



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**TESIS**

**“Mejoramiento y ampliación de los servicios de  
agua potable y alcantarillado sanitario para las  
habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz  
y las Torres de la Molina del Sector Morro Solar  
bajo de la Ciudad de Jaén, Departamento de  
Cajamarca”.**

**Autores:**

Bach. Llontop Chavesta Lisbet Janet  
Bach. Paredes Delgado Rómulo Paul

**Asesor:**

Dra. Liz Amelia J. Morales Cabrera

**Línea de Investigación:**

Ingeniería de Procesos - Ingeniería Sanitaria

**Pimentel – Perú**

**2018**

## **PRESENTACIÓN DE LA APROBACIÓN**

Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para las Habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Las Torres de La Molina del Sector Morro Solar Bajo de la Ciudad de Jaén, Departamento De Cajamarca.

Aprobación del informe de investigación

---

Msc. Guerrero Millones Ana María

**Asesor Metodólogo**

---

Dr. Coronado Zuloeta Omar

**Presidente del jurado de tesis**

---

Ing. Arriola Carrasco Guillermo Gustavo

**Secretario del jurado de tesis**

---

Mg. Idrogo Pérez César Antonio

**Vocal del jurado de tesis**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, por sus bendiciones e iluminar mi camino, por brindarme la fuerza necesaria para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional.

A mi madre por sus consejos, comprensión, amor y apoyo en los buenos y malos momentos para seguir adelante y concretar una meta más en mi formación académica y personal.

A mis hermanas por estar siempre presentes brindándome su apoyo incondicional.

A mi tío Dante por brindarme sus conocimientos y ayudarme en el transcurso de mi carrera profesional.

A mis docentes, por las enseñanzas y conocimientos brindados, en especial el Ing. Pablo Valdivia que cumple la misión de formar y preparar a los estudiantes

**Lisbet Janet**

Dedico esta tesis a Dios, por añadir en mi vida a las personas correctas en mi camino como futuro profesional y que junto a su lado están mis tíos Ricardo, Richard y Rosa, que me dejaron valores que se encuentran grabados en mí ser.

A mi Familia, en especial a mi Mama Elva que, en algún momento difícil de mi vida, nunca dudaron en brindarme su apoyo.

A mis hermanos Ronald y Paola, por regalarme esas palabras de aliento cuando más lo necesitaba.

A mi madre Luz Mery por su humildad y a mi padre Rómulo por su carácter, soy la persona que formaron gracias a su esfuerzo y sacrificio.

**Rómulo Paúl**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradecer a Dios por ayudarnos a enfrentar los retos que se me presentan día a día.

A nuestros padres por habernos proporcionado la mejor educación, apoyo, comprensión y lecciones de vida, así como también por darnos aliento para no desmayar en el camino.

A nuestros asesores metodólogos de Tesis Dra. Juanitaflor Morales Cabrera, Msc. Ana María Millones Guerrero, Dra. Gioconda del Socorro Sotomayor Nunura por su conocimiento, orientación, paciencia y motivación, que han sido fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

A todos aquellos Ingenieros que nos dieron aportes y nos brindaron su apoyo de manera desinteresada, al Dr. Omar Coronado Zuloeta, Ing. Pedro Pablo Valdivia Chacón, Ing. Guillermo Arriola Carrasco, Ing César Idrogo Pérez.

Al técnico Wilson por brindarnos sus conocimientos, confianza y tiempo para apoyarnos en laboratorio, por su buen trato y amabilidad para atendernos ante alguna duda y a todas aquellas personas que hayan contribuido con el desarrollo de esta tesis.

**Los autores**

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>16</b>
1.1 Situación problemática .....	16
1.1.1 A Nivel Internacional .....	16
1.1.2 A Nivel Nacional.....	18
1.1.3 A Nivel Local .....	29
1.1.3.1 Ubicación geográfica.....	31
1.1.3.2 Superficie total .....	33
1.1.3.3 Clima.....	33
1.1.3.4 Geología .....	33
1.1.3.5 Geomorfología.....	33
1.1.3.6 Accesibilidad .....	33
1.1.3.7 Aspecto socioeconómico .....	34
1.1.3.8 Análisis de demanda.....	35
1.1.3.9 Diagnostico de los sistemas existentes .....	36
1.1.3.10 Déficit de los sistemas de agua potable y alcantarillado .....	36
1.2 Formulación del problema.....	37
1.3 Delimitación de la investigación .....	37
1.4 Justificación e importancia de la investigación.....	37
1.4.1 Justificación social .....	37
1.4.2 Justificación económica .....	38
1.4.3 Justificación ambiental .....	38
1.5 Objetivos de la investigación.....	38
1.5.1 Objetivo general .....	38
1.5.2 Objetivos específicos.....	38
1.6 Antecedentes de Estudios .....	39
1.6.1 A nivel Internacional .....	39
1.6.2 A Nivel Nacional.....	40
1.6.3 A Nivel Local .....	41
1.7 Estado de arte .....	41

1.8 Base teórica científica.....	42
1.8.1 Topografía.....	42
1.8.1.1 Reconocimiento del lugar.....	43
1.8.1.2 Instrumentos utilizados.....	44
1.8.2 Estudio de mecánica de suelos.....	45
1.8.2.1 Identificación para el muestreo de suelos.....	45
1.8.2.2 Exploración de muestras.....	45
1.8.2.3 Muestreo de suelos.....	45
1.8.2.4 Propiedades físicas del suelo.....	46
1.8.2.5 Clasificación SUCS.....	47
1.8.3 Datos básicos de diseño.....	49
1.8.3.1 Sistema de agua potable.....	49
1.8.3.2 Sistema de alcantarillado.....	57
1.8.4 Estudio de calidad de agua.....	63
1.8.4.1 Propiedades y generalidades del agua.....	63
1.8.4.2 Usos del agua.....	63
1.8.4.3 Calidad del agua.....	64
1.8.5 Impacto ambiental.....	69
1.9 Definición de la terminología.....	72
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>75</b>
2.1 Tipo y diseño de la investigación.....	76
2.1.1 Tipo de investigación.....	76
2.1.2 Diseño de investigación.....	76
2.2 Población y muestra.....	76
2.3 Variables.....	76
2.3.1 Variable independiente.....	76
2.3.2 Variable dependiente.....	76
2.4 Hipotesis.....	77
2.5 Operacionalización.....	78
2.6 Abordaje metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	80
2.6.1 Abordaje metodológico.....	80
2.6.1.1 Métodos de investigación.....	80
2.6.2 Técnicas de recolección de datos.....	80
2.6.3 Instrumentos de recolección de datos.....	80
2.7 Procedimientos para la recolección de datos.....	81
2.7.1 Diagrama de flujo de procesos.....	81
2.7.1.1 Recolección de la información disponible.....	81

2.7.1.2 Adquisición de materiales e insumos.....	82
2.7.1.3 Selección de los equipos a utilizar.....	82
2.7.1.4 Numero de muestras de suelo.....	82
2.7.1.5 Elaboración de ensayos pilotos.....	85
2.7.1.6 Análisis y sistematización de resultados.....	97
2.7.1.7 Evaluación Económica y Ambiental.....	97
2.7.2 Instrumentos, diseño y costos.....	97
2.7.2.1 Instrumentos o guías a utilizar.....	97
2.7.2.2 Diseño.....	98
2.7.2.3 Costos.....	98
2.7.3 Cronograma de actividades.....	100
2.8 Principios éticos.....	102
2.8.1 Respeto y responsabilidad.....	102
2.8.2 Observación participante.....	102
2.9 Criterios de rigor científicos.....	102
2.9.1 Confiabilidad.....	102
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>103</b>
3.1 Censo poblacional.....	104
3.2 Estudio de mecánica de suelos.....	105
3.2.1 Ensayo de contenido de humedad.....	105
3.2.2 Análisis granulométrico por tamizado.....	107
3.2.3 Limites de Atterberg.....	118
3.2.4 Perfiles de suelo.....	120
3.3 Caudales de diseño.....	123
3.3.1 Caudal de diseño de agua potable.....	123
3.3.2 Caudal de diseño de alcantarillado sanitario.....	124
3.4 Dimensionamiento de la red de tuberías de agua potable y alcantarillado y cálculo del diseño hidráulico.....	125
3.4.1 Dimensionamiento de las redes de agua potable.....	125
3.4.2 Dimensionamiento de las redes de Alcantarillado sanitario.....	133
3.5 Estudio de calidad de agua.....	141
3.5.1 Análisis físico químico.....	141
3.5.1.1 Físico.....	141
3.5.1.2 Químico.....	142
3.5.1.3 Bacteriológico.....	143
3.6 Impacto Ambiental.....	144
<b>IV. DISCUSION.....</b>	<b>146</b>
4.1 Dimensionamiento de la red de tuberías de agua potable y alcantarillado.....	146

4.1.1 Red de agua potable .....	146
4.1.2 Red de alcantarillado sanitario .....	147
4.2 Impacto Ambiental .....	148
4.3 Mantenimiento del sistema de agua potable y alcantarillado .....	150
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>157</b>
5.1 Conclusiones .....	158
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>160</b>
6.1 Recomendaciones.....	161

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de la población según formas de abastecimiento de agua, según área de residencia: 2010-2016 .....	21
Tabla 2: Porcentaje de la población según formas de acceso a servicios higiénicos, según área de residencia: 2010-2016 .....	25
Tabla 3: Datos estadísticos del grado de educación de las familias .....	34
Tabla 4: Ensayos normalizados .....	46
Tabla 5: Dotación de agua.....	51
Tabla 6: Coeficientes de rugosidad en la fórmula de Hazen-Williams .....	55
Tabla 7: Presiones de servicio .....	56
Tabla 8: Factor de reingreso o relación desagüe-Agua .....	57
Tabla 9: Abreviaturas y designación del caudal de diseño para cada componente del sistema de abastecimiento .....	62
Tabla 10: Abreviaturas y designación del caudal de diseño para cada componente del sistema de abastecimiento .....	62
Tabla 11: Límite máximo permisible de parámetro de turbidez .....	65
Tabla 12: Límite máximo permisible de parámetro de PH .....	65
Tabla 13: Límite máximo permisible de parámetro de conductividad eléctrica.....	66
Tabla 14: Límite máximo permisible de parámetro de solidos totales disueltos .....	66
Tabla 15: Límite máximo permisible de parámetro de cloruros .....	67
Tabla 16: Límite máximo permisible de parámetro de sulfatos .....	67
Tabla 17: Límite máximo permisible de parámetro de dureza.....	67
Tabla 18: Límite máximo permisible de parámetro de nitrato .....	68
Tabla 19: Límite máximo permisible de parámetros microbiológicos.....	69

Tabla 20: Matriz de involucrados.....	70
Tabla 21: Impactos negativos.....	71
Tabla 22: Impactos positivos.....	72
Tabla 23: Operacionalizacion de variable dependiente .....	78
Tabla 24: Operacionalizacion de variable independiente .....	79
Tabla 25: Instrumentos para el diagnostico .....	97
Tabla 26: Costos generales del proyecto de investigación .....	98
Tabla 27: Cronograma de actividades .....	100
Tabla 28: Número total de lotes .....	123
Tabla 29: Caudales de diseño de agua potable .....	123
Tabla 30: Parámetros de diseño de alcantarillado sanitario .....	124
Tabla 31: Caudal promedio de alcantarillado sanitario .....	125
Tabla 32: Caudal máximo horario de alcantarillado sanitario .....	125
Tabla 33: Dimensionamiento hidráulico en los tramos de tubería de H.U. Las Torres de la Molina.....	127
Tabla 34: Dimensionamiento hidráulico en los tramos de tubería de H.U. Sergio Díaz .....	129
Tabla 35: Dimensionamiento hidráulico en los tramos de tubería de H.U. Santa Victoria .....	131
Tabla 36: Resultados con Watercad en HH.UU. Las Torres de la Molina, Sergio Díaz y Santa Victoria .....	132
Tabla 37: Caudales de contribución en H.U. Las Torres de la Molina .....	134
Tabla 38: Caudales de contribución en H.U. Sergio Díaz .....	136
Tabla 39: Caudales de contribución en H.U. Santa Victoria .....	138
Tabla 40: Verificación por criterio hidráulico, autolimpieza e índice de Pomeroy en H.U. Las Torres de la Molina .....	138
Tabla 41: Verificación por criterio hidráulico, autolimpieza e índice de Pomeroy en H.U. Sergio Díaz.....	139
Tabla 42: Verificación por criterio hidráulico, autolimpieza e índice de Pomeroy en H.U. Santa Victoria .....	139
Tabla 43: Resultados en Sewercad en H.U. Las Torres de la Molina – Sergio Díaz .....	140
Tabla 44: Resultados en Sewercad en H.U. Santa Victoria .....	141
Tabla 45: Resultados de análisis físicos del agua .....	141
Tabla 46: Resultados de análisis químicos del agua.....	142
Tabla 47: Resultados de análisis microbiologicos-parasitologico del agua .....	143
Tabla 48: Encuesta de probabilidad de algún eventual desastre en la zona .....	144

Tabla 49: Diámetros en tuberías de agua potable en H.U. Las Torres de la Molina .....	146
Tabla 50: Diámetros en tuberías de agua potable en H.U. Sergio Díaz .....	146
Tabla 51: Diámetros en tuberías de agua potable en H.U. Santa Victoria .....	147
Tabla 52: Diámetros en tuberías de alcantarillado en H.U. Las Torres de la Molina.....	147
Tabla 53: Diámetros en tuberías de alcantarillado en H.U. Sergio Díaz.....	147
Tabla 54: Diámetros en tuberías de alcantarillado en H.U. Santa Victoria.....	148
Tabla 55: Objetivos y metas de impacto ambiental .....	149
Tabla 56: Mantenimiento preventivo de la red de distribución de agua potable .....	150
Tabla 57: Mantenimiento preventivo de válvulas.....	151
Tabla 58: Mantenimiento preventivo de medidores .....	152
Tabla 59: Mantenimiento preventivo de alcantarillado sanitario .....	153

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Formas de abastecimiento de agua potable .....	20
Figura 2: Porcentaje de la población que accede a agua por red publica .....	22
Figura 3: Porcentaje de la población sin acceso a agua por red publica .....	23
Figura 4: Porcentaje de la población de las provincias de Cajamarca sin acceso a agua potable .....	24
Figura 5: Formas de acceso a saneamiento básico según departamentos del Perú.....	26
Figura 6: Porcentaje de la población de las provincias de Cajamarca sin acceso a alcantarillado sanitario.....	27
Figura 7: Colapso de desagüe en las calles de Tumbes .....	28
Figura 8: Habilitación Urbana Las Torres de la Molina .....	30
Figura 9: Habilitación Urbana Sergio Díaz .....	30
Figura 10: Habilitación Urbana Santa Victoria .....	31
Figura 11: Mapa de ubicación del proyecto de investigación.....	32
Figura 12: Ubicación según google earth – Sector Morro solar Bajo .....	32
Figura 13: Modelo de medidor de agua desarrollado por Kamstrup.....	42
Figura 14: Vista panorámica general de las HH.UU – Morro Solar Bajo.....	43
Figura 15: Vista en coordenadas de las HH.UU – Morro Solar Bajo .....	44
Figura 16: Carta de plasticidad.....	47
Figura 17: Simbología de suelos .....	49

Figura 18: Detalle de tubería en tensión tractiva .....	60
Figura 19: Inicio de perforación .....	83
Figura 20: Uso de posteadora para extracción de muestra .....	83
Figura 21: Extracción de muestra .....	84
Figura 22: Observación del color de suelo .....	84
Figura 23: Muestras húmedas extraídas de la zona de estudio .....	85
Figura 24: Muestras secas retiradas del horno y previamente pesarlas .....	86
Figura 25: Observación del peso de las muestras .....	87
Figura 26: Muestras a saturar .....	87
Figura 27: Lavado de muestras por la malla N°200 .....	88
Figura 28: Tamizado de muestras .....	88
Figura 29: Peso de muestras para realizar límites de consistencia .....	89
Figura 30: Obtención de mezclas de consistencia plástica .....	90
Figura 31: Separación de muestra de copa Casagrande .....	91
Figura 32: Extracción de muestra del horno .....	91
Figura 33: Amasado de muestras para limite plástico .....	92
Figura 34: Formación de bastoncillos .....	93
Figura 35: Muestras a agitar .....	94
Figura 36: Muestras a reposar .....	95
Figura 37: Extracción de muestras de la estufa .....	95
Figura 38: Colocación de muestras en beaker .....	96
Figura 39: Beaker extraídos del horno .....	96
Figura 40: Pesado de beaker mas muestra seca .....	97
Figura 41: Número de habitantes en cada Habitación Urbana .....	104
Figura 42: Número de viviendas en cada Habitación Urbana .....	104
Figura 43: Porcentaje de humedad de muestras de suelo, desde PI-P6 .....	105
Figura 44: Porcentaje de humedad de muestras de suelo, desde P7-P11 .....	106
Figura 45: Curva granulométrica de perforación 1 - muestra 1 .....	107
Figura 46: Curva granulométrica de perforación 1 - muestra 2 .....	107
Figura 47: Curva granulométrica de perforación 2 - muestra 1 .....	108
Figura 48: Curva granulométrica de perforación 2 - muestra 2 .....	108
Figura 49: Curva granulométrica de perforación 3 - muestra 1 .....	109

Figura 50: Curva granulométrica de perforación 3 - muestra 2 .....	109
Figura 51: Curva granulométrica de perforación 4 - muestra 1 .....	110
Figura 52: Curva granulométrica de perforación 4 - muestra 2 .....	110
Figura 53: Curva granulométrica de perforación 5 - muestra 1 .....	111
Figura 54: Curva granulométrica de perforación 5 - muestra 2 .....	111
Figura 55: Curva granulométrica de perforación 6 - muestra 1 .....	112
Figura 56: Curva granulométrica de perforación 6 - muestra 2 .....	112
Figura 57: Curva granulométrica de perforación 7 - muestra 1 .....	113
Figura 58: Curva granulométrica de perforación 7 - muestra 2 .....	113
Figura 59: Curva granulométrica de perforación 8 - muestra 1 .....	114
Figura 60: Curva granulométrica de perforación 8 - muestra 2 .....	114
Figura 61: Curva granulométrica de perforación 9 - muestra 1 .....	115
Figura 62: Curva granulométrica de perforación 9 - muestra 2 .....	115
Figura 63: Curva granulométrica de perforación 10 - muestra 1 .....	116
Figura 64: Curva granulométrica de perforación 10 - muestra 2 .....	116
Figura 65: Curva granulométrica de perforación 11 - muestra 1 .....	117
Figura 66: Curva granulométrica de perforación 11 - muestra 2 .....	117
Figura 67: Resultados de Limites de Atterberg, desde P1-P6 .....	118
Figura 68: Resultados de Limites de Atterberg, desde P7-P11 .....	119
Figura 69: Red de distribución de caudales de agua potable en H.U Las Torres de la Molina	126
Figura 70: Red de distribución de caudales de agua potable en H.U Sergio Díaz .....	128
Figura 71: Red de distribución de caudales de agua potable en H.U Santa Victoria .....	130
Figura 72: Red de distribución de caudales de alcantarillado sanitario en H.U Las Torres de la Molina .....	133
Figura 73: Red de distribución de caudales de alcantarillado sanitario en H.U Sergio Díaz ...	135
Figura 74: Red de distribución de caudales de alcantarillado sanitario en H.U Santa Victoria	137
Figura 75: Planta de tratamiento de Jaén .....	150
Figura 76: Limpieza de los tramos iniciales de los colectores .....	155
Figura 77: Limpieza manual de las alcantarillas .....	156

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Contenido de humedad .....	46
Ecuación 2: Contenido de sales .....	46
Ecuación 3: Coeficiente máximo diario .....	51
Ecuación 4: Caudal promedio diario de agua potable.....	52
Ecuación 5: Caudal máximo diario de agua potable.....	52
Ecuación 6: Caudal máximo horario de agua potable.....	52
Ecuación 7: Método de Hardy Cross .....	54
Ecuación 8: Método de Hazen-Williams .....	55
Ecuación 9: Caudal promedio diario de alcantarillado .....	58
Ecuación 10: Caudal máximo diario de alcantarillado .....	58
Ecuación 11: Caudal máximo horario de alcantarillado .....	58
Ecuación 12: Pendiente mínima .....	59
Ecuación 13: Método de Maning .....	59
Ecuación 14: Tensión tractiva .....	60
Ecuación 15: Índice de Pomeroy .....	601

## RESUMEN

La falta de agua potable y alcantarillado sanitario es uno de los problemas a nivel mundial. Estos servicios, son la mayor prioridad en la salud pública, en especial el abastecimiento de agua y recolección de agua residuales. Este trabajo de investigación se realizó con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas en las habilitaciones urbanas Torres de la Molina, Sergio Díaz Santa Victoria.

Su población fue de 578 habitantes y 250 viviendas. Se realizó un estudio de suelos, lo que se obtuvo que la mayor parte del área de la investigación, está conformado por un suelo arcilloso y limoso. Se calcularon los caudales de diseño tanto para agua potable con un caudal de 20lts/s y para alcantarillado sanitario que se dedujo de acuerdo a cada habilitación urbana, como es en Santa Victoria un caudal máximo horario (Qmh) de 1.5lts/s, Sergio Díaz un caudal máximo horario (Qmh) de 2.13lts/s y Las Torres de la Molina un caudal máximo horario (Qmh) de 1.5lts/s. Esto permitió determinar los diámetros de tubería de agua potable de 3" y 4" (PVC) y alcantarillado sanitario de 6" y 8" (PVC).

Se recomienda que la población tenga charlas y capacitaciones, en cuanto al mantenimiento y limpieza de las redes agua potable y alcantarillado.

El presupuesto total fue de s/. 982,039.49, ya que es un proyecto viable, la cual benefició y mejoró la calidad de vida de los pobladores de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Las Torres de la Molina.

## ABSTRACT

The lack of drinkable water and sanitary sewer is one of the principal problems worldwide. These services, they are the major priority in the public health, especially the residual supply of water and water compilation. This project of investigation was realized in order improved the quality of life of the persons in the urban qualifications Towers of the Molina, Sergio Díaz and Holy Victory. A recognition of project place was realized determining 578 inhabitants and 250 housings. It was continued by the investigation realizing a study of soils, which was obtained that most of the area of the investigation, it is shaped by a clayey and slimy soil.

Then, the flows of design were calculated so much for drinkable water by a flow of 20lts/s and for sanitary sewer that was calculated in agreement to every urban fitting out, since it is in Towers of the Molina a maximum hourly flow (Qmh) of 1.5lts/s, Sergio Díaz a maximum hourly flow (Qmh) of 2.13lts/s and Holy Victory a maximum hourly flow (Qmh) of 1.5lts/s. This allowed to determine the diameters of pipeline of drinkable water of 3 " and 4 " (PVC) and sanitary sewer of 6 " and 8 " (PVC).

On the other hand it is necessary that population has chats and trainings, as for the maintenance and cleanliness of the networks drinkable water and sewer. The total budget was of s/. 982,039.49, since it is a viable project, which will benefit and improve the quality of life of the settlers of the urban qualifications Holy Victory, Sergio Díaz and

The Towers of the Molina.

**I.**  
**INTRODUCCIÓN**

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Situación Problemática

El agua, considerada por todos como elemento básico para la vida, puede terminar siendo una de las principales limitaciones y preocupaciones después de algún desastre. La disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficiente es crítica en las etapas inmediatas a la ocurrencia de un evento adverso para brindar atención a los enfermos, el consumo humano y el mantenimiento de las condiciones mínimas de higiene (OPS, 2006).

Actualmente 1000 millones de personas en todo el mundo carecen de acceso al agua potable y alcantarillado, 25 mil personas mueren cada día por no tener acceso al agua en sus hogares. Si bien el agua ocupa el 70% de la superficie del planeta, solo el 0.0025% es potable. Es muy difícil encontrar agua que reúna todas las características para que sea consumida, fundamentalmente por una elevada cantidad de sales (CEYAL, 2015).

### 1.1.1 A nivel Internacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2016 señaló que el agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y otros. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inadecuada exponen a la población a riesgos para su salud. Esto es especialmente cierto en el caso de los centros sanitarios en los que tanto los pacientes como los profesionales quedan expuestos a mayores riesgos de infección y enfermedad cuando no existen servicios de suministro de agua, saneamiento e higiene (OMS, 2016).

En cuanto al deterioro de estos servicios ya mencionados, al menos una decena de calles de El Grove (España) tienen problemas con ello. La concejala de Obras, citado en La Voz de Galicia (2016), dio a conocer que esta situación se da en las principales calles de la localidad. El problema es que la mayoría de esta infraestructura no se ha renovado en años, con lo que las tuberías son demasiado antiguas y no están preparadas para soportar la presión, esto provoca continuas roturas, que en algunos casos obligan a cortar el suministro a los vecinos quedando estos sin acceso al servicio. (M. Alfonso, 2016).

Casos como la antigüedad de tuberías y una menor disponibilidad del agua proveniente del Sistema Lerma y de 90 pozos han provocado una reducción en el suministro para los habitantes de las delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc, Azcapotzalco, Tlalpan e

Iztapalapa de la Ciudad de México mencionó el director del Sistema de Aguas (2015) referido en el periódico La Jornada. La disminución en la delegación Benito Juárez, por ejemplo, ha sido más evidente que en las colonias Nápoles y Portales, principalmente por la antigüedad y malas condiciones de las tuberías de agua potable, que son una constante en la ciudad y provoca miles de pequeñas fugas no visibles, que sólo puede solucionarse renovando una parte significativa de la red (Gomez, 2015).

En Cuba también se tiene serios problemas respecto del agua potable y alcantarillado, tal es así que debe reducirse la incidencia de las enfermedades infecciosas transmitidas por vía fecal-oral a través del agua (MSc. Gallego, y otros, 2014).

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y World Health Organization (WHO) en el año 2012 detallaron que más de 780 millones de personas todavía no tienen acceso a fuentes mejoradas de agua potable y 2,5 millones carecen de saneamiento mejorado (WHO & UNICEF, 2012).

Por otro lado en Costa Rica la falta de agua ocasiona riesgos en la salud, tal es así que Hernández, L; Chamizo, H; Mora, D (2011) mencionaron que a pesar de los Fuentebles avances en el suministro de agua para consumo humano, se identifican importantes problemas en el desempeño de sistemas de abastecimiento de agua administrados por proveedores privados y municipales. Esta preocupación tiene que ver tanto con la potabilización como con las condiciones físico sanitarias del contexto geográfico poblacional donde se asienta la población servida (Hernández, Chamizo, & Mora, 2011).

### **1.1.2 A nivel nacional**

Palacios, A, ex Comandante General de la Marina de Guerra del Perú, citado en diario Expresso (2017) detalló que lamentablemente se tiene un lamentable déficit de agua potable que ubica al país en el último lugar en Sudamérica, 13.5% de peruanos (4 millones) no tienen acceso, con enorme brecha entre la falta de cobertura urbana (15%) y rural (38%), e increíblemente la población peruana debe pagar hasta 5 veces más en camiones cisternas que los que tiene acceso. Respecto a su calidad para el consumo, de acuerdo a normas internacionales, 60% de peruanos no la reciben (18 millones). En desagüe, a nivel nacional el 35% que conforman 10 millones de personas no cuenta con este servicio, y en el ámbito rural llega hasta 85% que son alrededor de 7 millones de personas (Palacios, 2017).

A pesar que Perú se encuentra en el listado de los países que cuentan con la mayor cantidad de recursos hídricos, 7 millones de sus habitantes no tienen acceso a agua potable y muchos

de quienes nominalmente la tienen, sufren recortes y mala calidad de suministro. Del mismo modo, 10 millones de personas no cuentan con acceso a saneamiento.

Asimismo 142 obras de agua y saneamiento equivalentes a 1,159 millones de soles se encuentran paralizadas, más de la mitad debido a deficiencias en la elaboración de los expedientes técnicos. A esto se suma el déficit de abastecimiento de agua de las 50 empresas prestadoras de servicio de saneamiento (EPS), ubicadas principalmente en áreas urbanas (SERVINDI, 2017).

Del 87% de personas que lograron acceso a agua potable al 2016, el 88% de ellas acceden al agua durante 17 horas al día. Guerrero, Presidente del Directorio del Servicio de Agua Potable de Cajamarca (SEDACAJ) referido en RPP Noticias (2016), dio a conocer que los habitantes de esta ciudad podrían tener problemas de abastecimiento del servicio de agua potable en el futuro, si es que actualmente no se ejecutan los proyectos de ampliación de la red. Actualmente se están realizando todos los esfuerzos posibles para ampliar las plantas de tratamiento y los reservorios, pese a las fuertes pérdidas por laudos arbitrales que ascienden a más de 20 millones de soles que mantiene SEDACAJ” (RPP, 2016).

Como ya se viene mencionando los diversos problemas en el país que perjudican a la población respecto del suministro de agua, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2016), citado en RPP Noticias, precisó que ocho millones de peruanos carecen de los servicios de agua potable y alcantarillado. Los estudios y las estadísticas coinciden: cuanto menor es el nivel de acceso a este servicio, menor es el desarrollo de capacidades de la gente, ya que muchas familias de Lima y de las regiones que compran agua a los camiones cisterna se exponen a enfermedades como diarreas, hepatitis A, la fiebre tifoidea, el cólera, entre otras (SUNASS, 2017).



**Figura 1.** Formas de abastecimiento de agua potable.

**Fuente:** Adaptado de RPP, 2016

Al igual que en Tumbes, existe una crítica situación de sanidad en el distrito de José Leonardo Ortiz (Chiclayo). Cubas, E, Alcalde de ese distrito, citado en América Noticias (2016) exigió al Ministerio de Vivienda que inicie a la brevedad los trabajos para cambiar las tuberías rotas. Además informó que hay al menos 20 puntos críticos debido al colapso de los desagües y que el expediente para su reparación aún no está listo a pesar que se firmó un convenio con el Ministerio de Vivienda hace 15 días.

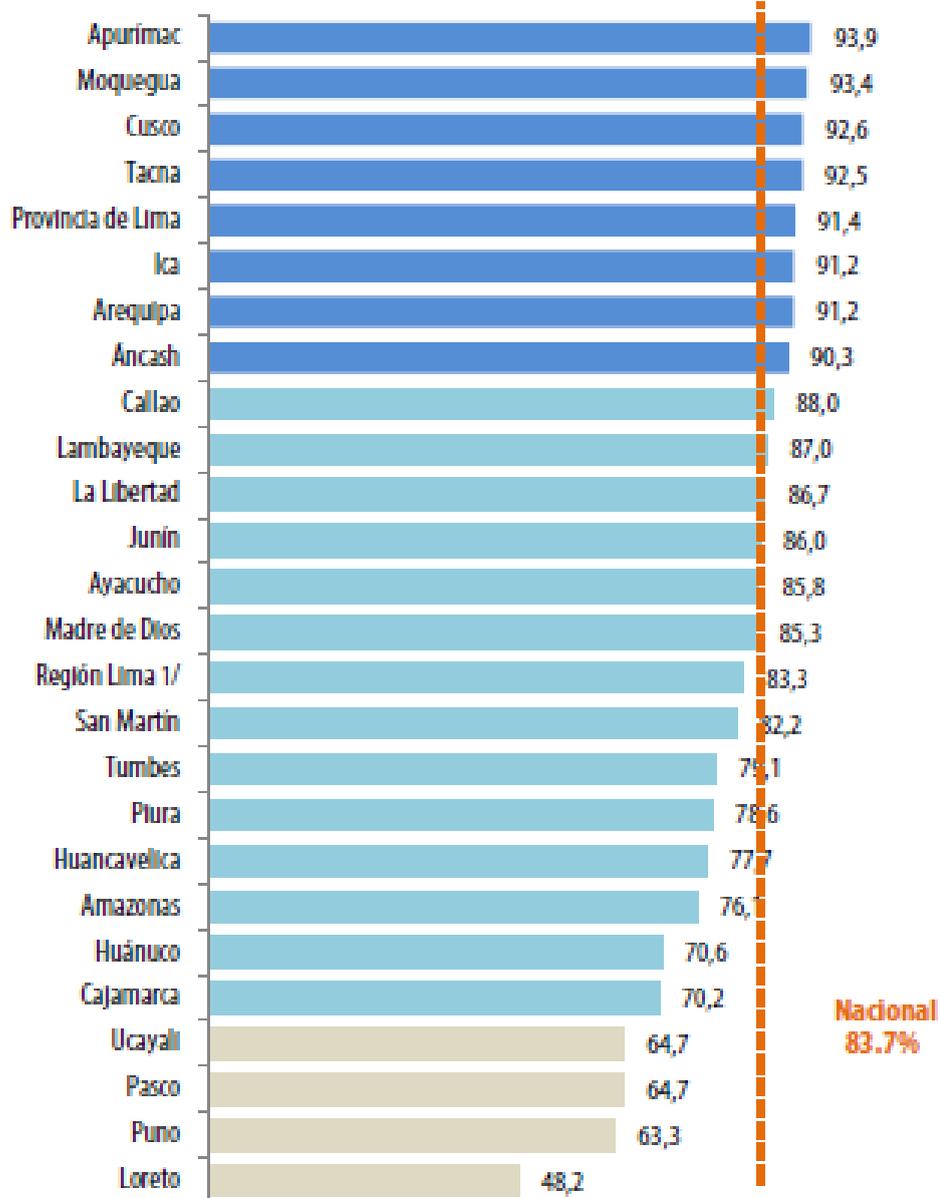
La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016) informó que los problemas de agua y saneamiento afectan directamente en la salud y bienestar de las personas principalmente en la prevalencia de enfermedades diarreicas agudas, las cuales repercuten sobre la desnutrición infantil y son una causa importante de mortalidad en la niñez.

**Tabla 1**

*Porcentaje de la población según formas de abastecimiento de agua, según área de residencia: 2010-2016.*

Área de residencia/ Formas de abastecimiento de agua	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016P/ Enero- Junio
Urbana	100	100	100	100	100	100	100
Por red pública en la vivienda	87.3	88.5	89.9	89.8	90.9	90.1	93.5
Dentro de la vivienda	80.1	81.3	84.2	84.8	85.9	85.7	88.0
Fuera de la vivienda (dentro del edificio)	7.2	7.2	5.7	5.0	5.0	4.4	5.5
Pilon de uso publico	1.9	1.7	1.7	2.1	1.8	2.1	1.3
Sin red publica	10.8	9.8	8.4	8.1	7.4	7.8	5.4
Camión-cisterna u otro similar	2.9	2.5	2.2	2.5	2.4	2.4	1.8
Pozo	1.9	1.6	1.1	1.5	1.2	1.4	1.0
Rio, acequia, manantial o similar	2.4	2.8	1.2	1.2	0.6	0.7	0.4
Otra forma	3.6	2.9	3.9	3.0	3.1	3.2	2.1
Por red pública en la vivienda	37.6	36.5	53.0	53.4	61.6	62.8	61.3
Dentro de la vivienda	35.9	35.6	52.0	52.8	61.2	62.5	61.0
Fuera de la vivienda (dentro del edificio)	1.7	0.9	1.0	0.6	0.4	0.3	0.3
Pilon de uso publico	2.3	2.0	1.8	2.7	2.1	2.1	2.2
Sin red publica	60.2	61.5	45.2	43.9	36.3	35.1	36.6
Camión-cisterna u otro similar	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	1.5
1.5Pozo	8.8	8.4	6.1	6.1	5.9	5.8	5.8
Rio, acequia, manantial o similar	47.9	48.8	32.9	33.0	25.2	23.8	24.8
Otra forma	2.7	3.7	5.4	4.1	4.5	4.8	4.6

*Fuente:* P/=Preliminar. Adaptado de Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Hogares, por Sánchez, A., 2016, *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico.*

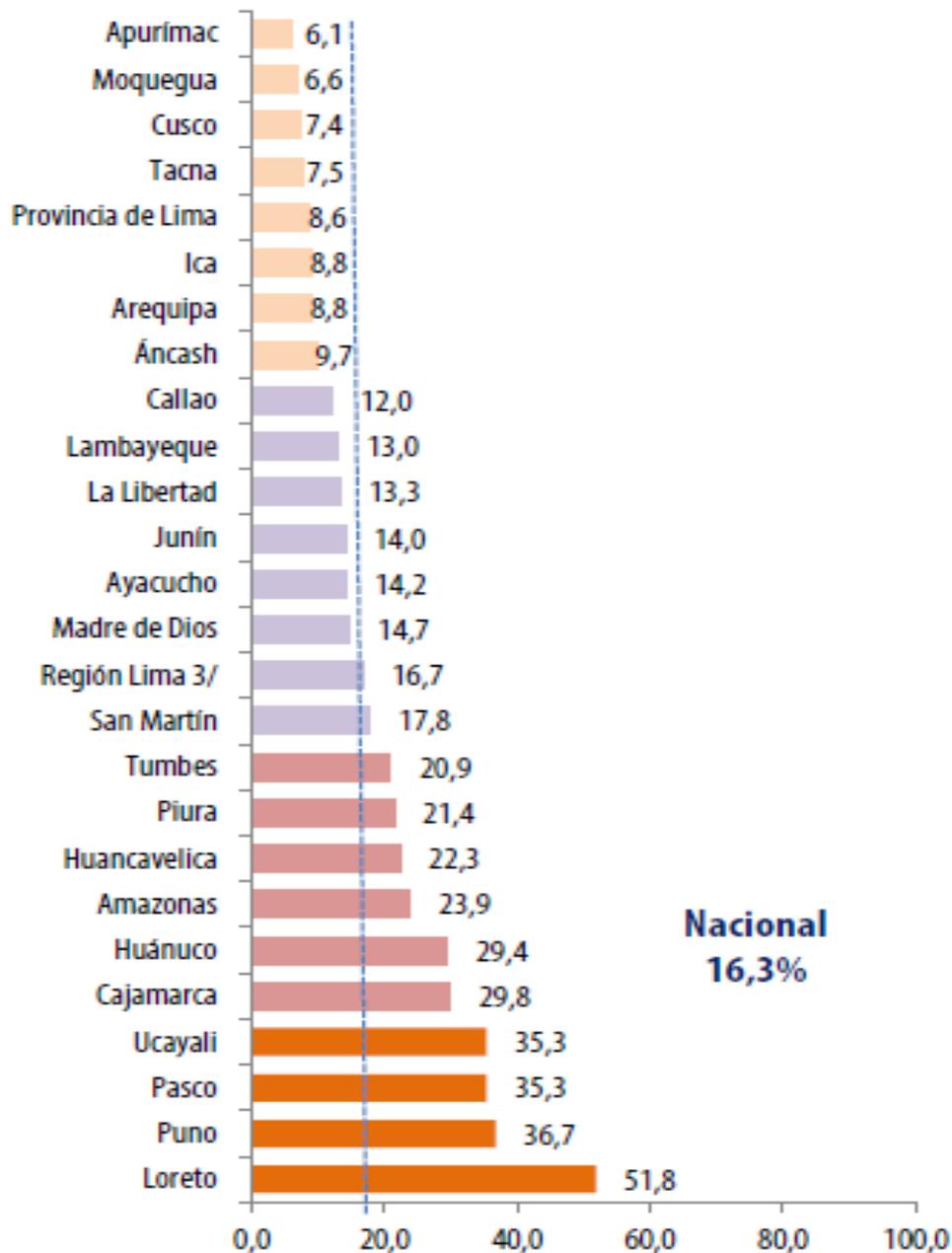


**Figura 2.** Porcentaje de la población que accede a agua por red pública según departamento 1/, 2015.

Fuente: 1/ = Comprende: Red pública dentro de la vivienda y fuera de la vivienda pero dentro del edificio.

Adaptado de Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Hogares, por Sánchez, A., 2016, Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico.

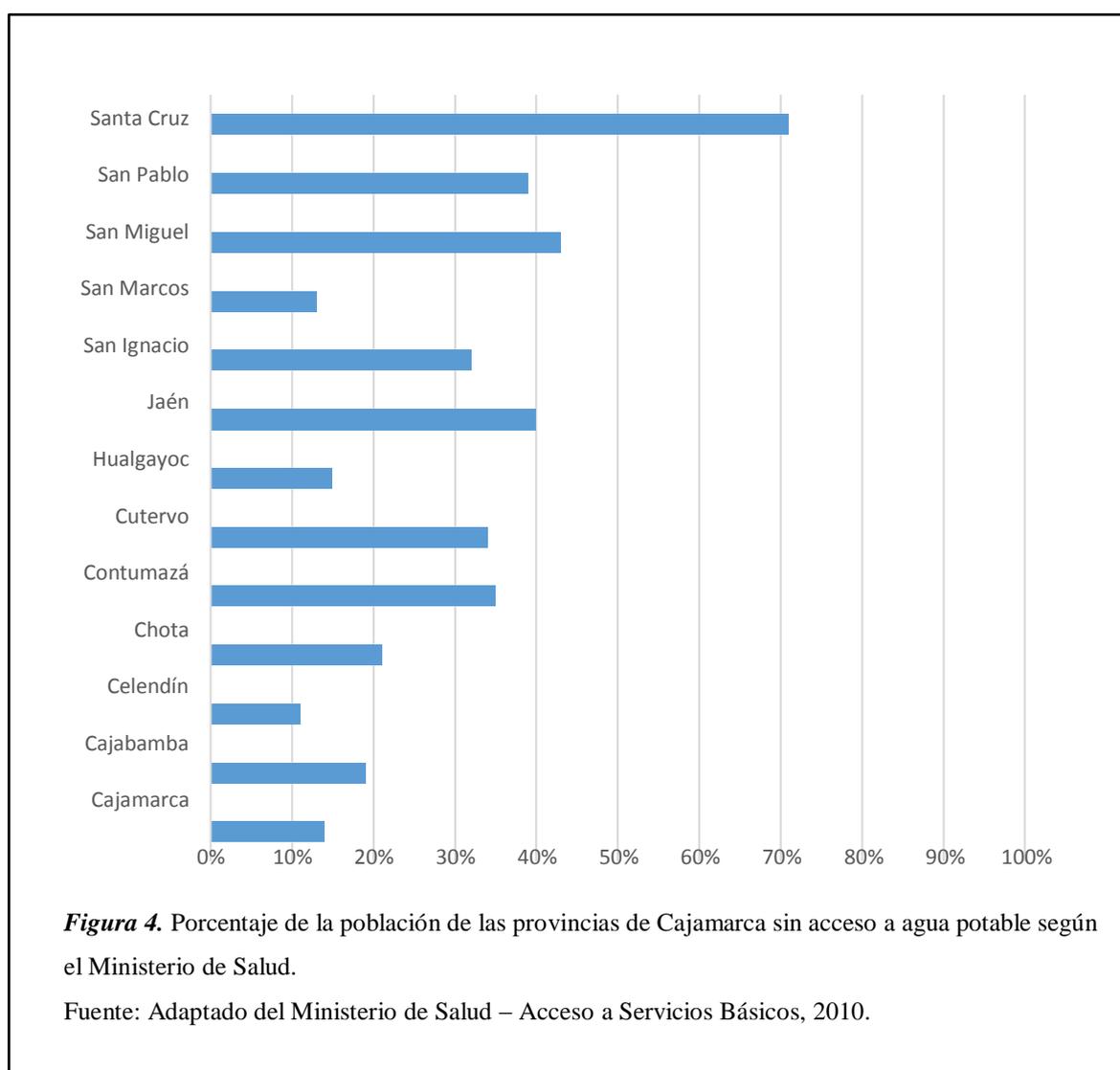
De acuerdo a datos del INEI en el año 2016, se puede observar según la figura 2, el porcentaje de la población que cuenta con red de agua potable en Cajamarca es de 70.2%. Este resultado refleja que las entidades públicas están realizando proyectos para disminuir la escasez de los servicios básicos en cada ciudad.



**Figura 3.** Porcentaje de la población sin acceso a agua por red pública según departamento 1/, 2015.  
Fuente: 1/ = Población sin acceso a agua por red pública, comprende aquella que consume agua proveniente de pozo, río, acequia, manantial, agua de lluvia, pilón de uso público o de camión cisterna.  
Adaptado de Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Hogares, por Sánchez, A., 2016, Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico.

Haciendo énfasis en el departamento de Cajamarca se puede apreciar que el 59% de la población cajamarquina carece de servicios básicos de agua potable y alcantarillado. A su vez, de acuerdo a la figura 3, el 29.8% y 19% de la población no cuentan con servicio de agua y desagüe en sus hogares; esto nos indica que la Región Cajamarca también supera el promedio nacional de carencia de estos 2 servicios básicos (MINSA, 2010).

La provincia de Santa Cruz es la que cuenta con un mayor porcentaje de población que no tiene acceso al servicio de agua y desagüe, con 71% y 39% respectivamente (MINSA, 2010).

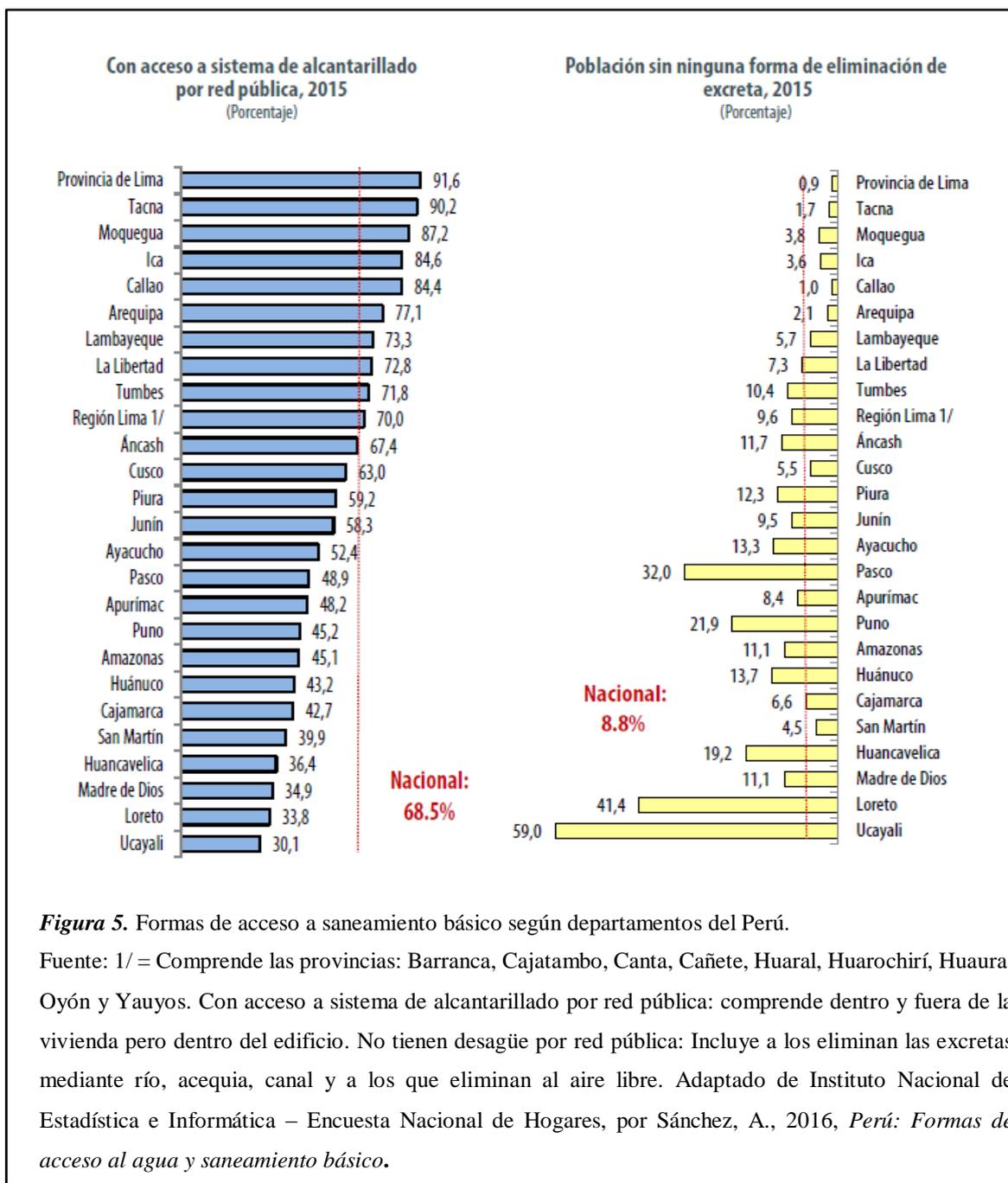


**Tabla 2**

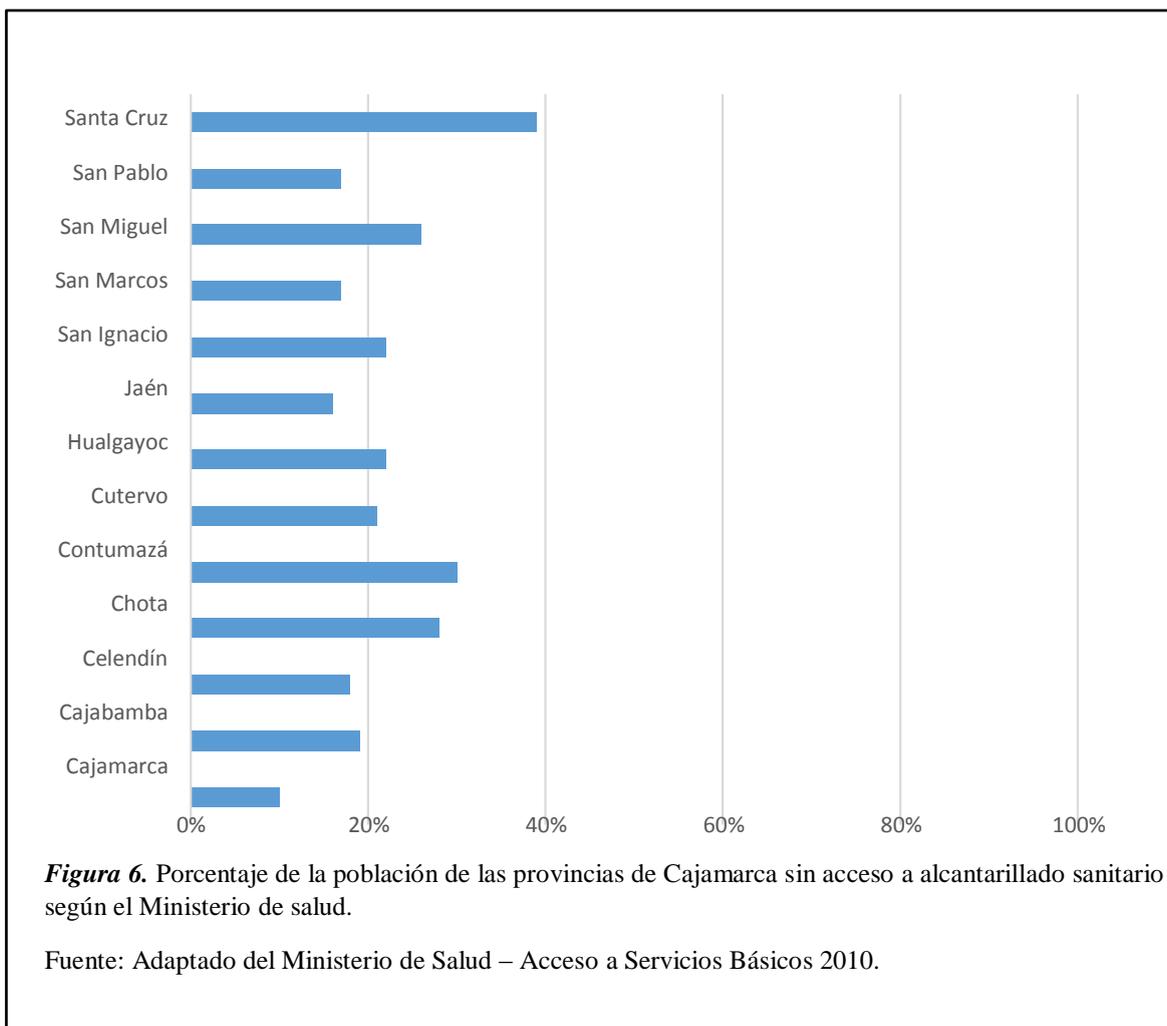
*Porcentaje de población según formas de acceso a servicios higiénicos, según área de residencia: 2010-2016*

Área de residencia	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016P/ Enero- Junio
Urbana	100	100	100	100	100	100	100
Red pública de alcantarillado 1/	82.7	83.4	85.0	84.2	84.4	84.4	88.8
Letrina 2/	6.2	6.6	5.7	6.9	6.5	6.8	5.1
Pozo séptico	5.1	4.4	3.7	4.0	4.0	4.0	2.7
No tiene 3/	6.0	5.6	5.5	4.9	5.0	4.8	3.4
Rural	100	100	100	100	100	100	100
Red pública de alcantarillado 1/	10.3	12.2	12.2	14.2	15.0	16.8	18.9
Letrina 2/	23.8	25.6	29.9	30.2	31.8	32.8	31.0
Pozo séptico	37.7	35.1	33.4	33.3	31.9	28.6	28.5
No tiene 3/	28.2	27.2	24.5	22.3	21.3	21.8	21.6

*Fuente:* P/ =Preliminar; 1/ =Incluye dentro y fuera de la vivienda; 2/ =Incluye pozo ciego o negro; 3/ = Comprende: río, acequia, canal u otra forma. Adaptado de Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Hogares, por Sánchez, A., 2016, *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico*.



De acuerdo a la figura 4 se puede observar que el departamento de Cajamarca cuenta con un 49% sin acceso al alcantarillado sanitario. De acuerdo a ello se puede enfatizar de manera provincial la carencia de este servicio, donde se observa que en la gráfica 2 la provincia de Santa Cruz cuenta con un 39% de su población que no accede al servicio de alcantarillado sanitario siendo la provincia más vulnerable.



Del mismo modo el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015) señaló que la limitada cobertura del servicio de agua potable y saneamiento se relaciona de forma directa con la morbilidad, desnutrición y mortalidad infantil. Para los niños y niñas de 0 a 4 años, por ejemplo, crecer en un entorno saludable es decisivo, porque es la etapa de mayores riesgos vinculados a enfermedades infecto-contagiosas, deshidratación, mortalidad por diarreas y desnutrición; además de las consecuencias de más largo alcance, dado el vínculo que existe entre el acceso deficitario al agua potable y alcantarillado, la recurrencia de diarreas infantiles y otras enfermedades que pueden conducir a la muerte (MVCS, 2015).

Asimismo en la región Tumbes las redes de agua y alcantarillado han cumplido su tiempo de vida. En la mayoría de los tramos de las calles y avenidas las tuberías se encuentran deterioradas lo que ocasiona el constante colapso de desagües, perjudicando la salud e integridad física de los pobladores. Sin embargo, muy pocas veces la gente ha sido escuchada

debido a que el trabajo y la responsabilidad de subsanar todas las deficiencias en las redes de alcantarillado van de la mano con las tres municipalidades provinciales, así lo dio a conocer Gálvez, E, Gerente de Aguas de Tumbes (2015) referido en diario el Correo. Una de las obras mal ejecutadas es en la calle Tarapacá del barrio San José, donde los alumnos de la Institución educativa Inmaculada Concepción sufren los olores pestilentes del colapso de aguas servidas en el frontis del colegio. Además, los pobladores adyacentes a estas redes de alcantarilla conviven con el atoro de desagües en el interior de sus casas (Zeña, 2015).



**Figura 7.** Colapso de desagüe en las calles de Tumbes.

**Fuente:** Adaptado de diario el Correo, 2015

En la medida de que sigue existiendo la escasez de los sistemas de saneamiento, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014) dio a conocer que uno de los principales problemas en el manejo de aguas residuales es la insuficiente cobertura del servicio de alcantarillado. Así, 50 empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) cubren solo al 69,6% de la población urbana del país. Además, existe un déficit en el tratamiento de estas aguas, que es de vital importancia para evitar la contaminación de ecosistemas y la generación de focos infecciosos que afecten la salud de las personas. Actualmente, de los 2.2 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de aguas residuales diarias que pasan por las redes de alcantarillado, solo el 32% reciben tratamiento antes de ser vertido a

los cuerpos de agua natural (mar, ríos, lagos, quebradas). En el caso de Lima, que genera 1.2 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado, solo el 20% recibe tratamiento (OEFA, 2014).

Por otro lado el Ministro de Salud (2013) recalcó que la carencia de un servicio adecuado de agua y saneamiento tiene impacto sobre la salud de las personas, su futuro desarrollo y calidad de vida. El contagio de enfermedades transmitidas por falta de aseo personal y la contaminación del ambiente se agrava por ausencia de agua y saneamiento (MINSA, 2013). En cuanto al desperfecto de las redes de agua y alcantarillado, la empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad (Sedalib) citado en La Republica en el año 2013 informo que las redes de agua y alcantarillado del centro cívico de la ciudad de Trujillo necesitan urgente renovación. Y es que el 80% de las tuberías se encuentran en mal estado y en algunos casos han colapsado al tener más de 60 años de antigüedad afectando seriamente las pistas y causando lógico malestar en vecinos y conductores de micros, combis y vehículos particulares (Castro, 2013).

### **1.1.3 A nivel local**

La ciudad de Jaén, zona urbana y céntrica del distrito de Jaén, se encuentra conformada por habilitaciones urbanas, las cuales han ido desarrollándose conforme al crecimiento poblacional. Dentro de estas, encontramos a las habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina que se encuentran ubicados en la parte baja del sector Morro solar, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca.

Los problemas principales de estas habilitaciones es que no existe una cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado, es decir la habilitación Torres de la Molina presenta desperfectos en dichos servicios, por otro lado las habilitaciones Santa Victoria y Sergio Díaz carecen de un sistema de agua potable y alcantarillado por ello la población se abastece de los sectores aledaños acarreado el agua mediante baldes o recipientes, por otra parte el sistema de evacuación de excretas es deficiente, ya que poseen letrinas sanitarias de hoyo seco pero la mayoría se encuentran deterioradas, por lo que la población hace sus necesidades al aire libre y algunas letrinas son construidas por los mismos pobladores de manera artesanal. Todo esto conlleva a graves riesgos para la salud de la población, debido al consumo de agua sin ningún tipo de tratamiento y de fuentes que no garantizan la calidad necesaria para el consumo humano, trayendo consigo enfermedades de origen hídrico y

teniendo una gran relevancia en el perfil epidemiológico de la localidad que impactan en la salud de la población. Esto incide en la reducción de las capacidades inmunológicas de los pobladores, enfermedades de carácter infeccioso, influye también en el colapso de las calles, la economía de los hogares por el aumento en los gastos en medicamentos, deteriorando de esa manera la calidad de vida de la población.



**Figura 8.** Habitación Urbana Las Torres de la Molina



**Figura 9.** Habitación Urbana Sergio Díaz



**Figura 10.** Habitación Urbana Santa Victoria

### **1.1.3.1 Ubicación geográfica**

Las Habitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Las Torres de la Molina, se encuentran ubicadas en la parte baja del sector Morro Solar, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca.

Los límites de ambos sectores son los siguientes:

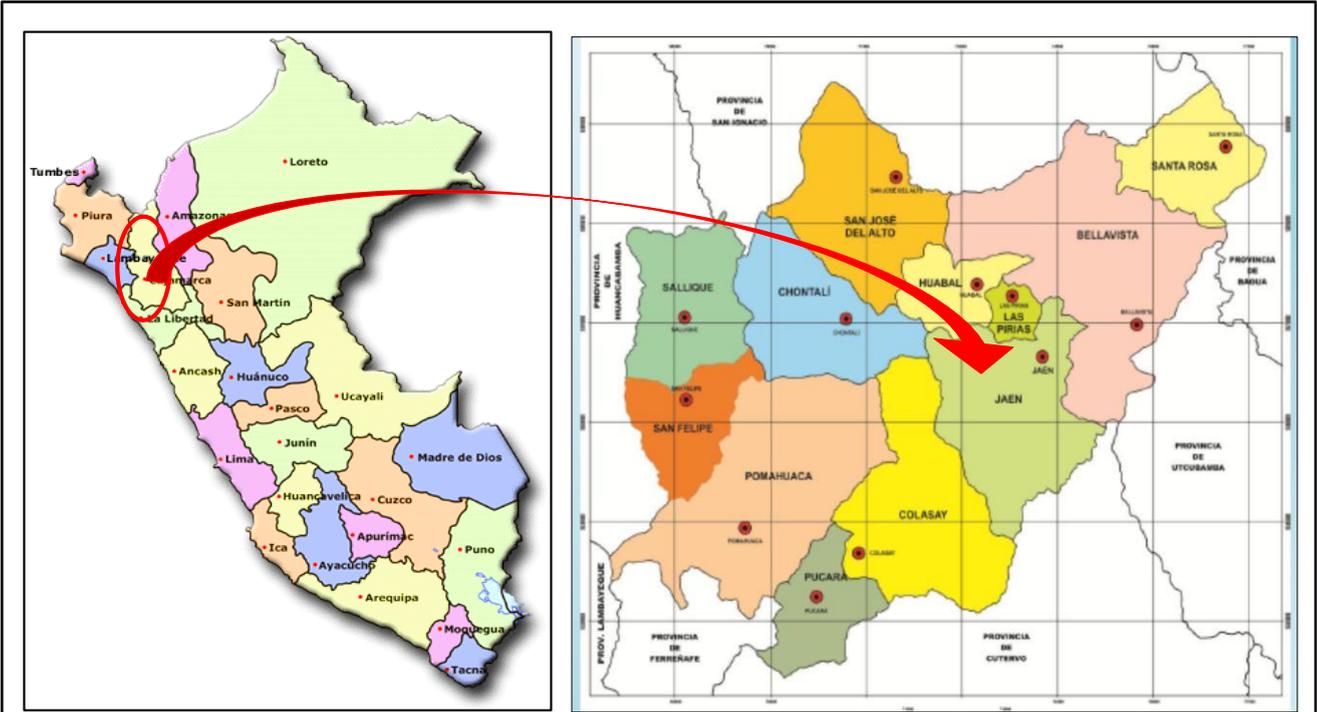
Por el Norte : Con la Habitación Urbana San Miguel

Por el Sur : Con la Habitación Urbana Jesús María y Las Palmas

Por el Este : Con la Habitación Urbana Betel y Santa Lucía

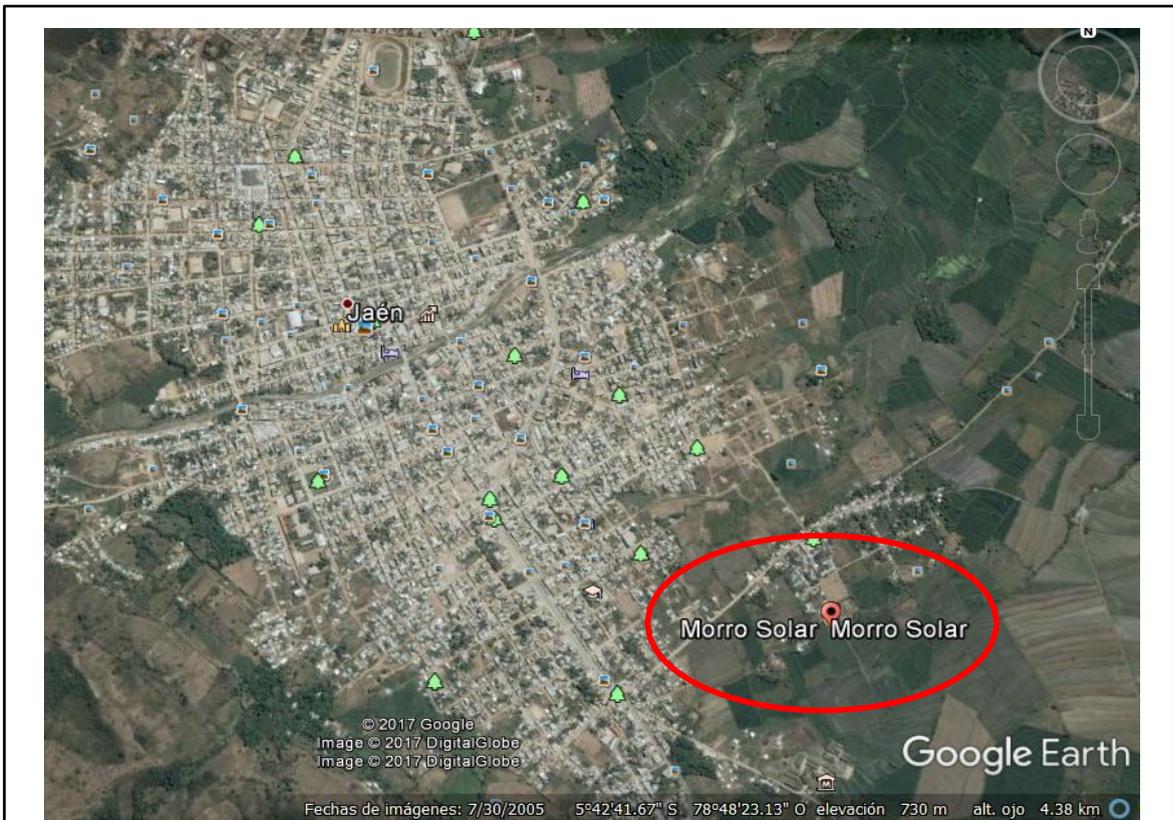
Por el Oeste : Con el Lotización Primavera y Los Pinos

Coordenadas UTM : 9361135.52 N, 744834.22 E



**Figura 11.** Mapa de ubicación del proyecto de investigación.

**Fuente:** Adaptado del perfil técnico de inversión pública del sector Morro Solar Bajo.



**Figura 12.** Ubicación según Google Earth – Sector Morro Solar.

**Fuente:** Adaptado de Google Earth, 2005.

### **1.1.3.2 Superficie total**

Las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina tienen una superficie de 107,876 m<sup>2</sup>; de los cuales 33,960 m<sup>2</sup> representan las áreas libres y de vías.

### **1.1.3.3 Clima**

La provincia de Jaén, está caracterizada por la diversidad de climas con temperaturas absolutas, que oscilan entre 8.5° C y 36° C; registrándose temperaturas medias y altas en los meses de octubre a enero.

### **1.1.3.4 Geología**

El área del proyecto está ubicada en la parte Nor Oriental del País, en el distrito de Jaén de la Provincia del mismo nombre, Departamento de Cajamarca, geológicamente se localiza en la Depresión Interandina del Marañón - Chinchipe, que está entre las Cordilleras se localiza en la Depresión Interandina del Marañón - Chinchipe; sección de los Andes que del punto de vista tectónico regional corresponde a la plataforma Chiclayo-Jaén en donde los límites orientales y sur orientales lo constituyen los bloques precámbrico paleozoico (Anticlinorio).

### **1.1.3.5 Geomorfología**

El patrón geomorfológico del área está relacionada con las Unidades Geomorfológicas de la Cordillera Occidental de los Andes y con la Depresión Interandina del Marañón – Chinchipe. El área de influencia en estudio se encuentra emplazada entre la Cordillera Occidental y la Depresión Interandina, que consiste en la profundización de los ríos y que define una sección transversal con una mayor amplitud en las partes altas, mientras el fondo es angosto y en forma de cañón, condiciones que son características en el área del presente estudio. Por ello está relacionada a una cadena de cerros de mediana a gran altura, por cuyas laderas se desarrollará la pavimentación de las calles y veredas.

### **1.1.3.6 Accesibilidad**

En Las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina el acceso se realiza principalmente a través de las calles Marañón, Mariano melgar, Arana Vidal y la Avenida A, las mismas que se conectan con las calles Las Lomas, Los Cipreses, Federico Max, Albert Einstein, La Ladera, Los Pinos, Los álamos, Cesar Vallejo.

La Calle Marañón, parte para estos sectores desde la avenida Mesones Muro que es una de las vías principales de la ciudad de Jaén, la cual tiene una longitud de 746 m. Dicha vía constituye el principal acceso para el tránsito vehicular y peatonal a las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina. La circulación vehicular en las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina se realiza a través de mototaxis.

### 1.1.3.7 Aspecto socioeconómico

#### Actividades económicas

En las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina sólo un 16% tiene empleo fijo, un 42% es eventual y un 42% "desocupado" (Se ha considerado personas desocupadas a aquellas personas mayores a 18 años, considérese que la mayor parte de este porcentaje son jóvenes que se encuentran estudiando en Universidades o Institutos). Los lugares de sus actividades laborales se encuentran predominantemente fuera de su sector representando (81%) y el resto en zonas dentro de su sector (19% áreas cercanas).

#### Educación

**Tabla 3**

*Datos estadísticos del grado de educación de las familias.*

Grado de educación	Primaria	%	Secundaria	%	Superior	%	Total
Padre	41	41.4%	31	31.3%	27	27.3%	99
Madre	47	49.0%	27	28.1%	22	22.9%	96
Hijos	116	38.5%	122	40.5%	63	20.9%	301

*Fuente:* Adaptado del perfil técnico de inversión pública del sector Morro Solar Bajo, Jaén – Cajamarca – Perú (2016)

#### Nivel de ingreso

De acuerdo a información brindada por los moradores de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina y por encuestas censales, se ha estimado que el ingreso promedio mensual de cada familia es de S/. 980.00

### **Población afectada**

La población afectada a través de asambleas y representados por diversas autoridades locales, han expresado la necesidad de priorizar la ejecución del presente proyecto en coordinación con la Municipalidad Provincial de Jaén.

La Municipalidad Provincial de Jaén, da prioridad a la ejecución del presente Proyecto; ya que es de vital interés en cuanto al desarrollo social y económico de una de las zonas más pobladas del distrito; y que viene de antaño la sentida y urgente necesidad del recurso hídrico.

Cabe resaltar algunos conceptos similares a este proyecto como es el caso de México (2010) en el estado de Veracruz donde se debe proveer agua a las zonas más marginadas y vulnerables socialmente, de manera gratuita en algunos casos, pero la realidad muestra que estas zonas son las que más pagan por el servicio y hace cuestionar seriamente los elementos conceptuales que constituyen el acceso al agua y saneamiento (Domínguez, 2010).

Igualmente en San Miguel Tlazintla (México), donde existen comités comunitarios y multicomunitarios, ya que esto da resultados favorables ante los usuarios y al mismo tiempo que se elimina los costos de administración hace eficiente su manejo y garantiza el abasto de agua en el largo plazo (Galindo & Palerm, 2012).

Por otro lado en Brasil es imprescindible la participación en la gestión de las políticas públicas, especialmente en el ámbito local de Santa Catarina, en lo que se refiere al presupuesto pero en el suministro de agua y el sistema de alcantarillado, la participación sigue siendo poco relevante, por la ausencia de voluntad política (Pauldo & Borba, 2013).

#### **1.1.3.8 Análisis de demanda**

##### **Población total**

La población total de las Habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Las torres de la Molina son de 578 habitantes.

##### **Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento poblacional es de 2.58% conforme a los datos de INEI.(2017)

## **Densidad**

Las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz Y las Torres de la Molina presentan una densidad poblacional de 6 hab. /viv.

### **1.1.3.9 Diagnóstico de los sistemas existentes**

#### **Sistema de agua potable**

La habilitación urbana Torres de la Molina requiere un mejoramiento de redes de agua potable, ya que durante la ejecución del proyecto que realizó Cobra S.A quedaron como redes o líneas a mantener. Se plantea la instalación de nuevas redes de distribución que abarca todos los pasajes y calles según planos topográficos.

En el caso de las habilitaciones urbanas Santa Victoria y Sergio Díaz estas no cuentan con un sistema de agua potable y se abastecen de los sectores aledaños acarreado el agua mediante baldes o recipientes.

#### **Sistema de alcantarillado**

En las habilitaciones urbanas, no existe un sistema de evacuación de excretas eficiente, la población en su mayoría utiliza el campo para realizar sus necesidades fisiológicas, otras poseen letrinas caseras conocidas como pozos ciegos que no reúnen las condiciones de salubridad y las hacen descargar en acequias u hondonadas que discurren por la localidad, poniendo en peligro la salud de la población sobre todo a la niñez.

### **1.1.3.10 Déficit de los sistemas de agua potable y alcantarillado**

#### **Sistema de agua potable**

El sistema existente es insuficiente para atender la demanda de agua de la población de las Habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina.

La sobrepresión máxima y mínima en sistemas de tuberías, es de vital importancia para analizar su comportamiento experimental en diferentes condiciones de funcionamiento del sistema de redes de agua potable (Montoya & Montoya, 2012).

En cuanto a las pérdidas debido a la instalación y desgaste de tuberías, estas son conocidas con el nombre de pérdidas reales o técnicas y son las pérdidas físicas de agua. Actualmente hay una gran cantidad de técnicas y metodologías para la detección de fugas en sistemas de distribución de agua (Fuentes–Mariles, Palma–Nava, & Rodríguez–Vázquez, 2011).

## **Sistema de alcantarillado**

La evacuación de excretas es insuficiente, se encuentra en estado obsoleto, para atender el volumen de producción de aguas servidas en el proyecto.

### **1.2 Formulación del problema**

¿Qué ocasiona la carencia de un sistema de agua potable y alcantarillado sanitario en las habilitaciones urbanas Santa Victoria y Sergio Díaz y el mal estado de la habilitación urbana Torres de la Molina en la población existente?

### **1.3 Delimitación de la Investigación**

La investigación y toma de datos se realizó en las habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina que cuentan con 10.79 hectáreas y se encuentran ubicadas en el sector Morro Solar Bajo, distrito de Jaén, departamento de Cajamarca.

### **1.4 Justificación e importancia de la Investigación**

La calidad de vida de la población depende del acceso a los bienes necesarios para su supervivencia.

En esta investigación se realizará la ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado para las habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina con una población de 578 habitantes conformada por 250 familias (según información obtenida en campo), ya que es de vital importancia para evitar el colapso de las tuberías, la reducción de la tasa de mortalidad infantil, además la prevención de la propagación de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento y la salud. Estos elementos son de vital importancia cuando se refiere al desarrollo y calidad de vida de la población.

#### **1.4.1 Justificación social**

Impactó directamente en el desarrollo sostenible de la población de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina, servicio básicos de agua potable y alcantarillado, y así disminuir la discriminación por la limitación en el aseo personal, enfermedades gastrointestinales, deshidratación, mortalidad por diarreas y desnutrición especialmente en los niños, además evitará el colapso de las redes existentes que podría perjudicar la calidad de vida de la población.

#### **1.4.2 Justificación económica**

El agua es cada vez más escaso debido a diversos factores tales como las sequías o la contaminación; factores que no sólo afectan la cantidad sino que también contribuyen a empeorar la calidad. Por medio del mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado en las habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina se pretende facilitar la disponibilidad de agua en las viviendas ya que debido al mal estado de las tuberías o carencias de este servicio la población incurre en gastos mayores al proveerse de camiones cisterna, pozos sépticos, etc.

#### **1.4.3 Justificación ambiental**

El agua potable y alcantarillado es muy imprescindible, ya que hay ciertos elementos que influyen en el hecho de tener más agua disponible que son los árboles que forman parte del medio ambiente, además el agua está destinada a los riegos de millones de plantas que después serán consumidas por el hombre o por el ganado. Por ello es necesaria para la producción agrícola ya que repercute en cada persona debido a que la mayoría de los alimentos que consumimos son producto de la agricultura.

### **1.5 Objetivos de la Investigación**

#### **1.5.1 Objetivo general**

Mejorar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de la habilitación urbana Torres de la Molina y ampliar el servicio de agua potable y alcantarillado de las habilitaciones urbanas Sergio Díaz y Santa Victoria que se encuentra ubicada en el distrito de Jaén, departamento de Cajamarca.

#### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Describir la información general del área de influencia y determinar el número de viviendas que serán beneficiadas para el mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- 2 Realizar un levantamiento topográfico de las habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina.
- 3 Realizar el estudio de mecánica de suelos de las habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina.

- 4 Determinar el caudal de diseño de agua potable y alcantarillado, por consiguiente realizar el cálculo hidráulico
- 5 Realizar el estudio de calidad de agua en las habilitaciones urbanas para así caracterizar física, química y microbiológicamente el agua para consumo humano.
- 6 Determinar los posibles efectos de impacto ambiental.
- 7 Verificación por medio de los softwares Watercad para agua potable y Sewercad para alcantarillado sanitario.
- 8 Elaborar el presupuesto para el mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de las habilitaciones urbanas Torres de la Molina, Sergio Díaz y Santa Victoria.

## **1.6 Antecedentes de Estudios**

### **1.6.1 A nivel internacional**

Desde 1990, en México se incrementó el porcentaje de personas con acceso a una mejora en abastecimiento y conexiones a redes de agua. De acuerdo con la OMS y la agencia de la ONU para la infancia (Unicef), el aumento ha sido principalmente en las zonas rurales: en 2002, el 72% de la población rural tenía acceso a nivel mundial a una fuente de abastecimiento de agua mejorada y el 27% tenía una conexión domiciliaria a la red. Uno de los componentes sobre los que se construye un verdadero derecho al agua es el de su accesibilidad indiscriminada (Muñoz, 2013).

En Santiago de Chile con el programa de saneamiento de los barrios informales, entre 1979 y 1992, una parte de los campamentos se benefició ya que se propuso viviendas de sustitución a las familias desplazadas según variedades geográficas y con acceso al agua, alcantarillado y electricidad. Los hogares se beneficiaron de una subvención del Estado que podía alcanzar hasta el 75% del costo de la vivienda. Al igual que para la promoción inmobiliaria privada, la reglamentación urbana obligaba, desde inicios de los setenta, a los constructores a hacerse cargo de la conexión de cada nueva vivienda construida a las redes de distribución de agua, electricidad y alcantarillado. El costo de la conexión era parcialmente integrado al costo de construcción de las viviendas, siendo los distribuidores los encargados de generar los recursos suficientes y de nivelar la red de distribución (Pflieger, 2008).

Por consiguiente, con otro programa llamado "radicación", apoyado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Un título de propiedad fue otorgado a las familias (Larraín, 1994, p. 109), así como la construcción de casetas con conexión de alcantarillado, agua potable y electricidad. Las familias tenían la ventaja de poder construir nuevas viviendas en su entorno. Esas casetas sanitarias fueron todas construidas en los barrios informales asentados en los municipios pobres (Pflieger, 2008).

### **1.6.2 A nivel nacional**

En tiempos de la Colonia el servicio de distribución estaba a cargo de los aguateros. Ellos viajaban montados en burros con dos grandes cántaros de agua.

Córdoba, L. (2014) detalló en El Comercio que las primeras tuberías instaladas en Lima eran de arcilla, luego fueron reemplazadas por las de fierro. La Empresa de Agua Potable fue la primera entidad que hizo importantes trabajos para mejorar el abastecimiento, tales como la construcción de dos tanques de almacenamiento.

En 1917, el alcalde del Concejo Provincial de Lima y presidente de la Junta Municipal de Agua Potable, Luis Miró Quesada de la Guerra, inauguró la primera planta de clorinación, lo que garantizó la purificación de las aguas.

### **1.6.3 A nivel local**

En 1958, el entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas, construye un reservorio y conexiones para 1,000 usuarios y es administrada por la Municipalidad Provincial de Jaén. En Julio de 1979 se crea la Administración de servicio por parte del Ministerio de Vivienda. La Municipalidad transfiere su infraestructura al Ministerio; y en esa época, Jaén tenía en parte periférica 18 comités que daban agua entubada a la población (Agua sin tratar).

En 1982, se crea el Servicio Nacional de agua Potable y Alcantarillado “SENAPA” esta administración dura 12 años, periodo en el cual se incrementa el número de comités ilegales, que manejaban el 80% de servicio a la población.

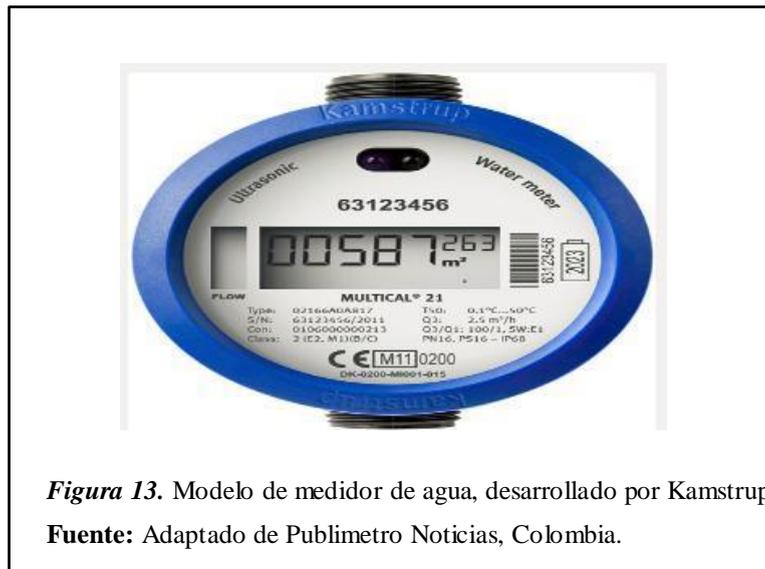
En setiembre del 2010 se empezó a ejecutar en Jaén "El Proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado". Con estas obras se esperaba dotar de agua potable al 85% en Jaén, San Ignacio a un 85% y Bellavista al 100% de la población urbana (Marañón, 2010).

## **1.7 Estado de arte**

Durante los últimos años ya se comenzaron a comercializar artefactos con la nueva tecnología para medidores de agua. Por primera vez se realizó una prueba de utilización de esta tecnología de manera masiva.

Ahora, el concepto del internet de las cosas apunta a brindar nuevas herramientas a través de los Smartphone a los usuarios. Es así como nos plantean más soluciones para conocer más información sobre los medidores de servicio.

La telemedición permitirá a los clientes conocer el consumo diario, facilitar la facturación real, evitando consumos estimados, detectar fugas y otras situaciones anómalas en el hogar.



**Figura 13.** Modelo de medidor de agua, desarrollado por Kamstrup  
**Fuente:** Adaptado de Publmetro Noticias, Colombia.

### 1.8 Base teórica científicas

Para la elaboración de la presente investigación se aplicaron los siguientes métodos:

- Método de Hardy Cross (Pág 53.)
- Método de Hazen y Williams (Pág 55.)
- Método de Manning (Pág 59.)
- Método de la Matriz de Leopold. (Pág 70.)

Los fundamentos teóricos que se usaron fueron de acuerdo a los objetivos planteados en el proyecto

#### 1.8.1 Topografía

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles para ser plasmado en planos con una relación fija que se le denomina escala. Para la elaboración del proyecto de mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en las habilitaciones urbanas Las Torres de la Molina, Sergio Díaz y Santa Victoria se realizó un reconocimiento de toda la zona del proyecto, para así tener una idea de la configuración del terreno en donde se efectuó el levantamiento topográfico. La Municipalidad Provincial De Jaén, proporcionó el perfil de la zona en estudio, lo cual aportó significativamente en la investigación.

## Poligonal Cerrada

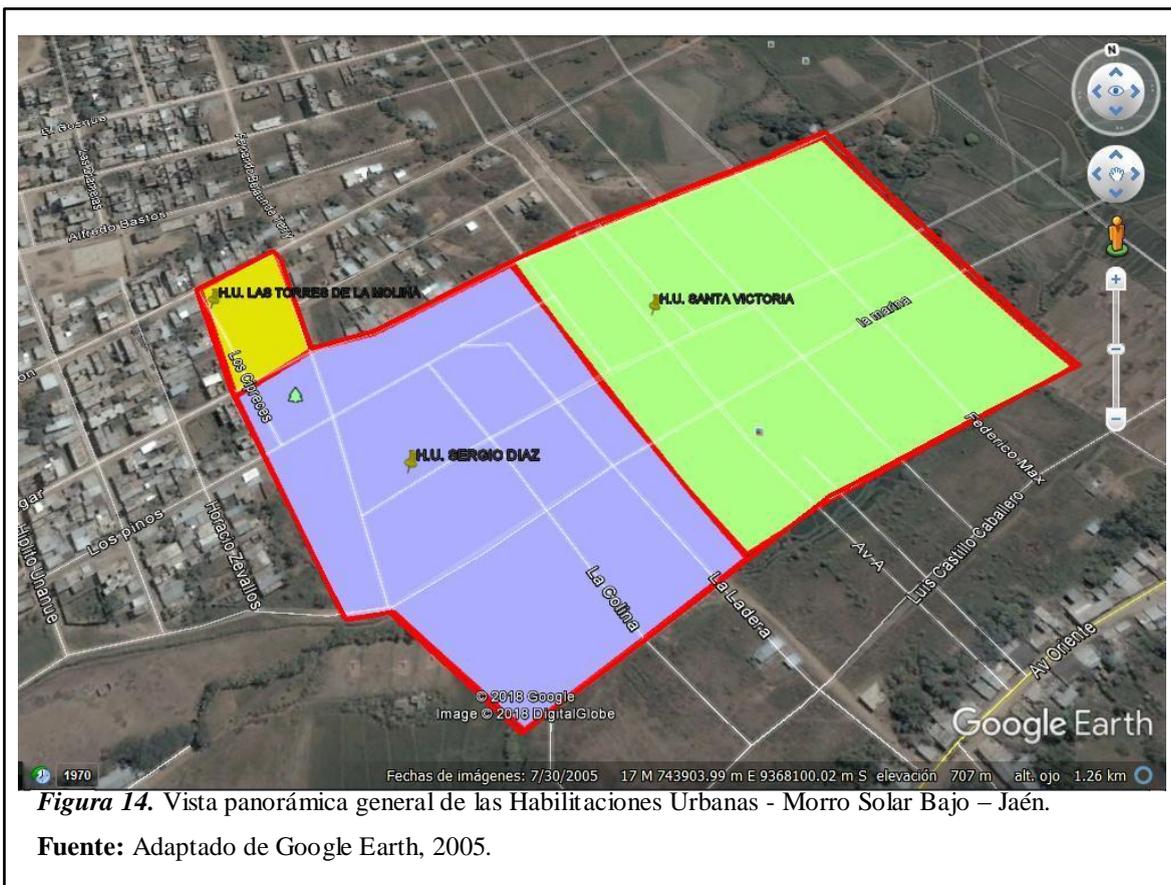
El uso de la poligonal cerrada es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras.

La poligonal cerrada es una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices. Para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas, es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia horizontal entre vértices consecutivos.

Una poligonal cerrada tiene controles angulares y lineales y por lo tanto los errores de las mediciones pueden corregirse o compensarse.

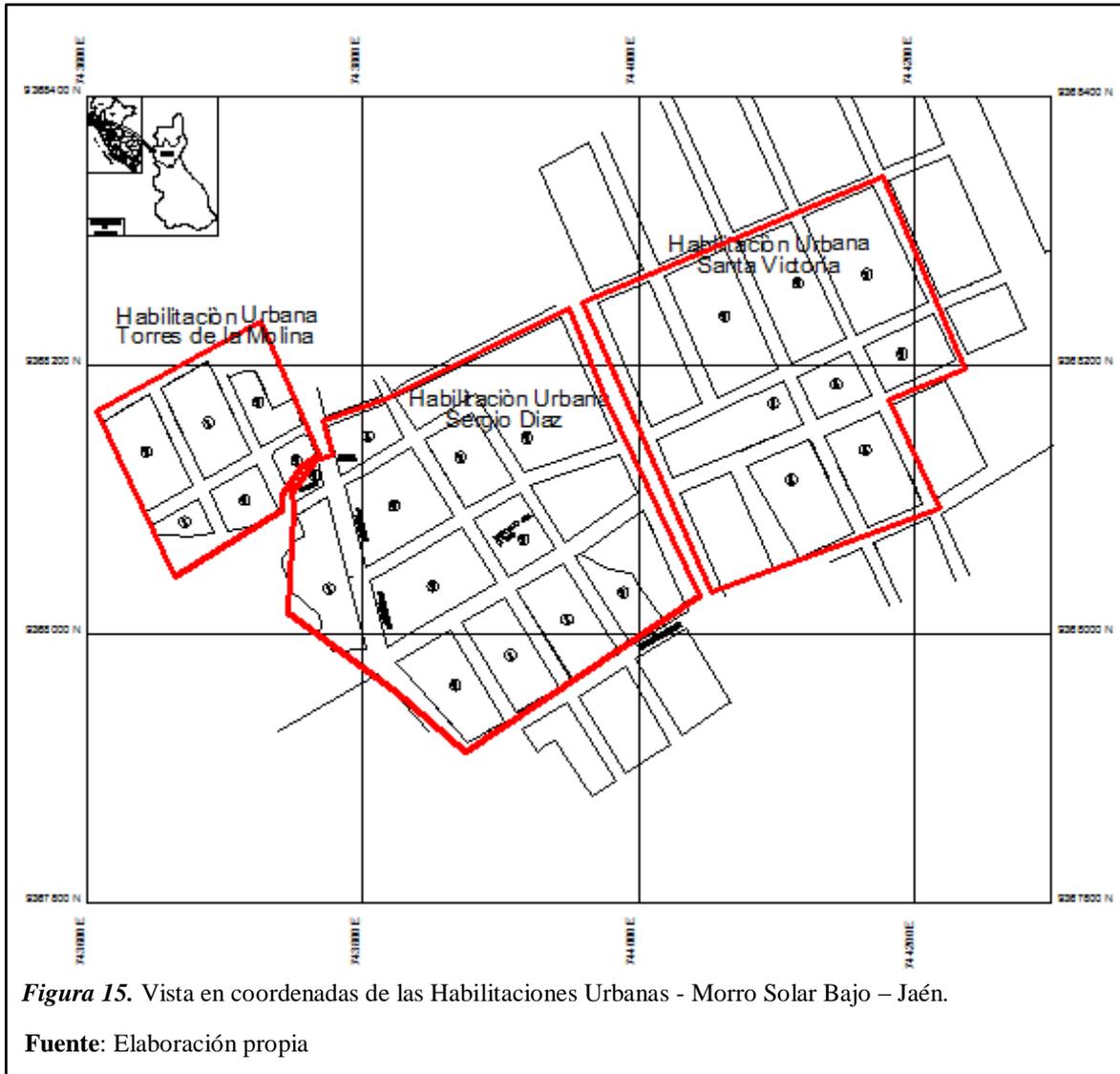
### 1.8.1.1 Reconocimiento del lugar

El reconocimiento total de la zona en estudio conforma una superficie de 107,300m<sup>2</sup>; de los cuales 33,960 m<sup>2</sup> representan las áreas libres y de vías.



**Figura 14.** Vista panorámica general de las Habilitaciones Urbanas - Morro Solar Bajo – Jaén.

**Fuente:** Adaptado de Google Earth, 2005.



### 1.8.1.2 Instrumentos utilizados

Para la realización del levantamiento topográfico se han utilizado los siguientes instrumentos:

01 Nivel topográfico marca TOPCON, modelo AT-B2 , con su respectivo trípode

01 Mira de aluminio

01 Wincha Stanley de 50.00 mts.

01 GPS marca GARMIN, modelo 76CSx (Sistema de coordenadas UTM, Datum: WGS – 84, Zona: 17M)

Otros: Libreta de campo, yeso, calculadora, etc.

### **1.8.2 Estudio de mecánica de suelos**

En la actualidad es necesario que en cada proyecto a elaborar se realice el estudio de mecánica de suelos con el fin de garantizar la seguridad y economía a largo plazo. Asimismo se evitará posibles consecuencias en el proyecto.

El objetivo de estudio de mecánica de suelos es conocer las características y propiedades físicas que presenta dicho material en el laboratorio mediante ensayos determinados.

En el presente proyecto se realizaron perforaciones de suelo debido a que no existe la necesidad de hacer un estudio de muestras inalteradas, ya que no hay presencia de estructuras considerables.

#### **1.8.2.1 Identificación para el muestreo de suelos**

Para realizar el muestreo de suelos se tuvo en cuenta la guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento que nos dice a qué distancia se deben realizar muestras de suelo de acuerdo a redes de distribución primarias de 1 perforación cada 200m y redes secundarias con 1 perforación cada 50 lotes , por lo que se optó realizar para el estudio a una perforación por cada hectárea para un mejor análisis de las características del terreno

#### **1.8.2.2 Exploración de muestras**

Son las investigaciones que se realizan en cada punto de investigación del área de influencia para analizar las características y propiedades físicas del suelo.

#### **1.8.2.3 Muestreo de suelos**

Se realizó el muestreo de suelos con una cantidad de material del punto de investigación ya ubicado. Es recomendable extraer las muestras más representativas para realizar los ensayos respectivos en laboratorio. Estos son:

Muestras alteradas: Son aquellas que no conservan las condiciones naturales o la estructura misma de suelo. Se realizan los siguientes ensayos:

Contenido de Humedad

Análisis granulométrico por tamizado

Límite líquido

Límite plástico

Contenido de sales

### 1.8.2.4 Propiedades físicas del suelo

**Tabla 3**

*Ensayos normalizados*

Ensayo de laboratorio	Norma a aplicarse	
Contenido de humedad	N.T.P 339.127	ASTM D226
Contenido de sales	N.T.P 339.152	BS 1377
Limite liquido	N.T.P 339.129	ASTM D 4318
Limite plástico	N.T.P 339.129	ASTMD 4318
Análisis granulométrico por tamizado	N.T.P 339.128	ASTM D 422

*Fuente:* Adaptado de tesis de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015.

#### **Contenido de Humedad (N.T.P 339.127)**

La humedad o cantidad de agua de una muestra de suelo es la relación entre el peso de agua contenido en la muestra y el peso de la muestra en su fase sólida en el horno (110°C). Suele expresarse como un porcentaje:

$$W (\%) = \frac{w_w}{w_s} \times 100$$

Ecuación 1. Contenido de humedad

#### **Límite de consistencia (N.T.P 339.129)**

Estos límites varían de acuerdo al contenido de agua y va en orden decreciente, es decir un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia definidos por atterberg.

#### **Contenido de sales (N.T.P 339.152)**

Está en función de la relación entre el peso de la sal y el agua expresándose en un porcentaje, el material que queda en el depósito será las sales que se encontraron en la muestra.

$$\% \text{ sal} = \frac{W_{\text{sal}}}{W_w} \times 100$$

Ecuación 2. Contenido de sales.

#### **Análisis granulométrico (N.T.P 339.128)**

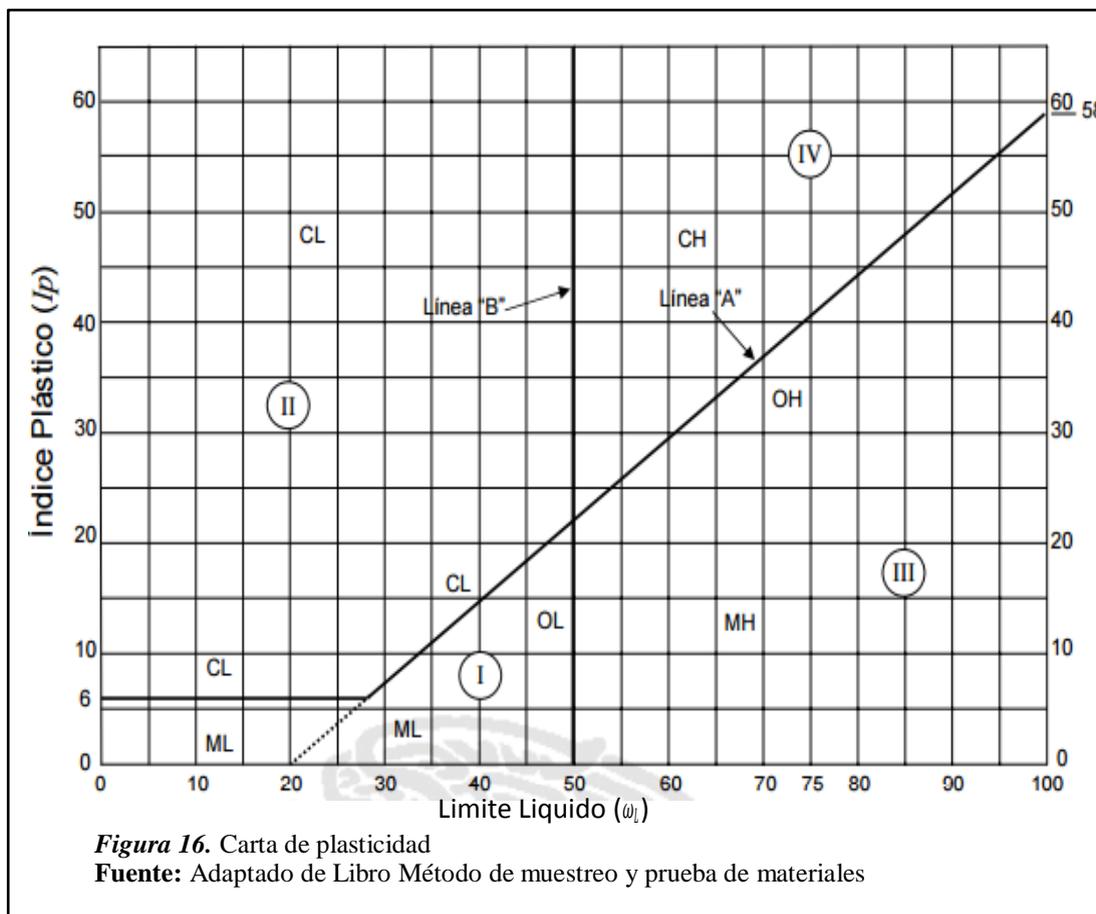
Su función es clasificar el tamaño de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen un criterio obvio para una clasificación descriptiva del mismo. Se toma una porción de la muestra que ya pasó por el saturado y secado del mismo, para luego pasar a ser tamizado.

Los resultados se obtienen cuando el material queda retenido en cada tamiz, lo cual se realiza una curva granulométrica.

### 1.8.2.5 Clasificación SUCS

Un sistema de clasificación debe estar basado en las propiedades mecánicas de los suelos, esta debe servir para normar el criterio del técnico siendo como función importante el proporcionar la máxima información normativa, en la cual el técnico sepa en qué dirección profundizara su investigación.

El sistema de clasificación de suelos cumple la función de seleccionar las partículas de suelos según su tamaño.



Se considera un suelo grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fina si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas. Se describirá los siguientes grupos:

Suelos gruesos: Aquellos materiales retenidos en más de 50% en la malla N°200. Este se subdivide en gravas y arenas, las cuales se separan en la malla N°4.

Suelos finos: Aquellos materiales que pasan en más de 50% por la malla N°200. Para definir la calidad del suelo se tendrá el límite líquido y límite plástico.

El sistema unificado agrupa a los suelos finos de la siguiente manera:

Limos inorgánicos (M)

Arcilla inorgánica

Limos y arcillas orgánicas (O)

Cada uno de estos grupos se subdivide según su límite líquido en dos grupos:

**LL<50%**, es decir suelos de compresibilidad bajo o media, se agrega al símbolo genérico la letra L, obteniéndose por esta combinación los suelos: ML, CL y OL.

**LL>50%**, es decir suelos de compresibilidad alta, se añade al símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH

**Perfiles estratigráficos:** Es parte del reconocimiento del suelo donde se realiza la perforación analizando cada estrato las siguientes características del suelo como: textura, consistencia, humedad natural y nivel de la napa freática.

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Figura 17. Simbología de suelos

Fuente: Adaptado de Reglamento Nacional de Edificaciones – Suelos y cimentaciones E 0.50, 2016.

### 1.8.3 Datos básicos de diseño

#### 1.8.3.1 Sistema de agua potable

Se requiere dotar con servicio de agua potable a las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina ya que el sistema que presenta es deficiente e insuficiente en cuanto a cantidad y calidad.

### **Parámetros de diseño de agua potable**

Se beneficiará a 578 habitantes en las habilitaciones ya mencionadas. Los parámetros de diseño a considerarse en este proyecto están dado por el periodo de diseño y la población.

#### **Periodo de diseño**

Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en lugares existentes, el periodo de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los periodos óptimos para cada componente de los sistemas (RNE, 2015).

Según el Manual de Saneamiento del Ministerio de Vivienda para redes de distribución de agua potable y alcantarillado considera un periodo de 20 años lo cual se recalca para la zona en estudio que generalmente es el tiempo estimado (MVCS, Programa Nacional de Saneamiento Urbano, 2016).

#### **Población de diseño**

Población actual

Según la norma OS.050 Redes de distribución para consumo humano, se determinó la población y la densidad poblacional para un periodo de diseño de 20 años mediante métodos estadísticos poblacionales y encuestas.

Por otro lado la norma OS.100 – Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria, indica que tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab./viv.

Por consiguiente se optó lo que indica la norma OS.100, ya que de acuerdo los resultados obtenidos la población es mayor al criterio que indica la norma OS.050

#### **Determinación de la dotación**

Es la cantidad promedio de agua que consume un habitante por día en litros, en la cual se asigna una dotación tanto para usos domésticos, comerciales, industriales, sociales y estatales.

La dotación se calcula con la fórmula:

$$\text{Dotación} = \text{Consumo} / \text{N}^{\circ} \text{ habitantes (lts/ (hab.día).}$$

Este cálculo nos servirá para determinar los gastos de la red de distribución que se aplicara a la población para su consumo. Según la tabla 5, se adoptó una dotación de 220l./hab./día.

**Tabla 4**

*Dotación de agua*

Dotación	Clima frio	Clima templado, cálido
Viviendas con área mayor a 90m <sup>2</sup>	180 l./hab./día	220 l./hab./día
Viviendas con área menor o igual a 90m <sup>2</sup>	120 l./hab./día	150 l./hab./día

*Fuente:* Adaptado de Reglamento Nacional de Edificaciones - Consideraciones básicas de diseño de Infraestructura Sanitaria OS.100, 2015.

**Determinación de las variantes de consumo**

El consumo de agua de una ciudad varía según las estaciones, las costumbres, los días del año y las horas del día. El proyecto está enmarcado dentro de una zona de la selva y donde el calor es constante a lo largo de todo el año, por lo tanto la variación de consumo de acuerdo a la estación es constante.

Los coeficientes de variación según el Manual del Ing. Pablo Valdivia Chacón, son:

**Coefficiente máximo diario k<sub>1</sub>**

El coeficiente de variación máximo diario es el máximo valor que varía el consumo respecto del consumo promedio diario anual, se lo simboliza como k<sub>1</sub>. El coeficiente de variación máximo diario varía entre 1.3 y 1.8, dependiendo del tamaño de la población. El coeficiente es inversamente proporcional al tamaño de la población.

$$k_1 = \frac{Q_{max}}{Q_{prom}} = \frac{Q_{max}}{\frac{Q_{total}}{365}}$$

Ecuación 3. Coeficiente máximo diario.

**Coefficiente máximo horario K<sub>2</sub>**

El coeficiente máximo horario es el máximo valor que varía el consumo en un día respecto del promedio de consumo de ese día, se lo simboliza como k<sub>2</sub>. El coeficiente de variación horario varía entre 1.8 y 2.5. El coeficiente es menor en poblaciones grandes y mayor en poblaciones pequeñas, debido a que en poblaciones menores se presenta simultaneidad en los consumos por las costumbres. En las ciudades grandes, el coeficiente es menor debido a que se presentan diferentes consumos a diferentes horas del día. Es inversamente proporcional al tamaño de la población.

En el cálculo de los caudales de diseño para las conexiones domiciliarias, se considera coeficientes de variaciones anuales que ya han sido estudiadas estadísticamente y comprobadas. Se utilizarán los coeficientes que nos proporciona la Norma OS 100 (RNE, 2015).

Máximo anual de la demanda diaria  $k_1 = 1.3$

Máximo anual de la demanda horaria  $k_2 = 1.8$  a  $2.5$

La norma de SEDAPAL precisa:  $k_1 = 1.3$  y  $k_2 = 2.6$

### **Caudales de diseño**

#### **Caudal promedio diario (l/seg.)**

Es necesario calcular los caudales de diseño según el tipo de red que se va a diseñar. El caudal promedio diario se considera en la relación que define el consumo de la población por día a base de los registros obtenidos en un año.

$$Q_p = \frac{\text{Población (hab)} \times \text{dotación (l/hab/d)}}{86400 \text{ seg/d}}$$

Ecuación 4. Caudal promedio diario

#### **Caudal Máximo Diario (l/seg.)**

Es la demanda máxima en un día realizada por año. Representa el mayor consumo que se realizó en un día (Lopez Cualla, 2003).

$$Q_{md} = Q_p \cdot k_1$$

Ecuación 5. Caudal máximo diario

#### **Caudal Máximo Horario (l/seg.)**

Es el consumo máximo realizado en una hora durante todo un año (Lopez Cualla, 2003).

$$Q_{mh} = Q_p \cdot k_2$$

Ecuación 6. Caudal máximo horario

### **Redes de distribución**

La Habilitación Urbana Las Torres de la Molina cuenta con un deficiente sistema de redes de agua potable desde el año 2007, mientras que las habilitaciones urbanas Sergio Díaz y Santa Victoria carecen de un sistema de agua potable.

De acuerdo a algunas opiniones, el diseño de la red se debe hacer con un procedimiento de operación continuo; si las circunstancias obligan a una operación intermitente, se debe tomar como una falla en el servicio, y en este caso se debe aclarar que se aplicaría solamente método de modelación que se ha propuesto y no el de diseño (Cabrera-Béjar & Gueorguiev, 2012).

A través de la sectorización y regulación de presiones, se mejora significativamente la eficiencia hidráulica de la red de distribución de agua potable en estudio, recuperándose volúmenes importantes de agua potable, al reducirse en alto grado las fugas (Fragoso, Ruiz, Zurvia-Flores, & Toxky, La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica, 2016).

Del mismo modo De Sousa, C.; Correia, A.; & Colmenares, M. (2010) conceptuaron que para controlar la corrosión en los sistemas de distribución y evitar las perforaciones y obstrucciones en las tuberías se necesita seleccionar adecuadamente los materiales del sistema y el diseño apropiado del mismo; suministrar protección catódica, principalmente para la corrosión externa y usar revestimientos y pinturas resistentes a la corrosión.

En los sistemas de conducción de agua a presión es común que se presenten fugas de este líquido. Las fugas pueden deberse al agrietamiento transversal, aplastamiento o agrietamiento longitudinal de las tuberías, la corrosión o la falla de las válvulas que pueden incrementar las fugas en una red. (Fuentes-Mariles O.A.; Palma-Nava A.; & Rodríguez-Vázquez K.)

### **Red de distribución cerrada (Mallas)**

Es uno de los tipos de redes de agua potable que se conforma mediante la conexión de circuitos en ramales. Este tipo de red es conveniente para este estudio que se está realizando porque garantiza un buen servicio ya que si existiera una posible rotura en alguna de sus tuberías, se logrará afectar una cantidad menor de usuarios.

### **Método para la determinación de caudales.**

#### **Método de Hardy Cross**

Es el procedimiento más utilizado para determinar los caudales circulantes en una red reticulada cuyos diámetros son conocidos, es necesario partir de diámetros supuestos y comprobar posteriormente los caudales y presiones de servicio.

Para redes de distribución de agua potable se suele simplificar con la ecuación:

$$R = \frac{10.6 L}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Ecuación 7. Método de Hardy Cross

Donde:

R=Coeficiente de reducción

C=Coeficiente de rugosidad del material de la tubería

L=Longitud del tramo (m)

D=Diámetro de la tubería (m)

Se deben suponer los caudales en cada rama (Q'). La red se divide en circuitos de lazo cerrado

Adoptando la convención de que las pérdidas de carga en el sentido horario son positivas y las antihorario son negativas, se debe cumplir que:

$$\sum H_L = 0$$

Como la hipótesis inicial de distribución de caudales no es correcta, no se cumplirá, entonces en cada tubería se calcula la pérdida de carga:

$$H_L = R \cdot Q^2$$

Se suman los valores de  $H_L$  de todas las ramas del lazo:  $\sum H_L$  (si el flujo es horario  $H_L$  es positiva, si el flujo es antihorario  $H_L$  es negativa)

En cada tubería se calcula el producto:

$$2 \cdot R \cdot Q$$

En cada lazo se calcula  $\Delta Q$  como:

$$\Delta Q = \frac{\sum H_L}{\sum 2 \cdot R \cdot Q}$$

Por último, se calcula el nuevo caudal o corrección del caudal de la tubería Q' como:

$$Q' = Q - \Delta Q$$

Repetir el proceso con Q' hasta que el valor de  $\Delta Q$  no exceda un valor límite, que según la norma debe ser menor de 0.1 mca y se obtiene para las condiciones anteriores la presión en cada uno de los nodos de las mallas.

Cuando la condición de cierre se cumpla, la malla estará equilibrada hidráulicamente y los caudales obtenidos serán los reales.

Posteriormente se deben verificar las presiones en cada uno de los nodos, teniendo en cuenta la presión mínima de servicio es 10mca y la máxima de 50mca adoptada según la norma OS.050 del RNE para el diseño, mediante la ecuación  $H_L = R.Q^2$ . Igualmente, debe verificarse que las velocidades en los tramos cumplan de acuerdo a lo establecido según la norma OS.050 del RNE, que es 0.30m/s la velocidad mínima y 3m/s la velocidad máxima.

### Dimensionamiento Hidráulico

#### Hazen y Williams

Esta ecuación según la Norma Técnica Peruana ISO 4422 puede expresarse como:

$$Q = 0.2788 C D^{2.63} S^{0.54}$$

Ecuación 8. Método de Hazen y Williams

Y también como:

$$D = (Q / (0.2788 C S^{0.54}))^{(1/2.63)}$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

D: Diámetro (m)

L: Longitud (m)

S: Pendiente (m/m)

C: Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams

Debido a que se aplicó la fórmula de Hazen y Williams, el coeficiente de rugosidad (C) depende del tipo de tubería, en este caso se utilizó tubería de material PVC y de acuerdo a la tabla de tipos de tubería para PVC se usó un valor de C = 150.

#### **Tabla 5**

*Coeficientes de rugosidad en la fórmula de Hazen y Williams*

Tipo de tubería	C
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, asbesto cemento	140
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	150

**Fuente:** Adaptado de Reglamento Nacional de Edificaciones – Redes de distribución de agua para consumo humano OS.050, 2015.

## **Conexiones domiciliarias de agua**

La habilitación de la red existente cuenta con un deficiente sistema de agua potable, ya que no es suficiente para abastecer sus necesidades por medio de las conexiones domiciliarias.

La instalación de medidores de agua en hogares o el mejoramiento de su clase metrológica ha indicado una reducción en el consumo en un rango del 10% al 30% y algunas veces hasta el 50%; así la micromedición se convierte en una forma eficaz para racionalizar el consumo de agua. Una forma importante de lograr un uso eficiente y racional del agua es a partir de los cambios en los patrones o hábitos de consumo en los usuarios (Gildardo, Guerrero, & Ocampo, 2012).

### **Presiones en la red**

#### **Presión Estática**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma OS.050 nos indica una presión mínima de 10mca y una presión máxima de 50mca.

Para conocer la presión estática en la red ya existente, se debe solicitar en la EPS de la zona de estudio la presión en mca que se encuentra en el punto, ya que esta determinará la clase de tubería que será instalada en el lugar (PÉREZ FARRAS, 2007).

#### **Presión de servicio**

Es importante conocer las presiones de servicio dentro de las habilitaciones urbanas, por ende se necesita saber la presión en la red y deducir por la formula empírica de Gómez (LOPEZ CUALLA,2003).

$$P_{ser} = 1.2(3N + 6)$$

**Tabla 6**

*Presiones de servicio*

Número de pisos	Presión Mínima
1	11
2	15
3	18
4	22

*Fuente:* Adaptado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado, Ricardo López Cualla (2003)

### 1.8.3.2 Sistema de alcantarillado

Las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina cuentan con un defectuoso sistema de alcantarillado, razón por la cual no existe tratamiento de aguas servidas.

#### Parámetros de diseño de alcantarillado

##### Determinación de las contribuciones

##### Composición de las contribuciones de aguas residuales

La contribución de aguas residuales al sistema de alcantarillado está conformada por:

Aguas residuales domésticas

Agua de infiltración de aguas subterráneas

Aguas de lluvia.

##### Contribuciones de aguas residuales domésticas

##### Coefficiente de retorno

El coeficiente de retorno es la relación entre el volumen del desagüe y el volumen de agua abastecida o factor de reingreso del agua al sistema de alcantarillado.

En el país no hay estudios de investigación sobre el valor de este coeficiente. Para fines de diseño se estima un valor 80% del caudal de agua potable consumida según la norma OS.070 Redes de Aguas Residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones. Puede variar de 0.70 y 1.30 teniendo en cuenta todos los tipos de abastecimiento.

La diferencia de los volúmenes de agua abastecida y el volumen de desagües se presenta por el uso de las aguas en: elaboración de alimentos, bebidas, riego de parques y jardines, lavado de vehículos y calles, combate de incendios, etc.

#### Tabla 7

*Factor de reingreso o relación desagüe-agua.*

País	Relación desagüe – agua % de contribución desagüe	Procedencia (entidad o autor)
Perú	0.80	Ministerio de vivienda. Servicio de agua potable y alcantarillado de Lima.

*Fuente:* Alcantarillado y Drenaje Pluvial Tomo I. Govea, E.

### Contribuciones por infiltración de agua subterránea

La contribución por infiltración de agua subterránea es variable de una localidad a otra, depende del nivel de aguas subterráneas; esto es, si ese nivel está sobre el nivel de las tuberías, también depende si el nivel de aguas subterráneas se incrementa en casos de infiltración de las aguas de lluvias en las que el nivel del agua subterránea alcanza el nivel de las tuberías.

El caudal de infiltración de agua subterránea es el caudal de aguas subterráneas que ingresan a las tuberías de alcantarillado sanitario.

El Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 indica un coeficiente de infiltración de 0.11/s/ha.

### Caudales de diseño de alcantarillado

#### Caudal promedio diario (l/seg.)

$$Q_{\text{prom}} = \frac{\text{Poblacion servida} \times \text{dotación} \times \text{coeficiente de retorno}}{86400} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{lluvias}} + Q_{\text{ANC}}$$

Ecuación 9. Caudal promedio diario

#### Caudal máximo diario (l/seg.)

$$Q_{\text{md}} = \frac{\text{Población servida} \times \text{dotación} \times \text{coeficiente de retorno}}{86400} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{lluvias}} + Q_{\text{ANC}} \cdot \text{?}$$

Ecuación 10. Caudal máximo diario

#### Caudal máximo horario (l/seg.)

$$Q_{\text{mh}} = \frac{\text{Población servida} \times \text{dotación} \times \text{coeficiente de retorno}}{86400} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{lluvias}} + Q_{\text{ANC}} \cdot \text{?}$$

Ecuación 11. Caudal máximo horario

## **Criterios de diseño para alcantarillado**

### **Criterio Hidráulico**

#### Pendiente mínima

La pendiente mínima a ser adoptada deberá proporcionar una tensión tractiva media no inferior a 1 Pa, calculada para el caudal inicial. La pendiente que satisface esa condición es la determinada por la expresión:

$$S_{o\min} = 0.0055 \cdot Q_i^{-0.47}$$

Ecuación 12. Pendiente mínima

Dónde:

$S_{o\min}$  = pendiente en m/m

$Q_i$  = Caudal al inicio del plan en l/seg.

Cada tramo debe ser verificado por el criterio de la tensión tractiva media, con un valor mínimo de 1 Pa, calculada para el caudal inicial, valor correspondiente para un coeficiente de Manning (n) de 0.013 de acuerdo a la norma OS.070 Redes de Aguas Residuales.

#### Método de Manning:

Tradicionalmente la ecuación de diseño para conductos con flujo por gravedad ha sido la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Ecuación 13. Método de Manning

Donde:

$Q$  = Caudal ( $m^3/s$ )

$A$  = Área de la sección del flujo ( $m^2$ )

$R$  = Radio Hidráulico (m) ,  $R = A/P$

$P$  = Perímetro Mojado (m)

$D$  = Diámetro de la tubería (m)

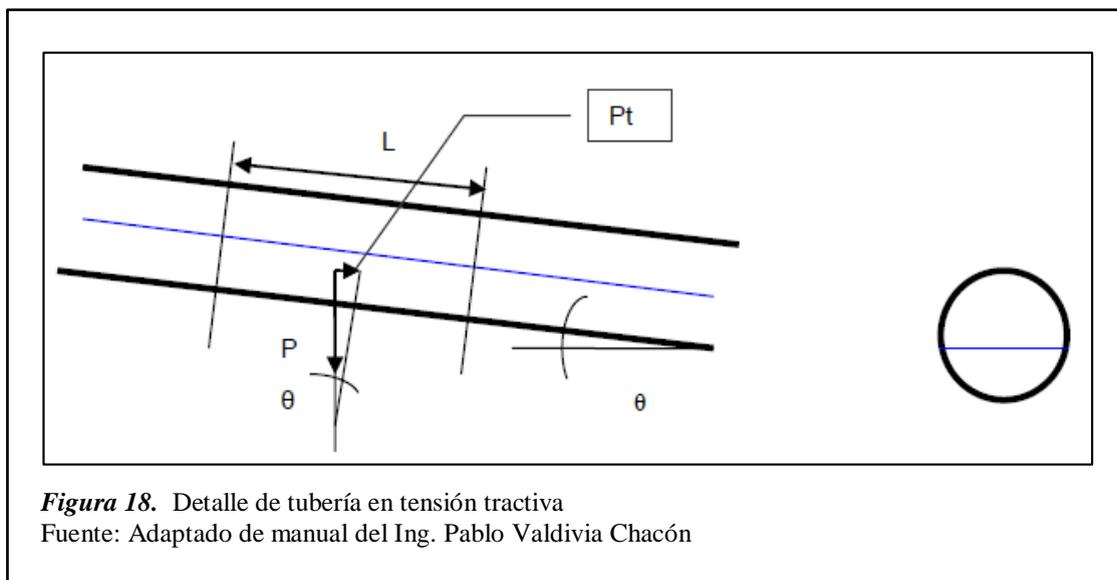
$S$  = Pendiente de la tubería (m/m)

$n$  = Coeficiente de Manning

### **Criterio Auto limpieza**

Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

Este criterio está fundamentado mediante el esfuerzo que ejerce el agua residual cuando escurren por gravedad en la red de tubería del alcantarillado sanitario.



La tensión tractiva mínima del flujo debe superar la resistencia del sedimento al movimiento. Cada tramo debe ser verificado con un valor mínimo de 1 Pa. según la OS.070 del RNE. Por lo consiguiente se trabaja con la fórmula siguiente.

$$\sigma = \gamma \cdot R_h \cdot S$$

Ecuación 14. Tensión tractiva

Dónde:

$\sigma$  = Tensión tractiva media en Pa.

P = Peso de un tramo L del líquido de desagüe, N

Pt = Componente tangencial de P, N

$\Theta$  = Ángulo de inclinación del conducto, grados

$\gamma$  = Peso específico del líquido, 104 N/m<sup>3</sup>, para desagües

R<sub>h</sub> = Radio hidráulico, m

I = pendiente de la tubería, m/m

La tensión tractiva calculada por la ecuación representa un valor medio de la tensión a lo largo del perímetro mojado del conducto.

Las partículas sólidas son normalmente depositadas en las tuberías de desagüe en las horas de menor contribución. La tensión tractiva crítica es definida como una tensión mínima necesaria para el inicio del movimiento de las partículas depositadas en las tuberías de

desagüe. Su valor es normalmente determinado a través de investigaciones de campo, o en laboratorio, pues depende de varios factores, tales como:

Peso específico de la partícula y del líquido

Dimensiones de la partícula, y

Viscosidad del líquido.

### **Criterio de control de sulfitos**

Debido a que los desagües llegan en proceso de descomposición en los colectores de aguas arriba, se ha considerado técnicamente apropiado en todos los casos, implantar tuberías de PVC para tuberías hasta de 450 mm; no obstante, se ha tenido en cuenta la utilización de una tensión tractiva mínima de 1 Pascal, para tener condiciones poco probables con valores menores a  $Z = 5000$ , o a lo más posible, con valores de  $Z$  próximos a 5000 para la generación de gas sulfhídrico, considerando el Índice de Pomeroy para caudal promedio actual como instrumento referencial.

El índice de Pomeroy tiene en cuenta el fenómeno de corrosión de las tuberías, en tuberías de concreto, asbesto cemento, hierro soluble en ácido, que puede llevar a la falla de la tubería por destrucción de la corona de la misma.

$$Z = \frac{3(DBO_5)(1.07)^t}{\frac{1}{S^2} \cdot \frac{1}{Q^3} \cdot H \cdot P}$$

Ecuación 15. Índice de Pomeroy

Donde:

$Z$  = Índice de Pomeroy

$DBO_5$  = Demanda Bioquímica de Oxígeno de las aguas residuales (mgr/l)

$t$  = Temperatura ( $^{\circ}C$ )

$P$  = Perímetro (m)

$S$  = Pendiente del colector (m/m)

$Q$  = Caudal promedio (m<sup>3</sup>/seg.)

$H$  = Ancho del pelo de agua (m.)

#### **Generación de H<sub>2</sub>S**

Poco probable

Posible

Muy probable

#### **Índice de Pomerov, Z**

< 5.000

5.000 – 10.000

> 10.000

## Aplicación de caudales en el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario

**Tabla 8**

Abreviaturas y designación del caudal de diseño para cada componente del sistema de abastecimiento.

N°	Componente	Gasto de diseño	Abreviatura
1	Fuente de abastecimiento	Caudal máximo diario	$Q_{md}$
2	Estación de bombeo	Caudal máximo diario	$Q_{md}$
3	Línea de conducción	Caudal máximo diario	$Q_{md}$
4	Tanque de Regulación (Almacenamiento) Superficial elevado	Caudal máximo diario	$Q_{md}$
5	Línea de alimentación	Caudal máximo horario	$Q_{mh}$
6	Red de distribución	Caudal máximo horario	$Q_{mh}$
6a	Primaria		
6b	Secundaria		
7	Crucero		

*Fuente:* Adaptado de archivo de demanda, por Valdivia, P., 2014.

A continuación se presenta un cuadro donde se sintetizan los caudales de diseño para cada componente del sistema de alcantarillado.

**Tabla 9**

Abreviaturas y designación del caudal de diseño para cada componente del sistema de abastecimiento.

N°	Componente	Gasto de diseño	Abreviatura
1	Colectores secundarios	Caudal máximo horario	$Q_{mh}$
2	Colectores primarios	Caudal máximo horario	$Q_{mh}$
3	Interceptores	Caudal máximo horario	$Q_{mh}$
4	Emisores	Caudal máximo horario	$Q_{mh}$
5	Estaciones de bombeo de aguas residuales	Caudal máximo horario y gasto mínimo	$Q_{mh}$ y $Q_{min}$
6	Plantas de tratamiento de aguas residuales	Caudal promedio	$Q_p$
7	Descarga final	Caudal máximo horario	$Q_{mh}$

*Fuente:* Adaptado de archivo de demanda, por Valdivia, P., 2014.

#### **1.8.4 Estudio de calidad de agua**

Para la evaluación del agua para consumo de las habilitaciones urbanas, se tuvo en cuenta los límites máximos permisibles de acuerdo al Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud (2011), ya que con ello se asegura su correcto estado.

##### **1.8.4.1 Propiedades y generalidades del agua**

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de hidrogeno y uno de oxigeno que unidos entre si forman una molécula de agua (H<sub>2</sub>O)

La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, camanchaca, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes. El agua es un líquido incoloro, casi inodoro e insípido, esencial para la vida animal y vegetal y el más empleado como solvente. Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

##### **1.8.4.2 Usos del agua**

El agua es el recurso más abundante de la Tierra. El consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10% y la industria el 21%. Además, el agua es el mayor componente del cuerpo de todos los seres vivos. El uso del agua se puede clasificar en:

###### **Uso humano o doméstico**

El consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10% de consumo en las actividades del quehacer cotidiano de las personas, así como para las plantas y los animales. Expresan los diferentes usos en el hogar: beber, bañarse, cepillar los dientes, lavar la cabeza, preparar los alimentos, lavar la ropa, limpiar la casa, regar las plantas, lavar los platos, descargar el inodoro, lavar los automóviles, etc.

### **Uso industrial**

Es utilizada en proceso de plantas industriales como materia prima hasta un producto terminado para su comercialización. A nivel industrial está presente y se utiliza como materia prima, generación de vapor por medio de calderas, lavado, intercambiadora de calor, refrigerante, industrias lácteas etc.

### **Uso público**

Es el agua que se consume en lugares públicos, bebedores, oasis, para mantener en los sistemas contra incendios de cualquier entidad pública, fuentes e higiene para toda una población.

### **Uso agrícola**

La agricultura es obviamente el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69% de toda la extracción. El riego consume la mayor parte del agua que se extrae (frecuentemente la mitad o más) como resultado de la evaporación, incorporación a los tejidos de las plantas y transpiración de los cultivos. La otra mitad recarga el agua subterránea, fluye superficialmente o se pierde como evaporación no productiva.

### **Uso recreativo**

Deportes acuáticos, peceras, duchas y balnearios, etc.

#### **1.8.4.3 Calidad del agua**

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímica del agua o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad físico-química del agua se demuestra en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006).

La calidad microbiológica se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano tal y como sucede con los coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella*.

Aquellas aguas que cumplan con los estándares establecidos según los parámetros establecidos por el Ministerio de Salud serán aptas para el consumo humano.

## Parámetros evaluados para la caracterización de la calidad del agua para consumo humano

Se determinaron tres parámetros que son físico, químico y bacteriológico. Los análisis físicos y químicos determinan si el agua está contaminada y proporcionan también otras informaciones útiles. Sin embargo, las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y específicas para revelar cualquier contaminación.

### Análisis físicos

Este tipo de análisis se relaciona con la medición y registros de aquellas propiedades organolépticas que puedan ser observadas por los sentidos.

#### Turbidez

Es la medida de la opacidad del agua comparada con ciertos estándares establecidos según el Ministerio de Salud. Se debe a la dispersión de interferencias de los rayos luminosos que pasan a través de la misma como resultado de la presencia de materia orgánica e inorgánica finamente dividida.

#### Tabla 10

*Límite máximo permisible de parámetro de turbidez*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Turbidez	UNT	5

**Fuente:** UNT=Unidad nefelométrica de turbiedad. Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

#### PH

Significa potencial de hidrogeno y expresa el comportamiento del ion hidrogeno. La mayoría de las aguas naturales tiene un valor de pH 5.5 – 8.6 grados, en una escala de 14 grados, para la cual un pH de 7 en el agua refleja neutralidad. Para un pH de 7 para arriba representa alcalinidad y lo contrario indica acidez. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial.

#### Tabla 11

*Límite máximo permisible de parámetro de PH*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
PH	Valor de PH	6.5 a 8.5

**Fuente:** Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

### Conductividad eléctrica

Se define como la capacidad que tiene las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. El agua pura, no conduce la corriente, sin embargo el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente, y la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad.

**Tabla 12**

*Límite máximo permisible de parámetro de Conductividad eléctrica*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Conductividad eléctrica	us/cm	1500

*Fuente:* Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

### Sólidos totales disueltos (STD)

Son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Los STD y la conductividad eléctrica están relacionadas, ya que cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica.

**Tabla 13**

*Límite máximo permisible de parámetro de Sólidos totales disueltos.*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000

*Fuente:* Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

### Análisis químicos

Mediante este análisis es posible determinar las cantidades de materia mineral y orgánica presentes en el agua y que puedan afectar su calidad.

#### Cloruro

El cloro se utiliza en aguas y drenajes, como agente oxidante y como desinfectante. Como agente oxidante se le emplea para el control de sabor, olor y para la eliminación de color en el tratamiento de aguas municipales; para oxidación de Fe y Mn en los suministros de aguas freáticas, en el tratamiento de aguas industriales se emplea para la oxidación de cianuros en drenajes domésticos.

## Tabla 14

### *Límite máximo permisible de parámetro de Cloruros*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Cloruros	mg/L	250

**Fuente:** Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

## Sulfatos

Estos se encuentran en el agua natural en un amplio rango de concentraciones. La presencia en exceso de sulfatos en el agua de suministro público obra como purgante, es decir, tiene efectos laxantes.

## Tabla 15

### *Límite máximo permisible de parámetro de Sulfatos*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Sulfatos	mg/L	250

**Fuente:** Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

## Dureza

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. Un efecto visible en aguas de distinta dureza es su diferente comportamiento ante la adición de jabón. En presencia de la misma cantidad de jabón, la aparición de espuma es mucho menor si se trata de agua dura.

## Tabla 16

### *Límite máximo permisible de parámetro de Dureza*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Dureza	mg/L	500

**Fuente:** Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

## Nitratos

Generalmente es baja su concentración en el agua subterránea. El agua que se bebe contribuye solamente con una muy baja cantidad del total de nitrato que el organismo recibe. Aunque son bajos los niveles de nitrato que naturalmente ocurren en el agua, algunas veces se encuentran niveles altos que son muy peligrosos para infantes, que es una norma nacional obligatoria de 50mg/L para los abastecimientos públicos como límite máximo permisible.

**Tabla 17**

*Límite máximo permisible de parámetro de Nitratos*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Nitratos	mg/L	50

*Fuente:* Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

## Alcalinidad

Significa la capacidad del agua de neutralizar. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles de pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye. No se establece ningún límite máximo permisible según el Reglamento de Calidad de agua para consumo humano del Ministerio de Salud.

## Análisis bacteriológico

El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, que son los que pueden transmitir enfermedades. Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos son el riesgo para la salud común y difundida que lleva consigo el agua bebida.

### Examen microbiológico

El agua que circula por un sistema de distribución debe ser tratada para que no contenga ningún microorganismo que pueda ser de origen fecal. Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos o por parásitos son el riesgo para la salud.

Los principales microorganismos indicadores de contaminación fecal son: Escherichia Coli, las bacterias termorresistentes y otras bacterias coliformes, los estreptococos fecales y las esporas de clostridia reductoras de sulfito.

**Tabla 18***Límite máximo permisible de parámetros microbiológicos*

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias Coliformes totales	UFC/100ml a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100ml a 44.5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100ml a 44.5°C	0
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
Virus	UFC/ ml	0
Organismo de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos	N°org/ L	0

**Fuente:** UFC=Unidad formadora de colonias, (\*)=En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1.8/100ml. Adaptado de Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud, 2011.

### 1.8.5 Impacto ambiental

El objetivo del impacto ambiental es identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales potenciales, directos e indirectos que las obras y actividades del proyecto puedan ocasionar en los diversos componentes del medio ambiente del área de influencia socioambiental, así como los que podrían ser ocasionados por el medio ambiente sobre el objeto de estudio.

Asimismo establecer las correspondientes medidas de mitigación para atenuar o anular los impactos identificados y sus respectivos costos de implantación. (Ibañez, 2012)

### Área de influencia

El área de estudio, será determinada considerando todas aquellas zonas en las que el proyecto puede generar impactos ambientales. En este caso las áreas de influencia correspondieron a las habilitaciones Urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Torres de la Molina.

Medio Ambiente: Se estableció las condiciones ambientales existentes en el área de influencia del proyecto, en la cual se presentó la información usando tablas y la matriz de Leopold, resumiendo la información obtenida pertinente.

Medio Social: Se estableció las condiciones sociales en el área de influencia identificando los diferentes factores sociales por medio de encuestas, en la que se identificó una posible área de afectación de cada vivienda.

**Tabla 19***Matriz de involucrados*

Grupo involucrado	Intereses	Problemas percibidos	Recursos y mandatos
Población beneficiaria	Ser atendidos por un eficiente servicio de agua y alcantarillado de su localidad	La población de la provincia no cuenta con un buen servicio de saneamiento	Asumir el pago mensual que resulte del cálculo de las tarifas mediante el sistema de micro medición que cubra gastos de administración, operación y mantenimiento de los servicios del agua potable y alcantarillado.
Empresa prestadora de servicios marañón	Organización de servicio de agua potable y alcantarillado de la localidad, entidad que estará a cargo de la administración, operación y mantenimiento del proyecto.	Deficiente cobertura de agua y alcantarillado	Ampliar la cobertura de su servicio participando activamente en las actividades de capacitación y sensibilización establecido en el proyecto.
Municipalidad provincial de Jaén	Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población. Aplicar estrategias de sensibilización para promover la participación ciudadana en los proyectos de agua y alcantarillado	Incremento de casos de morbilidad en la población debido al inadecuado almacenamiento del agua y la falta de servicios de desagüe	Capacitación a la población en higiene y educación sanitaria. Apoyará dando las facilidades para la realización del estudio de preinversión de la obra. elaboración y ejecución del proyecto

*Fuente:* Elaboración propia.

**Matriz de Leopold**

Fue desarrollado por el servicio geológico del departamento del interior de los estados unidos para evaluar inicialmente los impactos asociados con proyectos mineros. Posteriormente su uso se fue extendiendo al proyecto de construcción de obras.

Esta matriz puede ser considerada como una lista de control bidimensional. Su utilidad principal es como lista que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

El procedimiento de la elaboración e identificación es el siguiente:

Se elabora un cuadro(fila), donde aparecen acciones del proyecto

Se elabora otro cuadro (columna), donde se ubican los factores ambientales.

Construir la matriz con la acción (columnas) y condiciones ambientales (filas).

Para la identificación se confrontan ambos cuadros, se revisa las filas de las variables ambientales y se seleccionan aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto

Evaluar la magnitud e importancia en cada celda.

Trazar la diagonal en cada celda e ingresa la suma algebraica de los valores precedentemente ingresados

En la intersección de la fila con la columna en el extremo al fondo y a la derecha se ingresarán las sumas finales

Los resultados indican cuales son las actividades más perjudiciales o beneficiosas para el ambiente y cuáles son las variables ambientales más afectadas, tanto positiva como negativamente.

### **Tablas de calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental**

Se aplicó la matriz de Leopold, donde se identificaron impactos positivos y negativos en un entorno, la cual se involucra con la sociedad donde se tuvo varios factores ambientales como la magnitud y la importancia.

**Tabla 20**

*Impactos Negativos*

Magnitud		Importancia			
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	-1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	-2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	-3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	-4
Media	Media	-5	Media	Local	-5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	-6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	-7
Alta	Media	-8	Media	Regional	-8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	-9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	-10

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 21**  
*Impactos Positivos*

Intensidad	Magnitud		Duración	Importancia	
	Afectación	Calificación		Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

*Fuente:* Elaboración propia.

### 1.9. Definición de la terminología

**ASTM:** Norma americana cuyo significado es Sociedad Americana para el ensayo e inspección de los Materiales.

**NTP:** Significa Norma Técnica Peruana que establecen las especificaciones o requisitos de Calidad para estandarización de productos, procesos y servicios

**Aguas receptoras:** Es el lugar que se encarga de receptor las aguas residuales en las que pueden ser pozas de oxidación, ríos, océanos, etc.

**Aguas residuales:** Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

**Cama de apoyo:** Espesor de material de préstamo que sirve para soporte de asentamiento de la tubería, cuando la zanja sea compactada.

**Clave de tubería:** Se le llama así a la parte superior de la tubería.

**Conexión predial múltiple:** Es aquella que sirve a varios usuarios.

**Densidad:** Es la relación entre la masa y el volumen.

**Gradiente hidráulico:** Es la potencia del agua que es incrementada por la altura y la distancia respectivos a puntos.

**Hidrante:** Grifo contra incendio

**Impermeable:** Que impide el paso o la penetración del agua.

**Material de préstamo:** Material que sirve como relleno en zanjas donde no es propia del lugar cumpliendo con los requisitos mínimos que indican en las especificaciones técnicas.

**Material propio:** Material del mismo lugar donde se tiene que seleccionar y hacer su estudio respectivo para ver si cumple con los requisitos mínimos que indican en las especificaciones técnicas.

**Medidor:** Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

**Mca:** Significa metro de columna de agua, que es una unidad de presión ejercida por una columna de agua pura de un metro de altura sobre la gravedad terrestre.

**Ppm:** Significa partes por millón; medida de la concentración. Un ppm es una unidad de peso de soluto por peso de solución. En análisis de agua un ppm es equivalente a mg.

**pH:** Es valor que determina si el agua es ácida, básica o neutra. Tiene una escala de medición de 0 a 14, en las cuales existen rangos para clasificar sustancias. De 0 a 6 es ácida, 7 es neutra y de 8 a 14 es básica.

**Pendiente mínima:** Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la autolimpieza de la tubería.

**Profundidad:** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

**Recubrimiento:** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

**Tensión tractiva:** Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

**Sistema de agua potable:** Sistema encargado de distribuir agua potable a las viviendas en estudio.

**Sistema de alcantarillado:** Sistema encargado en transportar las aguas residuales producidas por los habitantes, hacia las pozas de oxidación.

## **II.**

# **MATERIAL Y MÉTODOS**

## II: MATERIAL Y MÉTODOS

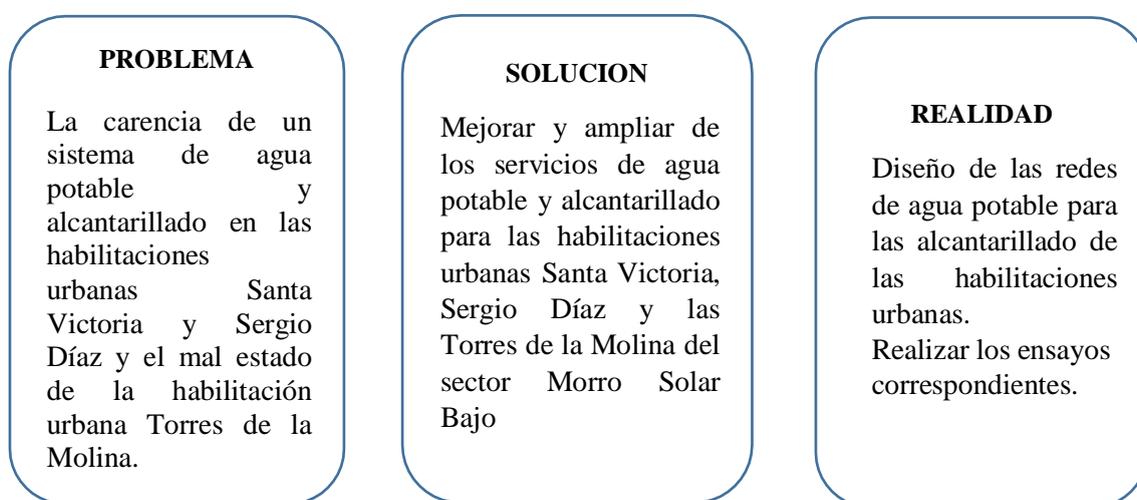
### 2.1. Tipo y diseño de la investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

El proyecto de investigación es de tipo experimental.

#### 2.1.2 Diseño de investigación

En el presente proyecto se empleó la investigación pre experimental, ya que se realizaron ensayos en laboratorio.



### 2.2 Población y muestra

La población y la muestra fueron las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina del sector Morro Solar Bajo de la ciudad de Jaén.

### 2.3 Variables

#### 2.3.1 Variable independiente

El sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario.

#### 2.3.2 Variable dependiente

El bienestar para la población de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina del sector Morro Solar Bajo de la ciudad de Jaén.

## **2.4 Hipótesis**

Si se mejora y amplía los servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, menor será el desequilibrio económico, social y la probabilidad de enfermedades en la población.

## 2.5 Operacionalización

**Tabla 22**

*Operacionalización de variable dependiente*

Variable dependiente	Dimensiones	Indicador	Subindicador	Índice	Técnica de recolección de datos	Instrumento de medición
La población	Crecimiento poblacional	Adecuado servicio de agua potable y alcantarillado	Escasez de agua. Letrinas. Tasa de crecimiento	N° de habitantes	Encuesta Observación Análisis de documentos	Guía de observación Guía de análisis de encuestas Guía de análisis de documentos
	Salud	Higiene Limpieza Alimentación Charlas	Consumo de alimentos saludables Enfermedades Desarrollo de capacidades	Tipo de enfermedades ha padecido algún miembro de la familia	Encuesta Observación Análisis de documentos	Guía de observación Guía de análisis de encuestas Guía de análisis de documentos
	Economía	Acarreo de agua Productividad laboral	- Bodegas - Restaurant - Farmacias - Puesto de negocio	Ingreso mensual	Encuesta Observación Análisis de documentos	Guía de observación Guía de análisis de encuestas Guía de análisis de documentos

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 23**

*Operacionalización de variable independiente*

Variable independiente	Dimensiones	Indicador	Subindicador	Índice	Técnica de recolección de datos	Instrumento de medición
	Agua potable	Cantidad	Dotación	de Litros por habitante (Lt/hab.)	Observación	Guía de análisis de documentos
		Calidad	Tiempo de funcionamiento			
		Fiabilidad	Pérdida de agua			
Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario	Aguas residuales	Cantidad	Dotación	- Litros por habitante (Lt/hab.)	Observación	Guía de análisis de documentos
		Dirección de flujo	de Infiltraciones Pendiente	m/m		
	Suelo	Estudio de Suelos	Contenido de humedad	Kilogramos (Kg.)	Observación Estudio de campo Extracción de muestras Ensayos en laboratorio	GPS Nivel Wincha Mira topográfica Posteadora Tamices
		Estudio topográfico	Limite liquido	Miligramos (ml)		
			Limite plástico			
			Contenido de sales	Coordenadas		

Fuente: Elaboración propia

## **2.6 Abordaje Metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **2.6.1 Abordaje Metodológico**

#### **2.6.1.1 Métodos de investigación**

##### **Método analítico**

Permitió analizar la realidad de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina y así poder encontrar las ideas adecuada para el proyecto de investigación.

##### **Método Deductivo**

Para el proyecto de investigación se recopiló información de diversos libros, teorías, revistas e internet, para luego ser plasmadas en el transcurso del proyecto.

##### **Método Inductivo**

Este método se empleó para efectos de observación del proyecto y además permitió formular conclusiones generales sobre el desarrollo de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina.

### **2.6.2 Técnicas de recolección de datos**

#### **Observación**

Esta técnica se usó para la obtención de características, comportamiento y diversos factores que presentó el objeto de estudio.

#### **Encuestas y entrevistas**

Esta técnica sirvió para tener en cuenta el estado en que se encuentra el proyecto en estudio.

#### **Análisis de Documentos**

Esta técnica sirvió para la obtención de información de diversos libros, artículos y normativa en la realización de la investigación.

### **2.6.3 Instrumento de recolección de datos**

#### **Guía de Observación**

Se realizó trabajos in situ así como también se utilizó los formatos requeridos según los ensayos realizados en laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Señor de Sipan.

### **Guía de encuesta y entrevistas**

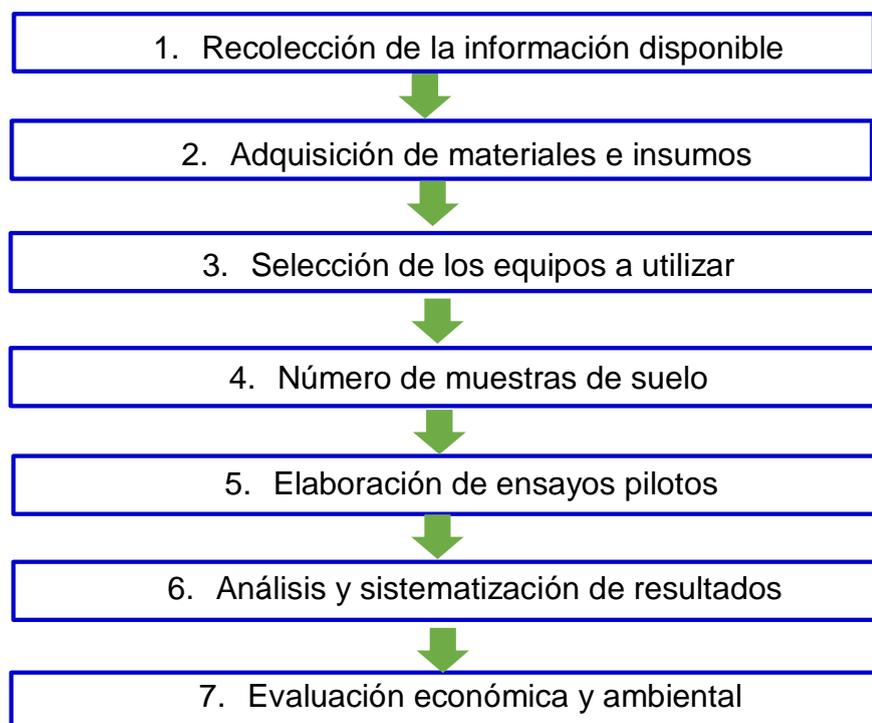
Es una de las principales herramientas para la recolección de datos que se realizó a los pobladores de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y las Torres de la Molina, ya que nos garantizó la confiabilidad necesaria para la elaboración del presente proyecto, se presenta en el anexo 01.

### **Guía de documentos**

Se utilizó como guía libros, así como el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **2.7 Procedimientos para la recolección de datos**

### **2.7.1 Diagrama de flujo de procesos**



#### **2.7.1.1 Recolección de la información disponible**

Se recolectó la información necesaria por medio de encuestas y entrevistas realizadas a los pobladores de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Torres de la Molina. Además se hicieron ensayos en laboratorio para conocer las propiedades físicas del suelo y así poder realizar el diseño de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones y aportes.

### **2.7.1.2 Adquisición de materiales e insumos**

Los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación, se obtuvieron de la siguiente manera:

Yeso que se utilizó para realizar el levantamiento topográfico.

Agua destilada que se empleó para los ensayos correspondientes.

Ácido clorhídrico para el ensayo de contenido de sales

### **2.7.1.3 Selección de los equipos a utilizar**

Los equipos que se emplearon fueron de acuerdo a los estudios y ensayos a realizar según los requerimientos y las características solicitadas en la norma.

### **2.7.1.4 Número de muestras de suelo**

Para la investigación se trabajó solamente con muestras alteradas debido a que el mejoramiento y ampliación en las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Torres de la Molina fue solo para redes de distribución de agua potable y alcantarillado más no para estructuras de concreto (planta de tratamiento, reservorio, etc.).

Por consiguiente se realizaron perforaciones empleando como herramienta principal una posteadora, que en este caso fueron 11 muestras de las cuales se extrajeron 2 estratos por cada perforación. El manual de saneamiento del Ministerio de Vivienda recomienda realizar una perforación cada 50 lotes, por ello se creyó conveniente realizar una perforación por hectárea para mayor confiabilidad en los estudios de mecánica de suelo.



*Figura 19.* Inicio de perforación en suelo



*Figura 20.* Uso de posteadora para extracción de muestra.



**Figura 21.** Extracción de muestra



**Figura 22.** Observación del color de suelo

### 2.7.1.5 Elaboración de ensayos pilotos

Se realizaron los ensayos de contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico y contenido de sales para cada una de las perforaciones, a continuación se detalla cada ensayo en el orden respectivo.

#### Contenido de humedad

Este ensayo permite obtener la cantidad de humedad que existe en cada estrato de las muestras extraídas

#### Equipos o materiales

Recipientes

Balanza

Horno de secado

#### Procedimiento

1. Inicialmente se codificaron y se pesaron los recipientes donde fueron colocadas cada muestra extraída de la zona en estudio.
2. Se procedió a colocar las muestras húmedas en sus respectivos recipientes y se pesaron, lo que se obtuvo como peso del recipiente más suelo húmedo.
3. Se colocaron en el horno a una temperatura de 110°C por 24 horas.
4. Cumplido el tiempo de secado en el horno se retiraron las muestras y se pesaron nuevamente obteniéndose el peso del suelo seco más el recipiente.
5. Con ello se realizaron los cálculos para determinar el contenido de humedad de estas.



**Figura 23.** Muestras húmedas extraídas de la zona en estudio.



*Figura 24.* Muestras secas retiradas del horno y previamente pesarlas.

### **Granulometría**

Este ensayo permitió obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en las muestras de suelo.

#### Equipos o materiales

Serie de mallas: N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200.

Bandeja para cuarteo

Balanza

Horno de secado

Recipientes

#### Procedimiento

1. Se secaron las muestras y se procedió a cuartear cada una de ellas.
2. Por consiguiente, de cada muestra se separó una porción mayor o igual a 200 gramos. Dicha porción se saturó por 24 horas.
3. Se procedió a lavar cada porción por la malla N°200 con el fin de eliminar todo el material fino y observar que el agua utilizada salga limpia.
4. El material retenido en la malla se colocó en el horno por 24 horas.
5. Cumplido el tiempo de secado se extrajo el material del horno y se pesó

6. Por consiguiente se realizó el tamizado con las mallas N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200.
7. Se concluyó pesando y graficando el material retenido en cada tamiz.



**Figura 25.** Observación del peso de las muestras (debe ser mayor o igual a 200gr).



**Figura 26.** Muestras a saturar.



*Figura 27.* Lavado de muestras por la malla N°200.



*Figura 28.* Tamizado de muestras.

## **Límites de Consistencia**

Estos ensayos permitieron obtener el rango de humedad que presentó el suelo al estar en estado plástico.

### Equipos o materiales

Malla N°40

Recipientes Horno

de secado Copa

Casagrande

Ranurador metálico

Pizeta

Espátula

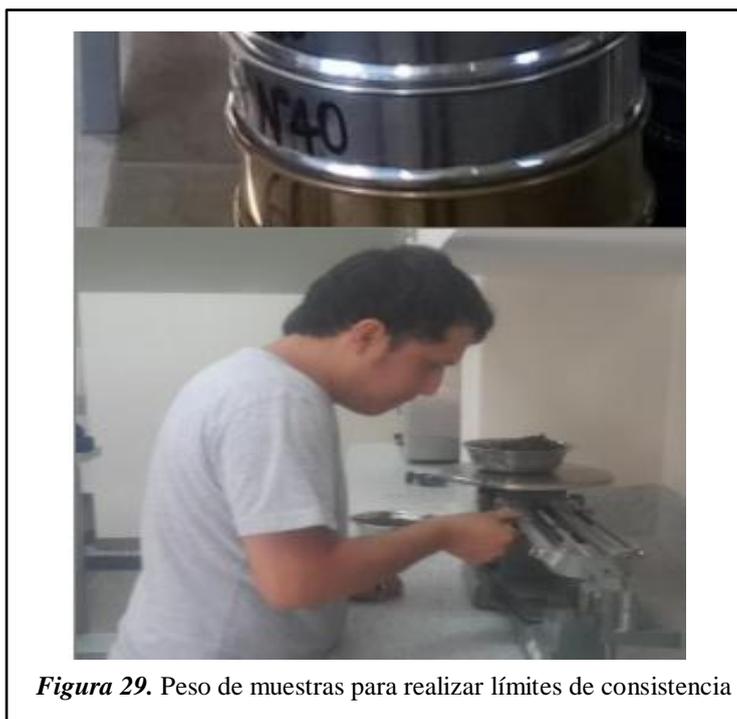
Balanza

Agua destilada

Lamina de vidrio

### Preparación del material

1. Cada muestra se tamiza por la malla N°40, el material que pasa por la malla debe pesar entre 200gr a 250gr.
2. El material se colocó en un recipiente y se le añadió agua destilada hasta obtener una mezcla de consistencia plástica.
3. Dicha mezcla se guardó por 24 horas.



**Figura 29.** Peso de muestras para realizar límites de consistencia



*Figura 30.* Obtención de mezcla de consistencia plástica.

### **Limite Líquido (LL)**

#### Procedimiento

1. Se inicia con la mezcla que se guardó en el horno, ésta se depositó en la copa Casagrande alisando la superficie con la espátula hasta que esta quede horizontal, con caída libre de 10mm.
2. Con el ranurador se separó la mezcla en dos mitades según el eje de simetría de esta.
3. Se golpeó consecutivamente sobre la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que la zanja se haya cerrado. Si el número de golpes para que se cierre la zanja es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido. Dado que no siempre es posible que la zanja se cierre exactamente con 25 golpes.
4. El contenido de humedad que tuvo el suelo en ese momento representó el límite líquido, el cual se determina colocando las fracciones de suelo de la copa Casagrande en un recipiente, secándolas al horno y pesándolas.



**Figura 31.** Separación de muestra de copa Casagrande en dos mitades (con ranurador)



**Figura 32.** Extracción de muestra del horno, se procedió a pesar.

## Limite plástico (LP)

### Procedimiento

1. Se toma una porción del material que quedó del ensayo del límite líquido.
2. Se amasa entre las manos y se hace rodar con la palma de la mano o la base del pulgar sobre la placa de vidrio, hasta que se agriete o desmorone ( $\text{Ø } 1/8''$ ), formando un cilindro o también llamados bastoncillos.
3. Esta muestra debe pesar 15gr.
4. Se realiza 2 o 3 ensayos por muestra.
5. El contenido de humedad que tuvo el suelo en ese momento representó el límite plástico, el cual se determina colocando las fracciones de suelo en un recipiente, secándolas al horno y pesándolas.



*Figura 33.* Amasado de muestras para límite plástico



*Figura 34.* Formación de bastoncillos.

### **Índice de plasticidad (IP)**

El Índice de Plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo.

### **Contenido de sales**

#### Equipos y materiales

Agua destilada

Horno de secado

Balanza

Recipientes

Pirex

Tubo de ensayo

Papel filtro

Estufa

Agitador de muestras

### Procedimiento

1. Se trituraron finamente las muestras para facilitar su disolución. El peso de cada muestra debe ser de 50gr.
2. Se procedió a colocar cada de muestra en un depósito de vidrio con 300 ml de agua destilada y se empezó a agitar por una hora.
3. Por consiguiente se dejó reposar por 24 horas.
4. Cumplido el tiempo se extrae el agua limpia que ha sido asentada, se coloca en la estufa, se deja reposar y enfriar de 2 a 5 minutos.
5. Se extrae una parte del agua (100mm) por medio de un succionador hacia un tubo de ensayo con papel filtro.
6. Por último el agua que queda en el tubo de ensayo se coloca en un pirex, se pesa y se lleva al horno hasta su condensación. Cumplido el tiempo en el horno se pesa el pírex nuevamente.





*Figura 36.* Muestras a reposar.



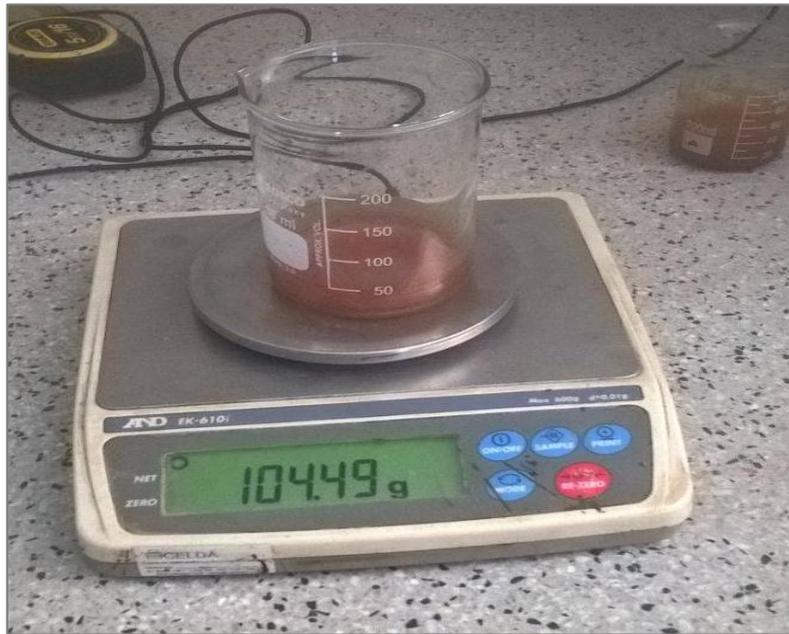
*Figura 37.* Extracción de muestras de la estufa.



*Figura 38.* Colocación de la muestra en beaker.



*Figura 39.* Beaker extraídos del horno.



**Figura 40.** Pesado de beaker más muestra seca.

### 2.7.1.6 Análisis y sistematización de resultados

Todos los resultados obtenidos de los ensayos mencionados anteriormente, serán analizados haciendo uso de diversos métodos y técnicas, con el fin de obtener conclusiones que sean afines a los objetivos planteados en el proyecto.

### 2.7.1.7 Evaluación Económica y Ambiental

Esta investigación contribuirá en la toma de decisiones tanto económicas como ambientales.

## 2.7.2 Instrumentos, diseño y costos

### 2.7.2.1 Instrumentos o guías a utilizar

**Tabla 24**

*Instrumentos para el diagnostico*

Ítems	Descripción
Instrumentos	Programa MICROSOFT EXCEL 2013.
	Programa MICROSOFT WORD 2013.
	Software Watercad
	Software Sewercad

Reglamento Nacional de Edificaciones
2015
AutoCAD 2013
Google Earth
S10
Ms Project

*Fuente:* Elaboración propia

### 2.7.2.2 Diseño

Las propuestas del diseño se realizaron una vez culminados los ensayos y obtenidos los resultados hechos en laboratorio.

### 2.7.2.3 Costos

Los costos se determinaron de acuerdo a lo siguiente:

**Tabla 25**

*Costos Generales del Proyecto de Investigación*

Materiales	Cantidad	P.U.	Parcial	Total
Copias e impresiones de formatos	250	0.10	25.00	
Yeso	1	10.00	10.00	
Pasajes ida y vuelta – Jaén	4	30.00	120.00	
Nivel topográfico	1	80.00	80.00	
Recipientes para ensayos	30	2.5	75.00	
Agua destilada	2	6.00	12.00	
Papel filtro	2	2.50	5.00	
Wincha	1	50.00	50.00	
Gasolina		15.00	15.00	
Envases de vidrio	6	2.50	15.00	
				<b>407.00</b>
Ensayos	Cantidad	P.U.	Parcial	Total
Contenido de humedad	22	10.00	220.00	
Análisis Granulométrico por Tamizado	22	30.00	660.00	
Limite liquido	22	20.00	440.00	
Limite plástico	22	20.00	440.00	
Contenido de sales	22	20.00	440.00	
Calidad de agua	1	500.00	500.00	
				<b>2700.00</b>
				<b>3107.00</b>
	<b>Total</b>			<b>3107.00</b>

*Fuente:* Elaboración propia

Esta investigación contó con el financiamiento de:

**Tesistas**

Llontop Chavesta Lisbet

Paredes Delgado Rómulo Paul

Encargados de financiar los gastos de los materiales utilizados en la investigación y de la realización del ensayo de calidad de agua con ayuda de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Dichos gastos tuvo un total de 407.00 soles.

**Universidad Señor de Sipán:**

Se contó con el apoyo del centro de estudios “Universidad Señor de Sipán”, la cual financió todos los gastos de equipo de laboratorio para poder realizar los ensayos correspondientes.

Dicho apoyo tuvo un total de 2700.00 soles

### 2.7.3 Cronograma de actividades

**Tabla 26**

*Cronograma de actividades*

ACTIVIDAD	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Situación problemática		X														
Formulación del problema			X													
Justificación del problema			X	X												
Limitaciones de la investigación																
Marco teórico																
Antecedentes					X	X										
Estado de arte																
Marco teórico:																
Base teórica científicas						X	X	X								
Definición conceptual																
Marco Metodológico																
Tipo y diseño de la investigación								X	X							
Sujetos en estudio									X	X						
Métodos, técnicas de recolección de datos										X	X	X				
Descripción del(los) instrumento(s) utilizado(s)													X	X		
Procedimiento para la recolección de datos																

ACTIVIDAD	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Criterios éticos																
Criterios de rigor científico																X
Referencias bibliográficas y anexos																X

## **2.8 Principios éticos**

En el presente proyecto de investigación “Mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario para las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Las Torres de la Molina del Sector Morro Solar Bajo de la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca”, se trabajó con los pobladores de dicha zona, en la que se tuvieron en cuenta algunos criterios éticos durante la recolección de datos.

### **2.8.2 Respeto y responsabilidad**

Se tuvo una buena relación con los participantes durante el desarrollo de la investigación.

### **2.8.3 Observación participante**

La recolección de información hacia los pobladores fue con mucha prudencia, ya que se trató de enfocar solo a situaciones relacionados con el proyecto.

## **2.9 Criterios de rigor científicos**

### **2.9.1 Confiabilidad**

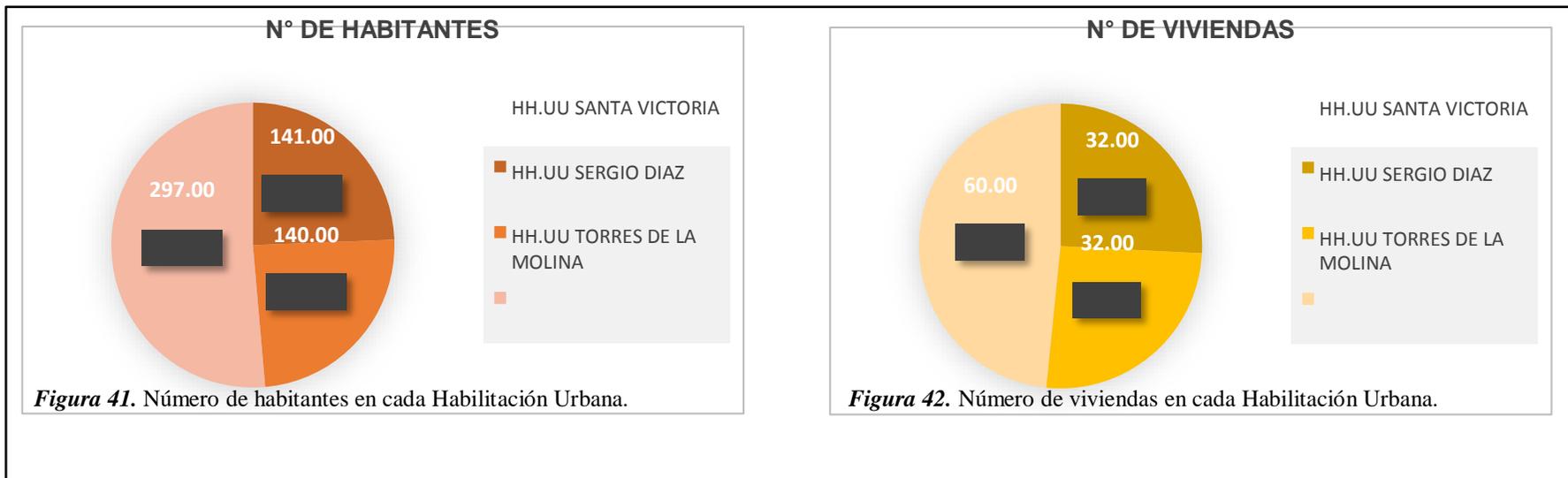
En la investigación se trabajó con encuestas, el cual fue validado por tres expertos en el tema de la investigación. Con esto se observó la confiabilidad de la información.

**III.**  
**RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

Una vez aplicado los instrumentos de recolección de información, se procedió a realizar el análisis correspondiente en cuanto a la información obtenida según encuestas, entrevistas, ensayos, documentos y otros.

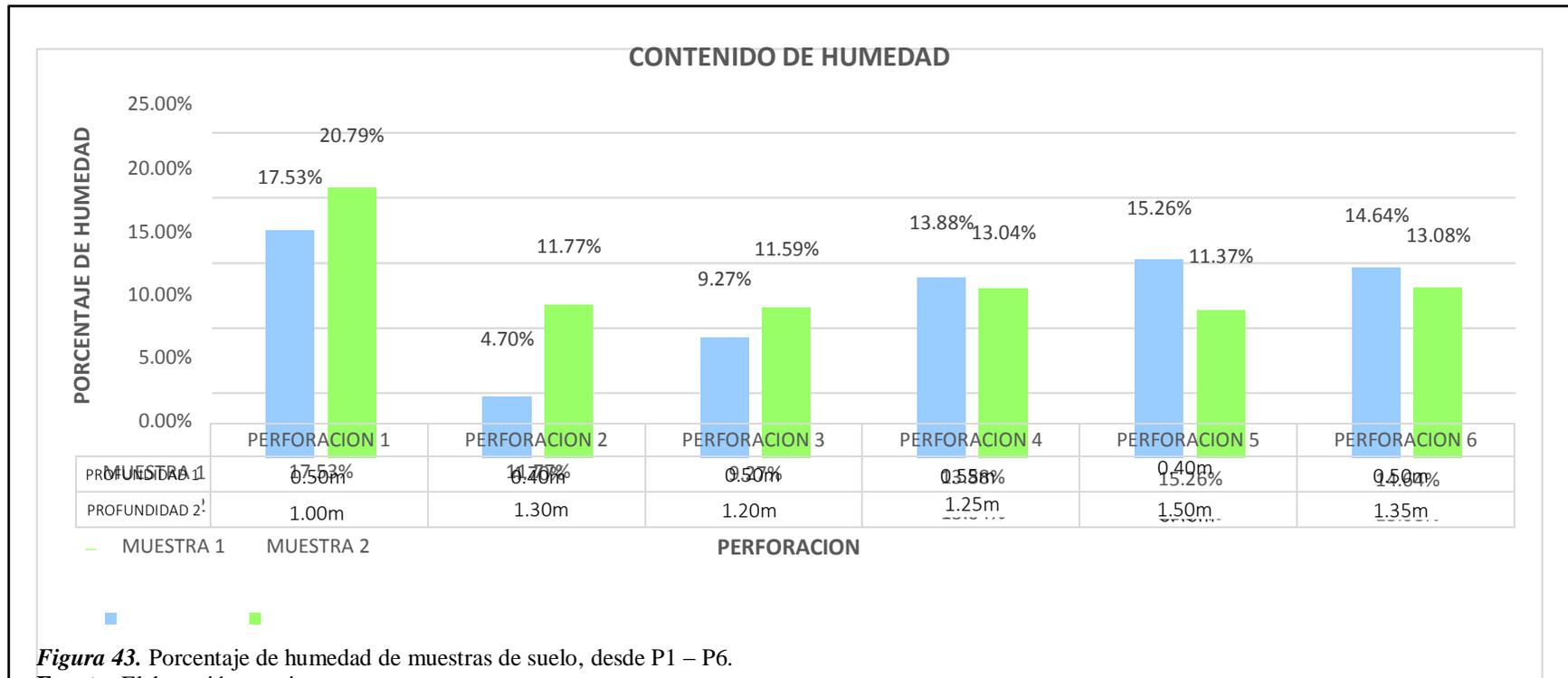
#### 3.1 Censo poblacional



Con esta información obtenida por medio de encuestas se determinó que la mayor cantidad de habitantes se sitúan en la habilitación urbana Torres de la Molina (297 habitantes), zona en la cual se realizará el mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado. Entre la habilitación urbana Santa Victoria y Sergio Díaz se determinó un total de 281 habitantes, zonas en la cual se realizó la ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado (Ver Anexo 1).

### 3.2. Estudio de mecánica de suelos

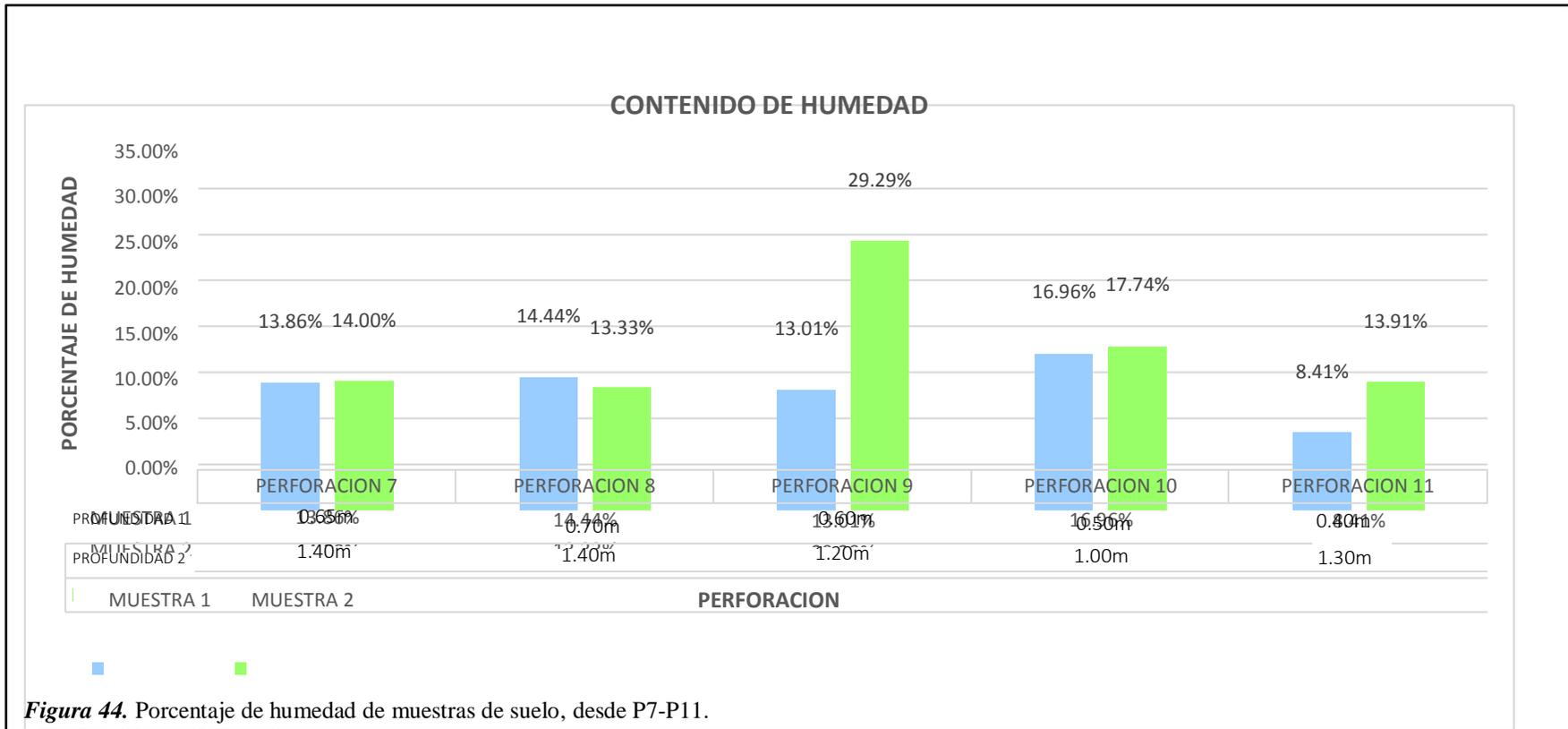
#### 3.2.1 Ensayo de contenido de humedad



**Figura 43.** Porcentaje de humedad de muestras de suelo, desde P1 – P6.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los datos obtenidos nos dan a conocer el porcentaje de humedad de cada una de las muestras extraídas en campo. El contenido de humedad de las 6 primeras perforaciones oscila entre el 4.70% - 17.53% por lo que se presenta un suelo ligeramente húmedo.



**Figura 44.** Porcentaje de humedad de muestras de suelo, desde P7-P11.  
**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de humedad de las 5 últimas perforaciones oscila entre el 8.41% - 29.29% por lo que se presenta un suelo ligeramente húmedo.



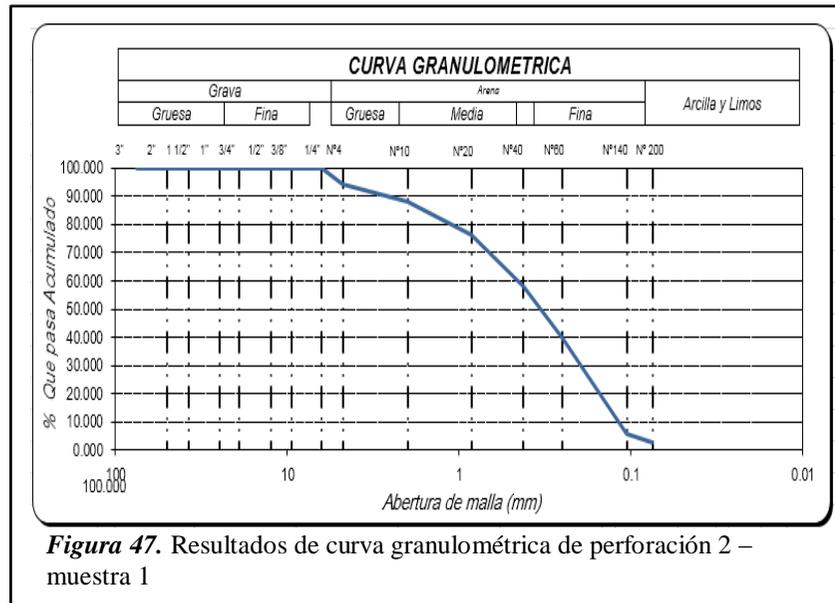
**- Perforación 2**

Muestra	1	Profundidad	0.40m
% Grava	Gruesa	0.0	2.9
	Fina	2.9	
% Arena	Gruesa	3.2	47.1
	Media	15.5	
	Fina	28.4	
% Arcillas y Limos		50.0	50.0
TOTAL			100.0

*Fuente: Elaboración propia.*

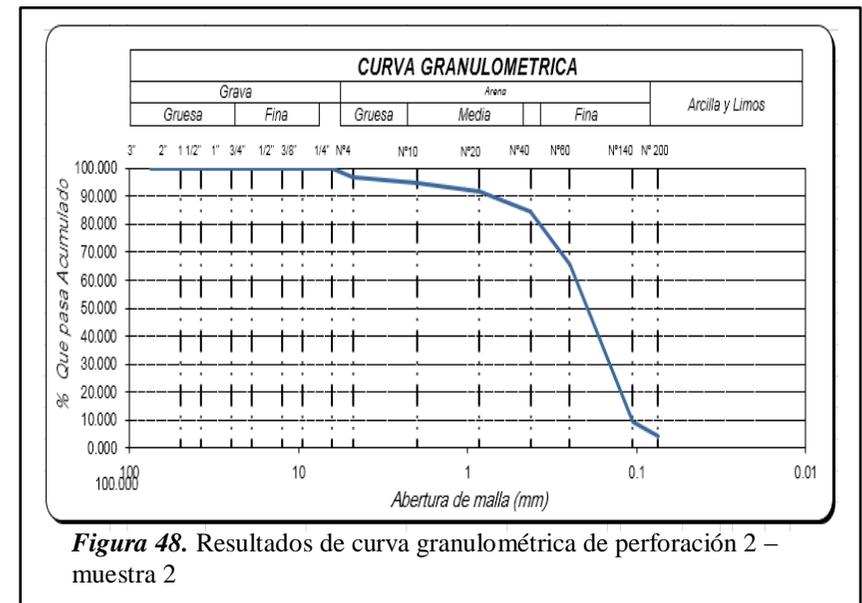
Muestra	2	Profundidad	1.30m
% Grava	Gruesa	0.0	1.6
	Fina	1.6	
% Arena	Gruesa	1.0	47.9
	Media	5.3	
	Fina	41.6	
% Arcillas y Limos		50.5	50.5
TOTAL			100.0

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 47.** Resultados de curva granulométrica de perforación 2 – muestra 1

P2 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.0%.



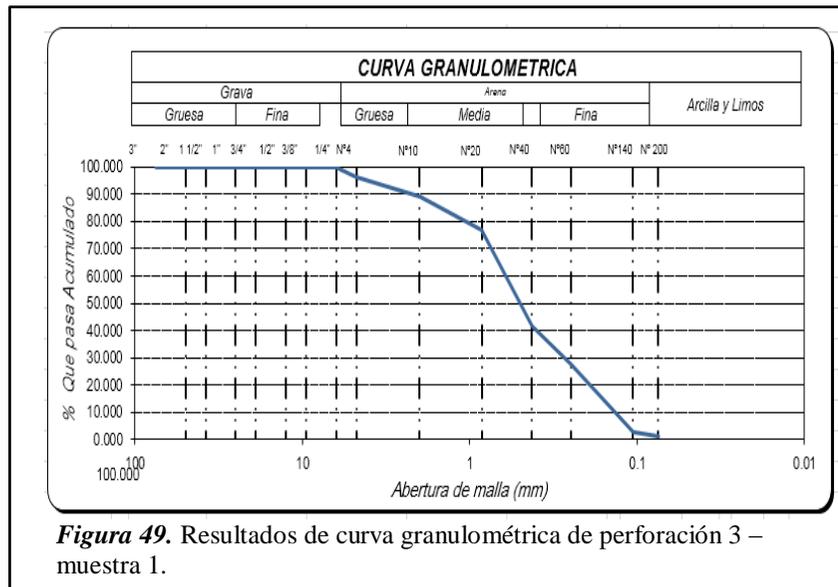
**Figura 48.** Resultados de curva granulométrica de perforación 2 – muestra 2

P2 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.5%.

**- Perforación 3**

Muestra	1	Profundidad		0.50m
%Grava	Gruesa	0.0	2.0	
	Fina	2.0		
%Arena	Gruesa	3.4	47.4	
	Media	23.8		
	Fina	20.2		
% Arcillas y Limos		50.6	50.6	
TOTAL			100.00	

*Fuente: Elaboración propia.*

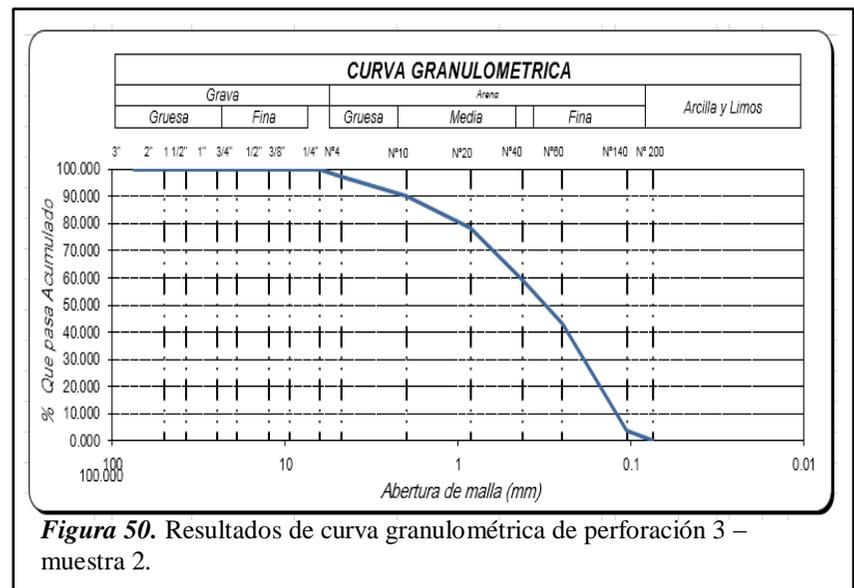


**Figura 49.** Resultados de curva granulométrica de perforación 3 – muestra 1.

P3 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.6%.

Muestra	2	Profundidad		1.20m
%Grava	Gruesa	0.0	1.3	
	Fina	1.3		
%Arena	Gruesa	3.1	44.1	
	Media	14.2		
	Fina	26.8		
% Arcillas y Limos		54.6	54.6	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia.*



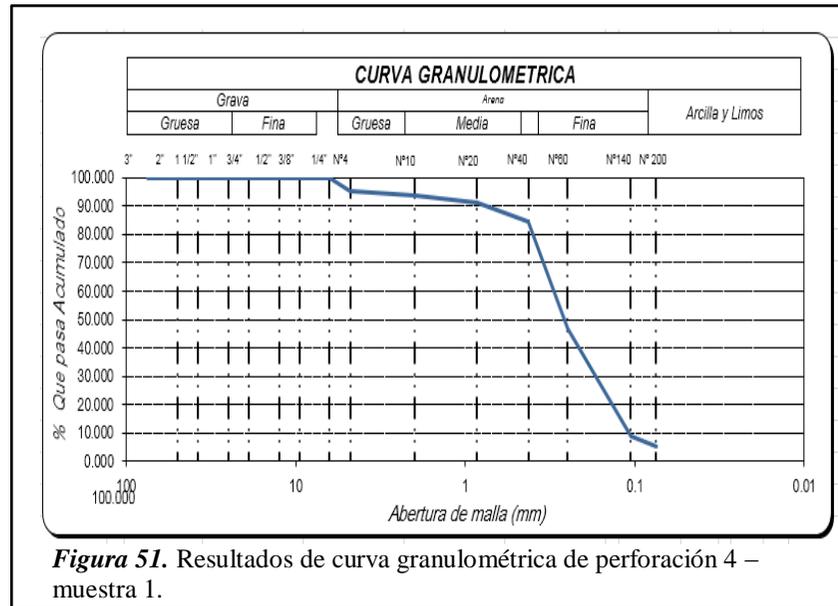
**Figura 50.** Resultados de curva granulométrica de perforación 3 – muestra 2.

P3 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 54.6%.

- **Perforación 4**

Muestra	1	Profundidad		0.55m
% Grava	Gruesa	0.0	2.3	
	Fina	2.3		
% Arena	Gruesa	0.7	44.3	
	Media	4.6		
	Fina	39.0		
% Arcillas y Limos		53.4	53.4	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia.*

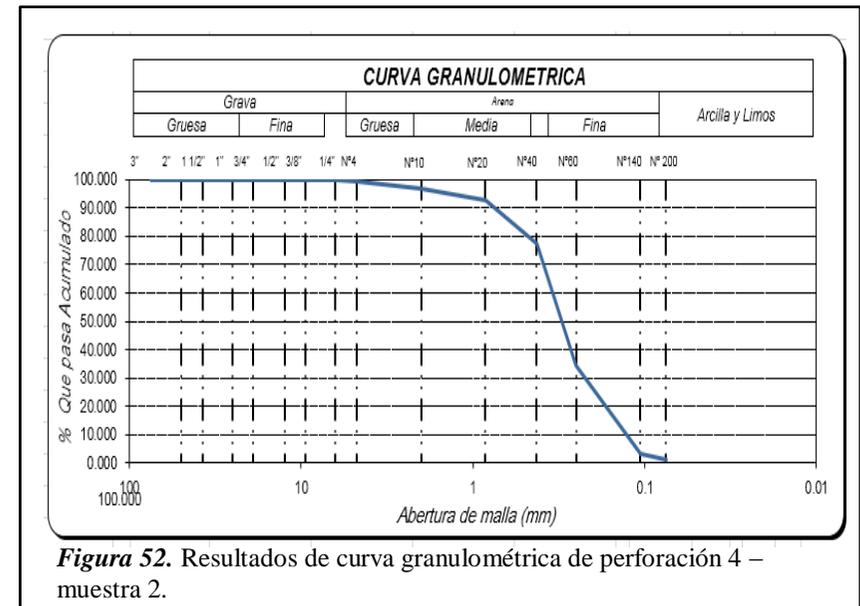


**Figura 51.** Resultados de curva granulométrica de perforación 4 – muestra 1.

P4 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 53.4%.

Muestra	2	Profundidad		1.25m
% Grava	Gruesa	0.0	0.3	
	Fina	0.3		
% Arena	Gruesa	1.3	48.3	
	Media	9.5		
	Fina	37.5		
% Arcillas y Limos		51.4	51.4	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia.*



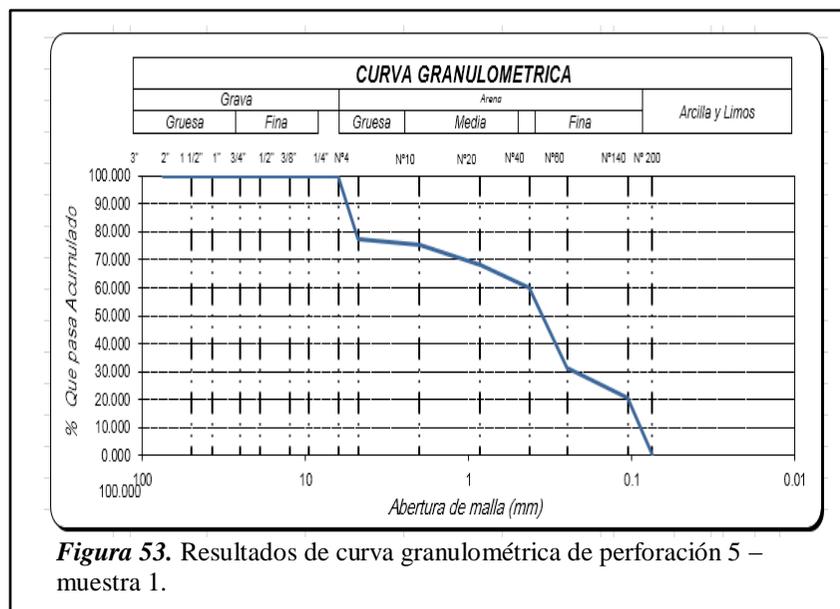
**Figura 52.** Resultados de curva granulométrica de perforación 4 – muestra 2.

P4 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 51.4%.

**- Perforación 5**

Muestra	1	Profundidad		0.40m
% Grava	Gruesa	0.0	11.3	
	Fina	11.3		
% Arena	Gruesa	1.1	38.4	
	Media	7.6		
	Fina	29.7		
% Arcillas y Limos		50.3	50.3	
TOTAL			100.00	

*Fuente: Elaboración propia.*

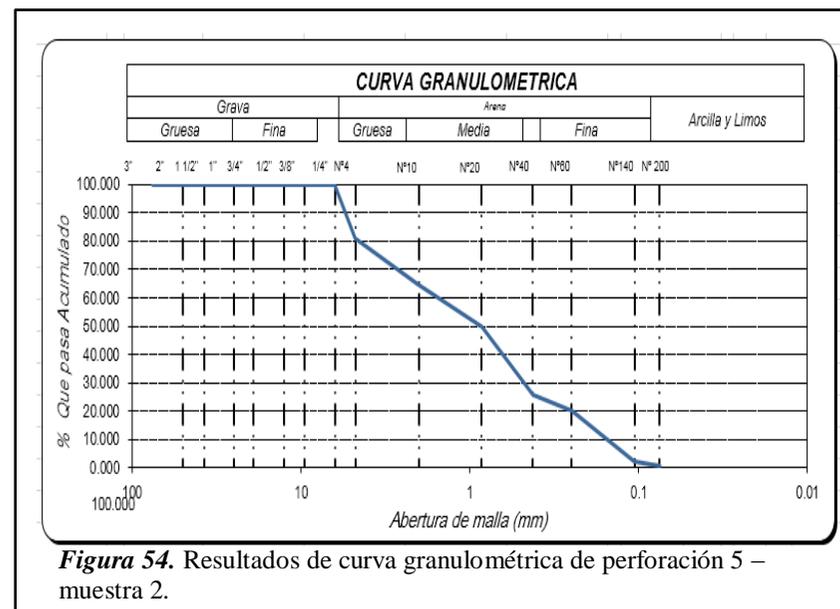


**Figura 53.** Resultados de curva granulométrica de perforación 5 – muestra 1.

P5 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.3%.

Muestra	2	Profundidad		1.50m
% Grava	Gruesa	0.0	9.1	
	Fina	9.1		
% Arena	Gruesa	7.8	38.4	
	Media	18.6		
	Fina	12.0		
% Arcillas y Limos		52.5	52.5	
TOTAL			100.00	

*Fuente: Elaboración propia.*



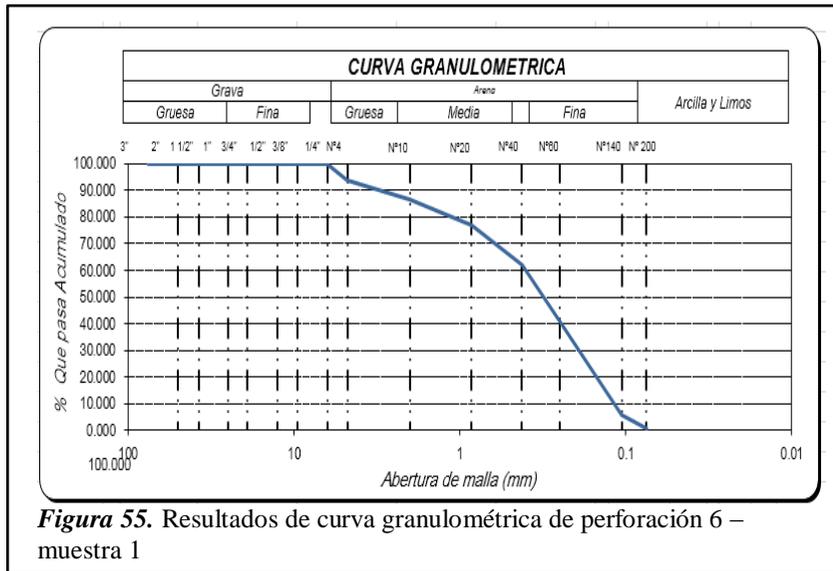
**Figura 54.** Resultados de curva granulométrica de perforación 5 – muestra 2.

P5 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 52.5%.

- **Perforación 6**

Muestra	1	Profundidad	0.50m
% Grava	Gruesa	0.0	3.1
	Fina	3.1	
% Arena	Gruesa	3.3	44.2
	Media	11.8	
	Fina	29.1	
% Arcillas y Limos		52.7	52.7
TOTAL			100.00

*Fuente: Elaboración propia.*

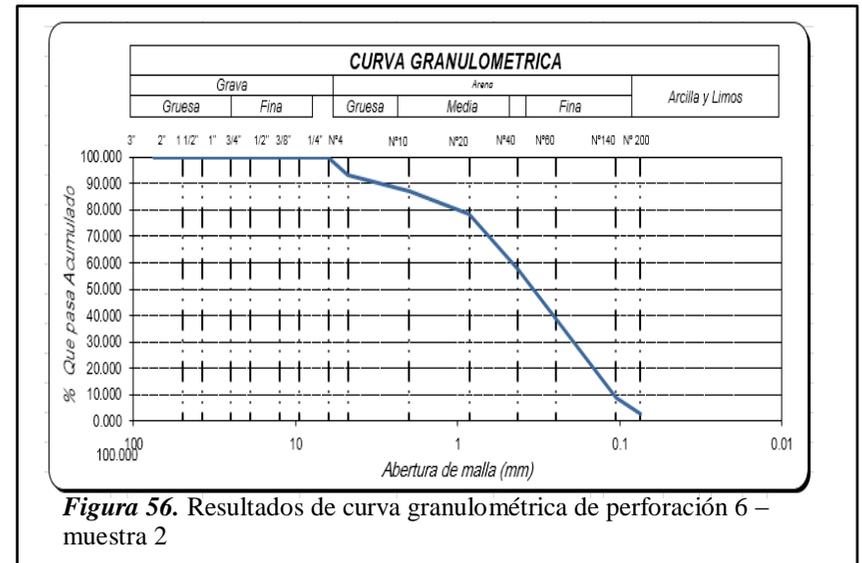


**Figura 55.** Resultados de curva granulométrica de perforación 6 – muestra 1

P6 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 52.7%.

Muestra	2	Profundidad	1.35m
% Grava	Gruesa	0.0	3.3
	Fina	3.3	
% Arena	Gruesa	3.3	46.1
	Media	14.9	
	Fina	27.9	
% Arcillas y Limos		50.6	50.6
TOTAL			100.00

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 56.** Resultados de curva granulométrica de perforación 6 – muestra 2

P6 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.6%.

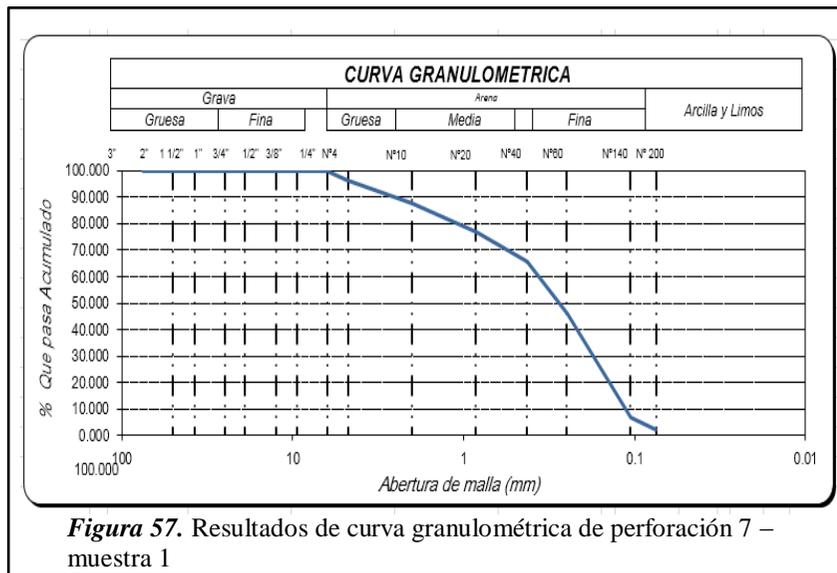
**- Perforación 7**

Muestra	1	Profundidad		0.65m
% Grava	Gruesa	0.0	3.60	
	Fina	1.8		
% Arena	Gruesa	4.3	94.10	
	Media	11.2		
	Fina	31.5		
% Arcillas y Limos		51.2	2.30	
TOTAL				100.00

*Fuente: Elaboración propia.*

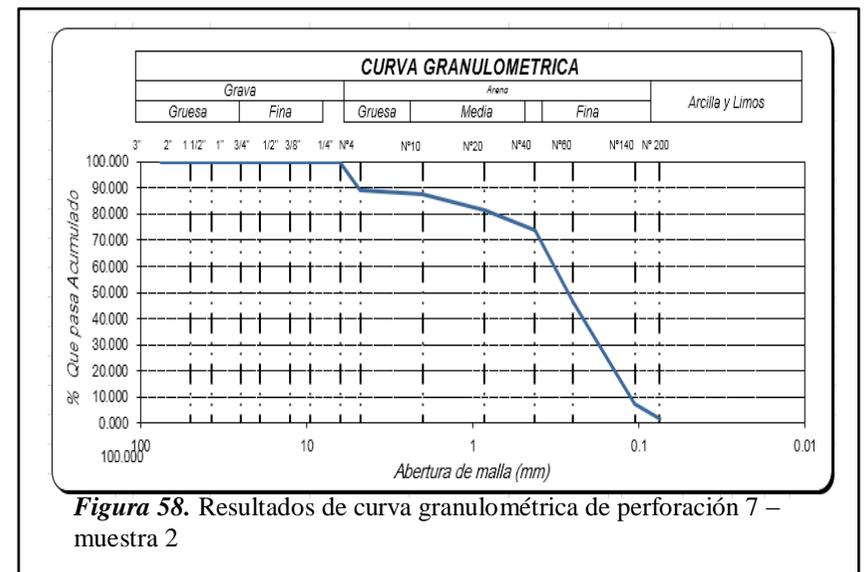
Muestra	2	Profundidad		1.40m
% Grava	Gruesa	0.0	5.2	
	Fina	5.2		
% Arena	Gruesa	0.8	41.4	
	Media	6.3		
	Fina	34.3		
% Arcillas y Limos		53.4	53.4	
TOTAL				100.0

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 57.** Resultados de curva granulométrica de perforación 7 – muestra 1

P7 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 51.2%.



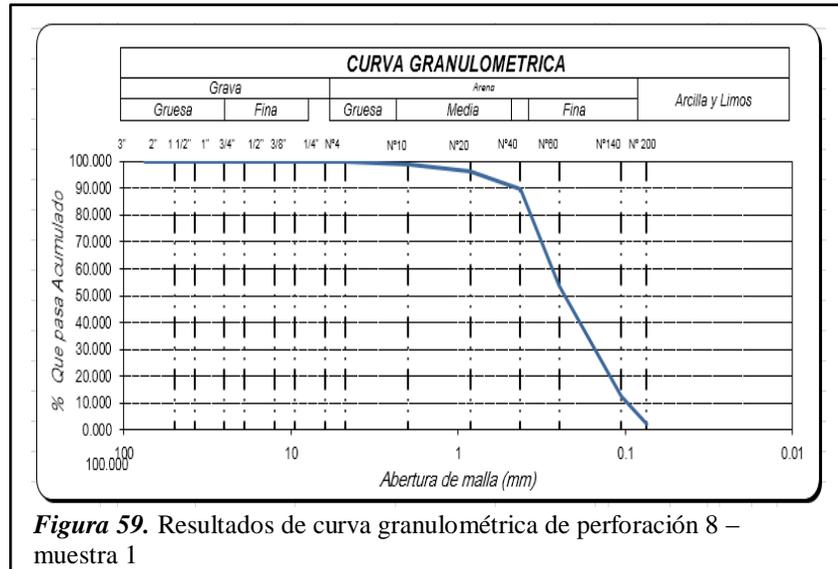
**Figura 58.** Resultados de curva granulométrica de perforación 7 – muestra 2

P7 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 53.4%.

**- Perforación 8**

Muestra	1	Profundidad		0.70m
% Grava	Gruesa	0.0	0.0	
	Fina	0.0		
% Arena	Gruesa	0.5	48.7	
	Media	4.7		
	Fina	43.5		
% Arcillas y Limos		51.3	51.3	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia.*

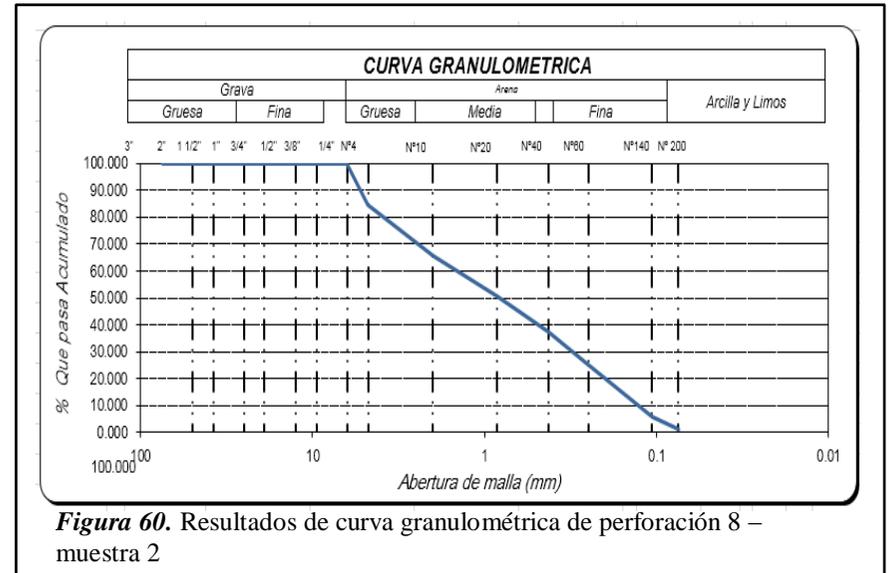


**Figura 59.** Resultados de curva granulométrica de perforación 8 – muestra 1

P8 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 51.3%.

Muestra	2	Profundidad		1.40m
% Grava	Gruesa	0.0	7.6	
	Fina	7.6		
% Arena	Gruesa	9.2	41.1	
	Media	13.8		
	Fina	18.1		
% Arcillas y Limos		51.3	51.3	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia.*



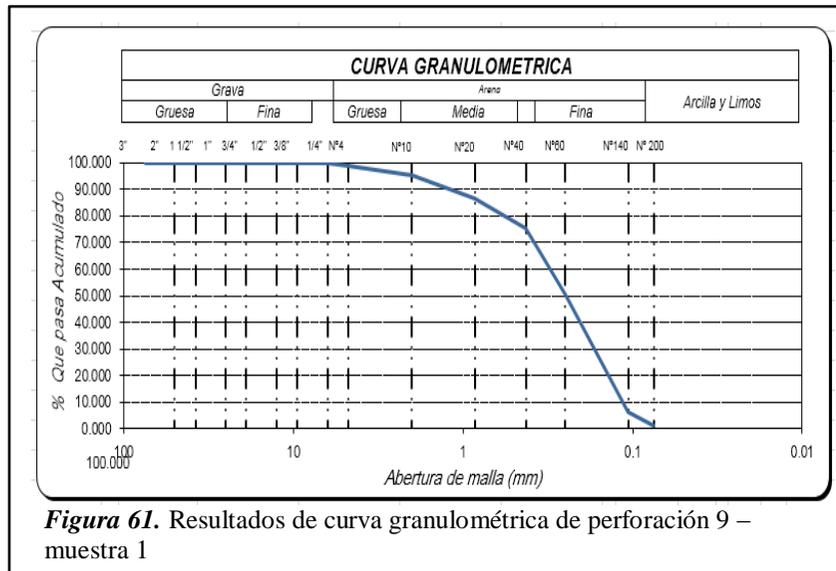
**Figura 60.** Resultados de curva granulométrica de perforación 8 – muestra 2

P8 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 51.3%.

**- Perforación 9**

Muestra	1	Profundidad		0.60m
%Grava	Gruesa	0.0	0.5	
	Fina	0.5		
%Arena	Gruesa	2.0	48.5	
	Media	9.9		
	Fina	36.6		
% Arcillas y Limos		51.0	51.0	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia.*

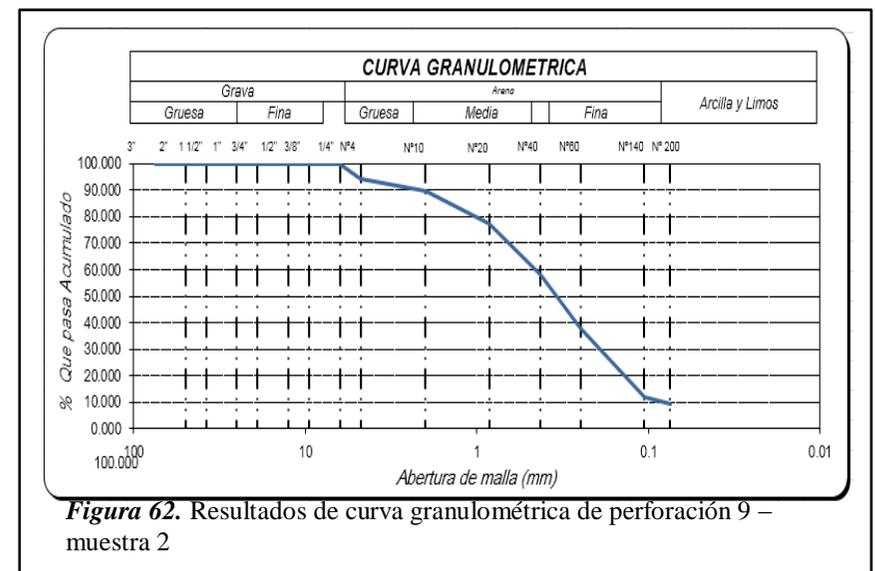


**Figura 61.** Resultados de curva granulométrica de perforación 9 – muestra 1

P9 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 51.0%.

Muestra	2	Profundidad		1.20m
%Grava	Gruesa	0.0	3.2	
	Fina	3.2		
%Arena	Gruesa	2.5	46.6	
	Media	17.3		
	Fina	26.8		
% Arcillas y Limos		50.2	50.2	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia.*



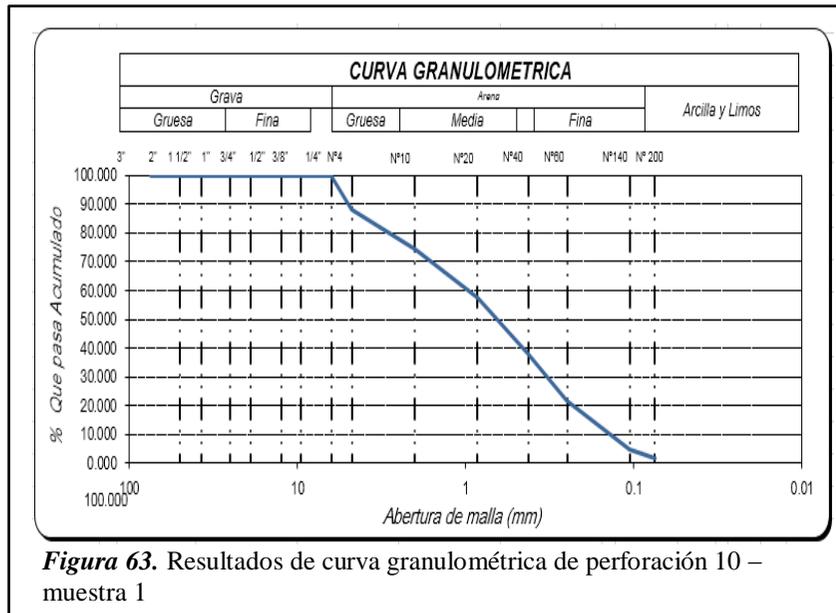
**Figura 62.** Resultados de curva granulométrica de perforación 9 – muestra 2

P9 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.2%.

- **Perforación 10**

Muestra	1	Profundidad	0.50m
% Grava	Gruesa	0.0	5.9
	Fina	5.9	
% Arena	Gruesa	6.6	42.2
	Media	17.9	
	Fina	17.7	
% Arcillas y Limos		51.9	51.9
TOTAL			100.0

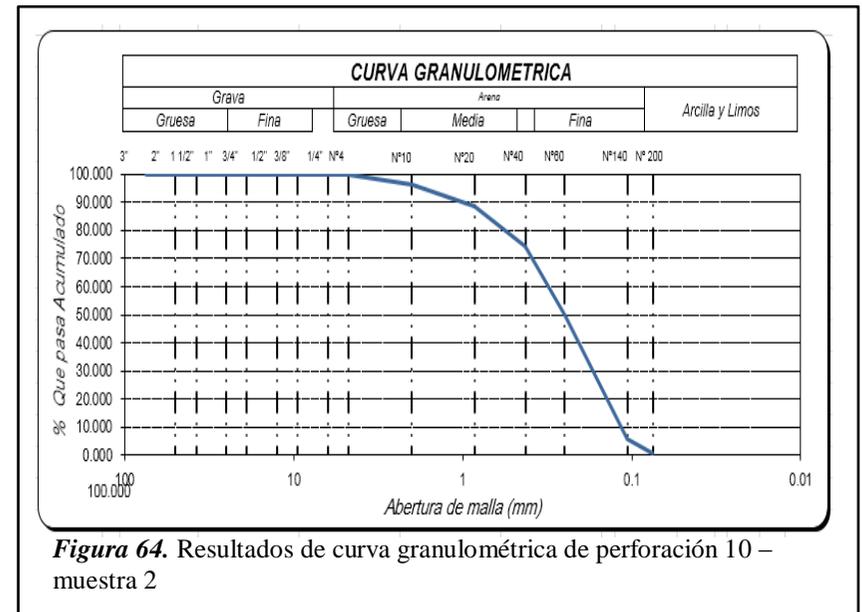
*Fuente: Elaboración propia.*



P10 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 51.9%.

Muestra	2	Profundidad	1.00m
% Grava	Gruesa	0.0	0.1
	Fina	0.1	
% Arena	Gruesa	1.7	49.1
	Media	10.9	
	Fina	36.5	
% Arcillas y Limos		50.8	50.8
TOTAL			100.0

*Fuente: Elaboración propia.*

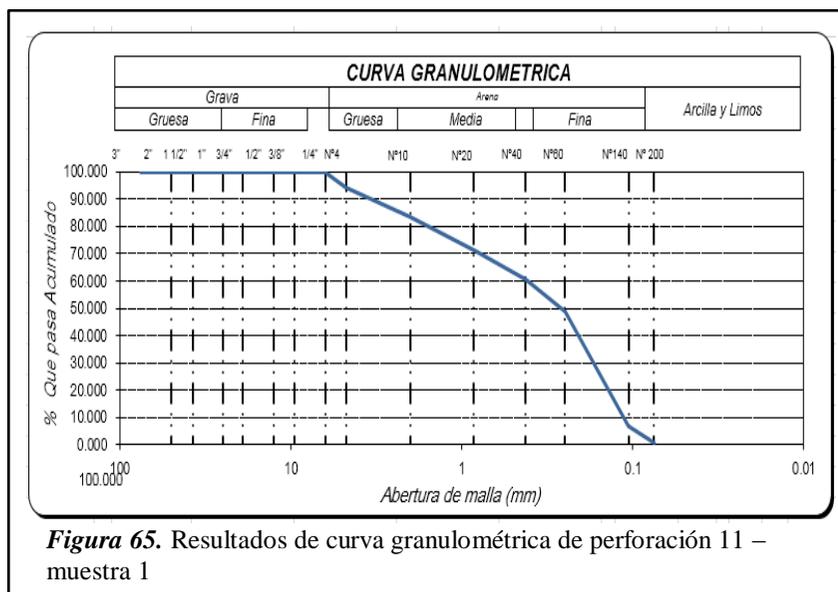


P10 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.8%.

**- Perforación 11**

Muestra	1	Profundidad		0.40m
% Grava	Gruesa	0.0	2.8	
	Fina	2.8		
% Arena	Gruesa	5.3	46.7	
	Media	11.7		
	Fina	29.7		
% Arcillas y Limos		50.7	50.5	
TOTAL			100.0	

*Fuente: Elaboración propia*

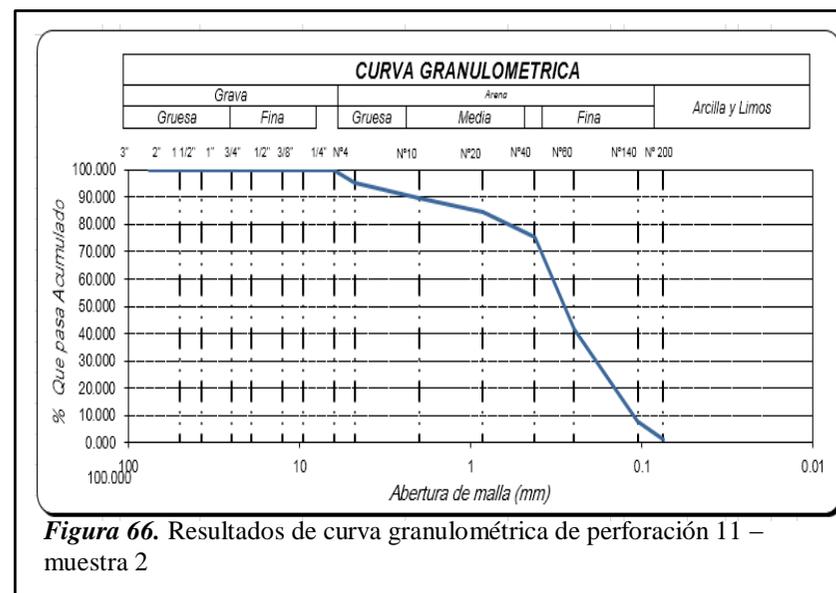


**Figura 65.** Resultados de curva granulométrica de perforación 11 – muestra 1

P11 – M1: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 50.7%.

Muestra	1	Profundidad		1.30m
% Grava	Gruesa	0.0	2.3	
	Fina	2.3		
% Arena	Gruesa	2.6	45.6	
	Media	7.1		
	Fina	35.9		
% Arcillas y Limos		52.1	52.1	
TOTAL			100.0	

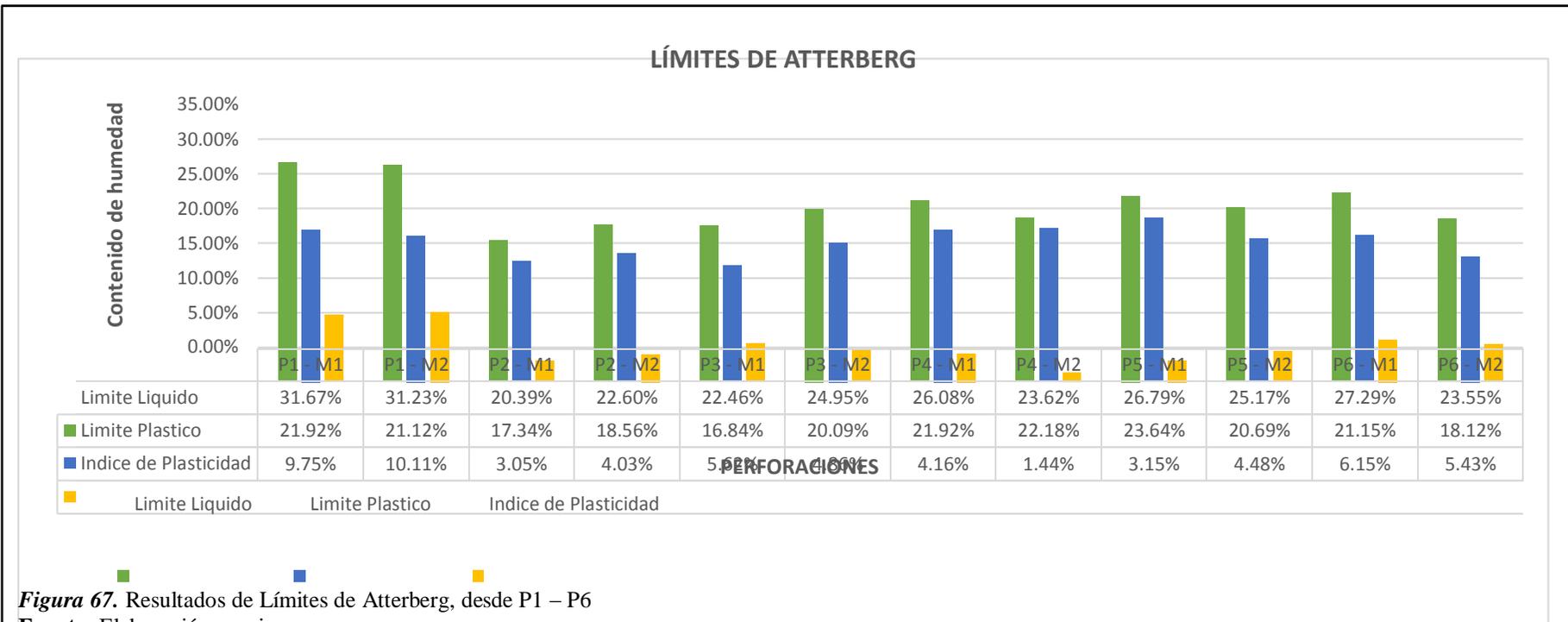
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 66.** Resultados de curva granulométrica de perforación 11 – muestra 2

P11 – M2: Presenta un suelo granular con mayor porcentaje en arcillas y limos que equivale a 52.1%.

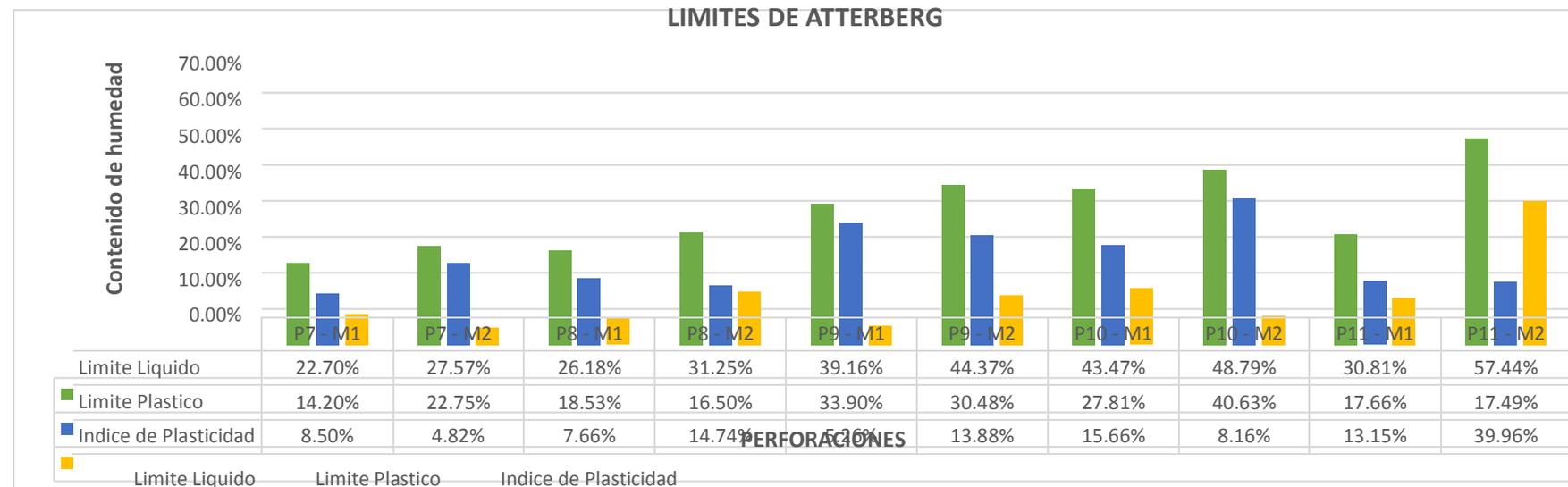
### 3.2.3 Límites de Atterberg



**Figura 67.** Resultados de Límites de Atterberg, desde P1 – P6

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la determinación del límite líquido se tomó el contenido de humedad correspondiente a los 25 golpes. Del análisis de las muestras de suelos, estas 6 primeras muestras presentan plasticidad baja ya que el límite líquido oscila entre el 20.39% - 31.67%



**Figura 68.** Resultados de Limites de Atterberg, desde P7 – P11  
**Fuente:** Elaboración propia.

Asimismo, para las 5 muestras restantes en cuanto la determinación del límite líquido se tomó el contenido de humedad correspondiente a los 25 golpes. Del análisis de las muestras de suelos, estas 5 últimas muestras presentan plasticidad baja y plasticidad media ya que el límite líquido oscila entre el 22.70% - 57.44%

### **3.2.4. Perfiles de suelo**

Con los datos obtenidos de los ensayos anteriores se procedió a clasificar a las muestras de suelos con la ayuda de la carta de plasticidad, por consiguiente, se hizo el registro de cada perforación para ubicar el tipo de suelo de cada una de estas.

#### **Perforación N°1: (UTM E744216.74 - N9368192)**

Ubicada en la habilitación urbana Santa Victoria. El primer estrato con una profundidad de 0.50m y el segundo a una profundidad de 1.00m

De 0.00m – 0.50m: Se tiene la presencia de arcilla arenosa de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL.

De 0.50m – 1.00m: Se tiene la presencia de arcilla arenosa de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL.

#### **Perforación N°2: (UTM E744107.27 - N9368310.27)**

Ubicada en la habilitación urbana Santa Victoria. El primer estrato con una profundidad de 0.40m y el segundo a una profundidad de 1.30m

De 0.00m – 0.40m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

De 0.40m – 1.30m: Se tiene la presencia de arcilla limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL-ML.

#### **Perforación N°3: (UTM E744055.76 - N9368288.40)**

Ubicada en la habilitación urbana Santa Victoria. El primer estrato con una profundidad de 0.50m y el segundo con una profundidad de 1.20m

De 0.00m – 0.50m: Se tiene la presencia de arcilla limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL-ML.

De 0.50m – 1.20m: Se tiene la presencia de arcilla limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL-ML.

**Perforación N°4: (UTM E744114.76 - N9368147.86)**

Ubicada en la habilitación urbana Santa Victoria. El primer estrato con una profundidad de 0.55m y el segundo a una profundidad de 1.25m

De 0.00m – 0.55m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

De 0.55m – 1.25m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

**Perforación N°5: (UTM E743983.74 - N9367978.93)**

Ubicada en la habilitación urbana Sergio Díaz. El primer estrato con una profundidad de 0.40m y el segundo con una profundidad de 1.50m

De 0.00m – 0.40m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

De 0.40m – 1.50m: Se tiene la presencia de arcilla limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL-ML.

**Perforación N°6: (UTM E743997.18 - N9368097.40)**

Ubicada en la habilitación urbana Sergio Díaz. El primer estrato con una profundidad de 0.50m y el segundo con una profundidad de 1.35m

De 0.00m – 0.50m: Se tiene la presencia de arcilla limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL-ML.

De 0.50m – 1.35m: Se tiene la presencia de arcilla limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL-ML.

**Perforación N°7: (UTM E743752.80 - N9368195.18)**

Ubicada en la habilitación urbana Torres de la Molina. El primer estrato con una profundidad de 0.65m y el segundo con una profundidad de 1.40m

De 0.00m – 0.65m: Se tiene la presencia de arcilla arenosa de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL.

De 0.65m – 1.40m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

**Perforación N°8: (UTM E743782.18 - N9368112.45)**

Ubicada en la habilitación urbana Sergio Díaz. El primer estrato con una profundidad de 0.70m y el segundo a una profundidad de 1.40m

De 0.00m – 0.70m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

De 0.70m – 1.40m: Se tiene la presencia de arcilla arenosa de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL.

**Perforación N°9: (UTM E743677.43 - N9368118.23)**

Ubicada en la habilitación urbana Torres de la Molina. El primer estrato con una profundidad de 0.60m y el segundo a una profundidad de 1.20m

De 0.00m – 0.60m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

De 0.60m – 1.20m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

**Perforación N°10: (UTM E743915.69 - N9367937.05)**

Ubicada en la habilitación urbana Sergio Díaz. El primer estrato con una profundidad de 0.50m y el segundo con una profundidad de 1.00m

De 0.00m – 0.50m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

De 0.50m – 1.00m: Se tiene la presencia de limo arenoso de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo ML.

**Perforación N°11: (UTM E743807.02 - N9367997.12)**

Ubicada en la habilitación urbana Sergio Díaz. El primer estrato con una profundidad de 0.40m y el segundo con una profundidad de 1.30

De 0.00m – 0.40m: Se tiene la presencia de arcilla arenosa de baja plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CL.

De 0.40m – 1.30m: Se tiene la presencia de arcilla arenosa de alta plasticidad, clasificado dentro del sistema SUCS como un suelo CH.

### 3.3 Caudales de diseño

#### Número total de lotes

De acuerdo a las encuestas realizadas se obtuvo:

**Tabla 27**

*Número total de lotes*

N° de lotes	Cobertura servida (%)	Conectados	No conectados
250	100.00	250	0

*Fuente:* Elaboración propia

#### 3.3.1 Caudal de diseño de agua potable

El procedimiento que conllevo a la determinación del caudal de diseño de agua potable fue el siguiente:

Se censó a la población y se encontró el número de viviendas que fueron beneficiadas.

Se diseñó con el número de lotes existentes de acuerdo al plano de lotización. No se consideró proyección poblacional ya que el número de lotes contabilizados son los que representan la totalidad de las Habilitaciones Urbanas.

Luego se procedió al cálculo del consumo por mes, según los tipos de viviendas que se encontraron en las encuestas, utilizando un IANF (Índice de agua no Facturada) de 15%.

Por consiguiente, para el cálculo del caudal de diseño se utilizó el caudal máximo horario (Qmh), ya que se tratan de redes de distribución.

**Tabla 28**

*Caudales de diseño de agua potable*

Caudal de diseño		
Qp (l/h)	Qmd	Qmh
3.78	4.92	7.56

*Fuente:* Elaboración propia.

Las redes de agua potable se diseñaron con el valor que resulte mayor al comparar el Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) con el Caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ), sumado este último con el Caudal contra incendios ( $Q_i$ ) para el caso de habilitaciones en que se considere la demanda. El  $Q_i$  se consideró según el RNE OS.100, indica que para habilitaciones urbanas en ciudades con poblaciones mayores de 10 000 hab., debe adaptarse un  $Q_i$  de 15 l/s. Para nuestro caso se consideró un caudal contra incendio ( $Q_i$ ) de 15lts/seg ya que Jaén es distrito que cuenta con 79, 883 habitantes.

Entonces:

<b>Qmh</b>	7.56lts/seg
<b>Qmd + Qinc</b>	20lts/seg

<b>Resultado de la comparación</b>		
<b>Qmh</b>	>	Qmd + Qinc
<b>7.564</b>	<	20

*Fuente:* Elaboración propia

Por lo tanto, el Caudal de diseño ( $Q_d$ ) será 20 l/seg.

### 3.3.2 Caudal de diseño del alcantarillado sanitario

La determinación del caudal máximo horario de alcantarillado se realizó de la misma forma que en la red de agua potable.

Se censó y se determina el número de viviendas que serán beneficiadas, asimismo, se identificaron parámetros de diseño.

**Tabla 29**

*Parámetros de diseño de alcantarillado sanitario*

Descripción	Cantidad	Unidad
Área total inicial	10.70	Ha
Área total final	12.84	Ha
Nº viviendas inicial	250.00	Viv
Nº viviendas final	250.00	Viv
Densidad	6.00	Hab/Viv
Dotación	150.00	Lt/Hab.dia
Coeficiente k1	1.30	
Coeficiente k2	2.00	
Tasa de Retorno	0.80	

*Fuente:* Elaboración propia

Una vez identificados los parámetros y teniendo en cuenta que por redes de distribución, se toma el caudal máximo horario (Qmh) como caudal de diseño, se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 30**

*Caudal promedio de alcantarillado sanitario*

Habilitación Urbana	Caudal Máximo Horario (Qp)
Las Torres de la Molina	0.52 l/seg
Sergio Díaz	1.07 l/seg
Santa Victoria	0.50 l/seg

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 31**

*Caudal máximo horario de alcantarillado sanitario*

Habilitación Urbana	Caudal Máximo Horario (Qmh)
Las Torres de la Molina	1.50 l/seg
Sergio Díaz	2.13 l/seg
Santa Victoria	1.50 l/seg

*Fuente:* Elaboración propia

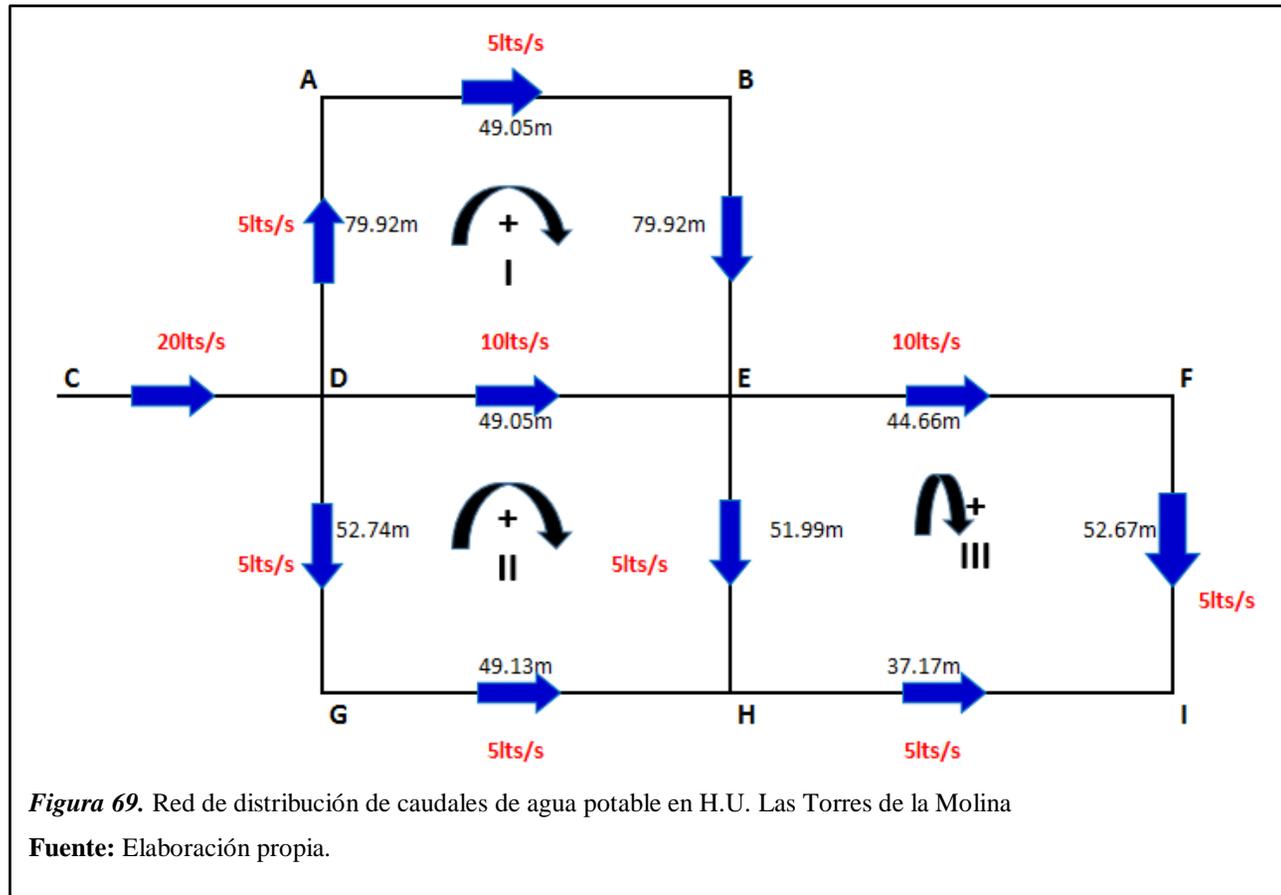
### **3.4 Dimensionamiento de la red de tuberías de agua potable y alcantarillado y cálculo del diseño hidráulico**

#### **3.4.1 Dimensionamiento de las redes de Agua Potable**

##### **Método de Hardy Cross**

Uno de los principales criterios, indica que el Caudal de diseño (Qd) que ingresa es el mismo Caudal de diseño (Qd) que sale, es así como se realizaron las iteraciones respectivas para obtener una tabla final de caudales, diámetros y otros parámetros para las Habilitaciones Urbanas Torres de la Molina, Sergio Díaz y Santa Victoria, que a continuación se muestra:

## Habilitación Urbana Torres de la Molina



*Figura 69.* Red de distribución de caudales de agua potable en H.U. Las Torres de la Molina

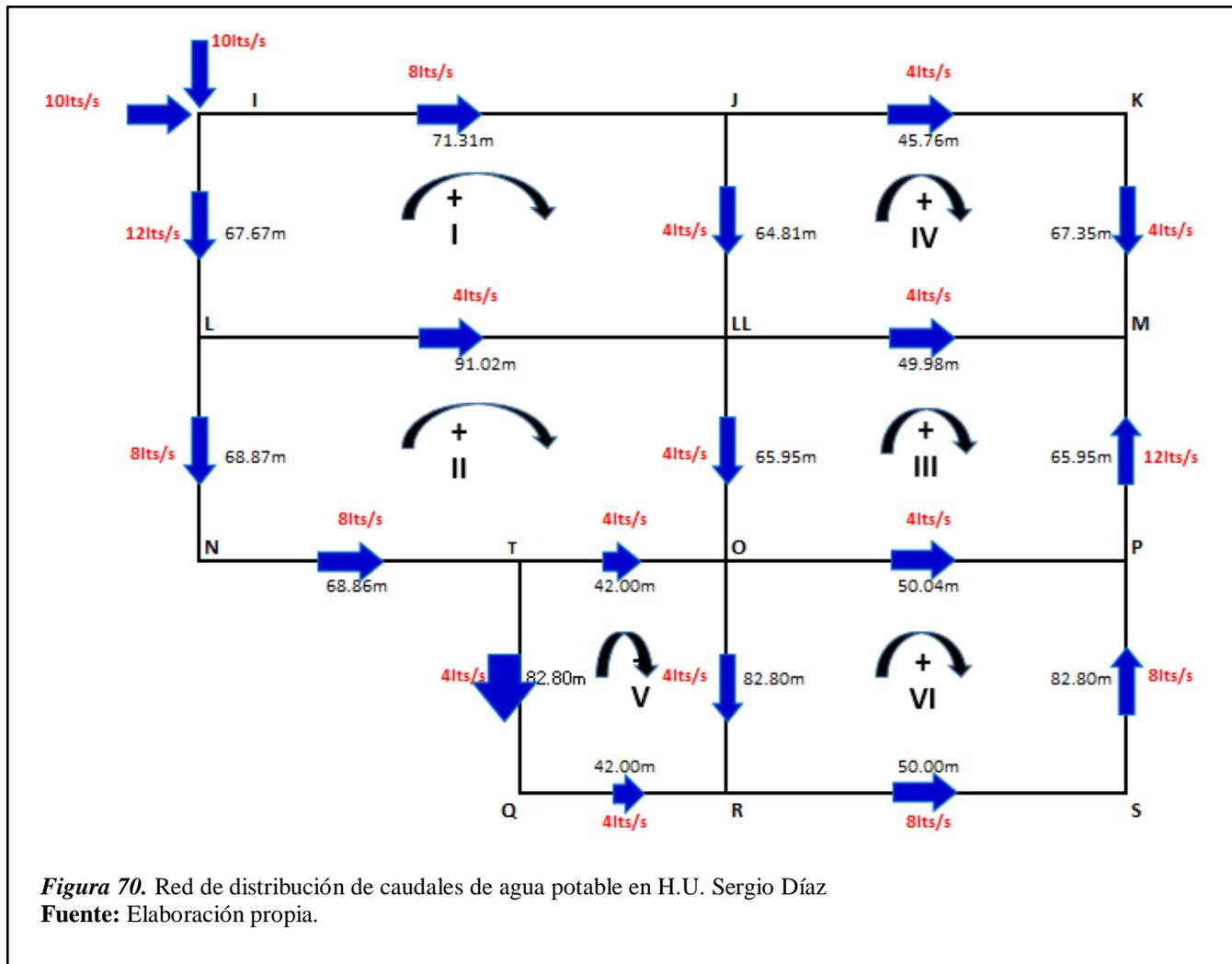
**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 32***Dimensionamiento hidráulico en los tramos de tubería de H. U. Las Torres de la Molina*

Tramo		N. Dinámico	Q real (lt/s)	D (")	D (mm)	Vreal (m/s)	obs.	L (m)	S (mm)	Hf	HL	Presión	
Inicial	Final											Inicial	Final
C	D	716.00	20.00	4	104.60	2.5	OK	84.62	0.0423	3.578	0.2916	30.0	26.1
D	A	716.00	2.20	4	104.60	0.3	OK	84.62	0.0007	0.060	0.0041	26.1	26.9
A	B	715.20	2.20	4	104.60	0.3	OK	50.02	0.0007	0.036	0.0034	26.9	27.2
D	E	715.60	14.35	4	104.60	1.8	OK	49.65	0.0229	1.138	0.1501	26.1	26.8
B	E	714.80	2.20	4	104.60	0.3	OK	86.06	0.0007	0.061	0.0028	27.2	27.2
D	G	715.33	3.45	4	104.60	0.4	OK	50.4	0.0016	0.082	0.0083	26.1	27.3
G	H	715.10	3.45	4	104.60	0.4	OK	50.29	0.0016	0.082	0.0069	27.3	27.8
E	H	714.40	6.71	4	104.60	0.8	OK	50.36	0.0056	0.283	0.0262	27.0	26.8
E	F	714.70	9.85	4	104.60	1.2	OK	39.25	0.0114	0.448	0.0819	27.0	28.0
H	I	714.50	10.15	4	104.60	1.3	OK	35.07	0.0121	0.424	0.0600	26.8	29.4
F	I	713.00	9.85	4	104.60	1.2	OK	40.92	0.0114	0.467	0.0564	28.0	28.1

*Fuente:* Elaboración propia

## Habilitación Urbana Sergio Díaz



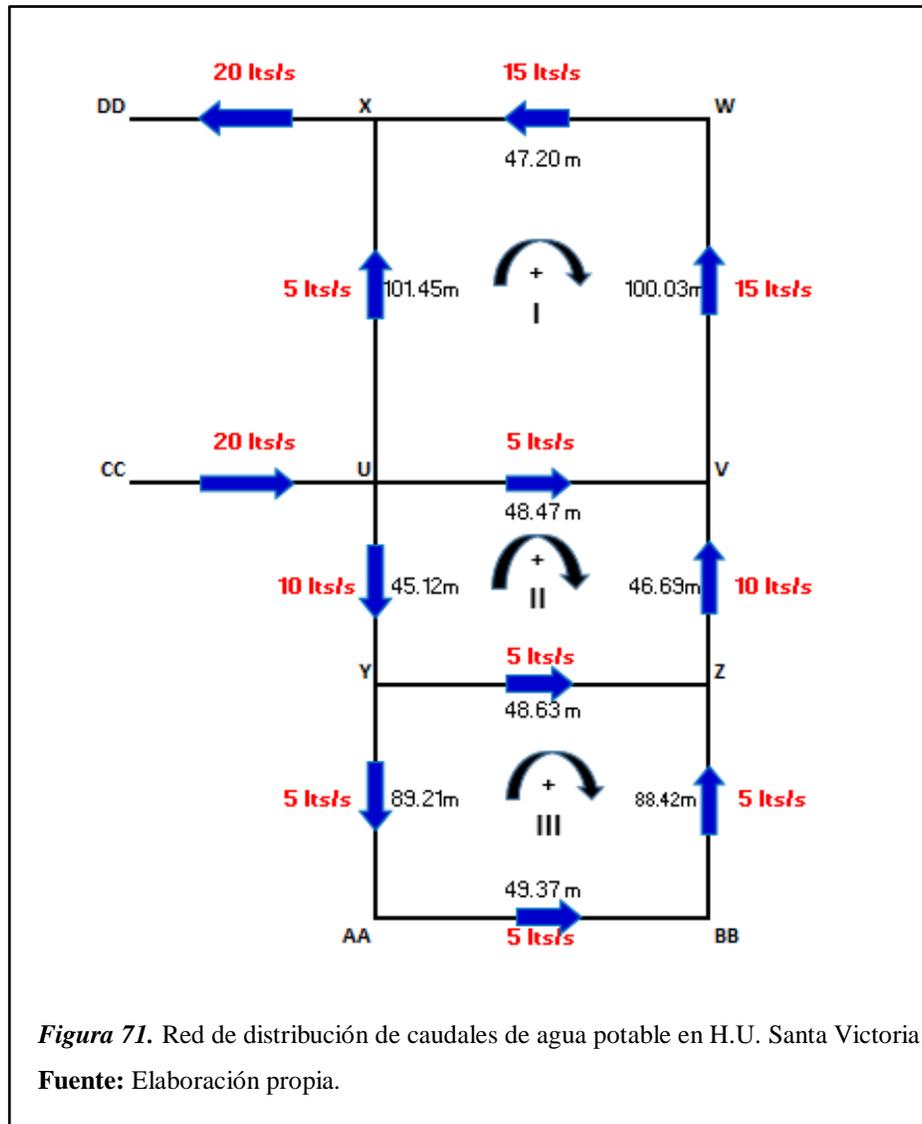
**Figura 70.** Red de distribución de caudales de agua potable en H.U. Sergio Díaz  
**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 33***Dimensionamiento hidráulico en los tramos de tubería de H. U. Sergio Diaz*

Tramo		N. Dinámico	Q real (lt/s)	D (")	D (mm)	V.real (m/s)	obs.	L (m)	S (mm)	Hf	HI	Presión	
Inicial	Final											Inicial	Final
												28.26	
I	J	712.40	7.24	4	104.20	0.9	OK	71.31	0.0066	0.469	0.0443	28.26	28.55
I	L	712.40	12.76	4	104.20	1.6	OK	67.67	0.0188	1.273	0.1377	28.26	26.95
L	LL	712.30	4.49	3	71.20	1.0	OK	91.02	0.0173	1.579	0.0444	26.95	27.13
J	LL	711.60	3.35	3	71.20	0.7	OK	64.81	0.0101	0.653	0.0247	28.55	27.13
L	N	712.30	4.28	4	104.20	0.5	OK	68.87	0.0025	0.171	0.0000	26.95	26.68
N	O	712.40	8.16	3	71.20	1.8	OK	110.86	0.0525	5.823	0.1780	26.68	20.78
LL	O	710.60	1.20	3	71.20	0.3	OK	65.95	0.0015	0.099	0.0032	27.13	20.78
O	P	710.20	1.20	3	71.20	0.3	OK	50.04	0.0015	0.075	0.0032	20.78	20.30
LL	M	710.50	6.10	3	71.20	1.3	OK	49.98	0.0306	1.530	0.0994	27.13	26.60
P	M	709.80	9.34	3	71.20	2.0	OK	65.95	0.0674	4.446	0.1925	20.30	26.60
J	K	711.60	4.56	4	104.20	0.6	OK	45.76	0.0028	0.128	0.0145	28.55	29.20
K	M	710.60	4.56	3	71.20	1.0	OK	67.35	0.0178	1.202	0.0458	29.20	26.60
T	O	711.60	3.89	3	71.20	0.9	OK	42	0.0133	0.558	0.0278	20.78	20.78
T	Q	710.60	4.11	3	71.20	0.9	OK	82.8	0.0147	1.221	0.0000	20.78	20.56
Q	R	710.60	4.11	3	71.20	0.9	OK	42	0.0147	0.619	0.0000	20.56	19.94
O	R	710.20	4.21	3	71.20	0.9	OK	82.8	0.0154	1.275	0.0000	20.78	19.94
R	S	710.00	8.32	3	71.20	1.8	OK	50	0.0544	2.720	0.0000	19.94	17.42
S	P	709.40	7.68	3	71.20	1.7	OK	82.8	0.0469	3.883	0.0000	17.42	20.30

*Fuente:* Elaboración propia

## Habilitación Urbana Santa Victoria



**Figura 71.** Red de distribución de caudales de agua potable en H.U. Santa Victoria

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 34***Dimensionamiento hidráulico en los tramos de tubería de H. U. Santa Victoria*

Tramo		N. Dinámico	Q real (lt/s)	D (")	D (mm)	Vreal (m/s)	obs.	L (m)	S (mm)	Hf	HI	Presión	
Inical	Final											Inicial	Final
												29.09	
W	X	709.80	5.34	3	71.20	1.2	OK	101.45	0.0240	2.430	0.0525	28.11	28.94
U	X	709.90	14.66	3	71.20	2.9	OK	47.2	0.1552	7.327	0.3839	29.09	28.94
V	W	709.00	6.13	3	71.20	1.3	OK	48.47	0.0308	1.495	0.0828	27.60	28.11
U	V	709.90	7.28	3	71.20	1.6	OK	100.03	0.0425	4.247	0.1169	29.09	28.97
U	Y	709.90	8.53	3	71.20	1.9	OK	45.12	0.0570	2.572	0.1606	29.09	28.93
Z	V	709.20	3.53	3	71.20	0.8	OK	48.63	0.0111	0.541	0.0275	30.75	28.97
Y	Z	707.00	10.81	3	71.20	2.4	OK	46.69	0.0884	4.127	0.3123	28.93	31.68
Y	AA	707.00	4.19	3	71.20	0.9	OK	89.21	0.0153	1.361	0.0387	28.93	31.95
BB	Z	706.00	2.72	3	71.20	0.6	OK	88.42	0.0069	0.607	0.0163	26.11	31.68
AA	BB	709.80	2.72	3	71.20	0.6	OK	49.37	0.0069	0.339	0.0163	31.95	26.11

**Fuente:** Elaboración propia

## Comprobación con Watercad

El software Watercad se utilizó en este proyecto para la verificación de los resultados finales, para ello se utilizó el método de áreas (Ver anexo N°08) que sirvió para calcular los caudales por nudo y así finalmente dimensionar las tuberías de las habilitaciones urbanas

**Tabla 35**

*Resultados con Watercad en HH.UU. Torres de la Molina, Sergio Díaz y Santa Victoria*

	Longitud	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Punto de Red	Presión (m H2O)
P-1	96	104.6	2.7	J-1	22.44
P-2	62	104.6	2.63	J-2	23.51
P-3	80	104.6	0.57	J-3	25.52
P-4	49	104.6	0.49	J-4	22.92
P-5	80	104.6	0.44	J-5	23.55
P-6	49	104.6	1.11	J-6	24.6
P-7	53	104.6	0.89	J-7	22.73
P-8	49	104.6	0.82	J-8	23.59
P-9	52	104.6	0.56	J-9	24.34
P-10	45	104.6	0.93	J-10	24.65
P-11	53	104.6	0.86	J-11	25.45
P-12	37	104.6	1.31	J-12	23.9
P-13	71	104.6	1.13	J-13	24.96
P-14	50	104.6	0.65	J-14	25.42
P-15	68	104.6	0.98	J-15	23.25
P-16	91	71.2	0.88	J-16	24.96
P-17	65	71.2	0.92	J-17	25.19
P-18	65	71.2	1.28	J-18	24.65
P-19	50	71.2	1.12	J-19	25.07
P-20	69	104.6	0.52	J-20	25.15
P-21	69	71.2	1	J-21	23.72
P-22	42	71.2	0.5	J-22	22.6
P-23	66	71.2	0.56	J-23	22.85
P-24	83	71.2	0.39	J-24	22.07
P-25	42	71.2	0.32	J-25	21.83
P-26	83	71.2	0.28	J-26	22.14
P-27	50	71.2	0.35	J-27	23.15
P-28	83	71.2	0.29	J-28	21.74
P-29	50	71.2	0.66	J-29	22.15
P-30	66	71.2	0.45		
P-31	215	104.6	1.09		
P-32	48	71.2	0.83		
P-33	100	71.2	0.31		
P-34	47	71.2	0.44		
P-35	102	71.2	0.56		
P-36	45	71.2	0.85		

*Fuente:* Elaboración propia

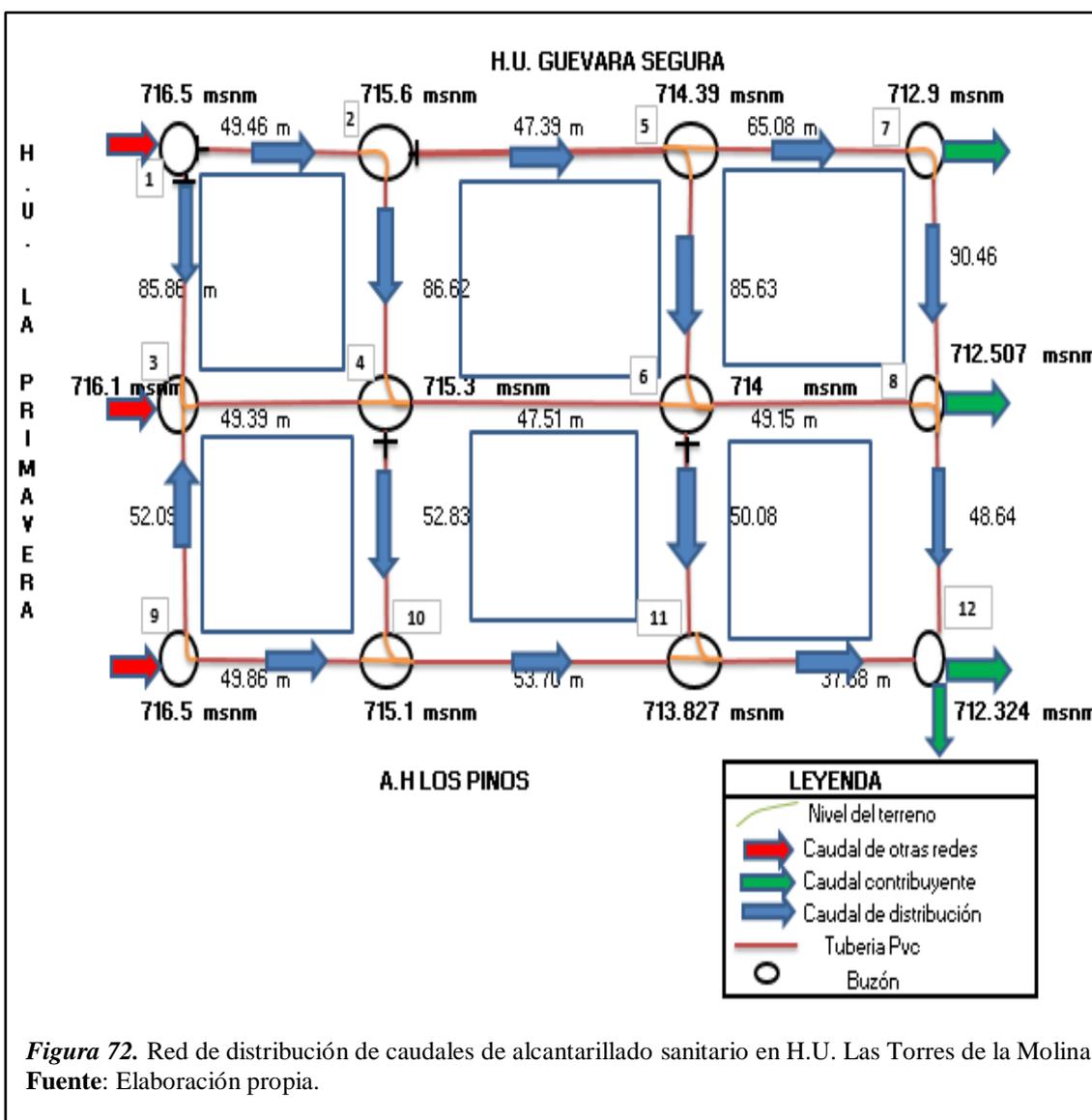
*Fuente:* Elaboración propia

### 3.4.2 Dimensionamiento de las redes de Alcantarillado Sanitario

Una vez calculado el caudal máximo horario (Q<sub>mh</sub>) e identificado las contribuciones de otras redes existentes, se procedió a trabajar mediante un área contribuyente y un caudal de aporte.

Por consiguiente se graficó calculó los caudales que recorren por cada tramo en cada una de las habilitaciones urbanas que a continuación se muestran:

#### Habilitación Urbana Torres de la Molina



**Tabla 36***Caudales de contribución en H. U. Las Torres de la Molina*

Tramo	En	Aguas	Otras	Contribución unidad de	
	marcha	Arriba	contribuciones	área (lt/s)	
	(ha)	(ha)	(lt/s)	Inicio	Final
1-2	0.11	0.00	1.50	1.60	1.59
2-5	0.10	0.11	1.18	1.38	1.35
5-7	0.18	0.21	1.06	1.43	1.38
1-3	0.11	0.00	1.50	1.60	1.59
2-4	0.21	0.05	2.18	2.43	2.39
5-6	0.28	0.28	1.06	1.60	1.52
7-8	0.28	0.28	0.72	1.25	1.17
3-4	0.29	0.15	2.34	2.76	2.69
4-6	0.28	0.57	2.59	3.40	3.28
6-8	0.35	0.18	2.50	3.00	2.93
3-9	0.18	0.00	1.50	1.68	1.65
4-10	0.36	0.18	4.19	4.71	4.63
6-11	0.35	0.27	2.50	3.09	3.00
8-12	0.27	0.46	2.12	2.82	2.72
9-10	0.28	0.00	1.50	1.77	1.73
10-11	0.27	0.00	6.48	6.74	6.70
11-12	0.27	0.35	4.86	5.45	5.36

**Fuente:** Elaboración propia.

## Habilitación Urbana Sergio Díaz

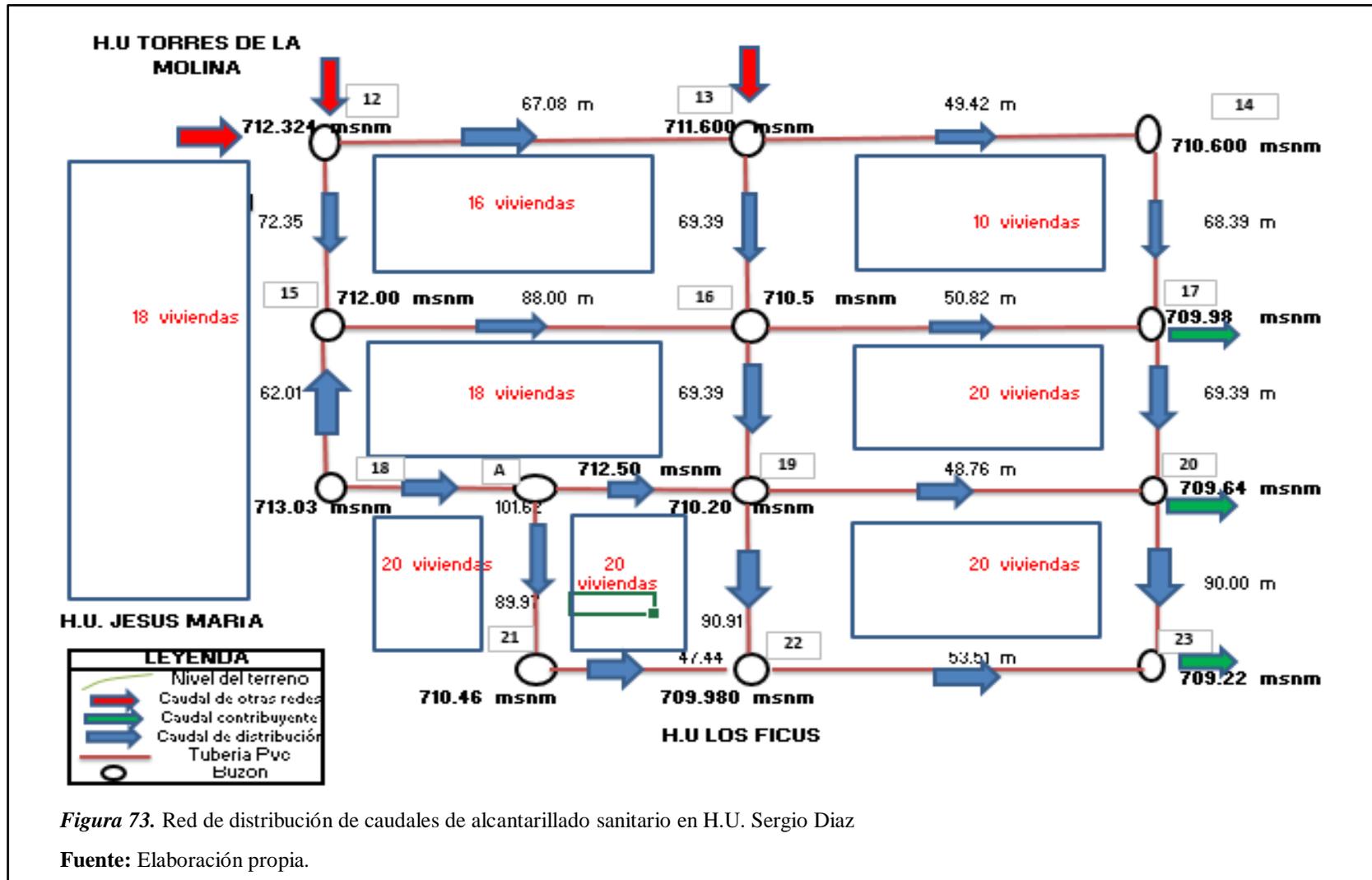


Figura 73. Red de distribución de caudales de alcantarillado sanitario en H.U. Sergio Díaz

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 37***Caudales de contribución en H. U. Sergio Díaz*

Tramo	En marcha (l/s)	Aguas Arriba (l/s)	Otras contribuciones(lt/s)	Contribución unidad de área (lt/s)	
				Inicio	Final
14-17	0.08	0.08	1.71	1.84	1.82
17-20	0.08	0.19	3.01	3.20	3.17
20-23	0.11	0.19	1.50	1.72	1.69
13-14	0.08	0.12	1.57	1.71	1.69
16-17	0.16	0.45	2.73	3.17	3.11
19-20	0.19	0.54	2.47	3.01	2.93
22-23	0.11	0.51	8.87	9.32	9.26
13-16	0.20	0.12	1.57	1.80	1.77
16-19	0.21	0.45	2.73	3.21	3.14
19-22	0.31	0.54	4.95	5.57	5.48
12-13	0.12	0.00	3.05	3.14	3.12
15-16	0.25	0.23	3.30	3.65	3.60
18-19	0.33	0.00	1.50	1.74	1.71
21-22	0.20	0.30	2.13	2.50	2.45
12-15	0.23	0.00	3.05	3.22	3.20
15-18	0.26	0.00	1.50	1.69	1.66
A-21	0.30	0.33	0.87	1.33	1.27

**Fuente:** Elaboración propia.

## Habilitación Urbana Santa Victoria

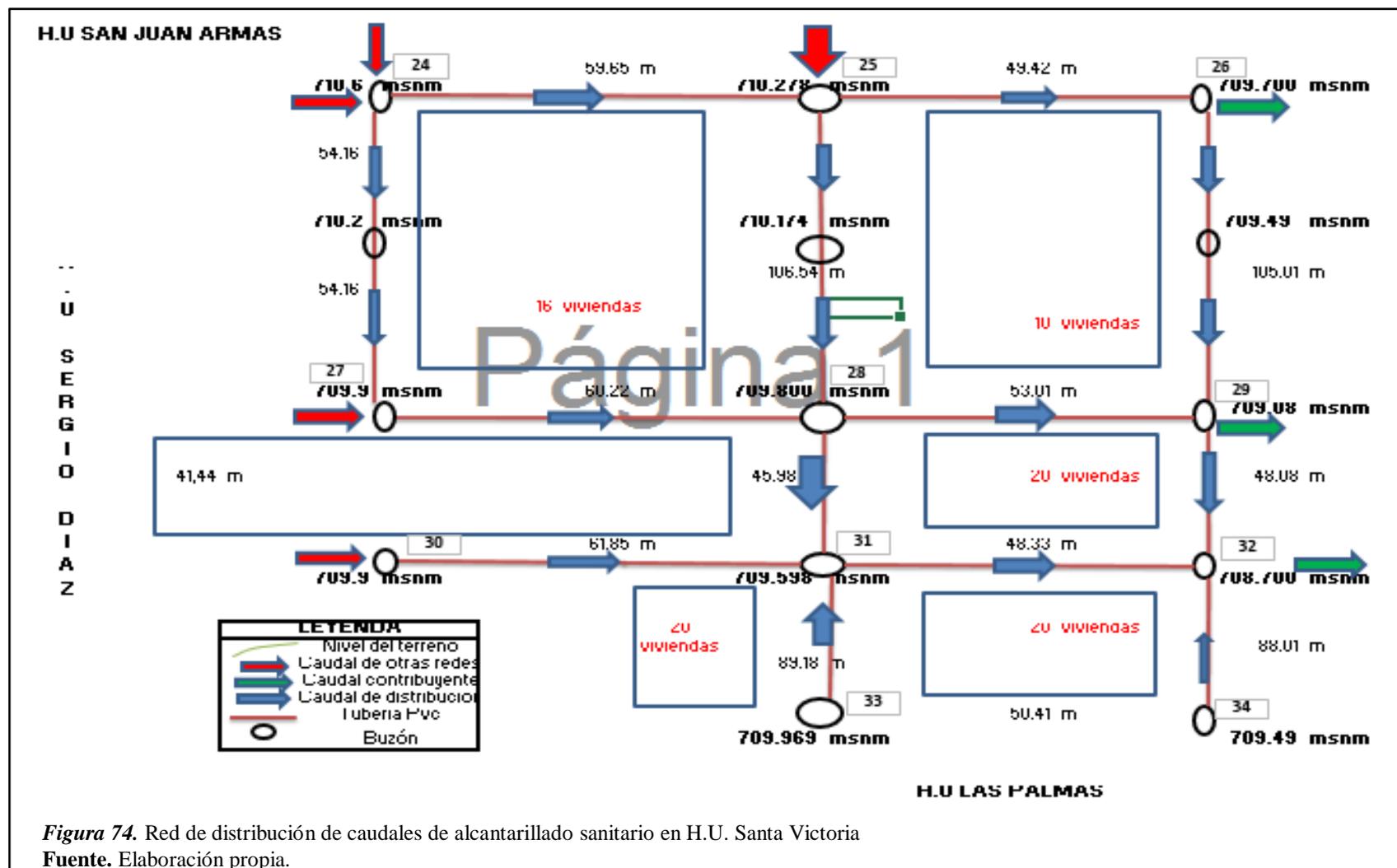


Figura 74. Red de distribución de caudales de alcantarillado sanitario en H.U. Santa Victoria

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 38***Caudales de contribución en H. U. Santa Victoria*

Tramo	En marcha (ha)	Aguas Arriba (ha)	Otras contribuciones (lt/s)	Contribución unidad de área (lt/s)	
				Inicio	Final
26-29	0.13	0.13	1.15	1.48	1.43
29-32	0.06	0.28	3.44	3.87	3.80
32-34	0.11	0.13	1.50	1.80	1.76
25-26	0.13	0.16	1.93	2.30	2.24
28-29	0.19	0.52	4.48	5.39	5.25
31-32	0.17	0.58	11.73	12.70	12.55
25-28	0.29	0.16	1.93	2.50	2.41
28-31	0.13	0.52	4.48	5.31	5.19
31-33	0.24	0.00	1.50	1.81	1.76
24-25	0.16	0.00	1.50	1.70	1.67
27-28	0.23	0.00	6.17	6.46	6.42
30-31	0.21	0.00	4.34	4.61	4.56
24-27	0.26	0.00	1.50	1.83	1.78

**Fuente:** Elaboración propia.

Asimismo, se realizó los cálculos de los parámetros que se necesitan para la obtención de los resultados finales del diseño de la red de alcantarillado sanitario.

**Tabla 39***Verificación por criterio hidráulico, autolimpieza e índice de Pomeroy en H. U. Las Torres de la Molina.*

Tramo	Di (mm)	S(m/m)	Vo(final)	Tensión Tractiva	Z
1-2	192.2	0.0182	1.37	2.96	825.36
2-5	192.2	0.0252	1.62	3.39	652.59
5-7	192.2	0.0174	1.52	2.98	710.76
1-3	192.2	0.005	0.72	1.10	2032.18
2-4	192.2	0.0036	0.61	1.01	2642.33
5-6	192.2	0.0045	0.68	1.10	2172.04
7-8	192.2	0.0051	0.73	2.92	1945.03
3-4	192.2	0.0159	1.28	3.34	931.24
4-6	192.2	0.0267	1.66	5.47	653.38
6-8	192.2	0.0305	1.78	5.60	653.38
3-9	192.2	0.0089	0.96	1.83	1354.18
4-10	192.2	0.0028	0.54	1.04	3494.34
6-11	192.2	0.0036	0.61	1.02	2671.82
8-12	192.2	0.0037	0.62	1.00	4503
9-10	192.2	0.0283	1.71	3.80	604.77
10-11	192.2	0.0274	1.68	7.14	681.04
11-12	192.2	0.0306	1.78	6.93	911.35

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 40**

*Verificación por criterio hidráulico, autolimpieza e índice de Pomeroy en H. U. Sergio Díaz*

Tramo	Di (mm)	S(m/m)	Vo(final)	Tensión Tractiva.	Z
14-17	192.2	0.0091	0.97	1.91	1350.088
17-20	192.2	0.0049	0.71	1.43	2176.80
20-23	192.2	0.0046	0.69	1.01	2147.47
13-14	192.2	0.0202	1.45	3.30	767.71
16-17	192.2	0.0125	1.04	2.69	1274.71
19-20	192.2	0.0115	1.09	2.62	1170.34
22-23	192.2	0.0155	1.27	5.28	1069.25
13-16	192.2	0.0157	1.27	2.87	923.57
16-19	192.2	0.0045	0.68	1.34	23230.40
19-22	192.2	0.0024	0.50	1.02	4087.81
12-13	192.2	0.0108	1.06	2.57	1244.69
15-16	192.2	0.0169	1.32	4.02	923.57
18-19	192.2	0.0279	1.70	3.74	610.98
21-22	192.2	0.0048	0.70	1.08	2114.95
12-15	192.2	0.0047	0.69	1.39	2272.40
15-18	192.2	0.0149	1.24	2.73	957.99
A-21	192.2	0.0256	1.63	2.85	632.82

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41**

*Verificación por criterio hidráulico, autolimpieza e índice de Pomeroy en H. U. Santa Victoria*

Tramo	Di (mm)	S(m/m)	Velocidad	Tensión Tractiva	Z
26-29	153.6	0.0060	0.68	1.24	2297.88
29-32	153.6	0.0078	0.77	2.32	2145.97
32-34	153.6	0.0090	0.83	1.87	1747.29
25-26	153.6	0.0117	0.95	2.56	1471.02
28-29	153.6	0.0137	1.02	4.15	1490.86
31-32	153.6	0.0186	1.19	7.39	1374.67
25-28	153.6	0.0045	0.59	1.24	3011.83
28-31	153.6	0.0158	1.1	4.63	1326.3
31-33	153.6	0.0042	0.56	1.02	2780.89
24-25	153.6	0.0053	0.64	3.52	2504.99
27-28	153.6	0.0024	0.43	1.08	4846.04
30-31	153.6	0.0051	0.63	1.81	2430.47
24-27	153.6	0.0061	0.68	1.36	2282.28

Fuente: Elaboración propia.

## Comprobación con Sewercad

El software Sewercad se utilizó en este proyecto para la verificación de los resultados finales.

**Tabla 42**

*Resultados con Sewercad en H.U. Las Torres de la Molina – H.U. Sergio Díaz*

Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Manning's n	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Tensión tractiva (Pa.)
Tubería-1	85.9	192.2	0.013	0.005	0.42	1.074
Tubería-2	52.8	192.2	0.013	0.004	0.43	1.061
Tubería-3	50.1	192.2	0.013	0.007	0.47	1.134
Tubería-4	49.9	192.2	0.013	0.028	0.78	4.066
Tubería-5	69.4	192.2	0.013	0.004	0.34	2.099
Tubería-6	90	192.2	0.013	0.013	0.80	3.483
Tubería-7	86.6	192.2	0.013	0.006	0.46	1.294
Tubería-8	85.6	192.2	0.013	0.007	0.48	1.369
Tubería-9	63.4	192.2	0.013	0.017	0.66	2.791
Tubería-10	90.9	192.2	0.013	0.002	0.34	1.268
Tubería-11	72.4	192.2	0.013	0.008	0.70	2.585
Tubería-12	62	192.2	0.013	0.017	0.86	4.191
Tubería-13	49.5	192.2	0.013	0.018	0.67	2.899
Tubería-14	47.4	192.2	0.013	0.025	0.92	5.127
Tubería-15	65.1	192.2	0.013	0.022	0.97	5.365
Tubería-16	90.5	192.2	0.013	0.005	0.36	2.305
Tubería-17	49.2	192.2	0.013	0.030	1.54	11.51
Tubería-18	47.5	192.2	0.013	0.027	1.31	9.07
Tubería-19	49.4	192.2	0.013	0.016	0.94	4.75
Tubería-20	52.1	192.2	0.013	0.009	0.54	1.753
Tubería-21	53.7	192.2	0.013	0.024	1.27	8.18
Tubería-22	37.7	192.2	0.013	0.04	1.74	14.99
Tubería-23	48.6	192.2	0.013	0.004	0.95	1.84
Tubería-24	67.1	192.2	0.013	0.008	1.65	3.65
Tubería-25	49.4	192.2	0.013	0.02	1.72	9.528
Tubería-26	69.4	192.2	0.013	0.01	1.8	4.886
Tubería-27	50.8	192.2	0.013	0.012	0.77	6.519
Tubería-28	88	192.2	0.013	0.017	1.26	7.369
Tubería-29	54.3	192.2	0.013	0.01	0.72	2.765
Tubería-30	47.4	192.2	0.013	0.049	1.47	12.102
Tubería-31	48.8	192.2	0.013	0.011	0.78	6.134
Tubería-32	69.4	192.2	0.013	0.003	2.68	1.629
Tubería-33	47.4	192.2	0.013	0.010	0.30	3.875
Tubería-34	53.5	192.2	0.013	0.014	1.05	7.986
Tubería-35	90	192.2	0.013	0.005	3.58	2.197
Tubería-36	78.5	192.2	0.013	0.009	4.73	4.132

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 43***Resultados con Sewercad en H.U. Santa Victoria*

Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Manning's n	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Tensión tractiva (Pa.)
Tubería 37	59.7	153.6	0.013	0.005	0.3	1.909
Tubería 38	52.2	153.6	0.013	0.011	0.32	3.637
Tubería-39	52.5	153.6	0.013	0.004	0.41	1.724
Tubería-40	52.5	153.6	0.013	0.008	0.6	3.408
Tubería 41	52.9	153.6	0.013	0.015	0.34	4.602
Tubería-42	53.5	153.6	0.013	0.007	0.69	3.162
Tubería-43	53.1	153.6	0.013	0.002	0.41	0.947
Tubería-44	54.2	153.6	0.013	0.008	0.3	2.637
Tubería-45	54.2	153.6	0.013	0.004	0.38	1.71
Tubería-46	60.2	153.6	0.013	0.002	0.79	0.937
Tubería-47	46	153.6	0.013	0.004	1.76	1.637
Tubería-48	61.9	153.6	0.013	0.005	0.31	1.942
Tubería-49	48.3	153.6	0.013	0.019	2.65	7.008
Tubería-50	48.1	153.6	0.013	0.008	1.13	2.974
Tubería-51	88	153.6	0.013	0.009	0.39	3.295
Tubería-52	89.2	153.6	0.013	0.004	0.39	1.748
Tubería-53	122.8	153.6	0.013	0.006	4.34	2.265

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5 Estudio de calidad de agua

#### 3.5.1 Análisis físico químico

##### 3.5.1.1 Físico

**Tabla 44***Resultados de análisis físico del agua.*

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Turbidez	UNT	0.01	5
Conductividad eléctrica	us/ cm	125.40	1500

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Interpretación de resultados

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles, se determinó que la turbidez y conductividad eléctrica en el agua de consumo de las

habilitaciones urbanas si está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad de agua para consumo Humano

### 3.5.1.2 Químico

**Tabla 45**

*Resultados de análisis químico del agua.*

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
PH	Unidades	8.30	6.5 – 8.5
Alcalinidad	ppm	80.00	1500
Cloruros	ppm	11.34	250
Dureza Total	ppm	76.00	500
Calcio	ppm	50.00	100
Magnesio	ppm	26.00	30
Nitratos	ppm	0.00	50
Sulfatos	ppm	103.68	250
Solidos disueltos totales	ppm	189.00	1000

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Interpretación de resultados**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles, se determinó que el PH, alcalinidad, cloruros, dureza total, calcio, magnesio, nitratos, sulfatos, y sólidos disueltos totales en el agua de consumo de las habilitaciones urbanas si estan dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad de agua para consumo Humano.

### 3.5.1.3 Bacteriológico

**Tabla 46**

*Resultados de análisis microbiológico-parasitológico del agua.*

PARAMETRO	MÉTODO	RESULTADOS	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes Termolerantes (44.5 °C)	Diluciones Sucesivas/NMP	270 x 10 <sup>2</sup> = 270UFC/ ml	2000
PARAMETRO	MÉTODO	RESULTADOS	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes Totales	Diluciones Sucesivas NMP/100ml	300 x 10 <sup>2</sup> = 270UFC/ ml	2000
Enterococos Fecales	Diluciones Sucesivas NMP/100ml	AUSENTES	0
Escherichia coli Enteropatogena (ECEP)	Diluciones Sucesivas NMP/100ml	AUSENTES	0
Salmonella/ Shigella	Siembra en Agar SS Presencia/ Ausencia	AUSENTES	0
Vibrion Cholerae (Causante del cólera)	Siembra en Agar SS Presencia/ Ausencia	AUSENTES	0
Levaduras contaminantes y/o patógenas	Determinación del crecimiento colonial	AUSENTES	0
Mohos contaminantes y/o patógenas	Determinación del crecimiento micelial	AUSENTES	0
Huevos, larvas, quistes o adultos de helmintos parasitos.	Observación microscópica	AUSENTES	0
Huevos, larvas o adultos de guardia sp.	Observación microscópica	AUSENTES	0

**Fuente:** Elaboración propia.

### Interpretación de resultados

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles, se determinó que estos si está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad de agua para consumo Humano.

#### 3.6 Impacto Ambiental

Se identificó los peligros existentes así como también los que no podrán ocurrir.

**Tabla 47**

*Encuesta de probabilidades de algún eventual desastre en la zona.*

¿Existen antecedentes y probabilidades de que ocurran peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el Proyecto?			
Descripción	Si	No	Comentarios
Inundaciones		X	La ciudad de Jaén cuenta con un sistema de drenaje pluvial y defensas ribereñas en caso de que el Río Amojú se desborde
Lluvias intensas	X		Jaén pertenece a una de las ecoregiones más lluviosas, por lo tanto las probabilidades de lluvias son altas.
Heladas		X	Jaén en su ubicación geográfica no se presentaron heladas
Nevadas		X	Jaén en su ubicación geográfica no se presentaron nevadas.
Sismos	X		El Perú es un país que se encuentra dentro del cinturón de fuego, por lo tanto las probabilidades de un sismo son altas.
Sequias		X	Las lluvias y la cantidad de riachuelos contribuyentes, impiden de que se presenten sequias en la ciudad.
Huaycos	X		Por el perfil accidentado topográficamente de la ciudad y las constantes lluvias en la ciudad, existen antecedentes y probabilidades de eventos de huaycos.
Derrumbes/deslizamientos	X		Por el perfil accidentado topográficamente de la ciudad, existen antecedentes y probabilidades de eventos de deslizamientos.

*Fuente:* Elaboración propia

Es de mucha importancia reconocer los impacto que se van a generar en el transcurso de la operacionalización del proyecto. Como resultados de las encuestas, se obtuvo lo siguiente, se tomó en cuenta las variables de estudios como: Medio físico, Medio Biológico, Socioeconómico y Paisaje

## **IV.**

# **DISCUSSION**

## 4 DISCUSION

### 4.1 Dimensionamiento de la red de tuberías de agua potable y alcantarillado

#### 4.1.1 Red de agua potable

Las redes de tuberías de agua potable para las habilitaciones urbanas Torres de la Molina, Sergio Díaz y Santa Victoria serán de 3'' y 4'' de diámetro, con la finalidad de cumplir con las presiones y velocidades que se indican según la norma OS.050 y OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones, ya que esto conlleva a una eficiente distribución de agua potable en cada vivienda.

A continuación se indicó las dimensiones de la redes de tuberías de agua potable según la calle que corresponde.

**Tabla 48**

*Diámetros en tuberías de agua potable en H.U. Las Torres de la Molina*

Habilitación Urbana Torres de la Molina	
Calle	Diámetro de tubería
Los Álamos	Ø 4''
Mariano Melgar	Ø 4''
Los Nogales	Ø 4''
Belaunde Terry	Ø 4''
Marañón	Ø 4''

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 49**

*Diámetros en tuberías de agua potable en H.U. Sergio Díaz*

Habilitación Urbana Sergio Díaz	
Calle	Diámetro de tubería
Belaunde Terry	Ø 4''
Las Lomas	Ø 3''
Arana Vidal	Ø 3''
Las Rocas	Ø 3''
La Colina	Ø 3''
La Ladera	Ø 3''
Los pinos	Ø 4''
Universidad	Ø 3''

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 50***Diámetros en tuberías de agua potable en H.U. Santa Victoria*

Habilitación Urbana Santa Victoria	
Calle	Diámetro de tubería
Arana Vidal	Ø 3''
Las Lomas	Ø 3''
Federico Marx	Ø 3''
Albert Einstein	Ø 3''
Mariano Melgar	Ø 3''

*Fuente:* Elaboración propia**4.1.2 Red de alcantarillado sanitario**

Las redes de alcantarillado sanitario en las habilitaciones urbanas Torres de la Molina, Sergio Díaz y Santa Victoria serán de diámetros de 6'' y 8'', con propósito de cumplir con los criterios hidráulicos, auto limpieza bajo el criterio de la tensión tractiva y el control del sulfito de hidrógeno considerando el índice de Pomeroy.

A continuación, se indicó las dimensiones de la red de tuberías de y alcantarillado sanitario según a la calle que le corresponda.

**Tabla 51***Diámetros en tuberías de alcantarillado sanitario en H.U. Las Torres de la Molina*

Habilitación Urbana Torres de la Molina	
Calle	Diámetro de tubería
Los Álamos	Ø 8''
Mariano Melgar	Ø 8''
Los Nogales	Ø 8''
Belaunde Terry	Ø 8''
Marañón	Ø 8''

*Fuente:* Elaboración propia**Tabla 52***Diámetros en tuberías de alcantarillado sanitario en H.U. Sergio Díaz*

Habilitación Urbana Sergio Díaz	
Calle	Diámetro de tubería
Belaunde Terry	Ø 8''
Las Lomas	Ø 8''
Arana Vidal	Ø 8''
Las Rocas	Ø 8''
La Colina	Ø 8''
La Ladera	Ø 8''
Los pinos	Ø 8''
Universidad	Ø 8''

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 53***Diámetros en tuberías de alcantarillado sanitario en H.U. Santa Victoria*

Habilitación Urbana Santa Victoria	
Calle	Diámetro de tubería
Arana Vidal	Ø 6''
Las Lomas	Ø 6''
Federico Marx	Ø 6''
Albert Einstein	Ø 6''
Mariano Melgar	Ø 6''

*Fuente:* Elaboración propia

#### **4.2 Impacto ambiental**

Se propone a la población beneficiada lo siguiente:

Que se realice constantes capacitaciones de salud e higiene.

Charlas de cuidado, prevención y mantenimiento de las redes de agua potable y alcantarillado.

Limpieza general de los colectores, con el propósito de evitar colapsos en las redes ya diseñadas.

**Tabla 54**

*Objetivos y metas de impacto ambiental*

	Objetivo	Indicadores	Metas	Medios De verificación	Supuestos
Fin	Mejorar los servicios de agua potable y alcantarillado de la habilitación urbana Torres de la Molina y ampliar el servicio de agua potable y alcantarillado de las habilitaciones urbanas Santa Victoria y Sergio Díaz.	Disminución de las necesidades básicas insatisfechas	Disminución de las necesidades básicas insatisfechas	Encuesta y entrevistas a Hogares.	La población cumple con las prácticas de higiene y mantiene adecuadamente la infraestructura a lo largo del tiempo.
Propósito	Disminución de la incidencia de enfermedades tanto parasitarias, infecciosas y de la piel en la población de las habilitaciones Urbana Sta. Victoria, Sergio Díaz y torres de la Molina, del distrito de Jaén.	Porcentaje de incidencia de enfermedades parasitarias, infecciosas y de la piel en la población.	Reducir la tasa de incidencia de enfermedades parasitarias, infecciosas y de la piel.	Encuesta de impacto.	Participación activa de la población, organizaciones y sectores.
Acciones	Elaboración de expediente técnico. Mejoramiento y ampliación el sistema de agua potable y alcantarillado para optimizar este servicio. Implementación de un programa de capacitación en educación sanitaria y de operación y mantenimiento.	Expediente técnico terminado. Implementación del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado. Porcentaje de familias capacitadas.	Expediente técnico aprobado. Sistema de agua potable operando al 100%. Sistema de desagüe operando al 100%. Población capacitada en educación sanitaria.	Encuestas y entrevistas a las familias.	Participación del Gobierno Local, Regional y/o Central. Participación de la población en la ejecución del proyecto. Coordinación efectiva entre el municipio, la comunidad y la entidad cooperante.

*Fuente:* Elaboración propia

### 4.3 Mantenimiento del sistema de agua potable y alcantarillado

El agua es indispensable en el desarrollo de las poblaciones urbanas y rurales, porque esto permite que puedan acceder a los alimentos que consumen día a día.

Las personas han llegado a entender que se tiene que cuidar el agua por el bien de la salud misma, de tal manera que las poblaciones crece sin una proyección adecuada a lo que esto conlleva a que las fuentes principales de agua como manantiales, ríos u otros, sean contaminadas, es por eso que los profesionales han optado por construir obras que permitan cuidar la calidad del agua.

Cada cierto periodo es necesario realizar un análisis de agua en los laboratorios u otro centro especializado, con el fin de certificar que si el agua potable esta apta para el consumo humano realizando estudios químicos, bacteriológicos, etc.



*Figura 75.* Planta de tratamiento de Jaén  
**Fuente:** Adaptado de EPS MARAÑON, 2016.

### ¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento de la red de distribución de agua potable?

La red de distribución es uno de los componentes del sistema de agua potable al se debe prestar mayor atención. Debe funcionar en forma correcta para que el servicio sea prestado en las condiciones de calidad, cantidad, presión y continuidad requeridas por los usuarios y usuarias.

La operación de un sistema de agua potable consiste principalmente en abrir y cerrar válvulas a la entrada y salida del tanque de almacenamiento y en la red de distribución, con el fin de regular la cantidad de agua que pasa por la tubería y distribuir el flujo para que no se presenten deficiencias en ningún sector de la población.

También es necesario hacer toma de presiones en puntos altos, medios y bajos de la red. Tenga en cuenta que es recomendable que la presión mínima sea de 10 metros columna (m.c.a.), en los sitios más altos de la población y no mayor a 60 m.c.a. en los puntos más bajos.

Para esta actividad utilizar los hidrantes o las conexiones domiciliarias con ayuda de un manómetro que puede ser adaptado a un punto terminal como una llave de horro o grifo, o bien a un adaptador hembra. Periódicamente se deben revisar los accesorios para tener seguridad de su buen funcionamiento (OCSAS, 2012).

### **Tabla 55**

#### *Mantenimiento preventivo de la red de distribución de agua potable*

Frecuencia	Trabajo a realizar
Diario	Compruebe si existen instalaciones clandestinas, ya sea por quejas o denuncias, por evidencias de rastros de su ejecución. Revise y repare fugas en todos los tramos para evitar el desperdicio de agua.
Semanal	Verifique si el terreno está cediendo en la zona donde está instalada la tubería. En caso de presentarse esta situación es necesario excavar porque esto generalmente señala de que existe una posible fuga en la tubería. Observe si las uniones están corridas. Observe si hay humedad o encharcamiento sobre la zona de tubería. Determine si hay desplazamiento de la tubería por topografía quebrada. Se debe verificar que el nivel del tanque de almacenamiento no baje en las horas de la noche cuando no existe consumo en las viviendas. Si esto sucede verifique que no sea por causa de fugas en la red, desperdicio a nivel domiciliario o uso del agua para fines distintos del uso domésticos.
Quincenal	Abra y cierre las válvulas con unas pocas vueltas para evitar que se peguen. Se recomienda aplicar, si es necesario, unas gotas de aceite lubricante.
Mensual	Por lo menos una vez al mes se deben lavar las tuberías para eliminar sedimentos que se hayan formado o acumulado. Para realizar esta actividad se deben abrir las válvulas de purga en la noche y en las horas de más bajo consumo. Si hay hidrantes, deje salir el agua por estos aparatos durante un periodo de tiempo.

*Fuente:* adaptado de OCSAS, 2012.

## **Mantenimiento de los componentes de una acometida.**

### **1. Válvulas:**

Abra y cierre lentamente cuando se requiera, para evitar golpes de ariete.

No permita que las válvulas se cierren forzosamente, evite que se peguen.

Las válvulas deben tener una tarjeta de control con los siguientes datos: sitio y fecha de instalación, tipo, marca, diámetro, fechas de mantenimiento y estado (OCSAS, 2012).

### **Mantenimiento correctivo de válvulas**

Si se necesita cambiar una válvula por presencia de fugas, daños o porque al cerrarlas deja pasar agua, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

Ubique en el plano la válvula que debe ser retirada.

Suspenda el servicio de agua en la zona donde está la válvula que va a ser retirada.

Excave alrededor de la caja para sacarla y así facilitar la reparación o cambio.

Retire de la válvula los accesorios que la ajustan, bien sea la unión de reparación, brida, niple etc.

aproveche para hacer una buena limpieza de la válvula y para aceitar sus componentes.

Si durante esta labor encuentra algún componente dañado, cámbielo.

Coloque nuevamente la válvula en su lugar utilizando para ello cinta teflón, sellante o pegador (OCSAS, 2012).

### **Tabla 56**

*Mantenimiento preventivo de válvulas.*

Frecuencia	Trabajo a realizar
Diario	Revise que no existan fugas; si las hay, repárelas. Si encuentra manijas trabadas, repóngalos. Retire los elementos extraños que encuentre en la caja de operación de la válvula.
Mensual	Drene y limpie las cajas que protegen las válvulas para evitar que se dañen.
Trimestral	Verifique el estado, la apertura y el cierre de las válvulas. Engrase los mecanismos de operación y los tornillos de las uniones de montaje.
Anual	Pinte las válvulas para evitar la corrosión, así como las tapas de la caja de protección.

*Fuente:* adaptado de OCSAS, 2012.

## 2. Medidor

**Tabla 57**

*Mantenimiento preventivo de medidores.*

Frecuencia	Trabajo a realizar
Cada vez que se realice la lectura o mensual	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Revise que no existan fugas, si las hay repárelas o programe su reparación.</li><li>2. Verifique que el medidor registre el consumo</li><li>3. Observe que no existan elementos extraños dentro de la caja; límpiela.</li><li>4. Revise que no haya deterioro del medidor.</li><li>5. Si se presenta una anomalía debido al deterioro del medidor, programe su retiro para llevarlo a reparación</li></ol>
Cada 2 años	Calibrar el medidor.

*Fuente:* Adaptado de OCSAS, 2012.

### **¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento de la red de alcantarillado?**

La operadora deberá ser responsable de la operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de alcantarillado para asegurar un alto grado de confiabilidad.

Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas. La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, etc.).

La inspección cualitativa incluye la inspección de las pendientes, del enlucido, del aislamiento, etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes (OCSAS, 2012).

**Tabla 58***Mantenimiento preventivo de alcantarillado sanitario.*

Mantenimiento preventivo de alcantarillados	Descripción
Nivel 1	<p>En tramos que por su estado actual, comportamiento hidráulico, ubicación, solicitudes o una combinación de los factores mencionados, requieren de un chequeo y limpieza con una periodicidad de cada 4 meses (tres veces al año).</p> <p>Es importante mencionar que estos tramos, en algunos casos pueden cambiar de condición y coincidir con los tramos de tuberías que requieren ser rehabilitados o reemplazados, y que pueden cambiar su condición. Pero, en algunos casos, esto no será posible ya que su Nivel de Mantenimiento puede deberse a sus solicitudes, como son tramos de tuberías cerca a mercados, fábricas, hoteles, etc., los cuales requieren de una limpieza constante.</p>
Nivel 2	<p>En tramos en los cuales su nivel de mantenimiento mayormente coincide con los tramos considerados como prioridad 3, en lo que se refiere a sus requerimientos de reemplazo o rehabilitación.</p> <p>La periodicidad recomendada de mantenimiento preventivo para estos alcantarillados es de cada 6 meses (dos veces al año)</p>
Nivel 3	<p>En tramos de tuberías que por su situación actual, ubicación, solicitudes, comportamiento hidráulico, etc., son considerados como No Críticos en lo que se refiere a su mantenimiento preventivo, pero no por esta razón se puede descuidar la realización de estas labores en estos tramos de tubería.</p> <p>La periodicidad recomendada de mantenimiento preventivo para estos alcantarillados es anual</p>

*Fuente:* Adaptado de OCSAS, 2012.

### **Limpieza de los colectores**

Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados.

La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.

Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con abundante chorros de agua (véase figura 7) (OCSAS, 2012).



**Figura 76.** Limpieza de los tramos iniciales de los colectores

**Fuente:** Adaptado de Minea,2016

Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de 3/8” a 1/2” de diámetro y de 1,0 m. de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm. de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería (véase figura 22).

Se deberán abrir las tapas de los buzones aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas (véase figura 23).

Cuando sea necesario, se deberá ocasionar el represamiento del flujo en una cámara de inspección, cerrando con compuertas manejadas a mano, el arranque de la tubería. Al levantarse dicha compuerta, el agua represada ingresa violentamente a través de la tubería arrastrando los depósitos aguas abajo. Esta práctica da muy buenos resultados en tuberías de diámetro de 150 a 200 mm (OCSAS, 2012).



**Figura 77.** Limpieza manual de las alcantarillas.

**Fuente:** Adaptado de EPS. EMAPA HUACHO SAC, 2014.

**V.**

## **CONCLUSIONES**

## V. CONCLUSIONES

1. La población de la habilitación urbana Torres de la Molina cuenta con una ineficiente red de agua potable y alcantarillado y las habilitaciones urbanas Sergio Díaz y Santa Victoria carecen de estos servicios por lo que se realizó los estudios correspondientes al mejoramiento y ampliación de los servicios. El número de habitantes y viviendas, no correspondieron al perfil otorgado por la municipalidad con respecto al censo realizado en la primera visita de campo. Se determinó que existen 250 lotes y 578 habitantes en la zona de estudio.
2. Se realizó el levantamiento topográfico en cada uno de las habilitaciones presenciando un relieve accidentado, siendo el BM en 716.6 msnm lo que permitió calcular el desnivel del terreno y por consiguiente la colocación de cada tramo de red.
3. En cuanto al estudio de mecánica de suelos se encontraron limos inorgánicos de baja y alta plasticidad, así como también arcillas inorgánicas de baja plasticidad.
4. El caudal de diseño de agua potable fue de 20 lts/s. Asimismo para el alcantarillado sanitario se obtuvo un caudal de 1.5lts/s para la H.U. Torres de la Molina, 2.13lts/s para la H.U. Sergio Díaz y 1.5lts/s. para la H.U. Torres de la Molina. Por otro lado, para el dimensionamiento de la red de agua potable se determinó que el diámetro de 3" y 4", cumplen con la presión y velocidad establecida en el RNE que garantiza una adecuada eficiencia del sistema. Por consiguiente, en la red de alcantarillado sanitario se dimensionaron tuberías con diámetros de 6" y 8" calculados, que garantizan los criterios hidráulicos, tensión tractiva y control de sulfitos.
5. Se detalló y caracterizó físico – química y microbiológicamente el agua para consumo humano de las habilitaciones urbanas Santa Victoria, Sergio Díaz y Las Torres de la Molina, obteniéndose resultados que están dentro de los límites establecidos según el Reglamento de calidad de agua del Ministerio de Salud.

6. Es necesario que la población tenga charlas y capacitaciones en cuanto al mantenimiento preventivo y limpieza de las redes de agua potable y alcantarillado sanitario, con el fin de preservarlas para que no sufran consecuencias a corto, mediano o largo plazo.
7. Se realizó la verificación mediante el software Watercad para red de agua potable y software Sewercad para red de alcantarillado sanitario, en la cual se comprobó que los métodos y cálculos aplicados anteriormente mediante Excel cumplen con los parámetros establecidos en las normas OS.050, OS.070 y OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
8. Se elaboró el presupuesto con una cantidad viable de s/.982,465.93 para la población que habita la zona de proyecto, esta contempla todos los gastos que se realizarán en el mejoramiento y ampliación de las habilitaciones urbanas Torres de la molina, Sergio Díaz y santa victoria.

## **VI.**

# **RECOMENDACIONES**

## **VI. RECOMENDACIONES**

Antes de realizar cualquier tipo de estudio, es necesario realizar una inspección visual, reconociendo el lugar del sitio donde se realizará el proyecto.

Tomar precauciones para el levantamiento topográfico, por considerarse equipos de un elevado costo.

Informar a las personas del sitio acerca de las labores que se están realizando para evitar problemas que afecten el avance del proyecto y causen malestar en la población

Las muestras de suelos tendrán que ser trasladadas en bolsas, asegurándose que no se pierda las características físicas encontradas en el lugar.

Asegurar la colocación de las redes de agua potable y alcantarillado sanitario, para evitar filtraciones o fugas en cada una de ellas.

Control periódico de la calidad del agua en la red, realizando los análisis correspondientes para evitar enfermedades u otros daños perjudiciales, asimismo realizar un mantenimiento constantemente de los componentes de las redes de agua potable y alcantarillado sanitario.

Control del caudal y presiones en la red, para detectar daños en la tubería.

La municipalidad debe realizar charlas y capacitaciones en cuanto al uso de los servicios de agua potable y alcantarillado, así como de salud e higiene personal en las habilitaciones urbanas.

## REFERENCIAS

- Arias, E. Alcantarillado y drenaje Pluvial Tomo I.
- Álvarez, C.; Chicangana, Y. (2015). Revista de historia Regional y Local. *Inicios del alcantarillado en Medellín (Colombia), 1920- 1955*, 7. Consultado en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2145-132X2015000200008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-132X2015000200008&lng=es&nrm=iso)
- América Noticias (11 de marzo del 2016). Chiclayo: Sistema de desagües colapsa otra vez y afecta salud de vecinos. Consultado en: <http://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/chiclayo-sistema-desague-colapsa-nuevo-y-afecta-salud-vecinos-n223023>
- Castro, W. (23 de abril de 2013). El 80% de redes de agua y desagüe del centro de Trujillo en mal estado. *La Republica*. Consultado en: <http://larepublica.pe/23-04-2013/el-80-de-redes-de-agua-y-desagüee-del-centro-de-trujillo-en-mal-estado>
- Córdoba, L. (30 de marzo de 2014). Entre aguateros y camiones: La historia del agua en Lima. *El Comercio*. Consultado en: <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/entre-aguateros-y-camiones-historia-agua-lima-noticia-1719323>
- De Sousa, C.; Correia, A.; & Colmenares, M. (2010). Boletín de malariología y salud ambiental. *Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control*. Consultado en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-46482010000200003](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482010000200003)
- Domínguez, J. (2010). Gestión regional y local. *El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz*. Consultado en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792010000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792010000200004)
- EPS “Marañón” S.R.L. (2010). Reseña histórica EPS. Consultado en: <http://epsmaranon.com.pe/quienes-somos>

- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y World Health Organization (2012). Progress on Drinking Water and Sanitation. Consultado en: [https://www.wssinfo.org/fileadmin/user\\_upload/resources/JMP-report-2012-en.pdf](https://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMP-report-2012-en.pdf)
- Fragoso, L.; Ruiz, J.; Zurvia-Flores; & Juárez, A. (2013). Ingeniería hidráulica y ambiental. *Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México*, 34. Consultado en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382013000100009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000100009)
- Fragoso, L.; Ruiz, J.; Zurvia-Flores, & Toxky, G. (2016). La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. Consultado en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382016000200003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000200003)
- Fuentes-Mariles O.A.; Palma-Nava A.; & Rodríguez-Vázquez K. (2011). Ingeniería Investigación y Tecnología. *Estimación y localización de fugas en una red de tuberías de agua potable usando algoritmos genéticos*. Consultado en: <http://scielo.unam.mx/pdf/iit/v12n2/v12n2a12.pdf>
- Gómez, L. (13 de enero de 2015). El mal estado de la red afecta abasto de agua en tres delegaciones: Aguirre. México. *Periódico La Jornada*, p. 32. Consultado en: <http://www.jornada.unam.mx/2015/01/13/capital/032n1cap>
- Gallego, L., Heredia, H., Salazar, J., Hernández, T., Naranjo, M., & Suarez, B. (mayo, 2014). Revista Cubana de Medicina Tropical. *Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua, Venezuela*, 66. Consultado en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-07602014000200002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602014000200002)
- Galindo, E.; & Palerm, J. (2012). Región y sociedad. *Toma de decisiones y situación financiera en pequeños sistemas de agua potable: Dos casos de estudio en El Cardonal, Hidalgo, México*. Consultado en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-39252012000200009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252012000200009)
- Guerrero, L. (23 de setiembre de 2016). Cajamarca podría presentar problemas de abastecimiento de agua potable. *RPP Noticias*. Consultado en:

<http://rpp.pe/peru/cajamarca/cajamarca-podria-tener-problemas-de-abastecimiento-de-agua-potable-noticia-997258>

Hernández, L., Chamizo, H., & Mora, D. (junio, 2011). Revista Costarricense de Salud Pública. *Calidad del agua para consumo humano y salud: Dos estudios de caso en Costa Rica*, 20. Consultado en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292011000100004](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292011000100004)

José A. C.B.; & Velitchko G. T. (2012). Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente. Consultado en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222012000200001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000200001)

Juárez, R., *Mecánica de Suelos Tomo I*, Editorial Limusa. México 1997. Tercera edición

López, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición.

López, R. (2013). DELOS: Desarrollo Local Sostenible. Gestión del agua urbana e industrialización en la ciudad de Puebla. Consultado en: <http://www.eumed.net/rev/delos/16/gestion-agua-industrializacion.html>

Lozano, I., & Contreras, J. (29 de julio de 2016). Reto es que todos en el Perú tengan agua de calidad y desagüe en su casa. *La Republica*. Consultado en: <http://larepublica.pe/impres/politica/789457-reto-es-que-todos-en-el-peru-tengan-agua-de-calidad-y-desague-en-su-casa>

Maruxa, A. (16 de noviembre de 2016). Los problemas en la red de aguas afectan a una decena de calles mecas. *La Voz de Galicia*. Consultado en: [http://www.lavozdegalicia.es/noticia/arousa/ogrove/2016/11/16/problemas-red-aguas-afectan-decena-calles-mecas/0003\\_201611A16C7991.htm](http://www.lavozdegalicia.es/noticia/arousa/ogrove/2016/11/16/problemas-red-aguas-afectan-decena-calles-mecas/0003_201611A16C7991.htm)

Ministerio de Salud (2013). *Análisis de situación de Salud del Perú*. (1ra Edición).

Consultado en: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/intsan/asis2012.pdf>

Mariles O.A.; Palma-Nava A.; & Rodríguez-Vázquez K. (2011). Ingeniería, investigación y tecnología. *Estimación y localización de fugas en una red de tuberías de agua potable usando algoritmos genéticos*, 12. Consultado en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432011000200012](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000200012)

- Manco, D.; Guerrero, J.; & Ocampo, A. (2012). Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. Consultado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v11n21/v11n21a03.pdf>
- Montoya, L.; & Darío, R. (2012). Revista Ingenierías Universidad de Medellín. *Efecto de la presión sobre las fugas de agua en un sistema de tubería simple*. Consultado en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-33242012000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242012000100007)
- Moya, P. Abastecimiento de agua potable y alcantarillado
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015). Plan operativo institucional 2016 del ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú. Consultado en: [http://perseo.vivienda.gob.pe/Documentos\\_resoluciones/Emitidos/RM-343-2015-VIVIENDA.pdf](http://perseo.vivienda.gob.pe/Documentos_resoluciones/Emitidos/RM-343-2015-VIVIENDA.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (2016). Agua. Consultado en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014). Advierte problemática ambiental por déficit de tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional. Perú. Consultado en: <http://www.oefa.gob.pe/noticias-institucionales/el-oefa-advierte-problematika-ambiental-por-deficit-de-tratamiento-de-las-aguas-residuales-a-nivel-nacional>
- Palacios, A. (14 de enero de 2017). Agua: Compleja dimensión. *Expreso*. Consultado en: <http://www.expreso.com.pe/opinion/alfredo-palacios-dongo/agua-compleja-dimension/>
- Pimentel, G., & Palacios, O. (30 de setiembre de 2016). La falta de agua potable afecta a 8 millones de peruanos. *RPP Noticias*. Consultado en: <http://rpp.pe/peru/actualidad/la-falta-de-agua-potable-afecta-a-8-millones-de-peruanos-noticia-998969>
- Paludo, J.; & Borba, J. (2013). Ambiente & Sociedade. *El suministro de agua y alcantarillado: estudio comparativo de los modelos de gestión en Santa Catarina*. Consultado en: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2013000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2013000100005&script=sci_arttext&tlng=en)
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2015), Novena Edición.

Vierendel. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Fondo Editorial U.N.I. Lima-Perú  
1993. Cuarta edición

Tirado, V. (2013). Tecnura. *Determinación del coeficiente de flujo máximo para el diseño de sistemas de alcantarillados sanitarios, evaluado en Managua, Nicaragua*, 17. Consultado en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2013000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2013000200006)

Zeña, B. (20 de agosto de 2015). Tumbes: Urge el cambio de redes de desagüe en Tumbes. *Correo*. Consultado en: <http://diariocorreo.pe/edicion/tumbes/tumbes-urge-el-cambio-de-redes-de-desague-en-tumbes-611520/>