



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA**



**I PROGRAMA DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL 2017**

**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES CON BIODIGESTOR Y AGUA POTABLE EN LOS CASERÍOS  
CHACATO, LA MUYUPANA Y EL PORVENIR DEL DISTRITO DE PULÁN – SANTA  
CRUZ – CAJAMARCA**

**TRABAJO DE INVESTIGACION**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGRICOLA**

**AUTORA**

**Bach. Hayra Yesline Quintana Valencia**

**ASESOR**

**Ing. Víctor Jiménez Drago**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA



I PROGRAMA DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL 2017

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES CON BIODIGESTOR Y AGUA POTABLE EN LOS CASERÍOS  
CHACATO, LA MUYUPANA Y EL PORVENIR DEL DISTRITO DE PULÁN - SANTA  
CRUZ - CAJAMARCA


TRABAJO DE INVESTIGACIÓN


PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGRICOLA

PRESENTADO POR:

Bach. HAYRA YESLINE QUINTANA VALENCIA

APROBADO POR:

  
M.Sc. Maco Chunga Manuel  
Presidente  
Comisión de evaluación de T.I.B

  
M.Sc. Ing Enoch Montes Bances  
Miembro  
Comisión de evaluación de T.I.B

  
Ing. Victor Jiménez Drago  
ASESOR



## **DEDICATORIA**

**A Dios por colmarnos de fe.**

**A mis padres, por su paciencia, perseverancia, apoyo, y valores impartidos.**

**A mis familiares y amigos que siempre han estado presentes para ofrecer su mano amiga, e impulsarme en mi desarrollo personal y profesional.**

**Hayra Yesline**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi querida Facultad de Ingeniería Agrícola (FIA) que nos prepara con eficacia y eficiencia, garantizando de esta manera nuestra calidad académica y una formación profesional e integral, manteniendo vivo en nosotros el deseo de ampliar nuestro conocimiento y superación personal.**

**A mis Maestros, por el apoyo técnico que me han brindado para mi desarrollo profesional, por su asesoramiento efectivo y desinteresado.**

**Hayra Yesline**

## INDICE

<b>I.</b>	<b>DATOS PRELIMINARES .....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>CUERPO DEL INFORME .....</b>	<b>2</b>
1.0.	RESUMEN .....	2
2.0.	ABSTRACT .....	3
3.0.	INTRODUCCION .....	4
3.1.	Objetivos .....	5
3.1.1.	Objetivo General.....	5
3.1.2.	Objetivos Específicos.....	5
4.0.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4.1.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	6
4.1.1.	Métodos de Investigación.....	6
4.1.2.	Técnica de recolección de datos .....	6
4.1.3.	Instrumentos de recolección de datos.....	6
5.0.	RESULTADOS .....	7
5.1.	Estudio de la población .....	7
5.1.1.	Ubicación.....	7
5.1.2.	Características de los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir .....	8
5.1.3.	Aspectos Sociales y Económicos.....	8
5.1.4.	Pobreza .....	1
5.1.5.	Vías de comunicación .....	2
5.1.6.	Descripción del sistema existente .....	3
5.1.7.	Población.....	4
5.1.8.	Población Beneficiaria.....	5
5.2.	Proyecciones poblacionales y análisis de oferta y demanda .....	5
5.2.1.	Diagnóstico de los servicios.....	5
5.2.2.	Diagnóstico de los involucrados .....	8
5.2.3.	Memoria de Cálculo .....	9
5.3.	Descripción del proyecto.....	14
5.3.1.	Sistema de agua potable – Caserío El Porvenir y La Muyupana .....	14
5.3.2.	Sistema de agua potable – Caserío Chacato.....	15
5.3.3.	Sistema de letrinas sanitarias con arrastre hidráulico: 151 unid .....	15
5.3.4.	Ingeniería del proyecto.....	15
5.3.5.	Costo del proyecto.....	17
5.3.6.	Resumen de metas.....	18
6.0.	DISCUSIÓN .....	19
7.0.	CONCLUSIONES.....	21
8.0.	RECOMENDACIONES .....	22
9.0.	BIBLIOGRAFÍA.....	23
10.0.	ANEXOS .....	27
	ANEXO 01: Ubicación de la población beneficiada con el proyecto – caserío Chacato .....	27
	ANEXO 02: Ubicación de la población beneficiada con el proyecto – caserío La Moyupana .....	29
	ANEXO 03: Ubicación de la población beneficiada con el proyecto – caserío El Porvenir .....	31
	ANEXO 04: Detalle de las letrinas con biodigestor.....	32

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES CON DÉFICIT DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO POR TIPO DE CARENCIA, SEGÚN DISTRITO, 2007 .....	8
<b>TABLA 2.</b> PERÚ: ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO, A NIVEL NACIONAL, DEPARTAMENTAL, PROVINCIAL Y DISTRITAL 2007 .....	1
<b>TABLA 3.</b> VÍAS DE ACCESO HACIA LA LOCALIDAD DE PULÁN Y SUS CASERÍOS CHACATO, LA MUYUPANA, EL PROVENIR .....	2
<b>TABLA 4.</b> DPTO. CAJAMARCA: DISPOSITIVO LEGAL DE CREACIÓN, SUPERFICIE POBLACIONAL Y REGIÓN NATURAL DE LOS DISTRITOS, SEGÚN PROVINCIA Y DISTRITO: 2007 .....	4
<b>TABLA 5.</b> POBLACIÓN BENEFICIARIA DEL PROYECTO .....	5
<b>TABLA 6.</b> NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ - CAJAMARCA .....	6
<b>TABLA 7.</b> TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ - CAJAMARCA .....	8
<b>TABLA 8.</b> PROYECCIÓN POBLACIONAL DE LOS CASERÍOS CHACATO, LA MUYUPANA Y EL PORVENIR PROYECCIÓN POBLACIONAL DE LOS CASERÍOS CHACATO, LA MUYUPANA Y EL PORVENIR .....	13
<b>TABLA 9.</b> CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO .....	17
<b>TABLA 10.</b> CUADRO RESUMEN DE METAS .....	18

## LISTA DE FIGURAS

<b>Φιγυρα 1:</b> Υβιχαχι ῑν δελ Προψηχτο.....	7
<b>Φιγυρα 2:</b> Σαντα Χρυζ: Αφιλιαχι ῑν α αλγ ῑν τιπο δε σεγυρο, (Α)ο 2007, Ποβλαχι ῑν δε 3 α)οσ α μ(σ, 41434 περσονασ) .....	7
<b>Φιγυρα 3:</b> Δισε)ο δε βιοδιγεστορ.....	16

# **INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **I. DATOS PRELIMINARES**

**1.0. TÍTULO:** “Estudio para el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor y agua potable en los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir del Distrito de Pulán – Santa Cruz – Cajamarca”.

**2.0. AUTOR:**

Autor: Bach. Hayra Yesline Quintana Valencia

Asesor: Ing. Víctor Jiménez Drago

**3.0. TIPO DE INVESTIGACION:** Bibliográfica

**4.0. ÁREA DE INVESTIGACION:** Recursos Hídricos

**5.0. INSTITUCION DE EJECUCION**

Localidad: Chacato, La Muyupana y El Porvenir

Distrito: Pulán

Provincia: Santa Cruz

Departamento: Cajamarca

**6.0. DURACION DEL PROYECTO**

El tiempo de ejecución de la obra será de 90 días calendarios.

**7.0. FECHA DE INICIO:** 01 de marzo del 2018

**8.0. FECHA DE TÉRMINO:** 31 de mayo del 2018



## **II. CUERPO DEL INFORME**

### **1.0. RESUMEN**

El presente estudio de investigación lleva por título: “Estudio para el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor y agua potable en los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir del Distrito de Pulán – Santa Cruz – Cajamarca”, el cual tiene por objetivo Realizar un estudio para el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor en los caseríos Chacato, La Muyupana y el Porvenir, Distrito de Pulán – Santa Cruz – Cajamarca. Con esta investigación se busca mejorar la calidad de vida de las personas de los Caseríos, brindando beneficios tanto económicos como sociales.

La técnica usada en la presente investigación bibliográfica fue la del análisis documental y como instrumento la recolección de datos.

El presupuesto aproximado asciende a: S/. 958,841.07. Con esta obra se beneficiarán a 143 familias que suman una población de 839 habitantes, con una densidad poblacional de 6 hab/viv y un crecimiento anual de 0.70%.

Los caudales de diseño obtenidos (caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario) para el periodo de diseño son Para el Caserío Chacato: 0.57 l/s, 0.74 l/s y 1.14 l/s y para el Caserío El Porvenir: 0.17 l/s, 0.22 l/s y 0.34 l/s, respectivamente.

**Palabras claves:** tratamiento de aguas residuales, agua potable, biodigestor.

## 2.0. ABSTRACT

The present research study is entitled: "Study for the improvement of the wastewater treatment system with biodigester and drinking water in the Chacato, La Muyupana and El Porvenir hamlets of the Pulán District - Santa Cruz - Cajamarca", which aims to carry out a study for the improvement of the wastewater treatment system with biodigester in the Chacato, La Muyupana and El Porvenir hamlets, Pulán District - Santa Cruz - Cajamarca. This research seeks to improve the quality of life of the people of the Caseríos, providing both economic and social benefits.

The technique used in the present bibliographical investigation was that of the documentary analysis and as an instrument the data collection.

The approximate budget amounts to: S /. 958,841.07. This work will benefit 143 families with a population of 839 inhabitants, with a population density of 6 inhabitants / viv and an annual growth of 0.70%.

The design flows obtained (average flow, maximum daily flow and maximum hourly flow) for the design period are For Caserío Chacato: 0.57 l / s, 0.74 l / s and 1.14 l / s and for Caserío El Porvenir: 0.17 l / s, 0.22 l / s and 0.34 l / s, respectively.

**Keywords:** wastewater treatment, drinking water, biodigester.

### **3.0. INTRODUCCION**

Actualmente el estado peruano está invirtiendo gran porcentaje de sus recursos económicos en obras de saneamiento. Básicamente, la importancia de este tipo de obras radica en la mejora de la calidad de vida y la disminución de los índices de enfermedades estomacales en las poblaciones beneficiarias.

El éxito de estos proyectos depende del trabajo conjunto de la población con los profesionales técnicos en todas las etapas del mismo; desde la elaboración del expediente técnico, ejecución del proyecto y operación y mantenimiento del sistema.

Al ser una obra de saneamiento donde el área de influencia es extensa y se tiene kilómetros de línea entre las captaciones y los últimos beneficiarios del sistema o hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, el control debe ser constante y exhaustivo para garantizar el fiel cumplimiento de las actividades acompañado de altos rendimientos.

Los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir, ubicados en el Distrito de Pulán, Provincia de Santa Cruz, Departamento de Cajamarca; situados entre los 2355 y los 2521 m.s.n.m. con una población de 439 habitantes, los que serán beneficiados con el estudio.

Por las razones expuestas anteriormente y con el propósito de contribuir a mejorar la salud y calidad de vida de la población, es que nace el presente estudio Mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor y agua potable en los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir del Distrito de Pulán – Santa Cruz – Cajamarca.

### **3.1. Objetivos**

#### **3.1.1. Objetivo General**

Realizar un estudio para el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor en los caseríos Chacato, La Muyupana y el Porvenir, Distrito de Pulán – Santa Cruz – Cajamarca.

#### **3.1.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar el número de usuarios beneficiarios.
2. Calcularla morbilidad en la población.
3. Calcular la demanda de agua potable y desagüe para el proyecto

## **4.0. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **4.1.1. Métodos de Investigación**

**4.1.1.1. Deductivo:** Se refiere cuando se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones generales para explicaciones generales, en este proyecto obtenemos conclusiones siguiendo los reglamentos dados para el sistema de Agua Potable y Alcantarillado. (Hernández Sampieri, 2014)

**4.1.1.2. Analítico:** En esta investigación se empleó este método ya que cada uno de los componentes se trabajaron individualmente ya sea el Sistema de Agua Potable y el Sistema de Saneamiento, los cuales son los servicios básicos que van de la mano para la sociedad, pero cada uno trabaja individualmente. (Hernández Sampieri, 2014)

**4.1.1.3. Sintético:** También se usó el método de síntesis ya que en la investigación se procedió de lo simple a lo complejo, de la causa a los efectos, de la parte al todo, de los principios a las consecuencias. (Hernández Sampieri, 2014)

#### **4.1.2. Técnica de recolección de datos**

**4.1.2.1. Análisis Documental:** Con esta técnica, se obtuvo información mediante el estudio de documentos que contenían datos, símbolos, procedimientos, etc. (Hernández Sampieri, 2014)

#### **4.1.3. Instrumentos de recolección de datos**

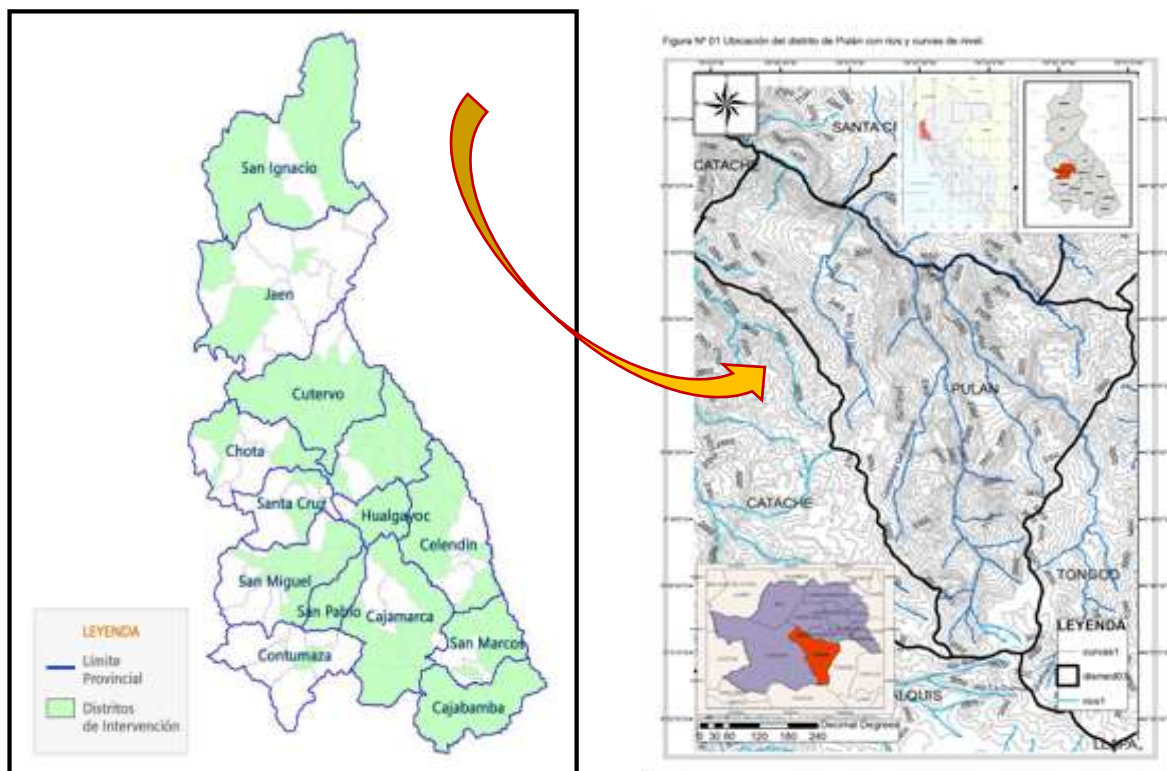
**4.1.3.1. Fichas y Formatos:** Se utilizó fichas, resumen, bibliográficos y formatos para ordenar la información.

## 5.0. RESULTADOS

### 5.1. Estudio de la población

#### 5.1.1. Ubicación

Las localidades a intervenir como sistema integral para el servicio general de saneamiento básico en agua y unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico de los caseríos de Chacato, La Muyupana, y El Porvenir, Distrito de Pulan, Provincia de Santa Cruz, Departamento de Cajamarca. Se encuentran situados entre los 2355 y los 2521 m.s.n.m.



Φιγυρα 1: Υβιγαχι ὶν δελ Προψεχτο

## 5.1.2. Características de los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir

**5.1.2.1. Geográficas:** Se encuentran a una altura promedio de 2,480 m.s.n.m. El distrito de Pulán tiene una densidad demográfica de 31.4 hab/km<sup>2</sup>. Posee una superficie de 155.67 km<sup>2</sup>, ocupando el 10.98 % de la provincia.

**Tabla 1.**

*Viviendas particulares con ocupantes presentes con déficit de agua y saneamiento básico por tipo de carencia, según distrito, 2007*

N°	Distrito	Provincia	Departamento	Tipo de carencia							
				Total		Únicament e agua		Únicamente saneamiento		Agua y saneamiento	
				Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
669	LA ESPERANZA	SANTA CRUZ	CAJAMARCA	762	100.0	26	3.4	36	4.7	700	91.9
670	NINABAMBA	SANTA CRUZ	CAJAMARCA	708	100.0	71	10.0	1	0.1	636	89.8
671	PULÁN	SANTA CRUZ	CAJAMARCA	1257	100.0	95	7.6	55	4.4	1107	88.1
672	SAUCEPAMPA	SANTA CRUZ	CAJAMARCA	521	100.0	40	7.7	37	7.1	444	85.2
673	SEXI	SANTA CRUZ	CAJAMARCA	120	100.0	21	17.5	-	-	99	82.5
674	UTICYACU	SANTA CRUZ	CAJAMARCA	365	100.0	1	0.3	73	20.0	291	79.7
675	YAUUYUCÁN	SANTA CRUZ	CAJAMARCA	726	100.0	-	-	417	57.4	309	42.6

*Fuente: INEI, Censo Nacional 2007.*

**5.1.2.2. Características meteorológicas:** *Temperatura:* variable durante el día.

Oscila entre 16° y 24°C aproximadamente, pudiendo varias, también según el cambio de estación en el transcurso del año. *Precipitaciones:* Hay lluvias durante los meses de verano, haciéndose frecuentes en los meses de Diciembre y Abril. *Altitud:* 2065 m.s.n.m. (Pulán).

## 5.1.3. Aspectos Sociales y Económicos

Dichas poblaciones beneficiadas, tiene como principal actividad económica la Agricultura y Ganadería; entre los principales productos agrícolas que producen se encuentran: Café, maíz, alverja, fréjol, trigo, yuca, etc. También se dedican a la Ganadería en menor escala, sobre todo a la crianza de Ganado Vacuno y Porcino.

### 5.1.4. Pobreza

**Tabla 2.**

*Perú: Índice de desarrollo humano, a nivel nacional, departamental, provincial y distrital 2007*

UBIGEO	DPTO.	Población		Índice de Desarrollo Humano		Esperanza de vida al nacer		Alfabetismo		Escolaridad		Logro Educativo		Ingreso familiar per cápita	
	Provincia														
	Distrito	Hab.	Ranking	IDH	Ranking	Años	Ranking	%	Ranking	%	Ranking	%	Ranking	N.S. mes	Ranking
000000	PERÚ	27428615		0.6234		73.07		92.86		85.71		90.48		374.1	
061300	<b>Santa Cruz</b>	43856	130	0.5679	105	72.31	74	83.13	132	85.37	100	83.87	127	193.2	116
061301	Santa Cruz	10198	475	0.5906	576	72.53	597	88.29	899	83.78	1137	86.79	865	265.6	440
061302	Andabamba	1752	1406	0.5703	896	72.28	684	82.81	1250	91.33	188	85.65	963	172.4	1085
061303	Catache	9557	500	0.5643	997	72.19	725	84.12	1168	82.52	1245	83.58	1172	180.9	1002
061304	Chancaybaños	3923	982	0.5539	1192	72.34	660	77.62	1503	87.35	741	80.86	1397	167.5	1128
061305	La Esperanza	2889	1148	0.5476	1299	72.25	699	74.32	1634	87.78	677	78.81	1547	174.00	1071
061306	Ninabamba	3021	1118	0.5645	992	72.28	686	80.06	1383	91.63	152	83.92	1143	172.00	1091
061307	<b>Pulán</b>	4881	852	0.5706	891	72.34	656	86.60	1020	83.25	1176	85.48	983	175.3	1050
061308	Saucepampa	2031	1337	0.5596	1077	72.37	643	80.54	1357	87.00	789	82.70	1261	163.80	1168
061309	Sexi	515	1788	0.5807	727	72.46	613	94.07	431	82.03	1277	90.06	572	139.6	1478
061310	Uticyacu	1664	1427	0.5617	1051	72.34	659	80.54	1359	88.91	533	83.33	1201	164.9	1151
061311	Yauyucán	3425	1062	0.5462	1326	71.98	795	76.92	1532	85.93	906	79.92	1471	151.5	1300

*Fuente: INEI, Censo Nacional 2007.*



### 5.1.5. Vías de comunicación

La forma más directa para llegar a dichos caseríos es mediante el siguiente recorrido.

**Tabla 3.**

*Vías de acceso hacia la localidad de Pulán y sus caseríos Chacato, La Muyupana, El Provenir*

**Acceso: DISTRITO DE PULAN**

TRAMO			VIA	MEDIO DE TRANSPORTE	TIEMPO (hrs)
Chiclayo	-	Santa Cruz	Carretera Asfaltada	Omnibus	4.00
Santa Cruz	-	Pulan	Trocha carrozable	Transporte Urbano	1.50

**Acceso: CASERIO CACHATO**

TRAMO			VIA	MEDIO DE TRANSPORTE	TIEMPO (hrs)
Chiclayo	-	Santa Cruz	Carretera Asfaltada	Omnibus	4.00
Santa Cruz	-	Pulan	Trocha carrozable	Transporte Urbano	1.50
Pulan	-	Chacato	Trocha carrozable	Acémila	1.50

**Acceso: CASERIO LA MUYUPANA**

TRAMO			VIA	MEDIO DE TRANSPORTE	TIEMPO (hrs)
Chiclayo	-	Santa Cruz	Carretera Asfaltada	Omnibus	4.00
Santa Cruz	-	Pulan	Trocha carrozable	Transporte Urbano	1.50
-	Pulan Chilal	Trocha carrozable	Acémila	1.50	

**Acceso: CASERIO EL PORVENIR**

TRAMO			VIA	MEDIO DE TRANSPORTE	TIEMPO (hrs)
Chiclayo	-	Santa Cruz	Carretera Asfaltada	Omnibus	4.00
Santa Cruz	-	Pulan	Trocha carrozable	Transporte Urbano	1.50
Pulan	-	Laguden	Trocha carrozable	Acémila	4.00

*Fuente: INEI, Censo Nacional 2007.*

## **5.1.6. Descripción del sistema existente**

### **5.1.6.1. Por localidades**

#### **A. Chacato**

##### **a) Sistema de agua Potable**

Su sistema de agua potable actualmente se encuentra deteriorado, donde las estructuras de captación, reservorio de 15 m<sup>3</sup>, líneas de conducción, aducción y distribución (abastece al 50% de la población) ya cumplieron con el tiempo de diseño, las cuales ya cumplieron una antigüedad de 18 años. Se anexa plano de sistema existente.

##### **b) Tratamiento de aguas Residuales**

No tiene sistema de tratamiento de aguas residuales, el 20% de las viviendas presentan letrinas con pozo ciego.

#### **B. La Muyupana**

##### **a) Sistema de agua Potable**

Su sistema de agua potable actualmente se encuentran buen estado, donde las estructuras de captación, reservorio, líneas de conducción, aducción y distribución no cumplen con el tiempo de diseño, las cuales tienen una antigüedad de 2 años. Este sistema abastece al 100% de la población.

El caserío de La Muyupana cuenta con dos ramales o zonas, el 1er ramal del sistema de agua potable y abastece al centro poblado de la Muyupana.

El ramal 2, abastece la parte baja del caserío, y se encuentra en buen estado el sistema de agua potable.

### b) Tratamiento de aguas Residuales

No tiene sistema de tratamiento de aguas residuales, el 10% de las viviendas presentan letrinas con pozo ciego.

## C. El Porvenir

### a) Sistema de agua Potable

No cuenta con sistema de agua potable actualmente, la población toma el agua directamente de los manantiales cercanos y presentan contaminación.

### b) Tratamiento de aguas Residuales

No tiene sistema de tratamiento de aguas residuales, el 5% de las viviendas presentan letrinas con pozo ciego.

### 5.1.7. Población

El distrito de Pulán tiene una población total (Pulan y caseríos) según el censo del 2007 de 4,881 habitantes.

**Tabla 4.**

*Dpto. Cajamarca: Dispositivo legal de creación, superficie poblacional y región natural de los distritos, según provincia y distrito: 2007*

Provincia y Distrito	Dispositivo Legal de Creación			Población al 2007	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Densidad Poblac. (Hab/km <sup>2</sup> )	Región natural
	Nombre	N°	Fecha				
<b>Santa Cruz</b>				<b>43856</b>	<b>1417.93</b>	30.93	Sierra
Santa Cruz	Dec. Ley	11328	21 Abr. 1950	10198	102.51	99.48	Sierra
Andabamba	Ley	16684	21 Ago. 1967	1752	7.61	230.22	Sierra
Catache	Dec. Ley	11328	21 Abr. 1950	9557	609.16	15.69	Sierra
Chancaybaños	Ley	9607	17 Set. 1942	3923	120.04	32.68	Sierra
La Esperanza	Ley	4652	23 Abr. 1923	2889	59.7	48.39	Sierra
Ninabamba	Dec. Ley	11328	21 Abr. 1950	3021	60.04	50.32	Sierra
<b>Pulán</b>	<b>Dec. Ley</b>	<b>11328</b>	<b>21 Abr. 1950</b>	<b>4881</b>	<b>155.67</b>	<b>31.35</b>	<b>Sierra</b>
Saucepampa	Ley	25094	01 Set. 1989	2031	31.58	64.31	Sierra
Sexi	Ley	9607	17 Set. 1942	515	192.87	2.67	Sierra
Utcyacu	Ley	9393	01 Oct. 1941	1664	43.38	38.36	Sierra
Yauyucán	Dec. Ley	11328	21 Abr. 1950	3425	35.37	96.83	Sierra

*Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y vivienda, 2007 – Directorio de Municipalidades*

### 5.1.8. Población Beneficiaria

Para la determinación de la población de diseño, se ha determinado previamente en el campo, el número de familias que serán beneficiadas con el Proyecto, se ha promediado el número de habitantes por vivienda en un número de 6 hab/vivienda.

**Tabla 5.**

*Población beneficiaria del proyecto*

ITEM	CASERIO	VIVIENDAS	LOCALES PUBLICOS	TOTAL CONEXIONES AGUA
1	CHACATO	73	4	77
2	LA MOYUPANA	49	5	0
3	EL PORVENIR	21	0	21
TOTAL		143	9	99

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.2. Proyecciones poblacionales y análisis de oferta y demanda

### 5.2.1. Diagnóstico de los servicios

#### a. Educación

El nivel de educación en la provincia de Santa Cruz es preocupante, según el Censo 2007, de un total de 41,392 pobladores de 3 años a más, solamente 681 tienen educación superior universitaria completa, esto representa el 2% (Nivel educativo 2007), en tanto que el (48%), solamente ha alcanzado el nivel de educación primaria, el 26 % secundaria. Lo más lamentable a nivel educativo es que el 17% es decir 6,975 personas de 3 años a más no tiene ningún nivel educativo, es decir nunca asistió a ningún centro de educación, no inicial, primario, secundario, etc.

**Tabla 6.***Nivel educativo alcanzado en la provincia de Santa Cruz - Cajamarca*

Provincia/ Distrito	NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO								TOTAL
	Sin nivel	Educ. inicial	Primaria	Secundaria	Sup. No Univ. Incompleta	Sup. No Univ. Completa	Sup. Univ. Incompleta	Sup. Univ. Completa	
<b>Prov. SANTA CRUZ</b>	6975	1212	19750	10652	695	1127	300	681	41392
Dist. Santa Cruz	1224	263	4320	2489	309	565	154	354	9678
Dist. Andabamba	242	58	730	512	35	35	5	33	1650
Dist. Catache	1605	320	4332	2455	39	134	30	63	8978
Dist. Chancaybaños	751	111	1805	855	43	74	15	30	3684
Dist. La Esperanza	605	63	1279	690	28	33	16	35	2749
Dist. Ninabamba	538	86	1174	806	101	91	20	46	2862
<b>Dist. Pulán</b>	<b>659</b>	<b>130</b>	<b>2518</b>	<b>1096</b>	<b>39</b>	<b>66</b>	<b>32</b>	<b>43</b>	<b>4583</b>
Dist. Saucepampa	397	43	983	422	14	21	6	23	1909
Dist. Sexi	39	15	249	152	4	18	5	9	491
Dist. Utcyacu	272	42	732	435	20	50	7	13	1571
Dist. Yauyucán	643	81	1628	740	63	40	10	32	3237

*Fuente: INEI, Censo Nacionales 2007***b. Salud**

De los 41,392 pobladores de 3 años a más, que existían en el año 2007, solo el 8% estaba afiliado a Es salud, el 26% estaba afiliado al Seguro Integral de Salud (SIS), en tanto que las 2 terceras partes (64%) no tiene "ningún" tipo de seguro, esta cifra es mayor que el total de la Región Cajamarca que fue el 55.7% en ese año.

Para atender los problemas de salud de toda la población de la provincia de Santa Cruz, en el año 2007 existían solo 19 médicos.



**Φιγυρα 2:** Σαντα Χρυζ: Αφιλιαχι ίν α αλγ ίν τιπο δε σεγυρο, (Α)ο 2007, Ποβλαχι ίν δε 3 α)οσ α μ(σ, 4 1434 περσωνασ)

### c. Agua potable

En el año 2007, en 7,464 viviendas la población cruceña se abastece de agua de "río, acequia manantial o similar", es decir agua que no es potable, por lo que sus condiciones de salubridad son pésimas y representan un peligro latente para la salud de nuestros paisanos.

El 17% (1,858 viviendas) se provee de agua de "pozo"; solo el 5.8% (624) de cruceños tiene agua potable dentro de su vivienda, el 4.8% tiene agua potable de red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación.

**Tabla 7.**

*Tipo de abastecimiento de agua en la provincia de Santa Cruz - Cajamarca*

Provincia/ Distrito	Tipo de abastecimiento de agua								TOTAL
	Red pública dentro de la vivienda (agua potable)	Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación (agua potable)	Pilón de uso público (agua potable)	Camión cisterna u otro similar	Pozo	Río, acequia, manantial o similar	Vecino	Otro	
<b>Prov. SANTA CRUZ</b>	<b>624</b>	<b>523</b>	<b>84</b>	<b>6</b>	<b>1,858</b>	<b>7,464</b>	<b>187</b>	<b>100</b>	<b>10,846</b>
Dist. santa Cruz	20.0%	9.0%	50.0%	66.7%	33.3%	21.9%	35.8%	36.0%	23.8%
Dist. Andabamba	0.8%	2.9%	0.0%	0.0%	1.0%	5.1%	1.6%	15.0%	4.1%
Dist. Catache	11.9%	22.9%	13.1%	0.0%	10.9%	24.5%	22.5%	6.0%	21.0%
Dist. Chancaybaños	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	17.3%	7.9%	3.2%	0.0%	8.4%
Dist. La esperanza	5.9%	0.0%	0.0%	33.3%	2.0%	9.0%	7.5%	3.0%	7.0%
Dist. Ninabamba	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	5.4%	8.1%	2.1%	1.0%	6.6%
<b>Dist. Pulán</b>	<b>3.4%</b>	<b>9.4%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>8.4%</b>	<b>13.9%</b>	<b>3.7%</b>	<b>1.0%</b>	<b>11.7%</b>
Dist. Saucepampa	1.1%	0.8%	33.3%	0.0%	2.4%	5.5%	9.1%	12.0%	4.8%
Dist. Sexi	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	1.6%	0.0%	0.0%	1.1%
Dist. Uticyacu	15.4%	2.7%	0.0%	0.0%	10.1%	1.0%	2.1%	25.0%	3.7%
Dist. Yauyucán	40.7%	52.4%	3.6%	0.0%	9.1%	1.5%	12.3%	1.0%	7.7%

*Fuente: INEI, Censo Nacionales 2007*

## 5.2.2. Diagnóstico de los involucrados

### a. Población objetivo y zona afectada

Los caseríos beneficiados, cuenta hacen un total de 143 familias con un promedio de 6 hijos que hacen un total de 839 habitantes que están siendo beneficiadas por un nuevo y mejorado sistema de abastecimiento de agua potable y sistema de Unidades básicas de saneamiento (UBS) con arrastre hidráulico, que permita mejorar sus expectativas y sobre todo podrán disminuir el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales y dérmicas.

### 5.2.3. Memoria de Cálculo

#### A. *Chacato*

##### a. Dinámica poblacional

Las localidades beneficiadas corresponden a un conjunto de viviendas, ubicadas en su mayoría dispersas por la ubicación de sus terrenos de cultivo.

##### b. Cálculo de la población de diseño

Para la población de diseño (proyectada a 20 años), se tendrá en cuenta el número de habitantes y su índice de crecimiento poblacional (0.7%)

Actualmente la población de aproximadamente 429 habitantes en total, distribuidas en 73 familias, y, tomando en cuenta que hay constantes migraciones. El cálculo para el diseño de las estructuras se ha hecho para el área de influencia del proyecto en el centro poblado. Por tanto para el presente proyecto consideramos una población de diseño de acuerdo a la formula considerada:

$$P_f = P_0 \left( 1 + \frac{r(t - t_0)}{100} \right)$$

$$P_f = 489 \text{ hab.}$$

##### c. Parámetros de diseño

➤ **Dotación:** Se considerará una dotación de 100 l/hab./d

➤ **Coefficientes de variación de consumo:**

Coefficiente Máximo Diario K1 : 1.3

Coefficiente Máximo Horario K2: 2.0



- **Población futura:** La población proyectada a 20 años y a 6 personas por familia:

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{r(t - t_0)}{100}\right)$$

Año - 20	
N° habitantes	N° familias
489	82

- **Caudal promedio anual ( $Q_p$ ):**

$$Q_p = P_{ob} * Dot. / 86,400$$

Población	Dotación (Lts./hab.)	$Q_p$
489	100	0.57

- **Caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ):**

$$Q_{md} = K1 * Q_p$$

K1	$Q_p$	$Q_{md}$
1.3	0.57	0.74

- **Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ):**

$$Q_{mh} = K2 * Q_p$$

K2	$Q_p$	$Q_{mh}$
2.0	0.57	1.14

- **Gasto máximo horario (en el día de mayor consumo):**

$$Q_{max.max} = K1 * K2 * Q_p$$

$$Q_{max.max} = 1.43 * 3.5 * Q_p$$

K1	K2	$Q_p$	$Q_{max.max}$
1.43	3.50	0.57	2.85

## **B. El Porvenir**

### **a. Dinámica poblacional**

Las localidades beneficiadas corresponden a un conjunto de viviendas, ubicadas en su mayoría dispersas por la ubicación de sus terrenos de cultivo.

### **b. Cálculo de la población de diseño**

Para la población de diseño (proyectada a 20 años), se tendrá en cuenta el número de habitantes y su índice de crecimiento poblacional (0.7%)

Actualmente la población de aproximadamente 126 habitantes en total, distribuidas en 21 familias, y, tomando en cuenta que hay constantes migraciones. El cálculo para el diseño de las estructuras se ha hecho para el área de influencia del proyecto en el centro poblado.

Por tanto para el presente proyecto consideramos una población de diseño de acuerdo a la formula considerada:

$$P_f = P_0 \left( 1 + \frac{r(t - t_0)}{100} \right)$$

$$P_f = 144 \text{ hab.}$$

### **c. Parámetros de diseño**

➤ **Dotación:** Se considerará una dotación de 100 l/hab./d

➤ **Coefficientes de variación de consumo:**

Coefficiente Máximo Diario K1 : 1.3

Coefficiente Máximo Horario K2: 2.0

- **Población futura:** La población proyectada a 20 años y a 6 personas por familia:

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{r(t - t_0)}{100}\right)$$

Año - 20	
N° habitantes	N° familias
144	24

- **Caudal promedio anual ( $Q_p$ ):**

$$Q_p = P_{ob} * Dot. / 86,400$$

Población	Dotación (Lts./hab.)	$Q_p$
144	100	0.17

- **Caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ):**

$$Q_{md} = K1 * Q_p$$

K1	$Q_p$	$Q_{md}$
1.3	0.17	0.22

- **Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ):**

$$Q_{mh} = K2 * Q_p$$

K2	$Q_p$	$Q_{mh}$
2.0	0.17	0.34

- **Gasto máximo horario (en el día de mayor consumo):**

$$Q_{max.max} = K1 * K2 * Q_p$$

$$Q_{max.max} = 1.43 * 3.5 * Q_p$$

K1	K2	$Q_p$	$Q_{max.max}$
1.43	3.50	0.17	0.85

**Tabla 8.***Proyección poblacional de los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir*

ITEM	CASERIO	VIVIENDAS	LOCALES PUBLICOS	TOTAL CONEXIONES AGUA	POB. ACTUAL (HAB.)	POB. FUTURA (HAB.)	TOTAL UBS
1	CHACATO	73	4	77	429	489	77
2	LA MOYUPANA	49	5	0	294	335	53
3	EL PORVENIR	21	0	21	126	144	21
<b>TOTAL</b>		<b>143</b>	<b>9</b>	<b>99</b>	<b>839</b>	<b>968</b>	<b>151</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Población atendida:** La población atendida por el proyecto comprende un total de 143 familias que serán beneficiadas con el Proyecto, con un promedio de 6 hijos por familia que hacen un total de 839 habitantes, que comprende los caseríos de Chacato, La Muyupana y El Porvenir, presenta además 9 locales públicos.

**Tasa de Crecimiento:** La tasa de crecimiento considerada para el presente proyecto es del 0.7%.

**Dotación:** De acuerdo a las características socio-económicas, culturales, densidad poblacional, y condiciones técnicas que permitan en el futuro, la implementación de un sistema de saneamiento a través de redes, se utilizará la dotación de 100/L/hab./d (Fuente: Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de saneamientos básicos en el ámbito rural a nivel de perfil)

**Periodo de Diseño:** El periodo de diseño del proyecto de saneamiento es de 20 años.

### **5.3. Descripción del proyecto**

El proyecto: “Mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor y agua potable en los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir del Distrito de Pulán Santa Cruz Cajamarca”, contempla la utilización de un sistema de abastecimiento de agua por gravedad, la cual se captará del cauce de manantial, ubicado en la parte alta de la localidad de Chilal, el cual presenta 01 captación que son el manantial La Muyupana de 1.10 l/s, cuyos caudales de abastecimiento son variados de acuerdo a las estaciones del año. Los elementos del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del proyecto, se describirá como a continuación se detalla:

#### **5.3.1. Sistema de agua potable – Caserío El Porvenir y La Muyupana**

Este Sistema de agua potable reúne las aguas de 02 captaciones tipo manantial ubicadas en la parte alta del caserío la Muyupana, esta agua será reunida en captaciones de C°A°, de F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup> de dimensiones h= 1.0x0.7x1.10, las que se reunirán en la cámara de Reunión N° 01, desde donde se piensa llevar una línea de conducción de PVC Ø 2” hasta un Reservorio general Circular de C°A° F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, con capacidad para 40 m<sup>3</sup>, luego la línea principal alimentará a la cámara de reunión N° 02 y ésta al Reservorio N° 02 (Caserío El Porvenir) que abastecerán a los caseríos de La Muyupana y El Porvenir. Luego se colocará cada cierto tramo cámaras rompe presión de C°A° F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup> y cajas para válvulas de purga y de aire de concreto estructural F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>, y pases aéreos, para el sistema de acuerdo al diseño hidráulico, la ubicación de las mismas están detalladas en los planos adjuntos al expediente.

### **5.3.2. Sistema de agua potable – Caserío Chacato**

Para el Sistema de agua Potable del caserío Chacato, el agua de manantial será reunida en una captación existente de C°A°, de  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  de dimensiones  $h = 1.3 \times 0.7 \times 1.10$ , desde donde se piensa llevar una línea de conducción de PVC Ø 1" hasta un Reservoirio existente Circular de C°A°  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con capacidad para 15 m<sup>3</sup> y luego repartirá a los demás reservoirios y cámaras de reunión correspondientes que abastecerán a toda la zona del proyecto. Luego se colocara cada cierto tramo cámaras rompe presión de C°A°  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y cajas para válvulas de purga y de aire de concreto estructural  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , y pases aéreos, para el sistema de acuerdo al diseño hidráulico.

### **5.3.3. Sistema de letrinas sanitarias con arrastre hidráulico: 151 unid**

Que comprende un módulo básico de material noble, con techo de calamina y madera. Los servicios higiénicos presentan lavatorio e inodoro con tanque bajo. El sistema de desagüe comprende tubo de 4", que descarga en Biodigestor de PVC de 600 lts.. de capacidad. Las aguas residuales van a una zanja de infiltración de 15 m de longitud, a una profundidad de 0.40 m.

### **5.3.4. Ingeniería del proyecto**

#### **A. Biodigestores**

Es una unidad para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaeróbica orgánica, el agua tratada es infiltrada hacia un pozo percolador

*PARA EL CONSUMIDOR FINAL*

- Mayor resistencia que una fosa séptica convencional.
- Autolimpiable y de mantenimiento económico ya que solo necesita

- Hermético, construido en una sola pieza, sin filtraciones.
- No contamina mantos freáticos No contamina el medio ambiente.

- Liviano y fácil de instalar.
- Con todos sus accesorios incluidos.
- No se agrieta ni fisura.
- Fabricado con polietileno de alta tecnología que asegura una duración de

### DISEÑO DE BIODIGESTOR

DATOS HIDRAULICOS	
POBLACION =	839.000
DEMANDA =	100.000
DATOS TECNICOS	
TASA DE INFILTRACION =	2.73
VELOCIDAD INFILTRACION =	0.000000820

calculos hidraulicos	
CAUDAL =	67120.00
CAUDAL =	67.12000
CAUDAL =	0.00077685
CAUDAL =	0.78
calculos de ares de infiltracion	
AREA DE INFILTRACION =	947
AREA =	2368

UNIDADES	OBSERVACIONES
lit/dia	caudal estimado para el carg. (PROYECTO DE INGENIERIA)
m <sup>3</sup> /dia	
m <sup>3</sup> /hora	
lit/s	

16

### 5.3.5. Costo del proyecto

**Tabla 9.**

*Cuadro resumen de presupuesto*

ITEM	LOCALIDAD	COMPONENTES
		LETRINAS
1	CHACATO	S/. 466,202.57
2	LA MUYUPANA	S/. 344,900.84
3	EL PORVENIR	S/. 147,737.66
COSTO DIRECTO		<b>S/. 958,841.07</b>

*Fuente: Elaboración propia*



### 5.3.6. Resumen de metas

**Tabla 10.**

*Cuadro resumen de metas*

<b>LA MUYUPANA</b>		
<b>SISTEMA DE LETRINAS SANITARIAS CON ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>CASERIOS</b>	
	<b>UNIDAD</b>	<b>MUYUPANA</b>
LETRINAS	und.	53.00
<b>EL PORVENIR</b>		
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>EL PORVENIR</b>
LINEA DE CONDUCCION	ml.	4076.76
CAMARA ROMPE PRESION	und.	2.00
CAJA DE VALVULA DE PURGA TIPO I	und.	3.00
CAJA DE VALVULA DE AIRE	und.	2.00
CAJA DE VALVULAS	und.	2.00
RESERVORIO DE 05 m3	und.	1.00
CAMARA DE REUNION	und.	2.00
LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION	ml.	4365.01
PASES AEREOS	ml.	20.00
CONEXIONES DOMICILIARIAS	ml.	1446.88
<b>SISTEMA DE LETRINAS SANITARIAS CON ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>EL PORVENIR</b>
UBS	und.	21.00
<b>CHACATO</b>		
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CHACATO</b>
LINEA DE CONDUCCION	ml.	43.23
CAMARA ROMPE PRESION	und.	19.00
CAJA DE VALVULA DE PURGA TIPO I	und.	2.00
CAJA DE VALVULA DE AIRE	und.	3.00
CAJA DE VALVULAS	und.	3.00
CAMARA DE REUNION	und.	1.00
LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION	ml.	6499.6
CONEXIONES DOMICILIARIAS	ml.	4030.79
<b>SISTEMA DE LETRINAS SANITARIAS CON ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CHACATO</b>
UBS	und.	77.00

*Fuente: Elaboración propia*

## 6.0. DISCUSIÓN

Lossio, M. M. (2012), en su estudio indica que asumió una dotación de 50 lt/hab/día, por ser un criterio de diseño razonable en sistemas de abastecimiento de agua y respecto a las variaciones de demanda de agua potable, adoptó los siguientes coeficientes de variación diaria (K1) y horaria (K2):

- K1: 1.3 y K2: 2.0

Con estos datos obtuvo los siguientes caudales de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable:

-  $Q_p$ : 0.36 l/s

-  $Q_{md}$ : 0.46 l/s

-  $Q_{mh}$ : 0.71 l/s.

Mientras que, en la presente investigación se adoptó una dotación de 100 lt/hab/día debido a que la zona se ubicó en un clima de sierra, y respecto a las variaciones de demanda de agua potable, asumí los coeficientes de variación diaria (K1) y horaria (K2), coincidiendo con el criterio de Loor:

- K1: 1.3

- K2: 2.0

Con estos coeficientes se obtuvo los siguientes caudales de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable:

### **Para el Caserío Chacato:**

- Caudal promedio diario: 0.57 l/s

- Caudal máximo diario: 0.74 l/s

- Caudal máximo horario: 1.14 l/s.

**Para el Caserío El Porvenir:**

- Caudal promedio diario: 0.17 l/s
- Caudal máximo diario: 0.22 l/s
- Caudal máximo horario: 0.34 l/s.

En su tesis, Cruzado (2015) menciona que para determinar la población de diseño, adoptó una tasa de crecimiento de 2.0%, y una densidad poblacional máxima de 6 hab/viv, con 165 familias beneficiadas, mientras que para el caso de este estudio la tasa de crecimiento fue de 0.7% con una densidad poblacional de 6 hab/viv, beneficiando a 149 familias.

Alva, C. M & Roncal, A. G. (2014) en su tesis concluye para su sistema de saneamiento 81 UBS con tratamiento de aguas residuales tipo IMHOFF; así mismo, planteando una alternativa diferente que comprende un módulo básico de material noble, con techo de calamina y madera. Los servicios higiénicos presentan lavatorio e inodoro con tanque bajo. El sistema de desagüe comprende tubo de 4", que descarga en Biodigestor de PVC de 600 lts.. de capacidad. Las aguas residuales van a una zanja de infiltración de 15 m de longitud, a una profundidad de 0.40 m.

Al igual que Loor, C. S & Melendres, J. R. (2016) en su alternativa 1 contempla el uso de un tanque reservorio para rehabilitar la red de agua potable existente y así solucionar el problema de abastecimiento de la misma, y el mejoramiento del sistema de tratamiento existente, mediante el uso de biodigestores prefabricados; en este estudio también se optó por el uso de biodigestores.

## **7.0. CONCLUSIONES**

- 1.** El número de beneficiarios es de 143 familias, con una población de 839 habitantes.
- 2.** La ejecución de esta obra, ayudará a elevar su calidad de vida y a disminuir el riesgo de muerte por enfermedades infectocontagiosas.
- 3.** Los caudales de diseño que se obtuvieron (caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario) para el periodo de diseño son Para el Caserío Chacato: 0.57 l/s, 0.74 l/s y 1.14 l/s y para el Caserío El Porvenir: 0.17 l/s, 0.22 l/s y 0.34 l/s, respectivamente.
- 4.** El sistema de letrinas sanitarias con arrastre hidráulico deberá contar con 151 unidades, las que comprenden un módulo básico de material noble, con techo de calamina y madera. Los servicios higiénicos presentan lavatorio e inodoro con tanque bajo. El sistema de desagüe comprende tubo de 4", que descarga en Biodigestor de PVC de 600 lts.. de capacidad. Las aguas residuales van a una zanja de infiltración de 15 m de longitud, a una profundidad de 0.40 m.

## **8.0. RECOMENDACIONES**

- 1.** Se recomienda monitorear el crecimiento poblacional de los caseríos Chacato, La Muyupana y El Porvenir cuando el sistema cumpla 10 años de funcionamiento, y de no ser así, tomar las medidas correctivas para solucionar problemas futuros debidos a la insuficiencia del sistema.
- 2.** Realizar un estudio socioeconómico a toda la población, para verificar que las consideraciones de dotación, factores pico de consumo horario y diario, factor de retorno, entre otras, son adecuadas.
- 3.** Respetar el periodo de diseño, debido a que los caudales se encuentran estipulados en base a la dotación por habitante, por lo que después al año 2039, habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo al crecimiento poblacional en esa fecha para determinar la factibilidad de realizar un rediseño.
- 4.** Se recomienda, que la entidad que administrará los servicios de agua potable y de saneamiento diseñe una política de Educación Sanitaria para orientar a la población en el uso adecuado de los servicios.
- 5.** Fomentar e incentivar la priorización de la inversión en proyectos de saneamiento básico a nivel regional y nacional, debido a que la inversión en este tipo de proyectos, impacta positivamente en el bienestar de la población.

## 9.0. BIBLIOGRAFÍA

1. **Agüero, R. (1997).** *Agua potable para poblaciones rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad y sin tratamiento*. 1ra. Edición. Lima: Servicios educativos rurales SER.
2. **Amaya, M. A. (2014).** *Aplicación de técnicas de biodigestión y desinfección en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de Parcona – Ica*. (Tesis de Grado). Universidad Alas Peruanas, Ica, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/1948>
3. **Artieda, J. L. & Chimbo, D. K. (2016).** *Implementación de Red de Sistema Alcantarillado Sanitario y Tratamiento de Aguas Residuales Para Poblados Aledaños al Nuevo Aeropuerto de Guayaquil*. (Proyecto de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/35094>
4. **Banco Mundial (1999).** *Saneamiento básico rural: Análisis sectorial y estrategia*.
5. **Castillo, J. (2017).** *Proyecto de saneamiento en el caserío San Cristóbal, distrito de San Miguel del Faique, provincia de Huancabamba Piura*. (Trabajo de Suficiencia Profesional). Universidad de Piura, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11042/3206>
6. **Cervantes, A., Cruz, M., Aguilar, R., Castilla, P., Meraz, M. (2011).** *Caracterización Físicoquímica y Microbiológica del agua tratada en un reactor UASB escala piloto*. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 10(1), 67-77.

7. **Chávez, J. A., Pedroza, A. & Maldonado, A. (2007).** Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. *Biodigestores una alternativa de aprovechamiento integral de aguas residuales*, 6(2), pp. 191-195. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545069006>
8. **Chávez, M. A., Melendres, J. R. & Loor, C. S. (2016).** *Soluciones de Ingeniería Para el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Evacuación de las Aguas Residuales de la Comuna Febres Cordero, Parroquia Colonche, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.* (Proyecto Integrador). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/35103>
9. **Cortois, R. & De Deyn, G. (2012).** *The curse of the Black box.* *PlantSoil*, DOI 10.1007/s11104-011-0963-z.
10. **Cruzado, L. A. (2015).** *Diseño e instalación del sistema de saneamiento básico en el caserío de Querobal – Curgos, Distrito de Curgos - Sánchez Carrión - La Libertad.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2835>
11. **Espinoza, L. E. (2014).** *Sostenibilidad de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con pozo séptico y con biogestor en la comunidad de Quinuamayo Alto - distrito La Encañada - Cajamarca 2014.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/63>
12. **Hernández Sampieri, R. (2014).** *Metodología de la Investigación Científica.* México DF: McGraw Hill.

13. Iwai, S. & Kitao, T. (1994). *Wastewater treatment with microbial films*. Technomic Publishing Company, Inc. Pp. 27, 89-92, 155-157.
14. INEI (2007). *Encuesta nacional de niveles de vida (ENNIV)*. Recuperado de: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe).
15. Keser, G., & G. Buyuk. (2012). *Effects of water irrigation on chemical and physical properties of Petroselinum crispum*. Biol. Trace Elem. Res, DOI 10.1007/s12011-011-9259-7.
16. Mendoza, D. J. (2011). *Evaluación y rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales del barrio Cañaverale de la ciudad de Nueva Loja*. (Tesis de Grado). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3183>
17. Miranda, M. E. (2013). *Tratamiento de aguas residuales con fosa séptica convencional y fosa séptica prefabricada*. (Informe Técnico). Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/667>
18. Panikkar, A. & Okalebo, S. (2010) *Handbook of Environmental Engineering*, Volumen 11: Environmental Bionengineering. (Ed.), L. K. Wang et al., DOI: 10.1007/978-1-60327-031-1\_16.
19. Parameswaran, I. (2004). *Paquete de herramientas para el suministro de agua y saneamiento rural en proyectos multisectoriales*.



- 20. Paredes, H. (2015).** *Instalación del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas de los centros poblados San Juan y La Palma, distrito de Chadín, Provincia de Chota-Cajamarca.* (Proyecto Profesional). Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/61>
- 21. Peralta, A. (2017).** *Estudio de factibilidad de un sistema biodigestor para usuarios comerciales en la región Piura.* (Tesis de Grado). Universidad de Piura, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11042/3236>
- 22. Rodríguez, E. (2013).** *Ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado de la localidad de Cascas.* (Proyecto Profesional). Universidad de Piura, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/680>
- 23. Rogalla, F.; Badard, M.; Hansen, F. & Dansholm, P. (1992).** *Upscaling a compact nitrogen removal process.* Wat. Sci. Tech. 26:(5/6), pp 1067-1076.
- 24. Sánchez, M. A., Peón, I. E., Cardona, T., Ortega, L. & Urriolagoitia, G. (2016).** *Revista Colombiana de Biotecnología. Evaluación inicial de parámetros de campo en un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de aguas residuales,* 18(1), pp. 173-184. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77645907018>
- 25. Zuloaga, L. K. (2014).** *Modelo de red de saneamiento básico en zonas rurales, caso: centro poblado Aynaca-Oyón-Lima.* (Tesis de Grado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/1141>

## 10.0. ANEXOS

### ANEXO 01: Ubicación de la población beneficiada con el proyecto – caserío Chacato

#### LISTA DE BENEFICIARIOS CASERIO CHACATO

N°	COORDENADAS		
	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (COTA)
1	727643.95	9257042.55	2396
2	727748.95	9257078.55	2345
3	727988.95	9257109.55	2244
4	727758.00	9257176.61	2336
5	727540.96	9257232.55	2422
6	727617.95	9257287.55	2422
7	727758.02	9257387.50	2396
8	728456.93	9257383.30	2042
9	728442.97	9257475.50	2042
10	728366.96	9257577.55	2155
11	728431.96	9257624.55	2122
12	728205.77	9257626.58	2120
13	727628.71	9257907.19	2405
14	727788.62	9257916.74	2400
15	727897.88	9257940.84	2400
16	727995.63	9257988.18	2246
17	727987.32	9258004.08	2247
18	727971.91	9258005.63	2240
19	727979.06	9258060.90	2235
20	727959.11	9258064.58	2233
21	727972.68	9258069.23	2235
22	728009.88	9258101.67	2220
23	728221.05	9258029.62	2150
24	728207.30	9258062.79	2154
25	728259.74	9258074.31	2155
26	728176.82	9258029.07	2150
27	728184.00	9257787.00	2191
28	728137.02	9257985.14	2155
29	728238.03	9257892.06	2165
30	728230.00	9257866.00	2168
31	728278.56	9257860.81	2160
32	728373.36	9257808.94	2152

33	728399.66	9257781.73	2155
34	728583.96	9258013.55	2052
35	728545.08	9258015.54	2063
36	728476.56	9258019.81	2070
37	728761.73	9258062.76	1961
38	728506.98	9258159.49	2044
39	728388.96	9258119.55	2048
40	728410.34	9258137.75	2039
41	728362.24	9258238.90	2019
42	728259.96	9258182.55	2048
43	728214.96	9258219.55	2042
44	728255.76	9258279.91	2013
45	728216.94	9258411.59	2001
46	728298.96	9258473.55	1975
47	728253.32	9258497.78	1980
48	728068.60	9258463.62	2062
49	728055.16	9258508.67	2057
50	728058.06	9258550.58	2058
51	728058.06	9258580.55	2051
52	728223.03	9258620.97	1967
53	728198.85	9258674.11	1967
54	728045.96	9258746.55	2052
55	728374.00	9258410.00	1982
56	728446.96	9258346.55	1949
57	728564.02	9258431.62	1870
58	728588.91	9258475.15	1855
59	728689.92	9258374.58	1859
60	728842.19	9258244.80	1890
61	728857.35	9258432.78	1823
62	728880.92	9258434.62	1824
63	728869.00	9258504.00	1808
64	728836.12	9258550.22	1790
65	728993.54	9258588.14	1796
66	728951.07	9258602.66	1795
67	728987.50	9258639.05	1796
68	728648.00	9258604.00	1797
69	728738.05	9258671.03	1773
70	728568.18	9258724.91	1770
71	728809.96	9258788.55	1768
72	728655.63	9258812.08	1770
73	728775.19	9258888.50	1739

74	728717.21	9257885.45	2050
75	728726.96	9257761.91	2052
76	728729.36	9257769.19	2054
77	728738.17	9257771.71	2057

## ANEXO 02: Ubicación de la población beneficiada con el proyecto – caserío La

### Moyupana

#### LISTA DE BENEFICIARIOS CASERIO LA MOYUPANA

N°	COORDENADAS		
	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (COTA)
1	723505.00	9258165.00	2523
2	723489.00	9258190.00	2527
3	723511.00	9258227.00	2519
4	723510.00	9258194.00	2521
5	723567.00	9258213.00	2524
6	723513.00	9257994.00	2536
7	723612.00	9258038.00	2543
8	723559.00	9258197.00	2527
9	723320.00	9258127.00	2567
10	722989.00	9258112.00	2539
11	722855.00	9258342.00	2516
12	723034.00	9258823.00	2548
13	723118.00	9258847.00	2563
14	722936.00	9258842.00	2556
15	722882.00	9258900.00	2563
16	722924.00	9258776.00	2547
17	722905.00	9258804.00	2547
18	722887.00	9258835.00	2548
19	723807.00	9258857.00	2544
20	722791.00	9258958.00	2541
21	722625.00	9259005.00	2515
22	722367.00	9259072.00	2504
23	722209.00	9259303.00	2470
24	722426.00	9259444.00	2510
25	722451.00	9259264.00	2505
26	722530.00	9259278.00	2524

27	722569.00	9259351.00	2531
28	722360.00	9259731.00	2530
29	722973.00	9259452.00	2484
30	723136.00	9259561.00	2438
31	723298.00	9259558.00	2421
32	723470.00	9259617.00	2376
33	723727.00	9259512.00	2334
34	723180.00	9258721.00	2542
35	723394.00	9258552.00	2527
36	723533.00	9258480.00	2537
37	723552.00	9258468.00	2535
38	724037.00	9258652.00	2464
39	724348.00	9258847.00	2350
40	724449.00	9257780.00	2440
41	724449.00	9257851.00	2449
42	724499.00	9257997.00	2468
43	724178.00	9257855.00	2470
44	724367.00	9257400.00	2488
45	724461.00	9257442.00	2468
46	724160.00	9257338.00	2555
47	724167.00	9257215.00	2560
48	723950.00	9257372.00	2572
49	723896.00	9257498.00	2531
50	723811.00	9257912.00	2535
51	723913.86	9257824.72	2549
52	723816.55	9257899.06	2563
53	722293.12	9258835.31	2555

**ANEXO 03: Ubicación de la población beneficiada con el proyecto – caserío El Porvenir**

**LISTA DE BENEFICIARIOS CASERIO EL PORVENIR**

N°	COORDENADAS		
	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (COTA)
1	721936.74	9260567.97	2427
2	721820.31	9260631.06	2412
3	721792.15	9260627.76	2412
4	721301.00	9260835.00	2475
5	721343.00	9261275.00	2358
6	721418.00	9259382.87	2457
7	721425.95	9259340.88	2444
8	721466.85	9259037.95	2443
9	721294.00	9259990.00	2434
10	721157.90	9259577.90	2435
11	721138.37	9259594.73	2436
12	721121.32	9259614.51	2467
13	721125.32	9259631.51	2451
14	721127.98	9259653.58	2461
15	721149.76	9259693.95	2435
16	721105.00	9259711.00	2398
17	721116.86	9259692.83	2431
18	720991.97	9259464.52	2438
19	720532.81	9259415.11	2456
20	720515.19	9259388.56	2456
21	720731.25	9259071.40	2476

#### ANEXO 04: Detalle de las letrinas con biodigestor

