal graduada compacta, con presencia de arenas limosas medias, relativamente duras de color marrón claro. Se aprecia horizontes gredosos duros de color naranja oscuro y presencia de alteraciones y óxidos. Nivel freático a 1.80 mt.

4.1.5 Nivel freático

En la zona de estudio se encontró el nivel freático a una profundidad que varía entre 1.80 mt., a 2.40 mt. Esta agua presenta dos orígenes.

Primero, al nivel de infiltración del terreno durante la época de lluvias (diciembre a marzo).

Segundo, a las infiltraciones subterráneas proveniente de lagunas artificiales como naturales que se encuentran cerca, en dirección sur, y que por pendiente aporta agua a la parte baja de la cuenca donde se encuentra el terreno en estudio. Por tanto, la formación hidrogeológica de la zona de estudio se comporta como un acuífero durante todo el año.

4.1.6 Análisis de ensayos de laboratorio

Tabla 20: Ensayos de mecánica de suelos

Tipos de Ensayos Realizados	
Ensayos	Norma
Análisis granulométrico	ASTM D 421-58
Limite liquido	ASTM D 4318
Limite plástico	ASTM D 4319
Clasificación: SUCS	ASTM D 2487
Corte directo	ASTM D 3080-72

Fuente 28: Elaboración propia

El resumen de los ensayos de suelos es como se detalla:

Tabla 21: Resumen de ensayos de suelos

Propiedades	C-01	Unidad
Humedad natural	29.35	%
Limite liquido	29.63	%
Limite plástico	33.71	%
Índice de plasticidad	-4.08	%
Clasificación: SUCS	SP	--
% Pasa malla N° 4	100	%
% Pasa malla N° 10	100	%
% Pasa malla N° 40	94.53	%
% Pasa malla N° 200	4.48	%

Fuente 29: Elaboración propia

4.1.7 Propiedades físicas y parámetros de comportamiento

Las propiedades físicas de los materiales del subsuelo del proyecto son determinadas a partir de los ensayos de laboratorio y de los ensayos de campo.

Tabla 22: Propiedades físicas y parámetros de ensayo en laboratorio

Estrato	C-01	Und
Material	Arena mal graduada compacta, con presencia de arenas limosas medias	--
Densidad natural húmeda	0.85	gr/cm3
Cohesión	2.47	kg/cm2
Angulo de fricción interna	46.1	(°)
Limite liquido	29.63	%
Índice de plasticidad	-4.08	%

Fuente 30: Elaboración propia

A continuación, se tiene los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos.

Tabla 23: Control de Humedad, calicata C-01, estrato E-02

CONTROL DE HUMEDADES DE ESTRATOS			
<u>HUMEDAD ESTRATO 02</u>			
Nro de Ensayo	1	2	3
Nro de Tara	T-013	T-037	T-038
Peso tara + suelo hum.	34.85	35.85	36.73
Peso tara + suelo seco	30.59	31.43	32.09
Peso del Agua	4.26	4.42	4.64
Peso de tara	16.04	16.41	16.27
Peso de Suelo Seco	14.55	15.02	15.82
Cont. Humedad	29.28%	29.43%	29.33%
Humedad Promedio	29.35%		

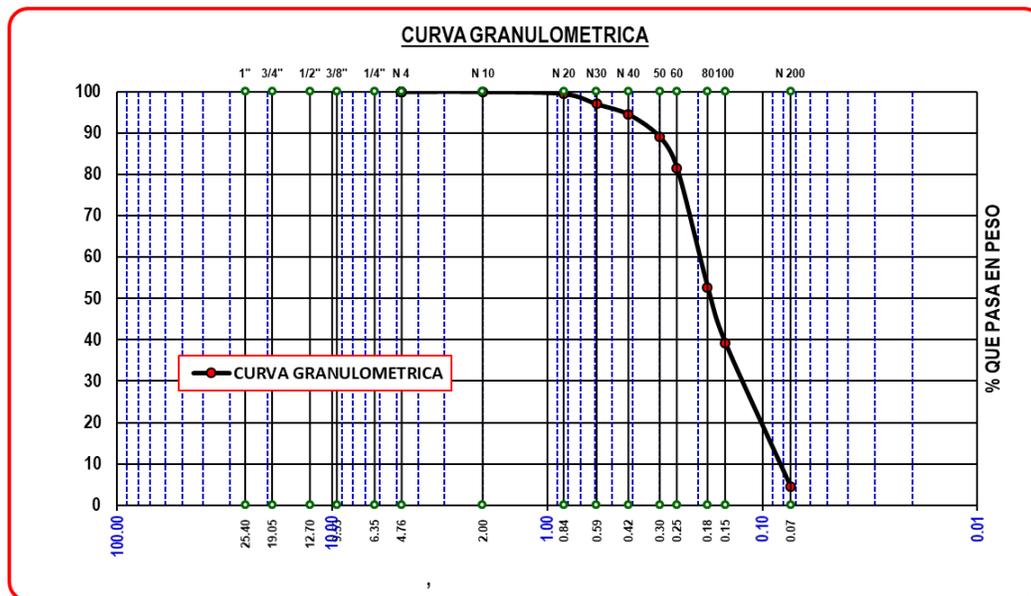
Fuente 31: Elaboración propia

Tabla 24: Análisis granulométrico, calicata C-01, estrato E-02

CALICATA: C1					
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.53				
1/4"	6.35				
No4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
No10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No20	0.84	1.00	0.50	0.50	99.50
No30	0.59	5.00	2.49	2.99	97.01
No40	0.42	5.00	2.49	5.47	94.53
No 50	0.30	11.00	5.47	10.95	89.05
No60	0.25	15.00	7.46	18.41	81.59
No80	0.18	58.00	28.86	47.26	52.74
No100	0.15	27.00	13.43	60.70	39.30
No200	0.07	70.00	34.83	95.52	4.48
BASE		9.00	4.48	100.00	
TOTAL		201.00			

Fuente 32: Elaboración propia

Tabla 25: Curva granulométrica, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02



Fuente 33: Elaboración propia

Tabla 26: Clasificación del suelo, límites y características granulométricas, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02

SP	Arena mal graduada	
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
Peso Inicial :	201.00 gr.	
Peso Lavado :	192.00 gr.	
Peso Perdido :	9.00 gr.	
LIMITES DE CONSISTENCIA		
Limite Liquido	29.63	
Limite Plastico	33.71	
Indice d Plasticidad	-4.08	
CARACT. GRANULOMETRICAS		
D10=	0.09	
D30=	0.13	
D60=	0.20	
CU=	2.27	
CC=	0.98	

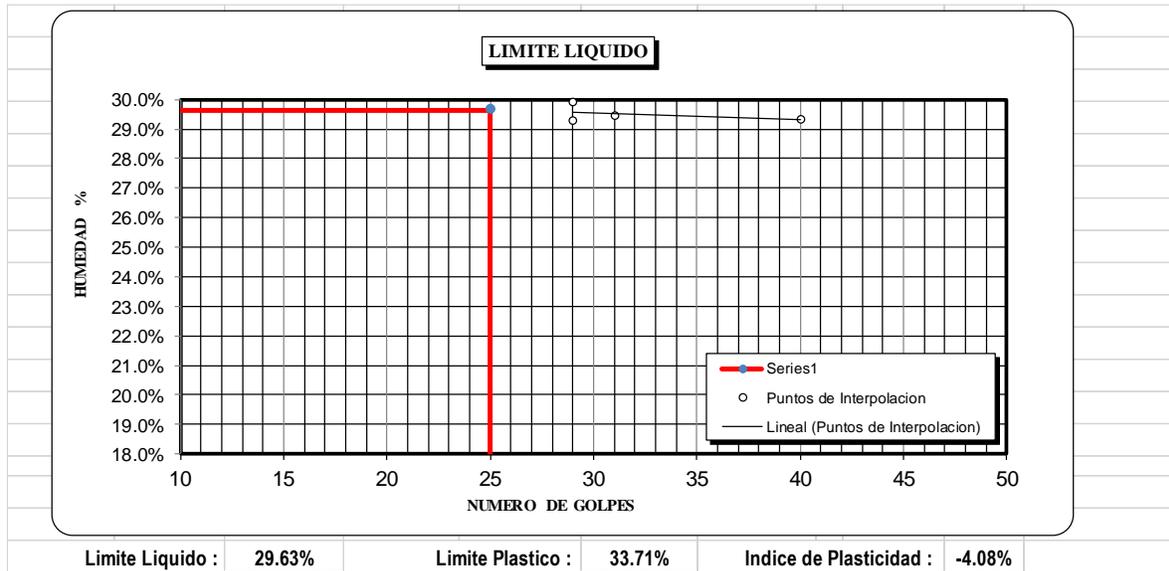
Fuente 34: Elaboración propia

Tabla 27: Límites de consistencia, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	01	02	03	04	01	02
Nro de ensayo						
Numero de Capsula	T-013	T-037	T-038	T-039	T-016	T-017
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)	34.85	35.85	36.73	34.79	23.22	22.99
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	30.59	31.43	32.09	30.43	21.58	21.30
Peso del Agua (gr)	4.26	4.42	4.64	4.36	1.64	1.69
Peso de Capsula (gr)	16.04	16.41	16.27	15.84	16.76	16.24
Peso de Suelo Seco (gr)	14.55	15.02	15.82	14.59	4.82	5.06
Contenido de Humedad (%)	29.28%	29.43%	29.33%	29.88%	34.02%	33.40%
Numero de Golpes	29	31	40	29		

Fuente 35: Elaboración propia

Tabla 28: Limite líquido, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02



Fuente 36: Elaboración propia

Tabla 29: Características de muestra para el ensayo de corte directo, muestra M-01, calicata C-01, estrato E-02

DATOS	ESPECIMEN 01	ESPECIMEN 02	ESPECIMEN 03
Altura (cm)	2.14	2.14	2.14
Area	36.00	36.00	36.00
Volumen (cm3)	77.04	77.04	77.04
Peso Anillo+Muestra(gr)	203.16	202.89	204.67
Peso Muestra (gr)	64.82	64.55	66.33
Densidad Nat. (gr/cm3)	0.84	0.84	0.86
Humedad (%)			
Esf. Normal (Kg/cm2)	0.22 Kg/cm2	0.89 Kg/cm2	0.44 Kg/cm2

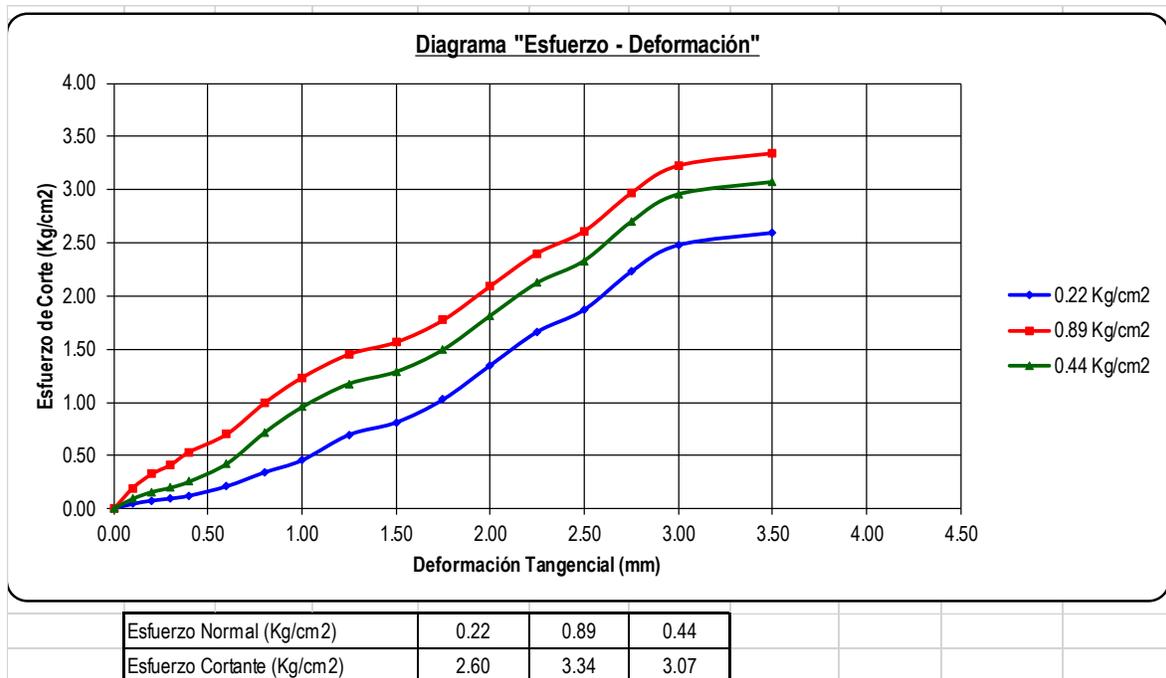
Fuente 37: Elaboración propia

Tabla 30 : Corte directo, muestra M-01

Deformación Tang. (mm)	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00
0.10	15.5	1.6	0.04	68.5	7.0	0.19	32.5	3.3	0.09
0.20	26.0	2.7	0.07	114.5	11.7	0.32	54.5	5.6	0.15
0.30	33.0	3.4	0.09	145.0	14.8	0.41	69.0	7.0	0.20
0.40	42.5	4.3	0.12	188.0	19.2	0.53	89.5	9.1	0.25
0.60	74.0	7.5	0.21	247.5	25.2	0.70	149.0	15.2	0.42
0.80	120.0	12.2	0.34	350.5	35.7	0.99	252.0	25.7	0.71
1.00	160.5	16.4	0.45	435.0	44.3	1.23	337.0	34.4	0.95
1.25	245.0	25.0	0.69	512.5	52.2	1.45	414.5	42.3	1.17
1.50	286.0	29.2	0.81	552.5	56.3	1.56	454.5	46.3	1.29
1.75	362.5	37.0	1.03	626.0	63.8	1.77	528.0	53.8	1.50
2.00	475.5	48.5	1.35	738.5	75.3	2.09	640.5	65.3	1.81
2.25	587.0	59.8	1.66	848.0	86.4	2.40	750.0	76.5	2.12
2.50	660.5	67.3	1.87	921.5	93.9	2.61	823.5	83.9	2.33
2.75	787.0	80.2	2.23	1048.0	106.8	2.97	953.0	97.1	2.70
3.00	875.5	89.2	2.48	1139.5	116.2	3.23	1044.5	106.5	2.96
3.50	916.5	93.4	2.60	1180.5	120.3	3.34	1085.5	110.7	3.07

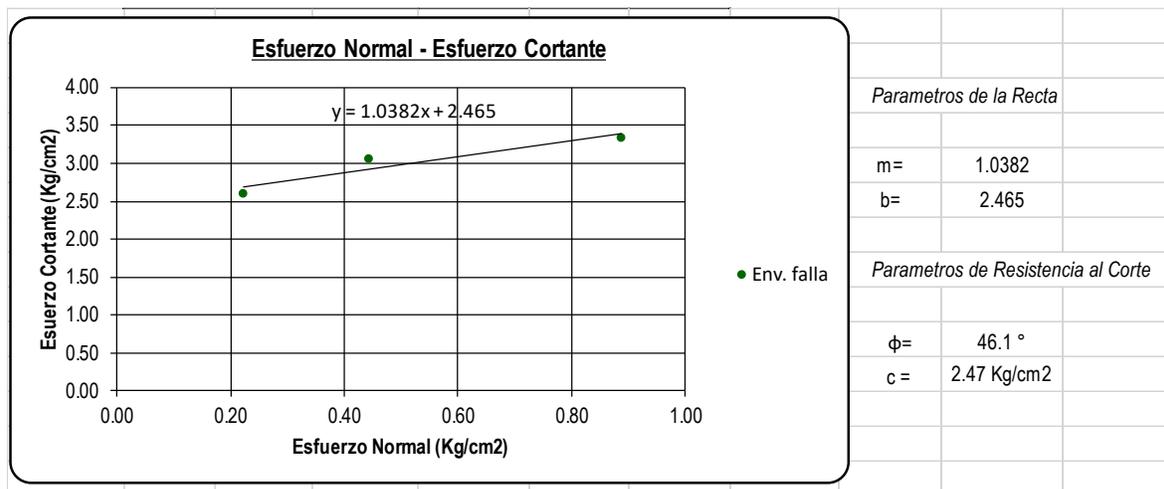
Fuente 38 : Elaboración propia

Tabla 31: Diagrama Esfuerzo-Deformación



Fuente 39: Elaboración propia

Tabla 32: Esfuerzo normal vs esfuerzo cortante



Fuente 40: Elaboración propia

4.1.8 Resultado de análisis de la muestra de agua en estudio

Tabla 33 : Resultados del análisis de la muestra de aguas residuales

		Estación de Muestreo	M-01
		Fecha y Hora de Muestreo	10/07/2019 16:40
		Tipo de Muestreo	Agua Residual
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados
Parámetros Físico - Químicos			
Sólidos Totales Suspendidos	2.5	mg/L	28.7
Sólidos Totales	2.5	mg/L	838
(*) pH	-	Unidades de pH a 25 °C	8.48
(*) Temperatura	-	°C	21.1
Parámetros Inorgánicos no Metálicos			
Fosforo Total	0.003	mg/L	1.06
Nitrógeno Total	0.01	mg/L	0.622
Parámetros Orgánicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	7.98
Demanda Química de Oxígeno	2.5	mg/L	15
Parámetros Microbiológicos			
Coliformes Termo tolerantes	1.8	NMP/100 mL	680

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Fuente 41: Elaboración laboratorio CERPER

4.2 Discusión

- Primero:

Realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y su respectivo tratamiento de aguas residuales teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y ambientales. De acuerdo con los resultados obtenidos se llega a la conclusión que si se puede realizar la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario, pues técnicamente es posible realizar el diseño por la estabilidad de la estructura, económicamente también pues no demanda mucho costo, ya que la estructura no es de gran envergadura y ambientalmente es factible porque los valores que se obtuvieron del análisis que se realizó mostraron niveles bajos, que al compararlo con los límites permisibles brindado en la normativa no necesitan de un tratamiento. Sin embargo, para evitar contraer alguna enfermedad se realizará el tratamiento respectivo.

- Segundo:

El diseño del sistema se hizo con datos obtenidos en campo, los cuales al tener una pequeña población afectada se obtuvo dimensiones pequeñas del tanque séptico y pozo percolador, por lo que económicamente es factible la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario a futuro.

- Tercero:

En la determinación de los componentes de DBO y DQO se pudo observar que solamente se cuenta con pequeña cantidad. Y al comparar con la tabla de la norma OS 090. No sería necesario el tratamiento, pues los valores que se obtuvieron DBO = 7.98 mg/l y DQO = 15.00 mg/l. pues el valor mínimo a tener en cuenta es de DBO = 15.00 mg/l y DQO = 40.00 mg/l. Pero con la planta de tratamiento se obtendría una mejor calidad de efluente hacia el medio ambiente.

- Cuarto:

El presupuesto que se obtuvo del sistema de alcantarillado sanitario es factible, pues no demanda mucho costo. Al ser de esa manera, es adecuado el invertir dinero para el bien de los niños que estudian en la institución educativa y la población adjunta en la planta de tratamiento, pues no perjudicará en nada sus propiedades colindantes y de esa forma seguir con su actividad principal, que es la agricultura y la crianza de animales.

Capítulo V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Primero:

El poder contar con el sistema de alcantarillado sanitario en la institución educativa, constituye como algo muy beneficioso en la salud y bienestar en los integrantes que serán beneficiados por el proyecto. Este sistema se encargará de desaparecer las aguas residuales, los cuales son desechos originados por los docentes y alumnos de la institución. Al igual que es beneficioso para la población estudiantil, también el uso de este sistema es beneficioso para evitar la contaminación del medio ambiente, en este caso la zona en la cual será implementada. Ayudando a que las actividades que se realizan en la zona puedan estar libres de toda contaminación que emana de los sistemas de alcantarillado.

- Segundo:

Al contar con el sistema de alcantarillado sanitario se podrá primero, evitar que las aguas residuales emanen a campo libre y así estas estén a fácil contacto de los alumnos y docentes y de esa forma contraer enfermedades. Segundo, pues con el sistema se podrá enviar las aguas residuales al tanque séptico y al pozo percolador y finalmente terminar en el medio ambiente pero ya tratado y sin riesgo de ocasionar enfermedades a cualquier poblador.

- Tercero:

De acuerdo al análisis de laboratorio realizado por la empresa CERPER Certificaciones del Perú S.A. Se obtuvo como resultado: 7.98 mg/L de DBO, 15.00 mg/L de DQO. Tomando estos resultados se realizó el cálculo para una población futura de 119 personas a un tiempo de 20 años, con lo que se obtuvo como valores máximos de: DBO 82.73 g/m³ y DQO 155.70 g/m³ y carga diaria de: DBO 0.015 kg/día y DQO 0.029 kg/día.

De acuerdo al reglamento OS.090, Plantas de tratamiento de aguas residuales, recomienda determinar como mínimo los siguientes parámetros: DBO, DQO, coliformes fecales (termo tolerantes), sólidos en suspensión, nitrógeno total. Con los resultados obtenidos por el laboratorio se hizo la comparación con la tabla del D.S. 004-2017-MINAM, ECA. Por lo que se observa que: el DBO obtenido es menor al de la tabla de D.S. 004-2017-MINAM, ECA los resultados son: 7.98 mg/L es menor al 15 mg/L en caso sea para riego de vegetales y también es menor al 15 mg/L en caso sea para bebida de animales, para el DQO se obtuvo 15 mg/L que es menor al 40 mg/L en caso sea para riego de vegetales y también es menor al 40 mg/L en caso sea para bebida de animales, para coliformes termo tolerantes se obtuvo 680 mg/L que es menor al 1000 mg/L en caso sea para riego de vegetales y también es menor al 2000 mg/L en caso sea para bebida de animales, para los sólidos suspendidos se obtuvo 28.7 mg/L para el cual el D.S. 004-2017-MINAM, ECA no especifica un valor mínimo ni para riego de vegetales como tampoco para bebida de animales, para el nitrógeno total se obtuvo 0.622 mg/L donde también el D.S. 004-2017-MINAM, ECA no especifica un valor mínimo ni para riego de vegetales como tampoco para bebida de animales, por lo tanto se podría decir que el agua afluente de la institución educativa no son dañinas, que no es necesario realizar un tratamiento de aguas para poder liberarlo al medio ambiente. Sin embargo, al contener mínimamente es bueno realizar un tratamiento de aguas para evitar alguna contaminación.

- Cuarto:

El presupuesto total necesario para la implementación del sistema de alcantarillado sanitario en la Institución Educativa de Apachacco, esta valorizado en S/. 21,642.58. Por lo que es un monto aceptable para invertir en una planta de tratamiento, pues ello ayudara a evitar que los niños, docentes y población cercana adquieran enfermedades.

- Quinto:

Para contar con un funcionamiento eficaz del sistema de alcantarillado sanitario, se debe realizar un correcto proceso constructivo, pues de ello dependerá la durabilidad de las estructuras instaladas. Y como una causal para la construcción es la programación de obra, por lo que la correcta realización de los trabajos según la programación de obra incrementará la eficacia de los trabajos realizados y el buen funcionamiento del sistema y lograr su función por la cual se implementará.

5.2 Recomendaciones

- Primero

En este trabajo solo se realizó el estudio y diseño de un sistema de alcantarillado sanitario conformado por un tanque séptico y pozo percolador, por lo que se recomienda a los egresados de la Universidad Peruana Unión, realizar una investigación con sistemas más complejos para poder realizar una comparación de eficiencia entre ambos componentes y evaluación del costo que demandara la construcción de ambos sistemas.

- Segundo

El diseño del tanque séptico y el pozo percolador fueron diseñados de acuerdo al reglamento nacional, se recomienda a los egresados de la Universidad Peruana Unión, poder investigar el diseño de estos componentes en otras ciudades de primer mundo, para así poder ver técnicamente si son más eficientes o no, si hay similitud, si cuentan con algunas otras mejoras que ayuden en el tratamiento de las aguas residuales y ver si otro tipo de tratamiento podría ser factible con respecto al presupuesto.

- Tercero

Para este proyecto solamente se realizó una toma de muestras de agua residual, también solamente se consideró 9 parámetros para el análisis de aguas residuales, por lo que se recomienda a los egresados de la Universidad Peruana Unión, realizar más tomas de muestras

de aguas residuales y realizar los análisis de acuerdo a la tabla del ECA 2017, para así poder ver si los resultados son menores como en los demás parámetros.

- Cuarto

Para la obtención de la capacidad portante del suelo en este proyecto solamente se hizo el ensayo de Corte directo en laboratorio, pero de acuerdo al tipo de suelo encontrado en la institución era necesario el hacer el ensayo de SPT in situ. Por lo que se recomienda a los egresados de la Universidad Peruana Unión, poder realizar el ensayo de SPT en los suelos de arena mal graduada mezcladas con pequeñas cantidades de arena limosa, arcillas. Ya que ayudara a obtener resultados más correctos para el diseño del sistema.

- Quinto

Para este proyecto solo se realizó el análisis de aguas residuales, ensayos de suelos y cálculos en forma descriptiva, con lo que solamente se puede obtener como ideal el diseño y el resultado del tratamiento de las aguas residuales mas no se podrá ver en ejecución pues el proyecto aún no se ejecutó. Por lo que se recomienda a los egresados de la Universidad Peruana Unión, cuando realicen un trabajo similar, puedan considerar la elaboración del proyecto, cálculos de las estructuras, ejecución del proyecto que es netamente la construcción de los componentes y la post evaluación de las propiedades y parámetros de las aguas residuales, si realmente el tratamiento está siendo adecuado y de esa forma lograr el objetivo del proyecto.

Referencias

- Cabrera, E., Castro, J. C., & Mendez, R. (2011). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias, y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del municipio de San Matias, departamento de la Libertad* (Universidad de el Salvador). Recuperado de [http://ri.ues.edu.sv/3947/1/Diseño del sistema de alcantarillado sanitario%2C aguas lluvias%2C y planta de tratamiento de aguas residuales para el area urbana del municipio de San Matias%2C departamento de la Libertad.pdf](http://ri.ues.edu.sv/3947/1/Diseño%20del%20sistema%20de%20alcantarillado%20sanitario%20C%20aguas%20lluvias%20y%20planta%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20para%20el%20area%20urbana%20del%20municipio%20de%20San%20Matias%20C%20departamento%20de%20la%20Libertad.pdf)
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales* (2010.^a ed.; Centro AGUA, Ed.). Recuperado de http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/depuracion_de_aguas_residuales_por_medio_de_humedales_artificiales.pdf%5Cnhttp://www.aguasresiduales.info/revista/libros/depuracion-de-aguas-residuales-por-medio-de-humedales-artificiales
- Doménech, X., & Peral, J. (2006). *Química ambiental de sistemas terrestres* (2006.^a ed.; X. Doménech & J. Peral, Eds.). Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Espigares Garcia, M., & Pérez López, J. A. (2003). Aguas residuales. composición. *Investigación USAL*, *1*, 22. Recuperado de http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- García, H., Albarracín, L., Toscano, A., Santana, N., & Insuasty, O. (2007). *Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera* (2007.^a ed.; H. Garcia, A. Toscano, & C. Baquero, Eds.). Recuperado de <http://www.panelamonitor.org/documents/519/guia-tecnologica-para-el-manejo-integral-del-siste/>
- Henry, G., & Heinke, G. (1999). *Ingeniería ambiental* (2a Ed.; P. E. Roig Vázquez, Ed.).

Recuperado de
[http://download.libgen.io/get/CFE1850B8BCDF14847D4D5327E5F8EC7/Mihelcic%2C
James_Zimmerman Julie-Ingenieria ambiental _ fundamentos%2C sustentabilidad%2C
diseno-Alfaomega Grupo Editor %282011%29.pdf](http://download.libgen.io/get/CFE1850B8BCDF14847D4D5327E5F8EC7/Mihelcic%2C%20James_Zimmerman_Julie-Ingenieria_ambiental_fundamentos%2C_sustentabilidad%2C_dise%20-%20Alfaomega_Grupo_Editor_%282011%29.pdf)

Metcalf & Eddy, I. (1995). *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización* (Tercera; I. Metcalf & Eddy, Ed.). Recuperado de
<https://app.box.com/s/j52tlh1101i6hxyhbn8nmorsf4dn3fxe>

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2009). *Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises* (2009.^a ed.). Recuperado de
http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/guias/GAR_2009.pdf

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006a). Norma Técnica I.S.020. En Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (Ed.), *Reglamento Nacional de Edificaciones* (2006.^a ed., p. 16). Recuperado de
[https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.020.
pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.020.pdf)

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006b). Norma técnica O.S.060. En Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (Ed.), *Reglamento Nacional de Edificaciones* (2006.^a ed., p. 45). Recuperado de
<https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=165>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006c). Norma técnica O.S.090. En Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (Ed.), *Reglamento Nacional de Edificaciones* (2006.^a ed., p. 21). Recuperado de
<https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=168>

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2009). *Os.070 redes de aguas residuales* (2009.^a ed.; Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Ed.). Lima: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2015). *Norma OS.100, Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria* (2015.^a ed.; Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Ed.). Lima: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2016). *Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento* (2016.^a ed.; Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Ed.). Lima: Viceministerio de Construcción y Saneamiento.
- Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, & MINAM. (2010). *Decreto supremo n° 003-2010-minam* (p. 2). p. 2. Lima: El Peruano.
- Oficina Regional de Cajamarca. (2008). *Baño séptico domiciliario "mi baño bonito"* (2008.^a ed.; Oficina Regional de Cajamarca, Ed.). Recuperado de http://www.care.pe/pdfs/GIRH/GIRH_001_banseptom.pdf
- OPS, CEPIS, & 03.83 UNATSABAR. (2003). Especificaciones técnicas para el diseño de zanjas y pozas de infiltración. En Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental, & Organización Sanitaria Panamericana-Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (Eds.), *Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación*. Recuperado de http://www.bvsde.paho.org/bvsatp/e/tecnologia/documentos/sanea/etZanjas_pozas_infiltracion.pdf
- Pérez Carmona, R. (2014). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras* (2014.^a ed.; R. Pérez Carmona, Ed.). Bogotá: ECOE EDICIONES.

Ramalho, R. S. (1990). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.pdf* (Illustrate).

Recuperado de

sn3302.files.1drv.com/y4mFNVGwFx2UmKm65XejSryONuuSLyuU5PSe5nQJwP3_o92

u8WiIXt8H21Ky0ZGEEEx10TrZMZySEbF7pq2KM_h7OFkuhehW6gZS-

TaLMWqspb63AUTS5GAgI3G4Gnilsc-V7VuJELtq7NuioBFSanFdv8cGgpGGrLv-

zmCB0CME7byFu8SFxh9Yn7eFad4apW9i8tYOz_efWPeMkyi-HvH7hg/Tratamiento de

SIAPA. (2014). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la A.M.G.* (2014.^a ed.;

SIAPA, Ed.). Recuperado de [http://www.siapa.gob.mx/transparencia/criterios-y-](http://www.siapa.gob.mx/transparencia/criterios-y-lineamientos-tecnicos-para-factibilidades-en-la-zmg)

[lineamientos-tecnicos-para-factibilidades-en-la-zmg](http://www.siapa.gob.mx/transparencia/criterios-y-lineamientos-tecnicos-para-factibilidades-en-la-zmg)

ANEXOS

Anexo A

Hojas de cálculo de ensayos realizados en el laboratorio de suelos y constancia de ensayos por parte del laboratorio

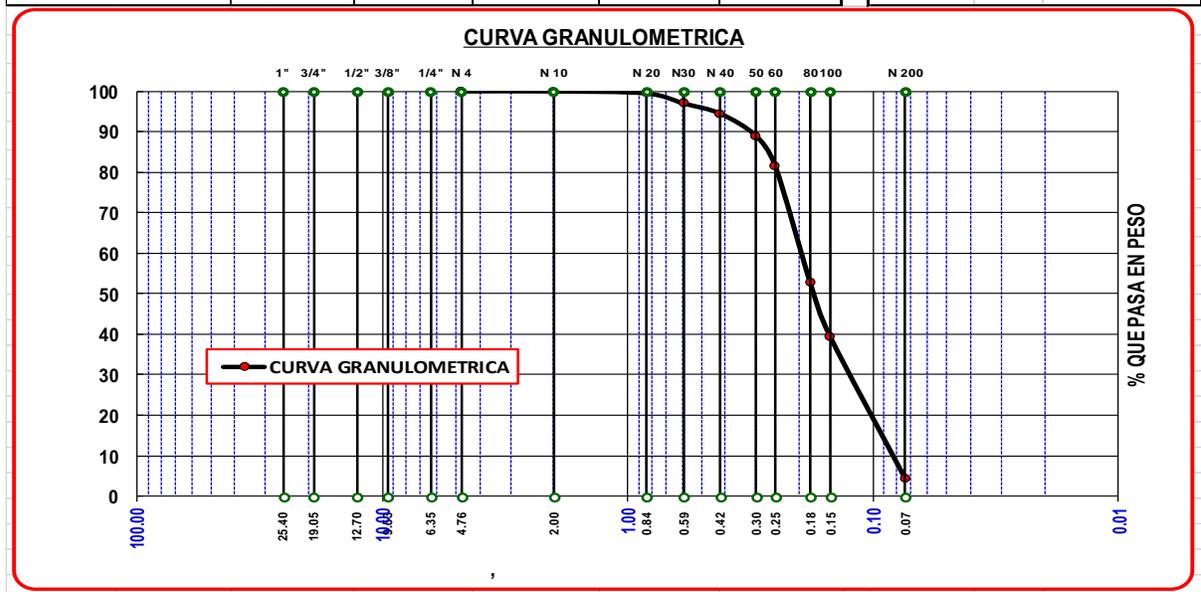
Anexo 1: Perfil estratigráfico

		<p align="center">UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. A. P. INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</p>				
PROYECTO		"ESTUDIO DE SUELOS I.E N° 56215 APACHACCO, COPORAQUE - ESPINAR"				
N° DE CALICATA		: C - 01		ELABORADO POR Platón Ccollque Vargas		
RESPONSABLE		: Ing. Herson Pari Cusi		FECHA :28/02/2019		
ENSAYO:		Nro de Punto de Exploración : C-01 Coordenada de Ubicación - X :227341.816 Coordenada de Ubicación - Y :8354183.709 ubicación: I.E. N° 56215 Apachacco				
PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
COTA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION VISUAL	CONTROL DE HUMEDADES DE ESTRATOS			
0.00						
0.05	E-01	Materialde relleno de color café con presencia de arcilla y restos de materiales solidos	HUMEDAD ESTRATO 02			
0.10			Nro de Ensayo	1	2	3
0.15			Nro de Tara	T-013	T-037	T-038
0.20			Peso tara + suelo hum.	34.85	35.85	36.73
0.25			Peso tara + suelo seco	30.59	31.43	32.09
0.30			Peso del Agua	4.26	4.42	4.64
0.35			Peso de tara	16.04	16.41	16.27
0.40			Peso de Suelo Seco	14.55	15.02	15.82
0.45			Cont. Humedad	29.28%	29.43%	29.33%
0.50					Humedad Promedio 29.35%	
0.55	E-02	Arcilla con limos				
0.60						
0.65						
0.70						
0.75						
0.80						
0.85						
0.90						
0.95						
1.00						
1.05						
1.10						
1.15						
1.20						
1.25						
1.30						
1.35						
1.40						
1.45						
1.50						
1.55						
1.60						
1.65						
1.70						
1.75						
1.80						
1.85		Nivel Freatico: Ninguno				
1.90						
1.95						
2.00						
2.05						

Fuente 42: Elaboración propia

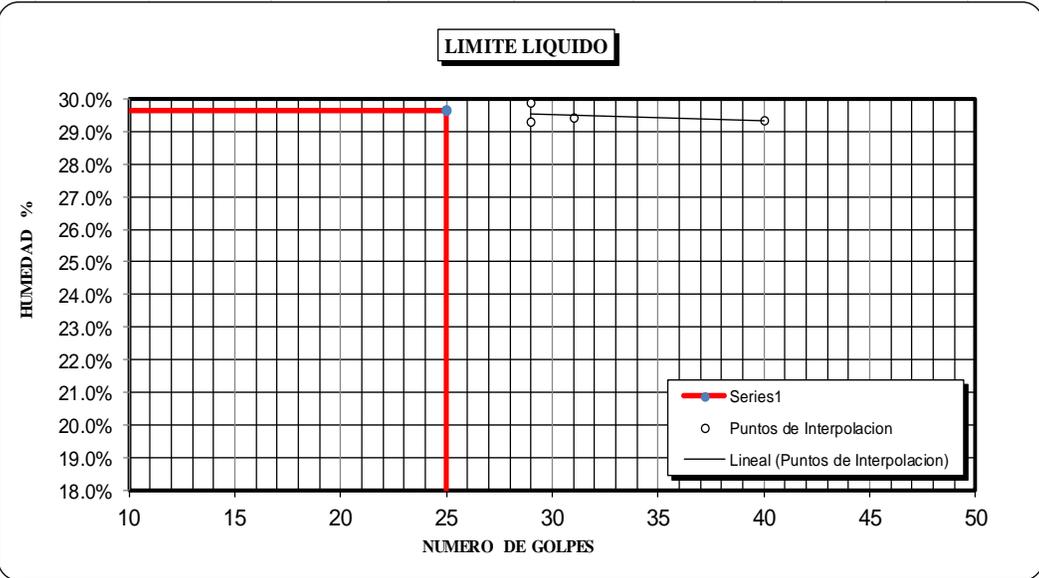
Anexo 2: Análisis granulométrico

		UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. A. P. INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO				
PROYECTO		"ESTUDIO DE SUELOS I.E N° 56215 APACHACCO, COPORAQUE - ESPINAR"				
N° DE CALICATA	: C - 01			ELABORADO POR	Platón Ccollque Vargas	
RESPONSABLE	: Ing. Herson Pari Cusi			FECHA :	:28/02/2019	
ENSAYO:				Nro de Estrato	: E-02	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO <small>NORMA ASTM - D 422</small>				Nro de Muestra	: M-01	
				Prof. de la Muestra	: -0.60	
CALICATA: C1				Clasificación SUCS	: SP Arena mal graduada	
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1/2"	12.7					
3/8"	9.53					
1/4"	6.35					
No4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	
No10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
No20	0.84	1.00	0.50	0.50	99.50	
No30	0.59	5.00	2.49	2.99	97.01	
No40	0.42	5.00	2.49	5.47	94.53	
No 50	0.30	11.00	5.47	10.95	89.05	
No60	0.25	15.00	7.46	18.41	81.59	
No80	0.18	58.00	28.86	47.26	52.74	
No100	0.15	27.00	13.43	60.70	39.30	
No200	0.07	70.00	34.83	95.52	4.48	
BASE		9.00	4.48	100.00		
TOTAL		201.00				
						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Peso Inicial : 201.00 gr.
						Peso Lavado : 192.00 gr.
						Peso Perdido : 9.00 gr.
						LIMITES DE CONSISTENCIA
						Limite Liquido 29.63
						Limite Plastico 33.71
						Indice d Plasticidad -4.08
						CARACT. GRANULOMETRICAS
						D10= 0.09
						D30= 0.13
						D60= 0.20
						CU= 2.27
						CC= 0.98



Fuente 43: Elaboración propia

Anexo 3: Límites de consistencia

		UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. A. P. INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO					
PROYECTO		"ESTUDIO DE SUELOS I.E N° 56215 APACHACCO, COPORAQUE - ESPINAR"					
N° DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR			Platón Ccollque Vargas		
RESPONSABLE	: Ing. Herson Pari Cusi	FECHA :			:28/02/2019		
ENSAYO:		Nro de Estrato		: E-02			
LIMITES DE CONSISTENCIA		Nro de Muestra		: M-01			
		Prof. de la Muestra		: -0.60			
		Clasificación SUCS		: SP		ARENA MAL GRADUADA	
NORMA ASTM - D 422							
CALICATA: C1							
DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
Nro de ensayo		01	02	03	04	01	02
Numero de Capsula		T-013	T-037	T-038	T-039	T-016	T-017
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)		34.85	35.85	36.73	34.79	23.22	22.99
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)		30.59	31.43	32.09	30.43	21.58	21.30
Peso del Agua (gr)		4.26	4.42	4.64	4.36	1.64	1.69
Peso de Capsula (gr)		16.04	16.41	16.27	15.84	16.76	16.24
Peso de Suelo Seco (gr)		14.55	15.02	15.82	14.59	4.82	5.06
Contenido de Humedad (%)		29.28%	29.43%	29.33%	29.88%	34.02%	33.40%
Numero de Golpes		29	31	40	29		
<div style="text-align: center;"> LIMITE LIQUIDO </div>  <p>The chart displays the relationship between the number of blows (X-axis, 10 to 50) and the liquid limit percentage (Y-axis, 18.0% to 30.0%). A red vertical line is drawn at 25 blows, indicating the test condition. The liquid limit at 25 blows is 29.63%. Interpolation points are shown at 30, 31, and 40 blows, with a linear trend line connecting them. The plastic limit is 33.71% and the plasticity index is -4.08%.</p>							
Limite Liquido :		29.63%		Limite Plastico :		33.71%	
				Indice de Plasticidad :		-4.08%	

Fuente 44: Elaboración propia

Anexo 4: Corte directo

		UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. A. P. INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO									
PROYECTO		"ESTUDIO DE SUELOS I.E Nº 56215 APACHACCO, COPORAQUE - ESPINAR"									
Nº DE CALICATA		C - 01		ELABORADO POR		Platón Ccollque Vargas					
RESPONSABLE		Ing. Herson Pari Cusi		FECHA :		:25/02/2013					
ENSAYO:				Nro de Estrato		: E-02		Nro de Muestra		: M-01	
CORTE DIRECTO NORMA ASTM - D3080-98 CALICATA: C1				Prof. de la Muestra		: -0.60 m.					
				Clasificación SUCS		: SP		ARENA MAL GRADUADA			
				Estado de la Muestra		: Inalterado					
				Velocidad de Ensayo		: 0.50		mm/min			
DATOS		ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03			
Altura (cm)		2.14			2.14			2.14			
Area		36.00			36.00			36.00			
Volumen (cm3)		77.04			77.04			77.04			
Peso Anillo+Muestra(gr)		203.16			202.89			204.67			
Peso Muestra (gr)		64.82			64.55			66.33			
Densidad Nat. (gr/cm3)		0.84			0.84			0.86			
Humedad (%)											
Esf. Normal (Kg/cm2)		0.22 Kg/cm2			0.89 Kg/cm2			0.44 Kg/cm2			
Deformación Tang. (mm)		Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm2)	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm2)	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm2)	
0.00		0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	
0.10		15.5	1.6	0.04	68.5	7.0	0.19	32.5	3.3	0.09	
0.20		26.0	2.7	0.07	114.5	11.7	0.32	54.5	5.6	0.15	
0.30		33.0	3.4	0.09	145.0	14.8	0.41	69.0	7.0	0.20	
0.40		42.5	4.3	0.12	188.0	19.2	0.53	89.5	9.1	0.25	
0.60		74.0	7.5	0.21	247.5	25.2	0.70	149.0	15.2	0.42	
0.80		120.0	12.2	0.34	350.5	35.7	0.99	252.0	25.7	0.71	
1.00		160.5	16.4	0.45	435.0	44.3	1.23	337.0	34.4	0.95	
1.25		245.0	25.0	0.69	512.5	52.2	1.45	414.5	42.3	1.17	
1.50		286.0	29.2	0.81	552.5	56.3	1.56	454.5	46.3	1.29	
1.75		362.5	37.0	1.03	626.0	63.8	1.77	528.0	53.8	1.50	
2.00		475.5	48.5	1.35	738.5	75.3	2.09	640.5	65.3	1.81	
2.25		587.0	59.8	1.66	848.0	86.4	2.40	750.0	76.5	2.12	
2.50		660.5	67.3	1.87	921.5	93.9	2.61	823.5	83.9	2.33	
2.75		787.0	80.2	2.23	1048.0	106.8	2.97	953.0	97.1	2.70	
3.00		875.5	89.2	2.48	1139.5	116.2	3.23	1044.5	106.5	2.96	
3.50		916.5	93.4	2.60	1180.5	120.3	3.34	1085.5	110.7	3.07	
4.00											
4.50											
5.00											
5.50											
6.00											
6.50											
7.00											
7.50											

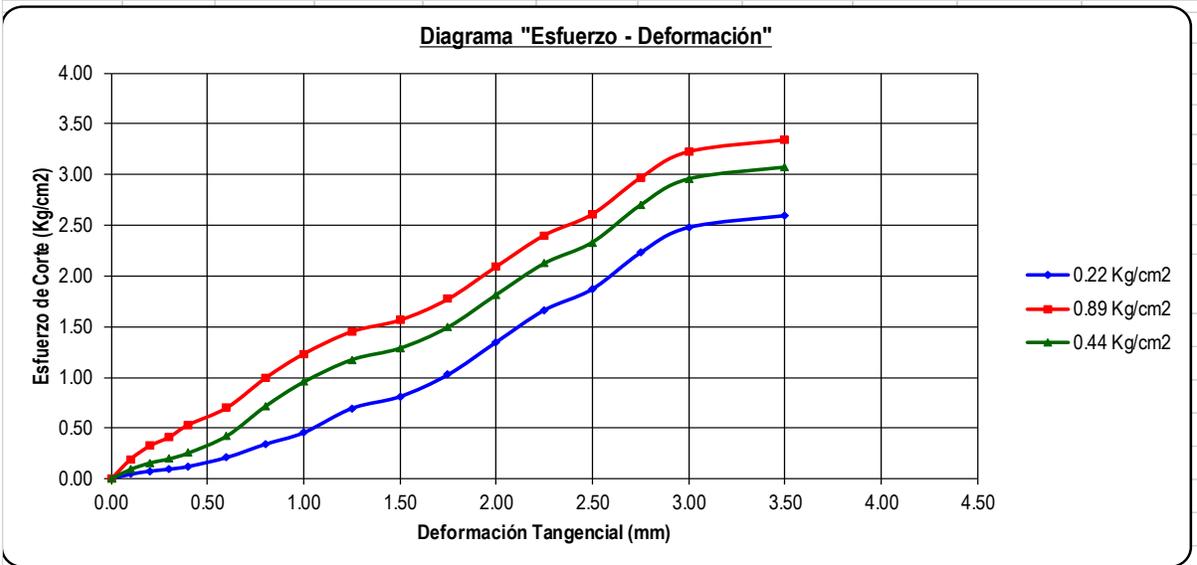
Fuente 45: Elaboración propia

Anexo 5: Corte directo, gráfica

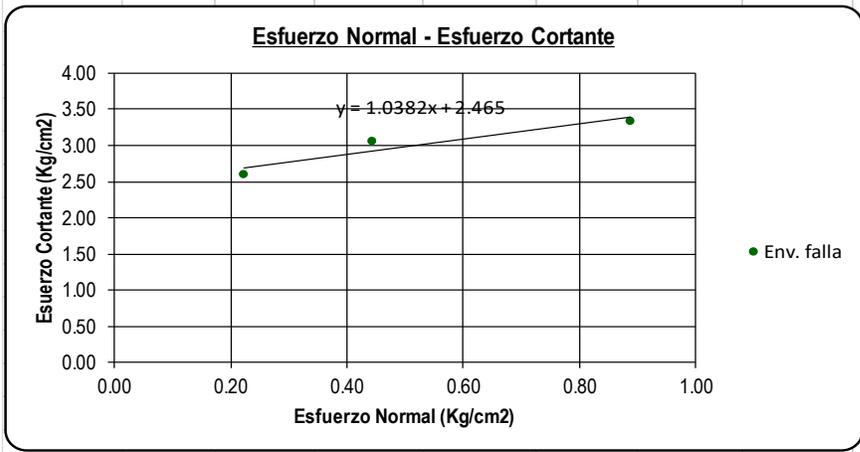
	UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. A. P. INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
---	---	---

PROYECTO			
Nº DE CALICATA	C - 01	ELABORADO POR	Platón Ccollque Vargas
RESPONSABLE	Ing. Herson Pari Cusi	FECHA :	:28/02/2019

ENSAYO:	CORTE DIRECTO NORMA ASTM - D3080-98 CALICATA: C1	Nro de Estrato	: E-02	Nro de Muestra	: M-01	
		Prof. de la Muestra	:			
		Clasificación SUCS	: SP	ARENA MAL GRADUADA		
		Estado de la Muestra	: Inalterado			
		Velocidad de Ensayo	: 0.50	mm/min		



Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	0.22	0.89	0.44
Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	2.60	3.34	3.07



Parametros de la Recta

m=	1.0382
b=	2.465

Parametros de Resistencia al Corte

φ=	46.1 °
c=	2.47 Kg/cm ²

Fuente 46: Elaboración propia



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
Una Institución Adventista

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CONSTANCIA

El que suscribe Ing. Herson Duberly Pari Cusi; Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca.

HACE CONSTAR

Que el Bachiller en Ingeniería Civil: **PLATÓN JOSÉ CCOLLQUE VARGAS** Código universitario N° 201121201

Ha realizado ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos para completar su trabajo de tesis denominado: **“Implementación del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Institución Educativa N° 56215 Apachacco de la Comunidad Campesina de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar-Cusco”** con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos efectuados por el tesista fueron los siguientes:

- ✓ 01 Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado.
- ✓ 01 Ensayo de Límite Líquido.
- ✓ 01 Ensayo de Límite Plástico.
- ✓ 01 Ensayo de Contenido de Humedad.
- ✓ 01 Ensayo de Corte Directo.

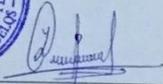
Los trabajos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, llevándose a cabo desde el 20/02/19 hasta el 28/02/19.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime por conveniente.

Juliaca, Villa Chullunquiani, 10 de setiembre de 2019



Ing. Herson Duberly Pari Cusi
Coordinador E.P. de Ingeniería Civil



Ing. Yesenia Apaza Pinto
Encargada del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Anexo B

Informe del análisis de agua del laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 2-01350/19

Página 1/3

Solicitante : **CCOLLQUE VARGAS, PLATON JOSE**
 Domicilio legal : **JR. HUANCANE NRO. 1520 - JULIACA - JULIACA - PUNO**
 Producto declarado : **AGUA RESIDUAL**
 Lugar de Muestreo : **CC. APACHACCO – COPORAQUE – ESPINAR – CUSCO**
 Fecha de Muestreo : **2019-07-10**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **8.0 Litros**
Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : **En Frasco de Plástico, Cerrado, Refrigerado Y Preservado**
 Identificación de la muestra : **Según se indica**
 Fecha de recepción : **2019-07-11**
 Fecha de inicio del ensayo : **2019-07-11**
 Fecha de término del ensayo : **2019-07-19**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio Microbiología Arequipa / Laboratorio Ambiental Arequipa**
 Identificado con : **HS 19007518 (EXMA-10443-2019)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Proyecto:				
Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Descripción de la Estación de Monitoreo	Observaciones
	ESTE	NORTE		
M-01	8354181.366	227335.46	----	Altitud: 4011.023 m.s.n.m.



AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Anexo 8: Resultados y controles de calidad del análisis de agua



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 2-01350/19

Página 2/3

RESULTADOS

Parámetro	Limite de Detección	Unidad	Resultados
Estación de Muestreo M-01			
Fecha y Hora de Muestreo 2019-07-10 16:40			
Tipo de Muestra Agua Residual			
Parámetros Físico - Químicos			
Sólidos Totales Suspendedos	2,5	mg/L	28,7
Sólidos Totales	2,5	mg/L	838
(*) pH	---	Unidades de pH a 25 °C.	8,48
(*) Temperatura	---	°C	21,1
Parámetros Inorgánicos no Metálicos			
Fósforo Total	0,003	mg/L	1,05
Nitrógeno Total	0,01	mg/L	0,622
Parámetros Orgánicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2,00	mg/L	7,98
Demanda Química de Oxígeno	2,5	mg/L	15,0
Parámetros Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes	1,80	NMP/100 mL	680

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

CONTROLES DE CALIDAD

Ensayos	BM		Criterio de aceptación	Muestra	Duplicado	RPD	Criterio de aceptación
	< Limite Detección	LFB					
Demanda Química de Oxígeno (LD: 2,50 mg/L)	< 2,50	102	85% - 115%	---	---	---	<20%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (LD: 2,00 mg/L)	< 2,00	209	198 ± 30,5 mg/L	8,0	8,0	0,0	<20%
Fosforo Total (LD: 0,003 mg/L)	< 0,003	101	85% - 115%	0,025	0,026	1,85	<20%
Nitrogen Total (LD: 0,01 mg/L)	< 0,01	96,3	85% - 115%	1,01	1,01	0,34	<20%
Solidos Suspendedos (LD: 2,5 mg/L)	< 2,5	101	85% - 115%	28,64	28,72	0,28	≤ 5%
Solidos Totales (LD: 2,5 mg/L)	< 2,5	101	85% - 115%	836	840	0,47	≤ 5%

BM: Blanco del Método
LFB: Blanco Fortificado de Laboratorio
% RPD: Diferencia Porcentual Relativa



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Anexo 9: Control de calidad y métodos usados para el análisis de agua



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 2-01350/19

Página 3/3

CONTROLES DE CALIDAD 1

Parámetros Microbiológicos

Ensayos	Control	Caldo EC/A-1	Caldo EC	Agar mFC
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	(+), E.coli	Con crecimiento	Con crecimiento	Con crecimiento
	(-), E.aerogenes	Sin crecimiento	Sin crecimiento	Sin crecimiento
	(-), Blanco	Sin crecimiento	Sin crecimiento	Sin crecimiento

MÉTODOS

- Coliformes Termotolerantes:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform group. Fecal Coliform procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium)
 - Demanda Bioquímica de Oxígeno:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
 - Demanda Química de Oxígeno:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
 - Fósforo Total:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 22nd Ed.2012. Phosphorus. Ascorbic Acid Method
 - Nitrógeno Total:** SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part. 4500-N C.22nd Ed. 2012. Nitrogen. Persulfate Method
 - Sólidos Totales Suspendidos:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 2540 D,23 rd Ed. 2017. SOLIDS. TOTAL SUSPENDED SOLIDS DRIED AT 103 - 105 °C
 - Sólidos Totales:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed.2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C
 - (*) Temperatura:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017. Temperature. Laboratory and Field Methods
 - (*) pH:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Arequipa, 22 de julio de 2019

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.

Lic. Eddie Mendoza Mamani
C.O.P. N° 776
JEFE DEL LABORATORIO AREQUIPA

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Anexo C

Hoja de Metrados, presupuesto del proyecto y análisis de costos unitarios

HOJA DE METRADOS

PROYECTO : Implementación del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Institución Educativa N° 56215
Apachacco de la Comunidad Campesina de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar-
UBICACIÓN : C.C APACHACCO, COPORAQUE ESPINAR - CUSCO

PART.	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
01	TANQUE SEPTICO : L = 4.00 m. , B = 2.5 m. , H = 1.20 m.	L = 4.00	B = 2.50	H = 1.20				
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	Limpieza de terreno manual	m2						23.33
	tanque septico	m2	1.00	5.00	3.00		15.00	
	zanja sshh a caja de inspeccion	m2	1.00	13.19	0.40		5.28	
	caja de inspeccion	m2	1.00	0.70	0.50		0.35	
	zanja de caja de inspeccion a tanque septico	m2	1.00	6.77	0.40		2.71	
01.01.02	Trazo y replanteo	m2						18.33
	tanque septico	m2	1.00	4.00	2.50		10.00	
	zanja sshh a caja de inspeccion	m2	1.00	13.19	0.40		5.28	
	caja de inspeccion	m2	1.00	0.70	0.50		0.35	
	zanja de caja de inspeccion a tanque septico	m2	1.00	6.77	0.40		2.71	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01	Excavación manual	m3						27.00
	tanque septico	m3	1.00	4.00	2.50	2.20	22.00	
	zanja sshh a caja de inspeccion	m3	1.00	13.19	0.40	0.60	3.17	
	caja de inspeccion	m3	1.00	0.70	0.50	0.60	0.21	
	zanja de caja de inspeccion a tanque septico	m3	1.00	6.77	0.40	0.60	1.62	
01.02.02	Nivelación interior apisonado manual	m3						4.79
	tanque septico	m3	1.00	4.00	2.50	0.00	0.00	
	zanja sshh a caja de inspeccion	m3	1.00	13.19	0.40	0.60	3.17	
	caja de inspeccion	m3	1.00	0.70	0.50	0.00	0.00	
	zanja de caja de inspeccion a tanque septico	m3	1.00	6.77	0.40	0.60	1.62	
01.02.03	Acarreo de material excedente d=30 m	m3						35.10
	tanque septico	m3	1.00	22.00	esp=	0.30	28.60	
	zanja sshh a caja de inspeccion	m3	1.00	3.17			4.12	
	caja de inspeccion	m3	1.00	0.21			0.27	
	zanja de caja de inspeccion a tanque septico	m3	1.00	1.62			2.11	
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
01.03.01	Solado para tanque séptico C:H 1:12, E=0.075	m2	1.00	4.00	2.50		10.00	10.00
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.04.01	Concreto en Losa de cimentación F'c=210 Kg/cm²	m3	1.00	4.00	2.50	0.15	1.50	1.50
01.04.02	Acero en Losa de cimentación Fy=4200 Kg/cm²	kg	ver	hoja	de	acero		114.85
01.04.03	Concreto en muros F'c=210 Kg/cm²							3.35
	Frente y posterior	m3	2.00	4.00	0.15	1.80	2.16	
	Laterales		2.00	2.20	0.15	1.80	1.19	
01.04.04	Encofrado y desencofrado en muro							21.24
	Frente y posterior	m2	2.00	3.70		1.80	13.32	
	Laterales		2.00	2.20		1.80	7.92	
01.04.05	Acero de refuerzo Fy=4200 Kg/cm² en muros	kg	ver	hoja	de	acero		91.87
01.04.06	Concreto en losas macizas F'c=210 Kg/cm²	m3	1.00	4.00	2.50	0.10	1.00	0.98
		m3	2.00	0.30	0.30	0.10	-0.02	
01.04.07	Encofrado y desencofrado en losa maciza							9.44
		m2	1.00	3.70	2.20		8.14	
		m2	2.00	4.00	0.10		0.80	
		m2	2.00	2.50	0.10		0.50	
01.04.08	Acero de refuerzo Fy=4200 Kg/cm² en losa	kg	ver	hoja	de	acero		14.73
01.04.09	Tapas prefabricada de concreto de 0.60 x 0.60 mt.	Und	2.00					2.00

01.05	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS							
01.05.01	Tarrajeo en muros interiores 1:5 cemento - areana, e=1.5 cm	m2	2.00	3.70		1.80	13.32	21.24
		m2	2.00	2.20		1.80	7.92	
01.05.02	Tarrajeo con impermeabilizantes	m2	2.00	3.70		1.50	11.10	17.70
		m2	2.00	2.20		1.50	6.60	
01.06	CAJA DE INSPECCION							
01.06.01	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
01.06.01.01	Concreto $f_c=210$ kg/cm2 para caja de inspeccion	m3						0.14
	lado corto	m3	2.00	0.50	0.10	0.60	0.06	
	lado largo	m3	2.00	0.50	0.10	0.60	0.06	
	base	m3	1.00	0.50	0.30	0.10	0.02	
01.06.01.02	Encofrado y desencofrado obras de arte	m2						2.00
	lado corto exterior	m2	2.00	0.50		0.50	0.50	
	lado corto interior	m2	2.00	0.30		0.50	0.30	
	lado largo exterior	m2	2.00	0.70		0.50	0.70	
	lado largo interio	m2	2.00	0.50		0.50	0.50	
01.06.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.06.02.01	TAPA DE CAJA DE INSPECCION							
01.06.02.01.01	Concreto $f_c=210$ kg/cm2 para obras de arte	m3						0.04
	tapa superior	m3	1.00	0.70	0.50	0.10	0.04	
01.06.02.01.02	Acero corrugado $\varnothing=1/4"$ $f_y=4200$ kg/cm2 Grado 60	kg						0.24
	del metrado de acero	kg	1.05	0.23			0.24	
01.06.02.01.03	Encofrado y desencofrado obras de arte	m2						0.59
	base de losa maciza	m2	1.00	0.70	0.50		0.35	
	tapas laterales	m2	2.00	0.70		0.10	0.14	
	tapas laterales	m2	2.00	0.50		0.10	0.10	
01.06.03	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS							
01.06.03.01	Tarrajeo muro interior con mortero 1:5X1.5 CM	m2						0.79
	lado corto interior	m2	2.00	0.30		0.40	0.24	
	lado largo interior	m2	2.00	0.50		0.40	0.40	
	base	m2	1.00	0.50	0.30		0.15	
01.07	INSTALACIONES SANITARIAS							
01.07.01	Suministro y colocacion de accesorios	und	1.00	1.00			1.00	1.00
01.08	INSTALACIONES DE TUBERIA HACIA TANQUE SEPTICO							
01.08.01	Tubería de PVC SAL 4"	ml						19.96
	Exterior de SSHH a caja de inspeccion	ml	1.00	13.19			13.19	
	Caja de inspeccion a tanque septico	ml	1.00	6.77			6.77	

Figura 25: Hoja de Metrados del tanque séptico
Fuente 51: Elaboración propia

02	POZO PERCOLADOR : D = 2.10 m. , h = 3.00 m.	D=2.10	h=3.00					
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES							8.01
02.01.01	Limpieza de terreno manual	m2						
	Pozo percolador	m2	1.00	2.60	2.60		6.76	
	zanja tanque septico a pozo percolador	m2	1.00	3.12	0.40		1.25	
02.01.02	Trazo y replanteo	m2						5.66
	Pozo percolador	m2	1.00	2.10	2.10		4.41	
	zanja tanque septico a pozo percolador	m2	1.00	3.12	0.40		1.25	
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.02.01	Excavación manual	m3						13.56
	Pozo percolador	m3	1.00	A =	3.46	3.70	12.82	
	zanja tanque septico a pozo percolador	m3	1.00	3.12	0.40	0.60	0.75	
02.02.02	Nivelación interior y apisonado manual	m2						13.56
	Pozo percolador	m2	1.00	A =	3.46	3.7	12.82	
	zanja tanque septico a pozo percolador	m2	1.00	3.12	0.40	0.6	0.75	
02.02.03	Acarreo de material excedente d=30 m	m3						17.63
	Pozo percolador	m3	1.00	12.82	esp=	0.30	16.66	
	zanja tanque septico a pozo percolador	m3	1.00	0.75			0.97	
02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
02.03.01	Anillo, concreto F'c = 175 kg/cm ²	m3	1.00	5.22	0.44	0.10	0.23	0.23
	D' = 1.66							
	LA = 5.22							
02.03.02	Anillo, encofrado y desencofrado	m2	1.00	5.22		0.10	0.52	0.52
	LA = 5.22							
02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
02.04.01	Concreto en losas macizas F'c=210 kg/cm ²	m3	1.00	3.46		0.10	0.35	0.31
	Ab = 3.46							
	Atapa = 0.60x0.60	m3	1.00	0.60	0.60	0.10	-0.04	
02.04.02	Encofrado y desencofrado en losa	m2	1.00	1.58			1.58	1.76
	Ab = 1.58							
	AT = 0.18		1.00	0.18			0.18	
02.04.03	Acero de refuerzo Fy=4200 Kg/cm ² en losa	kg	ver	hoja	de	acero		25.06
02.04.04	Tapa prefabricada de concreto f'c=210 kg/cm ² 0.60x0.60 mt	Und	1.00	1.00			1.00	1.00
02.05	MUROS Y TABIQUES							
02.05.01	Muro de ladrillo KK tipo IV cabeza 24x12x9 e=1.5cm	m2	1.00	5.22		2.10	10.95	10.95
	HL = 2.10							
	DL = 1.66							
	Lbase = 5.22							
02.06	INSTALACIONES SANITARIAS							
02.06.01	Suministro y colocación	ml	1.00	10.00				10.00
02.07	INSTALACIONES DE TUBERIA HACIA POZO PERCOLADOR							
02.07.01	Tubería de PVC Sal 4"	ml						3.12
	Tanque septico a pozo percolador	ml	1.00	3.12			3.12	
02.08	FILTROS							
02.08.01	Filtro de grava o cascajo							2.57
	Corona lateral : PlxD =6.60	m3	1.00	6.60	0.10	3.00	1.98	
	D1 = 1.22	m3	1.00	A1=	1.17	0.10	0.12	
	D2 = 1.42	m3	1.00	A2=	1.58	0.30	0.48	
03	FLETE							
03.01	FLETE TERRESTRE							
03.01.01	Flete terrestre	glb	1.00					1.00

Fuente 52: Hoja de Metrados del pozo percolador

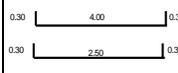
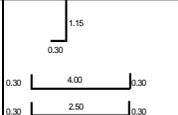
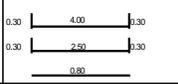
Fuente 53: Elaboración propia

METRADOS DE FIERRO

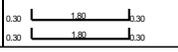
PROYECTO : Implementación del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Institución Educativa N° 56215 Apachacco de la Comunidad Campesina de Apachacco distrito de Coporaque de la Provincia de Espinar-Cusco.

UBICACIÓN : C.C APACHACCO, COPORAQUE ESPINAR - CUSCO
FECHA : JUNIO 2019

TANQUE SEPTICO

DESCRIPCION	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	# de piezas Iguales	# de elem. por pieza	Longitud de c/elemento	DIAMETRO DE CADA FIERRO						Total
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
4.02 Losa de cimentación L B		3/8" 3/8"	1.00 1.00	11.00 20.00	4.60 3.10			50.60 62.00				
Peso en Kilogramos por metro lineal						0.25	0.58	1.02	1.60	2.26	4.04	
Longitud Total por Ø en metros lineales						0.00	0.00	112.60	0.00	0.00	0.00	
Peso Total por Ø en Kilogramos						0.00	0.00	114.85	0.00	0.00	0.00	114.85
4.05 Muros Refuerzos verticales Refuerzos horizontales frente y posterior laterales		3/8" 3/8" 3/8"	1.00 2.00 2.00	73.00 12.00 12.00	1.45 4.60 3.10		105.85 110.40 74.40					
Peso en Kilogramos por metro lineal						0.25	0.58	1.02	1.60	2.26	4.04	
Longitud Total por Ø en metros lineales						0.00	290.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso Total por Ø en Kilogramos						0.00	168.58	0.00	0.00	0.00	0.00	168.58
4.08 Losa de techo L B		3/8" 3/8" 3/8"	1.00 1.00 1.00	6.00 12.00 8.00	4.60 3.10 0.80		27.60 37.20 6.40					
Peso en Kilogramos por metro lineal						0.25	0.58	1.02	1.60	2.26	4.04	
Longitud Total por Ø en metros lineales						0.00	71.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso Total por Ø en Kilogramos						0.00	41.30	0.00	0.00	0.00	0.00	41.30

POZO PERCOLADOR

10.03 Losa superior L B		3/8" 3/8"	1.00 1.00	9.00 9.00	2.40 2.40		21.60 21.60					
Peso en Kilogramos por metro lineal						0.25	0.58	1.02	1.60	2.26	4.04	
Longitud Total por Ø en metros lineales						0.00	43.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso Total por Ø en Kilogramos						0.00	25.06	0.00	0.00	0.00	0.00	25.06

ACERO TAPA DE INSPECCION GRADO 60						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
longitudinal						1	1/4"	4	0.35			
transversal						1	1/4"	3	0.55			
									0.00	0.00	0.00	0.00
									0.00	0.00	0.00	0.00
						Sumatoria			0.90			
						kg			0.23			
						Varillas			0.10			
						Total Kg.						0.23

Figura 26: Hoja de Metrados de acero
Fuente 54: Elaboración propia

Tabla 34: Resumen del Costo del Presupuesto

Presupuesto					
Presupuesto	0601004	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE APACHACCO DISTRITO DE COPORAQUE DE LA PROVINCIA DE ESPINAR-CUSCO			
Subpresupuesto	001	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE APACHACCO DISTRITO DE COPORAQUE DE LA PROVINCIA DE ESPINAR-CUSCO			
Cliente	I.E. N° 56215 APACHACCO		Costo al	23/04/2019	
Lugar	CUSCO - ESPINAR - COPORAQUE				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TANQUE SEPTICO				11,474.53
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				79.81
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	23.33	1.26	29.40
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	18.33	2.75	50.41
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,747.28
01.02.01	EXCAVACION MANUAL	m3	27.00	35.76	965.52
01.02.02	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	m2	4.79	1.19	5.70
01.02.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M.	m3	35.10	50.60	1,776.06
01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				233.60
01.03.01	SOLADO PARA TANQUE SEPTICO C:H 1:12 E=0.075	m2	10.00	23.36	233.60
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				7,108.25
01.04.01	CONCRETO EN LOSA DE CIMENTACION Fc=210 kg/cm2	m3	1.50	350.61	525.92
01.04.02	ACERO EN LOSA DE CIMENTACION Fy=4200 Kg/cm2	kg	114.85	5.65	648.90
01.04.03	CONCRETO EN MUROS fc=210 kg/cm2	m3	3.35	421.54	1,412.16
01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MURO	m2	21.24	98.79	2,098.30
01.04.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN MUROS	kg	91.87	8.20	753.33
01.04.06	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS Fc=210 kg/cm2	m3	0.98	350.61	343.60
01.04.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	9.44	62.60	590.94
01.04.08	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA	kg	14.73	8.08	119.02
01.04.09	TAPA PREFABRICADA DE CONCRETO Fc=210 Kg/cm2 0.60x0.60 MT	und	2.00	308.04	616.08
01.05	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				713.84
01.05.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES 1:5 CEMENTO - ARENA, E=1.5 CM	m2	21.24	17.20	365.33
01.05.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	17.70	19.69	348.51
01.06	CAJA DE INSPECCION				169.37
01.06.01	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				121.78
01.06.01.01	CONCRETO Fc=210 kg/cm2 PARA CAJA DE INSPECCION	m3	0.14	305.13	42.72
01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO OBRAS DE ARTE	m2	2.00	39.53	79.06
01.06.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				36.13
01.06.02.01	TAPA DE CAJA DE INSPECCION				36.13
01.06.02.01.01	CONCRETO Fc=210 KG/CM2 PARA OBRAS DE ARTE	m3	0.04	287.99	11.52
01.06.02.01.02	ACERO CORRUGADO Ø=1/4" fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	0.24	5.36	1.29
01.06.02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO OBRAS DE ARTE	m2	0.59	39.53	23.32
01.06.03	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				11.46
01.06.03.01	TARRAJEO MURO INTERIOR CON MORTERO 1:5X1.5 CM	m2	0.79	14.50	11.46
01.07	INSTALACIONES SANITARIAS				109.21
01.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS	und	1.00	109.21	109.21
01.08	INSTALACIONES DE TUBERIA HACIA TANQUE SEPTICO				313.17
01.08.01	TUBERIA DE PVC SAL 4"	m	19.96	15.69	313.17

02	POZO PERCOLADOR				3,768.21
02.01	OBRAS PRELIMINARES				77.67
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	8.01	1.26	10.09
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	5.66	11.94	67.58
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,385.65
02.02.01	EXCAVACION MANUAL	m3	13.56	35.76	484.91
02.02.02	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO MANUAL	m2	13.56	0.90	12.20
02.02.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M.	m3	17.56	50.60	888.54
02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				76.27
02.03.01	ANILLO, CONCRETO F'c=175 kg/cm2	m3	0.23	246.50	56.70
02.03.02	ANILLO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	0.52	37.64	19.57
02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				667.70
02.04.01	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS F'c=210 kg/cm2	m3	0.31	350.61	108.69
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA	m2	1.76	27.55	48.49
02.04.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 EN LOSA	kg	25.06	8.08	202.48
02.04.04	TAPA PREFABRICADA DE CONCRETO F'c=210 Kg/cm2 0.60x0.60 MT	und	1.00	308.04	308.04
02.05	MUROS Y TABIQUES				822.24
02.05.01	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA 24X12X9 e=1.5cm	m2	10.95	75.09	822.24
02.06	INSTALACIONES SANITARIAS				411.10
02.06.01	SUMINISTRO Y COLOCACION	m	10.00	41.11	411.10
02.07	INSTALACIONES DE TUBERIA HACIA POZO PERCOLADOR				26.40
02.07.01	TUBERIA DE PVC SAL 4"	m	3.12	8.46	26.40
02.08	FILTROS				301.18
02.08.01	FILTRO DE GRAVA O CASCAJO	m3	2.57	117.19	301.18
03	FLETE				41.57
03.01	FLETE TERRESTRE				41.57
03.01.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	41.57	41.57
	COSTO DIRECTO				15,284.31
	GASTOS GENERALES (10%)				1,528.43
	UTILIDAD (10%)				1,528.43
	SUBTOTAL				18,341.17
	IGV (18%)				3,301.41

	TOTAL PRESUPUESTO				21,642.58

SON : VEINTIUN MIL SEISCIENTOS CUARENTIDOS Y 58/100 NUEVOS SOLES

Fuente 55: Elaboración propia

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO
 Subpresupuesto **001** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida	01.01.01	(900302010103-0601004-01)	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	Costo unitario directo por:		m2	1.26
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0147010002	OPERARIO			hh	0.0200	8.90	0.18
0147010004	PEON			hh	0.1600	6.51	1.04
							1.22
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.04	0.04
							0.04

Partida	01.01.02	(900602090118-0601004-01)	TRAZO Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:		m2	2.75
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0147010002	OPERARIO			hh	0.0800	8.90	0.71
0147010004	PEON			hh	0.1600	6.51	1.04
							1.75
			Materiales				
0229060002	YESO EN BOLSAS DE 25 kg			bis	0.0600	7.50	0.45
							0.45
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.05	0.05
0337020048	MIRA TOPOGRAFICA			he	0.0800	2.00	0.16
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE			he	0.0800	4.25	0.34
							0.55

Partida	01.02.01	(901102010128-0601004-01)	EXCAVACION MANUAL	Costo unitario directo por:		m3	35.76
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0147010004	PEON			hh	5.3333	6.51	34.72
							34.72
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.04	1.04
							1.04

Partida	01.02.02	(900303080101-0601004-01)	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	Costo unitario directo por:		m2	1.19
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0147010002	OPERARIO			hh	0.0667	8.90	0.59
0147010004	PEON			hh	0.0667	6.51	0.43
							1.02
			Materiales				
0243160003	MADERA PINO (REGLAS)			p2	0.0300	4.50	0.14
							0.14
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.03	0.03
							0.03

Partida	01.02.03	(900404840021-0601004-01)	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M.	Costo unitario directo por:		m3	50.60
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0147010004	PEON			hh	7.5472	6.51	49.13
							49.13
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.47	1.47
							1.47

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC**
 Subpresupuesto **001 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC DE**

Partida	01.03.01	(900304110117-0601004-01)	SOLADO PARA TANQUE SEPTICO C:H 1:12 E=0.075			Costo unitario directo por:	m2	23.36
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio B.I.	Parcial B.I.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO		hh	0.0667	8.90	0.59		
0147010004	PEON		hh	0.5333	6.51	3.47		
4.06								
Materiales								
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bs	0.5720	22.00	12.58		
0238000003	HORMIGON		m3	0.1200	55.00	6.60		
18.18								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.12	0.12		
0.12								

Partida	01.04.01	(900305090117-0601004-01)	CONCRETO EN LOSA DE CIMENTACION F'c=210 kg/cm2			Costo unitario directo por:	m3	350.61
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio B.I.	Parcial B.I.		
Mano de Obra								
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	0.4000	60.00	24.00		
0147010002	OPERARIO		hh	0.4000	8.90	3.56		
0147010003	OFICIAL		hh	0.4000	7.20	2.88		
0147010004	PEON		hh	1.8000	6.51	10.42		
40.86								
Materiales								
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0040	10.00	0.04		
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3	0.8500	52.00	44.20		
0205010004	ARENA GRUESA		m3	0.4200	50.00	21.00		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bs	9.7400	22.00	214.28		
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.2700	13.40	3.62		
0239050000	AGUA		m3	0.1840	1.00	0.18		
288.32								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1.23	1.23		
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	0.4000	55.00	22.00		
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	0.4000	8.00	3.20		
28.43								

Partida	01.04.02	(900401040394-0601004-01)	ACERO EN LOSA DE CIMENTACION Fy=4200 Kg/cm2			Costo unitario directo por:	kg	5.65
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio B.I.	Parcial B.I.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO		hh	0.0308	8.90	0.27		
0147010003	OFICIAL		hh	0.0308	7.20	0.22		
0.49								
Materiales								
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg	0.0600	4.50	0.27		
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kg	1.0700	4.50	4.82		
5.09								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.01	0.01		
0348000005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	0.0308	2.00	0.06		
0.07								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC
 Subpresupuesto **001** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida	01.04.03	(900305110215-0601004-01)	CONCRETO EN MUROS Fc=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:	m3	421.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/l.	Parcial \$/l.
Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	0.8000	60.00	48.00
0147010002	OPERARIO		hh	0.8000	8.90	7.12
0147010003	OFICIAL		hh	0.8000	7.20	5.76
0147010004	PEON		hh	3.2000	6.51	20.83
						81.71
Materiales						
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0080	10.00	0.08
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3	0.8500	52.00	44.20
0205010004	ARENA GRUESA		m3	0.4200	50.00	21.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls	9.7400	22.00	214.28
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.5400	13.40	7.24
0239050000	AGUA		m3	0.1840	1.00	0.18
						288.88
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		2.45	2.45
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	0.8000	55.00	44.00
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	0.8000	8.00	6.40
						62.85

Partida	01.04.04	(900305080225-0601004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MURO	Costo unitario directo por:	m2	98.79
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/l.	Parcial \$/l.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	0.9412	8.90	8.38
0147010003	OFICIAL		hh	1.8824	7.20	13.55
						21.93
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg	0.0600	5.00	0.30
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0600	5.00	0.30
0243550003	MADERA NACIONAL PIENCOFRADOS - CARP		p2	10.8000	7.00	75.60
						78.20
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.66	0.66
						0.66

Partida	01.04.05	(900308060248-0601004-01)	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN MUROS	Costo unitario directo por:	kg	8.20
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/l.	Parcial \$/l.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	0.0400	8.90	0.36
0147010003	OFICIAL		hh	0.0400	7.20	0.29
						0.65
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg	0.6000	4.50	2.70
0203020004	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM2 GRADO 60		kg	1.0700	4.50	4.82
						7.52
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.03	0.03
						0.08

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC
 Subpresupuesto **001** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida	01.04.06	(91030609104-0601004-01)	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS Fc=210 kg/cm ²	Costo unitario directo por:		m ³	350.61
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
Mano de Obra							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	0.4000	60.00	24.00	
0147010002	OPERARIO		hh	0.4000	8.90	3.56	
0147010003	OFICIAL		hh	0.4000	7.20	2.88	
0147010004	PEON		hh	1.8000	6.51	10.42	
							40.86
Materiales							
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0040	10.00	0.04	
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m ³	0.8500	52.00	44.20	
0205010004	ARENA GRUESA		m ³	0.4200	50.00	21.00	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bs	9.7400	22.00	214.28	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.2700	13.40	3.62	
0239050000	AGUA		m ³	0.1840	1.00	0.18	
							288.92
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1.23	1.23	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	0.4000	55.00	22.00	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	0.4000	8.00	3.20	
							28.43

Partida	01.04.07	(910306080206-0601004-01)	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA MACIZA	Costo unitario directo por:		m ²	62.60
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	8.90	8.90	
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	7.20	7.20	
0147010004	PEON		hh	0.5000	6.51	3.26	
							19.36
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg	0.1000	4.50	0.45	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.1400	5.00	0.70	
0243550003	MADERA NACIONAL PIENCOFRADOS - CARP		p2	5.9300	7.00	41.51	
							42.86
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.58	0.58	
							0.58

Partida	01.04.08	(910306060244-0601004-01)	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm ² EN LOSA	Costo unitario directo por:		kg	8.08
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.0444	8.90	0.40	
0147010003	OFICIAL		hh	0.0444	7.20	0.32	
							0.72
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg	0.6000	4.50	2.70	
0203020004	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60		kg	1.0300	4.50	4.64	
							7.34
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.02	0.02	
							0.02

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC
 Subpresupuesto **001** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida	01.04.06	(90061001011-0601004-01)	TAPA PREFABRICADA DE CONCRETO Fc=210 Kg/cm ² 0.60x0.60 MT	Costo unitario directo por:		und	308.04
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.8000	8.90	7.12	
0147010003	OFICIAL		hh	0.8000	7.20	5.76	
0147010004	PEON		hh	1.8000	6.51	10.42	
28.30							
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m ³	0.5300	52.00	27.56	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls	9.7300	22.00	214.06	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.5400	13.40	7.24	
0238000003	HORMIGON		m ³	0.5200	55.00	28.60	
0239050000	AGUA		m ³	0.1840	1.00	0.18	
277.64							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.70	0.70	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	0.8000	6.00	4.80	
7.10							
<hr/>							
Partida	01.05.01	(900310000111-0601004-01)	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES 1:6 CEMENTO - ARENA, E=1.6 CM	Costo unitario directo por:		m ²	17.20
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.9400	8.90	8.32	
0147010004	PEON		hh	0.9400	6.51	6.12	
8.87							
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0220	5.00	0.11	
0204000000	ARENA FINA		m ³	0.0160	70.00	1.12	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls	0.1170	22.00	2.57	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2	0.8500	3.45	2.93	
0243130000	MADERA DE CEDRO (p2)		p2	0.0250	12.00	0.30	
7.08							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.30	0.30	
0.30							
<hr/>							
Partida	01.05.02	(900310080101-0601004-01)	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	Costo unitario directo por:		m ²	19.69
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.8000	8.90	7.12	
0147010004	PEON		hh	0.8000	6.51	5.21	
11.08							
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0300	5.00	0.15	
0204000000	ARENA FINA		m ³	0.0210	70.00	1.47	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls	0.1850	22.00	4.07	
0230180036	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE		gal	0.1050	8.00	0.84	
0239050000	AGUA		m ³	0.0050	1.00	0.01	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2	0.5200	3.45	1.79	
8.38							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.33	0.33	
0.33							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO
 Subpresupuesto **001** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida	01.08.01.01	(900906020108-0601004-01)	CONCRETO F'c=210 kg/cm2 PARA CAJA DE INSPECCION	Costo unitario directo por:		m3	305.13
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/l.	Parcial \$/l.
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL			hh	0.1818	7.20	1.31
0147010004	PEON			hh	0.1818	6.51	1.18
2.49							
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3	0.8500	52.00	44.20
0205010004	ARENA GRUESA			m3	0.4200	50.00	21.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bis	9.7400	22.00	214.28
0239050000	AGUA			m3	0.1840	1.00	0.18
279.66							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.07	0.07
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"			hm	0.3636	55.00	20.00
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3			hm	0.3636	8.00	2.91
22.98							

Partida	01.08.01.02	(900401031027-0601004-01)	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO OBRAS DE ARTE	Costo unitario directo por:		m2	39.53
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/l.	Parcial \$/l.
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL			hh	0.2867	7.20	1.92
0147010004	PEON			hh	0.2867	6.51	1.74
3.66							
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8			kg	0.2800	5.00	1.30
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.1300	5.00	0.65
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO			p2	4.8300	7.00	33.81
36.78							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.11	0.11
0.11							

Partida	01.08.02.01.01	(90061001010-0601004-01)	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA OBRAS DE ARTE	Costo unitario directo por:		m3	287.99
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/l.	Parcial \$/l.
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL			hh	0.4000	7.20	2.88
0147010004	PEON			hh	0.8000	6.51	5.21
8.09							
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3	0.8500	52.00	44.20
0205010004	ARENA GRUESA			m3	0.4200	50.00	21.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bis	9.7400	22.00	214.28
0239050000	AGUA			m3	0.1840	1.00	0.18
279.66							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.24	0.24
0.24							

Partida	01.08.02.01.02	(901103025102-0601004-01)	ACERO CORRUGADO B=1/4" fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	Costo unitario directo por:		kg	5.36
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/l.	Parcial \$/l.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO			hh	0.0143	8.90	0.13
0147010003	OFICIAL			hh	0.0286	7.20	0.21
0.34							
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16			kg	0.0500	4.50	0.23
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60			kg	1.0500	4.50	4.73
4.96							
Equipos							
0337030000	CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"			und	0.0308	2.00	0.06
0.06							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC
 Subpresupuesto **001** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida 01.08.02.01.08 (900401091027-0601004-01) ENCOFRADO Y DEENCOFRADO OBRAS DE ARTE

				Costo unitario directo por:		m2	39.53
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio Si.	Parcial Si.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	0.2667	7.20	1.92	
0147010004	PEON		hh	0.2667	6.51	1.74	
3.66							
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg	0.2600	5.00	1.30	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.1300	5.00	0.65	
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO		p2	4.8300	7.00	33.81	
36.76							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.11	0.11	
0.11							

Partida 01.08.03.01 (900401090224-0601004-01) TARRAJEO MURO INTERIOR CON MORTERO 1:6X1.5 CM

				Costo unitario directo por:		m2	14.50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio Si.	Parcial Si.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	0.6667	7.20	4.80	
4.80							
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0300	5.00	0.15	
0204000000	ARENA FINA		m3	0.0900	70.00	6.30	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		btz	0.1350	22.00	2.97	
0243100003	MADERA PINO (REGLAS)		p2	0.0300	4.50	0.14	
9.56							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.14	0.14	
0.14							

Partida 01.07.01 (900538400118-0601004-01) SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS

				Costo unitario directo por:		und	109.21
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio Si.	Parcial Si.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	0.8000	7.20	5.76	
0147010004	PEON		hh	0.4000	6.51	2.60	
8.36							
Materiales							
0265170100	TUB. DE VENTILACION F*G*2"(REJ.)		und	2.0000	42.50	85.00	
0273130006	TEE PVC SAL 4" X 4"		pze	2.0000	7.80	15.60	
100.60							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.25	0.25	
0.25							

Partida 01.08.01 (900325030203-0601004-01) TUBERIA DE PVC SAL 4"

				Costo unitario directo por:		m	15.69
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio Si.	Parcial Si.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.4000	8.90	3.56	
0147010004	PEON		hh	0.8000	6.51	5.21	
8.77							
Materiales							
0230490048	PEGAMENTO PARA PVC		gal	0.0040	90.00	0.36	
0273010009	TUBERIA PVC SAL 4" X 3 m		pze	0.3500	18.00	6.30	
6.66							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.26	0.26	
0.26							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO**
 Subpresupuesto **001 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE**

Partida	02.01.01	(900302010103-0601004-01)	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	Costo unitario directo por:		m2	1.26
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
			Mano de Obra				
0147010002	OPERARIO			hh	0.0200	8.90	0.18
0147010004	PEON			hh	0.1600	6.51	1.04
							1.22
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.04	0.04
							0.04
Partida	02.01.02	(900502090116-0601004-01)	TRAZO Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:		m2	11.94
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
			Mano de Obra				
0147000032	TOPOGRAFO			hh	0.0800	120.00	9.60
0147010004	PEON			hh	0.1600	6.51	1.04
							10.64
			Materiales				
0229000002	YESO EN BOLSAS DE 25 kg			bis	0.0600	7.50	0.45
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA			p2	0.0100	2.50	0.03
							0.48
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.32	0.32
0337020049	MIRA TOPOGRAFICA			he	0.0800	2.00	0.16
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE			he	0.0800	4.25	0.34
							0.82
Partida	02.02.01	(901102010123-0601004-01)	EXCAVACION MANUAL	Costo unitario directo por:		m3	35.76
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
			Mano de Obra				
0147010004	PEON			hh	5.3333	6.51	34.72
							34.72
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.04	1.04
							1.04
Partida	02.02.02	(900401023002-0601004-01)	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO MANUAL	Costo unitario directo por:		m2	0.90
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
			Mano de Obra				
0147010002	OPERARIO			hh	0.0536	8.90	0.48
0147010004	PEON			hh	0.0536	6.51	0.35
							0.83
			Materiales				
0239050000	AGUA			m3	0.0500	1.00	0.05
							0.05
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.02	0.02
							0.02
Partida	02.02.03	(900404840021-0601004-01)	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M.	Costo unitario directo por:		m3	50.60
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
			Mano de Obra				
0147010004	PEON			hh	7.5472	6.51	49.13
							49.13
			Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.47	1.47
							1.47

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC**
 Subpresupuesto **001 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE**

Partida	02.03.01	(909701043818-0601004-01)	ANILLO, CONCRETO Fc=175 kg/m2	Costo unitario directo por:		m3	246.50
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO			hh	0.4444	8.90	3.96
0147010003	OFICIAL			hh	0.4444	7.20	3.20
0147010004	PEON			hh	0.8889	6.51	5.79
							12.95
Materiales							
0205000022	GRAVA CANTO RODADO			m3	0.6900	70.00	48.30
0205010004	ARENA GRUESA			m3	0.4800	50.00	24.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls	7.0000	22.00	154.00
0239050000	AGUA			m3	0.1900	1.00	0.19
							228.49
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.39	0.39
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35'			hm	0.4444	7.00	3.11
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3			hm	0.4444	8.00	3.56
							7.08

Partida	02.03.02	(90996080273-0601004-01)	ANILLO, ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	Costo unitario directo por:		m2	37.64
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO			hh	0.4571	8.90	4.07
0147010003	OFICIAL			hh	0.4571	7.20	3.29
0147010004	PEON			hh	0.2286	6.51	1.49
							8.85
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8			kg	0.2600	5.00	1.30
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.1300	5.00	0.65
0243040008	MADERA TORNILLO CEPILLADA			p2	4.8300	5.50	26.57
							28.62
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.27	0.27
							0.27

Partida	02.04.01	(90996080104-0601004-01)	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS Fc=210 kg/m2	Costo unitario directo por:		m3	350.61
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.4000	60.00	24.00
0147010002	OPERARIO			hh	0.4000	8.90	3.56
0147010003	OFICIAL			hh	0.4000	7.20	2.88
0147010004	PEON			hh	1.8000	6.51	10.42
							40.86
Materiales							
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30			gal	0.0040	10.00	0.04
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3	0.8500	52.00	44.20
0205010004	ARENA GRUESA			m3	0.4200	50.00	21.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls	9.7400	22.00	214.28
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS			gal	0.2700	13.40	3.62
0239050000	AGUA			m3	0.1840	1.00	0.18
							288.32
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.23	1.23
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40'			hm	0.4000	55.00	22.00
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3			hm	0.4000	8.00	3.20
							28.43

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0601004** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC
 Subpresupuesto **001** IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida **02.04.02** (900401040126-0601004-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA

				Costo unitario directo por:		m2	27.55
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$i.		Parcial \$i.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.4571	8.90		4.07
0147010003	OFICIAL		hh	0.4571	7.20		3.29
0147010004	PEON		hh	0.2285	6.51		1.49
8.85							
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg	0.2600	5.00		1.30
0202000007	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3/4"		kg	0.1300	5.00		0.65
0243040000	MADERA TORNILLO		p2	4.8300	3.45		16.65
18.61							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.09		0.09
0.09							

Partida **02.04.03** (900306060244-0601004-01) ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/m2 EN LOSA

				Costo unitario directo por:		kg	8.08
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$i.		Parcial \$i.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.0444	8.90		0.40
0147010003	OFICIAL		hh	0.0444	7.20		0.32
0.72							
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg	0.8000	4.50		3.60
0203020004	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/M2 GRADO 60		kg	1.0300	4.50		4.64
7.34							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.02		0.02
0.02							

Partida **02.04.04** (90061001011-0601004-01) TAPA PREFABRICADA DE CONCRETO Fc=210 Kg/m2 0.80x0.80 MT

				Costo unitario directo por:		und	308.04
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$i.		Parcial \$i.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.8000	8.90		7.12
0147010003	OFICIAL		hh	0.8000	7.20		5.76
0147010004	PEON		hh	1.6000	6.51		10.42
23.30							
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3	0.5300	52.00		27.56
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bts	9.7300	22.00		214.06
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.5400	13.40		7.24
0238000003	HORMIGON		m3	0.5200	55.00		28.60
0239050000	AGUA		m3	0.1640	1.00		0.16
277.84							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.70		0.70
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	0.8000	8.00		6.40
7.10							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0601004 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO
 Subpresupuesto 001 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE

Partida	02.06.01	(90039010219-0601004-01)	MURO DE LADRILLO KK TIPO N CABEZA 24X12X9 e=1.6cm	Costo unitario directo por:		m2	75.09
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.8511	8.90	7.57	
0147010004	PEON		hh	0.6383	6.51	4.16	
11.73							
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0200	5.00	0.10	
0205010004	ARENA GRUESA		m3	0.0300	50.00	1.50	
0217000023	LADRILLO KING KONG DE ARCILLA 9 X 14 X 24 cm		und	39.0000	1.40	54.60	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls	0.1000	22.00	2.20	
0229030100	CAL HIDRATADA DE 30 Kg		bls	0.1300	20.00	2.60	
0239050000	AGUA		m3	0.0070	1.00	0.01	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2	0.5800	3.45	2.00	
83.01							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.35	0.35	
0.35							
Partida	02.08.01	(900539400199-0601004-01)	SUMINISTRO Y COLOCACION	Costo unitario directo por:		m	41.11
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	2.6667	7.20	19.20	
0147010004	PEON		hh	2.6667	6.51	17.36	
36.56							
Materiales							
0229050001	CINTA TEFLON		nl	2.0000	1.50	3.00	
0230490048	PEGAMENTO PARA PVC		gal	0.0050	90.00	0.45	
3.45							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1.10	1.10	
1.10							
Partida	02.07.01	(900404960023-0601004-01)	TUBERIA DE PVC 9AL 4"	Costo unitario directo por:		m	8.46
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	0.0800	8.90	0.71	
0147010004	PEON		hh	0.1600	6.51	1.04	
1.75							
Materiales							
0230490048	PEGAMENTO PARA PVC		gal	0.0040	90.00	0.36	
0273010009	TUBERIA PVC 9AL 4" X 3 m		pze	0.3500	18.00	6.30	
6.66							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.05	0.05	
0.05							
Partida	02.08.01	(900401605099-0601004-01)	FILTRO DE GRAVA O CASCAJO	Costo unitario directo por:		m3	117.19
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147000037	PEON		hh	0.2400	7.20	1.73	
0147010003	OFICIAL		hh	0.4800	7.20	3.46	
5.19							
Materiales							
0205000022	GRAVA CANTO RODADO		m3	1.8000	70.00	126.00	
126.00							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0601004	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACC				
Subpresupuesto	001	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 56215 APACHACCO DE				
Partida	03.01.01	(930401605098-0601004-01)	FLETE TERRESTRE		41.57	
					Costo unitario directo por: g/b	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Materiales				
0232000054	FLETE TERRESTRE		g/b	1.0000	41.57	41.57
						41.57

Figura 27: Elaboración propia

Anexo D

Ensayos realizados en el laboratorio de suelos



Figura 28: Tallado para obtener moldes para el ensayo de corte directo

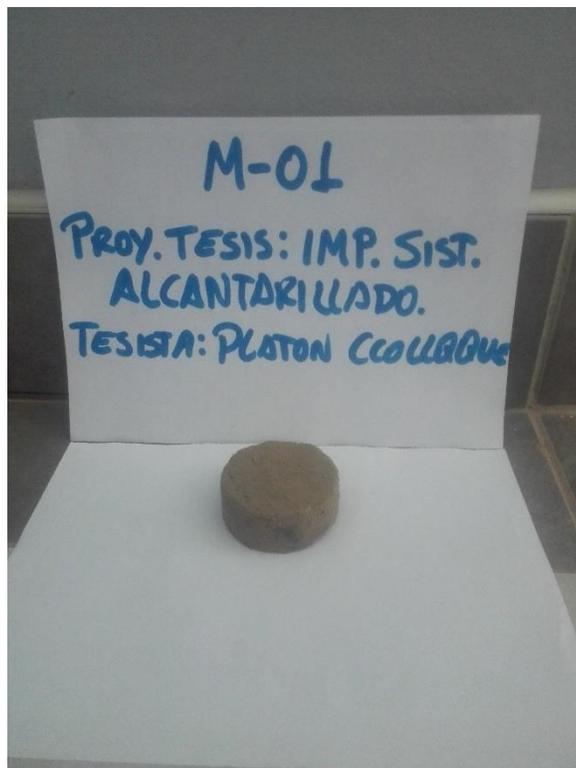


Figura 29: Molde listo para realizar el ensayo de corte directo



Figura 30: Pesando el molde



Figura 31: Ensayo de corte directo



Figura 32: Tamizado por el tamiz N° 200, para realizar el ensayo para límites de atterberg



Figura 33: Pesando lo tamizado para un peso de 200 gr.



Figura 34: Mezclado del suelo tamizado con agua, hasta obtener una mezcla pastosa



Figura 35: Mezcla pastosa



Figura 36: Ensayo en la cuchara de Casagrande

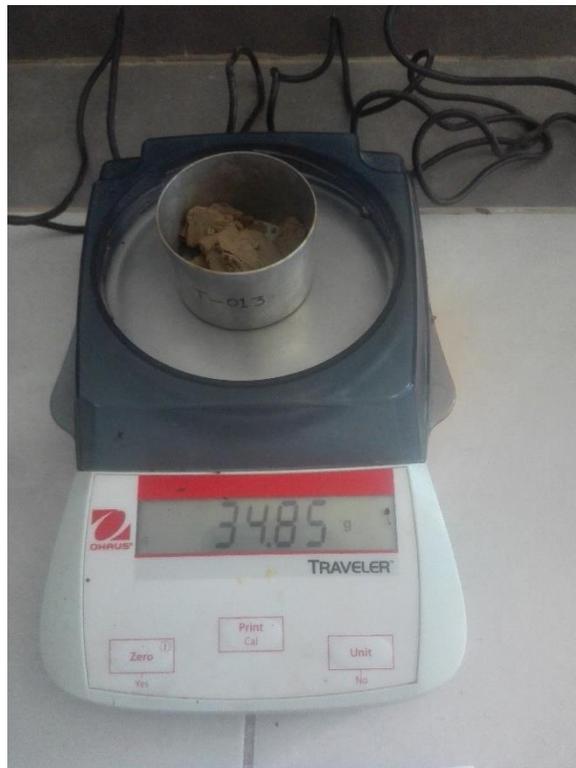


Figura 37: Pesando para el contenido de humedad, para luego introducirlas al horno por 24 horas



Figura 38: Tiras para obtener el límite plástico



Figura 39: Pesando para el contenido de humedad, para luego introducirlas al horno por 24 horas



Figura 40: Muestras extraídas del horno para luego ser pesadas y obtener el contenido de humedad



Figura 41: Tamizado para realizar la granulometría del suelo



Figura 42: Pesado del suelo retenido en cada tamiz



Figura 43: Suelo tamizado

Anexo E

Registro de tomas de muestras para el ensayo de suelos y análisis de agua.



Figura 44: Ubicación de la calicata C-1



Figura 45: Realizando limpieza de la calicata



Figura 46: Perfilando la calicata



Figura 47: Realizando la medición de la altura de la calicata



Figura 48: Muestra inalterada



Figura 49: Identificación de la muestra M-1 de suelo para los ensayos necesarios

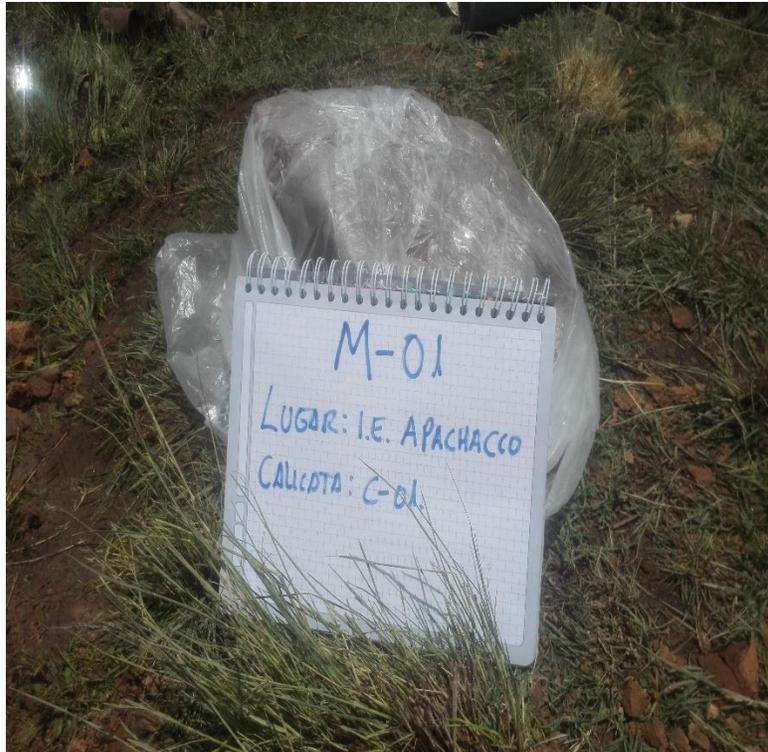


Figura 50: Muestra M-01 de la calicata C-01



Figura 51: Identificación del lugar de donde se obtendrá las muestras

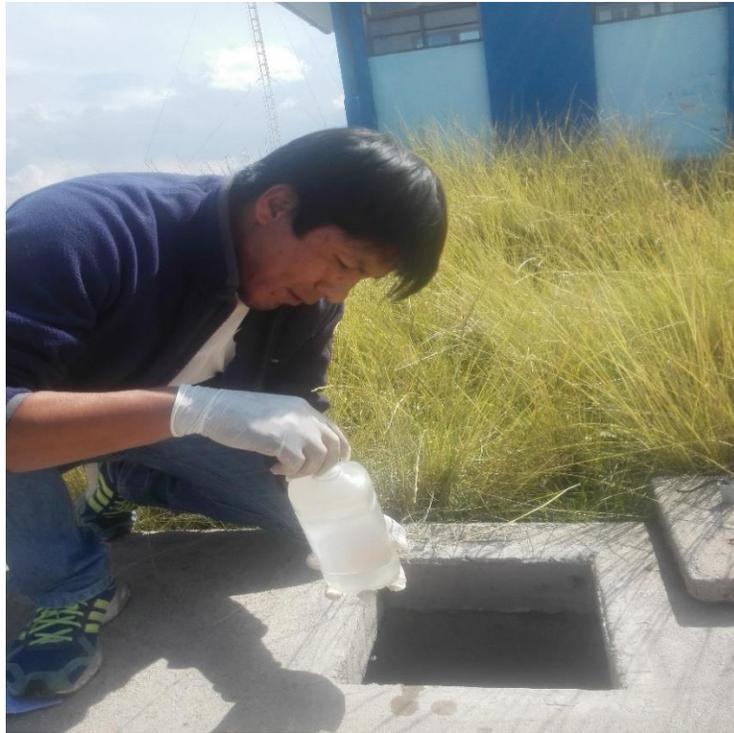


Figura 52: Tomando la muestra



Figura 53: Muestra de agua para los análisis necesarios

Anexos F

Registro de levantamiento topográfico de la I.E N° 56215 Apachacco



Figura 54: Preparando los accesorios para estación la estación total.



Figura 55: Estacionando la estación total



Figura 56: Realizando la lectura de puntos



Figura 57: Identificando puntos de estacionamiento



Figura 58: Determinando la altitud con GPS



Figura 59: Ubicando el prisma con la estación total



Figura 60: Levantando aulas existentes



Figura 61: Capturando ubicación de estructuras existentes

Anexos G

Planos de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario y programación de obra