



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES
DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE
VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA,
PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL
PERIODO 2017 - 2018”.**

PRESENTADA POR EL BACHILLER:

RODRIGUEZ ROJAS, ANTONY JUNIOR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

CAJAMARCA – PERÚ

2018

DEDICATORIA:

A Dios por darme la sabiduría y el entendimiento, que permitieron llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos, los momentos alegres y difíciles que me han enseñado a confiar cada día en él.

A mis padres por su confianza, comprensión, apoyo, dedicación en cada paso de mi carrera y el transcurso de mi vida.

A mis familiares por haberme dado buenos consejos y palabras de alientos que me motivaron a triunfar.

A mis amigos y compañeros por habernos conocido y haber formado parte de esta trayectoria, donde compartimos dificultades, los buenos y malos momentos

AGRADECIMIENTO:

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida.

A mis padres, por haberme apoyado incondicionalmente para hacer mi sueño realidad, gracias por el cariño que siempre me han brindado.

A mis familiares por ser la bendición más especial de mi vida. Gracias por alentarme, y haberme brindado la confianza que siempre me dieron en verme triunfar.

A todo el equipo que formamos y nos apoyamos con la buena amistad, en la dificultad hasta el final del camino y hasta el momento.

Gracias.

RESUMEN

La dispersión demográfica, la topografía de los suelos y el crecimiento poblacional, los sistemas de saneamiento deficientes de las zonas rurales, no permiten diseñar y construir sistemas de saneamiento básico que permitan cerrar brechas de acceso a los servicios básicos como estos, que generen condiciones de vida adecuadas para las poblaciones. Se tiene conocimiento que la disposición sanitaria de excretas a campo abierto, en letrinas dentro de la vivienda o públicas generan elevados índices de contaminación de los suelos, debido a la infiltración a través de la napa freática hacia el sub suelo, las cuales son conducidos aguas abajo y por lo general estas aguas son consumidas por las poblaciones que se encuentran asentadas más abajo, de este modo no solamente se contamina las aguas del subsuelo sino por la población que consume esta agua la cual repercute en la salud de sus poblaciones, por otro lado la deficiente disposición de excretas hace que las personas se puedan enfermar a causa de agentes contaminantes como las moscas y que las condiciones de sus viviendas no sean las más adecuadas para su normal desarrollo como personas, en tal sentido los sistemas de saneamiento permiten crear condiciones de vida adecuadas que disminuyan las enfermedades prevalentes de los pobladores y que vivan en viviendas con servicios de agua y saneamiento adecuados, contribuyendo a dar soluciones efectivas a la contaminación del subsuelo, al medio ambiente, de la salud y de la vivienda; para la instalación del nuevo sistema de saneamiento en la localidad de Villanueva se tomó en cuenta los parámetros de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones y sus derivadas de este como son la Norma ISO20, OS 090, OS 100, NTP 399.03, NTP ISO 4435, entre otras; la investigación consistió en evaluar las condiciones de vida, antes y después de la ejecución del nuevo sistema de saneamiento para determinar si influye o no en las condiciones de vida, visto desde las dimensiones de la salud y la vivienda de sus pobladores, para ello se realizó el diseño y la memoria de cálculo, para luego

proceder al proceso constructivo, midiendo en dos momentos la variable condiciones de vida, antes y después de la construcción del sistema de saneamiento, a través de encuestas realizadas a los pobladores en cada una de sus viviendas donde se instalaron, este nuevo sistema generó beneficios sustanciales medibles en la investigación tanto en la salud, como en la vivienda, dado que se instaló en cada vivienda, los servicios de baño, ducha, lavatorio de manos y lavatorio de ropa mejorando significativamente sus condiciones de vida, dado que pasaron de un sistema de saneamiento a campo abierto, con letrinas públicas y en otros casos letrinas en sus viviendas a un nuevo sistema de saneamiento adecuado que mejoró las disposición sanitaria de excretas y el tratamiento adecuado de los mismo disminuyendo considerablemente las enfermedades de su ocupantes y mejorando las condiciones higiénicas y de contaminación ambiental que existían antes de la instalación de este nuevo sistema en la localidad de Villanueva del distrito de Cortegana.

Palabras clave: Influye, Sistema de saneamiento, Condiciones de vida

SUMMARY

The demographic dispersion, topography of soils and population growth, poor sanitation systems in rural areas, do not allow the design and construction of basic sanitation systems to close gaps in access to basic services such as these. It is known that the sanitary disposition of excreta in the open field, in latrines inside the dwelling or public, generate high indices of contamination of the soils, due to the infiltration through the water table. to the sub soil, which are conducted downstream and usually these waters are consumed by the populations that are settled below, this way not only contaminates the water of the subsoil but by the population that consumes this water which impact on the health of their populations, on the other hand the deficient disposition of excreta makes people can get sick because of polluting agents such as flies and that the conditions of their homes are not the most adequate for their normal development as people, in this sense the sanitation systems allow to create adequate living conditions that reduce prevalent diseases of the inhabitants and that live in houses with adequate water and sanitation services, contributing to give effective solutions to the contamination of the subsoil, the environment, health and housing; for the installation of the new sanitation system in the town of Villanueva, the design parameters of the National Building Regulations and their derivatives were taken into account, such as IS020, OS 090, OS 100, NTP 399.03, NTP ISO 4435, among other; the investigation consisted in evaluating the living conditions, before and after the execution of the new sanitation system to determine if it influences or not the living conditions, seen from the dimensions of health and housing of its inhabitants, for this purpose made the design and the calculation memory, then proceed to the construction process, measuring in two moments the variable life conditions, before and after the construction of the sanitation system, through surveys made to the residents in each of their Where they were installed, this new system generated substantial measurable benefits in research in both health and

housing, since it was installed in each home, the services of bath, shower, hand washing and washing clothes significantly improving their living conditions, since they went from a sanitation system to an open field, with public latrines and in other cases latrines in their homes. A new system of adequate sanitation that improved the sanitary disposal of excreta and the adequate treatment thereof, considerably reducing the diseases of its occupants and improving the hygienic conditions and environmental contamination that existed before the installation of this new system in the Villanueva locality of Cortegana district.

Keywords: Influences, Sanitation system, Living conditions

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud, indica que a nivel mundial 2,100 millones de personas carecen de agua potable en su hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro, lo que significa que alrededor de 3 de cada 10 personas, carecen de estos servicios (OMS, 2017, p. 2). El Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), adscrito al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento indica que en el Perú, aproximadamente 5 millones de personas no cuentan con agua potable y cerca de 11 millones carecen de alcantarillado y con muy baja cobertura de los servicios en el ámbito rural, en consecuencia el limitado acceso a los servicios de saneamiento en la zona rurales es un condicionante que mantiene las condiciones de pobreza, y de salud inadecuadas en sus pobladores, se estima que solo 16 de cada 100 hogares cuentan con servicios de saneamiento; el Instituto Nacional de Estadística e Informática en los últimos resultados de cobertura de alcantarillado por red pública en Cajamarca, en el 2017, solamente un 38% de las viviendas tienen acceso a la red pública, ubicándose Cajamarca como la sexta ciudad con más baja cobertura de servicios de saneamiento; la escasa disposición de servicios sanitarios adecuados en las viviendas rurales y la dispersión demográfica de las comunidades rurales dificultan el diseño y la distribución adecuada de los servicios básicos de agua y saneamiento, se sabe además que las condiciones en las que habitan los pobladores y el acceso a los servicios son factores que afectan a la calidad de vida ya que generan un impacto sobre la salud y el bienestar general de sus usuarios del sistema de saneamiento; en consecuencia la dotación de servicios básicos de agua y saneamiento son fundamentales para cerrar brechas de atención que son prioritarios para garantizar una vivienda digna y condiciones adecuadas de higiene, salud que permitan disminuir las enfermedades prevalentes de sus ocupantes, estos

servicios son los sistemas de saneamiento básico. Sin embargo estudios recientes indican que el acceso de las poblaciones rurales es uno por cada tres habitantes, es decir estos habitantes tienen sus deposiciones a campo abierto, o tienen hoyos seco ventilado o utilizan letrinas públicas sufren consecuencias graves que afectan a la salud de la población menos favorecida, de allí la importancia de la dotación de sistemas de saneamiento adecuados para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones alejadas de nuestro país sobre todo donde se hay personas en pobreza y/o pobreza extrema.

En la investigación se estudió la influencia que tiene los sistemas de saneamiento en las condiciones de vida de los pobladores, pasar de un sistema de hoyo seco ventilado, letrina pública o campo abierto hacia un sistema de saneamiento adecuado nos ha permitido conocer y explicar el beneficio que aporta la ingeniería civil a las sociedades menos favorecidas a través de proyectos de inversión priorizados en función a las necesidades de la población, la investigación se sustentó en el uso de instrumentos de recopilación de datos como la aplicación de encuestas en dos momentos distintos antes y después de la construcción y uso del nuevo sistema de saneamiento a fin de identificar las diferencias existentes en las condiciones de vida en la misma población de estudio, es decir en la investigación se ha manipulado la variable de estudio sistema de saneamiento para ver el efecto que esta tiene sobre las condiciones de vida en una muestra de sesenta pobladores del centro poblado de Villanueva , distrito de Cortegana, Provincia de Celendín, periodo 2017 – 2018, tiempo que permitió evaluar el cambio sustancial que hubo en las condiciones de vida de los pobladores y que duró el proyecto de inversión pública en esta localidad.

ÍNDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	viii
INDICE.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xv
INDICE DE IMÁGENES.....	xviii

CAPITULO I: Planteamiento Metodológico

1.1. Descripción de la realidad problemática	20
1.2. Delimitación de la investigación.....	21
1.2.1. Espacial.....	21
1.2.2. Temporal.....	21
1.3. Planteamiento del problema de investigación.....	21
1.3.1. Problema general.....	21
1.3.2. Problemas específicos.....	21
1.4. Objetivos de la investigación.....	22
1.4.1. Objetivo General.....	22
1.4.2. Objetivos Específicos.....	22
1.5. Formulación de la hipótesis de investigación.....	22
1.5.1. Hipótesis General.....	22
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	23
1.6. Variables de la investigación.....	23
1.6.1. Variable independiente.....	23
1.6.2. Variables dependientes.....	23

1.6.3. Operacionalización de Variables.....	24
1.7. Diseño de la investigación.....	25
1.7.1. Tipo de Investigación	25
1.7.2. Nivel de Investigación	25
1.7.3. Métodos de Investigación.....	25
1.7.4. Diseño de Investigación.....	26
1.8. Población y muestra de la investigación.....	26
1.8.1. Población.....	26
1.8.2. Muestra.....	27
1.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
1.9.1. Técnicas.....	28
1.9.2. Instrumentos	28
1.10. Justificación e importancia de la investigación.....	28
1.10.1. Justificación.....	29
1.10.2. Importancia.....	30
1.10.3. Limitaciones.....	30

CAPITULO II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación.....	31
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	31
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	32
2.2 Bases Teóricas.....	34
2.2.1 Saneamiento rural.....	34
2.2.2 Saneamiento	34
2.2.3 Alcantarillado sanitario.....	35
2.2.4 Aguas residuales.....	37
2.2.5 Componentes de un sistema de saneamiento.....	38
2.2.6 Norma técnica peruana IS.020.....	47
2.2.7 Norma técnica peruana 399.03.....	48
2.2.8 Norma técnica peruana ISO 4435.....	48
2.2.9 Reglamento Nacional de Edificaciones.....	49
2.2.10 Norma OS.100.....	49

2.2.11 Norma OS. 070.....	49
2.2.12 Norma OS.090.....	50
2.2.13 Condiciones o calidad de vida.....	50

CAPITULO III: Descripción y características de la zona de estudio

3.1. Población beneficiaria.....	53
3.2. Ubicación.....	53
3.3. Área.....	55
3.4. Límites.....	55
3.5. Vías de comunicación.....	55
3.6. Clima.....	56
3.7. Vientos.....	56
3.8. Humedad relativa.....	56
3.9. Topografía.....	56
3.10. Geomorfología.....	57
3.11. Canteras.....	58
3.12. Geología.....	58

CAPITULO IV: Diseño y construcción del nuevo sistema de saneamiento.

4.1. Parámetros de diseño del sistema de saneamiento.....	59
4.1.1. Cálculo de la población futura.....	59
4.1.2. Cálculo del caudal medio anual de la demanda.....	60
4.1.3. Cálculo del caudal máximo anual de la demanda diaria.....	60
4.1.4. Cálculo del caudal máximo horario.....	61
4.1.5. Cálculo del aporte al sistema de desagüe.....	62
4.1.6. Coeficiente de rugosidad.....	62
4.1.7. Velocidad mínima permisible.....	62
4.1.8. Diseño de redes de alcantarillado.....	63
4.1.9. Cálculo de la velocidad plena.....	66
4.1.10. Cálculo del caudal pleno.....	67
4.1.11. Cálculo del diámetro.....	69

4.1.12. Tensión tractiva.....	69
4.1.13. Tensión tractiva mínima.....	71
4.2. Cálculo hidráulico.....	71
4.3. Parámetros de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales...	93
4.3.1. Diseño de las cámaras de rejillas.....	93
4.3.2. Diseño del desarenador.....	98
4.3.3. Diseño de biodigestores.....	104
4.3.4. Diseño del pozo de infiltración.....	113
4.3.5. Diseño de pozo de percolación.....	115

CAPITULO V: Presentación de resultados

5.1. Confiabilidad y validación del instrumento.....	121
5.2. Análisis cuantitativo de las variables.....	125
5.3. Prueba de normalidad.....	146

CAPITULO VI: Proceso de contraste de hipótesis

6.1. Prueba de hipótesis general.....	147
6.2. Prueba de hipótesis específicas.....	148

CAPITULO VII: Discusión de resultados

7.1. Discusión de los resultados del análisis estadístico.....	153
7.2. Discusión de los resultados del nuevo sistema de saneamiento	153

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

1. Matriz de consistencia
2. Instrumentos de recolección de datos
3. Planos.
4. Fotografías.

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla 1:Operacionalización de variables.....	24
2. Tabla 2:Enfermedades hídricas.....	35
3. Tabla 3: Información típica para el proyecto de rejas de barras.....	40
4. Tabla 4: Información típica para proyectos de desarenadores.....	43
5. Tabla 5: Clase pesada de tuberías para desagüe.....	48
6. Tabla 6: Características técnicas.....	48
7. Tabla 7: Características mecánicas	49
8. Tabla 8: Población beneficiaria.....	53
9. Tabla 9: Vías de acceso terrestre.....	55
10. Tabla 10: Cuadros de BMs.....	57
11. Tabla 11: Relación de canteras disponibles.....	58
12. Tabla 12: Cantidad de familias por sector.....	59
13. Tabla 13: Pendientes mínimas según Manning.....	66
14. Tabla 14: Caudales plenos según Manning.....	68
15. Tabla 15: Distancia máxima entre buzones.....	72
16. Tabla 16: Diámetro de tuberías.....	73
17. Tabla 17: Cotas de los buzones.....	74
18. Tabla 18: Profundidad en los buzones.....	75
19. Tabla 19: Cálculo del caudal doméstico.....	77
20. Tabla 20: Cálculo del caudal de filtración.....	79
21. Tabla 21: Cálculo del caudal real.....	80
22. Tabla 22 : Cálculo del caudal de diseño.....	81
23. Tabla 23: Pendientes mínima y máxima de Manning.....	83
24. Tabla 24: Pendientes máxima y mínimas.....	86
25. Tabla 25: Gasto proporcional.....	86
26. Tabla 26: Tabla de los elementos hidráulicos proporcionales.....	87

27. Tabla 27: Calculo del diámetro y la velocidad proporcional.....	89
28. Tabla 28: Calculo de la velocidad plena para cada tramo.....	90
29. Tabla 29: Calculo de la velocidad real para cada tramo.....	91
30. Tabla 30: Eficiencia de las rejillas en función del espesor de las barras.....	95
31. Tabla 31: Tabla de ábaco.....	97
32. Tabla 32: Relación entre diámetro de partículas y velocidad de sedimentación.....	99
33. Tabla 33: Especificaciones técnicas del biodigestor	107
34. Tabla 34: Especificaciones técnicas por concepto.....	107
35. Tabla 35: Determinación de la demanda	108
36. Tabla 36: Cálculo del tiempo de retención.....	108
37. Tabla 37: Intervalo de limpieza del biodigestor.....	109
38. Tabla 38: Volumen de digestión y almacenamiento de lodos	109
39. Tabla 39: Profundidad de lodos	110
40. Tabla 40: Volumen requerido para la sedimentación	110
41. Tabla 41: Profundidad libre de lodo.....	111
42. Tabla 42: Volumen de espacio libre	111
43. Tabla 43: Profundidad máxima de la espuma sumergida	112
44. Tabla 44: Profundidad total efectiva	112
45. Tabla 45: Profundidad del pozo de percolación	114
46. Tabla 46: Tiempo de infiltración.....	114
47. Tabla 47: Clasificación de los terrenos según prueba percolación	115
48. Tabla 48: Resultados del test de percolación sector 1.....	115
49. Tabla 49: Resultados del test de percolación sector 2.....	116
50. Tabla 50: Volumen requerido	119
51. Tabla 51: Estadístico de fiabilidad	123
52. Tabla 52: Cantidad de personas por domicilio	125
53. Tabla 53: Sistema de saneamiento actual.....	127
54. Tabla 54: Sistema de saneamiento actual.....	128
55. Tabla 55: Componentes de los servicios higiénicos Pre Test.....	129
56. Tabla 56: Componentes de los servicios higiénicos Post Test.....	130
57. Tabla 57: Como consideran a su sistema de saneamiento Pre Test.....	131
58. Tabla 58: Como consideran a su sistema de saneamiento Post test.....	132

59. Tabla 59: Situación de su vivienda Pre Test.....	133
60. Tabla 60: Situación de su vivienda Post Test.....	134
61. Tabla 61: Calidad de los servicios Pre Test.....	135
62. Tabla 62: Calidad de los servicios Post Test.....	136
63. Tabla 63: Cantidad de niños(as) por vivienda Pre Test.....	137
64. Tabla 64: Presencia de moscas en su vivienda Pres test	138
65. Tabla 65: Presencia de moscas en su vivienda Post test	139
66. Tabla 66: Condiciones higiénicas de la vivienda Pre Test	140
67. Tabla 67: Condiciones higiénicas de la vivienda Post Test	141
68. Tabla 68: Frecuencia con que se enferman sus hijos Pre Test	142
69. Tabla 69: Frecuencia con que se enferman sus hijos Post Test	143
70. Tabla 70: Conoce las razones por la que se enferman sus hijos	144
71. Tabla 71: Enfermedades prevalentes	145
72. Tabla 72: Pruebas de normalidad	146
73. Tabla 73: Cálculo de la T de Student	149
74. Tabla 74: Cálculo de la T de Student	150
75. Tabla 75: Cálculo de la T de Student	152
76. Tabla 76: Cuadro comparativo de las condiciones de vida, según el sistema de saneamiento utilizado.....	155

ÍNDICE DE IMAGENES

1. Imagen 1: Mapa de ubicación del C.P. Villanueva.....	54
2. Imagen 2: Radio hidráulico.....	63
3. Imagen 3:Parametro para tensión tractiva en un colector circular.....	70
4. Imagen 4: Angulo que forma la transición.....	102
5. Imagen 5: Datos del biodigestor para el sector 1 y 2.....	106
6. Imagen 6: Dimensiones del biodigestor.....	106
7. Imagen 7: Esquema del pozo.....	119
8. Imagen 8: cantidad de personas que viven actualmente en su domicilio	126
9. Imagen 9: Sistema de saneamiento actual Pre Test	127
10. Imagen 10: Sistema de saneamiento actual Post Test	128
11. Imagen 11: Componentes de los servicios higiénicos Pre Test.....	129
12. Imagen 12: Componentes de los servicios higiénicos Post Test	130
13. Imagen 13: Como considera su sistema de saneamiento Pre Test	131
14. Imagen 14: Como considera su sistema de saneamiento Post Test	132
15. Imagen 15: En los 5 últimos años, ha mejorado la situación de su vivienda Pre Test	133
16. Imagen 16: En los 5 últimos años, ha mejorado la situación de su vivienda Post Test	134
17. Imagen 17: Percepción de la calidad de los servicios de saneamiento Pre Test	135
18. Imagen 18: Percepción de la calidad de los servicios de saneamiento Post Test	136
19. Imagen 19: Cantidad de niños(as) que viven por vivienda.....	137
20. Imagen 20: Presencia de moscas en su vivienda Pre Test	138
21. Imagen 21: Presencia de moscas en su vivienda Post Test	139
22. Imagen 22: condiciones higiénicas de la vivienda Pre Test	140

23.Imagen 23: condiciones higiénicas de la vivienda Post Test	141
24.Imagen 24: Frecuencia con que se enferma Ud., o sus hijos Pre Test	142
25.Imagen 25: Frecuencia con que se enferma Ud., o sus hijos Post Test	143
26.Imagen 26: Conoce las razones por la que se enferma Ud. O sus hijos(as).....	144
27.Imagen 27:Enfermedades prevalentes.....	145

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA:

La disposición de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento es un problema recurrente en las zonas rurales de nuestro país, los pocos sistemas de tratamiento y el colapso de algunos de estos, afectan en forma directa en las comunidades de la provincia de Celendín, sobre todo a la zona rurales del distrito de Cortegana, la cobertura de los servicios de agua vinculados a los servicios de saneamiento hacen que la prestación de éstos sean deficientes, generen contaminación de los suelos y de las fuentes hídricas, la mayor parte de las familias de las zonas rurales hacen uso de letrinas que se encuentran por lo general al costado de sus viviendas, en otros casos de letrinas públicas y/o a campo abierto causando un grave riesgo a la salud, muchas de estas letrinas están colapsadas porque fueron construidas hace más de 20 años y ya han cumplieron su ciclo de vida para el que fueron construidos, y aún no han sido reemplazadas, generando un impacto negativo en la salud y en las viviendas de quienes los habitan y que por supuesto son variables que influyen en las condiciones de vida de sus pobladores; en el centro poblado de Villanueva, no se contaba con un sistema de disposición de excretas adecuado, esto adicionado a la humedad de la zona, las condiciones de la madera que sostenían la letrinas que han venido deteriorándose a lo largo del tiempo, han causado el colapso de la mayoría de letrinas, por otro lado los terrenos de esta zona son de tipo arcillo-limosos medianamente plásticos de baja capacidad de carga, presencia de roca caliza meteorizada; todas estas características son importantes para el diseño constructivo de un nuevo sistema de saneamiento y de la condiciones de vida de los pobladores se ve afectada por el acceso a servicios básicos de saneamiento en buenas condiciones.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1 Espacial: La investigación se desarrollará en Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín, Cajamarca.

1.2.2 Temporal: La investigación se desarrollará desde el 01 de Octubre del 2017 al 31 de Mayo del 2018, tiempo que se ejecutó el proyecto

1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Problema general.

¿Cómo influye el nuevo sistema de saneamiento en las condiciones de vida de la población del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín?

1.3.2 Problemas específicos.

- ¿Cuáles fueron las características de saneamiento y condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento?
- ¿Cuáles son las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento?
- ¿Qué diferencia existe entre las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva Provincia de Celendín antes y después de la implementación y funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 Objetivo general.

Determinar la influencia del nuevo sistema de saneamiento, en las condiciones de vida de la población del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín 2017-2018.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Conocer las características de saneamiento y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento.
- Conocer las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento.
- Identificar la diferencia existente entre las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes y después de la ejecución del nuevo sistema de saneamiento.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1 Hipótesis general.

El nuevo sistema de saneamiento influye significativamente en las condiciones de vida, (condiciones higiénicas en la vivienda, tratamiento de aguas residuales y disminución de enfermedades prevalentes) en los Pobladores del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín.

1.5.2 Hipótesis específicas.

- Las características de saneamiento de la población y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento fueron deficientes.
- Las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín mejoró después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento.
- Existe diferencias significativas entre las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes y después de la ejecución del nuevo Sistema de Saneamiento.

1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1 Variable independiente.

Sistema de Saneamiento: es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios (OMS, 2017)

1.6.2 Variable dependiente.

Condiciones de vida: Disponibilidad de servicios básicos a todos los miembros de una comunidad, sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios (Celémín, 2007)

1.6.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Variable Independiente: Sistema de Saneamiento	Es la tecnología de más bajo costo que permite la evacuación higiénica y el tratamiento adecuado de excretas y aguas residuales para tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios (OMS, 2017)	Parámetros de diseño adecuados para la creación del sistema de saneamiento en el C.P. de Villanueva	Alcantarillado Sanitario	Parámetros de Diseño adecuados según la Reglamento Nacional de Edificaciones y las demás derivadas de esta Parámetros RNE Parámetros Norma IS 020 Parámetros Norma OS90 Parámetros Norma OS100
			Cámara de Rejas	
			Desarenador	
			Biodigestores	
			Cámara de Lodos	
			Pozos de percolación	
Variable Dependiente: Condiciones de Vida	Disponibilidad de servicios básicos a todos los miembros de una comunidad, sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios (Celemin, 2007)	Viviendas y pobladores con acceso a mejores condiciones higiénicas y de salud, como consecuencia de la instalación del nuevo sistema de saneamiento	Salud	Frecuencia de enfermedades prevalentes en niños(as) Número de viviendas con acceso adecuado a servicios de saneamiento.
			Vivienda	Número de vivienda en condiciones higiénicas adecuadas Número de beneficiarios con sistema de saneamiento instalado Frecuencia de presencia de moscas en su domicilio

Fuente: Elaboración Propia

1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es aplicada, "es decir aquella que se realiza con el propósito de transformar la realidad y adecuarla a las necesidades de la vida del hombre" (Mejía, 2005, p.29). Porque nos permitirá proponer el diseño adecuados en sistemas de saneamiento que mejore la calidad de vida de los pobladores, teniendo una aplicación inmediata en el campo de la ingeniería civil y en el momento que se desarrolla la investigación.

1.7.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación es de alcance explicativo, dado que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables, son más estructurados proporcionando un sentido de entendimiento del fenómeno a que se hace referencia (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 84)

1.7.3. Métodos de investigación.

En la presente investigación se utilizará el método hipotético-deductivo porque a partir de la hipótesis y siguiendo reglas lógicas de deducción se llega a nuevos conocimientos y predicciones, las que posteriormente son sometidas a verificaciones empíricas, en esencia el método hipotético-deductivo consiste en deducir y explicar leyes e hipótesis de menor nivel de generalidad y abstracción a partir de propuestas de mayor nivel de generalidad, abstracción y lógica (Hernández & Coello, 2008, pp 83-84).

1.7.4. Diseño de investigación.

El diseño de la investigación es pre-experimental, es cuando "a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo" (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 136)

Hernández, Fernández & Baptista (2010) menciona que un diseño es de pre-prueba y post-prueba con un solo grupo, diagramado del siguiente modo:



Donde:

G = Grupo de Pobladores elegidos al azar en la que se ha intervenido con el proyecto de saneamiento

O_1 = Pre test al grupo de personas elegidas antes de la ejecución del sistema de saneamiento

X = Ejecución del proyecto de saneamiento en los Pobladores elegidos al azar como beneficiarios del proyecto

O_2 = Post test al mismo grupo de personas elegidas después de la ejecución del sistema de saneamiento

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Población.

"La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación" (Arias, 2012, p.81) en esta línea de

estudio, la población se calcula en función a la población actual del C.P. de Villanueva que alcanza a 335 habitantes.

1.8.2 Muestra.

“La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (Arias, 2012, p 83), En este orden de ideas, para proceder a calcular el tamaño de la muestra se utilizó el muestreo probabilístico, utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

n=tamaño de la muestra

N=tamaño de la población

Z=valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva de la normal. Llamado también nivel de confianza (1.96)

p=proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia. (0.05)

q=proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno de estudio (1-p=0.95).

d=nivel de precisión absoluta (5%)

Reemplazando en la fórmula se tiene:

$$n = \frac{335 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (334) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = 60$$

El resultado o valor de n es igual a 60, este valor es la cantidad de personas que serán encuestados para una población de 335 habitantes

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

1.9.1 Técnicas.

“La técnica de investigación, es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (Arias, 2012, p. 67), en tal sentido se utilizó la observación para evidenciar in situ los cambios antes y después de la instalación del nuevo sistema de saneamiento tanto en la salud como en la vivienda; así como la aplicación de encuestas sistematizadas aplicadas a los mismos pobladores en dos momentos distintos, antes y después de la instalación del nuevo sistema de saneamiento, para determinar la influencia del sistema de saneamiento utilizado en las condiciones de vida de los pobladores.

1.9.2 Instrumentos.

“Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (Arias, 2012, p. 68), en la investigación, se utilizará la observación no estructurada evidenciando mediante fotografías de los trabajos en campo realizados, en cada una de las etapas del proceso constructivo, además se aplicará cuestionarios que estarán compuestos por un grupo de preguntas respecto a las variables objeto de estudio, se utilizará un pre-test y post test a fin de evaluar el efecto de una variable dependiente sobre la variable independiente objeto de la investigación.

1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.10.1 Justificación.

La presente investigación nos permitirá conocer si el sistema de saneamiento utilizado influye en las condiciones de vida de los pobladores del centro poblado de Villanueva, conociendo que ésta población rural paso de tener un sistema de saneamiento basado en letrinas, hoyo seco ventilado, letrinas públicas hacia un sistema de saneamiento con una evacuación y tratamiento eficiente de las aguas residuales domiciliarias. la investigación busca explicar si las condiciones de vida enmarcadas en dos criterios principales (vivienda y salud) pueden cambiar después de la implementación de un sistema de saneamiento adecuado en sus pobladores, los cuales se ven reflejados en los cambios de hábitos de los integrantes de la familia, condiciones higiénicas, habitabilidad y disminución de enfermedades prevalentes la salud de sus pobladores.

Justificación Social: La investigación aporta importantes beneficios a los pobladores, porque permitió reducir las brechas de acceso a los servicios básicos en un total de 60 familias en donde se ha intervenido con el proyecto de inversión pública.

Justificación práctica: La investigación nos permitió aplicar los lineamientos y normatividad vigente del reglamento nacional de edificaciones en el proceso constructivo, para solucionar la problemática del sistema de evacuación y tratamiento de aguas residuales.

Justificación teórica: La investigación sirve para conocer la importancia que tiene la aplicación de la ingeniería civil en las condiciones de vida de los pobladores del Centro Poblado de Villanueva, y generar la posibilidad de ofrecer alternativas de solución en el proceso constructivo de un sistema de saneamiento.

1.10.2 Importancia.

La investigación es importante, porque contribuyó a dotar de servicios de saneamiento adecuados a las familias del Centro Poblado de Villanueva, Provincia de Celendín, región Cajamarca, las cuales son de necesidad común para los pobladores, de este sector del Distrito de Cortegana, reduciendo considerablemente las brechas poblacionales de acceso a servicios básicos de saneamiento, y mejorando considerablemente el deficiente sistema de tratamiento de aguas residuales que utilizaban, para tal fin se propuso el diseño adecuado de los sistemas de saneamiento según el ámbito de intervención, la misma que consta de cada uno de los componentes (alcantarillado sanitario, cámara de rejillas, desarenador, biodigestor, cámara de lodos, pozo de percolación) del sistema a fin de que la funcionalidad del sistema permita una adecuada y eficiente disposición sanitaria de excretas, el sistema de saneamiento incluye además la instalación de servicios higiénicos, lavatorios, duchas coadyuvando a disminuir la contaminación de la napa freática del suelo y subsuelo comparado con la anterior alternativa de que se utilizaba (hoyo seco, letrinas, letrinas públicas y a campo abierto), mejorando significativamente las condiciones de vida de los pobladores.

1.10.3 Limitaciones

Durante el recojo de la información hubieron alrededor de 2% de familias en que al inicio de la investigación mostraban cierto desacuerdo con la instalación del nuevo Sistema de Saneamiento; con quienes fue necesario desarrollar un proceso de convencimiento; sin embargo, este hecho no asegura que la información recogida de dichas familias sean lo suficientemente cercanas a la verdad.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Jacho (2014) en su Tesis titulada "Sistema de alcantarillado sanitario y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores de la comunidad Pilligsilli – Provincia de Cotopaxi" , Ambato – Ecuador, donde se estudió el sistema de alcantarillado sanitario y su incidencia en el medio ambiente de la comunidad de Pilligsilli, para la recopilación de resultados se utilizaron fichas de campo y se aplicaron encuestas a un total de 451 habitantes de la localidad, tomándose en cuenta el consumo medio diario de agua potable y las características de material de reciclaje, el autor concluyó que al implementar un sistema de alcantarillado de aguas servidas los habitantes evacuaran las aguas de una mejor manera, con esto se mejorará la calidad de vida y se reducirá en un porcentaje la contaminación del ambiente en la localidad

Viteri (2012) en su Tesis titulada "Estudio del sistema de alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales en el caserío el placer de la parroquia rio verde de la Provincia de Tungurahua", Ambato – Ecuador, en la que realiza un estudio hidrológico del sistema de alcantarillado para la evacuación de aguas residuales, concluye en lo siguiente: que el trazo de la red se basó fundamentalmente en la topografía de campo del sector de estudio, en la cual se colocará tuberías de 200mm, así como las conexiones domiciliarias deben ser hechas de tubería de 150mm, con este tipo de tuberías puede ir conectadas todas las viviendas, estén o no cerca de la red de alcantarillado

Camarena & Xóchitl (2009) en su Tesis titulada "Agua, Saneamiento e Impacto Ambiental como motores del desarrollo sustentable del país" investigación realizada en México; en la que analiza diferentes alternativas de solución en los temas de saneamiento dentro de ellos el uso de biodigestores como solución factible y viable por las ventajas que explica detalladamente, la investigación concluye que dentro del saneamiento el agua es el compuesto de mayor importancia tanto como herramienta de saneamiento, como la necesidad de sanear la misma por otro lado el autor menciona que al implementar un proceso de saneamiento se debe seleccionar el proceso más adecuado, de acuerdo a la situación, lugar y recursos disponibles, además menciona que dentro de una comunidad debe existir un constante y permanentemente sistema de saneamiento de los tres aspectos básicos como son: agua, aire y suelo; ante la enorme capacidad del hombre de producir y emitir todo de tipo de contaminantes, mejorando de este modo la calidad de vida de los pobladores.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Meléndez (2017) "Influencia de un sistema de alcantarillado de aguas residuales en la calidad de vida de los habitantes del Asentamiento Humano El Pedregal, Distrito de Chimbote – Ancash, 2017", en la que se encuestó a 153 habitantes elegidos en forma aleatoria, en la que se llegaron a las siguientes conclusiones que el sistema de alcantarillado de aguas residuales influye positivamente en la calidad de vida de los habitantes del asentamiento humano el pedregal, reduciendo las enfermedades en un 95.4% y mejorando la calidad de vida de los habitantes, además el diseño de alcantarillado de aguas residuales cumplió con los parámetros establecidos de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, norma OS 070 y norma OS 090, teniendo para la red matriz del sistema un diámetro de tubería de 8 pulgadas con tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) ISO4435 y para las conexiones domiciliarias considerando tubería de 160mm; teniendo una longitud de 6.50910 Km; así mismo se ha implementado para el tratamiento de las aguas residuales un Tanque Imhoff, con un caudal de

tratamiento de $21.47 \text{ m}^3/\text{h}$, con un tiempo de digestión de 55 días, el cual se evacuara hacia un lecho de secado.

Da Costa & Saavedra (2016) en su Tesis titulada "Estudio de Suelos para la determinación de una unidad básica de saneamiento en la localidad de Barrio Florido – Distrito de Punchaca – Loreto, 2016"; en la que realiza un estudio experimental sobre unidades básicas de saneamiento en la localidad de Barrio florido, en la que llega a las siguiente conclusiones; Las condiciones del suelo de la localidad de barrio Florido son adecuadas para la aplicabilidad de los tipos de unidades básicas de saneamiento como solución tecnológica a esta problemática, además concluye que las calicatas 05 analizada predomina un suelo arenoso-limoso de color marrón, con capacidad de infiltración media y nivel freático profundo, por lo que, según la normatividad vigente, permite la aplicabilidad de la opción tecnológica USB de arrastre hidráulico con Biodigestor- zanja de infiltración.

Ávila & Roncal (2014) en su Tesis titulada "Modelo de red de saneamiento en zonas rurales caso: Centro Poblado Aynaca – Oyón - Lima", en la que analiza los diferentes alternativas de sistemas de saneamiento dentro de ellas las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico como solución única en la que concluyendo la investigación que el modelo (sistema) permitió brindar servicios de agua potable y disposición de excretas a un total de 395 pobladores que actualmente habitan en 79 viviendas al primer año de funcionamiento del estudio, así mismo se atenderá a una institución educativa y una posta de salud (donde se instalará una conexión domiciliar de agua y una unidad básica de saneamiento), contribuyendo a mejorar la calidad de vida y las condiciones sanitarias de los pobladores de Aynaca, por otro lado el diseño de la red de saneamiento es el primer paso referente a solucionar el déficit de saneamiento rural en el Perú

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. SANEAMIENTO RURAL:

Existe diferencia entre evacuación y tratamiento cuando hablamos de saneamiento, ya que la prioridad absoluta es la evacuación. Además el autor indica que los sistemas autónomos de saneamiento es una solución adecuada para las zonas de poca densidad de población, en las que no es económicamente rentable afrontar la ejecución de un sistema centralizado de tratamiento. (Villa et al., 2005, p. 97)

2.2.2. SANEAMIENTO:

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) menciona que Saneamiento es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. El acceso al saneamiento comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. La cobertura se refiere al porcentaje de personas que utilizan mejores servicios de saneamiento, a saber: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada.

Mejía et al. (2016) Sostiene que saneamiento mejorado se define como una instalación que separa de manera higiénica las excretas humanas del contacto con las personas. Ejemplos de saneamiento mejorado incluyen: a) la descarga hidráulica (automática o manual) a la red de alcantarillado, un tanque séptico o letrina de pozo, b) la letrina de pozo mejorada con ventilación (VIP), c) la letrina/inodoro de compostaje.

2.2.3. ALCANTARILLADO SANITARIO:

“Es un sistema que está integrado por tuberías y estructuras complementarias para recibir y evacuar las aguas residuales de una población” (Alfaro et al, 2012, p. 26), el destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el reuso, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio. Los desechos líquidos de un núcleo urbano, después de haber pasado por las diversas actividades de una población, se componen esencialmente de agua, más sólidos orgánicos disueltos y en suspensión.

Son causadas por elementos patógenos, perjudiciales para la salud humana, que utilizan como vectores el agua y otros agentes como moscas, ratas y alimentos. Generalmente son originadas por descargas intestinales o por contagio. En general, las medidas preventivas son las mismas para todas las enfermedades, siendo una de ellas la adecuada disposición de excretas. Las enfermedades hídricas son causadas por virus, bacterias, protozoos o helmintos. Estas enfermedades pueden ser de tipo endémico o esporádico (López, 2000, p.20)

Según López (2000) las enfermedades hídricas son:

Tabla 2

Enfermedades hídricas

Enfermedad	Agente etiológico
Fiebre tifoidea	Bacilo de Eberth
Fiebre paratifoidea	Salmonella paratyphi - A
Disenteria bacilar	Género shigella
Cólera	Vidrio comma
Parálisis infantil	Virus
Parasitismo intestinal	Virus
Gastroenteritis	Microorganismo
Hepatitis infecciosa	Virus
Disenteria	Entamoeba histolytica

Fuente: López (2000)

El sistema de alcantarillado aplicado al medio rural, según la Organización Panamericana de la salud es:

2.2.3.1. Alcantarillado convencional

Los sistemas de alcantarillado convencional está constituido por redes colectoras que son distribuidas, generalmente, en la parte central de las calles y avenidas e instaladas en pendiente, permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta la planta de tratamiento (...) el componente complementario más importantes son los buzones de inspección , que se ubican principalmente en la intersección de los colectores, en el comienzo de todo colector y en los tramos rectos de colectores a una distancia hasta de 250m,, cumpliendo la función de evitar la obstrucción, los colectores son generalmente de 200 mm o mayor, siendo excepcionalmente los de 150mm, y son normalmente instalados a una profundidad mínima de 1m (OPS, 2005, p.6)

2.2.3.2. Alcantarillado simplificado.

Los sistemas de alcantarillado simplificado están formadas por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de coleccionar y transportar los desagües, bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas, y a un costo accesible a las poblaciones de bajos ingresos, se diseñan bajo los mismos criterios hidráulicos que las redes convencionales, solo se diferencian de ellas en la simplificación y minimización del uso de materiales y de los criterios constructivos. La aplicación de este sistema de alcantarillado se recomienda para poblaciones mayor a 150hab/ha y un consumo de agua per cápita de por lo menos 60l/hab/día (OPS, 2005, p.8)

2.2.3.3. Alcantarillado de pequeño diámetro.

Los sistemas de alcantarillado de pequeño diámetro están diseñados a fin de que los colectores sólo reciban la porción líquida de las aguas residuales domésticas para su disposición y tratamiento. La arena, grasa y otros sólidos que podrían obstruir los tubos son separados del flujo de desechos en tanques interceptores instalados aguas arriba de cada conexión a los colectores; los sólidos que se

acumulan en los tanques se extraen periódicamente para su disposición segura, puede ser diseñado con tramos cuya línea de gradiente hidráulica se encuentra por encima del trazo de la tubería, de esta manera, el flujo dentro de la tubería de alcantarillado de pequeño diámetro puede ser alternado con tramos trabajando como canal y otros a presión. Durante el desarrollo del proyecto, deberá efectuarse un análisis por separado de los tramos que tengan condiciones de flujo y gradiente más o menos homogéneas (OPS, 2005, p.10)

2.2.4. AGUAS RESIDUALES:

La Organización Panamericana de la Salud OPS (2006) indica que el tratamiento de aguas residuales, son estructuras cuya función es reducir la cantidad de sustancias contaminantes y organismos dañinos para la salud humana y para el ambiente, de las aguas residuales provenientes de las redes recolectoras de los sistemas de alcantarillado.

“Las soluciones de tratamiento de desagües domésticos generados en localidades con poblaciones menores de 2,000 habitantes del medio rural, solo consideran tratamientos primarios” (Organización Panamericana de la Salud, 2006, pp. 60-65), estas alternativas tecnológicas son:

2.2.4.1. Lagunas.

Lagunas Facultativas: Este sistema permite reducir tanto la materia orgánica como la contaminación bacteriológica del agua residual, siendo un tratamiento muy recomendable para el medio rural.

2.2.4.2. Tanque Imhoff.

Es una estructura de tratamiento primario, cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos, integrando la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad. Son de operación simple y no requiere de partes mecánicas, pero es

necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

2.2.4.3. Tanque Séptico.

En la norma IS. 020, indica que tanque séptico es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos, sedimentados están en contacto inmediato con las aguas negras que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaeróbica.

Estructura cuyo objetivo es crear dentro de ella una situación de estabilidad hidráulica, permitiendo la sedimentación de las partículas pesadas. El material sedimentado forma una capa de lodo, que debe extraerse periódicamente en forma manual o mecánica. El efluente del tanque séptico es conducido por tubería y dispuesto en pozos o zanjas para su percolación.

Generalmente este tipo de tratamiento puede darse para pequeñas localidades donde las viviendas se encuentran concentradas o medianamente dispersas o cuando algunas viviendas son parte de un proyecto de alcantarillado de una localidad y por razones topográficas no pueden descargar a la red principal de colectores.

2.2.5. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE SANEAMIENTO.

Los componentes de un sistema de saneamiento, que se toma en cuenta para la propuesta del diseño, se ha tomado como referencia a los siguientes autores:

2.2.5.1. Cámara de rejillas

Metcalf & Eddy (1998) menciona que el primer paso en el tratamiento del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. El procedimiento más habitual se basa en hacer pasar el agua residual bruta a través de rejillas de barras o de tamices. Las rejillas de barras suelen tener aberturas libre entre barras de 15mm o mayores, mientras

que los tamices se caracterizan por disponer de aberturas libres inferiores a los 15mm, y se emplean en plantas (normalmente de pequeño tamaño) , en las que se eliminan del agua residual entrante los sólidos de menor tamaño. Antes de proceder a analizar el proyecto de rejas de barras y tamices, es preciso estudiar las características de los residuos separados por aquellos. (p. 509)

Metcalf & Eddy (1998) clasifica del siguiente modo:

Residuos retenidos en rejas de barras. Los residuos de tamaño grande (separados en rejas con separaciones de 15mm o superiores) consisten en desechos tales como piedras, ramas, trozos de chatarra, papel, raíces de árboles, plásticos y trapos. También se puede separar materia orgánica. El contenido en trapos puede ser importante, y se ha estimado visualmente que representa entre el 60 y el 70 por 100 del volumen total de residuos en rejas de 25 a 100 mm de separación entre barras respectivamente. Los residuos de tamaño grueso tienen un contenido en materia volátil muy alto (del 80 al 90 por 100 o más), con un contenido de materia seca del 15 al 25 por 100 y una densidad entre 640 y 960 kg/m³

Residuos retenidos en tamices. Los residuos finos consisten en materiales retenidos en tamices con aberturas libres inferiores a 15 mm. Los tamices con aberturas entre 2 y 6 mm retienen del 5 a 10 por 100 de los sólidos suspendidos afluentes, mientras los tamices con aberturas entre 0,75 y 1,5 mm pueden retener entre el 10 y el 15 por 100 aunque, se han obtenido porcentajes de retención mayores. Los residuos finos tienen contenidos de sólidos volátiles que varían entre el 65 y el 95 por 100. En comparación con los residuos gruesos, su densidad es ligeramente inferior mientras que la humedad es algo mayor. Debido a la presencia de materia putrescible, incluida la materia fecal patógena, es necesario manejar y eliminar los residuos adecuadamente. Los residuos finos contienen cantidades

substanciales de grasas y espumas, razón por la que requieren similar atención.

Rejas de barras

Las rejas de barra se pueden limpiar manual o mecánicamente. Las características de ambos tipos se comparan en la tabla siguiente. A continuación, se analizan los detalles de cada tipo de reja, así como los factores que hay que considerar en el proyecto de las instalaciones de rejas.

Tabla 3

Información típica para el proyecto de rejas de barras

Característica	Limpieza manual
Tamaño de barra	5-15
Anchura, mm	25-37.5
Profundidad, mm	25-50
Separación entre barras, mm	25-50
Pendiente en relación a la vertical, grados	150
Velocidad de aproximación, m/s	150
Pérdida de carga admisible, m/s	150

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1998, p. 510) Ingeniería de aguas residuales

2.2.5.2. Desarenador

Metcalf & Eddy (1998), sostiene que la eliminación de arenas se puede llevar a cabo en desarenadores o mediante la centrifugación del fango. Los desarenadores se proyectan para separar arenas, término que engloba a las arenas propiamente dichas, y a la graba, cenizas, y cualquier otro material pesado cuya velocidad de sedimentación o peso específico sea considerablemente superior al de los sólidos putrescibles presentes en el agua residual. En lo que sigue se consideran las características de las arenas y el proyecto de los desarenadores. Siguiendo al mismo Autor menciona que los desarenadores se instalan para: (1) proteger los elementos mecánicos

móviles de la abrasión y el excesivo desgaste; (2) reducción de la formación de depósitos pesados en el interior de las tuberías, canales y conducciones, y (3) reducción de la frecuencia de limpieza de los digestores provocada por la excesiva acumulación de arenas. La eliminación de las arenas es esencial como paso previo a las centrífugas, intercambiadores de calor y bombas de diafragma de alta presión.

Los desarenadores se suelen colocar después del desbaste y antes de los tanques de sedimentación primaria, aunque en algunas instalaciones, el desarenador precede al desbaste, normalmente, la instalación del desbaste antes del desarenador facilita la explotación y el mantenimiento de los elementos de separación de arenas (...) existen tres tipos generales de desarenadores: de flujo horizontal, de diseño rectangular o cuadrado; aireados, y de vórtice. En el primero de ellos, el agua circula a través del elemento en dirección horizontal y la velocidad de circulación se controla por la propia geometría de la unidad, con compuertas de distribución especiales, y mediante la adopción de vertederos de secciones especiales a la salida del canal. El desarenador aireado consiste en un tanque de aireación de flujo helicoidal en el que se induce una velocidad en espiral que se controla por la propia geometría del tanque y por la cantidad de aire suministrada a la unidad, el desarenador de vórtice consiste en un tanque cilíndrico en el que el agua entra siguiendo una dirección de flujo tangencial creando un flujo en vórtice, las fuerzas centrífugas y gravitatorias son las responsables de la separación de las arenas.

El proyecto de los desarenadores se suelen basar en la eliminación de partículas de arena de peso específico de 2,65 para un agua residual a temperatura de 15.5 ° C. sin embargo, el análisis de los datos de eliminación de arenas indica que el peso específico de las partículas eliminadas varía entre 1.3 y 2.7.

Metcalf & Eddy (1998) lo clasifica en:

Desarenadores rectangulares de flujo horizontal .El tipo de desarenador más antiguo empleado en el tratamiento de aguas residuales es el desarenador de flujo horizontal con control de velocidad. Estas unidades se proyectan de modo que se mantenga una velocidad lo más cercana posible, a 0,3 m/s, y que proporcione suficiente tiempo como para que sedimenten en el fondo del canal las partículas de arena. La velocidad de diseño indicada permite la circulación a través de la unidad de la mayor parte de la materia orgánica y la puesta en suspensión de todas aquellas partículas orgánicas que hayan sedimentado, pero permite la sedimentación de la arena pesada. El proyecto de desarenadores de flujo horizontal deberá realizarse de tal forma que, bajo las condiciones más adversas posibles, la partícula de arena más ligera alcance el fondo del canal antes de llegar al extremo del mismo. Normalmente, los desarenadores se proyectan para eliminar todas las partículas de arena que quedan retenidas en un tamiz de malla 65 (diámetro de 0.21 mm), aunque muchos desarenadores hayan sido diseñados para eliminar partículas de arena retenidas en un tamiz de malla 100 (diámetro 0,15 mm).La longitud del canal vendrá dada por la profundidad que requiere la velocidad de sedimentación y la sección de control , y el área de la sección transversal vendrá impuesta por el caudal y el número de canales. Deberá preverse cierta longitud adicional para tener en cuenta la turbulencia que se produce a la entrada y a la salida del canal; para lo cual se recomienda un incremento mínimo del 50% de la longitud teórica prevista. En la siguiente tabla se presentan datos típicos para desarenadores de flujo horizontal.

Desarenadores cuadrados de flujo horizontal. Los desarenadores cuadrados de flujo horizontal. El caudal afluente a la unidad se distribuye en la sección transversal del canal mediante una serie de

compuertas o deflectores, y el agua residual distribuida circula a través del tanque siguiendo una trayectoria recta hasta rebosar libremente por un vertedero. Generalmente suele ser recomendable contar con un mínimo de dos unidades o bien disponer de un bypass temporal. Estos desarenadores se proyectan en función de la carga de superficie, que depende del tamaño de las partículas y de la temperatura del agua residual. Nominalmente, esta concebidos para eliminar el 95% de las partículas retenidas en el tamiz numero 100 (15mm) en condiciones de caudal punta. en los desarenadores cuadrados, los sólidos son conducidos a un cuenco situado a un lado del tanque mediante un mecanismo de rasqueta. Las arenas sedimentadas se pueden extraer con un mecanismo transportados-clasificador constituido por una rampa provista de un mecanismo de rastrillo oscilante o por bombeo desde el tanque a un ciclón para la separación de la materia orgánica y la arena concentrada. Esta puede ser sometida a un proceso de limpieza con clasificador oscilante o un tornillo transportador orgánicos, que se retornan al tanque desarenador, con lo cual se consigue una arena más limpia y seca (p.525)

Tabla 4

Información típica para proyecto de desarenadores

Característica	Valor	
	Valor	Intervalo
Tiempo de detención , s	45-90	60
Velocidad horizontal, m/s	0.24-0.40	0.30
Velocidad de sedimentación para eliminación de		
Malla 65 (m/min)	0.95-1.25	1.15
Malla 100 (m/min)	0.60-0.90	0.75
Pérdidas de carga en la sección de control como %	30-40	36
Incremento por turbulencia en la entrada y salida	2D - 0.5L	

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1998, p. 510) Ingeniería de aguas residuales

2.2.5.3. Biodigestores

El biodigestor o tanque séptico mejorado es una estructura generalmente cilíndrica y prefabricada, que permite el tratamiento de las aguas residuales de forma similar al tanque séptico asimismo debe estar diseñada bajo la norma IS. 020 de tanques sépticos, permite la separación del sólido y líquido, favoreciendo la estabilización y la infiltración en los sistemas de descarga que necesariamente se instalarán a continuación. (Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural, 2016, p. 134)

Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excremento de humanos) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaeróbica se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos (Da costa & Saavedra, 2016, p. 19).

2.2.5.4. Cámara de Lodos.

Hammerken & Romero (2005) sostienen que los principales constituyentes del agua residual eliminados en las plantas de tratamiento incluyen basura, arena, espumas y lodo. El lodo extraído y producido en las operaciones y procesos de tratamiento de las aguas residuales generalmente suele ser un líquido o líquido semisólido con gran contenido en sólidos entre el 0.25 y el 12% en peso. El lodo es, por mucho, el constituyente de mayor volumen eliminado en los tratamientos. Los lodos separados en el sedimentador primario y aquellos producidos en el tratamiento biológico deben ser estabilizados, espesados y desinfectados antes de ser retirados del sitio de tratamiento.

La estabilización del lodo se lleva a cabo principalmente para 1.- reducir la presencia de patógenos, 2.- eliminar los olores desagradables, y 3.- reducir su potencial de putrefacción. La supervivencia de microorganismos patógenos y la proliferación de olores en el lodo se producen cuando se permite que los microorganismos se desarrollen sobre la fracción orgánica del mismo.

Los mecanismos de estabilización más eficaces para eliminar el desarrollo de estas condiciones son: la reducción biológica del contenido de materia volátil; la oxidación química de la materia volátil; la adición de agentes químicos para hacer el lodo inadecuado para la supervivencia de microorganismos y la aplicación de calor con el objetivo de desinfectar o esterilizar el lodo.

2.2.5.5. Pozo de percolación.

Metcalf & Eddy (1998) , sostiene que los pozos o filtros percoladores se han utilizan para el tratamiento biológico de las aguas residuales, están formados por un lecho de medio filtrante sobre el que se distribuye continuamente el agua residual. Los filtros percoladores se clasifican por las cargas orgánicas o hidráulicas aplicadas. Las categorías en las que se dividen son de carga baja o normal, de carga media, de alta o muy alta, y de desbaste. A menudo, se emplean sistemas de filtros de dos etapas en los que se conectan en serie de dos filtros percoladores, el autor los clasifica en:

Filtros de baja carga. Un filtro de baja carga es un dispositivo relativamente sencillo y de gran fiabilidad, que produce una calidad estable del efluente con independencia de la naturaleza cambiante del afluente. Los filtros pueden ser circulares o rectangulares. Generalmente, se mantienen una carga hidráulica constante, no por recirculación, sino por medio de bombas con control del nivel de succión o con sifones dosificadores. Los tanques dosificadores son de pequeño tamaño, generalmente con un tiempo de detención de tan

solo 2 minutos para el caudal doble del proyecto, de tal modo que se minimice la intermitencia de la dosificación. Aún así, en plantas de pequeñas dimensiones, el escaso caudal nocturno puede dar lugar a dosificaciones intermitentes, hecho que puede hacer necesario recircular caudales para mantener la humedad del medio. Si el tiempo entre dosificaciones es superior a 1 o 2 horas, se reduce la eficiencia del proceso debido a que el descenso de la humedad afecta a la película biológica.

En la mayoría de los filtros de baja carga, solo los niveles superiores del mismo (0,6 a 1,2m) presentan un desarrollo elevado de película biológica. Como consecuencia de ello, en las zonas inferiores pueden proliferar bacterias nitrificantes autótrofas que oxidan el nitrógeno amoniacal para transformarlo en nitritos y nitratos. Si la población nitrificante está suficientemente desarrollada, y si las condiciones climáticas y las características del agua residual son las adecuadas, los filtros de baja carga bien operados pueden producir un efluente con un elevado nivel de eliminación de DBO y altamente nitrificado.

Si se dispone de una línea piezométrica favorable, una ventaja de los filtros percoladores reside en el hecho de que el flujo se puede mantener por gravedad. Si el terreno es demasiado llano para ello, puede ser necesario bombear el agua. El desprendimiento de olores es un problema habitual en los filtros percoladores, especialmente si el agua residual es séptica o si el clima es caluroso. Los filtros no se deben ubicar en lugares en los que el desprendimiento de olores pueda representar un inconveniente. A no ser que se adopten medidas de control adecuadas, en los filtros pueden aparecer poblaciones de moscas (*Psychoda*).

Filtros de media y alta carga. En los filtros de carga media y alta, la recirculación del efluente del filtro o del efluente final permite la utilización de cargas orgánicas más elevadas (...) los filtros de alta carga se proyectan para cargas notablemente superiores a las correspondientes a filtros de baja carga. La recirculación del efluente del clarificador del filtro permite conseguir rendimientos de eliminación parecidos a los de los filtros de baja carga y de carga media. La recirculación a través del filtro del efluente del filtro da lugar al retorno de organismos viables y, a menudo, mejora la eficiencia del tratamiento.

Filtros de muy alta carga. Los filtros de muy alta carga trabajan a altas cargas hidráulicas y orgánicas. Las principales diferencias entre los filtros de muy alta carga y los filtros de alta carga radican en las mayores cargas hidráulicas y la mayor profundidad. El aumento de la profundidad se hace posible por el empleo de medios más ligeros, de plástico. La mayoría de estos filtros se constituyen en forma de torres

Filtros de dos etapas. En el tratamiento de aguas residuales muy concentradas se suele utilizar un sistema de dos filtros en serie con un decantador intermedio para la eliminación de los sólidos generados en el primer filtro. El filtro de la primera etapa y el clarificador reducen la DBO carbonosa, y en la segunda etapa se produce la nitrificación.

2.2.6. NORMA TÉCNICA PERUANA I.S. 020¹

La norma técnica peruana I.S. 020, tiene por objetivo establecer los criterios generales de diseño, construcción y operación de un tanque séptico, como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales, como alternativa para el tratamiento de agua residuales rurales o urbanas que no

¹ Recuperado de
https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.020.pdf

cuentan con redes de captación de aguas residuales, o se encuentran tan alejadas para justificar su instalación. (Norma IS 020, p 4), esta norma técnica nos permitirá el diseño adecuada instalación de las unidades básicas sanitarias, tomando en consideración los artículos que por criterio técnico se han tomado en cuenta.

2.2.7. NORMA TÉCNICA PERUANA 399.03

La citada norma peruana 399.03 del 2015, indica el uso de tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) para instalaciones domiciliarias de desagüe (NTP 399.03, p. 4)

Tabla 5
Clase pesada de tuberías para desagüe

Diámetro Nominal (ASTM)	Diámetro exterior (m. m)	Espesor (m. m)	Diámetro interior (m. m.)
2"	54.0	1.3	51.4
4"	105.0	1.7	111.6

Fuente: NTP 399.03, p.4

2.2.8. NORMA TECNICA PERUANA ISO 4435

La citada norma peruana basada en ISO 4435, establece las características dimensionales y de resistencia para satisfacer diversas exigencias de uso práctico (NTP ISO 4435, p. 5)

Tabla 6
Características Técnicas

Características técnicas	
Específico	1.44 gr/cm ³ a 25°C
Absorción de agua	< 40 m ²
Estabilidad dimensional a 150°C	< 5%
Coefficiente de dilatación térmica	0.06-0.08 mm/m/°C
Inflamabilidad	Autoextinguible
Coefficiente de fricción	n=0.009 Manning
Punto Vitat	>= 79°C
Resistencia a ácidos	Excelente

Resistencia a álcalis	Excelente
Resistencia a H_2SO_4	Excelente

Fuente: NTP ISO 4435, p.5

Tabla 7

Características Mecánicas

Características mecánicas	
Tensión de diseño	100 Kgf/cm ²
Resistencia a la compresión	610-650 Kgf/ cm ²
Módulo de elasticidad	30 000 Kgf/ cm ²

Fuente: NTP ISO 4435, p.5

2.2.9. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)

Se tomará en cuenta las consideraciones básicas de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones, y las normas que derivan de esta, en lo que se refiere a sistemas de alcantarillado sanitario.

2.2.10. NORMA OS.100 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA.

Se tomará en cuenta las consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria de la norma OS.100, variaciones de consumo, caudal de contribución de alcantarillado, entre otras consideraciones importantes. (Norma OS.100, p. 2-3)

2.2.11. NORMA OS. 070 REDES DE AGUAS RESIDUALES.

Se tomó en cuenta las consideraciones de la norma OS. 070, cuyo objetivo principal es fijar las condiciones exigibles en la elaboración de las redes de aguas residuales funcionando en lámina libre, esta norma contiene los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria (Norma OS.070. p.1)

2.2.12. NORMA OS.090 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Se tomó en cuenta las consideraciones de la norma OS 090, cuyo objetivo principal es normar el desarrollo de tratamiento de aguas residuales en los niveles preliminar, básico y definitivo, cuyo alcance está relacionada con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor (Norma OS.090. p.1)

2.2.13. CONDICIONES O CALIDAD DE VIDA

Según Celemín (2007) sostiene que la calidad de vida es aquel "... que ofrece servicios básicos a todos los miembros de una comunidad, sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios"

De Souza Silva (2004), menciona que la comisión Brundtland creada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y dirigida por la sueca Gro Harlem Brundtland, sobre desarrollo sustentable; el autor emite su criterio expresando que:

La comisión cree que la pobreza generalizada ya no es inevitable el desarrollo sostenible implica atender las necesidades básicas de todos y extender a todos la oportunidad para lograr sus aspiraciones de una vida mejor. Un mundo donde la pobreza es endémica será siempre susceptible a catástrofes ecológicas y de otros tipos (De Souza, 2004, p.21)

Según Becerra (2006)², la calidad de vida se encuentra en función del acceso que tienen las personas a satisfacer tanto necesidades materiales, como necesidades espirituales o culturales. La calidad de vida es un proceso dinámico de una persona u hogar determinados, que cambia constantemente y de forma casi imperceptible. Por lo anterior, solo se puede

² Citado por Padua Muñoz et al (2012, 8), disponible en <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/cu/2012/mpcd.pdf>

hablar de un "nivel de calidad de vida" en un momento o periodo determinado. El concepto depende en gran medida de la concepción propia de mundo que tiene el sujeto en particular: la interpretación y valoración que le da a lo que tiene, convive y a lo que aspira. El autor también menciona que gran medida de las comunidades rurales viven de la agricultura o la ganadería. Por lo general, se trata de regiones donde la industria no está desarrollada y, por lo tanto, la economía es bastante precaria. Suelen ser bastante simples en lo que respecta a la calidad de vida, no contando con demasiada influencia de la tecnología (en la mayoría de los casos, con nula influencia) y manteniendo en muchos casos estructuras de pensamiento tradicionales.

La calidad de vida como "el grado en que una sociedad posibilita la satisfacción de las necesidades de los miembros que la componen, las cuales son múltiples y complejas" (Beltramin & Bravo citado por Miguez 2010, p. 56)

2.2.13.1. Dimensiones de la calidad de vida.

La calidad de vida según Gonzales (2000), existen cuatro dimensiones de calidad de vida para una comunidad rural; estas son: dimensión humana, económica, ambiental y tecnológica.

La calidad de vida es una combinación de elementos objetivos y subjetivos.

Elementos objetivos: Bienestar material, salud objetivamente considerada, relaciones armónicas con el ambiente y la comunidad

Elementos subjetivos: Expresión emocional, seguridad percibida, productividad personal y salud percibida. (Galán, 2010, p.130)

Galán (2010) sostiene que la calidad de vida considera que el bienestar está fuertemente ligado a los ingresos y comúnmente a la presencia de medios adecuados. (...) diversos autores asumen una relación causa – efecto entre los recursos y las condiciones de vida: mientras más y mejores

recursos tenga, mayor es la probabilidad de una calidad de vida, para ellos se requiere de diferentes factores.

- **Factores materiales:** Son los recursos que uno tiene, tales como: ingresos disponibles, salud y nivel de educación entre otros.
- **Factores ambientales:** Son las características de los habitantes/comunidad que puede influir en la calidad de vida, como la **presencia y acceso a servicios básicos**, habilidad para servirse de las nuevas tecnologías que hacen la vida más simple. También, las **características del hogar son relevantes en determinar la calidad de las condiciones de vida.**
- **Factores de relacionamiento:** Se incluyen las relaciones con la familia, amigos y las redes sociales. La integración a organizaciones sociales y religiosas, el tiempo libre y el rol social después del retiro de la actividad económica son factores que pueden afectar la calidad de vida.
- **Factores sociales y calidad de vida:** La calidad de vida recibe la influencia de factores como: el empleo, *la vivienda, el acceso a los servicios públicos*, las comunicaciones, la criminalidad, la *contaminación del ambiente* y otros, que conforman el entorno social y que influyen sobre el desarrollo humano de una comunidad.

CAPÍTULO III:

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

3.1. POBLACIÓN BENEFICIARIA

La población beneficiaria del proyecto comprende es de 335 personas, para conexión a la red de alcantarillado.

Tabla 8
Población Beneficiaria

Tipo de Conexión	Porcentaje de Familias	Familias	Personas por Familia
Red de Alcantarillado	100%	67	5

Fuente: Elaboración propia en base a la demanda de los servicios de saneamiento

3.2. UBICACIÓN

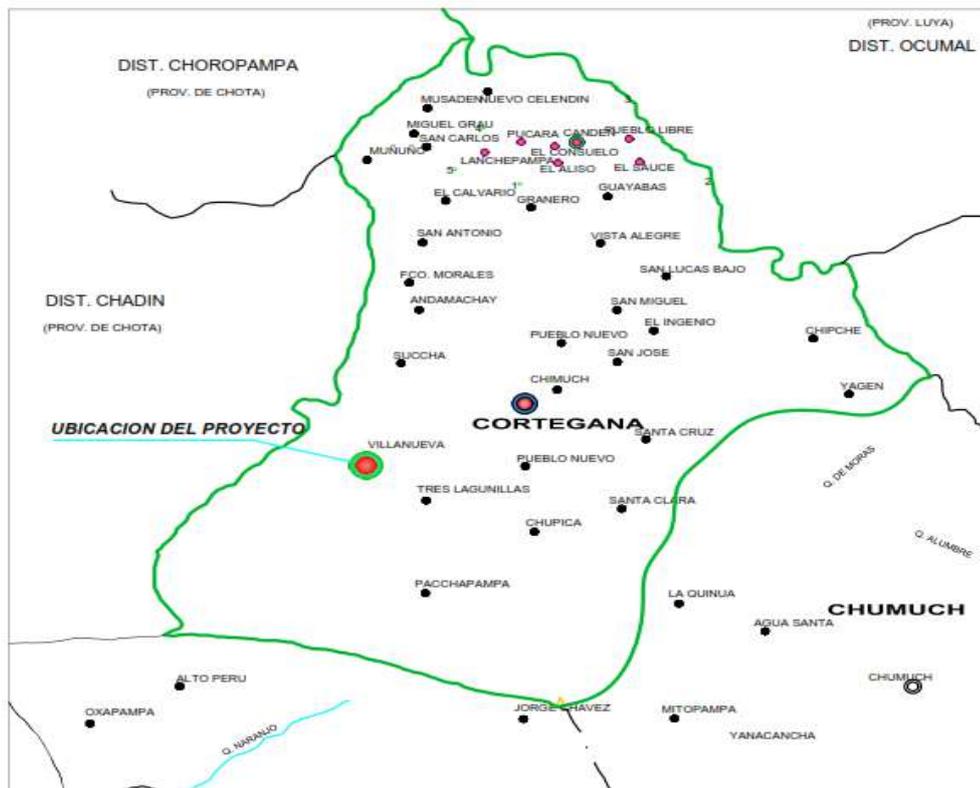
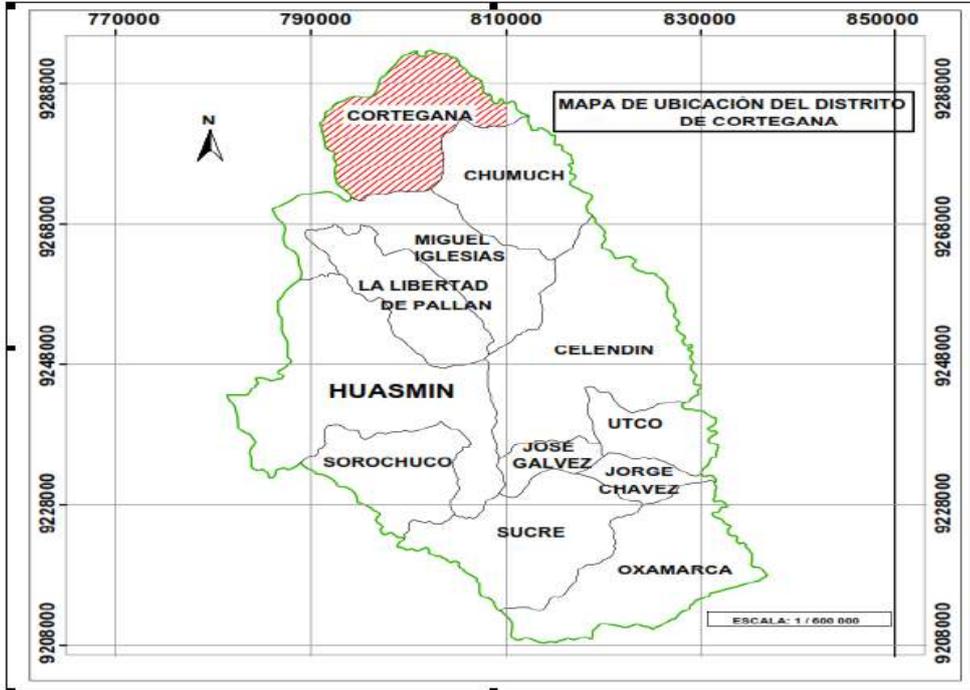
El Centro Poblado de Villanueva, se encuentra ubicada al sur del Distrito de Cortegana, a 3286 m.s.n.m., geográficamente está en el:

Departamento : CAJAMARCA.
Provincia : CELENDIN.
Distrito : CORTEGANA
Localidad : VILLANUEVA.

El Centro Poblado de Villanueva, se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 9275292N, 793792E³

³ Recuperado de en http://www.atlascajamarca.info/mapas/Provincia/0603/0603_mapbase/index.html

Imagen 1:
Ubicación del C.P. Villanueva



Fuente: Elaboración propia

3.3. ÁREA.

El área de expansión del Centro Poblado de Villanueva es de 38 Km^2 , y la capital distrital tiene una expansión de 233.41 Km^2 . (INEI, 2018)

3.4. LÍMITES.

El Distrito de Cortegana limita al sur con los Distritos de Miguel Iglesias y Chumuch, al norte y este con el departamento de Amazonas y al oeste con los Distritos de Choropampa, Chadín y Paccha. (INEI, 2018)

3.5. VÍAS DE COMUNICACIÓN.

Las vías de acceso a la obra, se realiza mediante la carretera asfaltada desde Cajamarca, hasta el Distrito de la Encañada, de ahí existe una carretera afirmada hasta la Provincia de Celendín, luego para llegar a la zona de la obra existe la trocha carrozable afirmada desde Celendín hasta Villanueva. (PROVIAS REGIONAL, 2018)

Tabla 9
 Vías de acceso terrestre

Tramos	Distancia (KM)	Tiempo (hrs)	Tipo de carretera
Cajamarca – La Encañada	25.00	00 h 30m	C. Asfaltada
La Encañada – Celendín	80.00	01 h 30m	C. Asfaltada
Celendín – Villanueva	70.00	04 h 00m	Trocha Carrozable

Fuente: Elaboración propia

La comunicación telefónica se hace mediante teléfono rural, no existiendo comunicación de algún operador celular, en estos caseríos de la zona la comunicación se realiza mediante Centros Comunitarios Rurales.

3.6. CLIMA.

La localidad de Villanueva, presenta un clima frío y templado acentuándose según los cambios estacionales. En general presenta un clima frío, la temperatura media varía entre los 08° y 13°C. (Estación Meteorológica de la UNC, 2018)

El aire es frío, cálido es decir presenta regular humedad, apreciándose un contraste térmico bien acentuado entre las áreas expuestas al sol y la sombra. En los meses de verano la evaporación es intensa por ende la condensación, que dan lugar a lluvias regulares en los meses de Diciembre hasta Abril.

3.7. VIENTOS.

En la localidad de Villanueva, se presentan vientos en las tardes, con una velocidad de 85 Km/h, propios de las zonas rurales del Distrito de Cortegana. (Estación Meteorológica de la UNC, 2018)

3.8. HUMEDAD RELATIVA.

La humedad relativa moderada relacionada entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener en del Centro Poblado de Villanueva, siendo la humedad relativa mínima 35% y una máxima del 93%. (Estación Meteorológica de la UNC, 2018)

3.9. TOPOGRAFÍA.

Los aspectos topográficos exigen características y propósito del estudio del trazo fijando toda la información del campo que se necesite para la preparación de planos y especificaciones. Es muy importante que todos los estudios sean completos para lo cual se ha necesitado de una brigada de topografía para obtener la información que se hace necesaria.

En primer lugar se ha efectuado el reconocimiento de la zona, después se ha efectuado el levantamiento planimétrico de la zona; para luego proceder de acuerdo a la colocación de puntos el levantamiento altimétrico de la misma, así como la fijación de manera provisional de los puntos y progresivas de la ruta posible de las líneas de conducción de los sistemas de agua dado que es un dato importante para la instalación de biodigestores con AH, la red de distribución, para determinar el tipo de instalación necesaria.

El reconocimiento requiere de un estudio intensivo de la topografía entre dos puntos terminales propuestos; por lo que se ha examinado una faja del terreno, buscando características topográficas que no restrinjan el trazo, todo este trabajo tuvo una duración de 4 días; para lo cual contamos con la participación decidida de la brigada de Trabajo.

Equipos: GPS, Estación Total, prismas, jalones, wincha, etc.

Tabla 10
Cuadros de BMs

PTO	ESTE	NORTE	COTA	OBSERV.
1	796788	9270778	3537	BM1
2	793567	9275272	3285	BM2
3	793582	9275298	3284	BM3
4	794074	9275570	3417	BM4

Fuente: Elaboración propia en base a datos recogidos en campo

3.10. GEOMORFOLOGÍA.

Estos fenómenos geomorfológicos y geodinámicas son importantes considerarlos para el adecuado diseño de la tubería necesaria para la instalaciones de la red colectora de disposición de excretas y componentes del sistema de saneamiento o PTAR, como cámara de rejillas, desarenador, biodigestor, pozo percolador; en algunos tramos, existen pendientes muy pronunciadas que se encuentran en el tránsito de la red colectora.

3.11. CANTERAS.

Todos los Agregados finos serán extraídos de las canteras de Celendín (para las mezclas de los concretos y para las tuberías).

Tabla 11
Relación de Canteras disponibles

TRAMOS	DISTANCIA (KM)	TIEMPO (HORAS)	TIPO DE CARRETERA	AGREGADO
CANTERA ALUY	70	04 h 00m	Trocha Carrozable Afirmada	Arena Fina y Gruesa
CANTERA RAMOSCUCHO	6	00 h 45m	Trocha Carrozable	Arena para cama de apoyo

Fuente: Elaboración propia

La cantera de área de Ramoscucho, está en la coordenada 793152 E y 9261010 N, en la altura de 3457 m.s.n.m. la piedra chancada fue habilitada en la zona donde se realizará los trabajos

3.12. GEOLOGÍA.

El lugar donde se ejecutó el proyecto de saneamiento, cuenta con terrenos arcillo-limosos medianamente plásticos de baja capacidad de carga cuando se humedece y presencia de bastante roca caliza meteorizada; no encontrándose aguas freáticas en el estudio realizado que alcanzo 2.00 m. de profundidad.

CAPÍTULO IV:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO:

El diseño del sistema de saneamiento consta de las siguientes familias

Tabla 12
Cantidad de familias por sector

Sector	Familias	Tipo de Conexión
1	34	Conexión a la red de alcantarillado
2	33	Conexión a la red de alcantarillado

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Cálculo de la población futura.

“El crecimiento aritmético, se da si el aumento de población es proporcional al tamaño de ésta en este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto” (López, 2000, p. 40). En consecuencia para el cálculo de la población futura o proyectada, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa*[1+r*t/100]$$

Donde:

Población actual (Pa) = 335 habitantes

Tasa de crecimiento según INEI (r) = 0.58%

Periodo de diseño (años) = 20 años

Reemplazando en la fórmula se tiene que:

Población Futura = 374 habitantes

4.1.2. Cálculo del caudal medio anual de la demanda.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la guía para elaboración de expedientes técnicos del Ministerio de Economía y Finanzas, recomiendan que para el cálculo del caudal medio se utiliza una dotación per cápita de 80 litros/habitante/día en el ámbito rural, la guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado de la Organización Panamericana de la Salud utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{P_f \times Dot}{86400}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio

P_f = Población futura

Dot = Dotación per cápita (80 lts/hab/día para la zona rural para sistemas de alcantarillado con arrastre hidráulico en la sierra)

Reemplazando se obtiene $Q_m = 0.35 \text{ Lts/seg}$

En consecuencia el Caudal medio anual de la demanda según la población es de 0.35 lts/seg.

4.1.3. Cálculo del caudal máximo anual de la demanda diaria.

La OPS (2005) establece que para el cálculo del caudal máximo anual de la demanda diaria se utilizará la siguiente fórmula en función a la variación del consumo, esto es:

Según la Norma OS 100, las variaciones de consumo se consideran

Max. Demanda Anual Diaria (K_1) = 1.3

Max. Demanda Anual Horaria (K_2) = 2.0

Siendo el coeficiente de variación K2 para la zonas rurales K2=2 (Ministerio de Economía y Finanzas, p.108)

Aplicando la fórmula de:

$$Q_{máxd} = K1 \times Q_m \text{ (Lts/seg)}$$

Donde K1 es el coeficiente máximo anual de la demanda diaria.

En el caso de las zonas rurales K1=1.3 (Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de Saneamiento, p. 23)

Reemplazando se tiene:

$$Q_{máxd} = 0.45 \text{ Lts/seg.}$$

Siendo este valor el caudal de diseño de las redes de servicio domiciliario.

4.1.4. Cálculo de caudal máximo horario

La OPS (2005), establece que para el cálculo del caudal máximo horario, se calcula del producto del coeficiente del flujo máximo por el caudal medio máximo horario, en tal sentido se deberá utilizar la siguiente fórmula:

$$Q_{máxh} = K2 \times Q_m$$

Donde K2 es el coeficiente máximo anual de la demanda horaria.

En el caso de las zonas rurales K2= 2.0 (Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de Saneamiento, p. 23)

Resolviendo:

$$Q_{máxh} = 0.69 \text{ Lts/seg.}$$

Siendo este valor el caudal de diseño de las redes de distribución.

4.1.5. Cálculo del aporte al sistema de desagüe.

En el caudal de contribución de Alcantarillado se considera que el 80% del caudal del agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado (Norma OS. 100: Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria).

$$Q_{md} = 0.80 * Q_{máxh}$$

Resolviendo:

$$Q_{md} = 0.55 \text{ Lts/seg}$$

4.1.6. Coeficiente de rugosidad.

El coeficiente de rugosidad depende el tipo de material utilizado, la norma ISO 4435, indica que para tuberías de PVC para uso de obras de alcantarillado es de 0.009 utilizando el coeficiente de fricción n de Manning.

4.1.7. Velocidad mínima permisible.

La determinación de la velocidad mínima es fundamental dado que permitió verificar la autolimpieza de las alcantarillas en las horas, cuando el caudal de las aguas residuales es mínimo y el potencial de deposición de sólidos en la red es máximo. A su vez, la velocidad mínima de autolimpieza es fundamental para conducir a la minimización de las pendientes de las redes colectoras, principalmente en áreas planas haciendo posible economizar la excavación y reducir los costos.

El criterio de velocidad mínima se emplea considerando una velocidad mínima de 0.60 m/s para los caudales máximos, Waring (1980), argumento que si esa velocidad se alcanza por lo menos una vez al día, el sistema podría funcionar sin problemas; en consecuencia, la obra deberá tener una

pendiente que asegura la velocidad mínima de 0.60 m/s, en la red de alcantarillado

4.1.8. Diseño de redes de alcantarillado.

La Organización Panamericana de la Salud (2005), en la guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado, considerada para el presente proyecto en la que se considera que el flujo en las tuberías de alcantarillado será uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto, en consecuencia para el diseño propuesto, se utilizará la **Fórmula de Manning**, que tiene la siguiente expresión⁴: (Organización Panamericana de la Salud, 2005, p. 25), así como el Reglamento Nacional de Edificaciones, en las consideraciones básicas de diseño para el sistema de drenaje considera la fórmulas siguientes (RNE, 2006, p. 10)

Para el cálculo del **Radio hidráulico** se utiliza la siguiente fórmula

$$R_h = \frac{A}{P_m} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

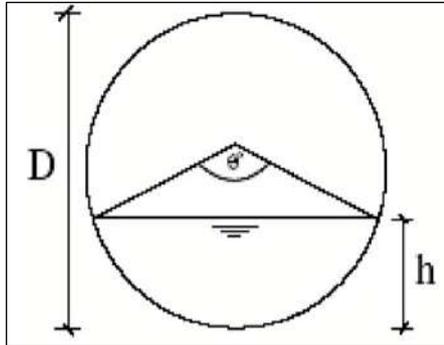
R_h = Radio hidráulico

A = área de tubo (m^2)

P_m = Perímetro mojado

⁴ Organización Panamericana de la Salud (2005) "guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado", lima-perú, recuperado de www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/sanea/169esp-diseno-alcantar.pdf

Imagen 2
Radio hidráulico



Fuente: OPS (2005, p. 25)

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \dots\dots\dots (2)$$

$$P_m = \pi \cdot D \dots\dots\dots (3)$$

Reemplazando de las formulas anteriores se tiene:

$$R_h = \frac{A}{P_m} = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4}$$

Por lo tanto para tuberías PVC, cuando n= 0.009

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

- V = Velocidad (m/s)
- n = Coeficiente de rugosidad (adimensional).
- R = Radio hidráulico (m)
- S = Pendiente (m/m)

Para tuberías con sección llena:

Velocidad:
$$V = \frac{0.397}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

Continuidad: $Q = V * A \dots \dots \dots (5)$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

A = Área (m²)

Caudal:
$$Q = \frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

Para tuberías con sección parcialmente llena:

El grado central θ en grado sexagesimal

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$$

Despejando S en la ecuación 4 se tiene:

$$S = \frac{V^2 * n^2}{R^{4/3}}$$

Reemplazar la velocidad mínima $v= 0.6$ y $R= D/4$

$$S = \frac{V^2 * n^2}{\left(\frac{D}{4}\right)^{4/3}}$$

Por lo tanto la **pendiente mínima** para cualquier "n" será:

$$S_{min} = \frac{2.28585751 * n^2}{D^{4/3}}$$

Reemplazando $n = 0.009$, coeficiente de rugosidad para tuberías PVC

$$S_{min} = \frac{2.28585751 * (0.009)^2}{D^{4/3}}$$

Como ya se obtuvo la fórmula para el cálculo de pendiente mínima para las tuberías PVC, podemos calcular para los diferentes diámetros que hay en el mercado.

Tabla 13:
Pendientes mínimas según Manning

D (1 pulg = 2.54 cm)		S_{min}	
Pulg.	m.	%	Redond.
4	0.102	3.905493	3.91
6	0.152	2.274508	2.27
8	0.203	1.549896	1.55
10	0.254	1.151037	1.15
12	0.305	0.902639	0.90
14	0.356	0.734940	0.73
16	0.406	0.615077	0.62
18	0.457	0.525685	0.53
20	0.508	0.456789	0.46
24	0.609	0.358213	0.36

Fuente: Elaboración propia en base a Tuberías PVC del mercado

4.1.9. Cálculo de la Velocidad Plena.

Para el cálculo de la velocidad plena reemplazamos $R = D/4$ en la ecuación 4, resultando:

$$V = \frac{D^{2/3} * s^{1/2}}{4^{2/3} * n}$$

Calculando tenemos que la velocidad plena para cualquier n es:

$$V_p = \frac{0.39685026 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Reemplazando el valor del coeficiente de rugosidad $n=0.009$ en la formula se tiene:

$$V_p = 44.09447333 * D^{2/3} * S^{1/2}$$

El valor de V_p es el valor de la velocidad plena para tuberías PVC, esta velocidad deberá ser mayor a **0.6 m/seg.**

4.1.10. Cálculo del Caudal Pleno (Q_p)

Para el cálculo del caudal pleno, se necesita de la pendiente mínima, por lo tanto las ecuaciones 2 y 4 se reemplazarán en la ecuación 5:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}, \quad A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$Q = V * A$$

Quedando:

$$Q = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} * \frac{\pi D^2}{4}$$

Pero $R=D/4$ reemplazando quedaría:

$$Q = \frac{D^{2/3} * S^{1/2}}{4^{2/3} * n} * \frac{\pi D^2}{4}$$

$$Q_p = \frac{0.31168547 * D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

Ahora reemplazando por el valor de $n=0.009$ tenemos:

$$Q_P = 34.63171863 * D^{8/3} * s^{1/2}$$

Q_P es el valor del caudal pleno para tuberías PVC

Este valor nos permite calcular los caudales plenos para los diferentes tubos PVC que existen disponibles en el mercado.

Tabla 14:
Caudales plenos según Manning

D (1 pulg = 2.54 cm)		S_{min} (/1000)		Q_P
pulg.	mts.	%	Redond.	Lts/seg
4	0.102	3.905493	3.91	4.86
6	0.152	2.274508	2.27	10.94
8	0.203	1.549896	1.55	19.46
10	0.254	1.151037	1.15	30.40
12	0.305	0.902639	0.90	43.78
14	0.356	0.734940	0.73	59.59
16	0.406	0.615077	0.62	77.83
18	0.457	0.525685	0.53	98.50
20	0.508	0.456789	0.46	121.61
24	0.609	0.358213	0.36	175.12

Fuente: Elaboración propia en base a Tuberías PVC del mercado

4.1.11. Cálculo del diámetro (D)

Este cálculo nos permitirá si los fluidos transitan a $3/4$ del diámetro de la tubería, colocados en cada sector del proyecto.

De las ecuaciones 4 y 5 se tiene que:

$$Q = V * A = \frac{R^{2/3} * s^{1/2}}{n} * A$$

Como el diámetro de la tubería es $D=0.75$ se tiene:

En las ecuaciones
$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

y

$$R_h = \frac{A}{P_m} = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4}$$

Por lo tanto:

$$A = 0.6318 \cdot D^2$$

$$R = 0.3017 \cdot D$$

$$Q = \frac{(0.3017D)^{2/3} \cdot s^{1/2}}{n} \cdot 0.6318 D^2$$

Despejando D Se tiene:

$$D = \left(3.51860216 \cdot \frac{Q \cdot n}{s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Reemplazando $n=0.009$ en la fórmula se tiene:

$$D = \left(0.03518602 \cdot \frac{Q}{s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

4.1.12. Tensión Tractiva.

Este método es el más práctico para cálculo de alcantarillas, su aplicación permite el control de la erosión, la sedimentación y la producción de sulfuros, principalmente en las zonas de topografía plana, donde la aplicación del criterio de velocidad mínima arroja resultados menos ventajosos en términos de diámetro, pendiente y profundidad de tuberías (OPS, p.30)

La tensión tractiva o fuerza de arrastre (τ), es la fuerza tangencia por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. En la siguiente figura 2, la masa de aguas residuales de un tramo de colector de longitud L , con área de sección transversal A y perímetro mojado P , la tracción tractiva estará dada por el componente del peso (W) en dirección del flujo dividido por el área mojada: (OPS, p.31)

$$\tau = \frac{W \sin \phi}{PL}$$

Donde:

- τ = Tensión tractiva (N/m, Pa)
- P = Perímetro mojado (m).
- L = Longitud (m)
- W = Peso (Newtons)

El peso (W) está dado por:

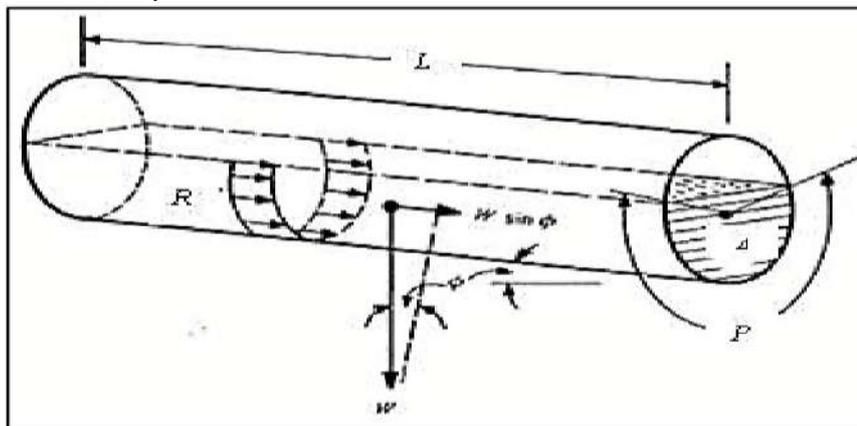
$$W = \rho gAL$$

Donde:

- ρ = Densidad de aguas residuales (Kg/m^3)
- g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

Imagen 3

Parámetro para tensión tractiva en un colector circular



Fuente: OPS (2005, p. 31)

4.1.13. Tensión tractiva mínima.

La tensión tractiva mínima para los sistemas de alcantarillado tuvo como valor mínimo, en tramos iniciales de los colectores (arranque), en los cuales se presentan bajos caudales promedio, tanto al inicio como al final del periodo de diseño, se recomienda calcular la pendiente con la tensión tractiva de 1 Pa, y posteriormente, su verificación con caudales de aporte reales, no deberá ser menor a 0.6 Pa (OPS, p. 32)

$$\tau \text{ min} = 1 \text{ Pa}$$

4.2. CÁLCULO HIDRÁULICO

Para el cálculo hidráulico se toma los datos de la sección 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 y 4.1.4:

Población Futura	= 374 habitantes
Dotación	= 80 lt/hab/dia
Caudal medio (Q_m)	= 0.35 Lts/seg
Caudal máximo diario ($Q_{máxd}$)	= 0.45 Lts/seg.
Caudal máximo horario ($Q_{máxh}$)	= 0.69 Lts/seg.
Aporte al alcantarillado (Q_{md})	= 0.55 Lts/seg

Para el cálculo del caudal unitario se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q_{unitario} = \frac{Q_{md}}{L_{tubería}}$$

Reemplazando en los valores se tiene que:

$$Q_{unitario} = 0.00034 \text{ Lts/seg}$$

Para la evaluación de los parámetros de diseño, se realizó el levantamiento topográfico para la red de alcantarillado definiéndose las calles, buzones, longitud entre buzones, según el diámetro de la tubería a utilizar, para observar

si cumplen con las distancias máximas que indica la norma, al final de los sectores definidos en plano se ha colocado las buzonetas:

Tabla 15
Distancia Máxima entre buzones

Calle	Buzón		Longitud (m)	Diámetro Ø pulg.	Distancia máxima
	Inicial	Final			
Jr. Bambamarca	1	2	55,82	6	60
Jr. Bambamarca	2	3	30,00	6	60
Jr. Bambamarca	3	4	39,54	6	60
Jr. Bambamarca	4	5	36,30	6	60
Jr. Bambamarca	5	6	36,90	6	60
Jr. Bambamarca	6	8	72,00	8	80
Jr. Junín	7	8	49,00	6	60
Jr. Bambamarca	8	10	46,00	6	60
Calle Celendín	9	10	26,00	8	80
Calle Celendín	10	11	4,00	6	60
Calle Celendín	11	12	38,00	8	80
Calle Celendín	12	13	27,90	8	80
Calle Celendín	13	14	42,12	8	80
Calle Celendín	14	15	51,00	8	80
Calle Celendín	15	16	33,40	8	80
Calle Celendín	16	17	41,81	8	80
Calle Celendín	17	buzoneta	18,56	8	80
Jr. Estrecho	11	18	50,00	8	80
Jr. Estrecho	18	19	16,00	8	80
Jr. Estrecho	19	20	25,00	8	80
Jr. Estrecho	20	33	87,00	8	80
Jr. Amazonas	21	18	21,00	8	80
Jr. Cortegana	9	21	42,00	8	80
Jr. Cortegana	21	22	72,00	8	80
Jr. Las Flores	22	28	45,00	8	80
Jr. Ayacucho	7	23	46,50	8	80
Calle Celendín	9	23	34,00	8	80
Jr. Ayacucho	23	24	42,20	8	80
Jr. Amazonas	21	24	28,00	8	80
Jr. Ayacucho	24	25	20,30	8	80
Jr. Ayacucho	25	26	12,30	8	80
Jr. Ayacucho	26	27	25,23	8	80
Jr. Ayacucho	27	28	24,00	8	80
Jr. Ayacucho	28	29	23,00	8	80
Jr. Ayacucho	29	30	16,00	8	80

Jr. Ayacucho	30	31	36,00	8	80
Jr. Ayacucho	31	32	29,00	8	80
Jr. Ayacucho	32	33	35,00	8	80
Jr. Ayacucho	33	34	76,00	8	80
Jr. Ayacucho	34	35	76,50	8	80
Jr. Ayacucho	35	36	55,00	8	80
Jr. Ayacucho	36	buzoneta	26,00	8	80

Fuente: Elaboración propia.

Para los diámetros de tubo de 6, 8 y 10 pulgadas, la separación máxima entre cámaras de inspección son 60, 80 y 100m respectivamente; sin embargo se puede tolerar una distancia de 90 a 100m. Para tuberías de 6" (Norma OS.070 , p.7)

Para el diseño propuesto se tuvo en cuenta distancias menores a 100 m.

Tabla 16

Diámetro de tuberías

Diámetro Nominal de la tubería (mm)	Distancia Máxima (m)
100-150 (6")	60
200 (8")	80
250(10") a 300	100

Fuente: Norma OS.070

En consecuencia según nuestro diseño, en todos los tramos de la red de sistema de saneamiento cumple con las distancias máximas permisibles según la norma.

Las cotas de los buzones son:

Tabla 17

Cotas de los buzones

Calle	Buzón		Longitud (m)	Cota de Buzones			
	Inicial	Final		Tapa Inic.(m)	Fondo Inic.(m)	Tapa Fin.(m)	Fondo Fin.(m)
Jr. Bambamarca	1	2	55,82	3331,00	3329,60	3327,80	3326,40
Jr. Bambamarca	2	3	30,00	3327,80	3325,30	3324,30	3322,90
Jr. Bambamarca	3	4	39,54	3324,30	3322,50	3321,20	3319,80
Jr. Bambamarca	4	5	36,30	3321,20	3318,70	3312,00	3310,60
Jr. Bambamarca	5	6	36,90	3312,00	3310,60	3310,60	3309,20

Jr. Bambamarca	6	8	72,00	3310,60	3308,10	3291,88	3290,48
Jr. Junín	7	8	49,00	3296,78	3294,28	3291,88	3290,48
Jr. Bambamarca	8	10	46,00	3291,88	3289,38	3286,34	3284,94
Calle Celendín	9	10	26,00	3285,85	3284,45	3286,34	3283,84
Calle Celendín	10	11	4,00	3286,34	3283,84	3286,13	3283,63
Calle Celendín	11	12	38,00	3286,13	3283,63	3282,90	3281,50
Calle Celendín	12	13	27,90	3282,90	3281,50	3281,30	3279,90
Calle Celendín	13	14	42,12	3281,30	3279,90	3279,70	3278,30
Calle Celendín	14	15	51,00	3279,70	3278,30	3277,60	3276,20
Calle Celendín	15	16	33,40	3277,60	3276,20	3275,60	3274,20
Calle Celendín	16	17	41,81	3275,60	3274,20	3273,20	3271,80
Calle Celendín	17	buzoneta	18,56	3273,20	3270,70	3270,70	3269,70
Jr. Estrecho	11	18	50,00	3286,13	3283,63	3283,60	3282,20
Jr. Estrecho	18	19	16,00	3283,60	3281,10	3281,30	3279,90
Jr. Estrecho	19	20	25,00	3281,30	3277,80	3277,40	3276,00
Jr. Estrecho	20	33	87,00	3277,40	3273,90	3261,60	3260,20
Jr. Amazonas	21	18	21,00	3286,10	3283,60	3283,60	3282,20
Jr. Cortegana	9	21	42,00	3285,85	3284,45	3286,10	3283,60
Jr. Cortegana	21	22	72,00	3286,10	3283,60	3277,80	3276,40
Jr. Las Flores	22	28	45,00	3277,80	3276,40	3275,75	3274,35
Jr. Ayacucho	7	23	46,50	3296,78	3294,28	3285,40	3284,00
Calle Celendín	9	23	34,00	3285,85	3284,45	3285,40	3284,00
Jr. Ayacucho	23	24	42,20	3285,40	3284,00	3284,12	3282,72
Jr. Amazonas	21	24	28,00	3284,00	3282,60	3284,12	3282,12
Jr. Ayacucho	24	25	20,30	3284,12	3282,12	3283,00	3281,60
Jr. Ayacucho	25	26	12,30	3283,00	3281,60	3282,25	3280,85
Jr. Ayacucho	26	27	25,23	3282,25	3279,75	3279,80	3278,40
Jr. Ayacucho	27	28	24,00	3279,80	3276,30	3275,75	3274,35
Jr. Ayacucho	28	29	23,00	3275,75	3272,25	3269,10	3267,70
Jr. Ayacucho	29	30	16,00	3269,10	3266,60	3267,30	3265,90
Jr. Ayacucho	30	31	36,00	3267,30	3265,90	3264,70	3263,30
Jr. Ayacucho	31	32	29,00	3264,70	3263,30	3263,00	3261,60
Jr. Ayacucho	32	33	35,00	3263,00	3261,60	3261,60	3260,20
Jr. Ayacucho	33	34	76,00	3261,60	3260,20	3256,90	3255,50
Jr. Ayacucho	34	35	76,50	3256,90	3253,40	3247,37	3245,97
Jr. Ayacucho	35	36	55,00	3247,37	3243,87	3241,70	3240,30
Jr. Ayacucho	36	buzoneta	26,00	3241,70	3238,20	3236,10	3235,10

Fuente: Elaboración propia

Los buzones de inspección se usará cuando la profundidad a sea mayor a 1m sobre la clave de la tubería (Norma OS.070, p. 7)

Para el diseño propuesto las profundidades mínimas de los buzones de 6" y 8" serán 1.40 llegando hasta una profundidad de 3.50 en algunos casos donde la pendientes del terreno son muy altas, debido a la topografía del mismo (ver curvas de nivel del proyecto)

Con las cotas de la tabla anterior se calcula la profundidad y la altura promedio de los buzones, del siguiente modo:

Profundidad Inicial=Cota (Tapa Inicio - Fondo inicio)

Profundidad final=Cota (Tapa final - Fondo final)

La Altura promedio= (Profundidad inicial + Profundidad final)/2

Resultando la siguiente tabla:

Tabla 18
Profundidad en los buzones

Calle	Buzón		Longitud (m)	Alturas		Altura Promedio (m)
	Inicio	Final		Altura Buzón Hbi	Altura Buzón Hbf	
Jr. Bambamarca	1	2	55,82	1,40	1,40	1,40
Jr. Bambamarca	2	3	30,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Bambamarca	3	4	39,54	1,80	1,40	1,60
Jr. Bambamarca	4	5	36,30	2,50	1,40	1,95
Jr. Bambamarca	5	6	36,90	1,40	1,40	1,40
Jr. Bambamarca	6	8	72,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Junín	7	8	49,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Bambamarca	8	10	46,00	2,50	1,40	1,95
Calle Celendín	9	10	26,00	1,40	2,50	1,95
Calle Celendín	10	11	4,00	2,50	2,50	2,50
Calle Celendín	11	12	38,00	2,50	1,40	1,95
Calle Celendín	12	13	27,90	1,40	1,40	1,40
Calle Celendín	13	14	42,12	1,40	1,40	1,40
Calle Celendín	14	15	51,00	1,40	1,40	1,40
Calle Celendín	15	16	33,40	1,40	1,40	1,40
Calle Celendín	16	17	41,81	1,40	1,40	1,40
Calle Celendín	17	buzoneta	18,56	2,50	1,00	1,75
Jr. Estrecho	11	18	50,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Estrecho	18	19	16,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Estrecho	19	20	25,00	3,50	1,40	2,45
Jr. Estrecho	20	33	87,00	3,50	1,40	2,45
Jr. Amazonas	21	18	21,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Cortegana	9	21	42,00	1,40	1,40	1,40
Jr. Cortegana	21	22	72,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Las Flores	22	28	45,00	1,40	1,40	1,40

Jr. Ayacucho	7	23	46,50	2,50	1,40	1,95
Calle Celendín	9	23	34,00	1,40	1,40	1,40
Jr. Ayacucho	23	24	42,20	1,40	1,40	1,40
Jr. Amazonas	21	24	28,00	1,40	2,00	1,70
Jr. Ayacucho	24	25	20,30	2,00	1,40	1,70
Jr. Ayacucho	25	26	12,30	1,40	1,40	1,40
Jr. Ayacucho	26	27	25,23	2,50	1,40	1,95
Jr. Ayacucho	27	28	24,00	3,50	1,40	2,45
Jr. Ayacucho	28	29	23,00	3,50	1,40	2,45
Jr. Ayacucho	29	30	16,00	2,50	1,40	1,95
Jr. Ayacucho	30	31	36,00	1,40	1,40	1,40
Jr. Ayacucho	31	32	29,00	1,40	1,40	1,40
Jr. Ayacucho	32	33	35,00	1,40	1,40	1,40
Jr. Ayacucho	33	34	76,00	1,40	1,40	1,40
Jr. Ayacucho	34	35	76,50	3,50	1,40	2,45
Jr. Ayacucho	35	36	55,00	3,50	1,40	2,45
Jr. Ayacucho	36	buzoneta	26,00	3,50	1,00	2,25

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa todos cumplen con la altura mínima (1 m) que según norma debe tener la red del sistema de saneamiento.

Para el cálculo del caudal doméstico (Q_d), se utiliza el caudal de contribución y el caudal aguas arriba.

El caudal unitario se calcula:

$$Q_{unitario} = \frac{Q_{domestico}}{Longitud\ total\ de\ la\ tuberia}$$

Reemplazando el $Q_{unitario} = 0.00034\ Lts/seg$

Con este dato, se calcula, el caudal de contribución se calcula:

$$Q_{contribucion} = Q_{unitario} * Longitud\ del\ tramo$$

El caudal aguas arriba ($Q_{aguas\ arriba}$) inicia con 0.00 porque es donde inicia la red colectora o cuando inicia un nuevo tramo según el sentido del flujo:

Entonces para el cálculo del caudal doméstico, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_d = Q_{\text{contribución}} + Q_{\text{aguas arriba}}$$

Ejemplo:

Se inicia en el Jr. Bambamarca, para el cálculo de caudal domestico se tiene:

El caudal de contribución se calcula:

$$Q_{\text{contribución}} = Q_{\text{unitario}} * \text{Longitud del tramo}$$

Reemplazando se tiene $Q_{\text{contribución}} = 0.00034 * 55.82$

$$Q_{\text{contribución}} = 0.019 \text{ lts/seg}$$

Como es el tramo inicial el cálculo del caudal domestico será:

$$Q_d = 0.019 + 0.00 = 0.019 \text{ lts/seg}$$

Los demás cálculos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 19

Cálculo del caudal doméstico (lts/seg)

Calle	Buzón		Longitud (m)	CAUDAL DOMÉSTICO		Qd (Lts/seg)
	Inicio	Final		Contribución	Aguas Arriba	
Jr. Bambamarca	1	2	55,82	0,019	0,000	0,019
Jr. Bambamarca	2	3	30,00	0,010	0,019	0,029
Jr. Bambamarca	3	4	39,54	0,014	0,029	0,043
Jr. Bambamarca	4	5	36,30	0,012	0,043	0,056
Jr. Bambamarca	5	6	36,90	0,013	0,056	0,068
Jr. Bambamarca	6	8	72,00	0,025	0,068	0,093
Jr. Junín	7	8	49,00	0,017	0,000	0,017
Jr. Bambamarca	8	10	46,00	0,016	0,110	0,126
Calle Celendín	9	10	26,00	0,009	0,000	0,009
Calle Celendín	10	11	4,00	0,001	0,135	0,136
Calle Celendín	11	12	38,00	0,013	0,136	0,149
Calle Celendín	12	13	27,90	0,010	0,149	0,159
Calle Celendín	13	14	42,12	0,014	0,159	0,173
Calle Celendín	14	15	51,00	0,018	0,173	0,191
Calle Celendín	15	16	33,40	0,011	0,191	0,202
Calle Celendín	16	17	41,81	0,014	0,202	0,216
Calle Celendín	17	buzoneta	18,56	0,006	0,216	0,223
Jr. Estrecho	11	18	50,00	0,017	0,000	0,017
Jr. Estrecho	18	19	16,00	0,005	0,024	0,030

Jr. Estrecho	19	20	25,00	0,009	0,030	0,038
Jr. Estrecho	20	33	87,00	0,030	0,038	0,068
Jr. Amazonas	21	18	21,00	0,007	0,000	0,007
Jr. Cortegana	9	21	42,00	0,014	0,000	0,014
Jr. Cortegana	21	22	72,00	0,025	0,014	0,039
Jr. Las Flores	22	28	45,00	0,015	0,039	0,055
Jr. Ayacucho	7	23	46,50	0,016	0,055	0,071
Calle Celendín	9	23	34,00	0,012	0,071	0,082
Jr. Ayacucho	23	24	42,20	0,015	0,153	0,167
Jr. Amazonas	21	24	28,00	0,010	0,000	0,010
Jr. Ayacucho	24	25	20,30	0,007	0,177	0,184
Jr. Ayacucho	25	26	12,30	0,004	0,184	0,188
Jr. Ayacucho	26	27	25,23	0,009	0,188	0,197
Jr. Ayacucho	27	28	24,00	0,008	0,197	0,205
Jr. Ayacucho	28	29	23,00	0,008	0,260	0,268
Jr. Ayacucho	29	30	16,00	0,005	0,268	0,273
Jr. Ayacucho	30	31	36,00	0,012	0,273	0,286
Jr. Ayacucho	31	32	29,00	0,010	0,286	0,296
Jr. Ayacucho	32	33	35,00	0,012	0,296	0,308
Jr. Ayacucho	33	34	76,00	0,026	0,376	0,402
Jr. Ayacucho	34	35	76,50	0,026	0,402	0,428
Jr. Ayacucho	35	36	55,00	0,019	0,428	0,447
Jr. Ayacucho	36	buzoneta	26,00	0,009	0,447	0,456

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del caudal de infiltración, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{Filtracion} = \left(\frac{2000}{\text{Km de colector por día}} \right) * \text{Longitud del tramo}$$

Reemplazando en la fórmula se tiene

$$Q_{Filtracion} = 0.37 \text{ lts/seg}$$

Con este dato se calcula el caudal de contribución del siguiente modo:

$$Q_{contribucionf} = \frac{Q_{Filtracion} * \text{Longitud total de la tubería}}{\text{Longitud del tramo}}$$

Ejemplo:

En el Jr. Bambamarca, para el cálculo de caudal de contribución será:

$$Q_{\text{contribución}} = \frac{0.37 * 1611.38}{55.82}$$

$$Q_{\text{contribución}} = 0.013 \text{ lts/seg}$$

El caudal aguas arriba ($Q_{\text{aguas arriba}}$) inicia con 0.00 porque es donde inicia la red colectora o cuando inicia un nuevo tramo según el sentido del flujo:

Como es el tramo inicial el cálculo del caudal domestico será:

$$Q_f = Q_{\text{contribución}} + Q_{\text{aguas arriba}}$$

Reemplazando se tiene $Q_f = 0.013 + 0.00$

Como es el tramo inicial el cálculo del caudal de filtración será:

$$Q_f = 0.013 \text{ lts/seg}$$

Los demás cálculos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20
Cálculo del caudal de filtración (lts/seg)

Calle	Buzón		Longitud (m)	CAUDAL FILTRACIÓN		Qf (Lts/seg)
	Inicio	Final		Contribución	Aguas Arriba	
Jr. Bambamarca	1	2	55,82	0,013	0,000	0,013
Jr. Bambamarca	2	3	30,00	0,007	0,013	0,020
Jr. Bambamarca	3	4	39,54	0,009	0,020	0,029
Jr. Bambamarca	4	5	36,30	0,008	0,029	0,037
Jr. Bambamarca	5	6	36,90	0,009	0,037	0,046
Jr. Bambamarca	6	8	72,00	0,017	0,046	0,063
Jr. Junín	7	8	49,00	0,011	0,000	0,011
Jr. Bambamarca	8	10	46,00	0,011	0,074	0,085
Calle Celendín	9	10	26,00	0,006	0,000	0,006
Calle Celendín	10	11	4,00	0,001	0,091	0,092
Calle Celendín	11	12	38,00	0,009	0,092	0,100
Calle Celendín	12	13	27,90	0,006	0,100	0,107
Calle Celendín	13	14	42,12	0,010	0,107	0,117
Calle Celendín	14	15	51,00	0,012	0,117	0,128
Calle Celendín	15	16	33,40	0,008	0,128	0,136
Calle Celendín	16	17	41,81	0,010	0,136	0,146
Calle Celendín	17	buzoneta	18,56	0,004	0,146	0,150

Jr. Estrecho	11	18	50,00	0,012	0,000	0,012
Jr. Estrecho	18	19	16,00	0,004	0,016	0,020
Jr. Estrecho	19	20	25,00	0,006	0,020	0,026
Jr. Estrecho	20	33	87,00	0,020	0,026	0,046
Jr. Amazonas	21	18	21,00	0,005	0,000	0,005
Jr. Cortegana	9	21	42,00	0,010	0,000	0,010
Jr. Cortegana	21	22	72,00	0,017	0,010	0,026
Jr. Las Flores	22	28	45,00	0,010	0,026	0,037
Jr. Ayacucho	7	23	46,50	0,011	0,000	0,011
Calle Celendín	9	23	34,00	0,008	0,011	0,019
Jr. Ayacucho	23	24	42,20	0,010	0,029	0,039
Jr. Amazonas	21	24	28,00	0,006	0,000	0,006
Jr. Ayacucho	24	25	20,30	0,005	0,046	0,050
Jr. Ayacucho	25	26	12,30	0,003	0,050	0,053
Jr. Ayacucho	26	27	25,23	0,006	0,053	0,059
Jr. Ayacucho	27	28	24,00	0,006	0,096	0,101
Jr. Ayacucho	28	29	23,00	0,005	0,138	0,144
Jr. Ayacucho	29	30	16,00	0,004	0,144	0,147
Jr. Ayacucho	30	31	36,00	0,008	0,147	0,156
Jr. Ayacucho	31	32	29,00	0,007	0,156	0,162
Jr. Ayacucho	32	33	35,00	0,008	0,162	0,170
Jr. Ayacucho	33	34	76,00	0,018	0,216	0,234
Jr. Ayacucho	34	35	76,50	0,018	0,234	0,252
Jr. Ayacucho	35	36	55,00	0,013	0,252	0,264
Jr. Ayacucho	36	buzoneta	26,00	0,006	0,264	0,270

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo del caudal real se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_r = Q_d + Q_f$$

Para el ejemplo del Jr. Bambamarca, el caudal real será

$$Q_r = 0.019 + 0.013$$

$$Q_r = 0.032 \text{ lts/seg}$$

Tabla 21

Cálculo del caudal real (lts/seg)

Calle	Buzón		Longitud (m)	Qd (Lts/seg)	Qf (Lts/seg)	Diámetro Ø pulg.	Qr acumulada (Lts/seg)
	Inicio	Final					
Jr. Bambamarca	1	2	55,82	0,019	0,013	6	0,032
Jr. Bambamarca	2	3	30,00	0,029	0,020	6	0,049
Jr. Bambamarca	3	4	39,54	0,043	0,029	6	0,072
Jr. Bambamarca	4	5	36,30	0,056	0,037	6	0,093

Jr. Bambamarca	5	6	36,90	0,068	0,046	6	0,114
Jr. Bambamarca	6	8	72,00	0,093	0,063	8	0,156
Jr. Junín	7	8	49,00	0,017	0,011	6	0,028
Jr. Bambamarca	8	10	46,00	0,126	0,085	6	0,210
Calle Celendín	9	10	26,00	0,009	0,006	8	0,015
Calle Celendín	10	11	4,00	0,136	0,092	6	0,228
Calle Celendín	11	12	38,00	0,149	0,100	8	0,249
Calle Celendín	12	13	27,90	0,159	0,107	8	0,265
Calle Celendín	13	14	42,12	0,173	0,117	8	0,290
Calle Celendín	14	15	51,00	0,191	0,128	8	0,319
Calle Celendín	15	16	33,40	0,202	0,136	8	0,338
Calle Celendín	16	17	41,81	0,216	0,146	8	0,362
Calle Celendín	17	Buzoneta	18,56	0,223	0,150	8	0,373
Jr. Estrecho	11	18	50,00	0,017	0,012	8	0,029
Jr. Estrecho	18	19	16,00	0,030	0,020	8	0,050
Jr. Estrecho	19	20	25,00	0,038	0,026	8	0,064
Jr. Estrecho	20	33	87,00	0,068	0,046	8	0,114
Jr. Amazonas	21	18	21,00	0,007	0,005	8	0,012
Jr. Cortegana	9	21	42,00	0,014	0,010	8	0,024
Jr. Cortegana	21	22	72,00	0,039	0,026	8	0,066
Jr. Las Flores	22	28	45,00	0,055	0,037	8	0,091
Jr. Ayacucho	7	23	46,50	0,071	0,011	8	0,081
Calle Celendín	9	23	34,00	0,082	0,019	8	0,101
Jr. Ayacucho	23	24	42,20	0,167	0,039	8	0,207
Jr. Amazonas	21	24	28,00	0,010	0,006	8	0,016
Jr. Ayacucho	24	25	20,30	0,184	0,050	8	0,234
Jr. Ayacucho	25	26	12,30	0,188	0,053	8	0,241
Jr. Ayacucho	26	27	25,23	0,197	0,059	8	0,256
Jr. Ayacucho	27	28	24,00	0,205	0,101	8	0,307
Jr. Ayacucho	28	29	23,00	0,268	0,144	8	0,411
Jr. Ayacucho	29	30	16,00	0,273	0,147	8	0,420
Jr. Ayacucho	30	31	36,00	0,286	0,156	8	0,441
Jr. Ayacucho	31	32	29,00	0,296	0,162	8	0,458
Jr. Ayacucho	32	33	35,00	0,308	0,170	8	0,478
Jr. Ayacucho	33	34	76,00	0,402	0,234	8	0,636
Jr. Ayacucho	34	35	76,50	0,428	0,252	8	0,680
Jr. Ayacucho	35	36	55,00	0,447	0,264	8	0,712
Jr. Ayacucho	36	Buzoneta	26,00	0,456	0,270	8	0,727

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar para tuberías de 6 pulgadas su caudal máximo (Q_{max}), es 10.945 lts/seg y para tuberías de 8 pulgadas su caudal máximo (Q_{max}), es de

19.945 lts/seg, respectivamente según la Norma, lo cual en nuestro caso cumple con este requisito.

Para sistemas de saneamiento de solo aguas residuales, el caudal de diseño se debe determinar mediante el caudal máximo de desagüe ($Q_{md} = 0.55$ lts/seg), calculado en la sección 4.1.5., y en caso de que sea menor a 1.5 lts /seg, se debe utilizar este valor como caudal de diseño (Guía de diseño hidráulico de alcantarillado, 2009, p.26), así mismo la Norma OS. 070 menciona que para el dimensionamiento hidráulico en todos los tramos de la red se deben calcular los caudales inicial y final, el valor mínimo a considerar será de 1.5 lts/seg. (p. 3)

En consecuencia en nuestro caso como el valor del caudal es menor a 1.5lts/seg, se tomará este valor inicial para el diseño del sistema; tal como muestra la siguiente tabla:

Tabla 22
Cálculo del caudal de diseño (lts/seg)

Calle	Buzón		Longitud (m)	Diámetro Ø pulg.	Qr acumul (Lts/seg)	QD (Caudal de Diseño)
	Inicio	Final				
Jr. Bambamarca	1	2	55,82	6	0,032	1,532
Jr. Bambamarca	2	3	30,00	6	0,049	1,549
Jr. Bambamarca	3	4	39,54	6	0,072	1,572
Jr. Bambamarca	4	5	36,30	6	0,093	1,593
Jr. Bambamarca	5	6	36,90	6	0,114	1,614
Jr. Bambamarca	6	8	72,00	8	0,156	1,656
Jr. Junín	7	8	49,00	6	0,028	1,528
Jr. Bambamarca	8	10	46,00	6	0,210	1,710
Calle Celendín	9	10	26,00	8	0,015	1,515
Calle Celendín	10	11	4,00	6	0,228	1,728
Calle Celendín	11	12	38,00	8	0,249	1,749
Calle Celendín	12	13	27,90	8	0,265	1,765
Calle Celendín	13	14	42,12	8	0,290	1,790
Calle Celendín	14	15	51,00	8	0,319	1,819
Calle Celendín	15	16	33,40	8	0,338	1,838
Calle Celendín	16	17	41,81	8	0,362	1,862
Calle Celendín	17	Buzoneta	18,56	8	0,373	1,873
Jr. Estrecho	11	18	50,00	8	0,029	1,529
Jr. Estrecho	18	19	16,00	8	0,050	1,550
Jr. Estrecho	19	20	25,00	8	0,064	1,564

Jr. Estrecho	20	33	87,00	8	0,114	1,614
Jr. Amazonas	21	18	21,00	8	0,012	1,512
Jr. Cortegana	9	21	42,00	8	0,024	1,524
Jr. Cortegana	21	22	72,00	8	0,066	1,566
Jr. Las Flores	22	28	45,00	8	0,091	1,591
Jr. Ayacucho	7	23	46,50	8	0,081	1,581
Calle Celendín	9	23	34,00	8	0,101	1,601
Jr. Ayacucho	23	24	42,20	8	0,207	1,707
Jr. Amazonas	21	24	28,00	8	0,016	1,516
Jr. Ayacucho	24	25	20,30	8	0,234	1,734
Jr. Ayacucho	25	26	12,30	8	0,241	1,741
Jr. Ayacucho	26	27	25,23	8	0,256	1,756
Jr. Ayacucho	27	28	24,00	8	0,307	1,807
Jr. Ayacucho	28	29	23,00	8	0,411	1,911
Jr. Ayacucho	29	30	16,00	8	0,420	1,920
Jr. Ayacucho	30	31	36,00	8	0,441	1,941
Jr. Ayacucho	31	32	29,00	8	0,458	1,958
Jr. Ayacucho	32	33	35,00	8	0,478	1,978
Jr. Ayacucho	33	34	76,00	8	0,636	2,136
Jr. Ayacucho	34	35	76,50	8	0,680	2,180
Jr. Ayacucho	35	36	55,00	8	0,712	2,212
Jr. Ayacucho	36	Buzoneta	26,00	8	0,727	2,227

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las pendientes mínimas, se utiliza la fórmula de la sección 4.1.8, tomando en cuenta la velocidad mínima de 0.6 m/s.

Tabla 23
Pendientes mínima y máxima de Manning (S 0/00)

Buzón	Longitud (m)	Diámetro Ø (pulg)	S (0/00)	Pendiente Mínima Según Manning	Pendiente Máxima Según Manning	
						Inicio
1	2	55,82	6	57,4	2.27	57.00
2	3	30,00	6	80,3	2.27	57.00
3	4	39,54	6	68,4	2.27	57.00
4	5	36,30	6	228,9	2.27	57.00
5	6	36,90	6	38,0	2.27	57.00
6	8	72,00	8	252,4	1.55	39.00
7	8	49,00	6	77,8	2.27	57.00
8	10	46,00	6	97,0	2.27	57.00
9	10	26,00	8	23,5	1.55	39.00
10	11	4,00	6	52,6	2.27	57.00
11	12	38,00	8	56,1	1.55	39.00

12	13	27,90	8	57,4	1.55	39.00
13	14	42,12	8	38,0	1.55	39.00
14	15	51,00	8	41,2	1.55	39.00
15	16	33,40	8	60,0	1.55	39.00
16	17	41,81	8	57,4	1.55	39.00
17	buzoneta	18,56	8	53,9	1.55	39.00
11	18	50,00	8	28,6	1.55	39.00
18	19	16,00	8	75,0	1.55	39.00
19	20	25,00	8	72,0	1.55	39.00
20	33	87,00	8	157,5	1.55	39.00
21	18	21,00	8	66,7	1.55	39.00
9	21	42,00	8	20,2	1.55	39.00
21	22	72,00	8	100,0	1.55	39.00
22	28	45,00	8	45,6	1.55	39.00
7	23	46,50	8	221,1	1.55	39.00
9	23	34,00	8	13,2	1.55	39.00
23	24	42,20	8	30,3	1.55	39.00
21	24	28,00	8	31,4	1.55	39.00
24	25	20,30	8	55,2	1.55	39.00
25	26	12,30	8	61,0	1.55	39.00
26	27	25,23	8	53,5	1.55	39.00
27	28	24,00	8	81,3	1.55	39.00
28	29	23,00	8	197,8	1.55	39.00
29	30	16,00	8	43,7	1.55	39.00
30	31	36,00	8	72,2	1.55	39.00
31	32	29,00	8	58,6	1.55	39.00
32	33	35,00	8	40,0	1.55	39.00
33	34	76,00	8	61,8	1.55	39.00
34	35	76,50	8	97,1	1.55	39.00
35	36	55,00	8	64,9	1.55	39.00
36	buzoneta	26,00	8	119,2	1.55	39.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, las pendientes mínimas para tuberías de 6 pulgadas (S_{min}) es de 2.27 (0/oo) y ($S_{máx}$) es de 57.00 (0/oo); y para tuberías de 8 pulgadas (S_{min}) es de 1.55 (0/oo) y ($S_{máx}$) es de 39.00 (0/oo); lo cual por el desnivel topográfico solo cumple en algunos casos.

Nota importante: En la tabla observamos que las pendientes máximas según Manning son altas, dado que es un caso excepcional en la que hay un excesivo desnivel topográfico (ver Anexo: curva de nivel del proyecto). Dado que el

conducto nunca trabaja lleno por su propio desnivel, se puede lograr la máxima velocidad permitida sin erosionar las paredes del tubo para producir el correcto funcionamiento hidráulico.

En la siguiente tabla se muestran las pendientes máximas y mínimas en casos excepcionales, según el diámetro de la tubería en cm, el autor menciona que se puede tomar pendientes máximas y mínimas con velocidades calculadas a tubo lleno.

Tabla 24
Pendientes Máximas y Mínimas

PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS.						
TUBERIAS DE UNA RED DE ALCANTARILLADO EN CASOS NORMALES.						
DIAMETRO. (CM).	VELOCIDADES CALCULADAS A TUBO LLENO.				PENDIENTE RECOMENDABLE PARA PROYECTOS EN MILESIMOS.	
	V. MÁX.= 3.00 m/seg.		V. MIN.= 0.60 m/seg.		MINIMA.	MAXIMA.
	PEND.(MILES)	Q. (LT/SEG.)	PEND.(MILES)	Q. (LT/SEG.)		
20	82.57	94.24	3.30	18.85	4.0	83.0
25	61.32	147.26	2.45	29.45	2.50	61.0
30	48.09	212.06	1.92	42.41	2.00	48.0
38	35.09	340.23	1.40	68.05	1.50	35.0
45	28.01	477.13	1.12	95.43	1.20	28.0
61	18.67	876.74	0.75	175.35	0.80	19.0
76	13.92	1360.93	0.56	272.19	0.60	14.0
91	10.95	1951.16	0.44	390.23	0.50	11.0
107	8.82	2697.61	0.35	539.52	0.40	9.00
122	7.41	3506.96	0.30	701.39	0.30	7.50
152	5.53	5443.75	0.22	1088.75	0.30	5.50
183	4.31	7890.66	0.17	1578.13	0.20	4.50
213	3.52	10689.82	0.14	2137.96	0.20	3.50
244	2.94	14027.84	0.12	2805.57	0.20	3.0

TABLA.4.2 Para pendientes mínimas y máximas en proyectos de alcantarillado. (Adaptada de [plano v.c. 1978, SAHOPI])

En nuestro caso para tuberías de 8 pulgadas (20cm), se tiene una pendiente mínima de 4.0 ‰, calculada a una velocidad mínima de 0.60 m/s, y una pendiente máxima de 83.0 ‰, calculada a una velocidad máxima de 3 m/s; ambas velocidades calculadas a tubo lleno; a menor diámetro mayor pendiente; en consecuencia en nuestro caso según la topografía del suelo, cumpliendo en la mayoría de los tramos.

Para el cálculo de la velocidad real, se necesita la velocidad plena utilizando la fórmula del ítem 4.1.9; luego se necesita conocer el valor interpolado de la Velocidad proporcional, obtenido de la tabla de elementos hidráulicos proporcionales.

Para el cálculo del gasto proporcional f_q , se utiliza la siguiente fórmula:

$$f_q = \frac{Q_D}{Q_p}$$

Donde:

f_q = Gasto proporcional

Q_D = Caudal de diseño

Q_p = Caudal pleno obtenido en el ítem 4.1.10

Los cálculos se obtienen en la siguiente tabla:

Tabla 25
Gasto proporcional

Buzón		Longitud (m)	Diámetro Ø pulg.	Qr acumul (Lts/seg)	QD DISEÑO	Qp (Lts/seg)	fq Qd/Qp Gasto proporc.
Inicio	Final						
1	2	55,82	6	0,032	1,532	49,494	0,0310
2	3	30,00	6	0,049	1,549	58,513	0,0265
3	4	39,54	6	0,072	1,572	54,036	0,0291
4	5	36,30	6	0,093	1,593	98,820	0,0161
5	6	36,90	6	0,114	1,614	40,246	0,0401
6	8	72,00	8	0,156	1,656	223,472	0,0074
7	8	49,00	6	0,028	1,528	57,605	0,0265
8	10	46,00	6	0,210	1,710	64,319	0,0266
9	10	26,00	8	0,015	1,515	68,143	0,0222
10	11	4,00	6	0,228	1,728	47,358	0,0365
11	12	38,00	8	0,249	1,749	105,395	0,0166
12	13	27,90	8	0,265	1,765	106,610	0,0166
13	14	42,12	8	0,290	1,790	86,727	0,0206
14	15	51,00	8	0,319	1,819	90,300	0,0201
15	16	33,40	8	0,338	1,838	108,946	0,0169
16	17	41,81	8	0,362	1,862	106,573	0,0175
17	buzoneta	18,56	8	0,373	1,873	103,250	0,0181
11	18	50,00	8	0,029	1,529	75,225	0,0203

18	19	16,00	8	0,050	1,550	121,818	0,0127
19	20	25,00	8	0,064	1,564	119,357	0,0131
20	33	87,00	8	0,114	1,614	176,515	0,0091
21	18	21,00	8	0,012	1,512	114,851	0,0132
9	21	42,00	8	0,024	1,524	93,356	0,0163
21	22	72,00	8	0,066	1,566	118,386	0,0132
22	28	45,00	8	0,091	1,591	94,940	0,0168
7	23	46,50	8	0,081	1,581	209,147	0,0076
9	23	34,00	8	0,101	1,601	51,174	0,0313
23	24	42,20	8	0,207	1,707	77,469	0,0220
21	24	28,00	8	0,016	1,516	58,240	0,0260
24	25	20,30	8	0,234	1,734	71,193	0,0244
25	26	12,30	8	0,241	1,741	109,840	0,0159
26	27	25,23	8	0,256	1,756	102,894	0,0171
27	28	24,00	8	0,307	1,807	126,792	0,0142
28	29	23,00	8	0,411	1,911	197,844	0,0097
29	30	16,00	8	0,420	1,920	93,040	0,0206
30	31	36,00	8	0,441	1,941	119,541	0,0162
31	32	29,00	8	0,458	1,958	107,698	0,0182
32	33	35,00	8	0,478	1,978	88,963	0,0222
33	34	76,00	8	0,636	2,136	110,617	0,0193
34	35	76,50	8	0,680	2,180	138,626	0,0157
35	36	55,00	8	0,712	2,212	113,327	0,0195
36	buzoneta	26,00	8	0,727	2,227	153,594	0,0145

Fuente: Elaboración propia

Para nuestro caso utilizaremos el ábaco o tabla de elementos hidráulicos proporcionales, para interpolar los valores del diámetro proporcional (fd) y la velocidad proporcional (fv)

Tabla 26
Tabla de los elementos hidráulicos proporcionales

$f_q = Q_d / Q_p$	$f_d = d / D$	$f_v = VR / VP$	$f_q = QR / QP$	$f_d = d / D$	$f_v = VR / VP$
0,01	0,04	0,20	0,51	0,51	1,01
0,02	0,08	0,30	0,52	0,51	1,01
0,03	0,10	0,31	0,53	0,52	1,02
0,04	0,13	0,41	0,54	0,53	1,03
0,05	0,15	0,45	0,55	0,53	1,03
0,06	0,16	0,48	0,56	0,54	1,04
0,07	0,18	0,53	0,57	0,54	1,04
0,08	0,18	0,55	0,58	0,55	1,05

0,09	0,20	0,56	0,59	0,56	1,05
0,10	0,22	0,59	0,60	0,56	1,06
0,11	0,23	0,60	0,61	0,57	1,06
0,12	0,24	0,63	0,62	0,58	1,07
0,13	0,25	0,64	0,63	0,58	1,07
0,14	0,26	0,66	0,64	0,58	1,07
0,15	0,27	0,68	0,65	0,59	1,08
0,16	0,28	0,69	0,66	0,60	1,08
0,17	0,29	0,71	0,67	0,60	1,08
0,18	0,30	0,72	0,68	0,60	1,09
0,19	0,30	0,73	0,69	0,61	1,09
0,20	0,31	0,75	0,70	0,62	1,10
0,21	0,32	0,76	0,71	0,62	1,10
0,22	0,33	0,77	0,72	0,62	1,10
0,23	0,34	0,78	0,73	0,63	1,10
0,24	0,35	0,80	0,74	0,64	1,11
0,25	0,35	0,80	0,75	0,64	1,11
0,26	0,36	0,81	0,76	0,65	1,11
0,27	0,36	0,82	0,77	0,66	1,12
0,28	0,37	0,83	0,78	0,66	1,12
0,29	0,38	0,84	0,79	0,67	1,13
0,30	0,38	0,85	0,80	0,68	1,13
0,31	0,39	0,86	0,81	0,68	1,13
0,32	0,40	0,87	0,82	0,69	1,14
0,33	0,40	0,88	0,83	0,69	1,14
0,34	0,41	0,89	0,84	0,70	1,14
0,35	0,42	0,90	0,85	0,71	1,15
0,36	0,43	0,91	0,86	0,71	1,15
0,37	0,43	0,92	0,87	0,72	1,15
0,38	0,44	0,93	0,88	0,73	1,15
0,39	0,44	0,94	0,89	0,73	1,16
0,40	0,45	0,95	0,90	0,74	1,16
0,41	0,46	0,95	0,91	0,75	1,16
0,42	0,46	0,95	0,92	0,75	1,16
0,43	0,47	0,96	0,93	0,76	1,16
0,44	0,47	0,97	0,94	0,76	1,16
0,45	0,48	0,98	0,95	0,77	1,16
0,46	0,48	0,98	0,96	0,78	1,17
0,47	0,49	0,98	0,97	0,79	1,17
0,48	0,49	0,99	0,98	0,80	1,17
0,49	0,49	1,00	0,99	0,80	1,17
0,50	0,50	1,00			

Fuente: Elaboración propia

Con la tabla anterior interpolamos y obtenemos los valores del diámetro proporcional (fd) y la velocidad proporcional (fv)

Tabla 27
Calculo del diámetro y la velocidad proporcionales

Buzón		Longitud (m)	$f_q = Q_d/Q_p$	fd	fv
Inicio	Final		Gasto proporcional	Diámetro Proporcional	Velocidad proporcional
1	2	55,82	0,0310	0,1029	0,320
2	3	30,00	0,0265	0,0930	0,306
3	4	39,54	0,0291	0,0982	0,309
4	5	36,30	0,0161	0,0645	0,261
5	6	36,90	0,0401	0,1303	0,410
6	8	72,00	0,0074	0,0296	0,200
7	8	49,00	0,0265	0,0925	0,306
8	10	46,00	0,0266	0,0932	0,306
9	10	26,00	0,0222	0,0841	0,302
10	11	4,00	0,0365	0,1194	0,374
11	12	38,00	0,0166	0,0664	0,266
12	13	27,90	0,0166	0,0664	0,266
13	14	42,12	0,0206	0,0813	0,301
14	15	51,00	0,0201	0,0803	0,300
15	16	33,40	0,0169	0,0675	0,269
16	17	41,81	0,0175	0,0699	0,275
17	buzoneta	18,56	0,0181	0,0726	0,281
11	18	50,00	0,0203	0,0800	0,300
18	19	16,00	0,0127	0,0509	0,227
19	20	25,00	0,0131	0,0524	0,231
20	33	87,00	0,0091	0,0366	0,200
21	18	21,00	0,0132	0,0527	0,232
9	21	42,00	0,0163	0,0882	0,304
21	22	72,00	0,0132	0,0445	0,211
22	28	45,00	0,0168	0,0671	0,268
7	23	46,50	0,0076	0,0400	0,200
9	23	34,00	0,0313	0,1039	0,323
23	24	42,20	0,0220	0,0841	0,302
21	24	28,00	0,0260	0,0921	0,306
24	25	20,30	0,0244	0,0887	0,304
25	26	12,30	0,0159	0,0634	0,259
26	27	25,23	0,0171	0,0683	0,271
27	28	24,00	0,0142	0,0570	0,242
28	29	23,00	0,0097	0,0386	0,200

29	30	16,00	0,0206	0,0813	0,301
30	31	36,00	0,0162	0,0650	0,262
31	32	29,00	0,0182	0,0727	0,282
32	33	35,00	0,0222	0,0845	0,302
33	34	76,00	0,0193	0,0772	0,293
34	35	76,50	0,0157	0,0629	0,257
35	36	55,00	0,0195	0,0800	0,295
36	buzoneta	26,00	0,0145	0,0580	0,245

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la velocidad plena, se utiliza la fórmula de la sección 4.1.9.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 28

Calculo de la velocidad plena para cada tramo

Buzón		Longitud (m)	S 0/00	Diametro Ø (pulg.)	Diámetro d (cm)	Vp m/s
Inicio	Final					
1	2	55,82	57,4	6	1,568	3,015
2	3	30,00	80,3	6	1,417	3,564
3	4	39,54	68,4	6	1,496	3,291
4	5	36,30	228,9	6	0,983	6,019
5	6	36,90	38,0	6	1,986	2,451
6	8	72,00	252,4	8	0,602	7,657
7	8	49,00	77,8	6	1,409	3,509
8	10	46,00	97,0	6	1,420	3,918
9	10	26,00	23,5	8	1,708	2,335
10	11	4,00	52,6	6	1,820	2,885
11	12	38,00	56,1	8	1,349	3,611
12	13	27,90	57,4	8	1,349	3,653
13	14	42,12	38,0	8	1,651	2,971
14	15	51,00	41,2	8	1,631	3,094
15	16	33,40	60,0	8	1,371	3,733
16	17	41,81	57,4	8	1,420	3,651
17	buzoneta	18,56	53,9	8	1,474	3,538
11	18	50,00	28,6	8	1,626	2,577
18	19	16,00	75,0	8	1,034	4,174
19	20	25,00	72,0	8	1,065	4,089
20	33	87,00	157,5	8	0,743	6,048
21	18	21,00	66,7	8	1,070	3,935
9	21	42,00	44,0	8	1,792	3,199
21	22	72,00	70,8	8	0,905	4,056
22	28	45,00	45,6	8	1,362	3,253

7	23	46,50	221,1	8	0,813	7,166
9	23	34,00	13,2	8	2,110	1,753
23	24	42,20	30,3	8	1,708	2,654
21	24	28,00	17,1	8	1,871	1,995
24	25	20,30	25,6	8	1,803	2,439
25	26	12,30	61,0	8	1,289	3,763
26	27	25,23	53,5	8	1,387	3,525
27	28	24,00	81,3	8	1,158	4,344
28	29	23,00	197,8	8	0,785	6,779
29	30	16,00	43,7	8	1,652	3,188
30	31	36,00	72,2	8	1,320	4,096
31	32	29,00	58,6	8	1,478	3,690
32	33	35,00	40,0	8	1,716	3,048
33	34	76,00	61,8	8	1,570	3,790
34	35	76,50	97,1	8	1,278	4,750
35	36	55,00	64,9	8	1,626	3,883
36	buzoneta	26,00	119,2	8	1,178	5,263

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar las velocidades en la mayoría de los casos cumplen, con excepciones en donde el desnivel topográfico es muy elevado; cumpliendo con lo establecido en la Norma, posteriormente se calcula las velocidades reales de cada tramo haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$V_r = d * V_p$$

Donde:

V_r = Velocidad real (m/s)

d = diámetro (cm)

V_p = Velocidad plena

Aplicando la fórmula se tiene, la siguiente tabla:

Tabla 29

Calculo de la velocidad real para cada tramo

Buzón		Diámetro	d	Vp	Vr
Inicio	Final	∅ pulg.	(cm)	m/s	(m/s)
1	2	6	1,568	3,015	0,963
2	3	6	1,417	3,564	1,092
3	4	6	1,496	3,291	1,017

4	5	6	0,983	6,019	1,572
5	6	6	1,986	2,451	1,006
6	8	8	0,602	7,657	1,531
7	8	6	1,409	3,509	1,075
8	10	6	1,420	3,918	1,200
9	10	8	1,708	2,335	0,705
10	11	6	1,820	2,885	1,079
11	12	8	1,349	3,611	0,960
12	13	8	1,349	3,653	0,972
13	14	8	1,651	2,971	0,893
14	15	8	1,631	3,094	0,928
15	16	8	1,371	3,733	1,003
16	17	8	1,420	3,651	1,003
17	buzoneta	8	1,474	3,538	0,995
11	18	8	1,626	2,577	0,773
18	19	8	1,034	4,174	0,948
19	20	8	1,065	4,089	0,945
20	33	8	0,743	6,048	1,210
21	18	8	1,070	3,935	0,912
9	21	8	1,792	3,199	0,973
21	22	8	0,905	4,056	0,857
22	28	8	1,362	3,253	0,871
7	23	8	0,813	7,166	1,433
9	23	8	2,110	1,753	0,566
23	24	8	1,708	2,654	0,802
21	24	8	1,871	1,995	0,611
24	25	8	1,803	2,439	0,742
25	26	8	1,289	3,763	0,973
26	27	8	1,387	3,525	0,954
27	28	8	1,158	4,344	1,053
28	29	8	0,785	6,779	1,356
29	30	8	1,652	3,188	0,958
30	31	8	1,320	4,096	1,075
31	32	8	1,478	3,690	1,040
32	33	8	1,716	3,048	0,921
33	34	8	1,570	3,790	1,111
34	35	8	1,278	4,750	1,222
35	36	8	1,626	3,883	1,146
36	buzoneta	8	1,178	5,263	1,289

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, las velocidad real en cada uno de los tramos están dentro del rango mínimo y máximo estipulado por la norma donde la velocidad

mínima debe ser de 0.6 m/s y la velocidad máxima de 3 m/s, validando de este modo el diseño propuesto.

4.3. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Los parámetros de diseño de cada uno de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), deberá cumplir con los criterios técnicos que se indican, estos componentes son:

- Cámara de rejas
- Desarenador
- Cámara de distribución
- Biodigestores
- Cámara de Lodos
- Pozos de percolación

4.3.1. Diseño de las cámara de rejas

Según Ayala & Gonzales (2008), las rejas son dispositivos contruidos por barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas las cuales se ubican transversalmente al flujo, y se colocan antes del desarenador, sin alterar el flujo normal. Las barras pueden ser rectas o curvadas. su finalidad es retener solidos gruesos, de dimensiones relativamente grandes, que estén en suspensión o flotantes. Las rejas por lo general son la primera unidad de una planta de tratamiento. Los materiales retenidos son principalmente botellas, trapos, pedazos de madera, latas, materiales plásticos, cepillos y otros objetos que puedan pasar por los inodoros o por las aberturas de pozos o buzones de inspección de la red de alcantarillado. Las rejas son empleadas para proteger contra obstrucciones, las válvulas, bombas, equipos de aireación, tuberías y otras partes de la planta, también contribuyen a dar una mejor apariencia a la planta y reducen el volumen de flotantes (espuma). (p. 63).

Para el cálculo del dimensionamiento de las unidades de pre tratamiento de las aguas residuales en las cámaras de rejillas en los sectores 1 y 2 son:

4.3.1.1. Caudales

Para el cálculo de los caudales se tiene que conocer el factor máximo horario y el factor mínimo horario, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, p. 84) los valores asignados a estos coeficientes son:

Factor o coeficiente de Caudal máximo horario = 1.5

Factor o coeficiente de caudal mínimo horario = 0.5

Con estos factores se calcula el Caudal máximo horario.

$$Q_{\text{máxh}} = 1.5 * Q_m$$

Resolviendo:

$$Q_{\text{máxh}} = 0.52 \text{ Lts/seg}$$

Calculo del caudal mínimo horario:

$$Q_{\text{mính}} = 0.5 * Q_m$$

Resolviendo:

$$Q_{\text{mính}} = 0.17 \text{ Lts/seg}$$

Transformando las unidades de los resultados de los caudales de Lts/seg a m^3/seg

Resolviendo se tiene:

El caudal mínimo de diseño es $Q_{min} = 0.00017 \text{ m}^3/\text{seg}$

El caudal promedio de diseño es $Q_{medio} = 0.00035 \text{ m}^3/\text{seg}$

El caudal máximo de diseño es $Q_{max} = 0.00052 \text{ m}^3/\text{seg}$

4.3.1.2. Caudal del número de barras para el caudal máximo

Se toma en cuenta la NORMA OS 090: en el Artículo 5.3 Tratamiento Preliminar de aguas residuales, especifica que "las cribas de rejillas se utilizarán en toda planta de tratamiento, aun en las más simples" (OS 090, p.92)

Con los datos obtenidos anteriormente, se calculará el número de barras de la cámara de rejillas:

Caudal máximo $Q_{max} = 0.00052 \text{ m}^3/\text{seg}$

Espesor de barra, "e" (pulg) $e = 0.25 \text{ pulg}$

Separación entre barras, "a" (pulg) $a = 1 \text{ pulg}$

"Eficiencia de barra" $E=(a/(e+a))$ $E = 0.8000$

La eficiencia de las rejillas (E), varía entre 0.60 a 0.85.

Tabla 30

Eficiencia de las rejillas en función del espesor de las barras

Espesor t	Eficiencia			
	a=20mm	a=25mm	a=30mm	a=40mm
6 mm	0.750	0.800	0.834	0.857
8 mm	0.706	0.768	0.803	0.826
10 mm	0.677	0.728	0.770	0.800
11 mm	0.632	0.696	0.741	0.774
13 mm	0.600	0.667	0.715	0.755

Fuente: Metcalf & Eddy

La velocidad en las rejillas están entre 0.6 y 0.75 m/s, en nuestro caso para el sistema utilizado, se recomienda utilizar 0.7 m/s (Artículo 5.3.1.5 de la Norma OS 090, p.9).

Velocidad en rejas, V (m/s) (0.6-0.75) $V = 0.7\text{m/s}$

La Velocidad de aproximación, se calculará la velocidad del canal antes de las barras, la misma que debe mantenerse entre 0.30 y 0.60 m/s (Artículo 5.3.1.5 de la Norma OS 090, p.9)., para nuestro caso utilizaremos 0.56 m/s.

Velocidad de aproximación V_o (m/s)(0.3 - 0.6) $V_o = 0.56\text{m/s}$

Ancho canal, b (m) (asumido) $b = 0.5\text{ m}$

Coefficiente de Manning, n $n = 0.013$

Numero de barras "n" = (b-a)/(e+a) "n" = 14

El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual será entre 45 y 60 grados con respecto a la horizontal

4.3.1.3. Cálculo de pendiente en la cámara de rejas.

Para el cálculo de la pendiente se utiliza:

Área útil en rejas (m^2) $Au = Q_{max} / V$ $Au = 0.0007\text{ m}^2$

Area total (m^2) $At = E / Au$ $At = 0.0009\text{ m}^2$

Cálculo de tirante "y" (m) "y" = b/At "y" = 0.0019 m

Cálculo del radio hidráulico R_h (m) $R_h = At / (b + 2 * y)$ $R_h = 0.0018\text{m}$

Cálculo de la pendiente S, se calcula en función de la ecuación de Manning en la cámara de rejas

$$S = ((Q_{max} * n) / (At * (R_h)^{2/3}))^2$$

$$S = 0.2349\text{ m/m}$$

4.3.1.4. Cálculo de pérdida de carga con 50% de ensuciamiento

Se produce al circular el agua a través de las rejas, dependen de la velocidad de aproximación del agua (velocidad de flujo en el canal donde se ubican las rejas), y la velocidad de circulación a través del

elemento. Según Metcalf & Eddy (1998) Para el cálculo de pérdidas de carga con 50% de ensuciamiento es decir para un valor de $V = 2V_0$ se utiliza la siguiente fórmula:

$$H_f = \frac{1.143 * (2 * V^2 - V_0^2)}{2g}$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

V = Velocidad a través de las barras (m/s^2)

V_0 = Velocidad aguas arriba de las rejillas – de aproximación (m/s)

Reemplazando con los valores obtenidos anteriormente se tiene:

$$H_f = 0.1200 \text{ m}$$

4.3.1.5. Velocidad para el Caudal mínimo.

Para el cálculo del caudal mínimo, se debe tener en cuenta el ABACO, Cálculo de constante para ingresar a ábaco

$$\text{Valor de } AR^{(2/3)}/b^{(8/3)} = 0.000029$$

Tabla 31

Tabla de ABACO

Tabla Y/B	K
0.01	0.00046
0.02	0.00143
0.03	0.00279

Fuente: OPS (2015)

Resultado de la lectura del ábaco $y/b = 0.3500$

Para el **cálculo de la tirante**, para el caudal mínimo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$y_{Qm} = \frac{b}{A_t}$$

Donde:

b = Ancho del canal (m)

A_t = Área total (m²)

Reemplazando en la formula se tiene:

$$y_{Qm} = 0.1750$$

Para el **cálculo del área** se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_{Qm} = y_{Qm} * b$$

Donde:

y = tirante

b = Ancho del canal (m)

Reemplazando en la fórmula se tiene:

$$A_{Qm} = 0.0875$$

Para el cálculo de la velocidad para el caudal mínimo se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_0 = \frac{Q_{min}}{A_{Qm}}$$

Reemplazando en la fórmula se tiene:

$$V_0 = 0.0020 \text{ m/s}$$

4.3.2. Diseño del desarenador.

Según Ayala & Gonzales (2008), los desarenadores son unidades destinadas a retener solidos inorgánicos como arena, cenizas y graba, a los que se denomina generalmente como arenas o partículas discretas, que por lo general, contiene las aguas residuales. La cantidad es variable y

depende de muchos factores pero principalmente si el alcantarillado es del tipo separativo (solo recolección de aguas residuales domesticas), o combinado (en conjunto con el drenaje pluvial). Las arenas pueden dañar a los equipos mecánicos por abrasión y causar serias dificultades de operación en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos por acumular alrededor de las tuberías de entrada o salida, causando obstrucciones, o formando depósitos dentro de las unidades, disminuyendo así su capacidad de tratamiento. (p. 76)

Para el cálculo del desarenador, se toma en cuenta:

El caudal de diseño es la suma de caudales $Q = Q_{min} + Q_{med} + Q_{max}$

El caudal de diseño Q (m^3/seg)	Q	= 0.001m³/seg
Diámetro de la arena (cm)	d	= 0.01 cm
Temperatura (°C)	°C	= 12°C
Densidad de la arena (gr/cm^3)	ρ_a	= 2.65 gr/cm^3
Densidad del agua (gr/cm^3)	ρ	= 1.00 gr/cm^3
Viscosidad dinámica	η	= 0.010 $\frac{gr}{cm} * seg$

La **velocidad de sedimentación de partícula**, se calculada por Stokes, Allen o Newton tomaremos el valor de $V_s = 0.890 \text{ cm/seg}$.

Tabla 32

Relación entre diámetro de partículas y velocidad de sedimentación

MATERIAL	Ø LIMITE DE PARTICULAS(CM)	# DE REYNOLDS	VELOCIDAD DE SEDIMENTACION(Vs)	REGIMEN	LEY APLICABLE
GRAVA	$\delta > 1$	> 10000	$= 100 \text{ APROX.}$	TURBULENTO	$V_s = 1.82 * (d^2 * g * (p_a - p))^{1/2}$ (NEWTON)
ARENA GRUESA	$0.01 < \delta < 0.10$	$2 < RE < 1000 \text{ APROX.}$	$1.5 < V_s < 10$	TRANSICION	$V_s = 0.22 * ((p_a - p) / \rho)^{1/3} * g^{2/3} * d / ((\mu / \rho)^{1/3})$ (ALLEN)
ARENA FINA	$\delta \leq 0.01$	$0.8 < RE < 1$	$0.015 < V_s < 0.8$	LAMINAR	$V_s = (1/18) * g * ((p_a - p) / \eta) * d^2$ (STOKES)

Fuente: OPS (p.11)

Donde:

ρ_a = Densidad de la arena

ρ = Densidad del agua

g = Aceleración de la Gravedad

η = Viscosidad dinámica

V_s = Velocidad de Sedimentación

El **Número de Reynolds** se calcula mediante la fórmula:

$$R_e = V_s * d / \nu$$

Donde:

V_s = Velocidad de Sedimentación

d = Diámetro de la partícula en (mm)

ν = Viscosidad cinemática del agua (m^2/s)

Reemplazando los valores se tiene **$R_e = 0.88$** .

Este valor comparado con la tabla anterior, nos indica que tiene un flujo Laminar, según Stokes (Laminar).

La OPS (2005) La sedimentación de arena fina ($d < 0.01$ cm) se efectúa en forma más eficiente en régimen laminar con valores de número de Reynolds menores de uno ($Re < 1.0$) (p. 10)

Según OPS (2005), Establece los criterios de diseño para desarenadores, las formulas siguientes forman parte del diseño:

La **Velocidad Límite de arrastre particular** se calcula mediante la fórmula:

$$V_a = 161 * d^{1/2}$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$V_a = 16.10 \text{ cm/seg}$$

La **Velocidad horizontal en la unidad** se calcula mediante la fórmula:

$$V_h = 0.5 * V_a$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$V_h = 8.05 \text{ cm/seg}$$

La **sección transversal** se calcula mediante la fórmula:

$$A_t = \frac{Q}{V_h}$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$A_t = 0.013 \text{ m}^2$$

La **profundidad de la zona de decantación** se calcula mediante la fórmula:

$$H = \left(\frac{A_t}{2}\right)^{1/2}$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$H = 0.080 \text{ m}$$

Pero como Ancho = 2 Alto, $B=2H$

$$B=0.161 \text{ m}$$

Para nuestro caso utilizaremos **H= 0.150 m y B=0.300 m**

El **área superficial de la zona de decantación** se calcula:

$$A_s = \frac{V_h * A_t}{V_s}$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$A_s = 0.12 m^2$$

La **Longitud de la zona de decantación** se calcula:

$$L = \frac{Q}{V_h * B}$$

Como la base (B) lo tomamos como 0.30 m, Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$L = 0.04 m$$

La **Longitud final de la zona de decantación** se calcula:

$$L_f = 1.25 * L$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

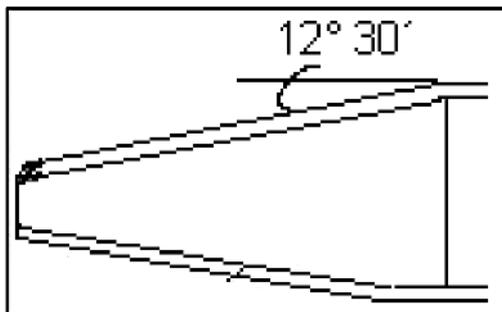
$$L_f = 0.05 m$$

Para nuestro caso utilizaremos $L_f = 1 m$

Según la OPS (2005), menciona que la transición debe tener un ángulo de divergencia suave no mayor de 12.30 °.

Imagen 04

Angulo que forma la transición



Fuente: OPS (2005)

Por consiguiente, **El ángulo que forma la transición** ϕ será de 12.5 °

La **Longitud de transición estructura ingreso** se calcula mediante la fórmula:

El ancho del canal de ingreso es $b = 0.50$ m entonces:

$$L_1 = \frac{(B - b)}{2 * \text{tang}(\emptyset)}$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$L_1 = 0.479 \text{ m}$$

Para nuestro caso utilizaremos $L_1 = 0.50$ m

La **Altura de agua en el vertedero de salida** se calcula mediante la fórmula:

$$H_{\text{agua}} = \frac{Q}{(1.84 * B)^{2/3}}$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$H_{\text{agua}} = 0.015 \text{ m}$$

“la velocidad de paso por el vertedero de salida debe ser pequeña, para causar menor turbulencia y arrastre de material, velocidad = 1m/s” (Krochin citado por la OPS, 2005, p. 10)

La **Velocidad de paso por el vertedero de salida** se calcula mediante la fórmula:

Se debe tener en cuenta el coeficiente $m = 1.8 \text{ --- } 2.0$

Entonces tomaremos 2.0 como coeficiente, entonces reemplazamos en la fórmula

$$V = m * H_{\text{agua}}^{1/2}$$

Reemplazando los valores en la fórmula se tiene:

$$V = 0.25 \text{ m/s}$$

El cálculo del **ancho del canal de salida** debe ser 0.20 m

Es decir el valor de $b_1 = 0.20m$

Por lo tanto la **longitud total de la unidad** será

$$L_t = L_f * L_1 * b_1$$

Reemplazando en la formula general se tiene que $L_t = 1.70 m$

La **pendiente fondo de la zona de decantación** se calcula mediante la fórmula:

$$h_1 = 0.05 * (L_f - 0.3)$$

Reemplazando en la formula general se tiene $h_1 = 0.04 m$

La **profundidad extremo de la zona decantación** se calcula mediante la fórmula:

$$H_1 = H + h_1$$

Reemplazando en la formula general se tiene que $H_1 = 0.19 m$

4.3.3. Diseño de Biodigestores.

4.3.3.1. Capacidad de tanques

La capacidad de tanque como mínimo es de $3 m^3$ y un máximo de $20 m^3$. Sin embargo debe indicarse que la institución Water for the World de USA, consideran tanques hasta $39.3 m^3$.

4.3.3.2. Número de cámaras.

Se consideró una hasta $5 m^3$ y 2 a 3 cámaras a volúmenes mayores a $5 m^3$. La primera cámara deberá tener 50 a 60% de la capacidad total.

4.3.3.3. Relación de medidas.

Profundidad = 1.20 a 1.70 m.

Borde libre = 0.30 m.

Relación largo / ancho 2 a 1 / 3 a 1.

Ancho mínimo = 0.6 m.

4.3.3.4. Tuberías de ingreso y salida.

Diámetro mínimo: 4" con tees.

Salida 5 cms más baja que entrada.

Las tees separadas de menos 0.2 a 0.3 m.

4.3.3.5. Tapa del tanque.

La tapa del biodigestor, sirven para inspección y limpieza.

4.3.3.6. Interconexión entre cámaras.

Tubo de 4" a media altura del tabique, para evitar paso de lodos y natas.

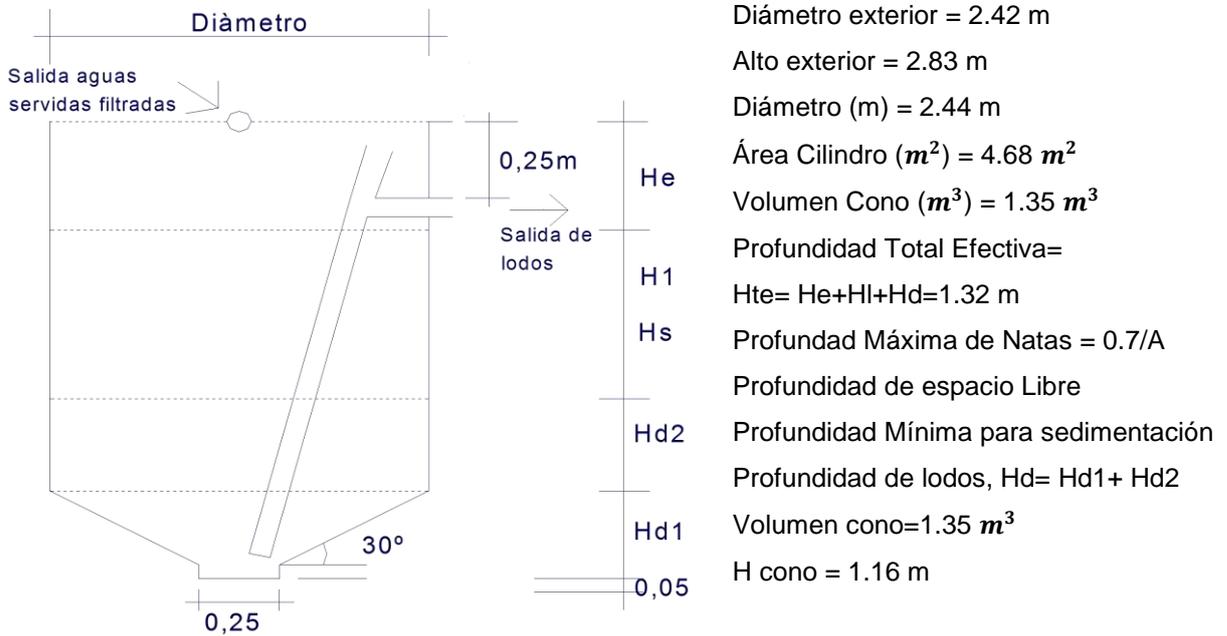
4.3.3.7. Pendiente de tanque.

Se consideró el 2% hacia ingreso.

4.3.3.8. Cálculo del Biodigestor

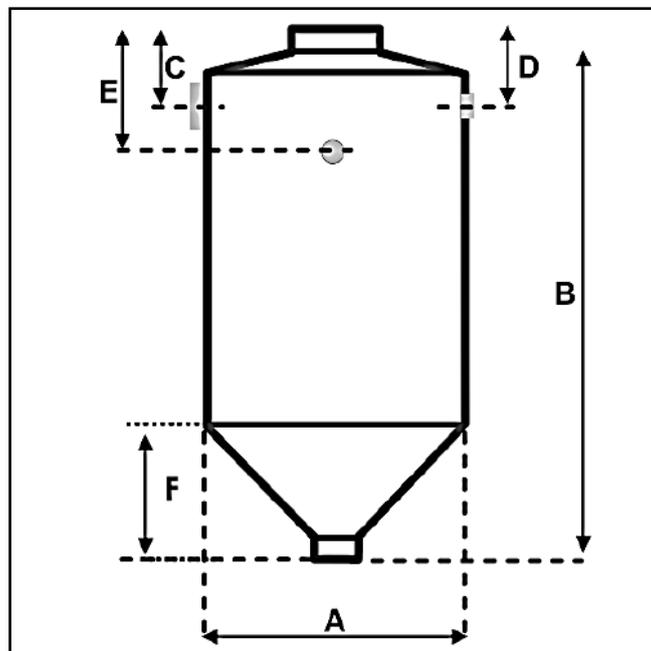
Para el cálculo del dimensionamiento del biodigestor de PVC de 7000 litros, el uso del biodigestor es exclusivo para tratamiento de aguas negras evacuadas por los domicilios, conectados a la red de alcantarillado, el mismo que cumple con las especificaciones estandarizadas mínimas requeridas:

Imagen 5
Datos del biodigestor para el sector 1 y 2



Fuente: Rotoplast

Imagen 6
Dimensiones del biodigestor



Fuente: Rotoplast

Tabla 33
Especificaciones Técnicas del biodigestor, según su capacidad

CAPACIDAD	Número de usuarios según su consumo diario de agua			A	B	C	D	E	F
	150	90	40						
	lts/usua	lts/usua	lts/usua						
600 L	4	7	15	0.88	1.63	0.24	0.35	0.48	0.32
1300 L	9	14	33	1.15	1.96	0.24	0.33	0.48	0.45
3000 L	20	33	75	1.46	2.75	0.25	0.40	0.62	0.73
7000 L	47	78	175	2.42	2.83	0.25	0.45	0.77	1.16

Fuente: Rotoplas

Tabla 34
Especificaciones Técnicas por concepto

CONCEPTO	Unid.	600	1300	3000	7000
Peso	Kg	22.5	39	143	185
Volumen de lodo	Lts	100	184	800	1500
Capacidad sólo de aguas negras domiciliarias	Personas	5	10	25	57

Fuente: Rotoplas

En nuestro caso solo se ingresara aguas negras al sistema de alcantarillado, para reducir considerablemente al secarse los lodos, referencialmente el consumo de agua por persona en la zonas rurales.

4.3.3.9. Determinación de contribución de la demanda del biodigestor para las aguas negras.

Para la determinación de la demanda del biodigestor se ha tomado el criterio de la diferencia de demanda diaria entre la opción de letrina de hoyo seco y de la alternativa tecnológica con biodigestor con arrastre hidráulico, conociendo que el porcentaje de contribución será del 80% de 30 litros por día, por estar ubicado en la zona rural, por lo tanto la demanda por habitante será de 24 litros por día. El otro criterio a ser tomado corresponde a que un habitante hace uso de los servicios higiénicos 3 veces al día, una para la disposición de excretas y las otras solo para orina, si el

volumen del tanque del inodoro es 8 lps, se tendrá un aporte diario de 24 litros por día

Tabla 35
Determinación de la demanda

	hab/día	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
Aporte, P l/hab/día	24	120	240	240

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.10. Determinación del tiempo de retención

Para determinar el tiempo de retención, está estimado mediante la siguiente fórmula, especificada en la norma I.S. 020. Art. 6.

$$PR=1.5 - 0.3 \text{ Log } (P.q)$$

Donde:

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

P = Población servida

Q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/habitante/día.

El tiempo mínimo de retención hidráulico será de 6 horas

Reemplazando en la fórmula se tiene:

Tabla 36
Cálculo del Tiempo de retención

	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
PR (días)	0,88	0,79	0,79
PR (horas)	21,03	18,86	18,86

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.11. Volumen de digestión y Almacenamiento de lodos.

La Norma IS 020 Art. 7b, se debe considerar un volumen de digestión y almacenamiento de lodos (V_d , en m^3), basada en un

requerimiento anual de 70 Litros por persona que se calculará mediante la fórmula:

$$V_d (m^3) = 70 * 10^{-3} . P . N.$$

Donde

P= Población servida (190 habitantes en el sector 1 y 2)

N= intervalo deseado en años entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

La limpieza del biodigestor, corresponde a una tasa de 65 l/h/a para una temperatura entre 10 y 20 C⁰ , N = 1 año (Mínimo)

Además se debe conocer:

Ta= Tasa de acumulación de lodos expresada en l/hab.año.

Tabla 37

Intervalo de Limpieza del biodigestor

Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)	Ta (L/h.año)		
	T ≤ 10 C ⁰	10 > T ≤ 20 C ⁰	T ≥ 20 C ⁰
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137

Fuente: En base a la norma I.S. 020 6.3.2 del Reglamento Nacional de Edificaciones consultado en:

www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/.../RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf.

Tabla 38

Volumen de digestión y almacenamiento de lodos

	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
Periodo de Limpieza (años)	1	1	1
$V_d (m^3)$	13.30	0.70	0.70

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.12. Estimación de profundidad de lodos (Hd).

Para el cálculo de la estimación de la profundidad de los lodos, se tomara en cuenta la altura de cono y del cilindro para el biodigestor de 7000Lts.

Tabla 39

Profundidad de lodos

Descripción	Abrev.	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
Volumen Cono (m^3)	Vd1	1.35	0.26	0.26
Altura Cono (m)	Hd1	1.16	0.32	0.32
	Vd2	11.95	0.44	0.44
Diámetro Cilindro (m)	Dc	2.42	0.85	0.85
Área Cilindro (m^2)	Hd2	4.68	0.61	0.61
Altura del Cilindro (m)	Ac	2.56	0.72	0.72
Altura Total (m)	Hd	3.72	1.04	1.04

Fuente: Elaboración propia

La altura total se calcula $Hd = Hd1 + Hd2$

4.3.3.13. Volumen requerido para la sedimentación (V_s, m^3)

La Norma IS 020 Art. 7a, El volumen requerido para la sedimentación V_s en m^3 se deberá calcular mediante la fórmula:

$$V_s = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot PR$$

Calculando se tiene:

Tabla 40

Volumen requerido para la sedimentación

	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
$V_s (m^3)$	3.58	0.19	0.19
Ac	4.68	0.61	0.61
Hs	0.76	0.31	0.31

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.14. Profundidad libre de lodo (H_o, m)

La Norma IS 020 Art. 8d. menciona que la profundidad libre de lodo es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (H_o , en m) se relaciona con el área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_0 = 0.82 - 0.26 * A$$

Donde H_0 está sujeta a un valor mínimo de 0.3 m

Tabla 41
Profundidad libre de lodo

	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
Ho (m)	0.40	0.66	0.66

Fuente: Elaboración Propia

Observándose los datos, como H_0 es mayor de 0.3 mts, se tiene una profundidad libre de lodo factible y apropiada para su instalación.

4.3.3.15. Profundidad de espacio libre (HI, m)

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones y la norma I.S. 0.20 Art. 8e, establece que la profundidad del espacio libre debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como $(0.1 + H_0)$ con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s), se elige la mayor profundidad.

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

Donde:

A = Área superficial del tanque

V_s = Volumen de sedimentación

Tabla 42
Volumen de espacio libre

	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
HI	0.76	0.31	0.31
Ho +0.1;m	0.40	0.76	0.76
Valor Mayor (HI, m)	0.40	0.76	0.76

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.16. Profundidad máxima de la espuma sumergida (H_e ,m)

La Norma IS 020 Art. 8a, establece que se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (H_e en metros), en el que una función del área superficial del tanque séptico (A , en m^2) y se calcula mediante la ecuación.

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

Donde:

A = Área superficial del tanque séptico, en m^2

Tabla 43

Profundidad máxima de la espuma sumergida

	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
A_c (m^2)	4.68	1.09	1.09
H_e (m) Calculado	0.15	0.64	0.64
H_e (m) Optado	0.15	0.65	0.65

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.17. Profundidad Total Efectiva

La Norma IS 020 Art. 8f, establece que La profundidad total efectiva es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos ($H_d = \frac{v_d}{A}$), la profundidad del espacio libre (H_l) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (H_e)

La profundidad total efectiva:

$$H_{te} = H_d + H_l + H_e$$

Tabla 44

Profundidad total efectiva

	5 hab/viv	10 hab/viv	30 hab
Hte requerida (m)	4.27	1.72	1.72
Hte biodigestor 7000L	2.48	1.64	1.64

Fuente: Elaboración Propia

Según los datos obtenidos se necesita dos biodigestores de 7000 Litros, con una altura efectiva de 2.48 m, y por recomendación de fabricante para cada 57 personas un biodigestor de 7000 Litros, lo cual cumple con los resultados de los cálculos.

4.3.4. Diseño del pozo de infiltración

4.3.4.1. Dimensionamiento del Pozo de infiltración.

Para el dimensionamiento del pozo de infiltración, se ha tomado en cuenta:

Diámetro mínimo	= 1.50 m
Profundidad mínima	= 1.80 m
Profundidad de descarga	= 0.50 m
Profundidad efectiva	= 1.30 m
Circunferencia Pozo	= 4.71 m
Área efectiva	= 6.13 m ²

Con estos datos se obtiene el dimensionamiento del Pozo, tomando en cuenta la profundidad de 1.80m y el resultado del test de percolación.

Diámetro	= 3.20 m
Profundidad	= 4.80 m
Profundidad de descarga	= 0.80 m
Profundidad efectiva	= 4.00 m
Circunferencia Pozo	= 10.05 m
Área efectiva	= 40.21 m ²

4.3.4.2. Dimensionamiento del sistema de infiltración.

Para el dimensionamiento del sistema de infiltración en las zonas 1 y 3, se ha tenido en cuenta el test de percolación, es decir el flujo

o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.

El resultado del test de percolación en minutos es de 4.45 minutos.

Tabla 45
Profundidad del pozo de percolación

Área requerida (m ²)	183.55
Diámetro del pozo de percolación (m)	3
Numero de pozos	3
Profundidad (H)	3.7

Fuente: Elaboración Propia

La profundidad H, se calcula con la siguiente fórmula:

$$H = Ar/\pi * D$$

Donde:

H = Profundidad

Ar = Área requerida

D = Diámetro

Tabla 46
Tiempo de infiltración

Tipo de Suelo	Tiempo de infiltración (min/cm)	Coefficiente de infiltración (L/m ² /día)	Arena efectiva (m ²)	Volumen (Lps/día)
Arena gruesa o media	4.45	59.94	40.21	2410.33

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos podemos observar que la capacidad del biodigestor y su respectivo pozo de percolación proyectadas garantizan el tratamiento adecuado de las aguas residuales de cada módulo instalado con arrastre hidráulico en cada vivienda, porque el volumen en (Lps/día) debe ser mayor al rango entre 120 y 240 litros por día para 1 y un máximo de 2 viviendas, en consecuencia como el valor de 965.10 es superior al del criterio técnico, el diseño propuesto es el adecuado para la instalación de los biodigestores.

4.3.5. Diseño de pozos de percolación.

Para el diseño de pozos de percolación, se tomará en cuenta la Norma IS.020, Art. 17. Debiendo efectuarse el test de percolación. Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de esta prueba, según los resultados de la prueba:

Tabla 47

Clasificación de los terrenos según los resultados de prueba percolación

Clase de terreno	Tiempo de infiltración para descenso de 1 cm
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 de 12 minutos

Fuente: Norma IS.020

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos, no se considera aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiéndose proyectar otros sistemas de tratamiento y disposición final (Norma IS.020, p 6)

El resultado de percolación en el Laboratorio Acreditado, son los que se detallan a continuación (Ver Anexo 03), a una profundidad del Test de **1.00 m**

Tabla 48

Resultados de test de percolación sector 1

LECTURAS	H (cm)	Tiempo Acumulado (minutos)	Tiempo Parcial (minutos)
1	2.50	10.10	10.10
2	5.00	20.40	10.00
3	7.50	30.60	10.20
4	10.00	40.70	10.10
5	12.50	51.10	10.40
6	15.00	61.30	10.29
7	17.50	71.40	10.10

8	20.00	81.90	10.50
9	22.50	92.60	10.70
10	25.00	103.20	10.60
11	27.50	113.70	10.50
12	30.00	124.50	10.50
Promedio de Lecturas (minutos/cm)			4.15

Fuente: Laboratorio JBC- Cajamarca

La clasificación SUCS:CL- Arcillas limosas de baja a media plasticidad, impermeable de alta resistencia a la tubificación. Resistencia al cortante media según el resultado de Análisis de Laboratorio (Ver Anexo 03).

La tasa de infiltración es de **4.15' min/cm**

El coeficiente de infiltración es de **69.5 l/m²/día**

Tabla 49

Resultados de test de percolación sector 2

LECTURAS	H (cm)	Tiempo Acumulado (minutos)	Tiempo Parcial (minutos)
1	2.50	10.70	10.70
2	5.00	21.10	10.40
3	7.50	31.70	10.50
4	10.00	42.80	11.10
5	12.50	54.20	11.40
6	15.00	65.40	11.20
7	17.50	76.50	11.10
8	20.00	87.80	11.30
9	22.50	99.30	11.60
10	25.00	110.60	11.10
11	27.50	122.00	11.40
12	30.00	133.60	11.50
Promedio de Lecturas (minutos/cm)			4.45

Fuente: Laboratorio JBC- Cajamarca

La clasificación SUCS:CL- Arcillas limosas de baja a media plasticidad, impermeable de alta resistencia a la tubificación. Resistencia al cortante media según el resultado de Análisis de Laboratorio (Ver Anexo 04).

La tasa de infiltración es de **4.45' min/cm**

El coeficiente de infiltración es de **61.50 l/m²/día**

4.3.5.1. Dimensionamiento del Pozo.

Diámetro Mínimo (m)	= 1.50 m
Profundidad Mínima (m)	= 1.80 m
Profundidad de la descarga (m)	= 0.50 m
Profundidad Efectiva (m)	= 1.30 m
Circunferencia Pozo (m)	= 4.71 m
Área Efectiva (m ²)	= 40.21 m ²

4.3.5.2. Dimensionamiento del sistema de infiltración.

Para el dimensionamiento del sistema de infiltración, se toma el resultado del test de percolación en minutos, se toma el resultado mínimo de la prueba, entonces tenemos:

Resultado del test de percolación = 4.45 (min/cm)

Para el cálculo del **Área requerida** se utiliza la siguiente fórmula:

$$A = Vd2 * 1000 / 59,94$$

Donde:

Vd2 = Volumen del cono

Reemplazando se tiene:

$$A = 183.55$$

Según el Artículo 19a de la Norma OS.020, para construir una zanja de percolación son necesarios los siguientes materiales: gravas o piedras trituradas de granulometría comprendida entre 1.5 y 5 cm, tubería de PVC de 100 mm de diámetro con juntas abiertas o con perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.

Según el Artículo 21c de la Norma OS.020. Se instalarán tantos pozos de absorción como sean necesarios en función de la capacidad de infiltración de los terrenos, la distancia entre ellos se regulará por su diámetro o por su profundidad según los casos, pero no será menor de 6,00 m entre sus circunferencias

El Diámetro del pozo de percolación (mts) = 3 mts

Numero de pozos = 2

Para el cálculo de la profundidad se utiliza la siguiente formula:

$$H = \frac{A}{\pi * DIAM}$$

Donde:

A = Área requerida.

DIAM = Diámetro

Reemplazando tenemos que H = 3.7

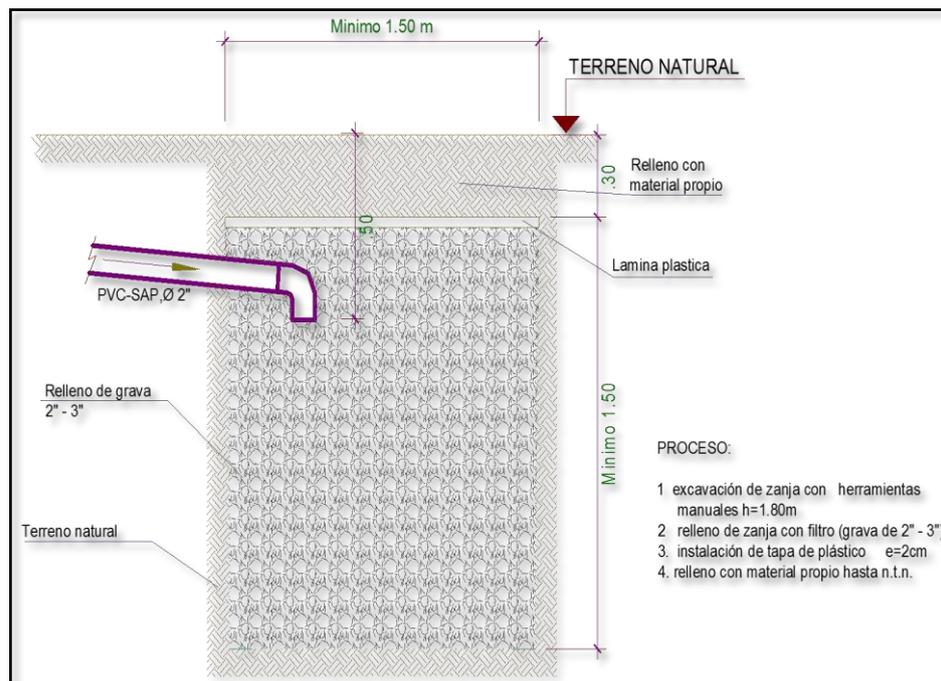
Tabla 50
Volumen requerido

Tipo de Suelo	Tiempo de infiltración	Coefficiente de Infiltración	Area Efectiva	Volumen
	min/cm	L/m2/dia	m2	lps/dia
Arena gruesa a media	4,45	59,94	40,21	2410,33

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el volumen resultante es mayor al intervalo de 120 – 240 lpd para viviendas, en consecuencia la capacidad del biodigestor y su respectivo pozo de percolación proyectado garantizaran, el tratamiento adecuado de las aguas residuales, para cada vivienda con sistema de saneamiento con arrastre hidráulico.

Imagen 7
Esquema del pozo



Fuente: Elaboración propia

Es necesario mencionar que en base al diseño mostrado en este capítulo, se ha construido la obra llamada "Nuevo Sistema de Saneamiento" que constituye la variable independiente de esta investigación. Asimismo, se han elaborado los planos correspondientes de la obra; los mismos que se presentan en los anexos como se indica a continuación:

Anexo 6: Plano en planta del sistema de saneamiento

Anexo 7: Plano general de drenaje

Anexo 8: Plano perfil longitudinal calle Bambamarca

Anexo 9: Plano perfil longitudinal Jr. Estrecho y Jr. Cortegana

Anexo 10: Plano perfil longitudinal Jr. Ayacucho desde el B07 hasta B33

Anexo 11: Plano perfil longitudinal Jr. Ayacucho B33 hasta PTAR

Anexo 12: Plano perfil longitudinal calle Celendín

Anexo 13: Plano perfil longitudinal Jr. Junín, Jr. Las Flores y Jr. Amazonas

Anexo 14: Cámara de rejas y desarenador

Anexo 15: Detalle de conexión de buzones

Anexo 16: Planta de tratamiento de aguas residuales

CAPÍTULO V:

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS SOBRE LAS CONDICIONES DE VIDA DE LA POBLACIÓN

5.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.

5.1.1. La confiabilidad.

De Vellis (1991) sostiene que la confiabilidad en una escala consiste en la proporción de varianza que puede atribuirse a la puntuación verdadera de la variable o constructo latente, atribuyendo la otra proporción, al error. La consistencia interna está relacionada con la homogeneidad de los ítems que integran un instrumento de medición o escala. Si los ítems de una escala reflejan una fuerte relación la variable latente, esto implica que estarán fuertemente correlacionados entre sí, lo que implica que dichos ítems están midiendo lo mismo. El coeficiente alfa de Cronbach mide dicha consistencia interna, por lo que es uno de los coeficientes que más se utiliza como medida de confiabilidad.

“La confiabilidad de un cuestionario se refiere a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por las mismas personas, cuando se examinan en distintas ocasiones con los mismos cuestionarios” (Bernal, 2010, p. 247)

5.1.1.1. Alfa de Cronbach.

Oviedo & Campo-Arias (2005), indica que el alfa de Cronbach, es un Índice usado para medir la confiabilidad del tipo consistencia interna de una escala, es decir, para evaluar la magnitud en que los ítems de un instrumento están correlacionados. En otras palabras, el alfa de Cronbach es el promedio de las correlaciones entre los ítems que hacen parte de un instrumento. También se puede concebir este coeficiente

como la medida en la cual algún constructo, concepto o factor medido está presente en cada ítem. Generalmente un grupo de ítems que explora un factor común muestra un elevado valor de alfa de Cronbach.

Oviedo & Campo-Arias (2005) menciona además que el valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es de 0.70; por debajo de este valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja. Por su parte, el valor máximo esperado es 0.90; por encima de este valor se considera que hay redundancia o duplicación. Varios ítems están midiendo exactamente el mismo elemento de un constructo; por lo tanto los ítems redundantes deben eliminarse.

Para el cálculo del coeficiente de Cronbach, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_{sum}^2} \right)$$

Donde:

k = Número de ítems de la prueba

S_i^2 = Varianza de los ítems (desde 1...i) y

S_i^2 = Varianza de la prueba total.

El coeficiente mide la fiabilidad del test en función de dos términos: el número de ítems (o longitud de la prueba) y la proporción de varianza total de la prueba debida a la covarianza entre sus partes (ítems). Es el número de ítems de la prueba, es la varianza de los ítems (desde 1...i) y varianza de la prueba total. El coeficiente mide la fiabilidad del test en función de dos términos: el número de ítems (o longitud de la prueba) y la proporción de varianza total de la prueba debida a la covarianza entre sus partes (ítems).

5.1.1.2. Cálculo del Alfa de Cronbach.

En el procesamiento de los ítems en el software estadístico IBM – SPSS versión 25, se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 51
Estadístico de fiabilidad de la encuesta

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,892	12

Fuente: Procesamiento IBM-SPSS

La tabla anterior, muestra que el valor obtenido es de 0.892, lo que indica que está dentro del rango aceptable de confiabilidad (cercano a uno), demostrando que los ítems utilizados en el instrumento medirán con alta confiabilidad la variable analizada.

5.1.2. Validación del Instrumento.

5.1.2.1. La Validez del instrumento.

“La validez del cuestionario significa que las preguntas o ítems deben tener una correspondencia directa con los objetivos de la investigación. Es decir, las interrogantes consultaran solo aquello que se pretende conocer o medir” (Arias, 2012, p. 79)

“Es un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado. La validez indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de resultados obtenidos” (Bernal, 2010, p. 247)

Bernal (2010) además menciona que la validez puede examinarse desde diferentes perspectivas: Validez real, validez de contenido, validez de criterio y validez de constructo. Así mismo Hernández, Fernández & Baptista (2010) coincide que la validez se calcula con respecto a la validez de contenido, validez de criterio y validez de constructo.

5.1.1.1. Validez real.

Bernal (2010) menciona que la validez real, se relaciona con el juicio que se hace respecto al grado en que el instrumento de medición mide lo que debe medir. Este juicio consiste en tener una idea clara de la variable que desea medirse y evaluar si las preguntas o los artículos del instrumento en realidad la miden.

5.1.1.2. Validez de contenido.

"Se refiere al juicio sobre el grado en que el instrumento representa la variable objeto de medición, es decir, el grado en que representa el universo de la variable objeto de estudio" (Bernal, 2010, p. 248)

"Primero es necesario revisar cómo ha sido medida la variable por otros investigadores. Y, con base en dicha revisión, elaborar un universo de ítems o reactivos posibles para medir la variable y sus dimensiones" (Hernández, Fernández & Baptista, 2010 p. 209)

La investigación se ha basado en antecedentes de estudio que han elaborado preguntas e ítems con los mismos contenidos de las variables y dimensiones a evaluar, y a través de la validación de expertos en el tema de saneamiento los mismos que han revisado ítem por ítem de la encuesta aplicada.

5.1.1.3. Validez de criterio.

"Se refiere al juicio que se hace al instrumento respecto a la capacidad del mismo para predecir la variable objeto de la medición" (Bernal, 2010, p. 248)

"Se estima al correlacionar la medición con el criterio externo (puntuaciones del instrumento frente a las puntuaciones en el criterio), y este coeficiente se toma como coeficiente de validez" (Hernández, Fernández & Baptista, 2010 p. 209)

La investigación se compara con el desempeño propuesto y ejecutado del sistema de saneamiento la misma que se relaciona en la mejora de las condiciones de vida de los pobladores quienes usan los servicios.

5.1.1.4. Validez de constructo.

“El instrumento se juzga respecto al grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras mediciones sobre conceptos que están midiéndose” (Bernal, 2010, p. 248)

“Se determina mediante procedimientos de análisis estadístico multivariado” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010 p. 209)

La investigación ha encontrado que existe evidencia suficiente de otros investigadores sobre el mismo tema en la que confirman que los sistemas de saneamiento mejoran las condiciones de vida de los beneficiarios del proyecto.

5.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.

Para el análisis cuantitativo de las variables de estudio, han sido categorizadas cuantitativamente según las preguntas de la encuesta aplicada; a continuación se presentan los estadísticos principales consultados:

En relación a la variable condiciones de vida, se tiene:

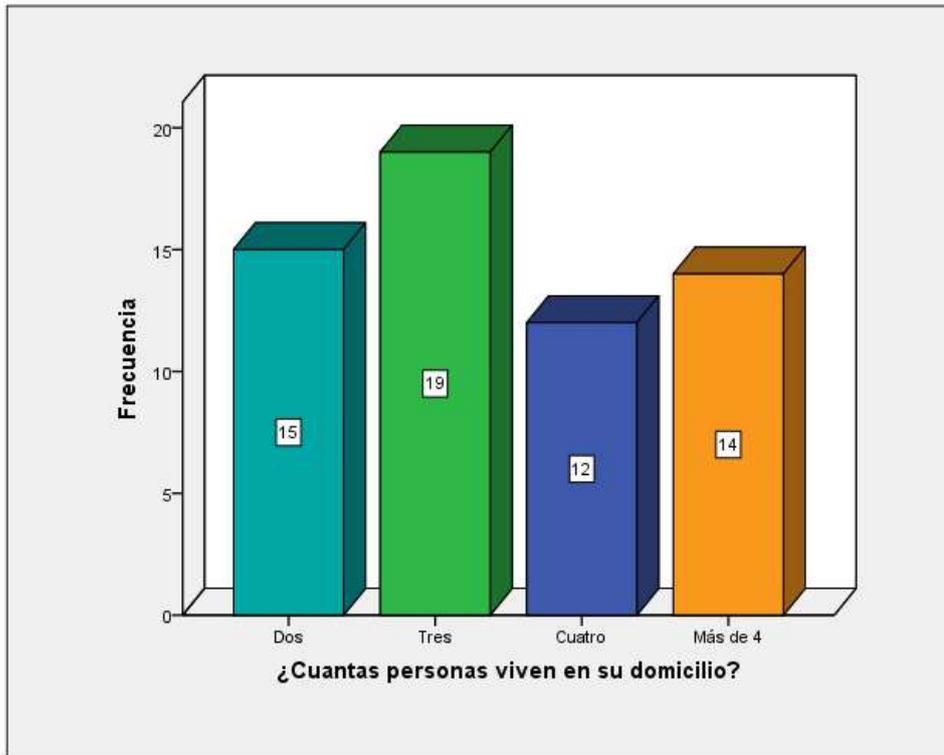
Tabla 52

Cantidad de personas que viven actualmente en su domicilio.

Cantidad de personas por vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Dos	15	25,0
Tres	19	31,7
Cuatro	12	20,0
Más de cuatro	14	23,0
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 8
Cantidad de personas que viven actualmente en su domicilio



Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

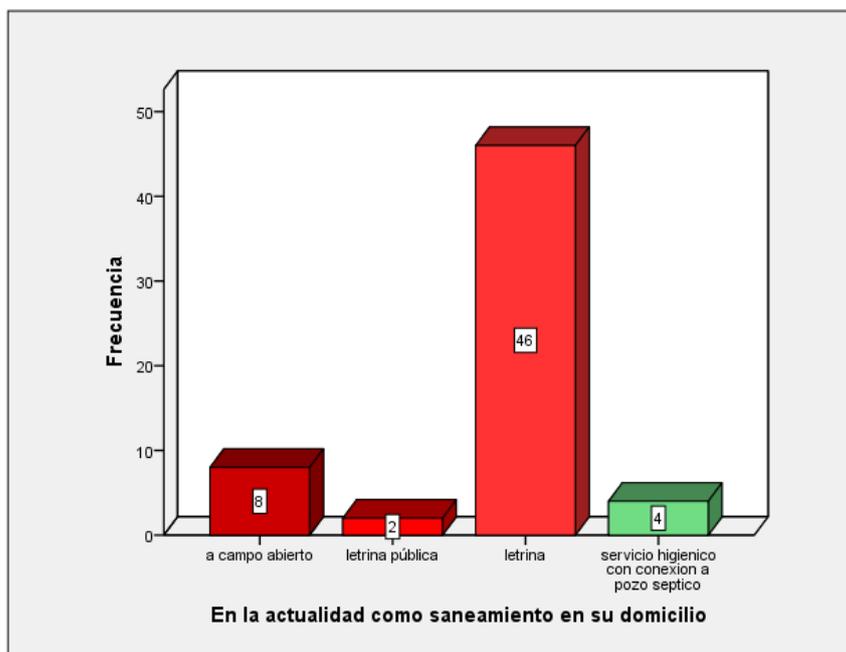
Análisis: En los datos presentados anteriormente, se observa que de un total de 60 encuestados, 19 personas equivalentes al 31.7% del total de la muestra contestaron que en su domicilio viven tres personas, 15 equivalente a 25%, contestaron que en su vivienda viven dos personas, 14 personas equivalente a 23% contestaron que en su vivienda viven más de cuatro personas y 12 personas equivalente al 20% contestaron que cuatro personas. Si observamos de la muestra elegida aleatoriamente de la población beneficiaria con el proyecto, ninguna vive sola; éstos datos son importantes para el diseño del sistema de saneamiento, dado que el uso de los servicios higiénicos es mayor donde hay mayor cantidad de personas por vivienda, en consecuencia dado que se ha tomado como parámetro una población máxima cuyo ratio es 4 personas por vivienda, esta información confirma el diseño adecuado del proyecto.

Tabla 53
Sistema de saneamiento actual – Pre test

Sistema de saneamiento actual	Frecuencia	Porcentaje
A campo abierto	8	13,3
Letrina pública	2	3,3
Letrina	46	76,7
Pozo séptico	4	6,7
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 9
Sistema de saneamiento actual – Pre test

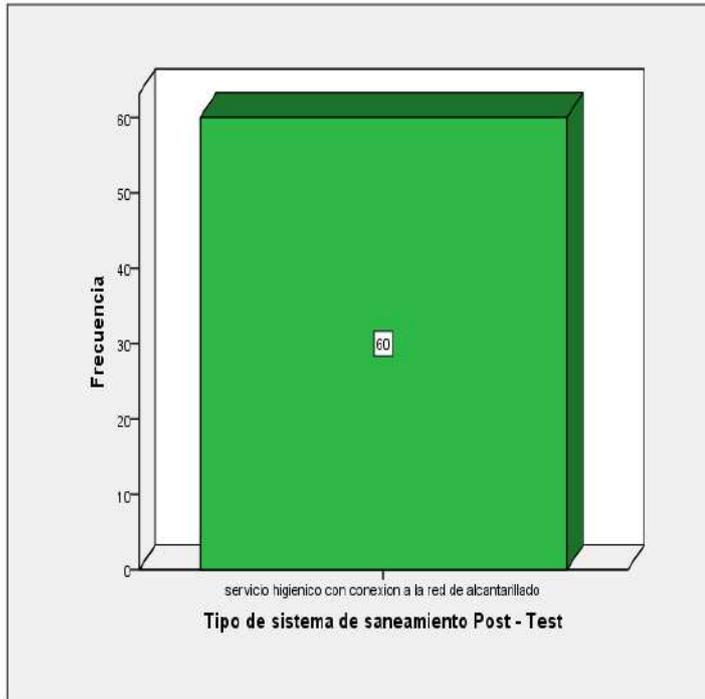


Análisis: De los datos obtenidos en la encuesta a 60 pobladores del C.P de Villanueva, 46 personas equivalentes 76.7% tienen solo letrina cercana a su domicilio, que se evidencia en las fotografías de los anexos, 10 personas de las cuales 8 personas hacen su disposición de excretas a campo abierto y 2 en letrina pública, y solamente 4 personas tienen conexión a pozo séptico que data de muchos años, lo que confirma la necesidad de ejecutar proyectos de Saneamiento para brindarle a esta localidad mejores condiciones de vida, dado que un 93.3% de la población equivalente a 56 personas encuestadas no tienen un sistemas de saneamiento adecuado.

Tabla 54
Sistema de saneamiento actual – Post test

Tipo de sistema actual	Frecuencia	Porcentaje
servicio higiénico con conexión a la red de alcantarillado	60	100,0

Imagen 10
Sistema de saneamiento actual – Post test



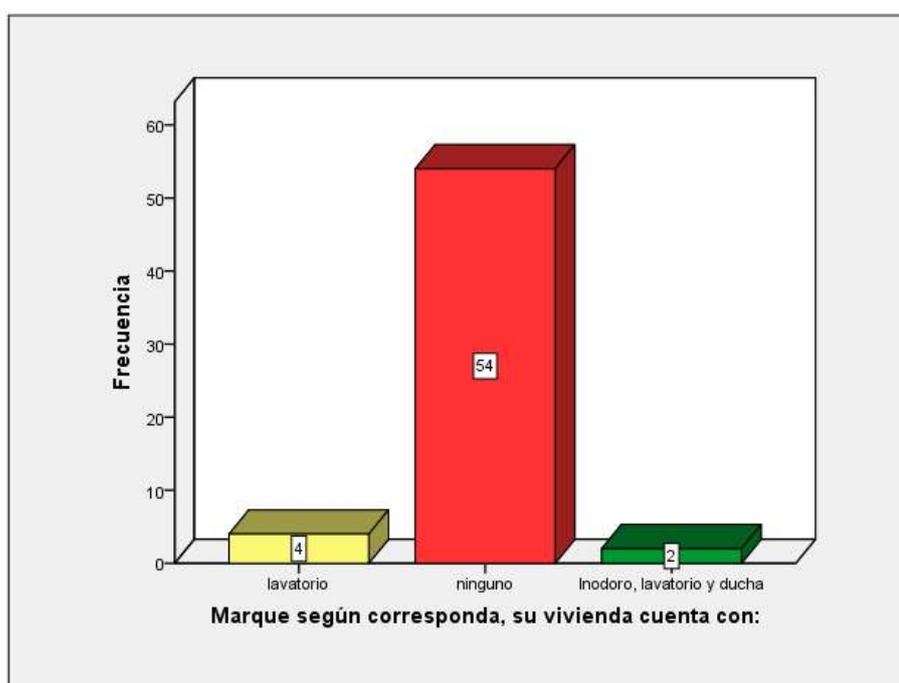
Análisis: De los datos evaluados en el total de los Pobladores consultados después de la ejecución del proyecto, todos cuentan con un sistema de saneamiento con conexión a la red de alcantarillado, en consecuencia el actual sistema ya se encuentra ejecutado en el C.P. de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín.

Tabla 55
Componentes de los servicios higiénicos Pre Test

Componentes de los servicios higiénicos	Frecuencia	Porcentaje
Lavatorio	4	6,7
Ninguno	54	90,0
Inodoro, lavatorio y ducha	2	3,3
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 11
Componentes de los servicios higiénicos



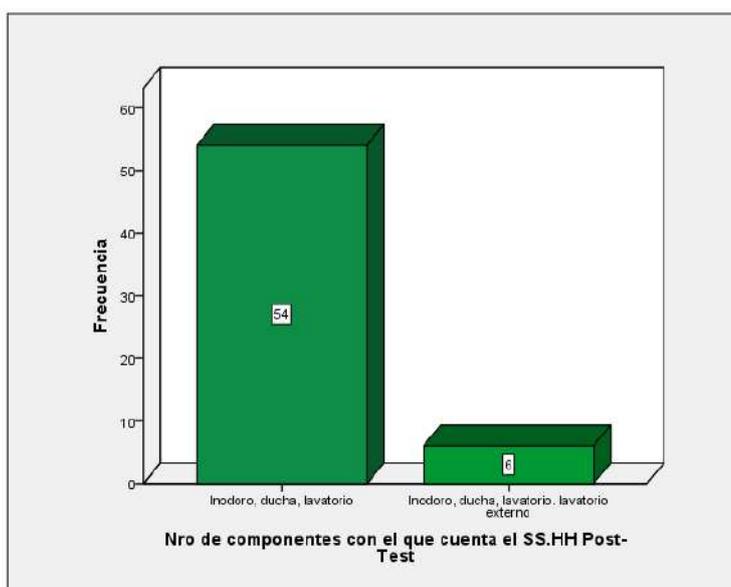
Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: Del gráfico anterior podemos observar que de un total de 60 personas encuestadas, 54 de estas equivalente a un considerable 90% del total, no tienen al menos uno de los componentes de la habitación de los servicios higiénicos como Inodoro, lavatorio o ducha, es decir que del 10% restante solo 4 de los 60 encuestados tienen solo lavatorio y escasamente 2 tienen los tres componentes básicos más comunes Inodoro, lavatorio y ducha; este dato es importantes para incorporar estos elementos al momento de realizar las instalaciones sanitarias dentro de la viviendas de cada uno de los beneficiarios que forman parte del proyecto.

Tabla 56
Componentes de los servicios higiénicos

Componentes	Frecuencia	Porcentaje
Inodoro, ducha, lavatorio	54	90,0
Inodoro, ducha, lavatorio, lavatorio externo	6	10,0
Total	60	100,0

Imagen 12
Componentes de los servicios higiénicos Post Test



Análisis: Del total de los encuestados, después de ejecutado el proyecto de saneamiento, el 90% equivalente a 54 personas cuentan con los componentes principales de los servicios higiénicos tal es el caso como el inodoro, la ducha y el lavatorio de manos, siendo estos últimos de fundamental importancia para la higiene personal, comparando estos datos a los del pre test se observa que se ha generado un cambio en las condiciones de vida de los Pobladores, por otro lado un 10% equivalente a 6 personas tienen un componente adicional que es el lavatorio de ropa o de vajilla para la casa, con esto demuestran que las personas tratan de cambiar sus condiciones de vida a un nivel más adecuado bajo condiciones mínimas sanitarias

Tabla 57

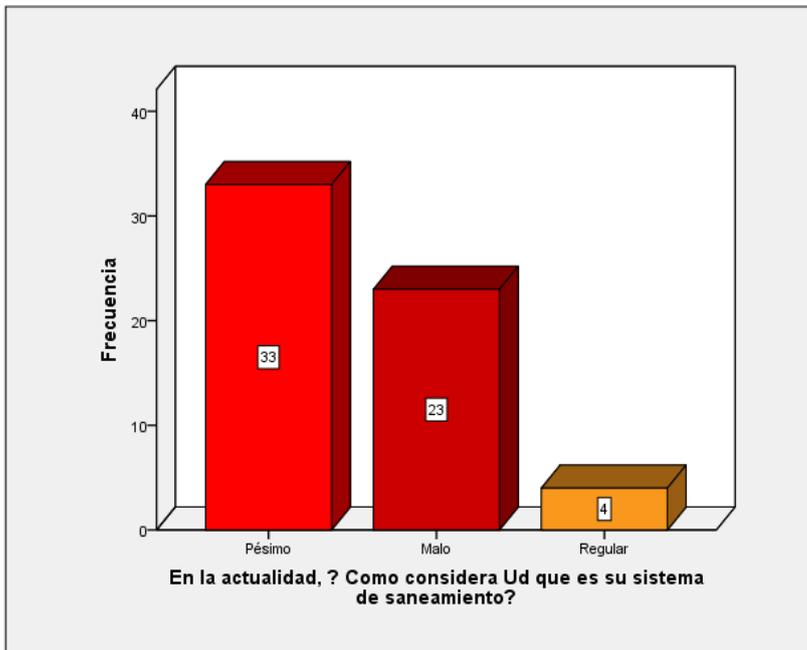
Como consideran su sistema de saneamiento Pre Test

Considera su sistema de saneamiento	Frecuencia	Porcentaje
Pésimo	33	55,0
Malo	23	38,3
Regular	4	6,7
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 13

Como consideran su sistema de saneamiento Pre Test



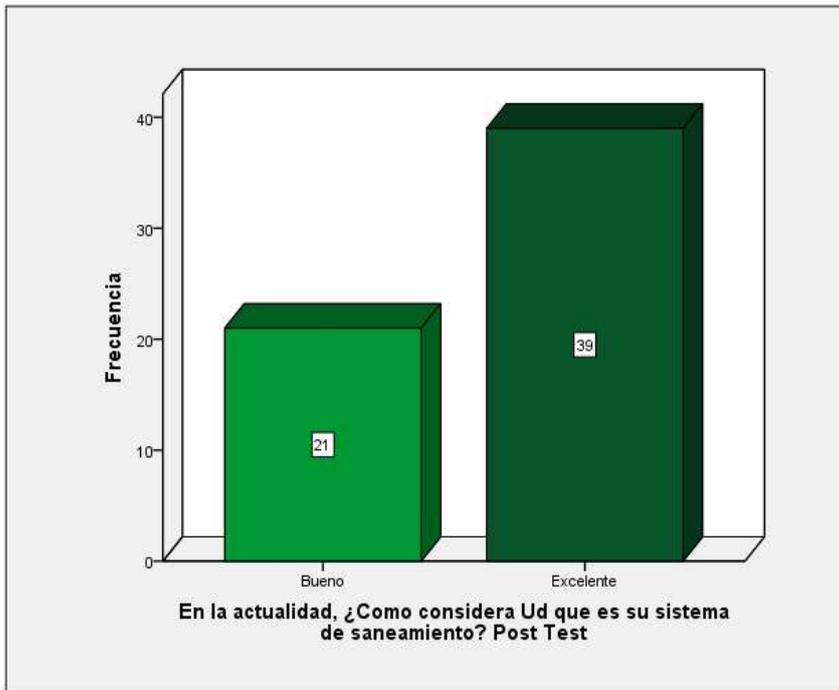
Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: En los datos mostrados anteriormente, se observa que 33 de 60 personas encuestadas equivalente a 55% del total consideran que su sistema de saneamiento es pésimo, 23 que es Malo y 9 que es Regular, observando estos datos, ninguno de los encuestados considera que tiene un sistema bueno o muy bueno; razón fundamental y justificada para la ejecución de un sistema de saneamiento que permita brindar un mejor servicio para atender a esta población del C.P. de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendin.

Tabla 58
Como consideran su sistema de saneamiento Post Test

	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	21	35,0
Excelente	39	65,0
Total	60	100,0

Imagen 14
Como consideran su sistema de saneamiento Post Test



Análisis: De las personas entrevistadas, las cuales son las mismas que se entrevistaron antes de la ejecución del proyecto en esta oportunidad un grupo de 65% considera que su sistema de saneamiento es excelente equivalente a 39 personas del total de 60 encuestados, el grupo restantes considera que su sistema es bueno en un equivalente a 35%, por lo que se puede observar que las personas consideran su sistema de saneamiento es el adecuado para su localidad, por otro lado ninguno de los encuestado considero que al menos regular o malo por lo que se confirma que el sistema de saneamiento ha mejorado sus condiciones de vida.

Tabla 59

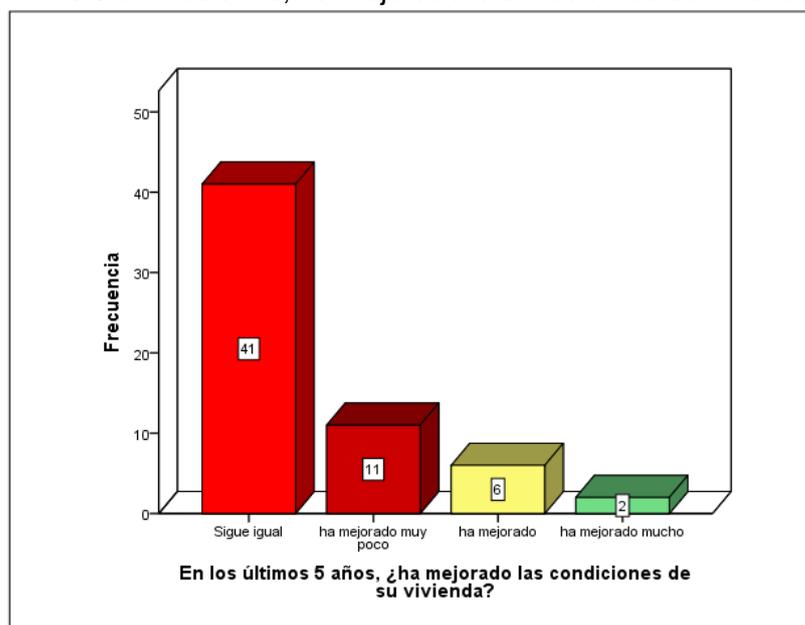
En los 5 últimos años, ha mejorado la situación de su vivienda Pre Test

Situación de su vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Sigue igual	41	68,3
ha mejorado poco	11	18,3
ha mejorado	6	10,0
ha mejorado mucho	2	3,3
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 15

En los 5 últimos años, ha mejorado la situación de su vivienda Pre test



Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: En los datos mostrados anteriormente, se muestra que en los últimos 5 años no habido ninguna intervención respecto al mejoramiento, ampliación o rehabilitación de las condiciones de su vivienda, la cual se demuestra en la encuesta aplicada en la que 41 personas equivalente al 68.3% mencionan que sigue igual; así mismo 11 personas mencionan que ha mejorado muy poco y solamente 6 personas consideran que ha mejorado y escasamente solo dos personas que ha mejorado mucho las condiciones de sus viviendas; si tomamos en cuenta que el C.P. de Villanueva es una zona rural, y en las zonas rurales muy poco o casi nada las personas tratan de mejorar las condiciones de habitabilidad de las personas por lo que como se ve en la encuestas.

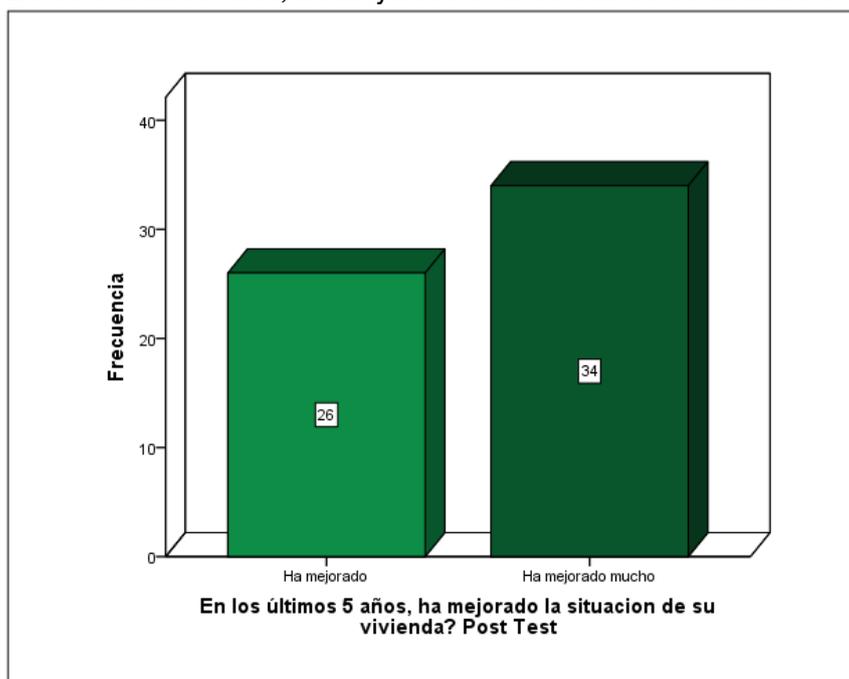
Tabla 60

En los 5 últimos años, ha mejorado la situación de su vivienda Post Test

Situación de la vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Ha mejorado	26	43,3
Ha mejorado mucho	34	56,7
Total	60	100,0

Imagen 16

En los 5 últimos años, ha mejorado la situación de su vivienda Post Test



Análisis: De los 60 encuestados, un grupo considerable de 34 (56.7%) encuestados considera que en los últimos años la situación de su vivienda ha mejorado mucho, y un grupo de 26 (43.3%) considera que si ha mejorado, y ninguno de estos considera que no ha mejorado comparando con la misma pregunta realizada en pre test en la que solamente 2 considero que ha mejorado mucho la situación de su vivienda, no atribuyéndole por supuesto necesariamente a las condiciones de salubridad del sistema de saneamiento, sino por mejoras constructivas de ampliación o mejoramiento de la vivienda

Tabla 61

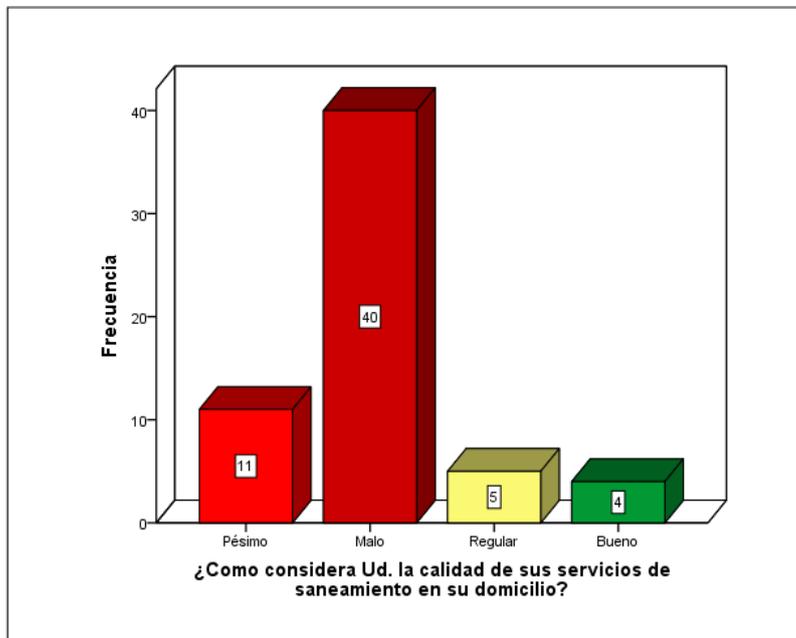
Percepción de la calidad de los servicios de saneamiento Pre test

Calidad de los servicios de saneamiento en domicilio	Frecuencia	Porcentaje
Pésimo	11	18,3
Malo	40	66,7
Regular	5	8,3
Bueno	4	6,7
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 17

Percepción de la calidad de los servicios de saneamiento Pre test



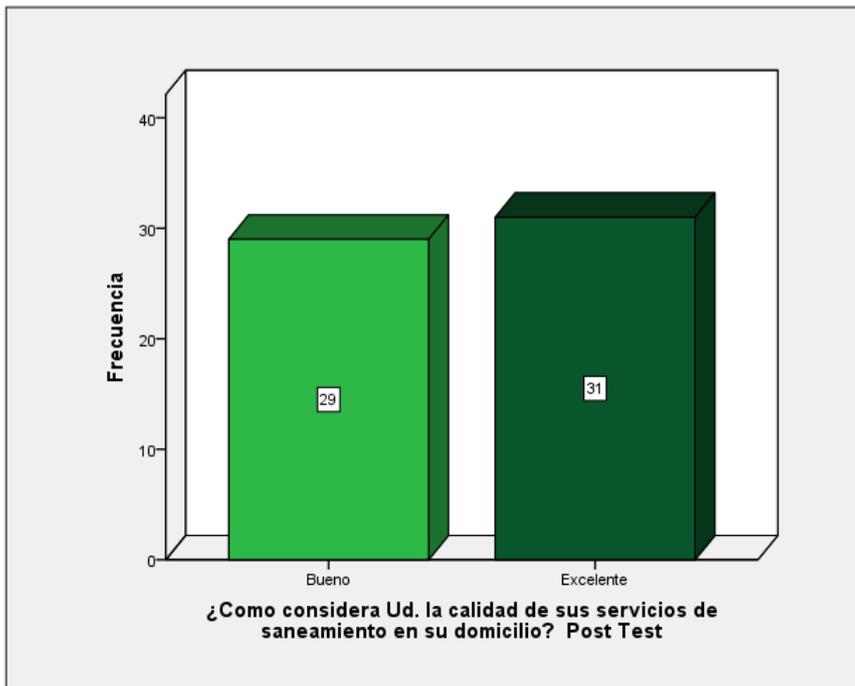
Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: Observando los datos, sobre la percepción de los usuarios del sistema el 18% de los encuestados equivalente a 11 personas considera que la calidad del servicios utilizado es pésimo, un 66,7% equivalente a 40 personas considera que es malo, en conjunto estas dos categorías conforman más del 84% del total de encuestados, siendo la percepción de ellos que el sistema actualmente utilizado necesita cambio, renovación o cambio de sistema; por otro lado tan solo 5 personas consideran que es regular y 4 que es bueno; en consecuencia es muy buena opción la propuesta de diseño de saneamiento.

Tabla 62
Percepción de la calidad de los servicios de saneamiento Post test

Calidad de los Servicios	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	29	48,3
Excelente	31	51,7
Total	60	100,0

Imagen 18
Percepción de la calidad de los servicios de saneamiento Post test



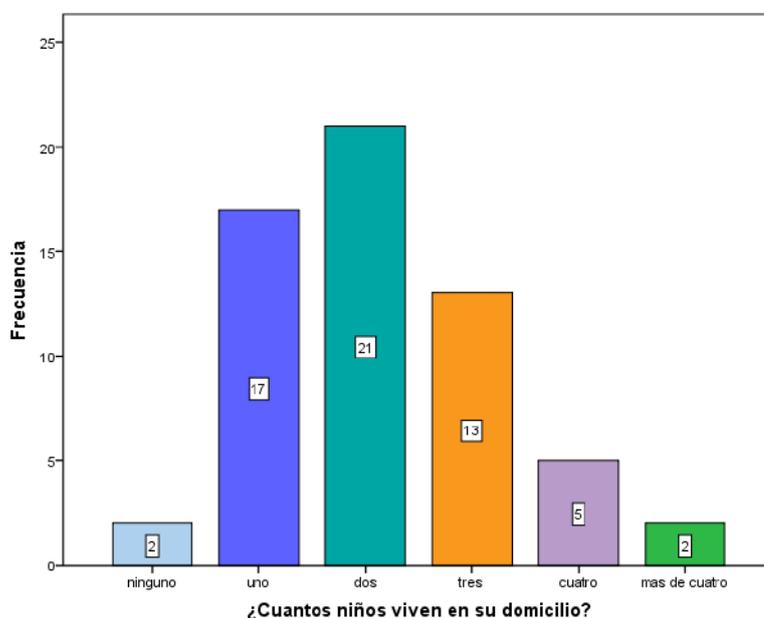
Análisis: En el gráfico anterior se puede observar que la mayor cantidad de encuestados percibe que en la actualidad la calidad de los servicios de saneamiento ha cambiado, porque 31 de 60 consideró que su sistema de saneamiento es excelente y 29 de 60 considero que es bueno, datos sumamente importantes dado que se observa que se ha generado un efecto positivo en la calidad de los servicios en cada una de las viviendas de los encuestados.

Tabla 63
Cantidad de niños(as) que viven por vivienda Pre Test

Cantidad de niños(as) por vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Ninguno	2	3,3
Uno	17	28,3
Dos	21	35,0
Tres	13	21,7
Cuatro	5	8,3
más de cuatro	2	3,3
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 19
Cantidad de niños(as) que viven por vivienda



Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

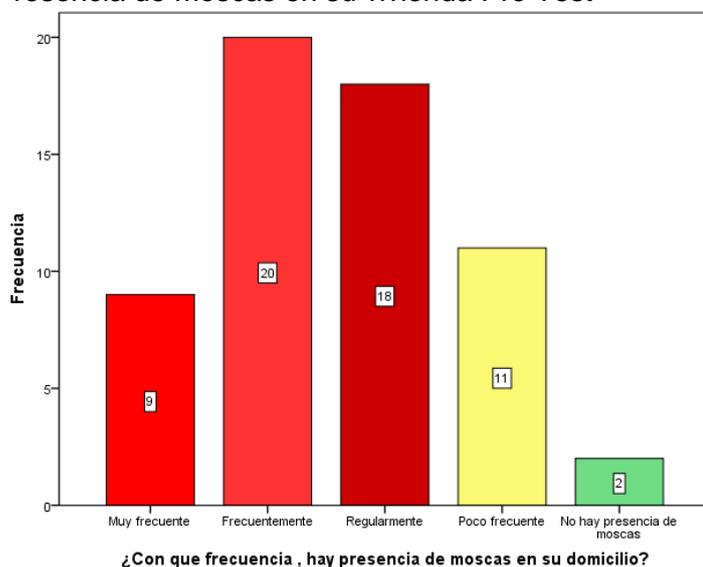
Análisis: La gráfica anterior muestra que la mayor cantidad de personas equivalentes a 21 encuestados del C.P. Villanueva, tienen dos niños en su hogar, alcanzando un total del 35% del total de encuestados, 17 encuestados tienen solo un niño o niña en su hogar, 13 tienen tres niños en su hogar, 5 tienen cuatro y solamente dos hogares tienen más de 5 niños en su hogar; y 2 hogares no tienen hijos; dato importante dado que las infecciones causantes por el tipo de sistemas de saneamiento afectan en su mayoría a los niños(as) y personas ancianas.

Tabla 64
Presencia de moscas en su vivienda Pre Test

Presencia de moscas en su vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuente	9	15,0
Frecuentemente	20	33,3
Regularmente	18	30,0
Poco frecuente	11	18,3
No hay presencia de moscas	2	3,3
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 20
Presencia de moscas en su vivienda Pre Test



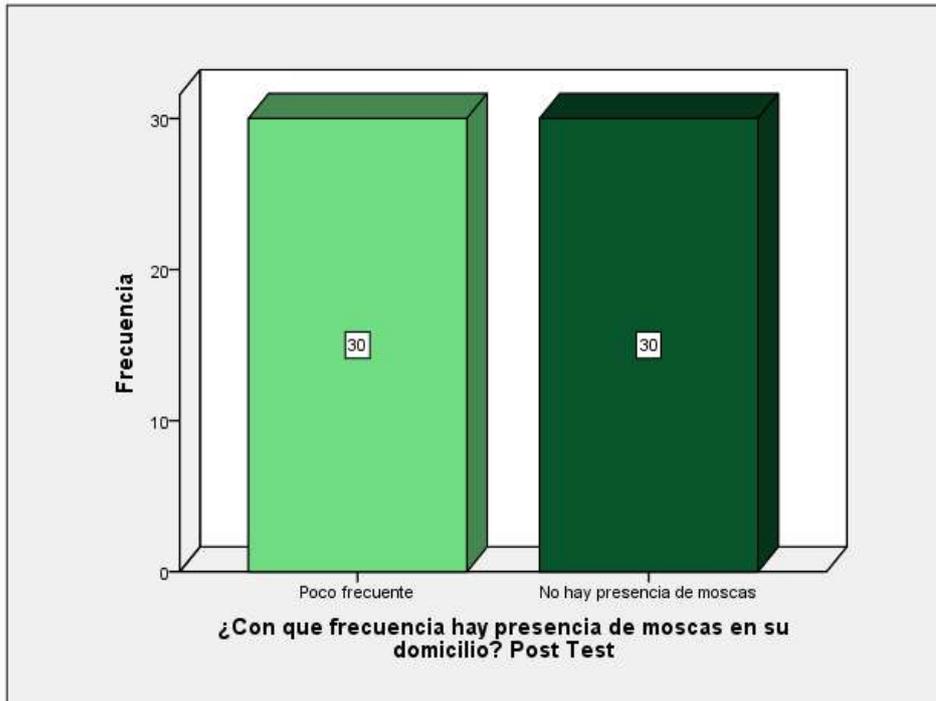
Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: La tabla y el grafico anterior muestran los datos obtenidos en base a la pregunta sobre la presencia de moscas en las vivienda de los pobladores, en el que 20 y 9 personas observan frecuentemente y muy frecuentemente moscas en sus viviendas, 18 observan regularmente la presencia de moscas en su vivienda, 11 menciona que es poco frecuente la presencia de moscas y solo 2 personas dicen que no hay presencia de moscas en su vivienda; ésta variable es un indicador importante porque la presencia de moscas son vectores de contaminación debido al tipo de sistema de saneamiento que utiliza confirmando la necesidad de necesidad de ejecución del proyecto propuesto en la presente investigación.

Tabla 65
Presencia de moscas en su vivienda Post Test

Presencia de moscas	Frecuencia	Porcentaje
Poco frecuente	30	50,0
No hay presencia de moscas	30	50,0
Total	60	100,0

Imagen 21
Presencia de moscas en su vivienda Post Test



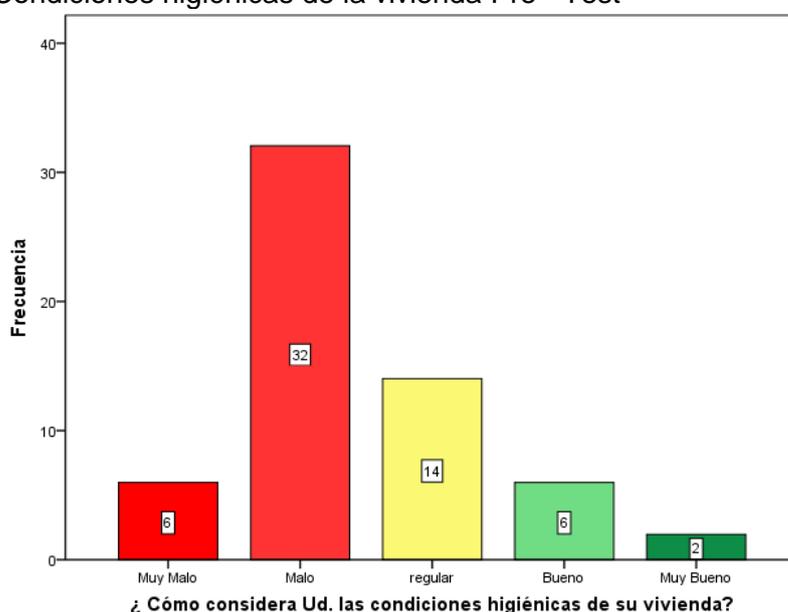
Análisis: Del gráfico y la tabla anterior se observa que ha disminuido los vectores contaminantes y transmisores de enfermedades como las diarreas, dado que antes de la ejecución del proyecto utilizaban la letrina, y en la actualidad su sistema de saneamiento es con alcantarillado sanitario, en la que el 50% considera que no hay presencia de moscas en su domicilio y el otro 50% menciona que es poco frecuente la presencia de moscas en su domicilio, observándose un cambio significativo con los datos de la encuesta del pre test.

Tabla 66
Condiciones higiénicas de la vivienda Pre Test

Apreciación de las condiciones higiénicas de la vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Muy Malo	6	10,0
Malo	32	53,3
Regular	14	23,3
Bueno	6	10,0
Muy Bueno	2	3,3
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 22
Condiciones higiénicas de la vivienda Pre - Test



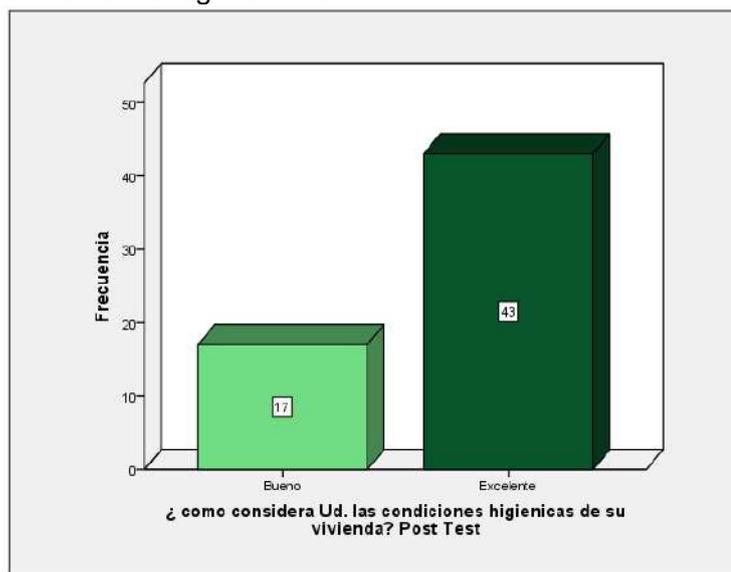
Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: De un total de 60 encuestados a quienes se realizó la pregunta sobre las condiciones higiénicas de su vivienda, 32 consideran que sus condiciones son malas y 6 consideran muy malas, haciendo un total del 63.3% entre ambos, además 14 personas encuestadas consideran que sus condiciones higiénicas son regulares, 3 buenas y solo 2 que son muy buenas las condiciones higiénicas en las que habita, observando que un gran número de personas considera que es necesario mejorar sus las condiciones higiénicas de su vivienda haciendo referencia a la necesidad de la ejecución de proyectos de saneamiento.

Tabla 67
Condiciones higiénicas de la vivienda Post – Test

Condiciones higiénicas	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	17	28,3
Excelente	43	71,7
Total	60	100,0

Imagen 23
Condiciones higiénicas de la vivienda Post – Test



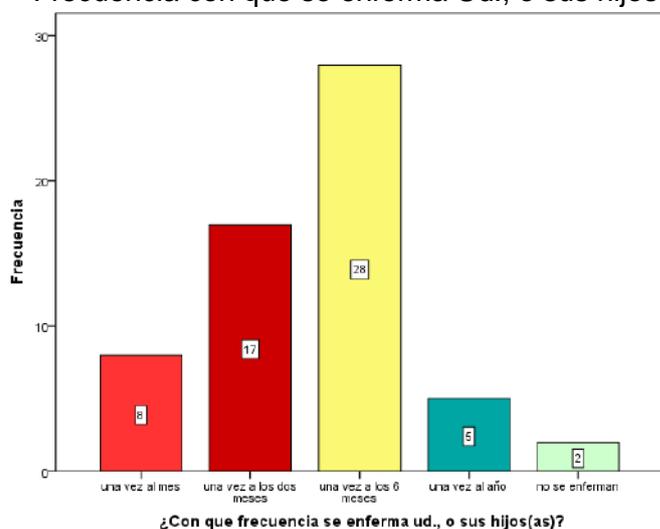
Análisis: Del total de encuestados en el post test, y a la consulta de como considera las condiciones higiénicas de la vivienda post – test, se observa que el 71% equivalente a 43 personas de un total de 60 consideró que en la actualidad es excelente y un 28.3% equivalente a 17 personas considera que las condiciones higiénicas de su vivienda es bueno, no habiendo ninguna persona que mencione que el sistema de saneamiento que utiliza en su domicilio es malo, tal como mencionaron en la encuesta antes de ejecutar el sistema de saneamiento en el C.P. de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín.

Tabla 68
Frecuencia con que se enferma Ud., o sus hijos Pre Test

Frecuencia con que se enferma Ud. O sus hijos	Frecuencia	Porcentaje
una vez al mes	8	13,3
una vez a los dos meses	17	28,3
una vez a los 6 meses	28	46,7
una vez al año	5	8,3
no se enferman	2	3,3
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 24
Frecuencia con que se enferma Ud., o sus hijos Pre Test



Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: De los datos presentados anteriormente, se tiene que la mayor parte de los encuestados mencionaron que sus hijos se enferman aproximadamente una vez a los seis meses, este indicador representa el 46.7%; sin embargo una nada despreciable 17 (28.3%) y 8(13.3%) personas mencionan que sus hijos(as) se enferman al menos una vez a los dos meses y una vez al mes respectivamente; estos datos son importantes porque las condiciones higiénicas, de vivienda y de servicios de saneamiento, son factores importantes que contribuyen a mejorar la salud de sus hijo(as) y demás integrantes de la familias ; por otro lado solo un 8.3% equivalente a 5 personas menciona que sus hijos(as) se enferman una vez al año y un 3.3% equivalente a 2 personas mencionan que sus hijos(as) no se enfermaron durante el año.

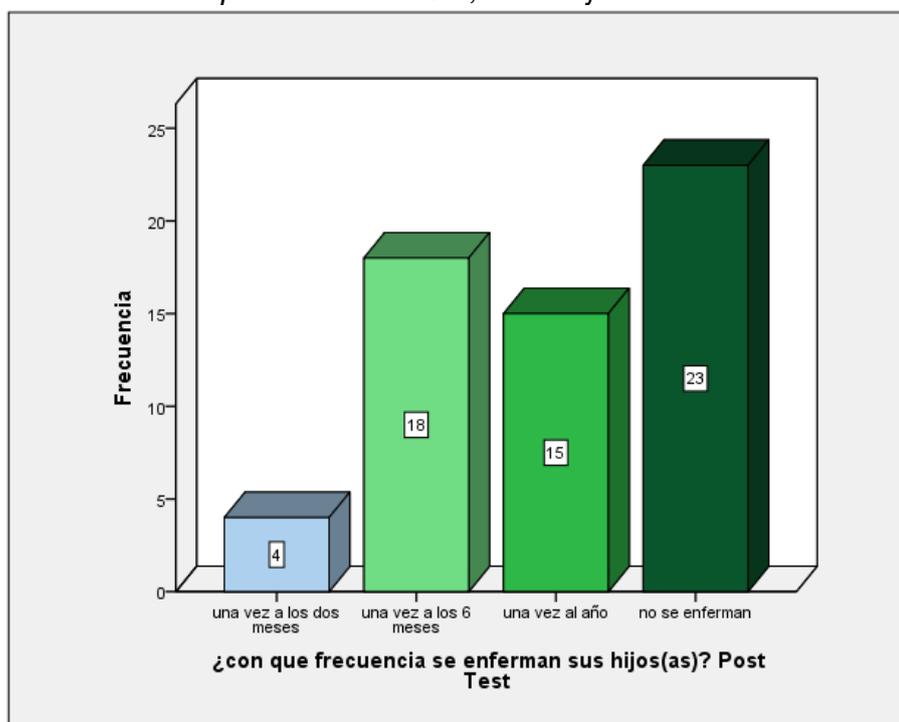
Tabla 69

Frecuencia con que se enferma Ud., o sus hijos Post Test

Frecuencia enferman	Frecuencia	Porcentaje
una vez a los dos meses	4	6,7
una vez a los 6 meses	18	30,0
una vez al año	15	25,0
no se enferman	23	38,3
Total	60	100,0

Imagen 25

Frecuencia con que se enferma Ud., o sus hijos Post Test



Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

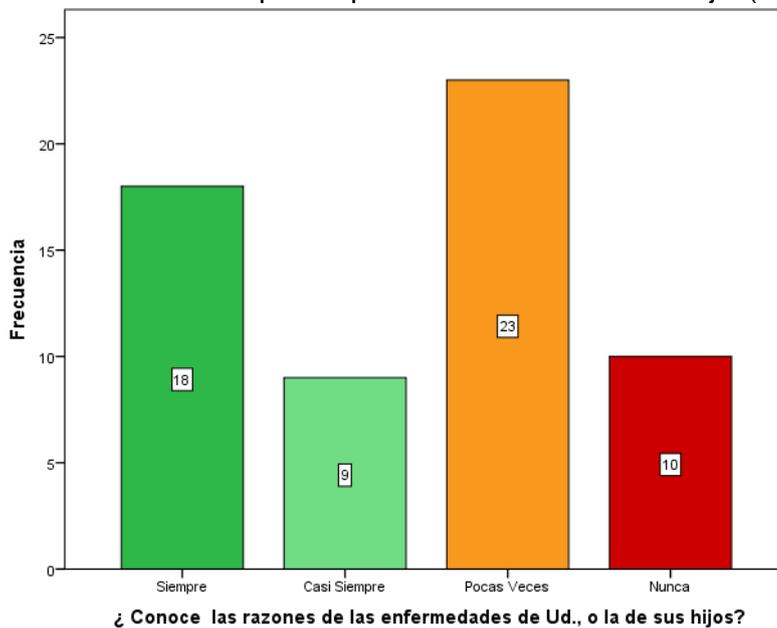
Análisis: Dado que el sistema de saneamiento ha tenido una duración de ejecución de 7 meses aproximadamente la evolución de frecuencia en la que se enferman los niños (as) o las personas ha variado comparando el antes con la actualidad, por lo que los datos reflejan estos resultados dado que un 38.3% ha observado que aún no se enferman, un 25% considera que se ha enfermado solo una vez al año, un 30% que solo se enfermaron una vez a los 6 meses aproximadamente y solo un 6.7% que se enfermó una vez a los dos meses, por lo que se observa un cambio considerable respecto a la misma pregunta en el pre- test.

Tabla 70
Conoce las razones por la que se enferma Ud. o sus hijos(as)

Conocimiento enfermedades	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	18	30,0
Casi siempre	9	15,0
Pocas veces	23	38,3
Nunca	10	16,7
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 26
Conoce las razones por la que se enferma Ud. o sus hijos(as)



Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

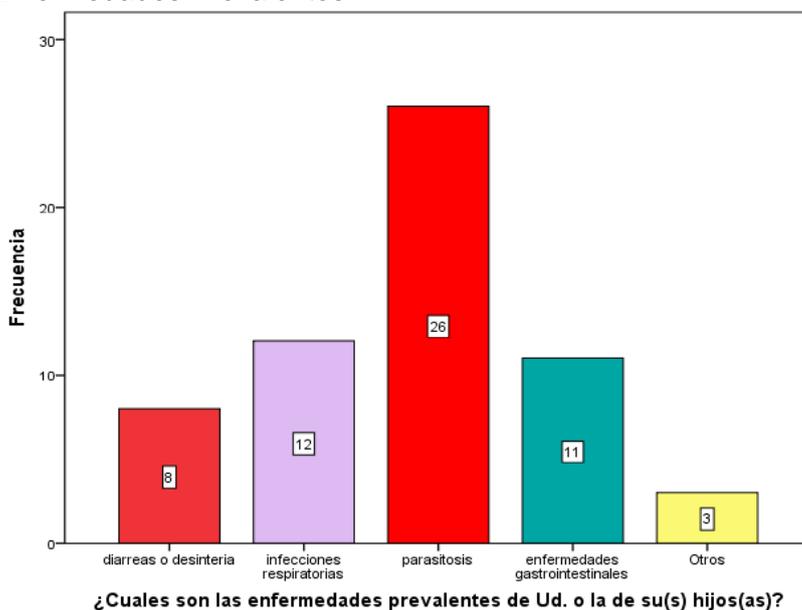
Análisis: De los datos mostrados anteriormente, al preguntarle a los encuestados si con qué frecuencia conoce las razones de las enfermedades de sus hijos un 38.3% equivalente a 23 personas mencionan que muy pocas veces conocen estas razones, así mismo un 16.7% equivalente a 10 personas mencionan que Nunca conocen anticipadamente las razones por las que se enferman, dado que en muchos casos se necesitaría de un diagnóstico médico y/o un análisis clínico, sin embargo un 30% y un 15% mencionan que siempre y casi siempre conocen las razones, debido a que se enferman frecuentemente de lo mismo; por lo que presentan similitud en los síntomas, dato importante debido a que los sistemas de saneamiento están orientados a disminuir las enfermedades prevalentes de los integrantes de la familia.

Tabla 71
Enfermedades Prevalentes

Enfermedades Prevalentes	Frecuencia	Porcentaje
Diarreas o Desintéria	8	13,3
Infecciones respiratorias	12	20,0
Parasitosis	26	43,3
Enfermedades gastrointestinales	11	18,3
Otros	3	5,0
Total	60	100,0

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Imagen 27
Enfermedades Prevalentes



Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Análisis: De un total de 60 encuestados a los que se les consulto sobre las enfermedades prevalentes , un 43.3% equivalente a 26 personas mencionaron que su hijos se enferman de parasitosis, por el agua que consumen y por el tipo de sistema de saneamiento que utilizan, deficiencias en los hábitos de higiene entre otros, un 20% (12) mencionan que sus hijos se enferman frecuentemente de la gripe o alguna otra infección respiratoria; un 18.3% (11) de enfermedades gastrointestinales , un 13.3% (8) de diarreas o desintéria enfermedades influenciadas por el tipo de sistema de Saneamiento utilizado, y solamente un 5% (3) mencionan que se enferman de algún otro factor.

5.3. PRUEBAS DE NORMALIDAD.

5.3.1. Kolmogorov- Smirnov para una muestra.

Se utilizó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, para verificar si los datos provienen de una distribución normal, dado que el tamaño de la muestra es 60 datos, por lo que esta prueba es la adecuada.

Aragón (2015) menciona que el estadístico de prueba no paramétrica de Kolmogorov – Smirnov tiene una distribución de probabilidad que depende del tamaño de la muestra "n", y se utiliza cuando se desea ver cuánto se acerca la distribución de frecuencias observadas a la distribución de frecuencias teóricas Díaz (2000) dice que la prueba de Kolmogorov-Smirnov es una prueba no paramétrica para variables de tipo continuo o discreto y sirve para contrastar la hipótesis nula que indica que los datos analizados siguen una distribución normal.

Supuesto de Normalidad

H_0 = Los datos provienen de una distribución normal

H_a = Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 72
Pruebas de Normalidad

Normalidad	6. En los últimos 5 años, ha mejorado la situación de su vivienda? Pre Test	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	gl	Sig.
1.- ¿Cuántas personas viven en su domicilio? Pre Test	SIGUE IGUAL	,278	41	,051
	A MEJORADO POCO	,215	11	,165
	HA MEJORADO	,293	6	,117
	HA MEJORADO MUCHO	,260	2	.

Observando los datos, el valor de significancia en la mayoría de las categorías se obtiene valores mayores a 0.05, con lo cual aceptamos la hipótesis nula de supuesto de normalidad que indica que los datos provienen de una distribución normal.

CAPÍTULO VI:

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

6.1. Prueba de hipótesis general

Para realizar el contraste de hipótesis de investigación, se utilizó la prueba estadística t de student para muestras relacionadas, dado que se midió en dos momentos distintos al mismo grupo de personas para determinar si con el nuevo sistema de saneamiento mejoró las condiciones de vida de los pobladores; la variable dependiente no se manipula, sino que se midió el efecto que la manipulación que la variable independiente tuvo en ella, permitiendo conocer si la ejecución del proyecto generó mejoras en las condiciones de vida en las 67 familias del Centro Poblado de Villanueva. Lo cual está en correspondencia con los objetivos de la investigación.

La prueba de hipótesis general, está en función de las pruebas de las hipótesis específicas de investigación, por lo tanto en la medida que se acepten o rechacen las hipótesis específicas, se aceptará o rechazará la hipótesis general.

En este sentido, para el contraste usando la estadística, se tiene para la hipótesis general las dos siguientes hipótesis

H_0 = El nuevo sistema de saneamiento no influye significativamente en las condiciones de vida, (condiciones higiénicas en la vivienda, tratamiento de aguas residuales y disminución de enfermedades prevalentes) en los Pobladores del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín

H_a = El nuevo sistema de saneamiento influye significativamente en las condiciones de vida, (condiciones higiénicas en la vivienda, tratamiento de aguas residuales y disminución de enfermedades prevalentes) en los Pobladores del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín.

4.1.1. Prueba T de Student para muestras relacionadas

Navidi (2006), expresa que esta prueba se utiliza cuando las muestras son dependientes y cuando se trata de una única muestra que ha sido evaluada dos veces, el estadístico t de student se calcula haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{X}_D}{\frac{S_D}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

\bar{X}_D = Promedio de la diferencia de las muestras pareadas

S_D = Desviación Estándar

n = Tamaño de la muestra

6.2. Prueba de hipótesis específica.

6.2.1. Primera Hipótesis específica

Para realizar el primer contraste de hipótesis, se tomó la primera hipótesis de investigación, definiendo la hipótesis alterna y la hipótesis nula.

H_0 = Las características de saneamiento de la población y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento fueron óptimas.

H_a = Las características de saneamiento de la población y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento fueron deficientes.

Para el contraste de hipótesis se tomó la pregunta 2 del cuestionario de recojo de datos; en la que se consultó sobre ¿Cuál es su sistema de saneamiento en su vivienda?, como se evaluó en dos momentos es decir antes y después de la

instalación del sistema de saneamiento, de lo cual se obtuvo los siguientes resultados al comparar las medias con el estadístico de prueba t de student para muestras relacionadas.

Tabla 73
Cálculo de la T de Student

Prueba de muestras relacionadas									
T de Student para muestras relacionadas (Pregunta 2)	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilat eral)
	Media	Desviación típica.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	Pre Test	-2,233	0,767	0,099	-2,432	-2,035	-22,547	59	,000
	Post Test								

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Interpretación del estadístico: Se han comparado las respuestas antes y después de la ejecución del nuevo sistema de saneamiento, evaluando las condiciones de vida en función a las características del sistema de saneamiento cuando la mayoría de los pobladores hacían uso del hoyo seco ventilado y/o letrina, inclusive letrinas públicas; para posteriormente pasar a un nuevo sistema de disposición de excretas a través de un nuevo sistema de saneamiento; lo cual influye en las condiciones de vida de sus pobladores; de la tabla anterior, si comparamos el valor de significancia (bilateral) o p-valor (0.000), a un nivel de confianza del 95%, es decir con un nivel de significancia del 5% (0.05), el p-valor valor es inferior, por lo que concluimos que existe diferencias significativas entre las medias evaluadas rechazando la hipótesis nula que expresa que las características de saneamiento de la población y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento fueron óptimas, en consecuencia aceptamos la hipótesis alterna que expresa que las características de saneamiento de la población y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes del nuevo sistema fueron deficientes.

6.2.2. Segunda Hipótesis específica.

La segunda hipótesis específica se planteó del siguiente modo:

H_0 = Las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento siguen siendo las mismas que antes de la implementación de dicho sistema

H_a = Las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento mejoraron respecto a las condiciones de vida que ellos tenían antes de implementarse dicho sistema.

Para el contraste de hipótesis se tomó en cuenta la pregunta 4 que dice: En la actualidad ¿Cómo considera Ud. Su Sistema de Saneamiento?, la pregunta se realizó en dos momentos antes y después de la ejecución del proyecto de saneamiento, en un solo grupo de estudio; obteniéndose los siguientes resultados al comparar las medias con el estadístico de prueba t de student para muestras relacionadas.

Tabla 74
Cálculo de la T de Student

Prueba de muestras relacionadas									
T de Student para muestras relacionadas (Pregunta 4)	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típica.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 Pre Test Post Test	-3,133	0,700	0,090	-3,3314	-2,952	-34,658	59	,000	

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Interpretación del estadístico: Se comparó las respuestas antes y después de la instalación del nuevo sistema de saneamiento, con la finalidad de observar los cambios efectuados en la variable condiciones de vida de los pobladores; comprobando estadísticamente las diferencias significativas, a un nivel de confianza del 95%, el p-valor obtenido (0.000) es menor al nivel de significancia elegido (0.05), en consecuencia afirmamos que existe diferencias significativas; en consecuencia se concluye que se rechaza la hipótesis nula que expresa las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento siguen siendo las mismas que antes de la implementación de dicho sistema; y se acepta la hipótesis alterna que expresa que las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín mejoraron respecto a las condiciones de vida que ellos tenían antes de implementarse dicho sistema.

6.2.3. Tercera Hipótesis específica.

La tercera hipótesis específica se planteó del siguiente modo:

H_0 = Las condiciones de vida de la población del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín, no han cambiado y sigue siendo deficiente después de la implementación del nuevo Sistema de Saneamiento.

H_a = Las condiciones de vida del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín, han cambiado y se han mejorado después de la ejecución del nuevo Sistema de Saneamiento.

Para el contraste de hipótesis se tomó en cuenta la pregunta 11 que dice: ¿Con qué frecuencia se enferman sus hijos?, la pregunta se realizó en dos momentos antes y después de la ejecución del proyecto de saneamiento, en un solo grupo de estudio; obteniéndose los siguientes resultados al comparar las medias con el estadístico de prueba t de student para muestras relacionadas.

Tabla 75
Cálculo de la T de Student

Prueba de muestras relacionadas									
T de Student para muestras relacionadas (Pregunta 11)		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilat eral)
		Media	Desviación típica.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre Test	-1,350	1,191	0,154	-1,658	-1,042	-8.782	59	,000
	Post Test								

Fuente: En base a la encuesta aplicada - Procesamiento IBM-SPSS

Interpretación del estadístico: Se comprobó estadísticamente si existe diferencias significativas, comparando los resultados de las respuestas antes y después de la ejecución del sistema de saneamiento y su influencia en el las condiciones de vida, siendo uno de los factores importantes de la condiciones de vida, la salud de los integrantes de cada familia. La tabla anterior resume los resultados de la prueba estadística de t de student para muestras relacionadas, en la que se concluye que a un nivel de confianza del 95% como el p-valor (0.00) es inferior al nivel de significancia tomado ($\alpha= 0.05$), se rechaza la hipótesis nula que expresa que las condiciones de vida de la población de Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín, no han cambiado y sigue siendo deficientes después de la implementación del nuevo sistema de saneamiento, y en consecuencia aceptando la hipótesis alterna que expresa que las condiciones de vida del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín, han cambiado y se han mejorado después de la ejecución del nuevo Sistema de Saneamiento.

CAPÍTULO VII:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados que se derivan de los datos analizados en los capítulos anteriores, que fueron calculados, recopilados y analizados de la muestra a 60 personas a través de un cuestionario aplicado a los pobladores del C.P. Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín.

7.1. Discusión de los resultados del análisis estadístico.

Del análisis estadístico de los ítems del cuestionario, se observa que antes de la ejecución del sistema de saneamiento, más del 70% de pobladores equivalente a 42 personas de un total de 60 personas encuestadas, percibieron la necesidad de disponer de un nuevo sistema de saneamiento en su localidad, porque consideraron que el sistema de saneamiento que utilizaban era muy deficiente (uso de hoyo seco ventilado, campo abierto, letrinas, letrinas públicas), que afectaban a las condiciones de vida de los pobladores de esta localidad sobre todo en la salud, la higiene y las condiciones de la vivienda donde habitaban porque eran focos infecciosos y transmisores de enfermedades prevalentes de la zona sobre todo en los niños y ancianos.

7.2. Discusión de los resultados del nuevo sistema de saneamiento.

De los resultados obtenidos del estadístico de prueba utilizado es decir de la aplicación de la prueba de t de student para muestras relacionadas, se obtuvo datos muy importantes a considerar dado que las condiciones de vida de los pobladores del Centro Poblado de Villanueva cambiaron considerablemente desde que se Implementó y puso en funcionamiento en cada domicilio el nuevo sistema de saneamiento diseñado y ejecutado en la presente investigación, los pobladores consideraron que el nuevo sistema de saneamiento es muy bueno y que sus condiciones de vivienda

mejoraron debido a los beneficios en las condiciones de vida, especialmente en las variables de salud, de vivienda y del tratamiento de las aguas residuales de los domicilios porque los servicios higiénicos que actualmente utilizan cuentan con lavatorio de manos, ducha, inodoro, lavatorio de ropa, que aportan a la higiene de la vivienda y de los integrantes de la familia, así mismo sus hijos y demás personas que contribuyen a condiciones de vida adecuada.

En Centro Poblado de Villanueva, en muchos de sus tramos de la línea de flujo, se obtienen pendientes muy pronunciadas, por la propia topografía a desnivel del terreno; para ello el diseño constructivo utilizó una distribución de tramos que garantiza un flujo constante y eficiente de las aguas servidas de los domicilios, sin embargo hay pendientes críticas donde el diseño ejecutado es el más adecuado y el que reúne las condiciones de flujo constante, coincidiendo con Camarena & Xóchitl (2009) que expresa que el sistema de saneamiento debe seleccionar el proceso más adecuado, de acuerdo a la situación, lugar y recursos disponibles, además menciona que dentro de una comunidad debe existir un constante y permanentemente sistema de saneamiento de los tres aspectos básicos como son: agua, aire y suelo; ante la enorme capacidad del hombre de producir y emitir todo de tipo de contaminantes, mejorando de este modo la calidad de vida de los pobladores.

El diseño de la red colectora, depende de la topografía del terreno, el trazo en las curvas de nivel, la dirección del flujo, las cotas en función a la distancia entre los buzones, los componentes del sistema y las normas técnicas de edificaciones que rigen nuestro país que están descritos a partir del anexo 6 del presente trabajo de investigación

Los parámetros de diseño, cumplen con las normas establecidas para el diseño hidráulico aplicado en nuestro país, con un caudal de diseño mínimo de $0.00017 \text{ m}^3/\text{s}$ máximo de $0.00052 \text{ m}^3/\text{s}$; por otro lado si observamos los tramos de los buzones 2-3, 4-5, 6-8, 8-10, 20-33, 21-22, 7-

23,28-29,34-35, y 35 a la buzoneta, las pendientes obtenidas alcanzan desde 70.8 0/00 a 252 0/00, que observando los desniveles topográficos de los planos del anexo 6 en adelante, son los más adecuados en el diseño hidráulico que garantizó un flujo constante hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, especificados en planos, cotas y curvas de nivel adjuntas al presente trabajo de investigación.

El caudal doméstico y de filtración, tienen el valor inicial de 0, debido al sentido del flujo residual y/o al inicio de los tramos de la línea de desagüe, cumpliéndose en todos los casos con los parámetros de la norma indicada en el capítulo teórico de la presente investigación.

En todos los casos la velocidad real, se encuentra entre los valores permisibles de la norma, alcanzando un mínimo y máximo de 0.6 m/s y 1.57m/s, valores tomados en cuenta en el cálculo hidráulico de diseño.

Finalmente debo mencionar que el sistema de saneamiento integra todos los componentes importantes de diseño por la complejidad del propio sistema y que actualmente se encuentra en el funcionamiento adecuado de todos estos componentes obteniéndose el resultado deseado en la investigación, coadyuvando a lo expresado por Ávila & Roncal (2014) quien menciona en su investigación que los sistemas de saneamiento contribuyen a mejorar la calidad de vida y las condiciones sanitarias de los pobladores de Aynaca, por otro lado el diseño de la red de Saneamiento es el primer paso referente a solucionar el déficit de saneamiento rural en el Perú

Tabla 76

Cuadro comparativo de las condiciones de vida, según el sistema de saneamiento utilizado

CUADRO COMPARATIVO DE LAS CONDICIONES DE VIDA, SEGÚN EL SISTEMA DE SANEAMIENTO UTILIZADO	
ANTES	DESPUÉS
Sistema de saneamiento utilizado: hoyo seco ventilado, letrinas en las viviendas y letrinas públicas	Sistema de saneamiento con alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales
Salud:	Salud:
Prevalencia de enfermedades como : Enfermedades Diarreicas Agudas (diarreas, parasitosis, gastrointestinales, etc.)	disminución de enfermedades prevalentes (diarreas, parasitosis, gastrointestinales, etc.)
Numerosa cantidad de vectores contaminantes de alimentos (moscas)	Disminución considerable de vectores contaminantes en las viviendas
Vivienda:	Vivienda:
Viviendas con focos infecciosos de enfermedades por la cercanía de las letrinas y hoyos secos ventilados a las viviendas	Sistema de evacuación y tratamiento adecuado de las aguas residuales domésticas
Viviendas con acceso inadecuado y limitado en la totalidad de sus pobladores a un sistema de saneamiento	Viviendas con acceso adecuado y coberturado de los servicios a la totalidad de los pobladores a un sistema de saneamiento
Viviendas con bajos niveles de confort dentro de la vivienda	Viviendas con niveles de confort adecuados dentro de la vivienda

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

- Las condiciones de vida antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento fueron deficientes porque las características de saneamiento utilizadas en ese momento eran de condiciones precarias y de uso común tales como las letrinas, letrinas públicas, uso de hoyo seco ventilado y en el peor de los casos encontrados, los pobladores hacían sus deposiciones a campo abierto, lo cual favorecía al detrimento de la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado de Villanueva, Provincia de Celendín.

- Las condiciones de vida después de la implementación del nuevo sistema se vieron afectadas favorablemente dado que se ha demostrado que el nuevo sistema de saneamiento mejoró las condiciones de habitabilidad en la vivienda, porque las características del nuevo sistema permitieron la evacuación y el tratamiento adecuado de las aguas residuales, mejores condiciones de vivienda por que adiciona componentes esenciales a los servicios higiénicos tales como inodoro, ducha, lavatorio de manos, lavatorio de ropa externo que son instalados dentro de la vivienda mejorando la higiene y brindando confort a los usuarios, así mismo disminuyendo vectores contaminantes y transmisores de enfermedades prevalentes en los integrantes de la familia.

- Existe diferencias significativas entre el sistema utilizado antes y el nuevo sistema de saneamiento utilizado después de la ejecución del presente trabajo de investigación, porque existe evidencia suficiente que la implementación y funcionamiento del nuevo sistema influyó considerablemente en las condiciones de vida de sus pobladores dotándoles de servicios básicos que por naturaleza de ser humanos necesitamos para vivir en condiciones humanas de los pobladores del Centro Poblado de Villanueva, Provincia de Celendín.

RECOMENDACIONES

- Realizar campañas de educación sanitaria a los pobladores de la localidad de Villanueva en temas de uso adecuado de los sistemas de saneamiento.
- Para el adecuado funcionamiento del sistema, se recomienda a los usuarios la necesidad de no tirar papeles, trapos u objetos extraños dentro del inodoro, así como la acumulación de arenas y/o legía o productos desinfectantes por que ocasionaría un taponamiento y el deterioro prematuro del sistema.
- Brindar un mantenimiento preventivo periódico, para mantener en condiciones óptimas el sistema de saneamiento a fin de alcanzar su vida útil del proyecto para el que fue diseñado y construido.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alfaro et al (2012):** "Diseño del sistema de alcantarillado sanitario , aguas de lluvia y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del municipio de san isidro, departamento de cabañas", Universidad de el Salvador,
- Arias, Fidas (2012):** "El proyecto de investigación – introducción a la metodología científica", Editorial Episteme, 6ta edición, Caracas Venezuela
- Aragón (2015):** "Estadística", Editorial Alfaomega, Mexico
- Ávila & Roncal (2014):** "Modelo de red de saneamiento en zonas rurales caso: Centro Poblado Aynaca - Oyón- Lima", Perú.
- Ayala & Gonzales (2008):** "Apoyo didáctico en la enseñanza – aprendizaje de la asignatura de plantas de tratamiento de aguas residuales", Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba - Bolivia
- Becerra Lois, Francisco A. (2006):** "Evolución del concepto de desarrollo e implicaciones en el ámbito territorial: experiencia en Cuba", Habana, Cuba.
- Beltramin, O & Bravo, J (2003):** "Región Metropolitana índice de calidad de vida a nivel comunal". Santiago de Chile, Chile
- Bernal, Cesar (2010):** "Metodología de la Investigación" Tercera Edición, Editorial Pearson Education, Colombia.
- Camarena K. (2009):** "Agua, Saneamiento e Impacto Ambiental como motores del desarrollo sustentable del país", México, Pág. 247
- Celemín, Juan Pablo (2007):** "El estudio de la calidad de vida ambiental: definiciones conceptuales, elaboración de índice y su aplicación", Mar de Plata, Argentina.
- Da Costa G. & Saavedra B.(2016):** "Estudio de Suelos para la determinación de una unidad básica de saneamiento en la localidad de Barrio Florido – Distrito de Punchaca – Loreto, 2016", Perú
- De Souza Silva, José (2004):** "Un epitafio para la "idea de desarrollo" por organizar la hipocresía y legitimar la injusticia" Editorial Instituto Cubano, La Habana , Cuba

- De Vellis R. F (1991):** "Desarrollo de la escala: Teoría y aplicaciones", Editorial Sage Publicaciones, California, Estados Unidos.
- Díaz (2000):** "Diseño de experimentos" México
- Galán Nava, Guadalupe (2010):** "La calidad de vida: análisis multidimensional", Editorial Medigraphic, Tercera Edición, Volumen 11, México D.F.
- Hammeken & Romero (2005)** "Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Andrés Cholula" Puebla – México D.F.
- Hernández, Fernández & Baptista (2010):** "Metodología de la Investigación", McGrawHill, Quinta edición
- Hernández & Coello (2008):** "El paradigma cuantitativo de la Investigación Científica" Editorial Universitaria, La Habana Cuba
- Jacho (2014):** "Sistema de alcantarillado sanitario y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores de la comunidad Pilligsilli, Provincia de Cotaxi", Ambato, Ecuador
- López, Ricardo (2000):** "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados", Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Santafé de Bogotá, Colombia
- Meléndez (2017)** "Influencia de un sistema de alcantarillado de aguas residuales en la calidad de vida de los habitantes del Asentamiento Humano El Pedregal, Distrito de Chimbote – Ancash, 2017"
- Mejía et al. (2016):** "Agua Potable y Saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina", Banco de Desarrollo de América Latina, Editorial CAF, Bogotá.
- Mejía, E. (2005):** "Metodología de la Investigación Científica", Primera Edición, Lima-Perú.
- Metcalf & Eddy (1998):** "Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización" Tercera Edición, Volumen I, McGraw-Hill, Madrid - España
- Navidi , William (2006):** "Estadística para Ingenieros" , Editorial MacGraw-Hill, Primera Edición, México

- Organización Panamericana de la Salud (2006):** "Alternativas Tecnológicas de agua y saneamiento utilizadas en el ámbito rural del Perú", OPS – COSUDE/03-06, Lima Perú.
- Oviedo & Campo-Arias (2005):** "Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach", Red de revistas científicas de américa latina, el caribe, España y Portugal, Bogotá D.C, Colombia
- Programa Nacional de Saneamiento Rural (2017):** "Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural" Lima, Perú
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2006):** Norma Técnica IS 0.20 Tanques Sépticos, Lima, Perú
- Villa et al. (2005)** "Abastecimiento de Agua y Saneamiento" Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos", Primera Edición, Editorial Ingeniería sin fronteras, Catalunya – España.
- Viteri, Luis (2012)** "Estudio del sistema de alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales en el caserío el placer de la parroquia rio verde de la Provincia de Tungurahua" Ambato – Ecuador.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.

- Biodigestor Rotoplast,** recuperado de <http://www.rotoplas.com.mx/productos/saneamiento/biodigestor-autolimpiable/>
- Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado (2009),** recuperado de <https://www.epm.com.co/site/Portals/.../GuiaDisenoHidraulicoRedesAlcantarillado.pdf>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento,** recuperado de http://www3.vivienda.gob.pe/ejes/agua_saneamiento/agua_y_saneamiento.html
- Organización Mundial de la Salud,** recuperado de http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- Organización Panamericana de la Salud,** recuperado de <http://sial.segat.gob.pe/documentos/alternativas-tecnologicas-agua-saneamiento-utilizadas-ambito-rural>
- Normas Técnica de Saneamiento en el Perú,** recuperado de <https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas.../saneamiento/IS.020.pdf>, Resolución Ministerial N° 173-2016, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Perú
- Programa Nacional de Saneamiento Rural,** recuperado de http://perseo.vivienda.gob.pe/Documentos_resoluciones/Emitidos/RM-173-2016-VIVIENDA.pdf
- Resolución Ministerial 173-2016** del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2016, p. 130-140)

ANEXOS

ANEXOS

1. Matriz de consistencia
2. Instrumentos de recolección de datos
3. Planos
4. Fotografías

MATRIZ DE CONSISTENCIA

SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN DURANTE EL PERIODO 2017-2018

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>¿Cómo influye el nuevo Sistema de Saneamiento en las condiciones de vida de la población del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín?</p>	<p>Determinar la influencia del nuevo sistema de saneamiento, en las condiciones de vida de la población del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín</p>	<p>El nuevo sistema de saneamiento influye significativamente en las condiciones de vida, en la población del Centro Poblado de Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín.</p>	<p>Sistema de Saneamiento básico: (Variable independiente)</p> <p>Es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios (OMS, 2017)</p>	<p>Población: 335 habitantes</p> <p>Muestra: 60 habitantes</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo</p>
<p>Cuáles fueron las características de saneamiento y condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento?</p> <p>¿Cuáles son las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento?</p> <p>¿Qué diferencia existe las características de saneamiento y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes y después de la ejecución del nuevo sistema de saneamiento?</p>	<p>Conocer las características de saneamiento y condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento.</p> <p>Conocer las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín después de la implementación y funcionamiento de su nuevo Sistema de Saneamiento.</p> <p>Comparar las características de saneamiento y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes y después de la ejecución del nuevo sistema de saneamiento</p>	<p>Las características de saneamiento de la población y sus condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento fueron deficientes.</p> <p>Las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín mejoró después de la implementación y funcionamiento de su nuevo sistema de saneamiento.</p> <p>Existe diferencias Comparar las características de saneamiento y las condiciones de vida de la población del Centro Poblado Villanueva, Distrito de Cortegana, Provincia de Celendín antes y después de la ejecución del nuevo sistema de saneamiento.</p>	<p>Condiciones de vida: (Variable dependiente)</p> <p>Disponibilidad de servicios básicos a todos los miembros de una comunidad, sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios (Celemín, 2007)</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Estadístico de Prueba: T de Student para muestras relacionadas</p> <p>Instrumentos Encuesta</p>

--	--	--	--	--

ENCUESTA.

(Antes de la implementación del sistema de saneamiento)

Buenos días, la presente encuesta tiene el propósito de conocer el las condiciones de vivienda y el estado de salud de los integrantes de la familia ANTES de la implementación de un sistema de saneamiento en la localidad de C.P de Villanueva, esta información nos permitirá evaluar los cambios realizados en la calidad de vida de sus pobladores.

INDICACIÓN: Marque con una aspa ("X") en la alternativa, según sea las respuestas del encuestado.

CONDICIONES DE LA VIVIENDA

1. ¿Cuánto personas viven actualmente en su domicilio?

- a) uno
- b) dos
- c) tres
- d) cuatro
- e) cinco
- f) más de cinco

2. En la actualidad ¿Cuál es el sistema de saneamiento de su vivienda?

- a) Hoyo seco ventilado
- b) Letrina
- c) Servicio higiénico con conexión a la red de alcantarillado
- d) Servicio higiénico con conexión a Biodigestor
- e) A campo abierto

3. ¿Cuántos y cuáles son los componentes principales cuenta su servicios higiénicos? (puede marcar más de una opción)

Nro. de compontes

Inodoro Ducha Lavatorio Lavatorio de ropa

4. ¿En la actualidad, cómo considera Ud. que es su sistema de saneamiento?

- a) Muy bueno
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo
- e) Muy malo

5. ¿En los últimos 5 años, ha mejorado su sistema de saneamiento?

- a) mucho
- b) Ha mejorado
- c) poco
- d) Sigue igual

6. Cómo considera Ud. la calidad de sus servicios de saneamiento en su domicilio?

- a) Muy bueno
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo
- e) Muy malo

SALUD

7. ¿Cuántos niños viven en su domicilio?

- a) uno
- b) dos
- c) tres
- d) cuatro
- e) Más de cuatro.

8. ¿Cree Ud. Que el sistema de saneamiento que tiene, influye en su salud?

- a) Bastante
- b) Medianamente
- c) Poco
- d) Nada

9. ¿Con que frecuencia, hay presencia de moscas en su domicilio?

- a) Muy frecuentemente
- b) frecuentemente
- c) Regularmente
- d) Poco frecuente
- e) No hay presencia de moscas

10. ¿Cómo considera Ud. Las condiciones higiénicas en su vivienda?

- a) Muy bueno
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo
- e) Muy malo

11. ¿Con que frecuencia se enferman sus hijos (as)?

- a) una vez a la semana
- b) una vez al mes
- c) do veces al mes
- d) tres veces al mes
- e) más de tres veces al mes
- f) No se enferman

12. ¿Conoce Ud. Las enfermedades prevalentes en su hijo(a) ?

- a) Diarreas o Desinteria
- b) Fiebre tifoidea
- c) Parásitos intestinales
- d) Enfermedades gastrointestinales
- e) Otras especifique: _____

ENCUESTA.

(Después de la implementación del sistema de saneamiento)

Buenos días, la presente encuesta tiene el propósito de conocer el las condiciones de vivienda y el estado de salud de los integrantes de la familia DESPUES de la implementación de un sistema de saneamiento en la localidad de C.P de Villanueva, esta información nos permitirá evaluar los cambios realizados en la calidad de vida de sus pobladores.

INDICACIÓN: Marque con una aspa ("X") en la alternativa, según sea las respuestas del encuestado.

CONDICIONES DE LA VIVIENDA

1. **¿En los seis últimos meses, cuántas personas viven actualmente en su domicilio?**
 - a) uno
 - b) dos
 - c) tres
 - d) cuatro
 - e) cinco
 - f) más de cinco

2. **¿En la actualidad como es su sistema de saneamiento en su domicilio?**
 - a) Letrina
 - b) Servicio higiénico con conexión a la red de alcantarillado
 - c) Servicio higiénico con conexión a Biodigestor
 - d) A campo abierto

3. **Marque según corresponda, su vivienda cuenta con:** (puede marcar más de una opción)
Inodoro Ducha Lavatorio Lavatorio de ropa

4. **¿En la actualidad, cómo considera Ud. que es su sistema de saneamiento?**
 - a) Muy bueno
 - b) Bueno
 - c) Regular
 - d) Malo
 - e) Muy malo

5. **¿En los últimos meses del año, ha mejorado la situación de su vivienda?**
 - a) Ha mejorado mucho
 - b) Ha mejorado
 - c) Ha mejorado poco
 - d) Sigue igual

6. ¿Cómo considera Ud. la calidad de sus servicios de saneamiento en su domicilio?

- a) Muy bueno
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo
- e) Muy malo

SALUD

7. ¿En los seis últimos meses, cuántos niños viven en su domicilio?

- a) uno
- b) dos
- c) tres
- d) cuatro
- e) Más de cuatro.

8. ¿Con que frecuencia, hay presencia de moscas en su domicilio?

- a) Muy frecuentemente
- b) frecuentemente
- c) Regularmente
- d) Poco frecuente
- e) No hay presencia de moscas

9. ¿Cómo considera Ud. Las condiciones higiénicas en su vivienda?

- a) Muy bueno
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo
- e) Muy malo

10. ¿Con que frecuencia se enferman sus hijos (as)?

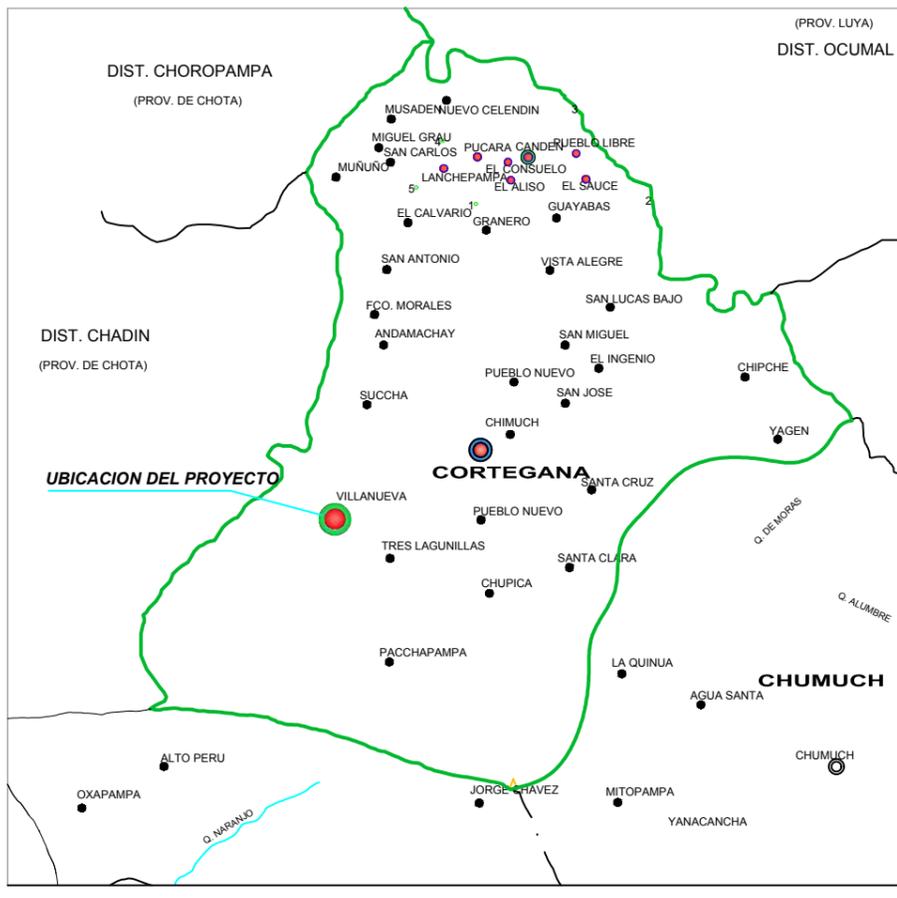
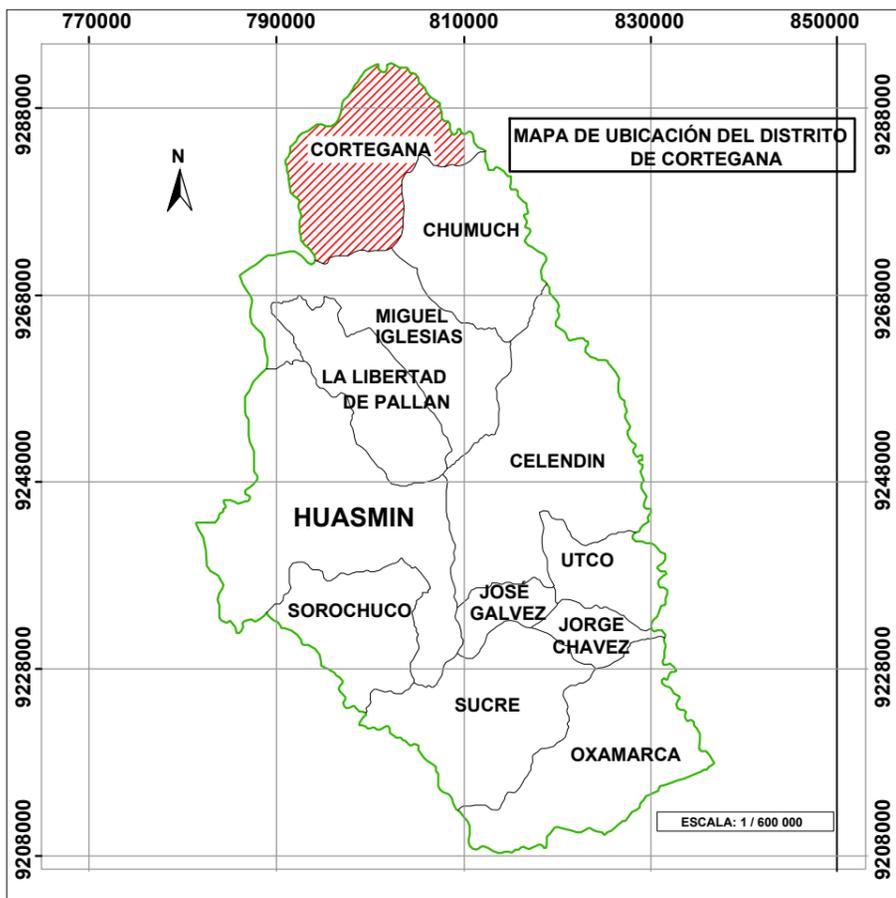
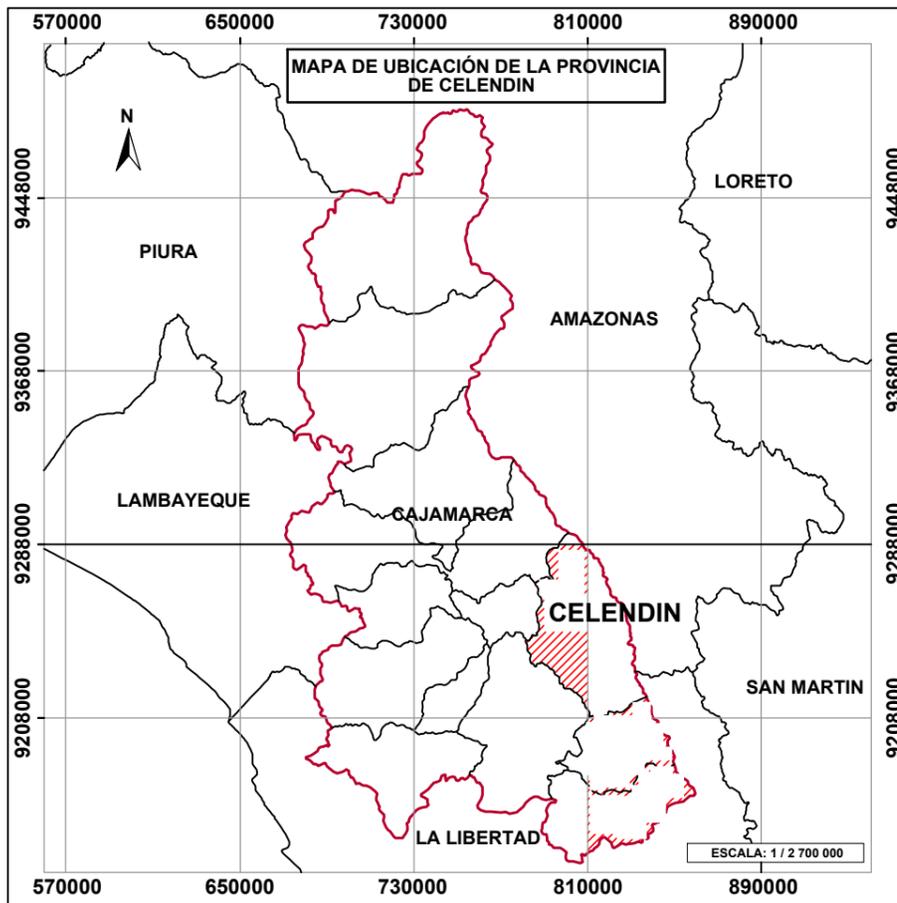
- a) una vez a la semana
- b) una vez al mes
- c) do veces al mes
- d) tres veces al mes
- e) más de tres veces al mes
- f) no se enferman con frecuencia

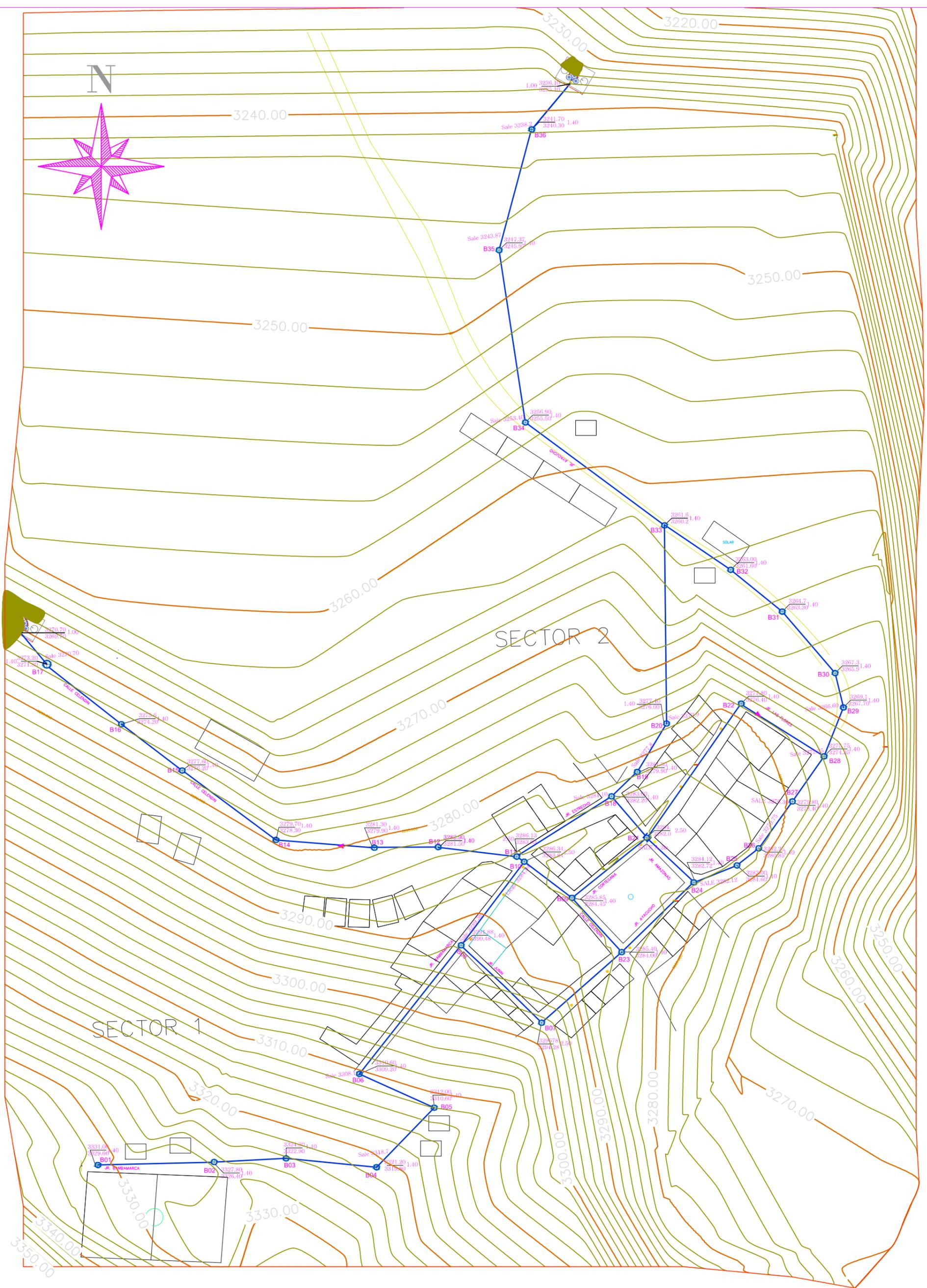
11. ¿Conoce Ud. Las razones de las enfermedades de sus hijos(as) ?

- a) Si
- b) No

12. ¿Conoce Ud. Las enfermedades prevalentes en su hijo(a) ?

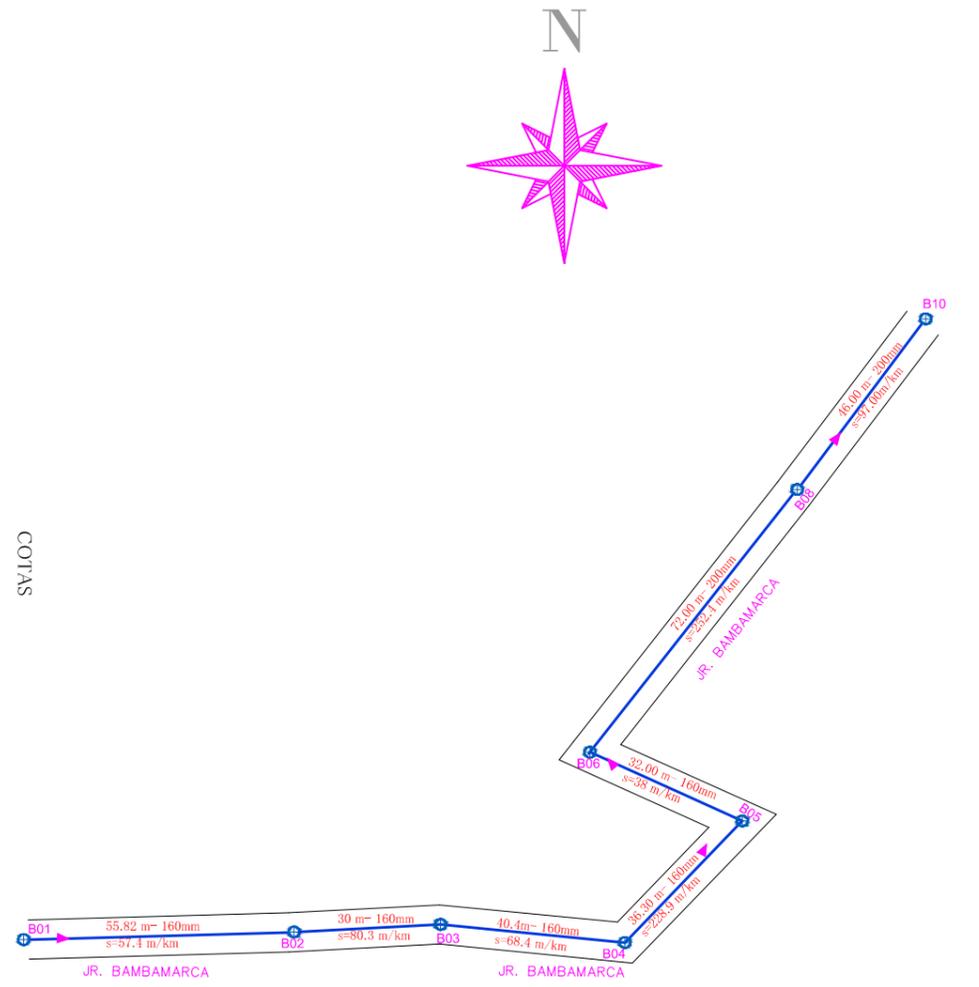
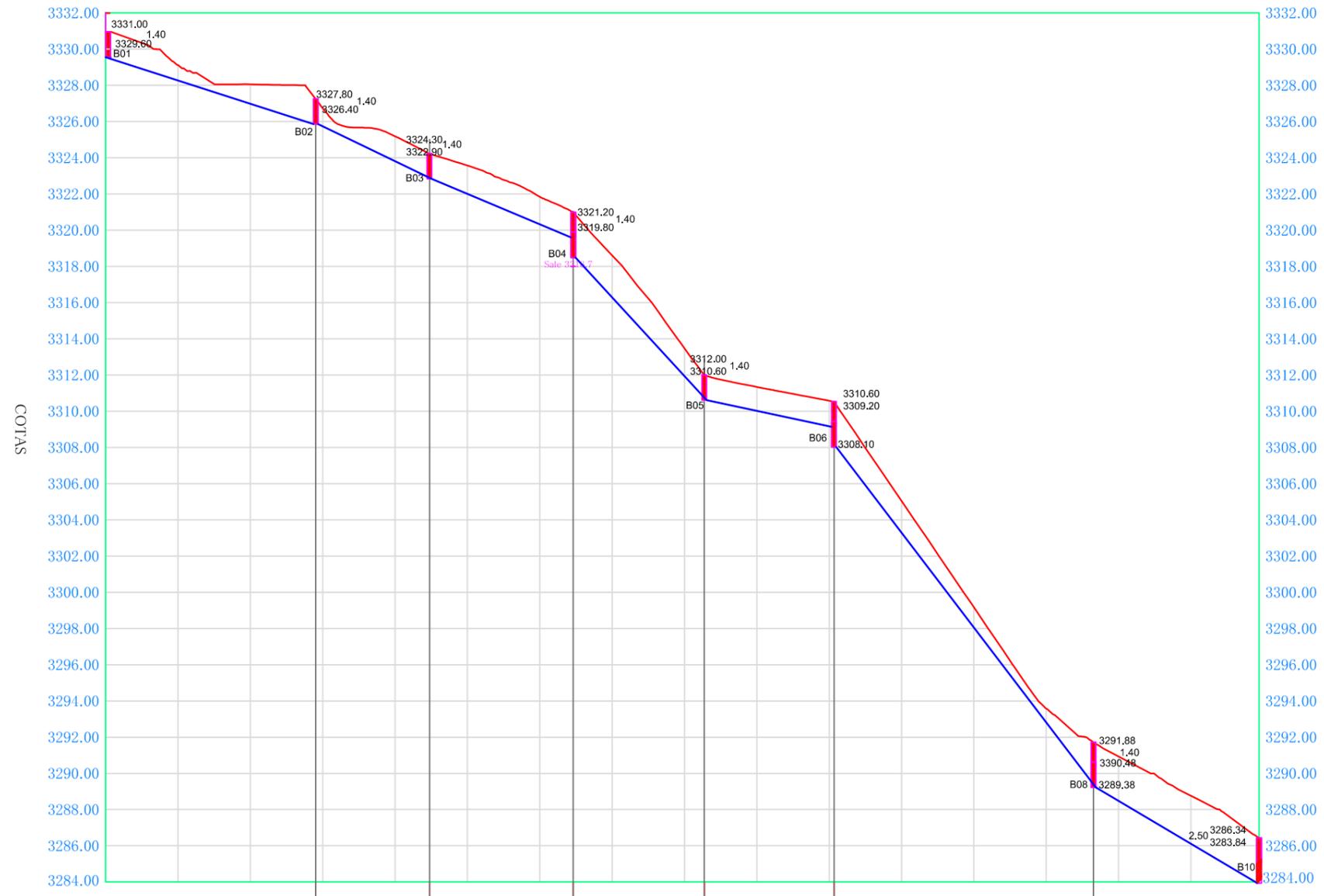
- a) Diarreas o Desinteria
- b) Fiebre tifoidea
- c) Parásitos intestinales
- d) Enfermedades gastrointestinales
- e) Otras especifique: _____
- f) Ninguna





 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	FECHA	OCT-2018
	TESIS : SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL PERIODO 2017-2018	
PLANO:	PLANTA SISTEMA DE SANEAMIENTO	
BACHILER:	ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS	ESCALA: INDICADA
		L-1

PERFIL LONGITUDINAL CALLE BAMBAMARCA
EH:1000
EV:200

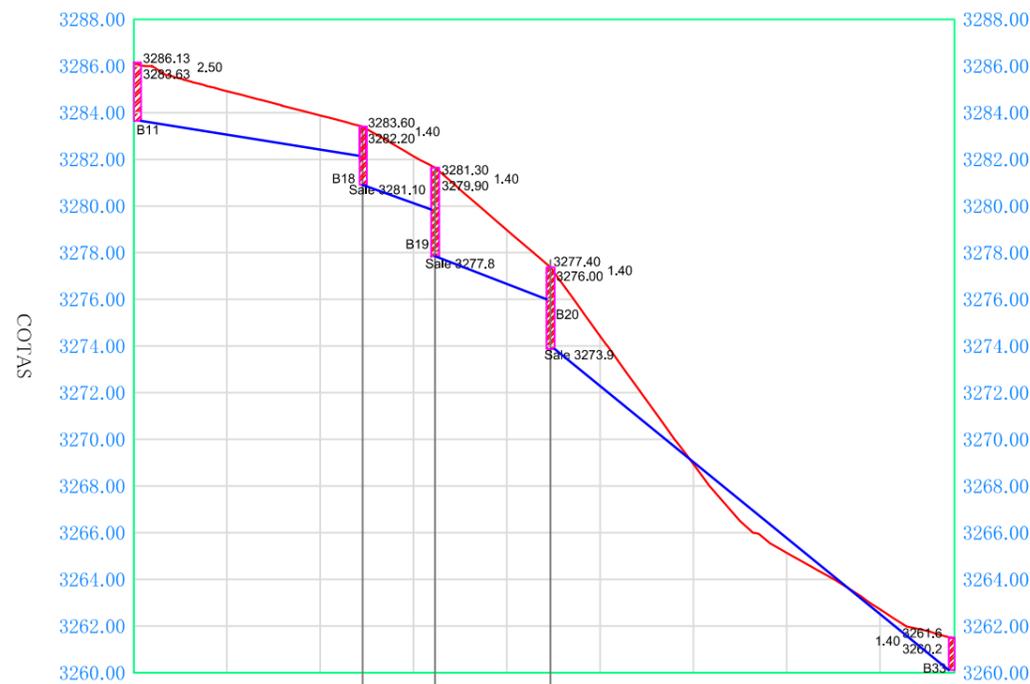
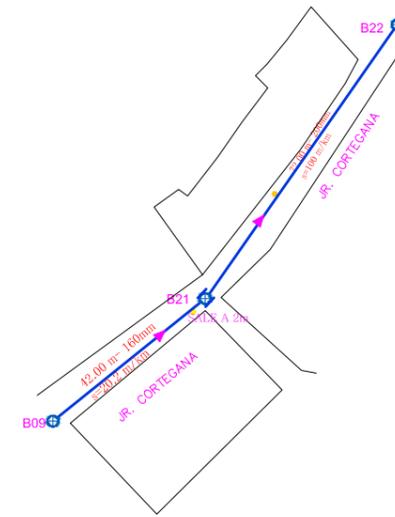
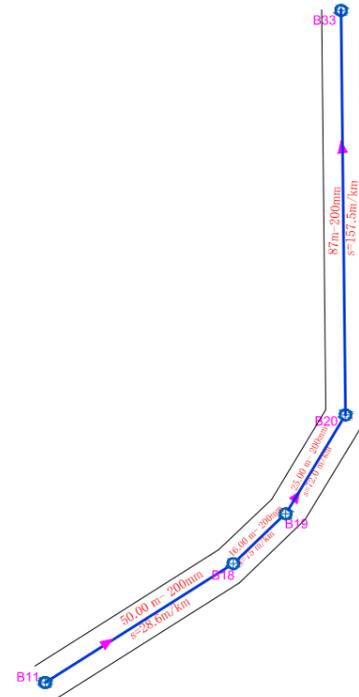


DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 160mm										PVC UF NORMA 4435 DN 160mm										PVC UF NORMA 4435 DN 200mm														
COTA TERRENO	3330.51	3329.11	3328.07	3328.05	3328.01	3326.73	3325.66	3325.18	3324.19	3323.57	3322.77	3321.84	3320.81	3318.60	3316.22	3313.48	3311.75	3311.34	3310.95	3310.58	3307.98	3305.05	3302.11	3299.17	3296.23	3293.57	3292.03	3290.93	3289.96	3288.76	3287.70	3286.43			
PENDIENTE	57.4‰					80.3‰					68.4‰					228.9‰					38‰					252.4‰					97‰				
DISTANCIA	L=55.82 m					L=30.5 m					L=40 m					L=36.30 m					L=32 m					L=72 m					L=46 m				
KILOMETRAJE	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300																				

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	FECHA OCT-2017
	ANEXO 8
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL CALLE BAMBAMARCA	L-3
BACHILER: ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS	
ESCALA: INDICADA	



PERFIL LONGITUDINAL Jr ESTRECHO
EH:1000
EV:200



PERFIL LONGITUDINAL Jr CORTEGANA
EH:1000
EV:200

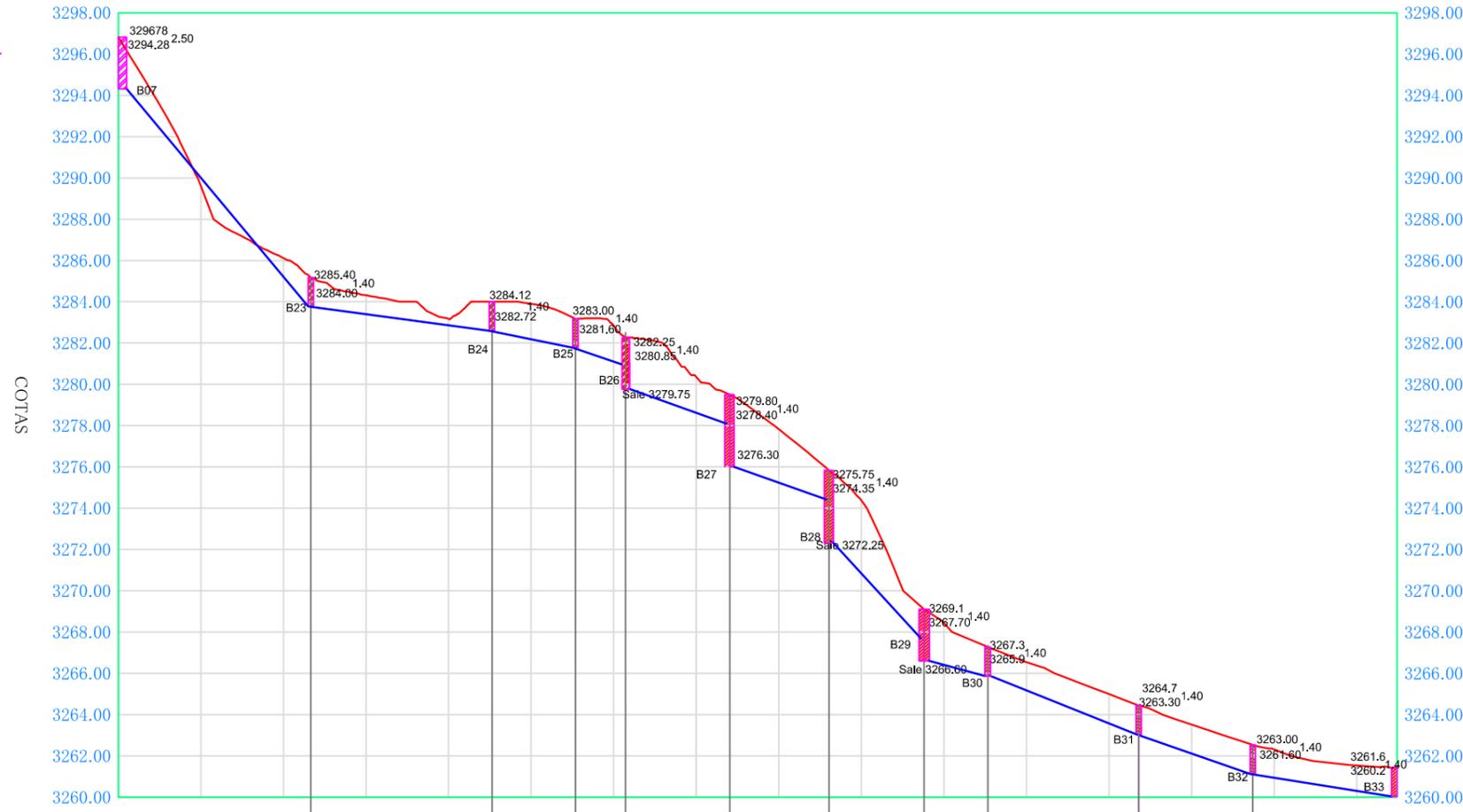


DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 200mm										PVC UF NORMA 4435 DN 200mm									
COTA TERRENO	3286.15	3285.46	3284.92	3284.40	3283.89	3283.30	3282.14	3280.70	3278.97	3277.19	3274.43	3271.66	3268.93	3266.51	3265.14	3264.02	3262.72	3261.81	3261.47	
PENDIENTE	28.6‰					75‰			72‰		157.5‰									
DISTANCIA	L=50 m					L=16 m			L=25 m		L=87 m									
KILOMETRAJE	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160												

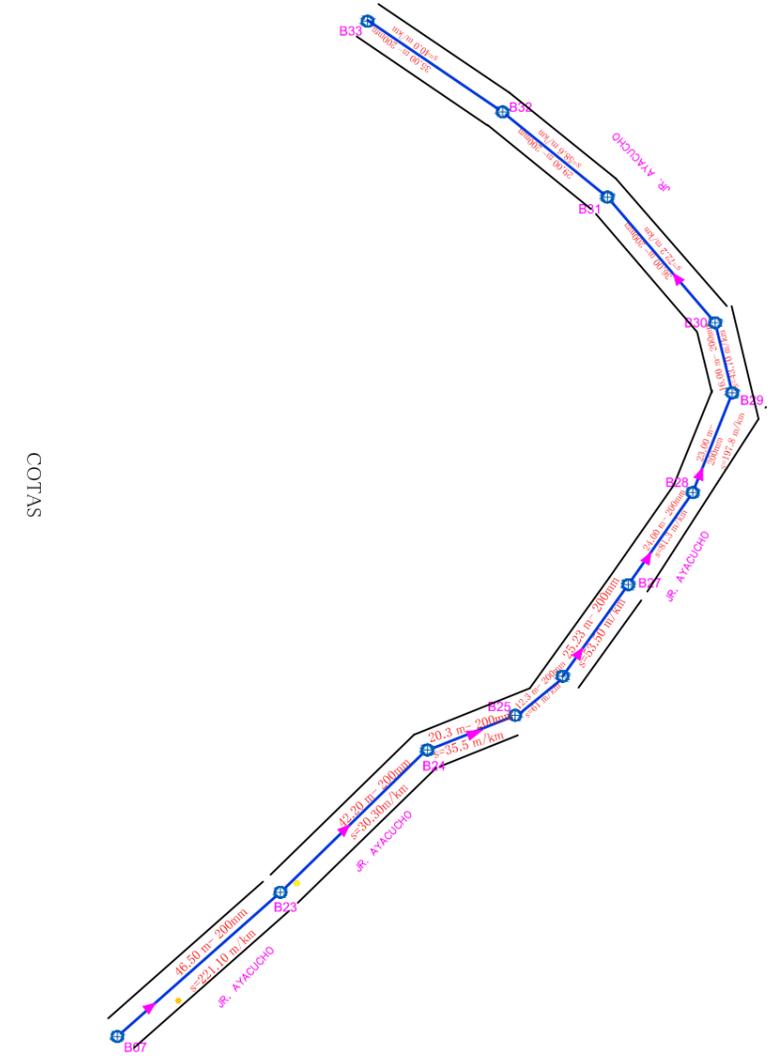
DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 160mm					PVC UF NORMA 4435 DN 200mm						
COTA TERRENO	3285.87	3284.86	3284.00	3284.00	3284.00	3284.00	3284.00	3283.14	3282.05	3282.02	3279.03	3277.49
PENDIENTE	20.2‰					100‰						
DISTANCIA	L=42 m					L=72 m						
KILOMETRAJE	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100							

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		FECHA OCT-2017
TESIS : SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL PERIODO 2017-2018		
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL JR ESTRECHO Y JR CORTEGANA		ANEXO 9
BACHILER: ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS		ESCALA: INDICADA

PERFIL LONGITUDINAL Jr AYACUCHO
EH:1000
EV:200

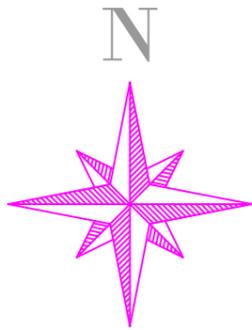


DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 200mm																																
COTA TERRENO	3296.81	3293.56	3289.60	3287.17	3286.11	3284.93	3284.32	3284.00	3283.18	3284.00	3283.90	3283.25	3282.85	3282.10	3280.35	3279.30	3277.82	3276.20	3274.37	3270.06	3268.44	3267.33	3266.54	3265.76	3264.99	3264.28	3263.52	3262.85	3262.31	3261.74	3261.54	3261.46	
PENDIENTE		221.10‰		30.30‰		35.50‰	61‰	53.50‰	81.3‰	30.30‰	197.8‰	72.2‰	58.6‰		40‰																		
DISTANCIA		(B7) L=46.50 m	(B8) L=42.20 m	(B9) L=20.3 m	(B10) L=12.1 m	(B11) L=25.23 m	(B12) L=24 m	(B13) L=22.97 m	(B14) L=23 m	(B15) L=36 m	(B16) L=29 m	(B17) L=35 m	(B18)																				
KILOMETRAJE		0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300																	

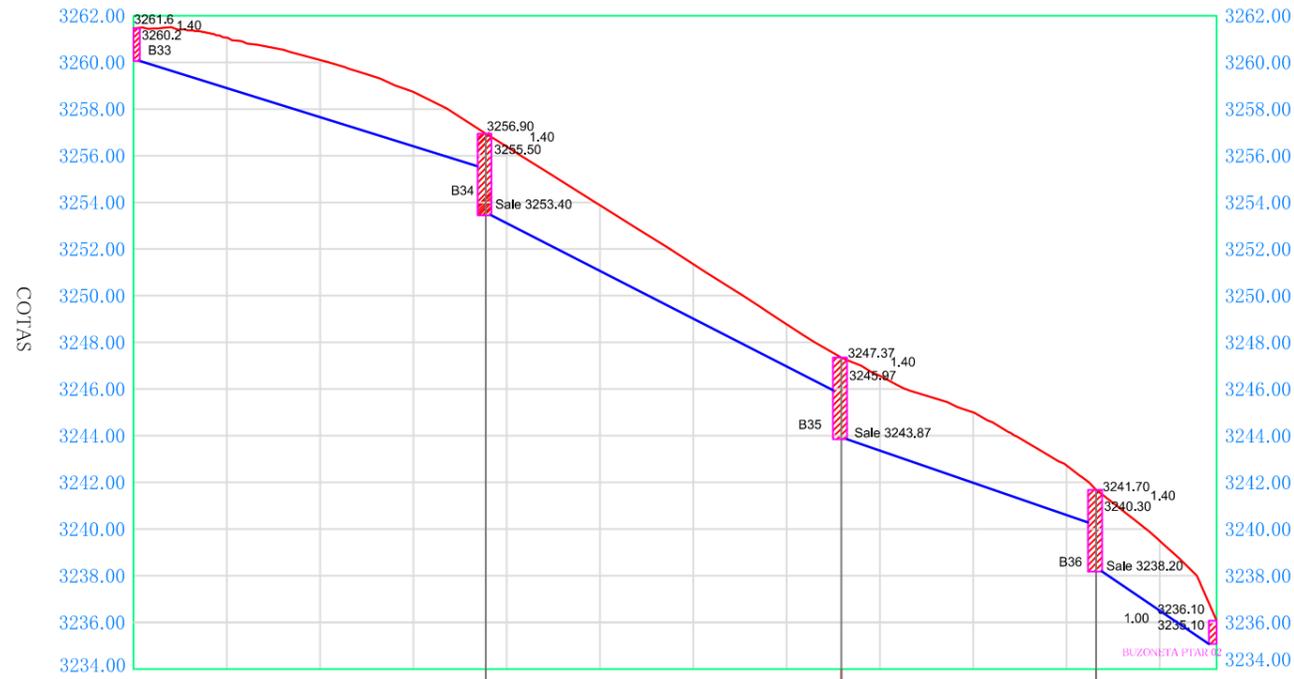


	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	FECHA OCT-2017
	TESIS : SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL PERIODO 2017-2018	ANEXO 10
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL Jr AYACUCHO DESDE B07-HASTA B33		ESCALA: INDICADA
BACHILER: ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS		

L-5

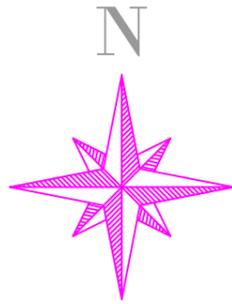


PERFIL LONGITUDINAL Jr AYACUCHO Bz-33 HASTA EL TANQUE
EH:1000
EV:200

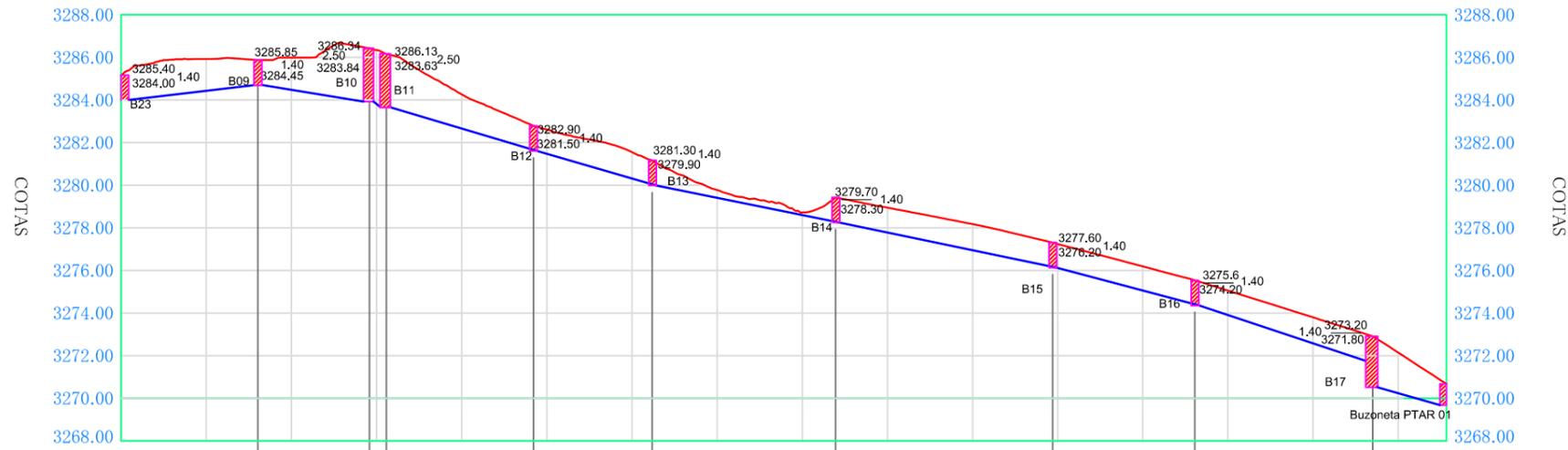
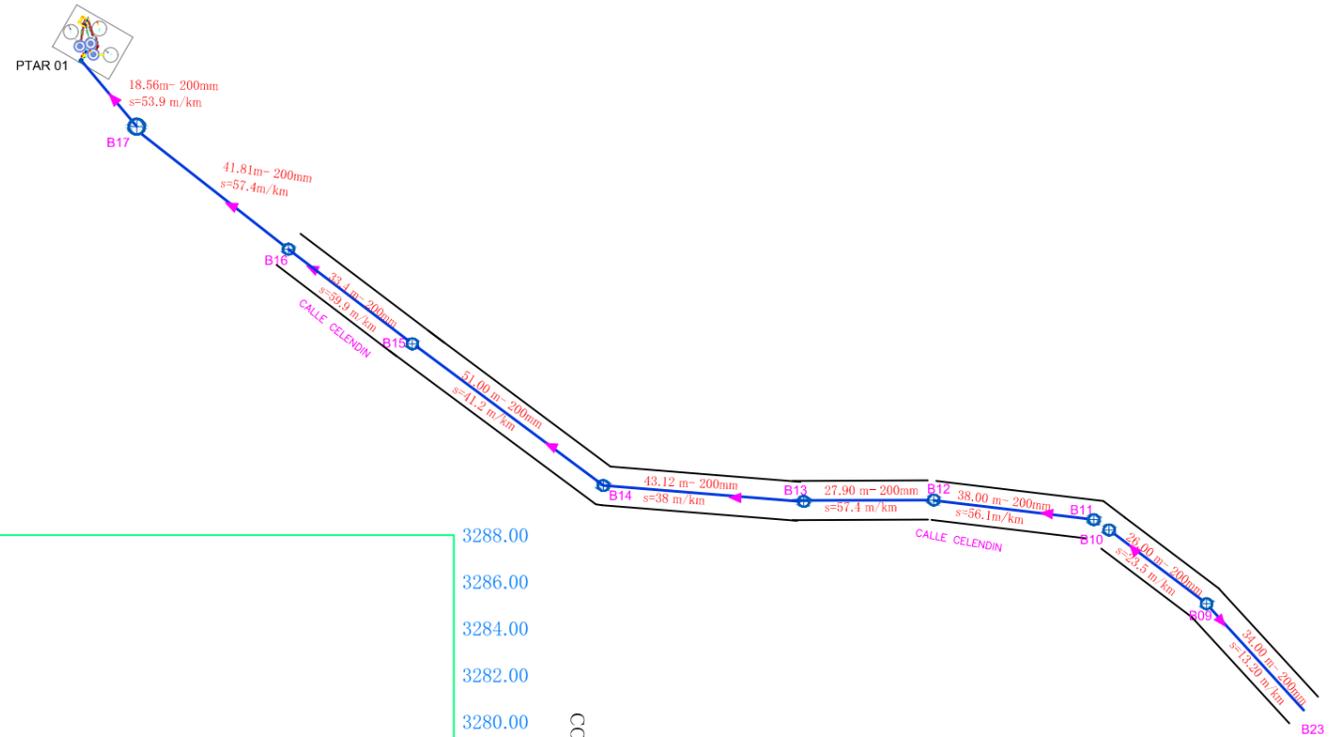


DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 200mm										PVC UF NORMA 4435 DN 200mm										PVC UF NORMA 4435 DN 200mm										PVC UF NORMA 4435 DN 150mm													
COTA TERRENO	3261.46	3261.40	3261.06	3260.62	3260.10	3259.48	3258.73	3257.65	3256.38	3255.13	3253.88	3252.62	3251.36	3250.08	3248.78	3247.55	3246.56	3245.71	3245.01	3243.89	3242.73	3241.12	3239.50	3237.08	3236.68	3236.10	3235.10	3234.00																
PENDIENTE	61.8‰										97.10‰										64.9‰										119.20‰													
DISTANCIA	L=76 m										L=76.50 m										L=55 m										L=26 m													
KILOMETRAJE	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220

	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	FECHA
	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	OCT-2017
TESIS : SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL PERIODO 2017-2018.		ANEXO 11
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL Jr AYACUCHO DESDE B33-HASTA PTAR		
BACHILER:	ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS	ESCALA: INDICADA
		L-6

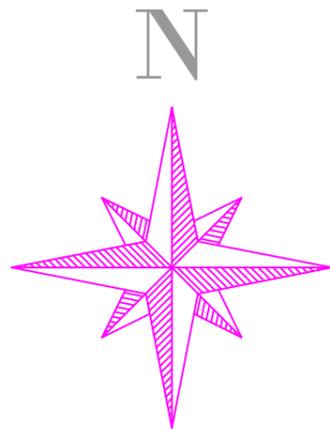


PERFIL LONGITUDINAL CALLE CELENDIN
EH:1000
EV:200

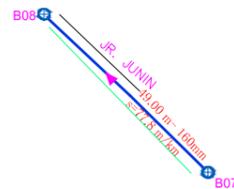


DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 200mm																															
COTA TERRENO	3285.17	3285.87	3285.92	3285.91	3285.99	3286.57	3286.34	3285.40	3284.26	3283.38	3282.61	3282.14	3281.55	3280.61	3279.77	3279.29	3278.72	3279.34	3278.95	3278.56	3278.17	3277.73	3277.24	3276.72	3276.19	3275.66	3275.05	3274.42	3273.80	3273.17	3272.14	3270.85
PENDIENTE		13.20‰		23.5‰		58.1‰		57.4‰		38‰		41.2‰		52.7‰		57.4‰		53.9‰														
DISTANCIA		1=34 m		1=26 m		1=38 m		1=27.90 m		1=43.12 m		1=51 m		1=33.40 m		1=41.81 m		1=18.5 m														
KILOMETRAJE		0+020		0+040		0+060		0+080		0+100		0+120		0+140		0+160		0+180		0+200		0+220		0+240		0+260		0+280		0+300		

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	FECHA	OCT-2017
	ANEXO 12	
TESIS : SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL PERIODO 2017-2018		
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL CALLE CELENDIN		
BACHILER: ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS	ESCALA: INDICADA	

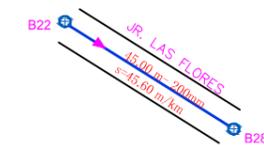


PERFIL LONGITUDINAL JR JUNIN EH:1000
EV:200



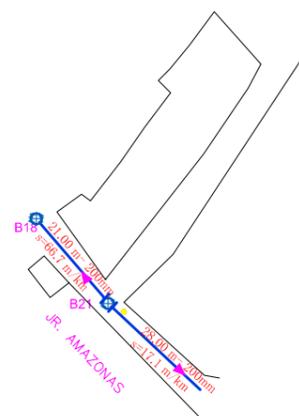
DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 200mm
COTA TERRENO	3296.81 3295.43 3293.86 3291.95 3291.68 3291.72
PENDIENTE	77.8‰
DISTANCIA	L=49 m
KILOMETRAJE	0+020 0+040

PERFIL LONGITUDINAL JR LAS FLORES
EH:1000
EV:200



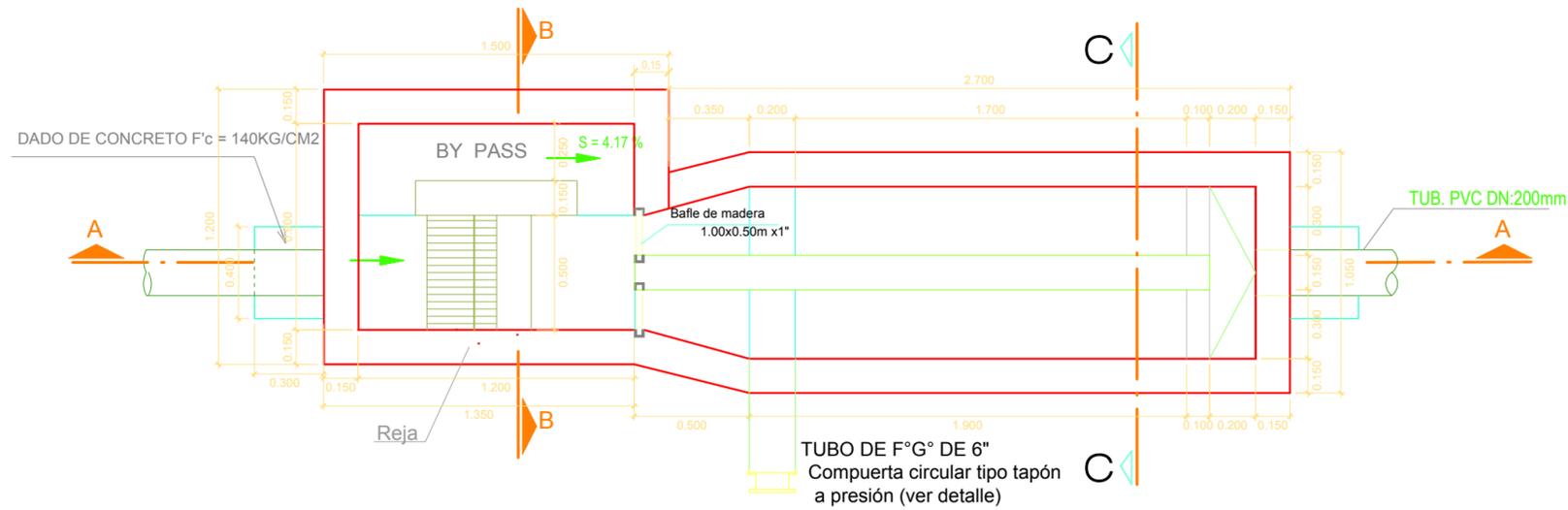
DIAMETRO DE TUBERIA	
COTA TERRENO	3277.49 3277.70 3277.74 3277.13 3276.17 3275.83
PENDIENTE	45.60‰
DISTANCIA	L=45 m
KILOMETRAJE	0+020 0+040

PERFIL LONGITUDINAL JR AMAZONAS
EH:1000
EV:200

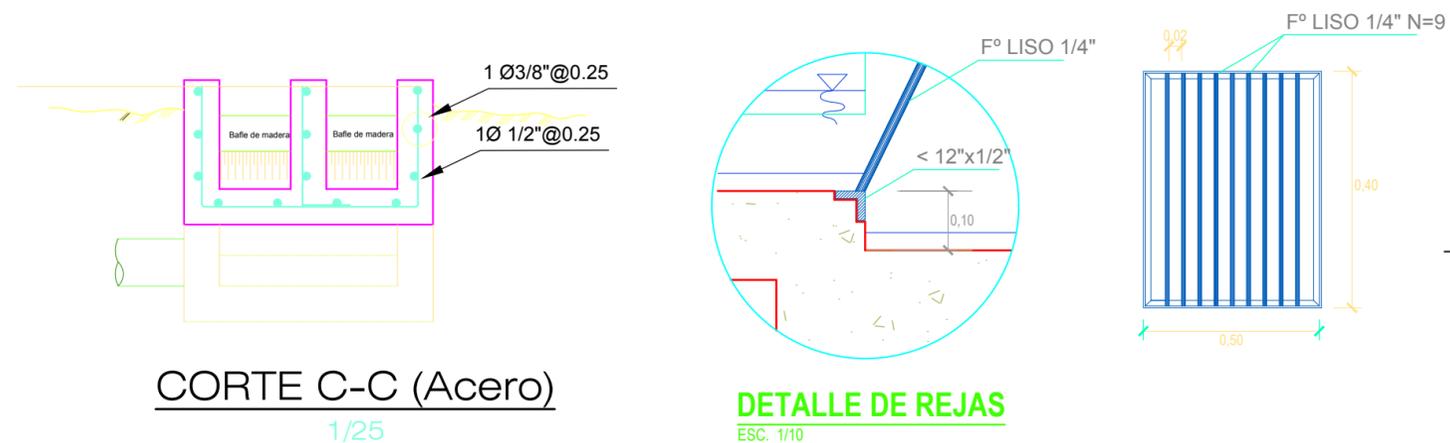
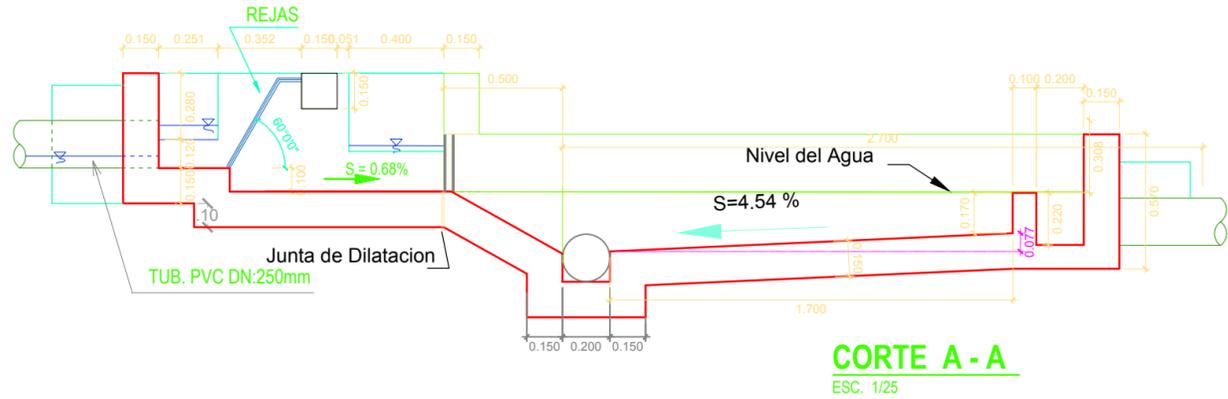


DIAMETRO DE TUBERIA	PVC UF NORMA 4435 DN 200mm
COTA TERRENO	3283.40 3284.13 3284.00 3284.00 3284.00 3284.00 3284.00
PENDIENTE	19‰ 17.1‰
DISTANCIA	L=21 m L=28 m
KILOMETRAJE	0+020 0+040

	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	FECHA OCT-2017
	TESIS : SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL PERIODO 2017-2018	ANEXO 13
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL JR JUNIN-JR LAS FLORES-JR AMAZONAS		L-8
BACHILER: ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS	ESCALA: INDICADA	

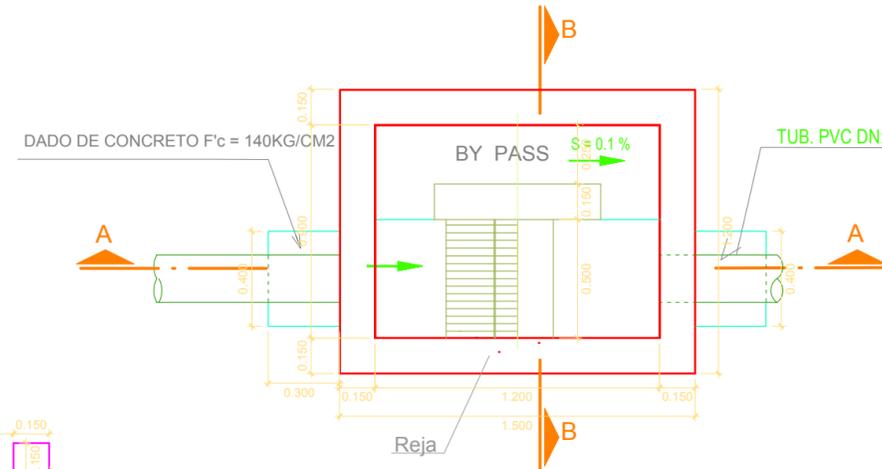


PLANTA DE CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR
ESC. 1/25

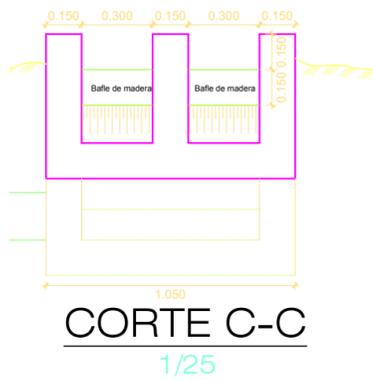


CORTE C-C (Acero)
1/25

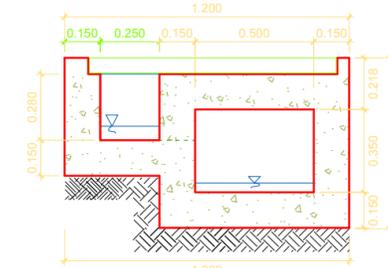
DETALLE DE REJAS
ESC. 1/10



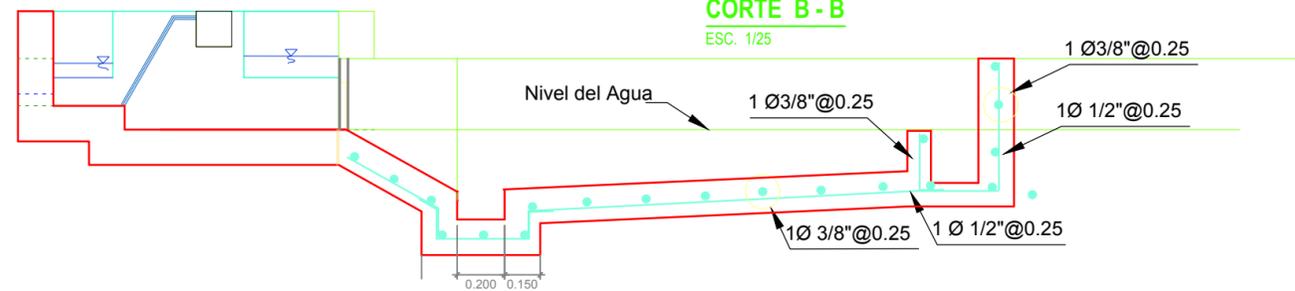
PLANTA DE CAMARA DE REJAS
ESC. 1/25



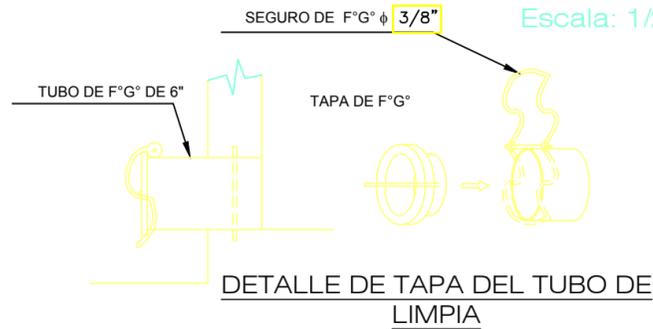
CORTE C-C
1/25



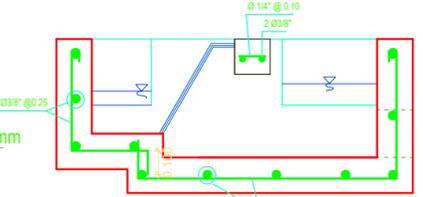
CORTE B-B
ESC. 1/25



CORTE A-A (Acero)
Escala: 1/25



DETALLE DE TAPA DEL TUBO DE LIMPIA



DETALLE DE ARMADURA (CAMARA DE REJAS)
ESC. 1/25

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO ARMADO	En losa de fondo: F'c = 210 kg/cm ²
	En muros: F'c = 210 kg/cm ²
CONCRETO SIMPLE	Solado e = 4" F'c = 140 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	Sider. Grado 60, f _y = 4200 kg/cm ²
ESFUERZO PORT. DEL TERRENO	Mínimo σ = 0.92 kg/cm ²
	En losa de fondo R = 7.50 cm
RECUBRIMIENTOS	En muros R = 3.00cm
REVOQUES	En interiores con Impermeabilizante 1.2
	En exteriores Tarpeo 1.5

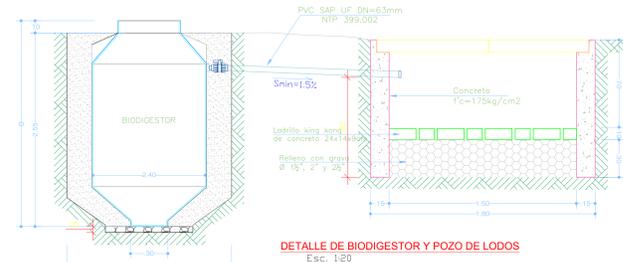
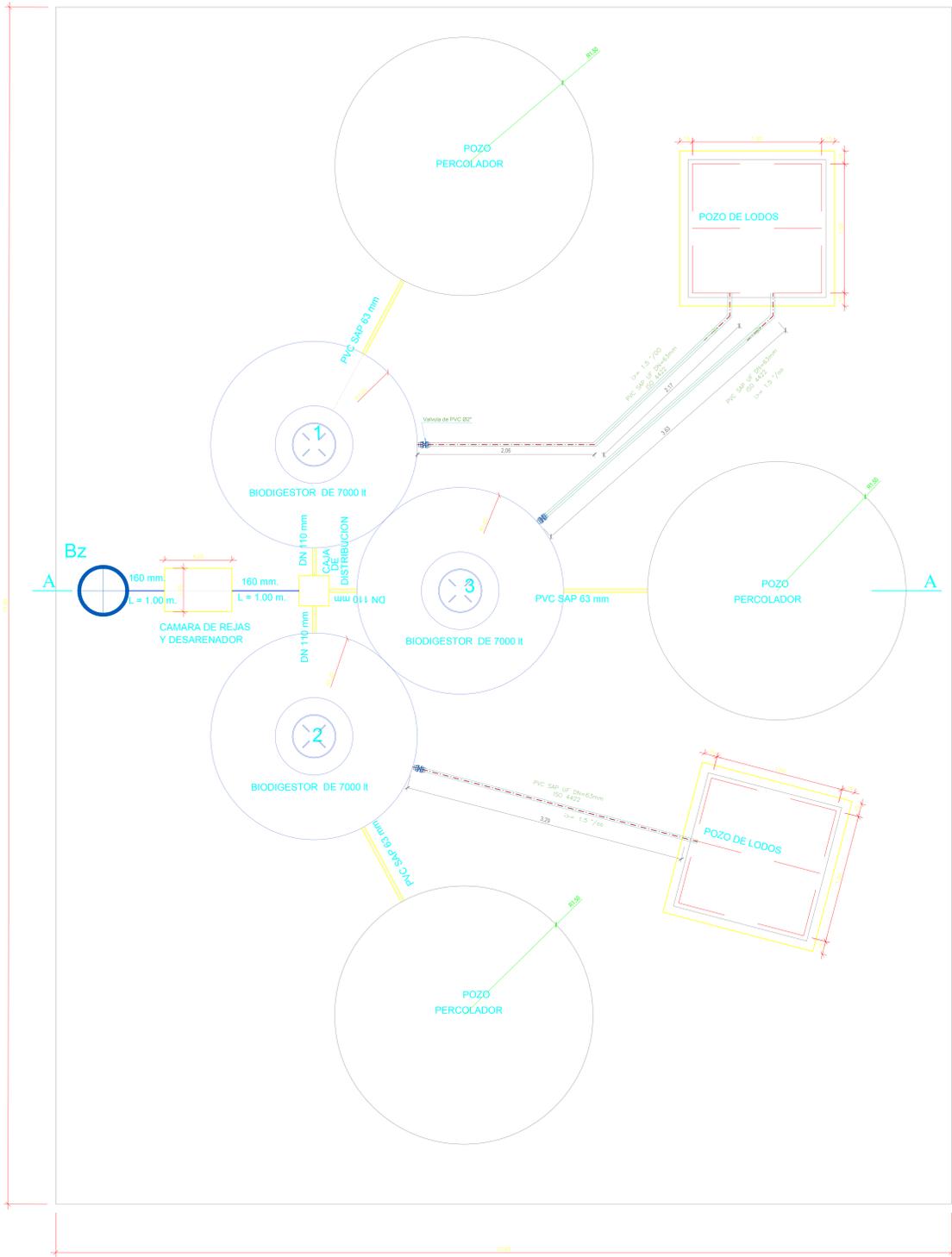


TAPAS PRE-FABRICADAS (TÍPICO)
ESCALA: 1/10

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	FECHA	OCT-2017
	ANEXO	14
TESIS : SISTEMA DE SANEAMIENTO Y CONDICIONES DE VIDA EN EL CENTRO POBLADO DE VILLANUEVA, DISTRITO DE CORTEGANA, PROVINCIA DE CELENDIN, DURANTE EL PERIODO 2017-2018. PLANO: CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR	BACHILER:	ANTONY JUNIOR RODRIGUEZ ROJAS
	ESCALA:	INDICADA
L-9		

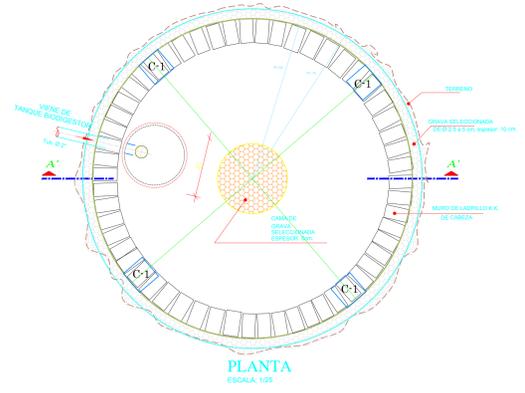
PLANTA DE DISTRIBUCION

Esc. 1:25



DETALLE DE BIODIGESTOR Y POZO DE LODOS
Esc. 1:20

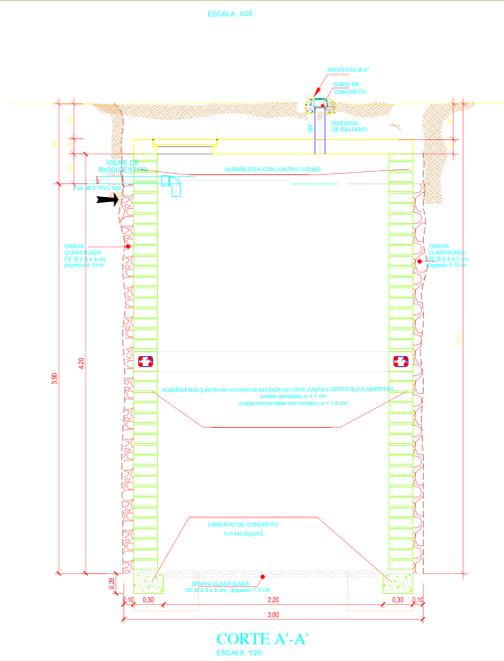
DETALLES TÍPICOS POZO PERCOLADOR



PLANTA
ESCALA: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BIODIGESTOR					
CONCEPTO	UNIDAD	600 lt.	1300 lt.	3000 lt.	7000 lt.
Capacidad	Litros	600	1300	3000	7000
Altura máxima (B)	metros	1.65	1.97	2.68	2.66
Diámetro máximo (A)	metros	0.90	1.20	1.50	2.40
Altura de cono (F)	metros	0.32	0.45	0.72	1.10
Profundidad entrada de aguas tratadas	metros	0.30	0.30	0.30	0.30
Capacidad solo aguas negras domiciliarias	personas	5	10		
Capacidad de aguas negras y jaboneros domiciliarias	personas	2	5		
Capacidad oficinas	personas	20	10		

CARACTERÍSTICAS CÁMARA DE EXTRACCIÓN DE LODOS					
CONCEPTO	UNIDAD	600 lt.	1300 lt.	3000 lt.	7000 lt.
Largo (A)	metros	0.60	0.60	1.00	1.50
Ancho (B)	metros	0.60	0.60	1.00	1.50
Altura (h)	metros	0.30	0.60	0.60	0.70
Volumen de Lodos	Litros	100	200	800	1100

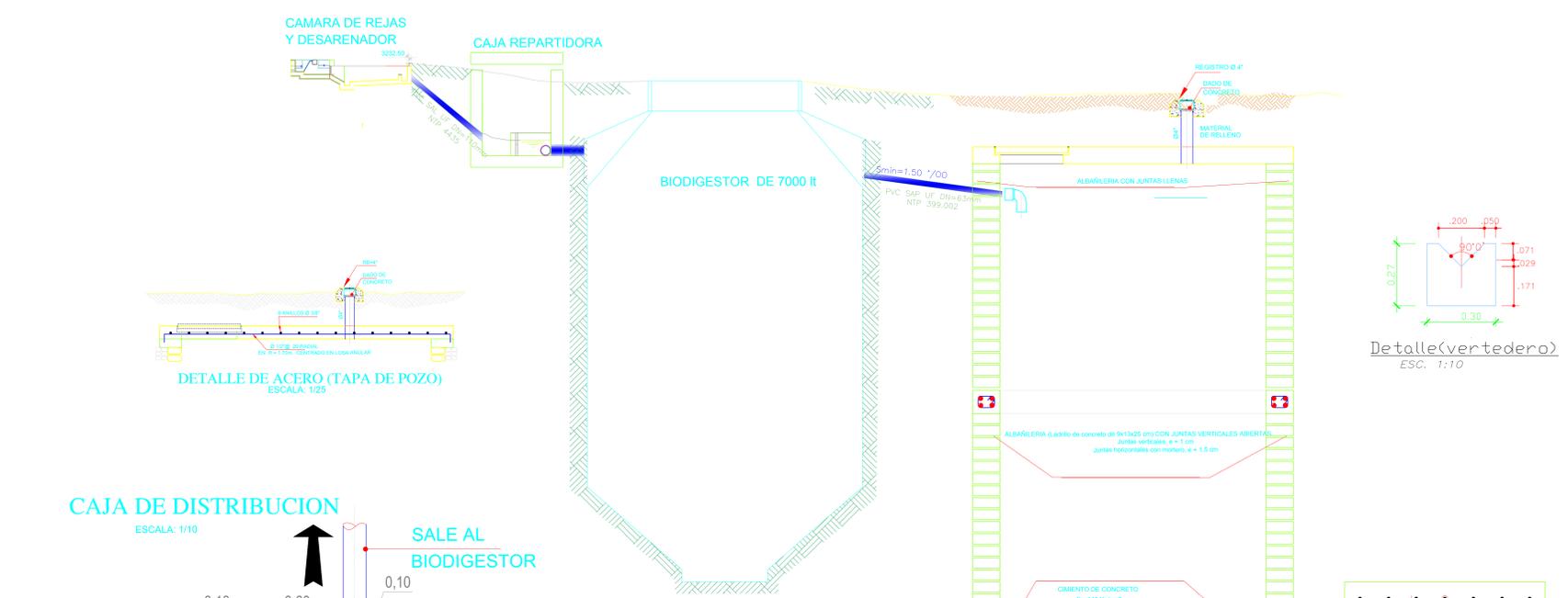


CORTE A'-A'
ESCALA: 1/25



Bz

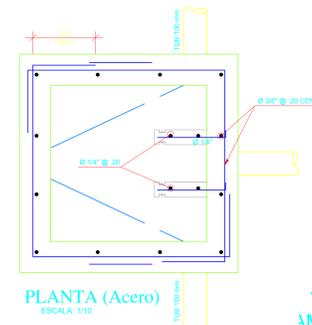
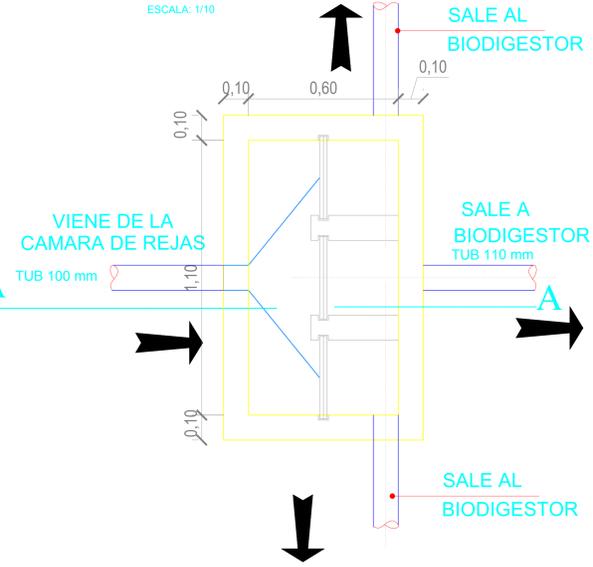
A



CORTE A-A
ESCALA: 1/20

CAJA DE DISTRIBUCION

ESCALA: 1/10



PLANTA (Acero)
ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Biodigester)
Transporte: No se debe rotar por el suelo, evitar contacto con material angular
Instalación: No instalar en suelos pantanosos, de relleno o sujetos a inundación
relleno con material propio, sin rocas y/o grupos, pero antes llenar el tanque con agua no potable

VIENE DE LA CÁMARA DE REJAS

TUB 110 mm

MURETE SEPARADOR

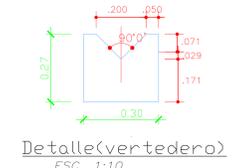
SALE AL BIODIGESTOR Tub. Ø 110 mm

VERTEDERO

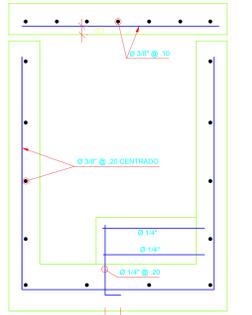
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
CONCRETO: f'c = 210 Kg/cm2
f'c = 100 Kg/cm2 (SOLADO)
ACERO: fy = 4.200 Kg/cm2
RECUBRIMIENTO: MUROS = 5.00 cm; LOSA DE FONDO = 5.00cm;
LOSA DE TECHO = 3.00 cm.
REVESTIMIENTO: EN TANQUE SEPTICO, TARRAJEAR LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA INCLUYENDO EL CIELO FRAZO CON MEZCLA 1:3 CEMENTO:ARENA DE 2.00cm. DE ESPESOR, ACABADO FROTACHADO FINO. UTILIZAR IMPERMEABILIZANTE.



TAPAS PRE-FABRICADAS (TÍPICO)
ESCALA: 1/20



Detalle (vertedero)
ESC. 1:10



CORTE A'-A'
ESCALA: 1/25

PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOS ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 1: Hoyo seco ventilado en pésimas condiciones



Foto 2: Estructura deteriorada de letrinas en las viviendas



FOTOS ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 3: Estado deteriorado de las letrinas públicas



Foto 4: Letrina cercana a la vivienda con puerta caída



FOTOS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 5: Excavaciones para colocación de buzón



Foto 6: Vaciado de concreto del buzón



FOTOS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 7: Excavación de zanja para la red colectora de alcantarillado



Foto 8: Instalación de tubería PVC de 6 y 8 pulgadas



FOTOS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 9: Tramo con pendiente crítica



Foto 10: cámara de rejas y desarenador



FOTOS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 11: Instalación del biodigestor de 7000lt



Foto 12: Pozo Percolador



FOTOS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 13: Pozos de Percolación



Foto 14: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)



**FOTOS DESPUES DE LA CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL
NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO**

Foto 15: Cámara de rejas y desarenador contruidos y en funcionamiento



Foto 16: Nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) concluida



**FOTOS DESPUES DE LA CONSTRUCCION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL
NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO**

Foto 17: Servicios higiénicos con conexión a la red de alcantarillado



Foto 18: Servicios higiénicos (Inodoro, Lavatorio, ducha y Lavatorio de ropa externo)



APLICACIÓN DE ENCUESTAS ANTES DE LA CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 19: Aplicación de encuestas antes de la construcción y funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento.



Foto 20: Aplicación de encuesta a una pobladora del lugar **antes** de la construcción y funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento



APLICACIÓN DE ENCUESTAS DESPUES DE LA CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

Foto 21: Aplicación de la encuesta **después** de la construcción y funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento



Foto 22: Aplicación de encuesta a una pobladora del lugar **después** de la construcción y funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento

