



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LA  
CIUDAD DE LAMPA MEDIANTE GALERÍAS FILTRANTES  
CON FINES POBLACIONALES, 2016.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. URIEL JAEN VILCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO - PERÚ**

**2017**



NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LA CIUDAD DE LAMPA MEDIANTE GALERÍAS FILTRANTES CON FINES POBLACIONALES, 2016**

AUTOR

**URIEL JAEN VILCA**

RECuento DE PALABRAS

**21779 Words**

RECuento DE CARACTERES

**112798 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**123 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 11, 2024 4:59 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 11, 2024 5:01 PM GMT-5**

● **13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos:

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

  
Edilberto VELARDE COAQUIRA  
ING. AGRICOLA  
CIP. 47785



Resumen



## DEDICATORIA

*Primeramente, a Dios, por brindarme sabiduría, fortaleza y guiarme por el camino correcto para alcanzar el objetivo planteado.*

*Dedicado a mi madre Juana María Vilca Medina y a mi padre Adrián Jaen Paricoto y a mis hermanos y a mis amigos quienes fueron inspiración y fortaleza en mi formación académica de 5 en la Universidad Nacional del Altiplano.*

*Con inmensa gratitud y cariño a toda mi familia, que de una y otra forma me brindan todo su apoyo incondicional, y los que nunca dudaron que lograría este objetivo.*

***Uriel Jaen Vilca***



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien supo guiarme en el camino, por la fortaleza en los momentos as difíciles.

A la Universidad Nacional del Altiplano agradecido por las enseñanzas de mis docentes quienes impartieron conocimiento y sabiduría durante 5 años.

Al Dr. Edilberto Velarde Coaquira, quien a su perseverancia, tolerancia y apoyo se culminó satisfactoriamente con la investigación.

A mis compañeros, amigos y familiares quienes fueron inspiración en los 5 años de mi vida profesional contando con su apoyo incondicional en momentos difíciles y momentos alegres.

**Uriel Jaen Vilca**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>17</b>
1.1.1. Objetivo general .....	17
1.1.2. Objetivos específicos .....	18
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>19</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	19
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	23
2.1.3. Antecedentes locales .....	25
<b>2.2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>28</b>
2.2.1. Galerías. ....	28
2.2.2. Galerías filtrantes. ....	28
2.2.3. Utilización de las galerías. ....	29



2.2.4.	Ventajas de las galerías construidas en materiales no consolidados.....	29
2.2.5.	Clasificación de las galerías .....	30
2.2.5.1.	Según características constructivas .....	30
2.2.5.2.	Según características del acuífero. ....	32
2.2.6.	Cálculo hidráulico. ....	39
2.2.6.1.	Galerías que comprometen todo el espesor del acuífero.....	41
2.2.6.2.	Galerías que comprometen la parte superior del acuífero.....	46
2.2.6.3.	Galerías en acuíferos con recarga superficial. ....	50
2.2.7.	Aguas subterráneas. ....	54
2.2.7.1.	Galerías filtrantes. ....	54
<b>2.3.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>55</b>

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1.</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>60</b>
3.1.1.	Ubicación y límites .....	60
3.1.2.	Clima de la zona en estudio .....	61
3.1.3.	Relieve.....	62
3.1.4.	Salud, higiene y saneamiento básico.....	62
3.1.5.	Organizaciones sociales e instituciones publicas .....	62
3.1.6.	Dinámica de la estructura económica .....	63
<b>3.2.</b>	<b>DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA ECONOMICA .....</b>	<b>63</b>
<b>3.3.</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS DE TRABAJO .....</b>	<b>64</b>
3.3.1.	Equipos utilizados en campo.....	64
3.3.2.	Equipo de procesamiento e impresión .....	64
3.3.3.	Software .....	64



3.3.4. Materiales de gabinete.....	64
3.3.5. Recursos humanos.....	65
<b>3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>65</b>
3.4.1. Población.....	65
3.4.2. Muestra.....	65
<b>3.5. TIPOS Y NIVEL DE INVESTIGACION.....</b>	<b>65</b>
<b>3.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>65</b>
<b>3.7. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>66</b>
<b>3.8. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>66</b>
3.8.1. Determinar la disponibilidad hídrica actual de galerías filtrantes en la ciudad de Lampa. ....	67
3.8.2. Determinar el incremento de la disponibilidad hídrica para el uso de galerías filtrantes, en la ciudad de Lampa. ....	81
3.8.3. Método analítico.....	82
3.8.4. Método inductivo. ....	83
3.8.5. Método estadístico. ....	83
3.8.6. Técnicas para la recolección de datos. ....	83

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA ACTUAL DE GALERÍAS FILTRANTES DE LA CIUDAD DE LAMPA.....</b>	<b>85</b>
4.1.1. Análisis e interpretación: .....	88
4.1.2. Análisis de cuestionarios.....	90



<b>4.2. EL INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA EL USO DE GALERÍAS FILTRANTES EN LA CIUDAD DE LAMPA. ....</b>	<b>97</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>111</b>

**ÁREA:** Ingeniería y tecnología

**Línea:** Ingeniería de Infraestructura Rural

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 26 de diciembre de 2017



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Datos de diseño de la población de la ciudad de Lampa. ....	68
<b>Tabla 2</b> Datos de la demanda de la población de la ciudad de Lampa. ....	69
<b>Tabla 3</b> Datos de almacenamiento del reservorio de la ciudad de Lampa. ....	69
<b>Tabla 4</b> Crecimiento de la población según INEI en la ciudad de Lampa. ....	71
<b>Tabla 5</b> Tasa de crecimiento de la población de la ciudad de Lampa. ....	71
<b>Tabla 6</b> Cálculo de población futura en la ciudad de Lampa. ....	73
<b>Tabla 7</b> Conexión de tipo de usuario de los pobladores de la ciudad de Lampa. ....	74
<b>Tabla 8</b> Información de base y parámetros variables. ....	74
<b>Tabla 9</b> Oferta de agua potable en la ciudad de lampa. ....	75
<b>Tabla 10</b> Proyección de cobertura de los servicios en la ciudad de Lampa. ....	76
<b>Tabla 11</b> Calculo de consumo. ....	77
<b>Tabla 12</b> Disponibilidad hídrica de galerías filtrantes de la ciudad de Lampa. ....	86
<b>Tabla 13</b> Disponibilidad hídrica. ....	87
<b>Tabla 14</b> Análisis Socioeconómico de la ciudad de Lampa. ....	89



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Captación con líneas de flujo paralelas y equipotenciales casi verticales. ..	33
<b>Figura 2</b> Captación con líneas de flujo radiales y equipotenciales cilíndricas. ....	34
<b>Figura 3</b> Galerías en acuífero con escurrimiento propio. ....	35
<b>Figura 4</b> Galería que comprometen todo el espesor del acuífero y ubicada en acuífero con recarga superficial. ....	36
<b>Figura 5</b> Galería que comprometen parte la superior del acuífero y ubicada en acuífero con escurrimiento propio. ....	37
<b>Figura 6</b> Galería que comprometen la parte superior del acuífero y ubicada en acuífero con recarga superficial. ....	37
<b>Figura 7</b> Galería en acuíferos con recarga superficial y ubicado en acuífero de gran espesor.....	38
<b>Figura 8</b> Galería en acuíferos con recarga superficial y ubicado en acuífero de poco espesor.....	39
<b>Figura 9</b> Galería que compromete todo el espesor del acuífero con escurrimiento propio. ....	41
<b>Figura 10</b> Galería que compromete todo el espesor del acuífero con escurrimiento propio y alimentado por ambos lados. ....	43
<b>Figura 11</b> Nivel dinámico del acuífero en galería que compromete todo el espesor del acuífero y alimentado, por un lado. ....	44
<b>Figura 12</b> Altura de escurrimiento en galería que compromete todo el espesor del acuífero. ....	45
<b>Figura 13</b> Galería adyacente a una fuente superficial. ....	46



<b>Figura 14</b>	Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio. ....	47
<b>Figura 15</b>	Galería con drenes paralelos que comprometen la parte superior del acuífero. ....	49
<b>Figura 16</b>	Galería que compromete la parte superior del acuífero adyacente a una fuente de recarga superficial. ....	50
<b>Figura 17</b>	Galería en acuífero de gran espesor con recarga superficial.....	51
<b>Figura 18</b>	Galería en acuífero de poco espesor con recarga superficial. ....	52
<b>Figura 19</b>	Galería en acuífero con abatimiento del nivel de agua. ....	53
<b>Figura 20</b>	Ubicación del proyecto de investigación. ....	61
<b>Figura 21</b>	Captación y distribución de agua en Lampa. ....	62
<b>Figura 22</b>	Disponibilidad hídrica.....	88
<b>Figura 23</b>	Análisis Socioeconómico de la ciudad de Lampa.....	89
<b>Figura 24</b>	Meses al año dispone de agua a través de su conexión domiciliaria 2016. .	91
<b>Figura 25</b>	Días a la semana dispone de agua a través de su conexión domiciliaria 2016. ....	92
<b>Figura 26</b>	Veces al día hace el uso del servicio de agua. ....	93
<b>Figura 27</b>	Horas por día dispone de agua potable. ....	94
<b>Figura 28</b>	Tiempo de servicio de agua potable.....	96
<b>Figura 29</b>	Diseño de Galerías Filtrantes en la ciudad de Lampa. ....	97
<b>Figura 30</b>	Pago por el servicio de agua potable.....	99
<b>Figura 31</b>	Tarifa por el servicio de agua potable.....	100
<b>Figura 32</b>	Satisfacción del servicio de agua potable. ....	101
<b>Figura 33</b>	Problemas con el servicio de agua potable en el año 2016.....	102
<b>Figura 34</b>	Servicio de agua potable en el año 2016.....	103



## ACRÓNIMOS

<b>MPL</b>	: Municipalidad Provincial de Lampa.
<b>RNE</b>	: Reglamento Nacional de Edificaciones.
<b>OPS</b>	: Organización Panamericana de la Salud
<b>CEPIS</b>	: Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria
<b>UNATSABAR</b>	: Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural



## RESUMEN

Se conoce que la utilización racional del recurso hídrico superficial y subterráneo es de esencial consideración en el sur del Perú, los acuíferos tienen especial importancia para el abastecimiento de agua para consumo poblacional. La finalidad del estudio fue determinar la disponibilidad hídrica por medio de galerías filtrantes para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Lampa, para eso se tiene dos objetivos: primero determinar la disponibilidad hídrica de galerías filtrantes, de igual modo el segundo objetivo que propuso fue determinar el incremento de la disponibilidad hídrica para el uso de galerías filtrantes. La metodología es de enfoque cualitativo dentro de la exploración descriptiva y examen documental. Los resultados de esta exploración, sugiere que el 66.67% tienen agua 24 horas al día, de igual modo el 16.67% tienen agua 12 horas al día y 16.67% tienen agua solo 6 horas al día, por lo tanto, refleja un desabastecimiento de agua; en promedio posee agua para 19 horas al día, reflejando una necesidad de aumentar más galerías filtrantes para contemplar el déficit que existe. Concluyendo que la disponibilidad hídrica que se debe incrementar en la localidad de Lampa es de 20.83 %, al incrementarse este porcentaje se logrará el incremento adecuado al 100 % de la población con agua potable todo el día y los 7 días de la semana; finalmente se propone el diseño de 6 galerías filtrantes complementariamente a los 10 que ya existe.

**Palabras clave:** Disponibilidad hídrica, factores, galerías filtrantes e incremento hídrico.



## ABSTRACT

It is known that the rational use of surface and underground water resources is of essential consideration in southern Peru; aquifers are especially important for the supply of water for population consumption. The purpose of the study was to determine the water availability through filter galleries for the supply of drinking water in the city of Lampa, for this there are two objectives: first to determine the water availability of filter galleries, in the same way the second objective that was proposed was to determine the increase in water availability for the use of filter galleries. The methodology is a qualitative approach within descriptive exploration and documentary examination. The results of this exploration suggest that 66.67% have water 24 hours a day, similarly 16.67% have water 12 hours a day and 16.67% have water only 6 hours a day, therefore, it reflects a water shortage. ; On average, it has water for 19 hours a day, reflecting a need to increase more filter galleries to address the existing deficit. Concluding that the water availability that must be increased in the town of Lampa is 20.83%, by increasing this percentage the adequate increase will be achieved to 100% of the population with drinking water all day and 7 days a week; Finally, the design of 6 filtering galleries is proposed in addition to the 10 that already exist.

**Keywords:** Water availability, factors, filter galleries, water increase.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El diseño de una galería filtrante para el sistema de abastecimiento de agua utilizando captaciones subterráneas, ubicada en la ciudad de Lampa, departamento de Puno, optimizando el sistema de abastecimiento de agua, que permitirá gestionar el agua de manera tal que se garantice la calidad y disponibilidad del mismo para el desarrollo y la competitividad local y propiciar las mejores condiciones de vida de los pobladores de la ciudad de Lampa, así mismo la relación entre la demanda poblacional y la oferta hídrica en la microcuenca del río Lampa, el comportamiento hidrodinámico del acuífero determinara el diseño eficiente de la galería filtrante, el apropiado diseño de la galería filtrante no generará cambios en régimen hídrico en la zona. Así mismo los túneles filtrantes son construcciones ocultas, edificadas para capturar liquido dentro de un acueducto, por lo general situado en el cause aluvial, dada composición porosa facilita el desplazamiento del fluido en funcionalidad de estas. Siendo concebida para capturar el líquido y desplazarla a acueductos para un mayor aprovechamiento.

La consideración de los túneles filtrantes radica en que son proyectos que son usados para obtener el líquido en los ríos de montaña; esta clase de cimiento son extensas para estas condiciones topográficas en la región andina, siempre i cuando se cumplan las estipulaciones dadas.

A nivel nacional, el acceso a los servicios de saneamiento de agua potable es problema latente y con mayor incidencia en zonas rurales, tal como señala el (INEI, 2020) en el informe técnico “Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico”, donde indica que el 94,8 % accede al servicio en la población urbana, mientras que solo el 73.3% de las zonas rurales accede al servicio. Por otra parte, el (Decreto Legislativo N° 1280,



2016), Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, dispone que las municipalidades se encuentran a cargo de la prestación de servicio de saneamiento en las zonas rurales del Perú de manera directa por intermedio de la unidad de gestión municipal (UGM) y de manera indirecta a las organizaciones comunales. Estas organizaciones comunales se encargan de velar por el buen estado de la infraestructura, una administración adecuada, operación y mantenimiento eficiente, así como también garantizar la cobertura, continuidad y la prestación del servicio de calidad para la sostenibilidad del sistema (Flores J. , 2020).

El propósito primordial del trabajo de exploración es colocar a técnicos y expertos en proyectos hidráulicas para el aumento en la disponibilidad hídrica en la localidad de Lampa, por medio de la utilización de galerías filtrantes, para cuando se acojan esta clase de proyectos para la obtención de líquidos, se haga de manera correcta y de manera conforme a las condiciones de lugar.

La presente proposición detalla los proyectos de captación de agua construidas en la localidad de Lampa, que son usadas primordialmente para consumo humano. En todas ellas se reportan: el contexto físico y su desarrollo.

La investigación tiene como justifica plantear un diseño de galerías filtrantes para incrementar la disponibilidad hídrica para la dotación de agua en la ciudad de Lampa, ello facilitará la competitividad local y propiciar las mejores condiciones de vida de la población de la ciudad e Lampa. En lo técnico: se plantea el diseño de galería filtrantes que busca incrementar el sistema de abastecimiento de agua, los cuales permitió garantice la dotación a la población de Lampa

En lo social: con la implementación de 6 galerías filtrantes; el sistema de Agua Potable se busca que el agua consumida por todos los pobladores (5384 habitantes) de la



ciudad de Lampa, cumpla con los parámetros especificados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Ministerio de Salud (MINSA), lo cual la población será sensibilizada sobre la importancia del correcto uso del agua y su cuidado, lo cual busca la conservación del líquido vital para generaciones futuras. En lo económico: se pretende implementar los gastos producidos por reparación del sistema de agua, el cual es afectado por las fuertes lluvias en épocas de verano y sequía.

Al final, la proposición además de enseñar criterios importantes de uso de las galerías filtrantes tiene dentro conceptos y sustentación – teórica.

En ese sentido el problema principal de la presente investigación es:

¿Cuánto es el incremento en la disponibilidad hídrica en la ciudad de Lampa, mediante el uso de galerías filtrantes?

Y los problemas específicos, son:

¿Cuánto es la disponibilidad hídrica actual de galerías filtrantes en la ciudad de Lampa?

¿Cuál es el incremento de la disponibilidad hídrica, en relación a la aplicación de galerías filtrantes?

## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar de la disponibilidad hídrica en la ciudad de Lampa, mediante el uso de galerías filtrantes.



### **1.1.2. Objetivos específicos**

Determinar la disponibilidad hídrica actual de galerías filtrantes en la ciudad de Lampa.

Determinar el incremento de la disponibilidad hídrica para el uso de galerías filtrantes, en la ciudad de Lampa.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Montalvo (2008). Manifiesta, la necesidad de llevar a cabo de manera eficaz y monetariamente ejecutables las considerables transposiciones primordiales para la creación y La gestión de la red de abastecimiento de agua debe prestar especial atención al diseño de este tipo de red. Diseñar decisiones económicamente optimizadas para garantizar el funcionamiento normal de los sistemas de regulación del agua (SDA), La confiabilidad de la red en la prestación de sus servicios, incluso en condiciones de posibles tiempos de inactividad, es uno de los desafíos formidables en los que han trabajado muchos científicos, y este tema se ha enfrentado durante varios años. El máximo beneficio debe obtenerse al mínimo costo. La función de destino utilizada variará en función del inconveniente a tratar: expansión, recuperación, nuevo aspecto, explotación. no podemos decir que permanezca en la actualidad una exclusiva funcionalidad propósito, ni que las que ya estás sean finalmente lo que conviene, inclusive para emprender el mismo inconveniente. Esto provoca hace que se explique servible la utilización de técnicas de actualización que logren ajustarse de manera directa a alguna funcionalidad propósito. En los últimos 10 años, Muchos investigadores se han desviado de las técnicas tradicionales de modernización basadas En programación lineal y no lineal, evolucionar hacia el uso de algoritmos evolutivos. En este descubrimiento, las soluciones propuestas para el diseño óptimo de SDA



se basan en el uso del algoritmo evolutivo popular como Particle Swarm Optimization (PSO).

El algoritmo PSO fue creado en 1995 por Kennedy y Eberhart y se inspiró en el trabajo combinado de una bandada de aves migratorias que intentaba llegar a un destino irreconocible. Cada pájaro está dotado de una mente propia, pero además de esto, existe una conexión asociativa que conduce a la inteligencia colectiva con la que se mueve el grupo. El movimiento de cada pájaro en el espacio solucionable se calculó de acuerdo con la historia reciente, su percepción individual y el dominio del jefe (el pájaro encontró la mejor posición en el espacio). El desarrollo de la investigación se detiene cuando se cumple la condición de terminación. El movimiento ocurre en un espacio multidimensional con el número de dimensiones en las que el problema también cambia; El vector de la posición del ave en tal espacio representa una saturación potencial.

El trabajo presentado transforma el algoritmo PSO original para que pueda ser aplicado al diseño óptimo de SDA, al presentar además numerosas novedades que tienen la posibilidad de ser aplicadas de todas formas a inconvenientes de distinta naturaleza al pacto de esta exploración. Estas variaciones están fundamentadas principalmente en a) la capacidad de trabajar con cambios continuos y discretos, b) interés en la variedad de personas que el algoritmo trabaja para resolver, c) establecer parámetros comprometidos, que está fundamentado en una filosofía multiagente.

El diseño de dos ejemplos estándar clásicos permite comparar los resultados del algoritmo con las decisiones encontradas por otros autores. Se comprobó que, acertadamente, el algoritmo, con la primera parte de las citadas



ediciones, tiene un desarrollo increíble. Más adelante, Otros casos se resolvieron a su vez con ocasiones reales de interfaz. Desde el criterio hidráulico, las resoluciones son mejoradas desde la primera parte de una reciente publicación del autor (Martínez, 2007) para la evaluación económica de los resultados de interfaz. En acciones, se trata de cómo estos avances conducen a soluciones que demuestran una mayor confiabilidad de desempeño frente a posibles condiciones de falla. En los ejemplos discutidos en este trabajo, las innovaciones de confiabilidad no resultan en costos de inversión inicial significativos. Por otro lado, el enfoque multi-agente que se dió al algoritmo de actualización deja las puertas abiertas hacia formulaciones multi-objetivo del inconveniente de interfaz de los SDA. El mecanismo de cálculo del PSO, junto con el motor de prueba de decisión hidráulica EPANET2, se activó mediante una aplicación informática que facilita la aplicación experta. En el diseño SDA, utilizar la sonda indicada en funcionamiento normal.

Aliaga & et al (2007), manifiesta, En el Sureste de la Península Ibérica, hay superficies que no tienen elementos de aguas en área, por lo cual, para el abastecimiento de la gente y ganado, de manera que para el riego de manera recurrente a la mejora de freáticos por medio de sistemas de galerías filtrantes «qanat-s», llamados además galerías con lumbreras y en el NE de la Zona de Murcia «minados con espejuelos».

Armanda & Barquinero (2005). Se expone la edición de un conjunto diseñado por nuestro grupo y constituido por una firma de ingeniería enfocada, el cual facilita la determinación de los distintos tamaños y organización de poro en diferentes medios filtrantes y papeles, admitiendo determinar con más grande precisión la utilización correcta de los mismos, ayudando, además, al



mejoramiento de las tareas de avance y observación de la indole en el sector de papeles y medios filtrantes. Este conjunto se apoya en la medición y control del paso de aire, en relación con fluido y presión, por medio de las muestras secas y húmedas, los que son reportados punto próximo. En nuestro caso, se determinó el volumen de poro mínimo y promedio para el cartón sustento FO y el % de paso de aire entre los dos poros, demostrándose la fiabilidad del procedimiento. Los resultados que se consiguieron con este conjunto detallan la factibilidad del mismo para la definición de las distintas mezclas de pulpas, introduciendo la pulpa de bagazo para la construcción de lugares donde se filtra, dando paso a la deducción y enseñanza a la norma cubana para una mejor determinación de poro y organización de poro.

López (1999), manifiesta, El presente trabajo parte de la siguiente consideración: la consideración que el agua consigue en un medio árido, muy parecido al de hoy, para los grupos humanos que en él habitan. Y el lapso en el que nos vamos a centrar es la etapa romana, entonces, en los precedentes de la agricultura de regadío andalusí. La consideración, previamente citada, hay que no únicamente a que éste es un elemento importante para el consumo animal y, entonces, de hombres y mujeres, sino además por su elemental presencia en algunas ocupaciones que se han realizado en etapa romana como son la agricultura y la minería.

Custodio & Llamas (1999), dice, La descarga de las aguas subterráneas por medio de manantiales constituyó un elemento básico para la supervivencia de los primeros humanos y además para su progresivo avance. El humano fue razonando i explotando mejor los líquidos por medio de la perforación de



cárcavas, pozos y galerías subterráneas. No obstante, esta clase de acuíferos no exigió lo pactado con colectivos humanos subjetivamente enormes.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Esquivel (2021), en su investigación tuvo como propósito Propuso el diseño de una galería filtrante en la pequeña cuenca del Jahuamayo que pudiera proveer el agua necesaria para los sanjuaninos, por lo que se realizaron los estudios necesarios en condiciones naturales y en un período de tiempo. Para un año determinado, conocer el comportamiento de los puntos de agua durante las diferentes estaciones del año, teniendo en cuenta la cantidad de agua requerida en relación a la normatividad de la OS 100 Normas básicas para el diseño de infraestructura de salud donde indican que el promedio el suministro diario per cápita es de 120 litros, teniendo en cuenta el número de La población actual es de 347 según el último censo nacional realizado en 2017. El diseño de la cámara de filtración se puede realizar, básicamente, de diferentes formas, dependiendo de las características del acuífero. característica de la biblioteca. Para el diseño de la galería de filtros se utilizaron ecuaciones derivadas de la ecuación de Dupuit, que representa la determinación clásica de la cantidad de agua. El cálculo obtenido se compara con los datos de pruebas de capacidad realizadas en 94 fuentes, por lo que se concluyó que la capacidad máxima de producción de agua es suficiente para satisfacer las necesidades de las personas.

Aguro (2021), la investigación nace de la necesidad de investigar una solución a la dificultad existente del escaso recurso de la fuente de agua potable que aqueja a la localidad Loma Saavedra, debido al incremento de la población y a la antigüedad del sistema de captación (mediante agua subterránea) que está



afectando el sistema de abastecimiento de agua potable en la población, que se ve limitada su situación sanitaria en un futuro. Es así como se proyecta, a través de un análisis de ingeniería, probar una alternativa encaminada a mejorar y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable, con miras a satisfacer la demanda de agua de los actuales y futuros pobladores de Loma y Saavedra. En el transcurso de esta investigación se desarrolló y calculó la posibilidad de introducir una nueva captación en el sistema de abastecimiento de agua potable, estudiando cada uno de sus componentes, comenzando por el sitio del nuevo pozo, diseño de bombas sumergibles y demás componentes. Satisfacer los requisitos de las necesidades futuras. Según los resultados de la prueba de bombeo del acuífero realizada, esta región cuenta con los recursos necesarios para la explotación de aguas subterráneas, asegurando la cantidad y oportunidad de las necesidades actuales y futuras de abastecimiento de agua potable. Asimismo, los análisis de calidad del agua realizados muestran que desde el punto de vista físico - químico no existen riesgos para la salud por uso humano, y en todo caso, los valores observados para la reducción de la desinfección con cloro simple, y las actividades realizadas por parte de los empleados del Ministerio de Salud a través de la Unidad de Monitoreo y Evaluación de la Calidad del Agua en la red de abastecimiento de agua potable.

Espinoza & Espinoza (2016). La presente proposición se lleva a cabo en dos superficies geográficas las dos En la región Ica, la primera en el distrito Ica, dentro del área N°4: urbanización en Santa María y la segunda en la región San José de los Molinos. En esta exploración se comparan dos tipos de extracción de agua con los objetivos de abastecimiento de agua potable: los pozos profundos o cañerías, el tipo común de extracción de aguas subterráneas que hasta hace años era el único medio de explotación. Los derechos bajo los cuales Ica y el sistema



de filtración se ofrecen en las galerías, es decir, la captación de aguas superficiales se realizará en la ciudad de Ica como opción exclusiva de abastecimiento. Para la comparación se tienen en cuenta tres criterios: calidad del agua, desarrollo constructivo y valor directo. Al respecto, en el primer capítulo se acordó conocer la situación actual del abastecimiento de agua en la ciudad de Ica y la 4 Región; Además de un diagnóstico de la Cuenca de Ica y Acuífero Los Molinos. El Capítulo 2 presenta y analiza la oferta y la demanda en la Zona 4 y el acuífero correspondiente. En el tercer capítulo, con base en estudios físicos, químicos y bacteriológicos de muestras de agua de pozos y acuíferos, se examina cuál de los dos sistemas de captación tiene mejor calidad. Para el cuarto semestre se enseñan los procesos de construcción teniendo en cuenta pozos profundos, galerías de penetración y pistas, además se hacen algunas consideraciones de diseño; Luego, en el Capítulo Cinco, se hace un examen comparativo del valor directo generado en los dos sistemas de captación de agua. Finalmente, se concluirá cuál de estos sistemas es el más adecuado para el abastecimiento de agua potable. Cabe señalar que el surgimiento de esta propuesta incluye la recolección de agua a través de un pozo de tubería, un sistema de salas de filtrado, tuberías y un posible tanque de agua.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Yana (2020), en su investigación tuvo como propósito Determinación de parámetros físicos y químicos: pH, conductividad eléctrica, dureza total, cloruro, sólidos disueltos totales, azufre del sistema de abastecimiento de agua potable de Azángaro y b) Determinación de carga bacteriana heterogénea, número más probable (NMP) y coliformes en heces. Se utilizaron métodos de conteo de bacterias heterótrofas y número más probable (NMP) para enumerar los



coliformes fecales y totales. Para determinar los parámetros físicos y químicos, los métodos son potenciométrico (pH), tiempo de conducción (EC conductividad y sólidos totales disueltos TDS), titulación (dureza total), Mohr (cloruro), espectrofotometría (sulfato) y recuentos de BH de coliformes fecales totales. y heterótrofos CT y CF, utilizando el método de recuento de plaquetas. Los resultados se compararon con el Decreto N° 031-2010-SA de la Corte Suprema. Los puntos de muestreo están ubicados en la galería de filtros, cuarto de bombas y en el tanque o almacenamiento en la localidad de Azángaro. El procesamiento de datos físicos, químicos y bacteriológicos se evaluó mediante la prueba de análisis de varianza y la prueba de varianza de Duncan. Los resultados fueron entre los tres puntos de muestreo (PM1, PM2 y PM3): pH entre 7.64 y 7.86 unidades, EC entre 1074.20 y 1208.43 US/cm, dureza total entre 261, 16 y 273.48 mg/L carbonato de calcio 3, Cloruro de 45.54 a 46,88 mg/L, TDS de 272,75 a 284,04 mg/L, sulfato de 16,33 a 16,41 mg/L, todo por debajo del LMP estipulado en el estándar actual, número de BH con un promedio de 477 CFU/mL solo en PM1, CT en un rango de 3,00 a 14,33 MPN/100 mL, que supera la LMP indicada en el estándar actual, y valores de 0 MPN/100 mL para recuentos de FC, que se encuentran dentro de la OPL.

Aruquipa (2015), manifiesta, La exploración está enmarcado en el estudio de la calidad de servicio que es ineficiente, cuyo suministro periódico es con límite a escasas horas, operando con una baja presión que causa demoras para su acarreo, en ocasiones se muestran días donde se racionan y otras que causan cortes intempestivos, los reclamos de los individuos son recurrentes, agudizando la circunstancia, por esto, se expone el inconveniente de exploración. En relación con el agua, es primordial además no confundir el criterio de bien público con el



de servicio público. Desde una visión económica, lo que caracteriza al bien público es que es no contrincante, esto es, todos los individuos tienen la posibilidad de consumir de forma simultánea el bien y, además, se excluye de su uso sin que los pagadores sean conscientes de los beneficios que de ello se derivan.. Inclusive teniendo los humanos que lo consumen diferentes votaciones de las diferentes entidades del bien, la cantidad ofrecida del mismo es siempre idéntica para todos.

Apaza (2015), tuvo como propósito diseñar y dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno, y describir los elementos de sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico, desarrollados en forma coherente con una metodología basada en el trabajo de campo, trabajo de gabinete, las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones con sus normas OS 010, OS 050, IS 010 y el IS 020, y la Guía de Opciones Técnicas Para Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Concentradas del Ambito Rural del Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción, en ese sentido se ha diseñado los componentes del sistema de agua potable, componentes del saneamiento básico y descritos los elementos de sostenibilidad del proyecto en mención, todo ello en base a entrevista, a los comuneros, autoridades y verificación in situ, y el procesamiento de datos en gabinete. Todos los procesos indicados han arrojado resultados de investigación satisfactorios, además del diseño de dos lotes de ladera, un camino lineal de 4715.34 metros, cinco cámaras de corte de presión Tipo 06, tanques de 9 m<sup>3</sup>, válvulas y también una red de distribución. como la adición de 38166.83 metros lineales de tubería, PVC SAP y 110 piscinas públicas, correspondientes a la red de agua potable, a su vez diseñar



componentes básicos de saneamiento, tales como tanques de biosedimentación de 600L, tanques de registro de lodos tipo caja de 0.6m de ancho, 0.6m de largo, 0.30m de alto y 4m de suelo permeable Y terminar con factores de sustentabilidad como; JASS Institucional, Casa Cuota, Técnico Distrital Municipal (ATM) y Manual de Operación y Mantenimiento.

## **2.2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.2.1. Galerías.**

Los túneles están expuestos en la base mayor del acuífero suponen que el emplazamiento del dren, en concordancia al grosor del acuífero, es chiquita. Ósea, la relación hondura al estrato impermeable (b) contra la hondura al dren (z) es más grande a 10 (Castillo & et al, 2002).

La creación de los túneles necesita de una moderada idealización de los laburos que garantizan un buen desempeño de este y también vez evadir posibles tragedias. La organización de los trabajos y la concepción de su ejecución dependerán en todo caso del tipo de material a excavar, consolidación o dureza del suelo, hondura a que están las aguas subterráneas (Whitlow, 1998).

### **2.2.2. Galerías filtrantes.**

Para la creación de una galería filtrante es dependiente de los resultados que se consiguieron de los sondeos geológicos, Tiene la posibilidad de tener la galería profundidades de 4 a 8 m; de igual modo es dependiente de la posición del trazo de la galería, que puede ser transversal o paralela a la corriente. (Rodríguez, 2001).



### **2.2.3. Utilización de las galerías.**

Las salidas más antiguas son pozos excavados, galerías o canales completados en la mayoría de los casos. Desde materiales a granel como útiles de construcción disponibles en el tiempo permitido, como picos y palas. En muchas zonas de todo el mundo, donde la mano de obra es económica, aun se siguen excavando pozos y galerías de esta manera que hace 3.000 ó 4.000 años (Whitlow, 1998).

Los pasadizos filtrantes tienden a crearse en rocas plutónicas, metamórficas, volcánicas y, en menor medida, en suelos sedimentarias consolidadas, donde son la más grande aplicación en rocas no consolidadas, y especialmente en aquellas ubicadas en los lechos arenosos de ríos, alimentados de manera directa por una corriente superficial de agua de excelente calidad (Coduto, 1999).

Generalmente, la captación con galerías está principalmente indicada cuando se quiere conseguir caudales indispensables de agua en zonas próximas a ríos o lagos, y/o en acuíferos en los que no sea viable o favorable, producir un considerable descenso del nivel piezométrico (Coduto, 1999).

### **2.2.4. Ventajas de las galerías construidas en materiales no consolidados.**

Los materiales a granel en los que se construyen las galerías suelen tener una estructura rocosa muy variable, formada por capas de arena, grava y arcilla, cuyas principales características son:

- Simples de dragar.



- La ubicación ideal para recibir la nutrición de ríos y lagos ya que muchas veces se ubican en el fondo de valles frecuentes correspondientes a zonas planas con escenarios de presión muy próximos a la zona.
- Pisos de mayor permeabilidad eficaz, aceptan tener más grande proporción de líquido acuifero.
- Porosidad mayor de acuerdo a distintas formas, lo que posibilita el movimiento del líquido.
- Disponibilidad de agua en ciclos de pocas lluvias, cuando el caudal de los ríos es mínimo o nulo, al aceptar que las aguas subterráneas circulen por el material aluvial que compone el valle del río, en tanto que, en lapso lluvioso, el caudal superficial del río recarga el acuífero incrementando la disponibilidad de los elementos hídricos (Whitlow, 1998).

## 2.2.5. Clasificación de las galerías

### 2.2.5.1. Según características constructivas

Los túneles tienen la posibilidad de ser ordenados de la siguiente manera:

- Túneles.
- fosos.
- avenamiento.
- extracciones variadas.

**a. Galerías propiamente dichas:** Son perforaciones horizontales que empiezan en la boca u orificio de entrada, desde donde se perfora el pódico. La parte inferior de la galería se ubica por debajo del nivel del agua en la zona saturada y la parte superior en la zona húmeda. La



porción horizontal es de tamaño suficiente para aceptar el movimiento del dispositivo y de los responsables de este.

- b. Por lo general, las construcciones tienen un tamaño de 1,80 x 0,80 m, con un espesor de piso de uno a diez por mil. Para facilitar el trabajo, se deben excavar pozos de ventilación cada 40 o 100 metros para ventilar el pórtico y evacuar el material de las excavaciones.
- c. **Zanjas o trincheras:** Consiste en tajos abiertos, utilizados principalmente cuando el nivel del agua está muy cerca del suelo y no necesitan ocasionar enormes descensos en el nivel de agua subterránea.

Por lo general, la profundidad no supera los seis metros. Este tipo de trabajo adolece de la perturbación del crecimiento de algas, la erosión o el bloqueo debido a la vegetación o la contaminación de la superficie.

- d. **Drenes:** vienen a estar formados Mediante la excavación horizontal o excavación de zanjas en el interior se instalan tuberías perforadas o ranuradas denominadas alcantarillas. Estos drenes se instalan en la zona húmeda del acuífero y se tapan con el componente elegido para asegurar un correcto desempeño. En la situación de rellenar el encofrado de la zanja, utilizando material de la excavación y finalizando con el sellado de la zona para reducir el nivel de contaminación del agua por infiltración de aguas superficiales. Comúnmente, la superficie de las alcantarillas es superiores a 200 mm, con atentos que son dadas entre uno y cinco por mil. En relación de la longitud de los drenes y del número de ellos, se instalan buzones de actividad social (Coduto, 1999).



**e. Captaciones mixtas:** las galerías y los drenes pueden combinarse con las captaciones verticales, dando como resultado captaciones del tipo mixto siendo representadas por los pozos radiales, que se ejecutan cuando el nivel de las aguas subterráneas está a mucha hondura y hace económicamente inviable la creación de algún otro tipo de galería. La obra radica en la creación de un pozo vertical que se extiende hacia el nivel freático, desde donde comienza a formar una o más bocas o entradas, a menudo perpendiculares a la dirección del flujo de agua subterránea. En el caso de la galería los ambientes y cuidados son los mismos que los mencionados anteriormente, y si cada ramal tiene más de 50 m de largo, se recomienda levantar un pozo de ventilación y extraer las ramas cada 50 m.

#### **2.2.5.2. Según características del acuífero.**

Paralelamente, los túneles de rezumar se ordenan según las primordiales propiedades del túnel.

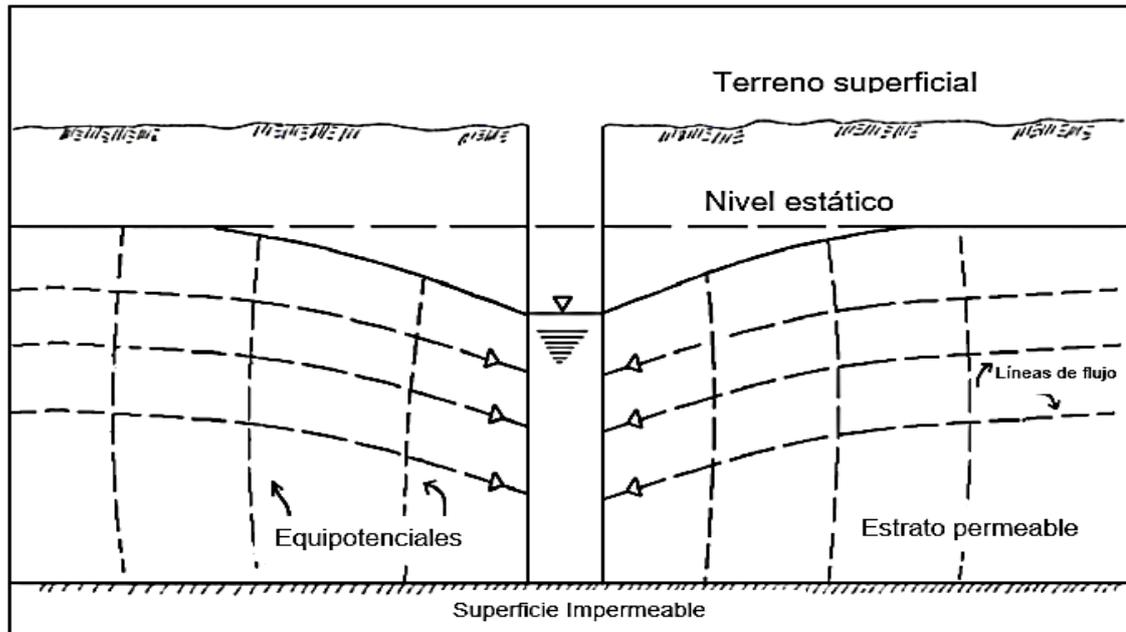
- Guía de fluido.
- Régimen de escurrimiento.
- Los patrones de fluido tienen la posibilidad de ser de dos maneras:
- Flujo horizontal con potencial equivalente vertical.
- Semicilíndrico cilíndrico o radial para línea de fluido equipotencial.

El tipo de línea fluida es una característica de las galerías que afecta todo el espesor del acuífero y se representa por un estilo surco, surco o dolina donde las líneas de salida aparecen como una línea recta inclinada a la horizontal y energía potencial equivalente. Incluye superficies planas

correspondientes a la posición vertical, excluyendo el área adyacente al propio conjunto (ver figura 1).

### Figura 1

*Captación con líneas de flujo paralelas y equipotenciales casi verticales.*

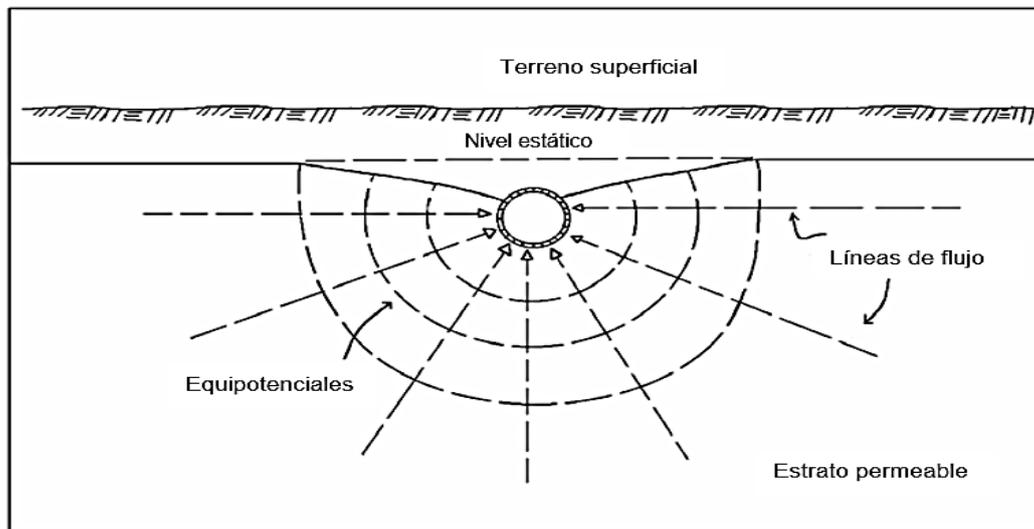


Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

En la figura 1 de flujos de fluidos, los acuíferos profundos están representados por arcadas superficiales de tipo drenaje, donde los flujos de fluidos de desbordamiento son prominentes, y las curvas radiales de precipitación están representadas por capas grupales e isotónicas que incluyen superficies cilíndricas, en medio de la captación (ver figura 2).

## Figura 2

*Captación con líneas de flujo radiales y equipotenciales cilíndricas.*



**Fuente:** (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

En la figura 2, el equilibrio y el no equilibrio son posibles con respecto al tipo de régimen de drenaje al área de captación.

El equilibrio se muestra después de un período de tiempo cuando la liquidez y los niveles de caída de agua subterránea se estabilizan. Para mantener la ecuanimidad, es importante que el flujo sacado por longitud menor o igualitario al caudal proporcionado por el acuífero, de lo contrario, siga siendo una fuente de nutrientes del agua superficial.

Todo esto rebaja el acuífero a un punto fijo y facilita el desagüe de ríos lejanos.

De una combinación de factores:

- patrón líquido.
- drenaje.

Se pueden determinar las siguientes condiciones:

- Túneles que afectan el grosor total de la estructura bajo los siguientes indoles: equilibrado o desequilibrado
- Galería plana en las siguientes condiciones: equilibrada o desequilibrada Dado que los montantes de agua deben diseñarse para funcionar en equilibrio, las formulaciones que se muestran a continuación se refieren a este tipo de condiciones.

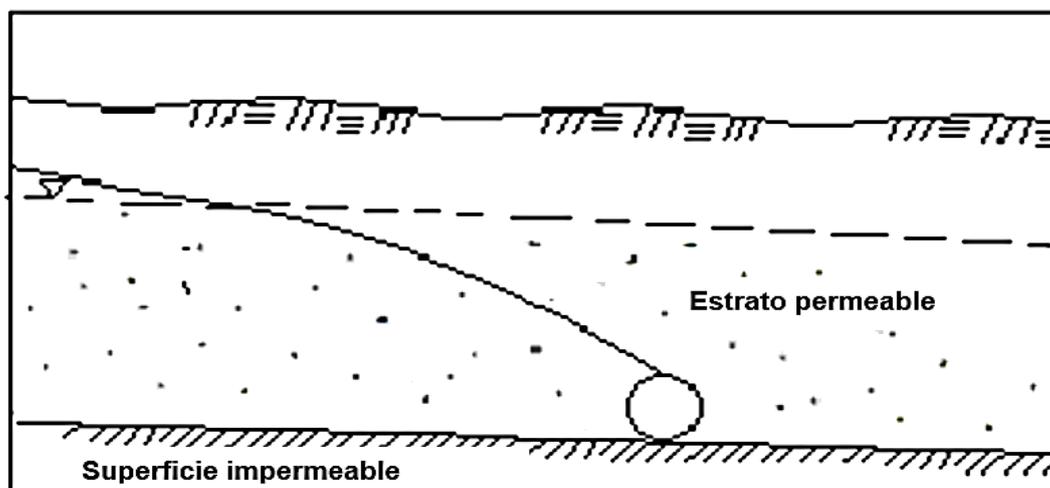
**a) Galerías que comprometen todo el espesor del acuífero**

Esta disposición se presenta en el acuífero somero donde la galería de filtrado se encuentra debajo del acuífero, es decir, en la capa impermeable. Hay dos tipos de galerías:

- Galería con su propia escurrentía: Se supone que el agua se dirige en una sola dirección a través de la capa permeable y quedan bloqueadas por la galería (ver figura 3).

**Figura 3**

*Galerías en acuífero con escurrimiento propio.*

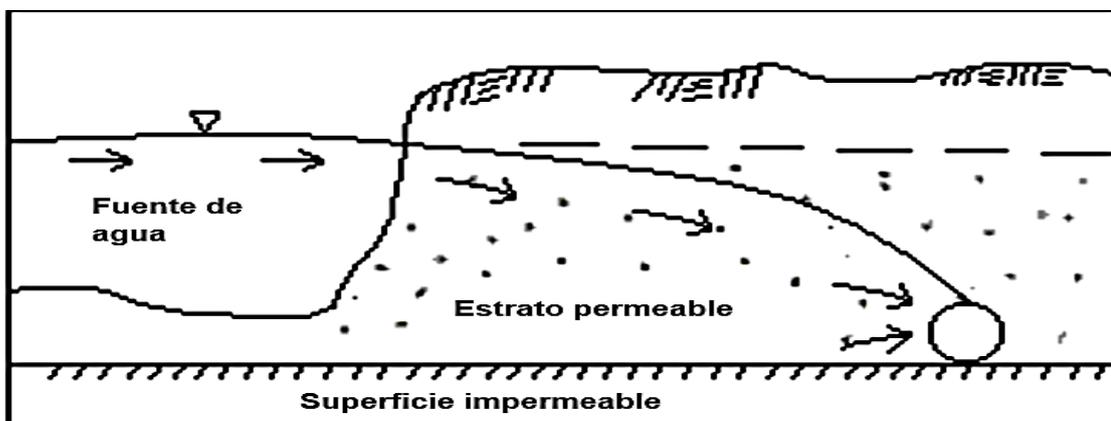


Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

- Galería de acuíferos de recarga superficial: Los criterios son los mismos que los criterios anteriores, excepto Que el relleno o reposición de agua sea proporcionado por el canal o cuerpo de superficie (ver figura 4).

#### Figura 4

*Galería que comprometen todo el espesor del acuífero y ubicada en acuífero con recarga superficial.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

#### b) Galerías que comprometen la parte superior del acuífero

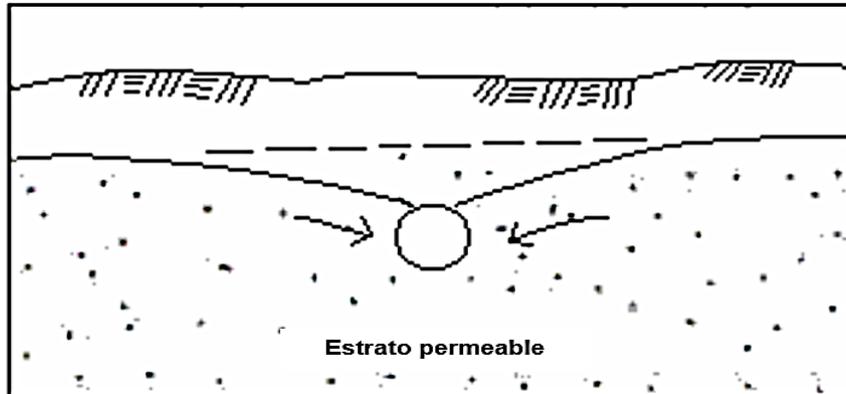
Son aguas subterráneas enormes y profundas, con vertederos ubicados en la base superior del acuífero y alimentados por lados iguales.

Se muestran con dos probabilidades:

- Túnel del acuífero con salida propia: El túnel recoge los vertidos del acuífero a ambos lados del vertido (ver figura 5).

### Figura 5

*Galería que comprometen parte la superior del acuífero y ubicada en acuífero con escurrimiento propio.*

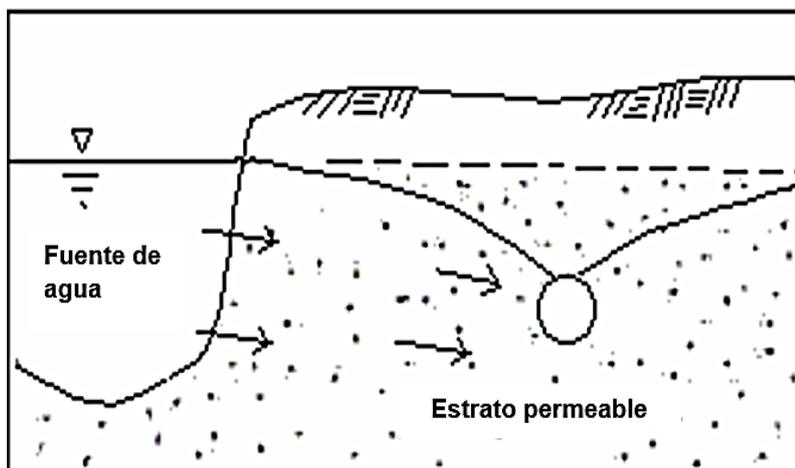


Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

- Adición de acuíferos con recarga superficial: la adición recolecta con precisión tanto la esorrentía del acuífero como el agua de los terraplenes o de la superficie de la tierra (ver figura 6).

### Figura 6

*Galería que comprometen la parte superior del acuífero y ubicada en acuífero con recarga superficial.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

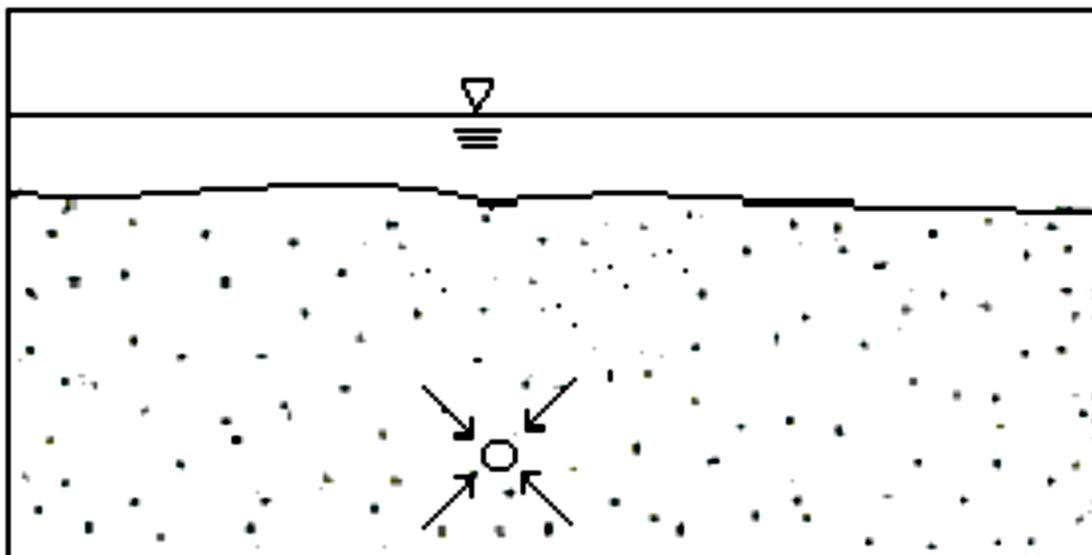
### c) Galerías en acuíferos con recarga superficial

La opción para estos proyectos es que la galería se coloque en un acuífero bajo la misma fuente de agua que la reabastece sin provocar el agotamiento del nivel freático. Este tipo de calas se construyen sobre lagos, lagunas y cauces de ríos.

- Enorme adición al acuífero: La capa impermeable es muy profunda en relación con el lugar donde se encuentra el Addit (ver figura 7).

#### Figura 7

*Galería en acuíferos con recarga superficial y ubicado en acuífero de gran espesor.*

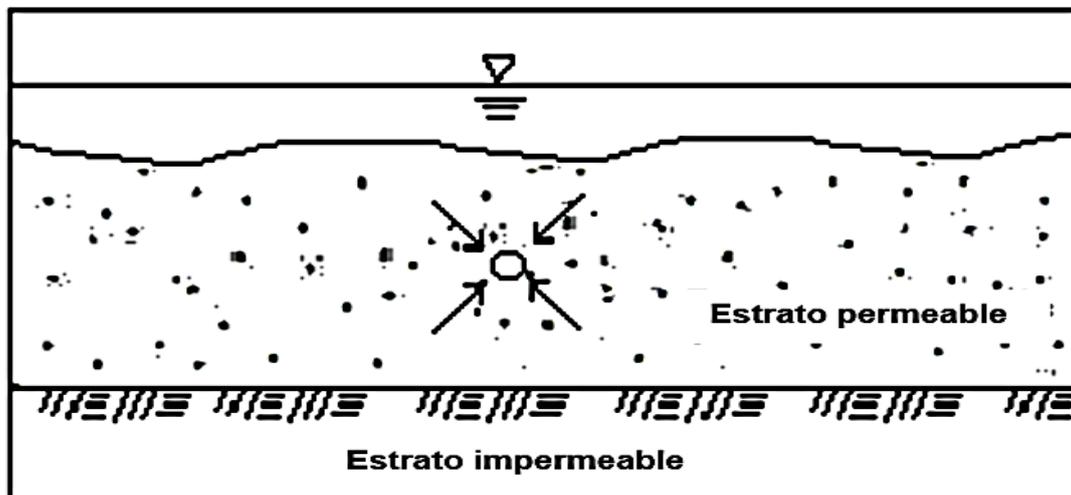


**Fuente:** (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

- Ingrese al acuífero somero: la capa impermeable está debajo de la escorrentía (ver figura 8).

## Figura 8

*Galería en acuíferos con recarga superficial y ubicado en acuífero de poco espesor.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

### 2.2.6. Cálculo hidráulico.

Hay muchos métodos de cálculo para el diseño de túneles de filtrado. Algunas se derivan de las ecuaciones de Dupuit, mientras que otras están determinadas por el nombre del científico que las desarrolló.

El diseñador de un pequeño proyecto de servicios públicos necesita construir un túnel de filtro basado en su tiempo de aprendizaje y, en la gran parte de los casos, calcula y fortalece de diferentes maneras sin estudios hidrogeológicos detallados. Es una práctica aceptable cambiar los parámetros que están dentro de un rango razonable. Luego elige más resultados probables. Este método no parece muy fiable, pero en algunos casos da buenos resultados de diseño. El proceso de usar diferentes modelos al diseñar una galería de filtros facilita a los diseñadores identificar los parámetros o componentes más dominantes. Para ello, se deben considerar en la formulación las características del acuífero y de la escorrentía.



Las propiedades del túnel se distinguen mediante los siguientes factores, que tienen sus propias representaciones:

- Permeabilidad hidráulica:  $k_f$  [m/s]
- Profundidad del agua bajo tierra:  $H$  [m]
- Transmitancia [ $k_f \cdot H$ ]  $T$  [m<sup>2</sup>/s]
- Grosor dinámico del agua bajo tierra dado por el punto de observación:  $H_b$  [m]
- Grosor dinámico del agua bajo tierra en el túnel:  $H_d$  [m]
- Gradiente dinámico subterráneo:  $i$  [m/m]
- Permeabilidad muy efectiva:  $S$  [adimensional]
- Radio del efecto del hundimiento:  $R$  [m]
- Longitud entre el túnel y la fosa de observación:  $L$  [m]
- Longitud entre el túnel y el momento de cambio:  $D$  [m]

Para los canales de filtro, estas son las principales propiedades tangibles con sus respectivas representaciones:

- Radio de emisión:  $r$  [m]
- Tiempo de extracción de agua del túnel:  $t$  [s]
- Caída de agua subterránea a la altura del túnel  $s$  [m]
- Profundidad mínima sobre el fondo de la pista o sobre la superficie del cuerpo:  
 $a$  [m]
- Profundidad de la capa impermeable al punto de esorrentía:  $b$  [m]
- Profundidad de drenaje:  $z$  [m]
- Cargar la rama principal de agua sobre en la salida  $p_d$  [m]

Además, hay un flujo de uso de la galería de filtros. Se parece a esto:

- Caudal unitario por medida de la salida:  $q$  [m<sup>3</sup>/s-m]

- Caudal unitario por areal:  $q'$  [ $m^3/s-m^2$ ]

### 2.2.6.1. Galerías que comprometen todo el espesor del acuífero.

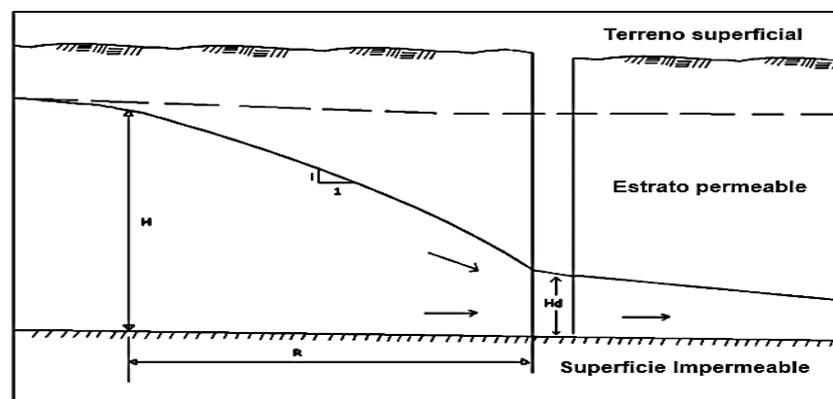
El movimiento del agua subterránea dada por Darcy en 1856 hizo factible el esquema matemático de la hidráulica de pozos.

Al parecer, Dupuit utilizó por primera vez este tipo de prueba. Visualiza la existencia de una isla circular en un estrato con propiedades homogéneas, con un pozo en el centro.

Dupuit hace referencia al cálculo convencional del túnel de infiltración. El supuesto básico es cortar el fluido simétrico hacia el ascensor hasta que el acuífero llegue al fondo, la cubierta impermeable. Asimismo, las líneas de líquido son verticales, equipotenciales y horizontales, y el gradiente de la región impermeable, que define la parte inferior del acuífero, más bajo que el de la zona cercana al túnel. (ver figura 9).

### Figura 9

*Galería que compromete todo el espesor del acuífero con escurrimiento propio.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

El caudal 'q' depende de la absorbancia (H-Hd) y la permeabilidad del acuífero (kf). El radio de control (R) de reducción depende de muchas razones diferentes. La ecuación general que define el flujo unitario, conocida como ecuación de dualidad, es:

$$q = \frac{(H^2 - Hd^2) * Kf}{R}$$

- Esta fórmula se puede aplicar en los casos en que la tasa de tunelización por unidad de longitud sea menor que la tasa unitaria proporcionada por el acuífero. Para ello se presentaron dos casos: a) acuífero con flujo simple y b) acuífero con relleno superficial.
- Acuífero con Salida Propia: La fórmula que posibilita calcular la salida máxima que se puede sacar del acuífero a través de un doble túnel tipo zanja de abastecimiento con un máxim de agua es:

$$q = H * Kf * i$$

Esta ecuación generalmente se aplica cuando el agua bajo tierra alimenta un drenaje de un solo lado (ver figura 9) es:

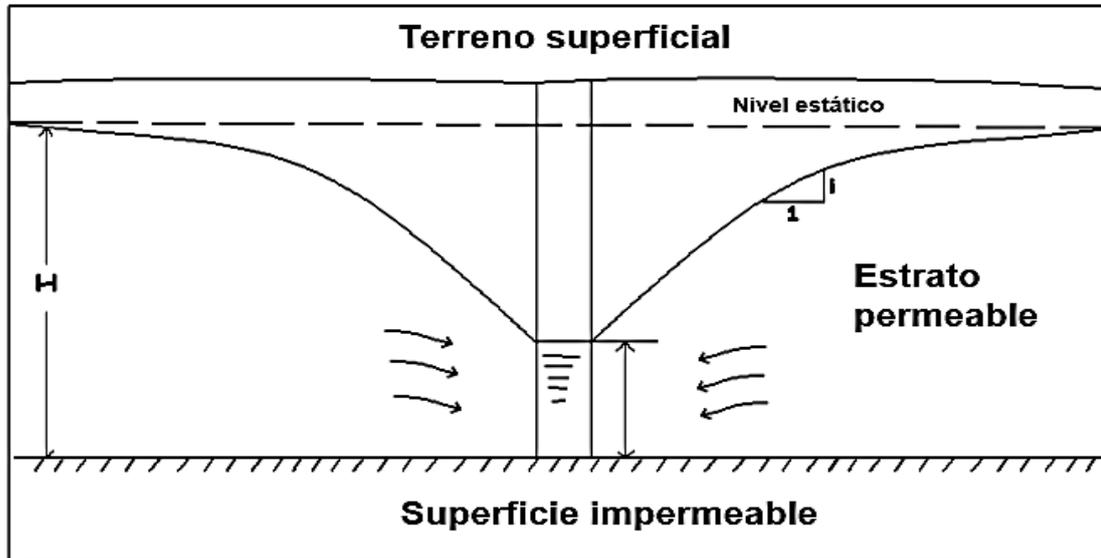
$$q = \frac{(H^2 - Hd^2) * Kf}{(2 * R)}$$

Si el acuífero puede absorber agua en ambos lados del curso del filtro, se aplica la ecuación (ver figura 10) es:

$$q = \frac{(H^2 - Hd^2) * Kf}{R}$$

**Figura 10**

*Galería que compromete todo el espesor del acuífero con escurrimiento propio y alimentado por ambos lados.*



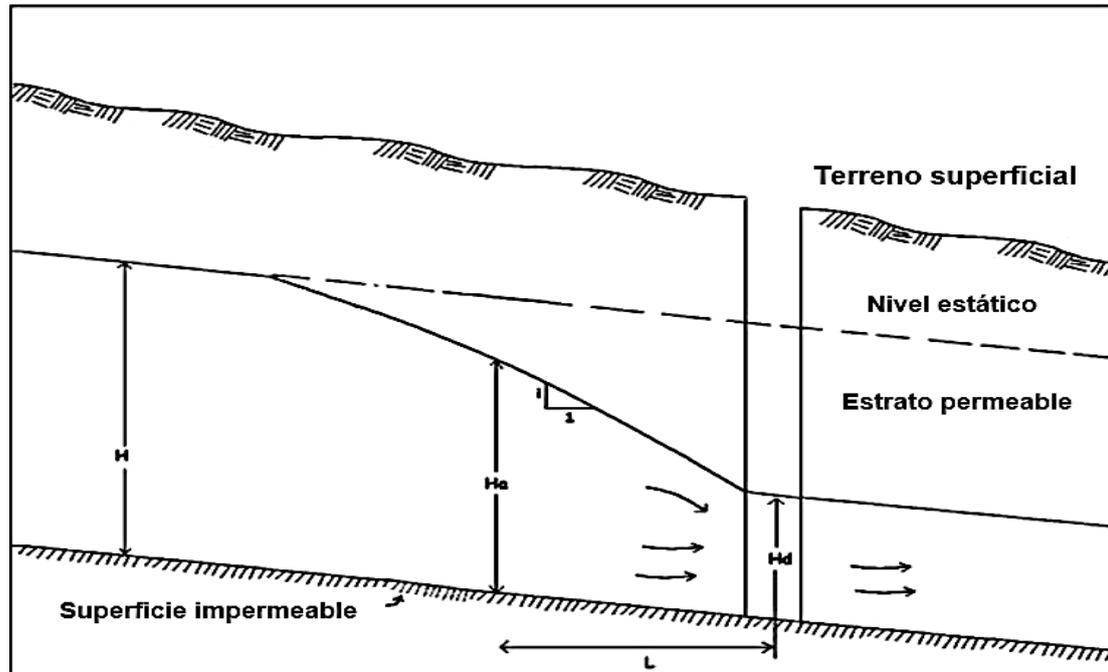
Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

El nivel dinámico y el suministro de salida subterránea de aguas hacia arriba de la entrada a una distancia dada ( $L$ ) de la entrada viene dado por (ver figura 11):

$$Ha = \left[ \frac{Hd^2 + (2 * q * L)}{Kf} \right]^{0.5}$$

**Figura 11**

*Nivel dinámico del acuífero en galería que compromete todo el espesor del acuífero y alimentado, por un lado.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

El control está dado por la adición se precisa con la prueba de la bomba, y la situación de la interfaz de adición se toma en cuenta que la utilización del agua subterráneo se efectúa hasta que el radio de control alcanza el punto de equilibrio compatible con la infiltración o recarga. un límite que suministra agua al acuífero, es decir, el radio de control es el valor repetido de cada valor de flujo.

Por lo tanto, el radio dominante está determinado por la siguiente ecuación.:

$$R = \frac{(H^2 - Hd^2) * Kf}{(2 * q)}$$

La Se da una aproximación para determinar el radio dominante por el teorema de Weber, teniendo en cuenta el tiempo de extracción. La solicitud solo es válida si sabes cuándo alcanzar el punto de equilibrio. la ecuación es:

$$R = 3 * \left[ \frac{Kf * t * S}{S} \right]^{0.5}$$

Si la cantidad descargada del túnel es menor que la cantidad descargada del acuífero, la altura de descarga [Yo] debajo del túnel puede calcularse mediante la siguiente fórmula (ver figura 12):

$$Y_o = \frac{(q_a - q_b)}{(Kf * i)}$$

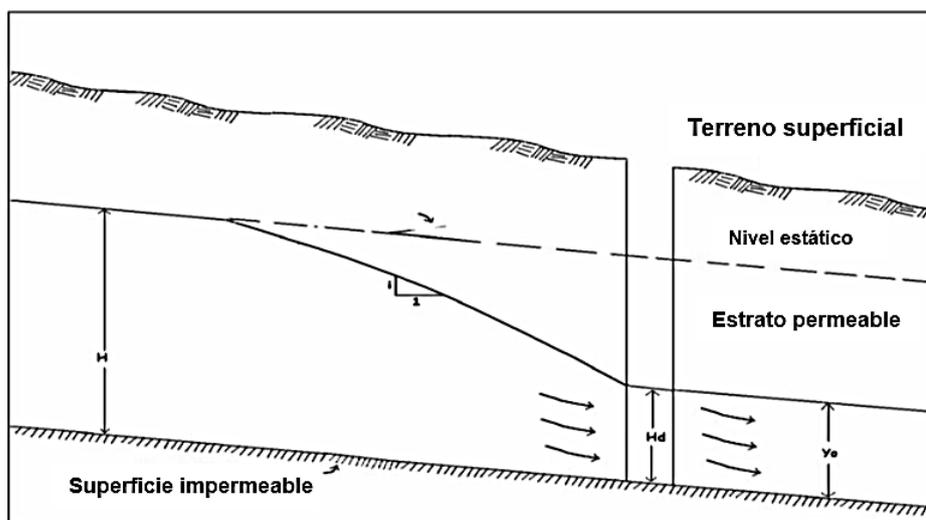
Siendo:

$q_a$  = caudal unitario suministrado por el acuífero [m<sup>3</sup>/s-m]

$q_b$  = caudal unitario extraído de la galería [m<sup>3</sup>/s-m]

### Figura 12

*Altura de escurrimiento en galería que compromete todo el espesor del acuífero.*



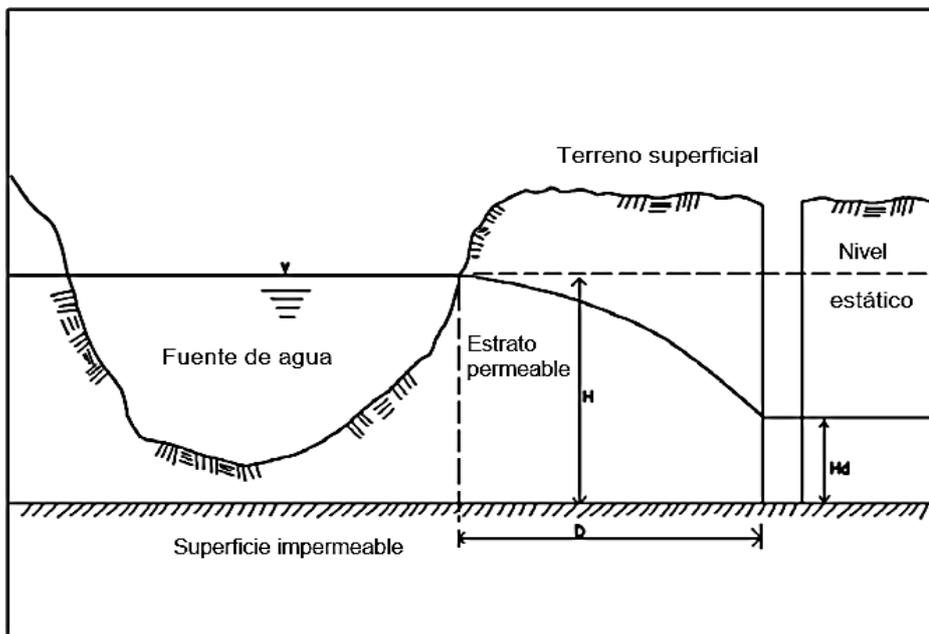
Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

- Acuífero resurgido: (ver Figura 12) Las ecuaciones que rigen esta situación son:

$$q = \frac{(H^2 - Hd^2) * Kf}{(2 * D)}$$

**Figura 13**

*Galería adyacente a una fuente superficial.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

#### 2.2.6.2. Galerías que comprometen la parte superior del acuífero

Él cree que la delimitación de la escorrentía se da bajo el nivel freático, es menor en comparación con el grosor del agua subterránea. Para este propósito, la concordancia de fondo a capa porosa el flujo de salida es mayor que 10. La ecuación utilizada en este caso es:

- Acuífero con escurrimiento propio: (ver Figura 13) Una ecuación común aplicable a esta especie es la galería:

$$q = \frac{\pi * Kf * s}{\left[ \text{Ln} \left( \frac{R}{r} \right) \right]}$$

Donde:

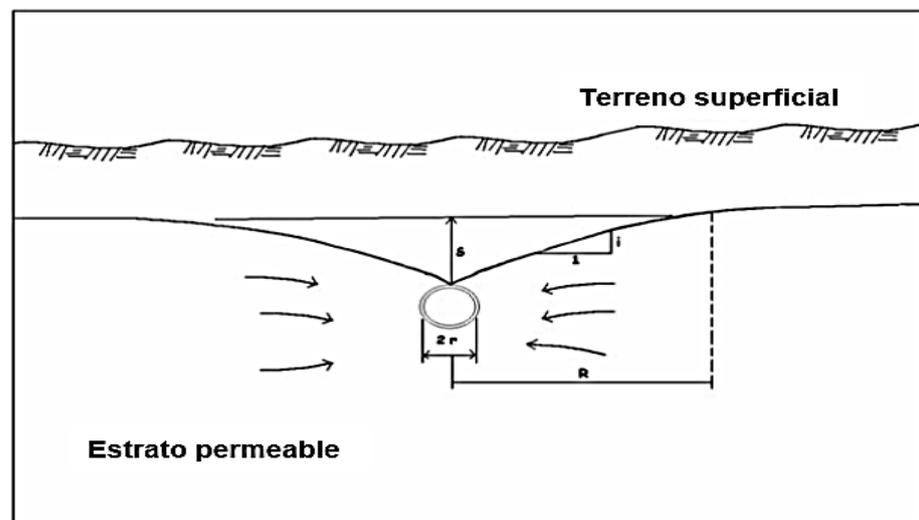
$$R = \frac{\left[ \frac{q * s}{(\pi * Kf)} \right]^{0.5}}{i}$$

Remplazando “R” en la ecuación anterior se tiene:

$$q = \frac{\pi * Kf * s}{\left\{ \text{Ln} \left[ \frac{\left( \frac{q * s}{(\pi * Kf)} \right)^{0.5}}{r * i} \right] \right\}}$$

#### Figura 14

*Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio.*



**Fuente:** (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

Esta última ecuación se resuelve por aproximación iterativa. Cuando el nivel freático "s" se agota hasta la parte superior del drenaje,

alcanza el caudal máximo extraíble. La fórmula matemática de Hooghoudt fue creada para las operaciones de emisiones paralelas, facilita la determinación de un caudal específico por sector de área y representa un caudal unitario por sector de área. (ver figura 14).

$$q' = \frac{(8 * Kf * d * s + 4 * Kf * s^2)}{Dd^2}$$

A su vez:

$$d = \frac{Dd}{[8 * (Fh + Fr)]}$$

$$Fh = \frac{(Dd - Hd * \sqrt{2})^2}{(8 * Hd * Dd)}$$

$$Fr = \frac{Ln \left[ \frac{Hd}{(\sqrt{2} * r)} \right]}{\pi}$$

Siendo:

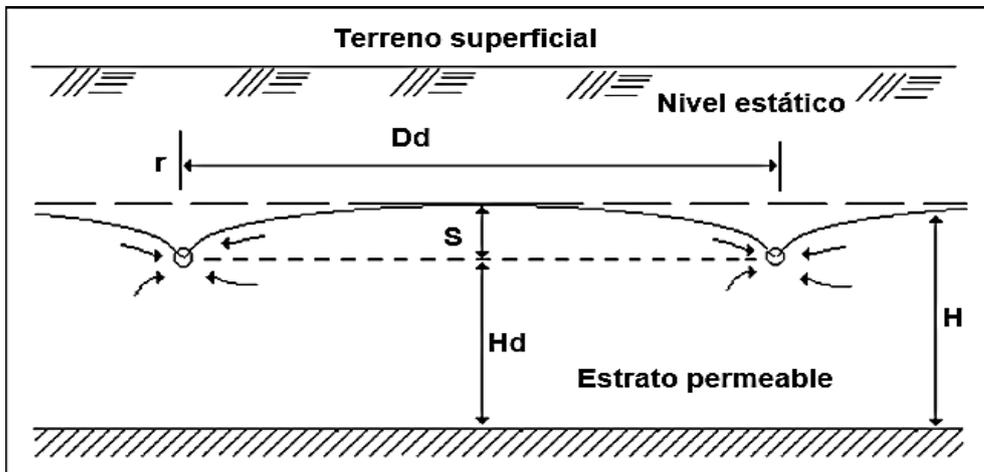
d = Profundidad equivalente

Dd = Separación entre drenes (m)

"Dd/Hd" inferiores a 3,18, se debe calcular la resta de los valores Fh y Fr para una profundidad (Hd) igual a Dd/3,18. La tubería de drenaje total es igual al área definida por la distancia entre las tuberías de drenaje y la longitud de la tubería de drenaje..

**Figura 15**

*Galería con drenes paralelos que comprometen la parte superior del acuífero.*



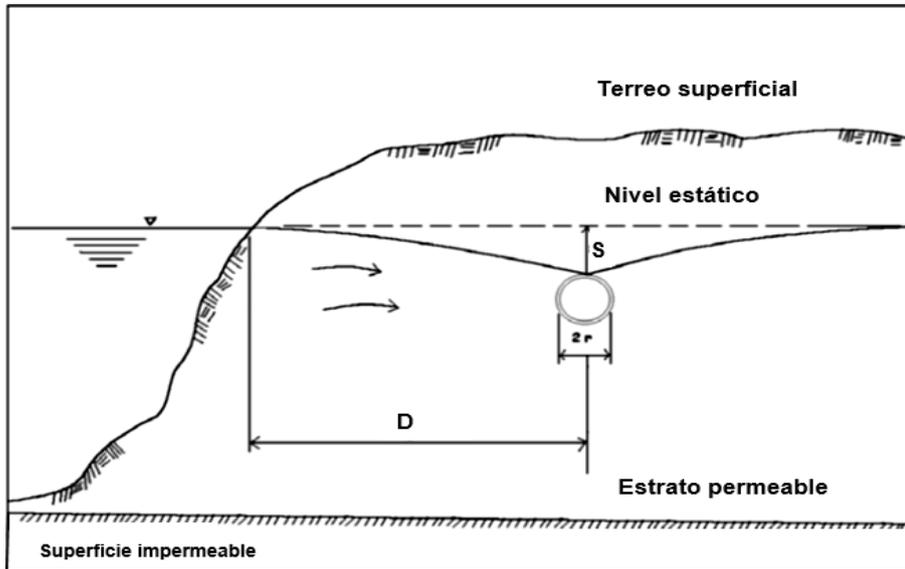
**Fuente:** (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

- Acuíferos con adición superficial: la ecuación que rige esta situación es similar a la ecuación anterior, pero se conoce el radio de influencia de la entrada [R] y se muestra la distancia a la fuente de recarga [D], el punto es diferente (ver figura 15):

$$q = \frac{\pi * Kf * s}{\left[ \ln \left( \frac{D}{r} \right) \right]}$$

**Figura 16**

*Galería que compromete la parte superior del acuífero adyacente a una fuente de recarga superficial.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

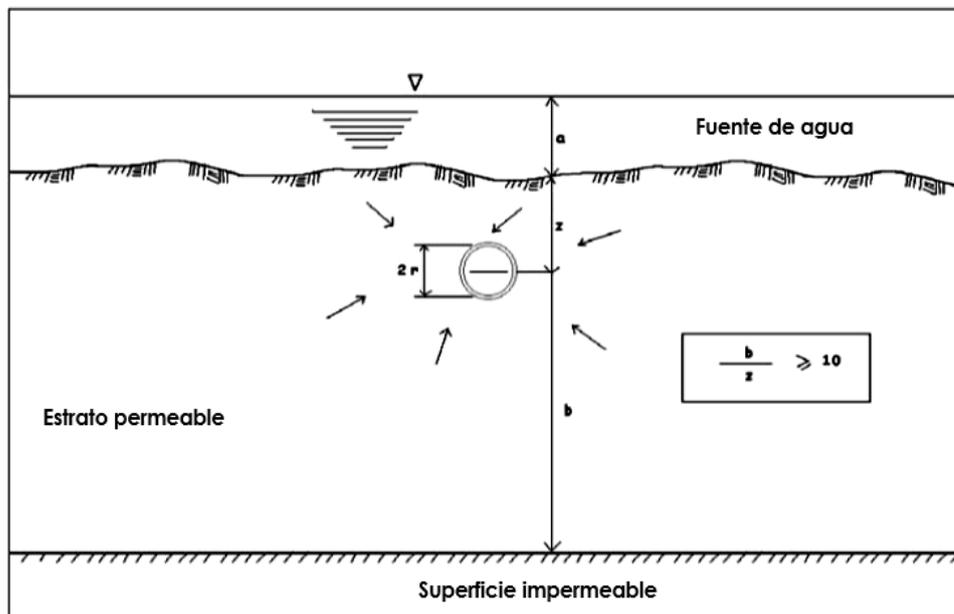
### 2.2.6.3. Galerías en acuíferos con recarga superficial.

- Entrando a un acuífero muy espeso: Se puede considerar un acuífero muy espeso si la relación entre la profundidad del sitio y la salida a la capa impermeable es de 10 o más. La fórmula utilizada en este caso es: (ver figura 16):

$$q = \frac{2 * \pi * Kf * (z + a)}{\left[ \text{Ln} \left( 2 * \frac{z}{r} \right) \right]}$$

**Figura 17**

*Galería en acuífero de gran espesor con recarga superficial.*



**Fuente:** (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

La experiencia ha demostrado que el agua del acuífero recargado inicialmente produce el doble de agua que el acuífero adyacente a la masa de agua, pero después de un cierto período de tiempo afectado por el sistema sedimentario que cambia el valor de la conductividad hidráulica. Se recomienda aplicar la fórmula derivada de la fórmula teórica anterior:

$$q = \frac{2 * \pi * Kf * (z + a)}{\left[ 4 * \ln \left( 1.1 * \frac{z}{r} \right) \right]}$$

- Galería de acuíferos poco profundos: Figura 17 Los acuíferos poco profundos se consideran cuando la relación entre el flujo de salida a la capa impermeable y la profundidad al flujo de salida es inferior a 10. La fórmula utilizada en este caso y obtenida por el método de la imagen es:

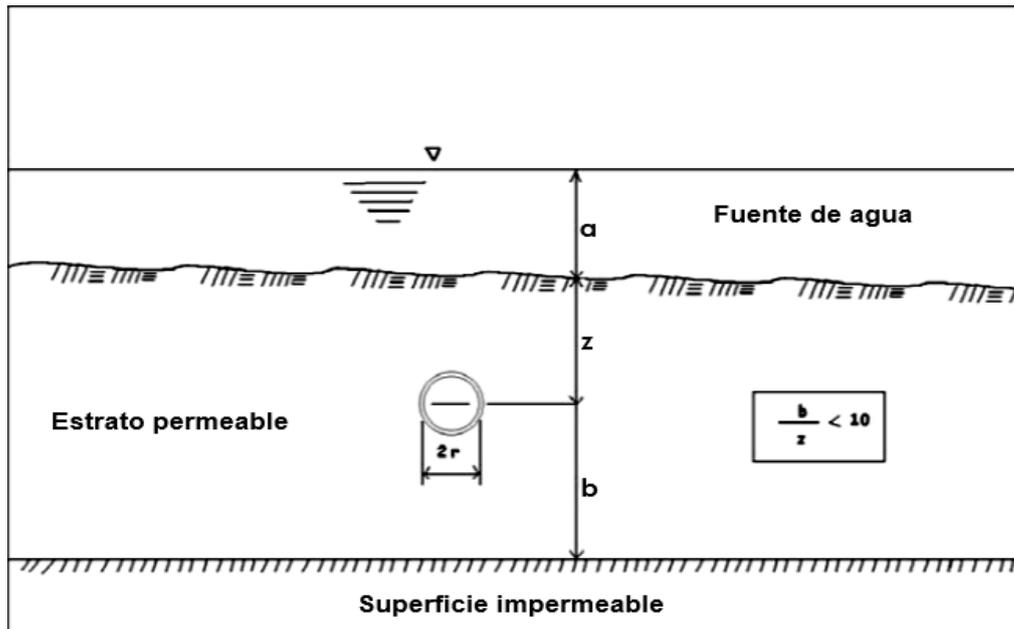
$$q = \frac{2 * \pi * Kf * (z + a)}{\left[ \ln \left\{ \frac{(2 * z * (z + b))}{(r * b)} \right\} \right]}$$

Al igual que en el caso anterior, se sugiere utilizar la siguiente fórmula.

$$q = \frac{2 * \pi * Kf * (z + a)}{\left[ 4 * \text{Ln} \left\{ \frac{1.1 * z * (z + b)}{(r * b)} \right\} \right]}$$

**Figura 18**

*Galería en acuífero de poco espesor con recarga superficial.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

Otra fórmula ampliamente utilizada para acuíferos con recarga esporádica es la ecuación de Moody-Ribbens (ver Figura 18). Esta fórmula se aplica a relaciones de espesor dinámico a menos del 110% de descarga (pd) y profundidad del acuífero (H). Cuanto mayor sea el valor, menos mediciones de caudal obtendrá.

$$q = 2 * kf * pd / \{ [4 * kf * t / (\pi * H * S)]^{0.5} * \exp(-r^2 * S / (4 * T * t)) + r / H * \dots$$

$$\dots \text{erf} [r^2 * s / (4 * T * t)]^{0.5} - 2 / \pi * \ln [ \exp (\pi * r / (2 * H)) - \exp (-\pi * r / (2 * H)) ] \}$$

$$q = \frac{2 * Kf * pd}{\left( \frac{A^2 * \exp(-B) + r}{H * \operatorname{erf}[B]^{0.5} - 2} \right) \left( \frac{\pi * \operatorname{Ln}[\exp(C) - \exp(-C)]}{\pi * \operatorname{Ln}[\exp(C) - \exp(-C)]} \right)}$$

Donde:

$$A = \frac{4 * Kf * t}{(\pi * H * S)}$$

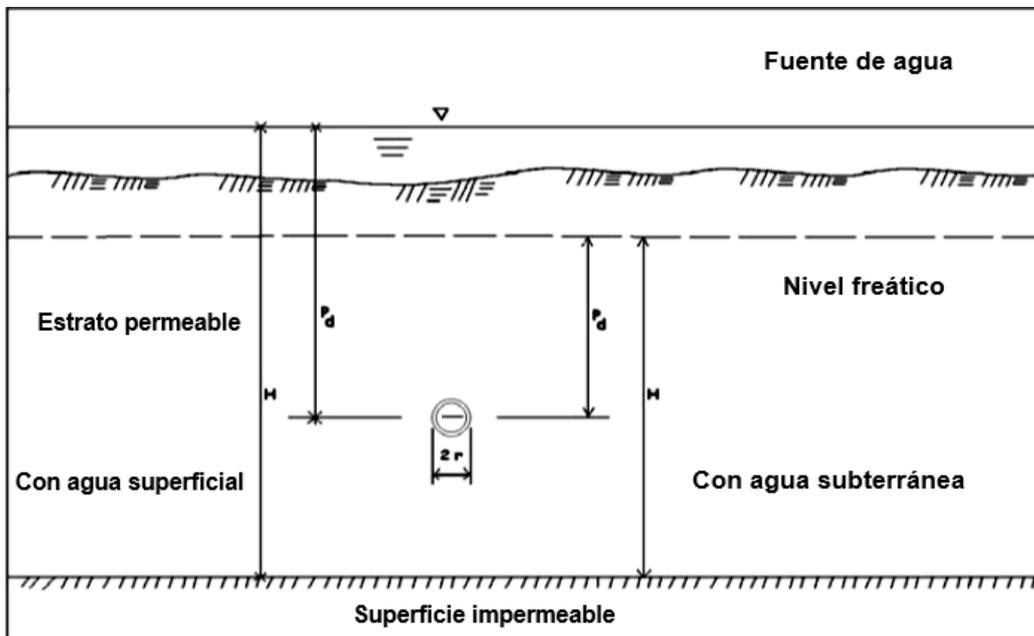
$$B = \frac{r^2 + S}{(4 * T * t)}$$

$$C = \frac{\pi * r}{(2 * H)}$$

$$\operatorname{erf}(x) = 2 * \pi^{0.5} \int_0^x e^{-x^2} dx$$

**Figura 19**

*Galería en acuífero con abatimiento del nivel de agua.*



Fuente: (OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR, 2002).

Teniendo en cuenta que el producto  $r / H * \operatorname{erf}[B]^{0.5}$  es pequeño, la ecuación se puede simplificar de la siguiente manera.:



$$q = \frac{2 * Kf * pd}{\left\{ \frac{A^{0.5} * \exp(-B) - 2}{\pi * \ln[\exp(C) - \exp(-C)]} \right\}}$$

### 2.2.7. Aguas subterráneas.

Según (RNE, 2016), El uso de las aguas subterráneas está determinado por estudios que evalúan la disponibilidad de los recursos hídricos en términos de cantidad, calidad y aptitud para el propósito requerido.

#### 2.2.7.1. Galerías filtrantes.

- a) Como resultado de la investigación, se diseñó el túnel del filtro de acuerdo con la delimitación del grado freático, la capacidad subterránea y la sección transversal geológica obtenida de la excavación de prueba.
- b) Las tuberías utilizadas deben colocarse holgadamente para garantizar una alineación adecuada.
- c) La zona de filtración que rodea a la tubería está formada por gravas seleccionadas y lavadas, cuya granulación y grosor corresponden a Características de las aberturas de suelo y tubería.
- d) Se proporcionan salas de inspección a intervalos convenientes de acuerdo con el diámetro de la tubería, y son posibles la operación y el mantenimiento adecuados.
- e) La velocidad máxima del canal es de 0,60 m/s.
- f) El área de obtención debe estar debidamente amparada para no contaminar las áreas acuíferas.



- g) La construcción del túnel y las justificaciones de desempeño requieren que se tomen muestras de líquido para determinar la calidad y la facilidad de uso.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**Acuíferos:** El acuífero es la reserva de agua subterránea. Su ubicación y conexión con las aguas superficiales dependen de las condiciones locales y de los impactos geológicos y climáticos. En la práctica, esto significa que el acuífero tiene la capacidad de abastecer muchos ríos y muchas cuencas al mismo tiempo. Si el agua subterránea en una cuenca está contaminada, esta contaminación puede llegar a otra cuenca adyacente. En otras palabras, el acuífero es un espacio de constante intercambio de agua entre numerosas cuencas de canales (Aguilar Rojas & Iza, 2009).

**Acuíferos libres:** Estos son aquellos donde el nivel se encuentra bajo el sistema de permeabilidad del techo. Liberan agua por saturación, es decir, el agua que liberan proviene de la salida de sus poros (Ordoñez Gálvez, 2011).

**Acuíferos confinados:** Están cubiertos con una cubierta impermeable atrapado. El nivel freático del acuífero atrapado está por encima del techo. Se encuentra bajo el sistema de permeabilidad del techo de la composición permeable verticalmente cuando se genera una presión negativa en el acuífero. También se denominan acuíferos de captación (Ordoñez Gálvez, 2011).

**Acuíferos semiconfinados:** Existe la oportunidad de considerar el caso especial de los acuíferos atrapados, donde las paredes, los techos o ambos no son completamente impermeables, pero permiten la circulación vertical del agua (Ordoñez Gálvez, 2011).



**Afluente:** El flujo de agua que fluye hacia otro lugar más importante, donde se encuentra en un espacio llamado confluencia. Esto también se conoce como flujo de control.

**Aguas subterráneas:** El agua subterránea es muy importante, especialmente en áreas secas donde el flujo del río se reduce significativamente en varias épocas del año. Se estima que una sexta parte del agua consumida cada año en los Estados Unidos es agua subterránea. Asimismo, en Lima, el 40% de toda el agua que se consume proviene del subsuelo (Mamani & et al, 2019).

**Aguas superficiales:** Al igual que el agua subterránea, el agua superficial se forma por sedimentación. No son independientes entre sí, sino que están estrechamente relacionados. La mayor parte del agua superficial recibe agua del subsuelo y, paralelamente, el subsuelo se devuelve al agua superficial (Chereque Morán, 2003).

**Aljibe:** Para bombear se puede utilizar una excavación manual de gran diámetro que llega hasta el nivel freático o profundiza para recolectar agua bajo tierra (Instituto de hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales, 2015).

**Cuenca:** Una cuenca es una zona de la superficie terrestre donde las gotas de lluvia que caen sobre ella (si fuera impermeable) suelen ser desviadas hacia el mismo punto de salida (Gonzales & Alejo, 2008).

**Escurrimiento:** La escorrentía se define como el agua resultante de la precipitación que circula por encima o por debajo de una extensión de terreno y que finalmente llega a un arroyo que se descarga a la salida de la cuenca (Aparicio Mijares, 1992).



**Evaporación:** La evaporación es un paso constante en el ciclo del agua. Siempre hay evaporación en cada superficie mojada. La evaporación, es un fenómeno físico, es el paso del agua del estado líquido al estado gaseoso. Pero hay otra evaporación causada por la actividad vegetal llamada transpiración (Villón Béjar , 2002).

**Infiltración:** El porcentaje de agua que atraviesa el área del sitio y entra al subsuelo por unidad de tiempo se denomina ósmosis u ósmosis. Se dice que la infiltración ocurre cuando la profundidad del agua que fluye hacia el sitio se vuelve más profunda (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006).

**Impacto Socioeconómico:** Los conflictos económicos y sociales son vulnerables a la aplicación de factores sociales, dada la cavidad disminuida de una población para combatir, aspirar o gestionar cambios similares en las condiciones de vida con puntos Crear una puerta. Después de considerar cambios tales como escasez de viviendas, impactos en los servicios sociales básicos, interrupciones de las actividades productivas, como apoyo B., manejabilidad, adaptabilidad, impactos en el capital total o parcial.

**Manantial:** Como resultado de hacer negocios, se ajusta a las alteraciones en la calidad de vida de la entidad que tiene derechos reales y vive en bienes inmuebles o realiza sus actividades productivas. Afloramiento superficial de origen subterráneo que ocurre a través de colapsos litológicos como la superficie del lecho, grietas, grietas o cambios en la litología donde las áreas topográficas se cruzan con el nivel freático (Chui & et al, 2021).

**Nivel piezométrico:** Corresponde a la adición de la longitud vertical geométrica del líquido y la altura de la presión hidrostática y se expresa en unidades de altura. Altura que alcanza el agua en un pozo, cisterna o piezómetro conectado a un punto del acuífero (Instituto de hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales, 2015).



**Precipitación:** Es cualquier forma de agua que llega al suelo desde las nubes. Según esta definición, la precipitación puede presentarse en las siguientes formas: lluvia, granizadas, galas, nevadas (Villón Béjar , 2002).

**Pendiente:** La pendiente media de la cuenca es una de las características más fuertes de la duración de la escorrentía en el fondo y en los cursos de agua naturales y tiene un efecto significativo en la intensidad de la escorrentía. La estimación cuantitativa del impacto de las pendientes en la escorrentía también es complicada en estas situaciones, pero también afecta la infiltración, la humedad del suelo y la posibilidad de que aparezca agua subterránea en las escorrentías superficiales (Villón Béjar , 2002).

**Porosidad** La porosidad ( $n$ ) es una medida de la porosidad de un material y se define como la relación entre la porosidad ( $V_v$ ) y el volumen total ( $V_t$ ) (Comisión Nacional del Agua, 1999).

**Pozo:** Agujeros o perforaciones excavadas o perforadas en el suelo para tomar agua. Generalmente es de gran profundidad y pequeño diámetro (Instituto de hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales, 2015).

**Punto de captación.** Este es un lugar para usar el recurso hídrico cada vez que un usuario lo usa.

**Punto de descarga.** el cual debe ser drenado o muestreado y se ubica antes de su introducción al cuerpo de agua.

**Recarga:** Desarrollo de Hidrogeología para modernizar el agua almacenada en la capa geológica. Este desarrollo ocurre naturalmente cuando la lluvia se infiltra en el acuífero desde el suelo o la roca, o cuando el agua del drenaje superficial ingresa a uno de ellos (Mamani & et al, 2016).



**Sedimentos:** Se refiere a los sólidos en suspensión transportados por las corrientes de agua y depositados en puntos específicos debido a cambios en las condiciones hidráulicas de los cuerpos de agua.

**Transmisividad:** Este es el producto de la permeabilidad del acuífero y su exceso de espesor. La permeabilidad se define además como el caudal de agua proporcionado por la sección de ancho unitario frente al acuífero curvado con un gradiente del 100%. El coeficiente de permeabilidad es un parámetro que se puede medir más fácilmente en el campo que el coeficiente de permeabilidad. Por esta razón, se utiliza en cálculos de recuperación de pozos que son más continuos que la conductividad hidráulica (Instituto de hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales, 2015).

**Zanjas de infiltración:** Soakaways es un canal no inclinado construido en una pendiente que tiene como objetivo contener la escorrentía, prevenir los procesos de erosión del manto y permitir que el agua ingrese al suelo (Flores & et al, 2004).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. Ubicación y límites

El estudio se desarrolló en el Departamento de Puno, en la Provincia de Lampa, Distrito de Lampa, geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas  $15^{\circ}2'48.90''$  de latitud Sur y  $70^{\circ}22'0.36''$  de longitud Oeste, en una localización altitudinal de: 3,829 m.s.n.m. Según la apreciación de la investigación in situ, la ciudad de Lampa cuenta con el abastecimiento de agua potable sin tratamiento por el sistema por bombeo, ya que se abastece de agua subterránea por galerías filtrantes.

**Figura 20**

*Ubicación del proyecto de investigación.*

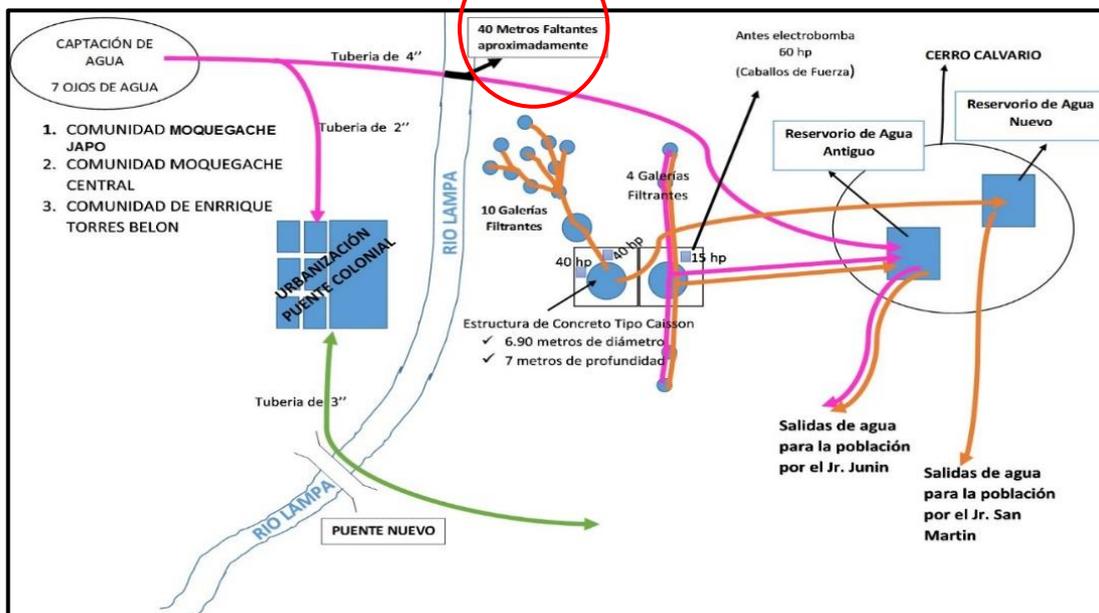


### 3.1.2. Clima de la zona en estudio

El estudio se realizó en la captación de galerías filtrantes de agua potable de la ciudad de Lampa, ubicado en la salida al distrito de Palca cuya coordenadas UTM son Este: 352649m y Norte: 8301082m, cuya la planta de bombeo con coordenadas UTM Este: 352654m y Norte: 8301086m.

**Figura 21**

*Captación y distribución de agua en Lampa*



**Fuente:** (Municipalidad Provincial de Lampa., 2010).

### 3.1.3. Relieve

El Relieve del Distrito de Lampa es casi plana con pequeñas ondulaciones, es una zona rodeada con cerros, la localidad descansa sobre una plataforma casi plana. El sector Lampa pertenece a la unidad geográfica del Altiplano.

### 3.1.4. Salud, higiene y saneamiento básico

En el Distrito de Lampa cuenta con un puesto de Salud, que consta de 2 enfermeras y 2 doctores, que atienden diferentes situaciones de emergencia en la localidad, cabe recalcar que no abastece a la población en la atención de los pacientes de la localidad.

### 3.1.5. Organizaciones sociales e instituciones publicas

El Distrito de Lampa está conformado por barrios, que cuenta por directivos comunal que conforman principalmente por un presidente, tesorero,



secretario, quienes presentan los problemas que aquejan a la localidad dando alternativa mediante la coordinación de la Municipalidad Distrital de Lampa.

### **3.1.6. Dinámica de la estructura económica**

Generalmente la población se dedica a la agricultura, cultivado diferentes productos de la zona altoandina y además dependiendo de la lluvia para el crecimiento de los alimentos, Así mismo también se dedican a la actividad Pecuaria, presentando diferentes razas de ganadería en cantidades de camélidos sudamericanos de la zona.

## **3.2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA ECONOMICA**

En la investigación el sistema de agua potable y saneamiento básico del Distrito de Lampa, por contar con una fuente de agua que está localizada en elevaciones inferiores a las viviendas de los usuarios que se benefician con el servicio de agua potable y por los bajos costos de operación, mantenimiento, se planteó un sistema de agua potable por bombeo fotovoltaico siendo de la siguiente manera:

- Captación – galería filtrante: Cuenta con la construcción de 01 cisterna de  $V=30.00 \text{ m}^3$  de concreto armado, cuyas dimensiones son  $4.00 \text{ m} \times 4.00 \text{ m} \times 2.75 \text{ m}$ , contempla una tapa metálica de  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$ , una caseta de válvulas de concreto armado y su respectivo cerco perimétrico de protección.
- Estación de bombeo: Está compuesto por dos bombas sumergibles de ejes verticales, de 40HP, para un ADT de 64.07 m, el equipamiento hidráulico es a través de tuberías y accesorios de fierro galvanizado del mismo diámetro que la línea de impulsión 63 mm, el equipamiento tiene una línea de ingreso, una línea de salida y una línea de rebose y purga.



### **3.3. MATERIALES Y EQUIPOS DE TRABAJO**

A continuación, se presentan los materiales necesarios para determinar la mayor disponibilidad de agua a través del túnel de filtrado de la ciudad de Lampa.

#### **3.3.1. Equipos utilizados en campo**

- Cámara fotográfica.
- Brújula, GPS GARMIN.
- Wincha de 50 metros.
- Libreta de campo.
- Fichas de campo para recabar información.

#### **3.3.2. Equipo de procesamiento e impresión**

- Laptop Core I7. 7ma generación
- impresora HP LaserJet Professional P1006.
- USB de 4GB.
- Compact Disc (CD-R 650MB).

#### **3.3.3. Software**

- Microsoft Word 2016.
- Microsoft Excel 2016.
- Microsoft Visio 2016.
- Microsoft Power Point 2016.
- SPSS v. 23.

#### **3.3.4. Materiales de gabinete**

- Expediente técnico de ejecución de proyecto.



- Papel A4 para la impresión.
- Plumones, resaltadores, lapiceros y lápices.

### **3.3.5. Recursos humanos**

- Tesista.
- Director de tesis.

## **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.4.1. Población**

El objeto de este estudio es la ciudad de Lampa, misma ciudad que funcionó como unidad de análisis.

### **3.4.2. Muestra.**

En este estudio de investigación se determinó de acuerdo con la cantidad de población que utiliza agua potable. La muestra de la información básicamente de los entes reguladores de agua en el año 2016 de la ciudad de Lampa.

## **3.5. TIPOS Y NIVEL DE INVESTIGACION**

Se utilizó el tipo de investigación descriptivo, describiendo las características y además se evaluó la ciudad que provee agua potable de Lampa usando este método y demostramos los resultados abastecimiento de agua potable de la ciudad de Lampa. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

## **3.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se utilizó el diseño no experimental puesto que no se alteró el propósito de la investigación, que consiste en determinar la oferta hídrica en la microcuenca para el diseño eficiente de una galería filtrante; motivo por el cual se realizaron observaciones en



los puntos de agua, como se expresan de forma natural, para posteriormente evaluarlos. Así mismo esta investigación pertenece a un diseño transversal descriptivo, es decir se empleó un análisis para determinar los diferentes comportamientos de la oferta hídrica; se recolectaron datos de los puntos de agua necesarios y más resaltantes, para inferir enunciados con relación al cambio de los mismo y futuros comportamientos.

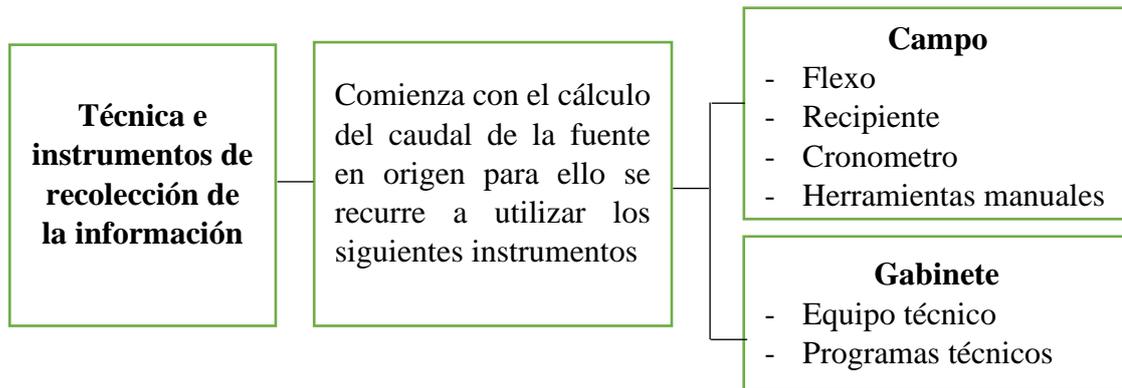
### **3.7. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Como ya se mencionó, esta tarea de investigación tuvo como técnica la encuesta cuantitativa utilizando el alcance de la encuesta descriptiva y el análisis de documentos. Se realizó una inferencia para recopilar la información necesaria y relevante sobre la utilidad de los objetivos planteados.

### **3.8. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

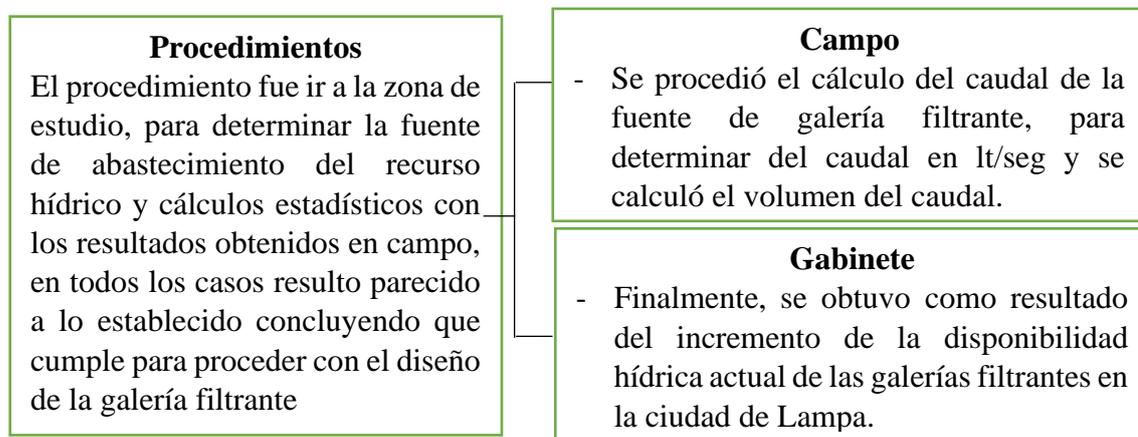
Para la recolección de la técnica e instrumento se utilizó los siguientes procedimientos:

### - Técnica e instrumentos de recolección de la información



Fuente: elaboración propia.

### - Procedimiento para la recolección de la información



Fuente: elaboración propia.

### 3.8.1. Determinar la disponibilidad hídrica actual de galerías filtrantes en la ciudad de Lampa.

#### Trabajo de Campo

Para la recopilación de información se involucró la salida al campo en la ciudad de Lampa, con la finalidad de conocer las características físicas, bióticas y socioeconómicas.

#### Demanda y oferta

Los cálculos de necesidades se desarrollan mediante métodos geométricos para lograr el propósito original de determinar la

disponibilidad actual de agua de los túneles de filtrado. Esto le permite estudiar sus ideas de manera objetiva y cuantitativa.

### **Demanda**

Estos tres métodos utilizados, el método geométrico representa el análisis gráfico de mejor desempeño. Es por eso que se utiliza para calcular el crecimiento de la población.

### **Tabla 1**

*Datos de diseño de la población de la ciudad de Lampa.*

<b>Datos de la Población</b>		
Número de viviendas existentes	1492	Viviendas
Número Viviendas C/conexión	1200	Viviendas
Número Viviendas s/conexión	292	Viviendas
Cantidad de casas	3.25	hab/viv.
Tasa de crecimiento poblacional	0.50%	
Cobertura de agua potable proyectada	100.00%	
Cobertura de agua potable actual	80.43%	
Población actual 2016	4849	habitantes

**Fuente:** (Municipalidad Provincial de Lampa., 2010).

En la tabla 1, se muestran los datos recopilados de la información de la Municipalidad Provincial de Lampa, la cantidad de viviendas que existen son 1492, siendo la cantidad que posee conexión son 1200 viviendas y las que no poseen conexión son 292 viviendas.

**Tabla 2**

*Datos de la demanda de la población de la ciudad de Lampa.*

<b>Datos de Demanda</b>		
Dotación doméstica	120	lt/d.
Dotación Estatal	100	lt/d.
Dotación social	100	lt/d.
Dotación Industrial	100	lt/d.
Coefficiente de variación diaria	1.30	
Coefficiente de variación horaria	2.00	
Pérdidas	25.00%	
Contribución alcantarillada	80.00%	

**Fuente:** (Municipalidad Provincial de Lampa., 2010)

En la tabla 2, se puede apreciar las dotaciones de demanda, representando que existen la dotación domestica de 120 litros por día con una pérdida de 25 %.

**Tabla 3**

*Datos de almacenamiento del reservorio de la ciudad de Lampa.*

<b>Datos de Almacenamiento</b>		
Porcentaje de regulación	25.00%	R.N.E.
Volumen Contra Incendio	50.00	m3
Percentage de reserve	2	Hr.
Horas de bombeo	16	Hr.

**Fuente:** elaboración propia.



Según (RNE, 2016), el porcentaje de regulación es de 25.00%, así mismo teniendo 16 horas de bombeo para un volumen contra incendio de 50.00 m<sup>3</sup>, tal como se puede apreciar en la tabla 3.

#### **a. Población de diseño.**

La población planificada es un factor muy importante ya que los proyectos que brindan servicios básicos como agua y alcantarillado necesitan investigar la población actual y futura.

Hay varios métodos matemáticos para predecir la población de una ciudad. Ampliación aritmética, ampliación, comparación gráfica, etc. Las previsiones demográficas deben hacerse con sumo cuidado y criterio sobre la base de datos fiables. La especificación final de los habitantes está saturada para la etapa de planificación esperado se basó en pronósticos utilizando las tasas de crecimiento establecidas por el INEI, la autoridad que regula estos indicadores. Sin embargo, dado que los habitantes del distrito de Lampa, la capital del mismo nombre es notable, los habitantes actuales y futuras se calculará por el método de análisis hasta 2035, considerando la tasa de crecimiento de 1.1.

#### **b. Tasa de crecimiento.**

Las tasas de mayor desarrollo se calculan utilizando las estimaciones y pronósticos del INEI, que tienen tasas de crecimiento negativas en la ciudad de Lampa, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4***Crecimiento de la población según INEI en la ciudad de Lampa.*

UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2012	2013	2015	2016	TASA DE CRECIMIENTO POR FORM. ARITMÉTICA	TASA DE CRECIMIENTO POR FORM. GEOMÉTRICA
		Total	Total	Total	Total		
210700	Lampa	51,039	51,203	51,355	51,528	0.33%	0.33%
210701	Lampa	11,006	10,817	10,621	10,420	-1.60%	-1.67%

**Fuente:** (INEI, 2016).

Para efectos de diseño de este estudio, si  $T_c$  es negativa, el cálculo de la demanda se realizará incorrectamente y se considerará una tasa de crecimiento de 0.50%.

**Tabla 5***Tasa de crecimiento de la población de la ciudad de Lampa.*

CÁLCULO POBLACIONAL		
Tasa de Crecimiento	0.50%	Fuente: Dato del INE.
Densidad Poblacional	3.25	Fuente: Encuestas

**Fuente:** elaboración propia.

La población en el año 2016 fue de 4849, considerando una tasa de crecimiento de 0.50%, así mismo con una densidad de 3.25 y la población futura y/o diseño 2036 será de 5384.

**c. Población actual.**

La población actual está determinada por el número de viviendas identificadas en campo y alberga un total de 1.492 habitantes de la ciudad de Lampa, excluyendo la población de la margen derecha del río Lampa



que tiene una densidad poblacional de 3,25hab/día. Teniendo en cuenta este dato, la población actual es de 4.848.

**d. Población futura (población de diseño).**

• **Método geométrico**

Este método supone que la población está creciendo de acuerdo con la ley del interés compuesto, se aplica a una población joven completamente desarrollada y viene dado por la siguiente fórmula:

**Formula:**

$$Pf = Pa(1 + r/100)^t$$

**Donde:**

Pf = Población Futura

Pa = Población actual

r = Coeficiente de crecimiento

t = Período de crecimiento en años

Debido a las características de la población de Lampa y su pequeño pueblo, se optó por el método geométrico para el cálculo de los distritos de la ciudad de Lampa.

Las técnicas geométricas dan las siguientes predicciones de la población: Esta es la población de diseño del vigésimo año.

**Tabla 6***Cálculo de población futura en la ciudad de Lampa.*

<b>Crecimiento Poblacional</b>				
<b>Periodo de Diseño</b>	<b>Año</b>	<b>Población Total</b>	<b>Viviendas domésticas</b>	<b>Conexiones totales</b>
<b>AÑO BASE</b>	2015	4,849	1,492	1,492
0	2016	4,849	1,493	1,493
1	2017	4,898	1,507	1,507
2	2018	4,922	1,515	1,515
3	2019	4,947	1,523	1,523
4	2020	4,971	1,530	1,530
5	2021	4,996	1,538	1,538
6	2022	5,021	1,546	1,546
7	2023	5,046	1,553	1,553
8	2024	5,072	1,561	1,561
9	2025	5,097	1,569	1,569
10	2026	5,122	1,577	1,577
11	2027	5,148	1,585	1,585
12	2028	5,174	1,592	1,592
13	2029	5,200	1,600	1,600
14	2030	5,226	1,608	1,608
15	2031	5,252	1,616	1,616
16	2032	5,278	1,625	1,625
17	2033	5,304	1,633	1,633
18	2034	5,331	1,641	1,641
19	2035	5,358	1,649	1,649
20	2036	5,384	1,657	1,657

**Fuente:** elaboración propia.

En la tabla 6 Se puede analizar, para efectos de la población actual en el año 2016 fue de 4.849 habitantes y la población futura al año 2036 será de 5.384 habitantes, de la misma forma la vivienda doméstica en el año 2016 fue de 1493 y para el año 2036 será de 1657; Así mismo tendrán conexiones totales en la ciudad de Lampa.

**Tabla 7***Conexión de tipo de usuario de los pobladores de la ciudad de Lampa.*

<b>AÑO 2016</b>			
<b>Conexión por tipo de Usuario</b>	<b>Con Conexión</b>	<b>Sin Conexión</b>	<b>Total de Conexiones</b>
Doméstico	1,200	292	1492
Estatad	0	0	0
Social	0	0	0
Comercial	0	0	0
Industrial	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1200</b>	<b>292</b>	<b>1492</b>

**Fuente:** elaboración propia.

En la tabla 7, Se puede observar que la ciudad de Lampa no tiene referencias gubernamentales, sociales, comerciales o industriales, mientras que los usuarios/beneficiarios solo tienen referencias domésticas. Se utilizan años cero para los cálculos y dimensionamiento correspondientes. En este caso, será 2016, y para 2036 será esa población.

**Tabla 8***Información de base y parámetros variables.*

<b>Information base y parámetros.</b>	
<b>DESCRIPCION DE VARIABLES</b>	<b>Sin Proyecto año 2015</b>
Población (habitantes)	4,849
Tasa crecimiento anual de poblacional (%)	0.50%
Densidad por vivienda (hab/vivienda)	3.25
Consumo por conexiones (litros / habitante - día)	120
Cobertura de agua potable	80.43%
Población actual con conexiones agua (red pública)	3,900

**Fuente:** elaboración propia.

## Oferta

El cálculo de la oferta se halló mediante el aforamiento, en la captación de agua de galerías filtrantes, en donde es alineado a la demanda calculada anteriormente.

### a. Galería filtrante

Para definir la provisión de acuíferos en la ciudad de Lampa, primero se determina el rendimiento unitario con base en el cálculo de la conductividad hidráulica utilizando datos de campo.

Cabe señalar que el sitio de este trabajo de campo se realizó sobre el río Lampa. La Tabla 9 muestra el suministro actual de agua potable. en (lt/seg).

**Tabla 9**

*Oferta de agua potable en la ciudad de lampa.*

---

<b>Información de proyección de cobertura de los servicios</b>	
Oferta actual de agua potable (lt/sg)	7.00
Oferta actual de volumen de almacenamiento (m3)	350.00

---

**Fuente:** elaboración propia.

$$V = HB * 3600 * Q$$

**Donde:**

V = volumen de agua en reservorio para un día (L).

HB = horas de bombeo en un día.

Q = caudal de ingreso al reservorio.

La proyección a foro fue de 7 litro por segundo, obteniendo la oferta actual de volumen de almacenamiento 350 m3.

**Tabla 10***Proyección de cobertura de los servicios en la ciudad de Lampa.*

<b>Información de proyección de cobertura de los servicios</b>					
<b>AÑO</b>	<b>COBERTURA AGUA</b>		<b>Cobertura alcantarillado (%)</b>	<b>Pérdidas de agua</b>	<b>Micromedición</b>
	<b>(%)</b>				
	<b>Conexiones</b>	<b>otras fuentes</b>			
0*	80.43%	19.6%	80.43%	25%	0%
1	100%	0%	100%	25%	0%
2	100%	0%	100%	25%	0%
3	100%	0%	100%	25%	0%
4	100%	0%	100%	25%	0%
5	100%	0%	100%	25%	0%
6	100%	0%	100%	25%	0%
7	100%	0%	100%	25%	0%
8	100%	0%	100%	25%	0%
9	100%	0%	100%	25%	0%
10	100%	0%	100%	25%	0%
11	100%	0%	100%	25%	0%
12	100%	0%	100%	25%	0%
13	100%	0%	100%	25%	0%
14	100%	0%	100%	25%	0%
15	100%	0%	100%	25%	0%
16	100%	0%	100%	25%	0%
17	100%	0%	100%	25%	0%
18	100%	0%	100%	25%	0%
19	100%	0%	100%	25%	0%
20	100%	0%	100%	25%	0%

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 11***Calculo de consumo.*

CALCULO DEL CONSUMO			
Doméstico	11.86	m3/conex./mes	vivienda
Estatad	0.00	m3/conex./mes	
Social	0.00	m3/conex./mes	
Comercial	0.00	m3/conex./mes	
Industrial	0.00	m3/conex./mes	

**Fuente:** elaboración propia.**Demanda máxima diaria y demanda máxima horaria.**

A efectos de dimensionamiento de fábrica, el rendimiento obtenido (m3/día) se puede expresar como demanda media/segundo o caudal ( $Q_{medio}$ ) según la siguiente fórmula:

$$Q_{medio} = \frac{\text{volumen de producción por día}}{86,400}$$

$Q_{medio}$  se utiliza para determinar los requerimientos máximos diarios y horarios necesarios para dimensionar una obra, tal como se define en los siguientes puntos:

**a. Demanda máxima diaria ( $Q_{máxd}$ )**

La demanda fluctúa día a día, y de mes a mes, estas fluctuaciones se deben a que la población se comporta estacionalmente (el consumo de agua aumenta considerablemente en verano). Por tanto, el dimensionamiento del sistema de captación, recuperación y envío de agua a las depuradoras y embalses debe ser capaz de satisfacer fácilmente las mayores necesidades del consumidor. A partir de la producción media se



obtiene una estimación del requerimiento máximo diario ( $Q_{maxd}$ ) según la siguiente fórmula:

$$Q_{máxd} = Q_{medio\ anual} * K1\left(\frac{lt}{seg}\right)$$

**Donde:**

K1: Es el factor máximo diario. Este factor de acuerdo con las normas técnicas es 1.3 b. Demanda máxima horaria ( $Q_{máxh}$ )

Según el R. N. C. se considera:  $K_{dmc} = 1.3$

Para nuestro caso el resultado es el siguiente:

### **b. Demanda máxima horaria ( $Q_{máxh}$ )**

El comportamiento de la demanda diurna fluctúa. Es decir, cada hora el sistema tiene diferentes necesidades de los consumidores. Estas fluctuaciones son parcialmente absorbidas por la capacidad de los embalses regulados y las redes de distribución. Este último está diseñado para requisitos de tiempo máximo ( $Q_{maxh}$ ), que se determinan de la siguiente manera:

$$Q_{maxh} = Q_{medio\ anual} * K2\left(\frac{lt}{seg}\right)$$

**Donde:**

K2: Es el factor máximo horario. Este factor de acuerdo a las normas técnicas varía entre 1.8 y 2.5.

K2: Para Poblaciones de 2,000 a 10,000 Habitantes será **2.5**

Para Poblaciones mayores a 10,000 Habitantes será 1.8,

Consideramos:  $K2 = 2.0$ .



### c. Técnicas de recolección de datos del campo

Se procedió a la visita de la zona de estudio donde se obtuvo la información, brindado por la población de la ciudad de Lampa, siendo la información valedera en un solo momento con el propósito de responder el objetivo específico 1, de tal manera se utilizó las técnicas de recolección de datos.

- Observación directa: la información que se recabo fue de fuente primaria, con el respaldo de la población de la ciudad de Lampa.
- Encuesta: se empleó esta técnica para recabar información de los vecinos de la ciudad de Lampa, teniendo la encuesta validada por expertos, lo cual se pretendía conocer la perspectiva del servicio los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de lampa. Teniendo la cantidad de 5 preguntas respecto al servicio de agua.
- Análisis Documental: Se procedió a la revisión de documentos: libros, artículos, tesis de investigación de diferentes autores; así mismos documentos de gestión de los Servicio de Saneamiento de la ciudad de Lampa, de ello teniendo la información de cuanta cantidad de familias habita en la ciudad de Lampa.

### d. Instrumentos de recolección de datos

Para la investigación se procedió a recolectar información mediante preguntas a los usuarios:

**Cuestionario:** Se procedió a recolectar información de los usuarios frente al servicio de agua potable, mediante 10 preguntas cerradas, los cuales se pueden visualizar anexo 1 y 2.



**GPS:** La utilización de GPS, fue de gran ayuda para geolocalizar la ubicación de la zona de estudio de acuerdo con las estructuras ejecutadas del sistema de abastecimiento de agua potable.

### **Trabajo de Gabinete**

Es el proceso en la cual se unifica y sintetiza la información recabados en el trabajo de campo, que comprende el análisis del sistema de saneamiento de agua potable en la ciudad de Lampa, utilizando diferentes fórmulas para su mejor análisis:

- **Medición del caudal de agua.**

$$Q = \frac{V}{T}$$

**Donde:**

Q = caudal de ingreso al reservorio en litros/segundo (L/s).

V = volumen del valde en litros (L).

T = tiempo promedio de las mediciones realizadas en segundos.

El primer propósito concreto es determinar la disponibilidad actual de agua del túnel del filtro en la ciudad de Lampa.

Para lograr este objetivo, nos centraremos en dos fases. El primero es la precisión útil actual de líquidos de la galería del filtro, y el segundo es el desarrollo de cálculos de necesidades geométricas que permitan la investigación objetiva y cuantitativa de las ideas. Un enfoque descriptivo que utiliza solo estadísticas descriptivas, incluidas distribuciones de frecuencia, medida de tendencia central, medida de varianza y gráfica correspondiente para análisis de datos recopilados a través de cuestionarios. Los coeficientes también evaluaron la confiabilidad y la



validez. Usando la prueba alfa de Cronbach y el análisis factorial para completar la fase de análisis, se obtuvo la siguiente consistencia interna.

### **3.8.2. Determinar el incremento de la disponibilidad hídrica para el uso de galerías filtrantes, en la ciudad de Lampa.**

#### **Trabajo de campo**

De igual manera se recabo la información en la zona de estudio, en un solo momento, para luego toda esa información procesar estadísticamente de acuerdo con el objetivo específico 2, determinado sus características físicas, bióticas y socio económicas.

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

La información se recolecto mediante preguntas a los pobladores de la zona en estudio, teniendo el apoyo de las autoridades de la ciudad y los barrios.

**Observación directa:** la información se recabo de primea mano al realiza una observación exhaustiva de acuerdo con el objetivo planteado en la investigación, teniendo con el propósito de que los pobladores son beneficiados con el agua potable adecuadamente.

**Encuesta:** técnica empleada para recabar información y seguidamente procesar en el Software Spss (versión 26), la encuesta consta de 10 preguntas para los pobladores, anexo 1 y 2.

**Análisis Documental:** se realizó análisis de diferentes autores tanto de libros, tesis, y artículos científicos para un mejor conocimiento del tema, además se pudo recabar información de la localidad en situación se encuentra el sistema de saneamiento de agua potable.

#### **Trabajo de Gabinete**



Se realizó la unificación y sistematización del trabajo de acuerdo con los datos recabados y además para el uso de galerías filtrantes, en la ciudad de Lampa, analizando que factores determinan el aumento de las galerías filtrantes.

**a. Cálculo del incremento de la disponibilidad hídrica para el uso de galerías filtrantes.**

- **Medición del caudal de agua a clorar en el reservorio.**

$$Q = \frac{V}{T}$$

**Donde:**

Q = caudal de ingreso al reservorio en litros/segundo (L/s).

V = volumen del valde en litros (L).

T = tiempo promedio de las mediciones realizadas en segundos.

- **Medición del volumen de agua en litros para un día.**

$$V = HB * 3600 * Q$$

**Donde:**

V = volumen de agua en reservorio para un día (L).

HB = horas de bombeo en un día.

Q = caudal de ingreso al reservorio.

**3.8.3. Método analítico**

De esta manera, la verdad se puede encontrar descomponiendo el todo en sus partes y examinando y conociendo sus propiedades, propiedades y propiedades de los elementos.



Se utilizó este método porque nos permitió analizar los requerimientos documentales de cada componente y cada muestra. A través de este método se buscaron factores lógicos (indicadores de servicios de agua), luego de lo cual se extrajeron conclusiones sobre el comportamiento general y se hicieron algunas sugerencias para una adecuada toma de decisiones. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

#### **3.8.4. Método inductivo.**

Es una forma de pasar de lo particular a lo general. Fui capaz de explicar y analizar la situación y problemas del sujeto de investigación. Se inició desde a recolección de la información en la ciudad e Lampa, apoyando en las teorías y trabajos similares, mediante la encuesta a los pobladores, seguidamente se procedió al procesamiento de la información mediante el software Spss (versión 21), para la interpretación y análisis de las tablas y gráficos.

#### **3.8.5. Método estadístico.**

En este estudio de investigación se utilizó mediante el software Spss (versión 21), para el procesamiento de datos y seguidamente la interpretación de los resultados mediante tablas y gráficos, determinando de acuerdo con la cantidad de población que utiliza agua potable utilizando el método para evaluar el suministro de líquido consumible por el ser humano y demostrar los resultados en la ciudad de Lampa.

#### **3.8.6. Técnicas para la recolección de datos.**

##### **3.8.6.1. Análisis documental.**

El análisis de documentos permitió la recopilación de los datos e información necesarios para desarrollar y sustentar este trabajo de investigación relacionado con la población de Lampa. Además, se consultó



a la Legislatura de Lampa para obtener información del archivo sobre la colección de galerías de filtros.

### **3.8.6.2. Encuesta.**

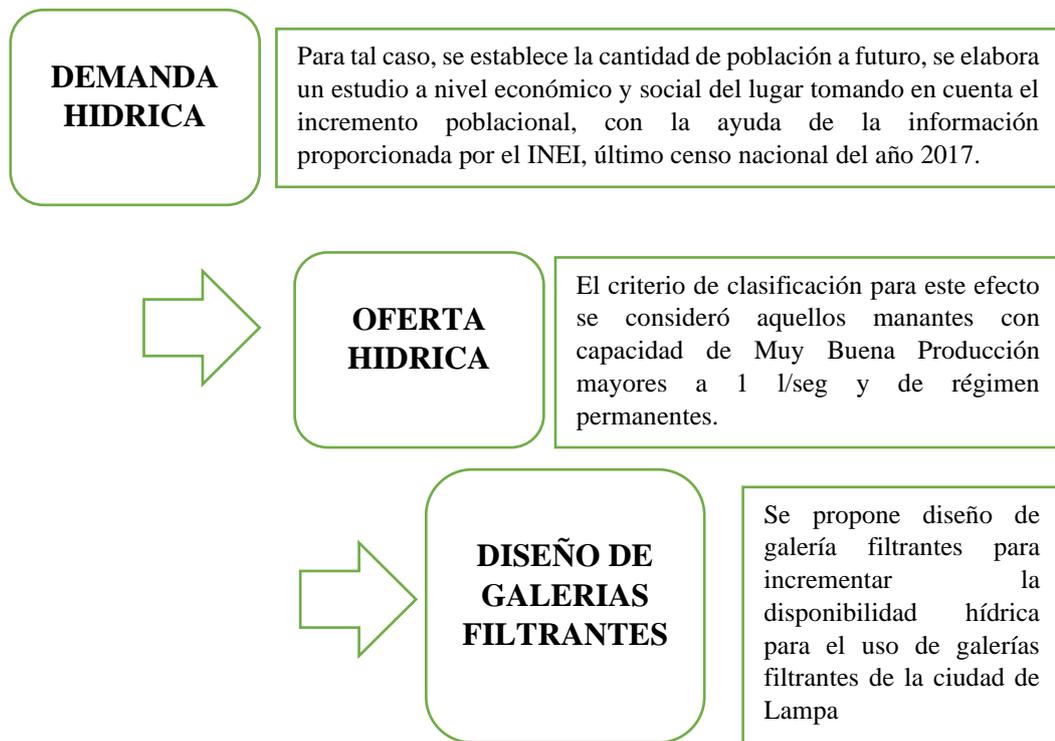
Técnicas para brindar información veraz sobre una organización utilizando formatos predeterminados y dirigidos, posterior clasificación, organización, análisis e interpretación de la información.

Un segundo propósito específico: para ello se utilizó un enfoque descriptivo y análisis documental Determinar los factores que influyen en la mayor disponibilidad de agua para uso del filtro. Los factores que afectan la disponibilidad de líquidos son la precipitación y la evaporación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### RESULTADOS:



#### 4.1. DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA ACTUAL DE GALERÍAS FILTRANTES DE LA CIUDAD DE LAMPA.

Una vez recolectada y procesada la indagación, en este capítulo se analiza y presenta tablas creadas con fines de investigación en el orden de los objetivos propuestos, Damos respuesta a cada una de las preguntas planteadas, logrando así nuestros objetivos. A continuación, se describen las diversas métricas cubiertas Basado en datos de encuestas.

**Tabla 12**

Disponibilidad hídrica de galerías filtrantes de la ciudad de Lampa.

Periodo	Año	Población		Número de Conexiones					Consumo Promedio (m <sup>3</sup> /año)					Consumo Promedio		Demanda Promedio Total			Caudales Máximos			Volumen de Almacenamiento			
		Total (hab.)	Servida (hab.)	Domésticas	Estatal	Social	Comercial	Industrial	Total	Domésticas	Estatal	Social	Comercial	Industrial	Total	(lt/día)	(m <sup>3</sup> /día/m <sup>3</sup> /año)	Qp (lps)	Diario Qmd (lps)	Horario Qmhd (lps)	Regulación (m <sup>3</sup> )	Reserva (m <sup>3</sup> )	VCI (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	
Base	2015	4,849	3,900	1,492	0	0	0	1,492	212,386	0	0	0	0	212,386	581,880	775,8	283,182	8,98	11,67	17,96	193,96	64,65	50,0	308,61	
0	2016	4,849	3,900	1,493	0	0	0	1,493	212,529	0	0	0	0	212,529	582,270	776,4	283,371	8,99	11,68	17,97	194,09	64,70	50,0	308,79	
1	2017	4,898	4,898	1,507	0	0	0	1,507	214,521	0	0	0	0	214,521	587,730	783,6	286,029	9,07	11,79	18,14	195,91	65,30	50,0	311,21	
2	2018	4,922	4,922	1,515	0	0	0	1,515	215,660	0	0	0	0	215,660	590,850	787,8	287,547	9,12	11,85	18,24	196,95	65,65	50,0	312,60	
3	2019	4,947	4,947	1,523	0	0	0	1,523	216,799	0	0	0	0	216,799	593,970	792,0	289,065	9,17	11,92	18,33	197,99	66,00	50,0	313,99	
4	2020	4,971	4,971	1,530	0	0	0	1,530	217,796	0	0	0	0	217,796	596,700	795,6	290,394	9,21	11,97	18,42	198,90	66,30	50,0	315,20	
5	2021	4,996	4,996	1,538	0	0	0	1,538	218,934	0	0	0	0	218,934	599,820	799,8	291,912	9,26	12,03	18,51	199,94	66,65	50,0	316,59	
6	2022	5,021	5,021	1,546	0	0	0	1,546	220,073	0	0	0	0	220,073	602,940	803,9	293,431	9,30	12,10	18,61	200,98	66,99	50,0	317,97	
7	2023	5,046	5,046	1,553	0	0	0	1,553	221,070	0	0	0	0	221,070	605,670	807,6	294,759	9,35	12,15	18,69	201,89	67,30	50,0	319,19	
8	2024	5,072	5,072	1,561	0	0	0	1,561	222,208	0	0	0	0	222,208	608,790	811,7	296,278	9,39	12,21	18,79	202,93	67,64	50,0	320,57	
9	2025	5,097	5,097	1,569	0	0	0	1,569	223,347	0	0	0	0	223,347	611,910	815,9	297,796	9,44	12,28	18,89	203,97	67,99	50,0	321,96	
10	2026	5,122	5,122	1,577	0	0	0	1,577	224,486	0	0	0	0	224,486	615,030	820,0	299,315	9,49	12,34	18,98	205,01	68,34	50,0	323,35	
11	2027	5,148	5,148	1,585	0	0	0	1,585	225,625	0	0	0	0	225,625	618,150	824,2	300,833	9,54	12,40	19,08	206,05	68,68	50,0	324,73	
12	2028	5,174	5,174	1,592	0	0	0	1,592	226,621	0	0	0	0	226,621	620,880	827,8	302,162	9,58	12,46	19,16	206,96	68,99	50,0	325,95	
13	2029	5,200	5,200	1,600	0	0	0	1,600	227,760	0	0	0	0	227,760	624,000	832,0	303,680	9,63	12,52	19,26	208,00	69,33	50,0	327,33	
14	2030	5,226	5,226	1,608	0	0	0	1,608	228,899	0	0	0	0	228,899	627,120	836,2	305,198	9,68	12,58	19,36	209,04	69,68	50,0	328,72	
15	2031	5,252	5,252	1,616	0	0	0	1,616	230,038	0	0	0	0	230,038	630,240	840,3	306,717	9,73	12,64	19,45	210,08	70,03	50,0	330,11	
16	2032	5,278	5,278	1,625	0	0	0	1,625	231,319	0	0	0	0	231,319	633,750	845,0	308,425	9,78	12,71	19,56	211,25	70,42	50,0	331,67	
17	2033	5,304	5,304	1,633	0	0	0	1,633	232,458	0	0	0	0	232,458	636,870	849,2	309,943	9,83	12,78	19,66	212,29	70,76	50,0	333,05	
18	2034	5,331	5,331	1,641	0	0	0	1,641	233,596	0	0	0	0	233,596	639,990	853,3	311,462	9,88	12,84	19,75	213,33	71,11	50,0	334,44	
19	2035	5,358	5,358	1,649	0	0	0	1,649	234,735	0	0	0	0	234,735	643,110	857,5	312,980	9,92	12,90	19,85	214,37	71,46	50,0	335,83	
20	2036	5,384	5,384	1,657	0	0	0	1,657	235,874	0	0	0	0	235,874	646,230	861,6	314,499	9,97	12,96	19,95	215,41	71,80	50,0	338,00	

Fuente: Elaboración propia.

## Interpretación

En la tabla 12, Se puede analizar, para efectos de la población actual en el año 2016 fue de 4.849 habitantes y la población futura al año 2036 será de 5.384 habitantes, de la misma forma la vivienda doméstica en el año 2016 fue de 1493 y para el año 2036 será de 1657; Así mismo tendrán conexiones totales en la ciudad de Lampa. Además, en el Caudal promedio en el año 2016 fue de 8.99 y para el año 2036 será de 9.97.

**Tabla 13**

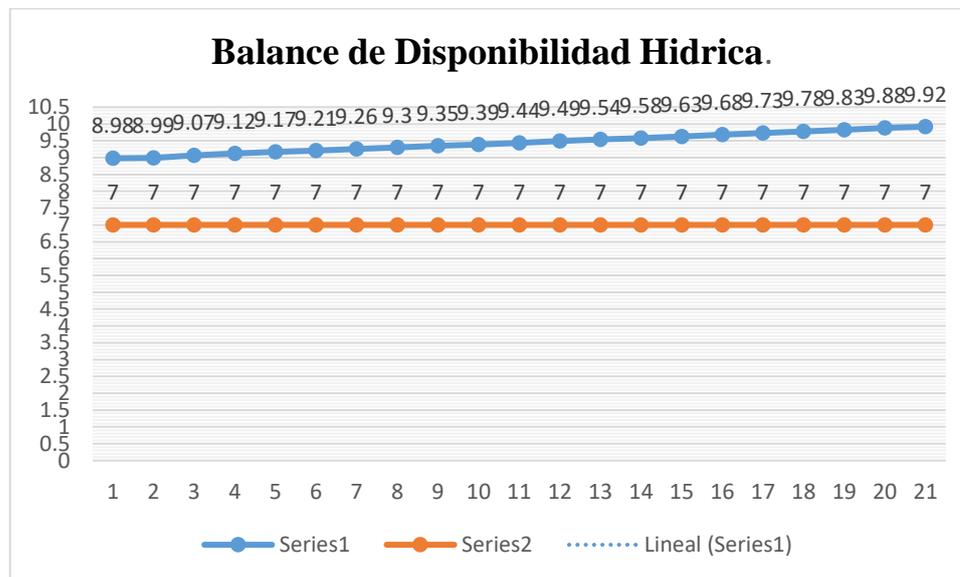
*Disponibilidad hídrica.*

Período	Año	Demanda Qp (lps)	Oferta Actual (lt/sg)	Deficit
Base	2015	8.98	7	-1.98
0	2016	8.99	7	-1.99
1	2017	9.07	7	-2.07
2	2018	9.12	7	-2.12
3	2019	9.17	7	-2.17
4	2020	9.21	7	-2.21
5	2021	9.26	7	-2.26
6	2022	9.3	7	-2.3
7	2023	9.35	7	-2.35
8	2024	9.39	7	-2.39
9	2025	9.44	7	-2.44
10	2026	9.49	7	-2.49
11	2027	9.54	7	-2.54
12	2028	9.58	7	-2.58
13	2029	9.63	7	-2.63
14	2030	9.68	7	-2.68
15	2031	9.73	7	-2.73
16	2032	9.78	7	-2.78
17	2033	9.83	7	-2.83
18	2034	9.88	7	-2.88
19	2035	9.92	7	-2.92
20	2036	<b>9.97</b>	7	-2.97

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 22**

*Disponibilidad hídrica..*



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.1. Análisis e interpretación:

En la tabla 13 y figura 22, Vemos que la oferta de ferias de filtros está por debajo de la curva de demanda, lo que significa que hay un déficit desde 2016 de -1.99 l/s. En el período del 20 al 2036, el déficit será de -2.97 l/s, por lo que actualmente no nos abastece la ciudad de Lampa. Después de evaluar estos resultados, finalmente se concluyó que para satisfacer al 100% de la población de la ciudad de Lampa, se deben construir 6 galerías de filtros con las mismas características que las 10 galerías de filtros existentes. Por otro lado, es posible instalar galerías filtrantes en la ciudad de Lampa, ya que el río Lampa pasa por la ciudad antes mencionada. Asimismo, las causas principales que perjudican la disponibilidad del líquido son la precipitación y la evaporación del agua.

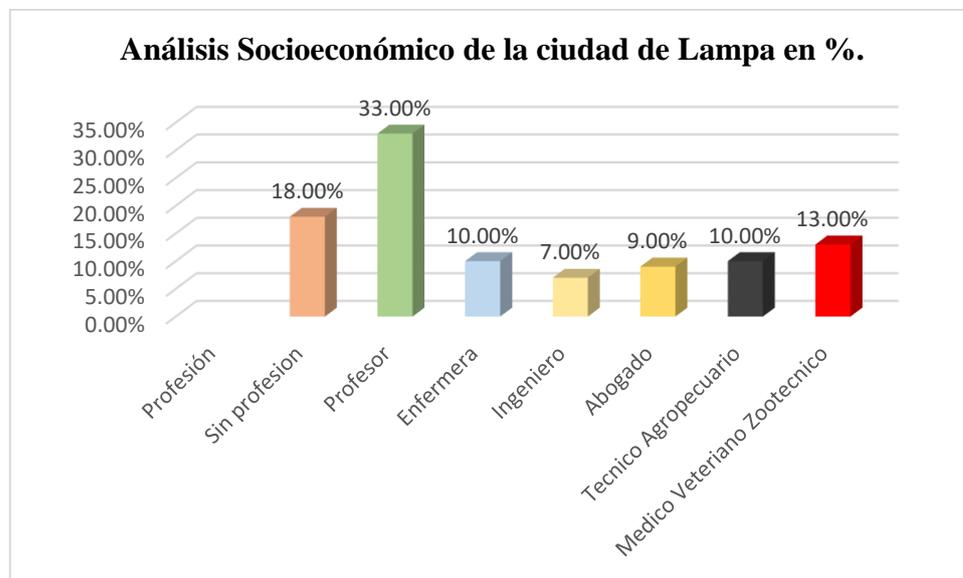
**Tabla 14**

*Análisis Socioeconómico de la ciudad de Lampa.*

		<b>Análisis socioeconómico de la ciudad de Lampa</b>					<b>Total</b>
		<b>100 a 500 soles</b>	<b>501 a 1000 soles</b>	<b>1001 a 15000 soles</b>	<b>15001 a 2000 soles</b>	<b>2001 a 3000 soles</b>	
<b>Profesiones</b>	<b>Sin profesión</b>	11	3	0	0	0	14
	<b>Profesor</b>	3	0	6	3	12	24
	<b>Enfermera</b>	0	0	4	4	2	10
	<b>Ingeniero</b>	0	0	0	7	0	7
	<b>Abogado</b>	0	0	0	0	4	4
	<b>técnico</b>	6	2	2	0	0	10
	<b>Agropecuario</b>						
	<b>Medico</b>	1	2	2	2	4	11
	<b>Veterinario zootécnico</b>						
<b>Total</b>		21	7	14	16	22	80

**Figura 23**

*Análisis Socioeconómico de la ciudad de Lampa.*



**Interpretación**

En la tabla 14 y figura 23, de acuerdo al análisis socioeconómico de la ciudad de Lampa se obtuvo los siguientes resultados: del total de 80 habitantes encuestado 33.0 % de ellos se dedican a la profesión de profesor, mientras que solo 4 pobladores tienen la



profesión de abogado indicando el 9.0 %; interpretando que la mayor cantidad de pobladores de la ciudad de Lampa se dedican a la enseñanza.

#### **4.1.2. Análisis de cuestionarios.**

Este estudio se realizó todos los cuestionarios y se extrajeron conjeturas similares a las obtenidas a través de la estadística descriptiva desarrollada en SPSS 23v, y en este sentido presentamos la siguiente figura que es un resumen del análisis de los criterios de desempeño de la infraestructura.

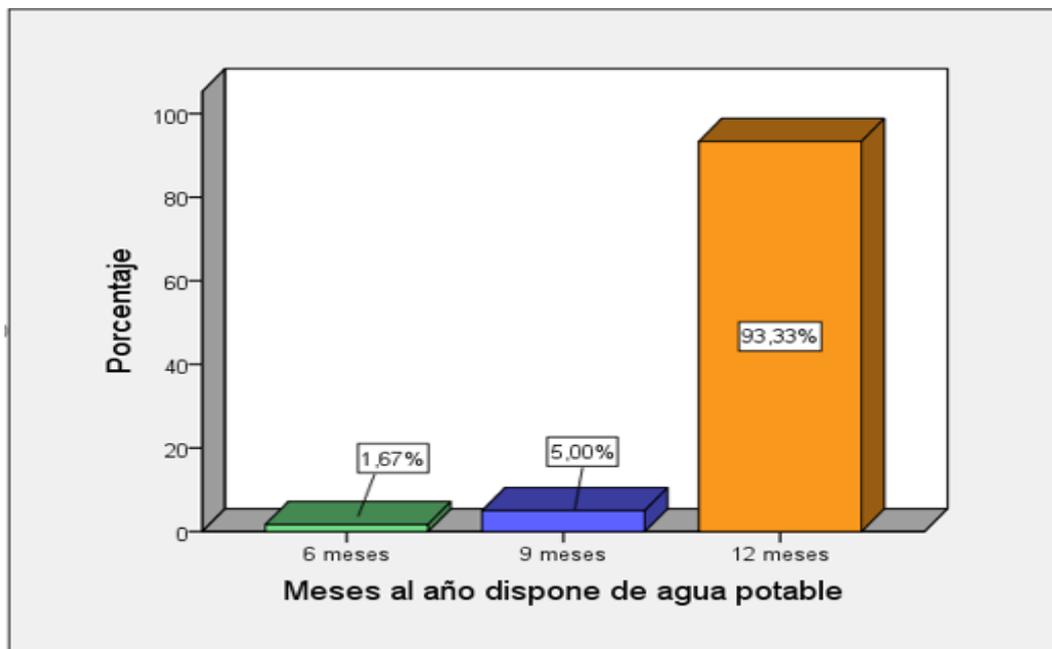
##### **Pregunta 1:**

¿Cuántos meses al año dispone de agua a través de su conexión domiciliaria en el año 2016?

Para esta pregunta se realizó una encuesta cara a cara entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, de la cual se puede recolectar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

**Figura 24**

*Meses al año dispone de agua a través de su conexión domiciliaria 2016.*



**Análisis e interpretación:**

En respuesta a la primera pregunta y observando la figura 24, se analizaron 80 sujetos encuestados que representan el 100% de la población de la ciudad de Lampa, de los cuales el 93,33% manifestó utilizar agua potable 12 veces al mes. Servicios anuales, mientras que el 5,00% de los encuestados dijo que solo los usa 9 meses al año y el 1,67% de los encuestados estima que solo los usa 6 meses al año, esta es una de las debilidades identificadas en nuestro estudio.

El análisis de confiabilidad para esta pregunta se realizó mediante un coeficiente de consistencia interna a través de la prueba alfa de Cronbach, que arrojó 0,64 valores de correlación total para los elementos, que se consideran dudosos según la prueba alfa de Cronbach según. (George & Mallery, 2013)

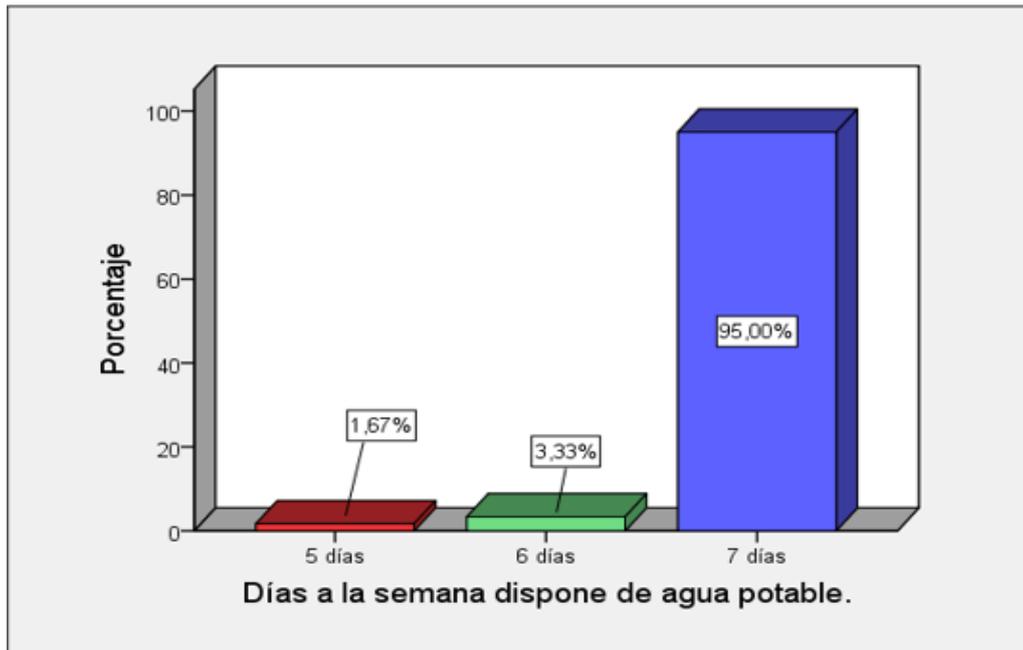
**Pregunta 2:**

¿Cuántos días a la semana dispone de agua a través de su conexión domiciliaria en el año 2016?

Para esta pregunta se realizó una encuesta cara a cara entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, de la cual se puede recolectar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

### Figura 25

*Días a la semana dispone de agua a través de su conexión domiciliaria 2016.*



#### **Análisis e interpretación:**

En la figura 25, se muestra de los 80 beneficiarios encuestados que constituyen el 100% de la ciudad de Lampa, de los cuales el 95% aseguran que cuenta los 7 días a la semana los servicios de líquido bebible, mientras el 3.33% de encuestados manifiestan que utilizan 6 días a la semana y el 1.67% de encuestados señalan que solo utilizan 5 días a la semana, lo cual refleja un abastecimiento adecuado a los usuarios de acuerdo al resultado obtenido.

El análisis de fiabilidad para esta pregunta se hizo por el coeficiente de consistencia interna mediante la prueba de Alfa de Cronbach teniendo un resultado de 0.61 el valor de correlación total de los elementos, calificándose esta como cuestionable según (George & Mallery, 2013).

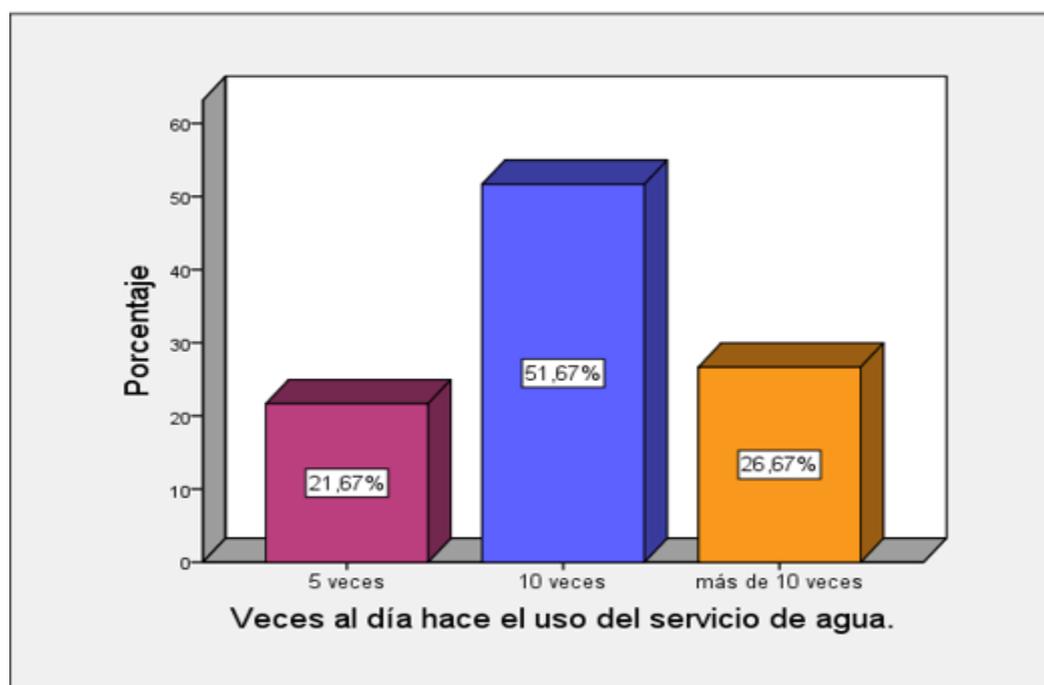
### Pregunta 3:

¿Cuántas veces al día hace el uso del servicio de agua?

Para esta pregunta se realizó una encuesta directa a los 80 beneficiarios que constituyen al 100% a la ciudad de Lampa, del cual se puede El siguiente rastreo se muestra en el siguiente gráfico de barras.

**Figura 26**

*Veces al día hace el uso del servicio de agua.*



#### **Análisis e interpretación:**

En la figura 26, Los 80 encuestados representan el 100% de la ciudad de Lampa analizada, de los cuales el 21,67% dijo utilizar el servicio de agua potable 5 veces al día, mientras que el 51,67% de los encuestados dijo utilizar el servicio de agua potable 5 veces al día. Servicio. 10 veces al día, el 26,67% de los encuestados dijeron que utilizan el servicio de agua potable en la ciudad de Lampa más de 10 veces al día. El análisis de confiabilidad para esta pregunta se realizó mediante el coeficiente de consistencia interna

por la prueba Alfa de Cronbach, y el puntaje fue de 0.91 valores de correlación total para los ítems, calificándose como bueno según (George & Mallery, 2013).

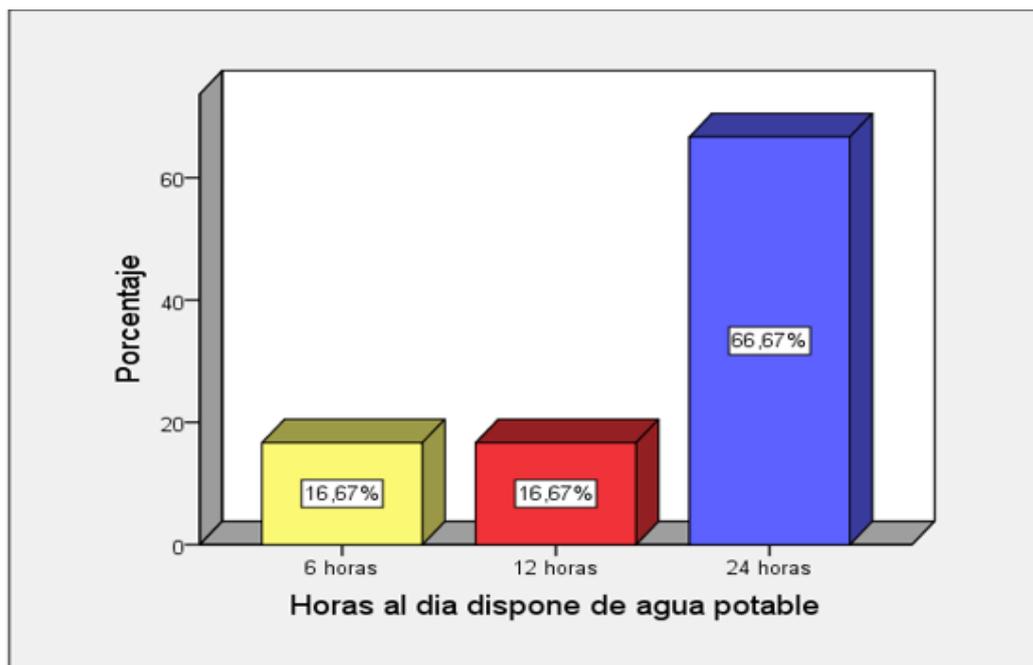
#### **Pregunta 4:**

¿Cuántas horas por días dispone de agua potable?

Para esta pregunta se realizó una encuesta directa entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% del área de la ciudad de Lampa, de la cual se puede recolectar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

#### **Figura 27**

*Horas por día dispone de agua potable.*



#### **Análisis e interpretación:**

En la figura 27, Analizado en el gráfico de 80 encuestados que representan el 100% de la ciudad de Lampa, el 16,67% de ellos afirmó tener solo 6 horas diarias de servicio de agua potable, mientras que el 16,67% de los encuestados mencionó un servicio de agua potable de solo 12 horas diarias y el 66,67% afirmó que tienen servicio de líquido potable las 24 horas en la ciudad de Lampa, es decir, suministro de agua, un promedio de



19 horas por día, lo que resultó en la necesidad de agregar más salas de filtros para la cobertura. en la ciudad de Lampa.

Por otro lado, la capacidad de edificio de agua de la ciudad de Lampa se incrementará en un 20,83%, y al aumentar esta tasa se podrá abastecer en cantidad suficiente de agua al 100% de la población las 24 horas del día, los 7 días de la semana. semana; Lo que significa que este objetivo se logrará construyendo 3 galerías de filtros además de las 10 que ya existen.

Se realizó un análisis de confiabilidad para esta pregunta utilizando el coeficiente de consistencia interna mediante la prueba Alfa de Cronbach, que arrojó valores de correlación de ítems generales de 0,93, lo que la hace excelente de acuerdo con (George & Mallery, 2013).

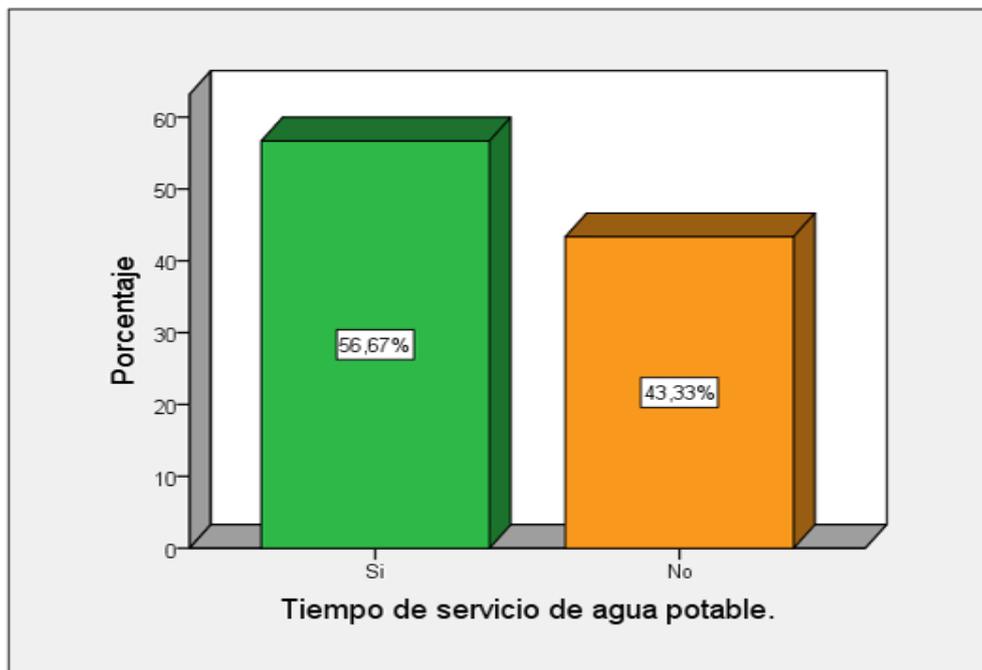
#### **Pregunta 5:**

¿usted está de acuerdo con el tiempo de servicio de agua?

Para esta pregunta Se realizó una encuesta presencial entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, en la cual se puede recopilar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

**Figura 28**

*Tiempo de servicio de agua potable.*



**Análisis e interpretación:**

En la figura 28, Mostrado en el gráfico de 80 encuestados, que representan el 100% de la ciudad de Lampa, el 56,67% dijo que aprueba el servicio de agua potable, mientras que el 43,33% de los encuestados dijo que no está de acuerdo cada hora. Prestación de líquido potable en la ciudad de Lampa, lo que genera preocupación por el inadecuado servicio de agua potable en la ciudad de Lampa.

El análisis de confiabilidad para esta pregunta se realizó mediante el coeficiente de consistencia interna por la prueba Alfa de Cronbach, y el puntaje fue de 0.91 valores de correlación total para los ítems, calificándose como bueno según (George & Mallery, 2013).

#### 4.2. EL INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA EL USO DE GALERÍAS FILTRANTES EN LA CIUDAD DE LAMPA.

Para el segundo objetivo, se propone el diseño de galería filtrante para incrementar la disponibilidad hídrica para el uso de galerías filtrantes en la ciudad de Lampa, mediante la utilización técnica e instrumentos del diseño.

**Figura 29**

*Diseño de Galerías Filtrantes en la ciudad de Lampa.*

<b>DISEÑO DE GALERIA FILTRANTE</b>					
<b>PROYECTO :</b>	CAPTACION DE GALERIA FILTRANTE LAMPA	<b>DEPARTAMENTO :</b>	PUNO		
		<b>PROVINCIA :</b>	LAMPA		
<b>FECHA :</b>	SETIEMBRE 2011.	<b>DISTRITO :</b>	LAMPA		
		<b>LOCALIDAD :</b>	LAMPA		
<b>El caudal de diseño es el caudal máximo diario:</b>		$Q_{md} =$	2.340	lps	
<b>( Q md )</b>		$Q_{md} =$	138.0000	m <sup>3</sup> /hora	
<b>Transmisibilidad ( T ) :</b>		T =	5184.000	m <sup>3</sup> /día/m	Rango: m <sup>3</sup> /día/m
Dato obtenido de campo a través de perforaciones de pozos y extracciones por bombeo durante 24 horas		T =	0.060	l/seg/m	< 5 a 40 >
<b>Pendiente del acuífero ( S ) :</b>		S =	4.00	por cien	Rango :por cien
Puede ser similar a la del terreno					< 5 a 10 >
<b>Longitud de la galería filtrante ( L ) :</b>		L =	$Q_{md} / T$	m	
		L =	30.00	m	
<b>Diámetro de la tubería de recolección ( D ) :</b>		$Q_{md} = 0.000426 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$			Fórmula de Hazen-Williams
		C =	140	tubo de PVC	
		D =	3.04	pulgadas	
De acuerdo al Reglamento el diámetro mínimo que se debe considerar es 12", entonces:		D =	4	pulgadas	

<b>Velocidad ( V ) :</b>		Q md =	2.340	lps	
Considerando que la tubería trabaja a medio tubo		n =	0.010	tubo de PVC	
		D =	4	pulgadas	
		R h =	D / 4		
		R h =	0.025	m	
		V =	$\frac{R h^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$	m/seg	Fórmula de Manning
Verificar que está en el rango de :		V =	0.55	m/seg	Fuera de Rango
V mínima =	0.60 m/seg	V orificio =	0.20	m/seg	Rango : m/seg < 0.20 a 3.00 >
V máxima =	3.00 m/seg	d =	1 / 4 "	pulgada	
Cálculo del número de perforaciones :		d =	0.00635	m	
Diámetro asumido de cada orificio :		A =	0.0000317	m <sup>2</sup>	
Area de cada orificio :		Q md =	N x V x A		
<b>Número de perforaciones total ( N ) :</b>		N =	6052.13		
		N =	630		
<b>Número perforaciones x metro lineal ( N / ml ) :</b>		N / ml =	21.00		
		N / ml =	11	perforaciones por metro lineal	
Cálculo caudal en cada orificio, caudal unitario q <sub>u</sub> :		q <sub>u</sub> =	T / ( N / ml )	l/s/orificio	
		q <sub>u</sub> =	0.0054545	l/s/orificio	
Caudal total recolectado Q :		Q total =	q <sub>u</sub> x N / ml x L		
		Q total =	1.8	l/s	

En la figura 29, se propone el diseño de Galerías Filtrantes para construcción de 6 galerías para incrementar disponibilidad hídrica en la ciudad de Lampa.

### Encuesta

Por otro lado, también se desarrolla con cuestionarios para los beneficiarios de la ciudad de Lampa.

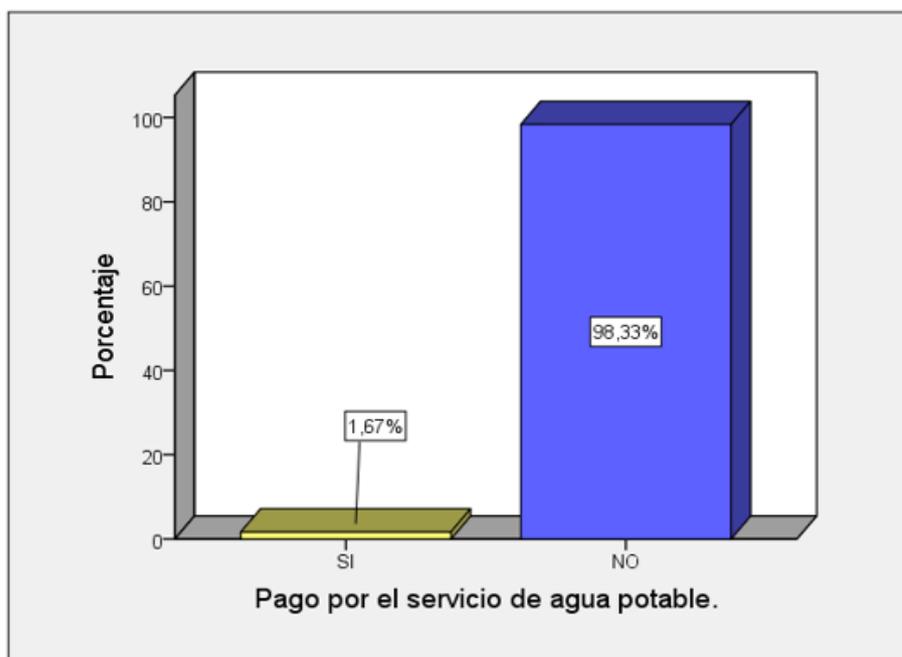
### Pregunta 1:

¿usted pago por el servicio de agua en el año 2016?

Para esta pregunta se realizó una encuesta cara a cara entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, de la cual se puede recolectar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

### Figura 30

*Pago por el servicio de agua potable.*



### Análisis e interpretación:

En la figura 30, el Análisis de 80 encuestados que conforman el 100% de la ciudad de Lampa, de los cuales el 98,33% afirma no saber nada sobre el pago de la utilidad de agua potable, mientras tanto el 1,67% afirma que -incluyendo los costos de mantenimiento- les plantea una preocupación por el servicio de agua potable en Lampa. El análisis de confiabilidad para esta pregunta se realizó utilizando el coeficiente de consistencia interna por la prueba Alfa de Cronbach, que arrojó 0,61 valores de

correlación total para los elementos, que se consideran dudosos según la prueba Alfa de Cronbach (George & Mallery, 2013).

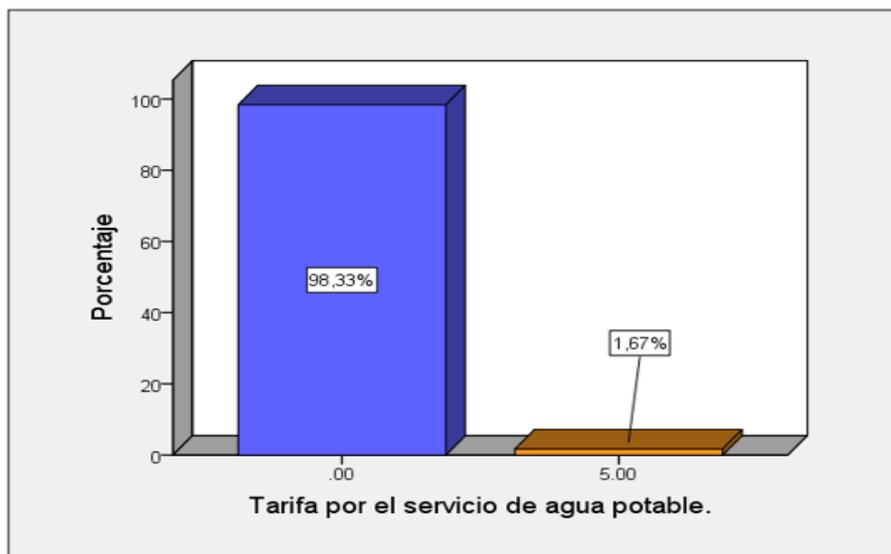
### **Pregunta 2:**

#### **¿cuánto pago por el servicio de agua en el año 2016?**

Para esta pregunta se realizó una encuesta cara a cara entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, de la cual se puede recolectar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

### **Figura 31**

*Tarifa por el servicio de agua potable.*



### **Análisis e interpretación:**

En la figura 31, nos se muestra claramente que de los 80 encuestados, el 100% son de la ciudad de Lampa, de los cuales el 98,33% asegura pagar la utilidad de líquido potable sin sol, el cual da preocupación porque no habrá costos de mantenimiento y operaciones de abastecimiento de agua potable, mientras que el 1,67% indicó que si pagara por el servicio de agua potable 5,00 nuevos soles, se aseguraría de mantener su urbanización en la ciudad de Lampa.

Porque la utilidad del líquido potable no cuenta con instalaciones completas. El análisis de confiabilidad para esta pregunta se realizó mediante el coeficiente de consistencia interna a través de la prueba alfa de Cronbach, que arrojó valores de correlación total de 0,62 para los elementos, que se consideran dudosos según la prueba alfa de Cronbach (George & Mallery, 2013).

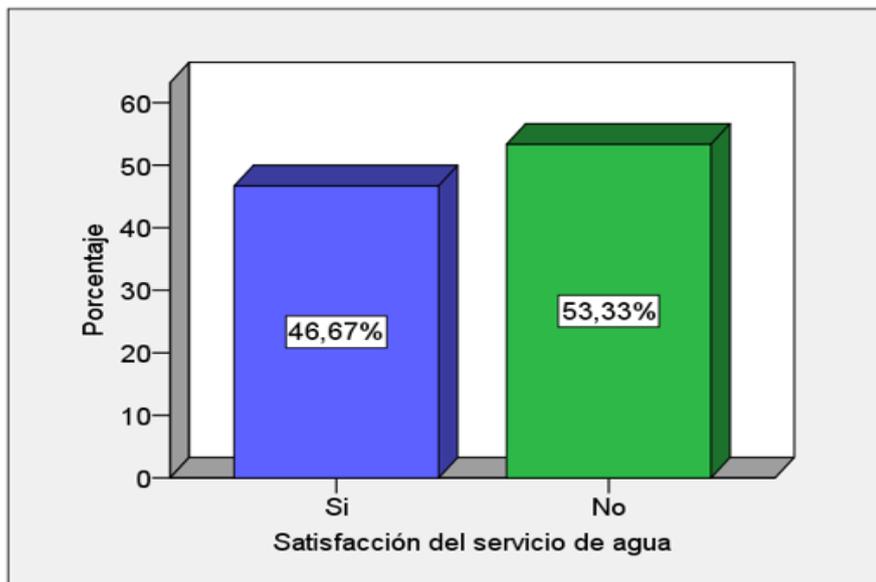
### **Pregunta 3:**

¿usted se siente satisfecho por no pagar por el servicio de agua?

Para esta pregunta se realizó una encuesta cara a cara entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, de la cual se puede recolectar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

### **Figura 32**

*Satisfacción del servicio de agua potable.*



### **Análisis e interpretación:**

En la figura 32, Esto se puede apreciar en los 80 encuestados, que representan el 100% de la ciudad de Lampa, donde el 46,67% de ellos dijo estar conforme con la utilidad de agua potable, mientras que el 53,33% de los encuestados dijo no estar satisfecho con

el agua potable. Prestación del líquido potable en la ciudad de Lampa, lo que generó gran interés en el servicio de líquido bebible en la ciudad de Lampa. Se realizó un análisis de confiabilidad para esta pregunta utilizando el coeficiente de consistencia interna de la prueba Alfa de Cronbach, que arrojó un total de 0,86 valores de correlación de ítems, que se consideran buenos según la prueba Alfa de Cronbach (George & Mallery, 2013).

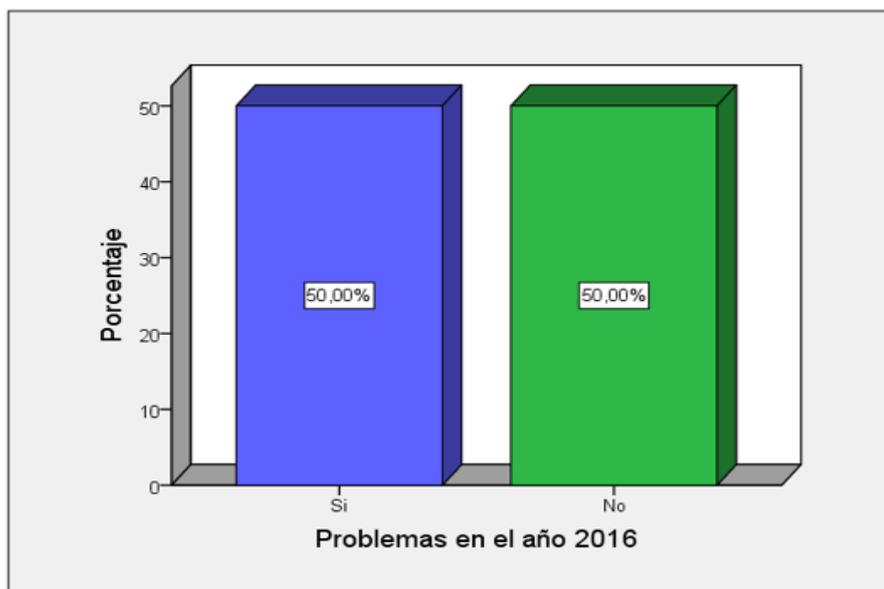
#### **Pregunta 4:**

¿usted tuvo problemas con el servicio del agua potable de la ciudad de lampa en el año 2016?

Para esta pregunta se realizó una encuesta cara a cara entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, de la cual se puede recolectar la siguiente información, que se presenta en el gráfico de barras a continuación.

#### **Figura 33**

*Problemas con el servicio de agua potable en el año 2016.*



#### **Análisis e interpretación:**

En la figura 33, Se analizó a 80 de los encuestados, que representan el 100% de la ciudad de Lampa, y se encontró que el 50% de los encuestados manifestó no tener ningún

problema con la prestación del líquido elemento en la ciudad de Lampa, mientras que el 50% manifestó que tenían un problema con la utilidad de líquido elemento, y eso es otra cosa. Una de las debilidades que notamos en nuestra investigación es que su problema sigue sin resolver debido a que el gobierno de la ciudad no le interesa a los Lampa. El análisis de confiabilidad para esta pregunta se realizó mediante el coeficiente de consistencia interna mediante la prueba alfa de Cronbach, que arrojó valores de correlación general de ítems de 0.92, lo que la hace excelente de acuerdo con. (George & Mallery, 2013).

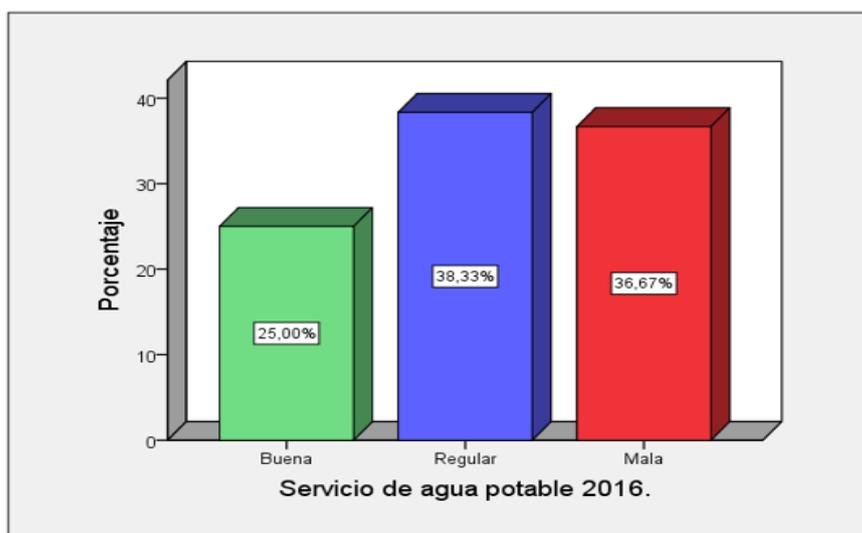
### **Pregunta 5:**

¿Cómo califica usted el servicio de agua potable en la ciudad de lampa?

Para esta pregunta Se realizó una encuesta presencial entre 80 beneficiarios que ocupan el 100% de la ciudad de Lampa, la siguiente información se puede recopilar a través del gráfico de barras a continuación.

### **Figura 34**

*Servicio de agua potable en el año 2016.*



### **Análisis e interpretación:**

Como se puede ver la figura 34, Se encuestó a 80 beneficiarios, que representan el 100% de la ciudad representada de Lampa, donde el 25% de ellos dijo que el servicio de agua potable era bueno, mientras que el 38,33% de los encuestados dijo que el servicio de agua potable era normal y el 36,67% de los encuestados dijo que el servicio de agua potable era deficiente. servicio de abastecimiento de agua que se preocupan por la ciudad de Lampa. El análisis de confiabilidad para esta pregunta se realiza utilizando el coeficiente de consistencia interna por la prueba Alfa de Cronbach, y el resultado es de 0,92 valores de correlación general para los ítems calificados como buenos (George & Mallery, 2013).

En general las galerías de infiltración captan las aguas subterráneas poco profundas, lo que, a su vez, puede estar conectado directamente con las aguas superficiales (Ponce, 2007). En tanto que será importante garantizar la sostenibilidad de los acuíferos de la zona por tratarse de aguas que provienen del río Lampa principalmente y su cuenca. Es recomendable que, para posteriores años por la incertidumbre climática (Pilares Hualpa, y otros, 2018), se considere mecanismos de adaptación a nivel de la cuenca, que garanticen la recarga del agua (Stehr, 2019). De este modo muchos autores como (Somers, y otros, 2018), indican que la infraestructura natural como las zanjas de infiltración se utilizan como una estrategia de adaptación al cambio climático en cuanto al manejo de los recursos hídricos; como mecanismos de retención y/o control (Albarracin, y otros, 2021). Otras medidas que se pueden implementar para garantizar la seguridad hídrica en la cuenca es la retribución por servicios ecosistémicos (Sone, y otros, 2019). Asimismo, una infraestructura hidráulica resiliente en sus diversos componentes, para el aseguramiento de la dotación de agua (Mortula, y otros, 2020).



## V. CONCLUSIONES

- La disponibilidad hídrica de galerías filtrantes de la ciudad de Lampa se determinó que es de 7 L/S medido en la captación de la galería filtrante N° I en el periodo de 2016; donde se determinó una tasa de escasez de agua de 20,83% en la ciudad de Lampa. Por otro lado, el agua tiene una cobertura de 19 horas al día y 7 días a la semana, además de que los factores que inclinan la disponibilidad de agua malas instalaciones ocasionado fugas de las instalaciones de tuberías en la ciudad de Lampa.
- Con respecto a las galerías filtrantes se propone 6 galerías para el incremento de la disponibilidad hídrica, con alta transmisibilidad, de esa manera el caudal obtenido de 1.8 L/S abastecerá al 100 % de población de la ciudad de Lampa. En lo socioeconómico de la ciudad Lampa se encuestó a 80 habitantes: el 33.0 % de ellos se dedican a la profesión de profesor, el 18 % se dedica a la agricultores y ganadería, el 13 % se dedica a la profesión de Médico Veterinario Zootécnico, el 10 % se dedican a la profesión de Técnico agropecuario y enfermería, el 9 % se dedican a la profesión de abogado y finalmente el 7 % se dedican a la profesión de ingeniero.
- De acuerdo a los resultados de la evaluación de la escasez de agua resulto de 20.83 % en las galerías filtrantes de la ciudad de Lampa, además se propone las alternativas de 6 galerías filtrantes que permitirán el incremento de la disponibilidad hídrica y dar la dotación de agua a la población de la ciudad de Lampa. Ya que es de vital importancia el correcto uso del agua y su cuidado, lo cual busca la conservación del líquido vital para generaciones futuras.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Lampa impartir constantemente charlas informativas, talleres de sociabilización sobre el uso adecuado del recurso natural, recomendado el manejo adecuado en diferentes actividades que realiza la población reutilizando el recurso hídrico y de esa manera impartir el uso adecuado de recurso hídrico en la ciudad de Lampa.
- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Lampa construir 6 galerías de filtros más para la cobertura del 100% de la población puedan utilizar el agua las 24 horas del día, los 7 días de la semana y garantizar una mejor calidad del agua potable. El problema de escasez de agua del 20,83% en la ciudad de Lampa se puede resolver construyendo más galerías de filtros, lo cual busca la conservación del líquido vital para generaciones futuras.
- Se recomienda a la población usuaria tengan una cultura educativa sobre el ahorro del líquido elemental, debido a que el cambio climático afecta el ciclo del agua, provocando sequías en muchos lugares, siendo uno de las problemáticas que desencadenaría una crisis en la ciudad de Lampa.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Rojas, G., & Iza, A. (2009). *Gobernanza de Aguas Compartidas*. Suiza.
- Aguro, M. (2021). *Mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad Loma Saavedra, distrito Aguas Verdes - Zarumilla - Tumbes – 2020*. Tumbes. Obtenido de <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/2618>
- Albarracin, M., Ramon, G., Gonzales, J., Iñiguez, C., Zakaluk, T., & Rosillo, S. (2021). The Ecohydrological Approach in Water Sowing and Harvesting Systems: The Case of the Paltas Catacocha Ecohydrology Demonstration Site, Ecuador. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 21(3), 454-466. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2021.07.007>.
- Aliaga, I., & et al. (2007). *Las galerías, construcciones para alumbrar agua de freáticos próximos en el NE de la región de Murcia: minados con espejuelos en jumilla*.
- Antonio Enciso Gutierrez. (N/R). *Tema de Investigación: Posibilidades de replicabilidad actual de los acueductos nazca y de la andenería precolombina en el Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima - Perú.
- Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México.
- Apaza, P. (2015). *Diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores - Cabanilla - Lampa - Puno*. Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4580>
- Armanda, A., & Barquinero, E. (2005). *Determinación de tamaño y distribución de poro en medios filtrantes*. Cuba.
- Aruquipa, J. (2015). *Tema de Investigación: Relación entre la disposición a pagar y los factores socioeconómicos de los pobladores usuarios de agua potable de la ciudad de Yunguyo*. Puno.
- Badii, M. H., J. Landeros, & E. Cerna. (Octubre 2017 - Marzo 2008). *Tema de Investigación : El recurso agua y sustentabilidad*.
- Breña Puyol, A. F., & Jacobo Villa, M. A. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial*. México.



- Castillo, R., & et al. (2002). *Galerias Filtrantes*. México.
- Chereque Morán, W. (2003). *Hidrología*. Lima.
- Chui, M., & et al. (2021). *Hydrogeochemistry of the Thermal Springs of Pojpoquilla*. Puno. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/906/1/012126/pdf>
- Coduto, D. (1999). *Geotechnical Engineering: Principles and Practices*. California.
- Comisión Nacional del Agua. (1999). *Manuel de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México.
- Custodio, E., & Llamas, R. (1999). *Aguas subterráneas*. Obtenido de [https://www.academia.edu/41067940/Custodio\\_Llamas\\_Tomo](https://www.academia.edu/41067940/Custodio_Llamas_Tomo)
- Decreto Legislativo N° 1280. (29 de diciembre de 2016). Decreto Legislativo que Aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. *Diario Oficial el Peruano*.
- Espinoza, M., & Espinoza, K. (2016). *Tema de Investigacion: Análisis Comparativo entre los Sistemas de Galerias Filtrantes y Pozos Profundos en la etapa de Captacion y Conduccion para el Mejoramiento del Abastecimiento de Agua Potable en el Distrito de Ica, Sector N° 4 Santa Maria*. Lima.
- Esquivel, S. (2021). *Diseño de una galería filtrante para el sistema de abastecimiento de agua utilizando captaciones subterráneas en la microcuenca de Jahuamayo, Cusco, 2021*. Cusco. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77328>
- Flores, J. (2020). El Desencuentro de la Concepción Sobre la Prestación de los Servicios de Saneamiento de Agua Potable Entre el Poblador Rural y la Regulación de la Cuota Familiar. *Tesis de Pregrado*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Flores, J., & et al. (2004). *Diseño de Obras para la Conservación de Agua y Suelo*. Chile.
- George, D., & Mallery, P. (2013). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 11.0 update( 4th ed..)*.
- Gonzales, V. A., & Alejo, R. A. (2008). *Desarrollo de cuencas de alta montaña*. UNA Puno.



- Hernández Sampieri, D., Fernandez Collado, D., & Baptista Lucio, D. (2014). *Metodología de la Investigación 6ta edición*. Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.
- INEI. (2016). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*.
- INEI. (2020). Informe Técnico “Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico”. *Informe Técnico*. Lima - Peru.
- Instituto de hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales. (2015). *Principios Básicos para el conocimiento y Monitoreo de las Aguas Subterráneas en Colombia*. Colombia.
- López, J. (1999). *Tema de Investigación: El agua en el sureste península durante la época romana. Su aprovechamiento para la agricultura*.
- Mamani, A., & et al. (2019). *Niveles de Aguas Subterráneas en piseometrod*. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/534666372/Mamani-Ramos-Alan-Percy>
- Mamani, E., & et al. (2016). *Zona de Recarga Hidrica*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/517474468/631591464194379trabalho-zonas-de-recarga-hidrica-jose-mamani-2016-1-1>
- Montalvo, I. (2008). *Tema de Investigación: Diseño óptimo de sistemas de distribución de agua mediante Particle Swarm Optimization*. Valencia.
- Montaño Xavier, J., & Collazco Caraballo, M. P. (2012). Montavideo, Uruguay.
- Mortula, M. M., Ahmed, M. A., Sadri, A. M., Ali, T., Ahmad, I., & Idris, A. ( 2020). Improving resiliency of water supply system in arid regions: Integrating centrality and hydraulic vulnerability. *Journal of Management in Engineering*, 36(5), 05020011. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000817](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000817).
- Municipalidad Provincial de Lampa. (2010). *Expediente Tecnico MASIAPAL*. Lampa.
- OPS/CEPIS/02.61/UNATSABAR. (2002). *Manual de Diseño de Galerías Filtrantes*.
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). *Aguas Subterráneas - Acuíferos*. Lima.
- Pilares Hualpa, I. A., Montalvo, N., Mejia, M., Guevara-Perez, E., Fano, M., & Alfaro, A. (2018). Evaluation of water availability in the Cabanillas river basin of the



- Peruvian Altiplano under regionalized climatic scenarios. *INGENIERIA UC*, 25(2), 307-319.
- Ponce, V. M. (2007). Sustainable yield of groundwater. *California Department of Water Resources*.
- RNE. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima.
- Rodríguez, P. (2001). *Abastecimiento de agua*.
- Somers, L. D., McKenzie, J. M., Zipper, S. C., Mark, B. G., Lagos, P., & Baraer, M. (2018). Does hillslope trenching enhance groundwater recharge and baseflow in the Peruvian Andes?. . *Hydrological Processes*, , 32(3), 318-331. <https://doi.org/10.1002/hyp.11423>.
- Sone, J. S., Gesualdo, G. C., Zamboni, P. A., Vieira, N. O., Mattos, T. S., Carvalho, G. A., & Oliveira, P. T. (2019). Water provisioning improvement through payment for ecosystem services. . *Science of the Total Environment*, 655, 1197-1206. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.319>.
- Stehr, C. (2019). Recursos hídricos en Chile: impactos y adaptación al cambio climático. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32329>.
- Villón Béjar , M. (2002). *Hidrología*. Lima - Perú.
- Whitlow, R. (1998). *Mecánica de suelos*. 587.
- Yana, W. (2020). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, en el sistema de abastecimiento de agua potable en la Ciudad de Azángaro, Puno - 2017. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6124>



## ANEXOS



**Anexo 01:** Cuestionario de servicios de agua potable en la ciudad de Lampa.

Cuestionario dirigido a los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Lampa.  
para conocer la perspectiva del servicio.

Encuestador: .....Fecha:...../...../.....

**1. ¿Cuántos meses al año dispone de agua a través de su conexión domiciliaria en el año 2016?**

- 6 meses
- 9 meses
- 12 meses

**2. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua a través de su conexión domiciliaria en el año 2016?**

- 7 días
- 6 días
- 5 días

**3. ¿Cuántas veces al día hace el uso del servicio de agua?**

- 5 veces
- 10 veces
- más de 15 veces

**4. ¿Cuántas horas por días dispone de agua potable?**

- 6 horas
- 12 horas
- 18 horas
- 24 horas

**5. ¿usted está de acuerdo con el tiempo de servicio de agua?**

- SI
- NO



**Anexo 02:** Cuestionario a los usuarios por los servicios de agua potable en la ciudad de Lampa.

Cuestionario dirigido a los usuarios del servicio de agua potable de la Ciudad de Lampa. para conocer la perspectiva del servicio.

Encuestador: .....Fecha: ...../...../.....

**1. ¿usted pago por el servicio de agua en el año 2016?**

SI

NO

**2. ¿Si su Respuesta es SI, Cuanto Pago?**

s/.2.00 nuevos soles por mes

s/.5.00 nuevos soles por mes

s/.10.00 nuevos soles por mes

**3. ¿usted se siente satisfecho por no pagar por el servicio de agua?**

SI

NO

**4. ¿usted tuvo problemas con el servicio del agua potable de la ciudad de Lampa en el año 2016?**

SI

NO

**5. ¿Cómo califica usted el servicio de agua potable en la ciudad de Lampa?**

Buena

Regular

Mala



**Anexo 03:** Cuestionario a los usuarios sobre ingresos económicos y estudios de la ciudad de Lampa.

Cuestionario dirigido a los usuarios del servicio de agua potable de la Ciudad de Lampa, para determinar la disponibilidad hídrica de galerías filtrantes y factores que influyen en la disponibilidad hídrica.

**Información Básica de la Ciudad de Lampa.**

Encuestador (a): .....

Fecha de Entrevista: ..... / ..... / .....

Departamento: ..... Provincia: ..... Distrito: .....

Dirección: .....

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre ( ) Madre ( ) otro .....

**1. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?**

( ) 0 a 5 personas

( ) 6 a 10 personas

**2. ¿Qué nivel de grado de instrucción tiene usted?**

( ) Analfabeto ( ) Primaria ( ) Secundaria

( ) Tecnológico ( ) Universitario

**3. ¿Cuál es su profesión?**

( ) Abogado ( ) Ingeniero ( ) Medico

( ) Profesor ( ) Enfermera ( ) Otros .....

**4. ¿Podrías decirme el ingreso mensual de tu familia?**

( ) 100 a 350 soles

( ) 351 a 500 soles

( ) 501 a 1000 soles

( ) 1001 a 1500 soles

( ) 1501 a 2000 soles

**5. ¿Qué cantidad de agua recibe usted al día?**

( ) Suficiente

( ) Insuficiente

**6. ¿Si, la respuesta es insuficiente, estaría usted de acuerdo en pagar por los servicios de agua?**

( ) SI

( ) NO

## Anexo 04: Fotografías para la evidencia en la ciudad de Lampa

**Imagen N° 01:**



**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

Se recaba información mediante las encuestas a los usuarios de la Av. C.J. Belón, teniendo en cuenta nuestra población muestral de la investigación, en la Ciudad de Lampa.

**Imagen N° 02:**



**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

También se recogió información con las encuestas a los beneficiarios del Jr. B. Aguirre, de la Ciudad de Lampa.

**Imagen N° 03:**



**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

Se procedió a recabar información mediante las encuestas a los usuarios del Jr. Municipalidad, de la Ciudad de Lampa.

**Imagen N° 04:**



**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

Se procedió a recoger la información con las encuestas a los usuarios del Jr. Juan José calle, de la Ciudad de Lampa.

**Imagen N° 05:**



**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

Se recaba información mediante las encuestas a los usuarios del Jr. Lima, teniendo en cuenta nuestra población muestral de la investigación.

**Imagen N° 06:**



**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

En la fotografía se observa la defensa rivereña de la ciudad de lampa

**Imagen N° 07:**



**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

Se procedió a verificar el estado actual del rio de la Ciudad de Lampa.

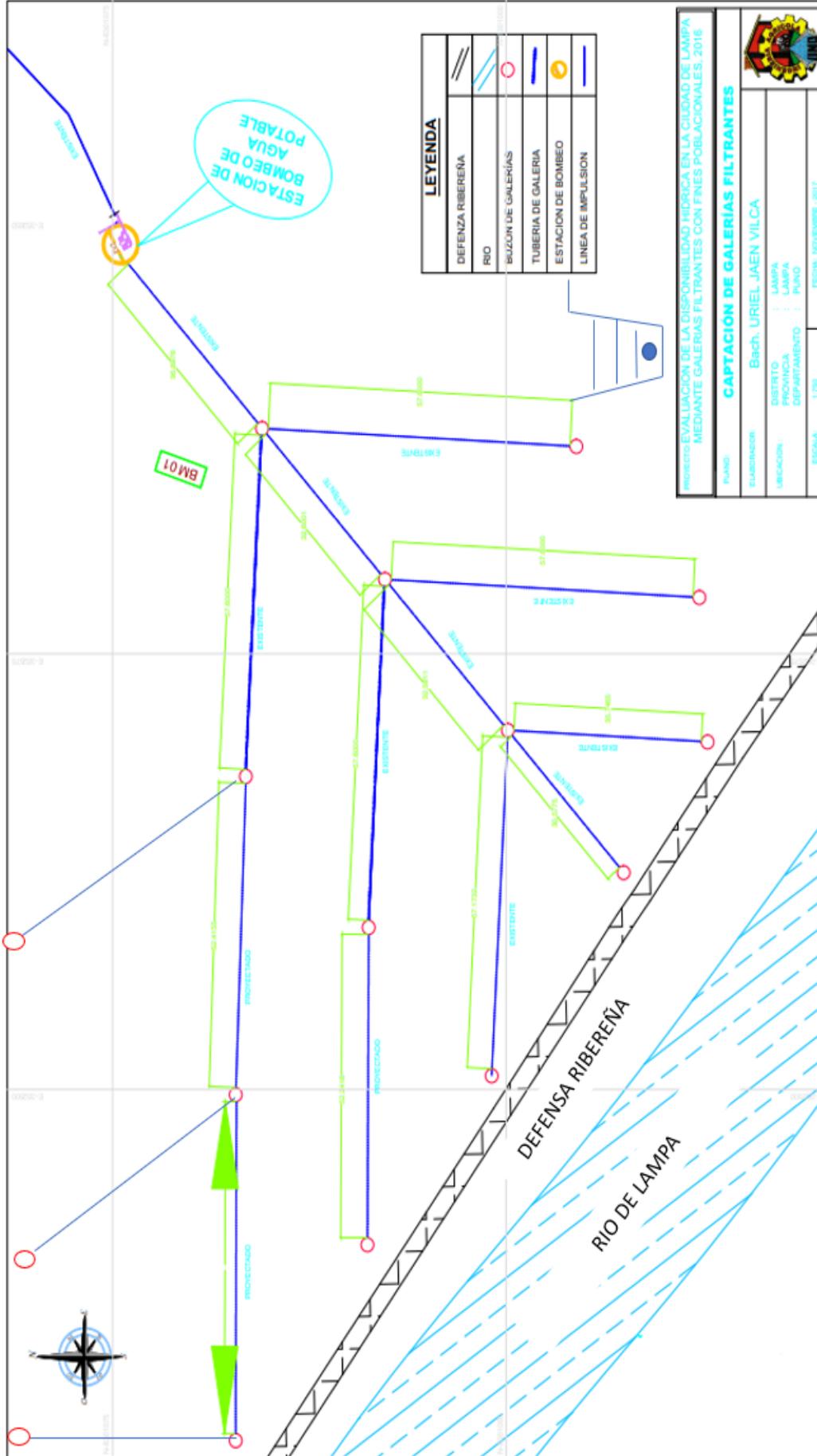
**Imagen N° 08:**



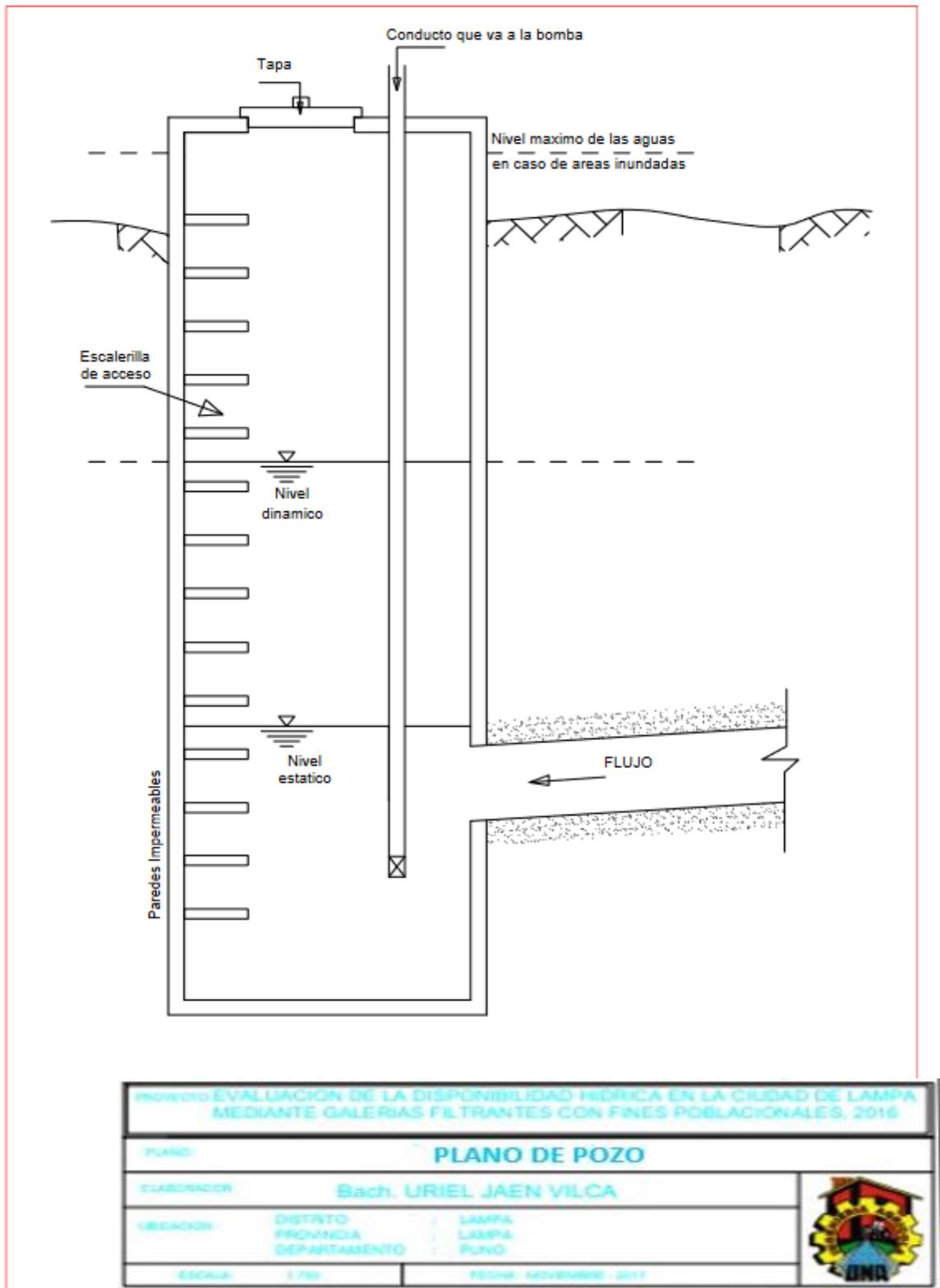
**Encuestador:** Uriel Jaen Vilca

De la misma forma se verifica la captación de las galerías filtrantes en la zona, en la Provincia de Lampa.

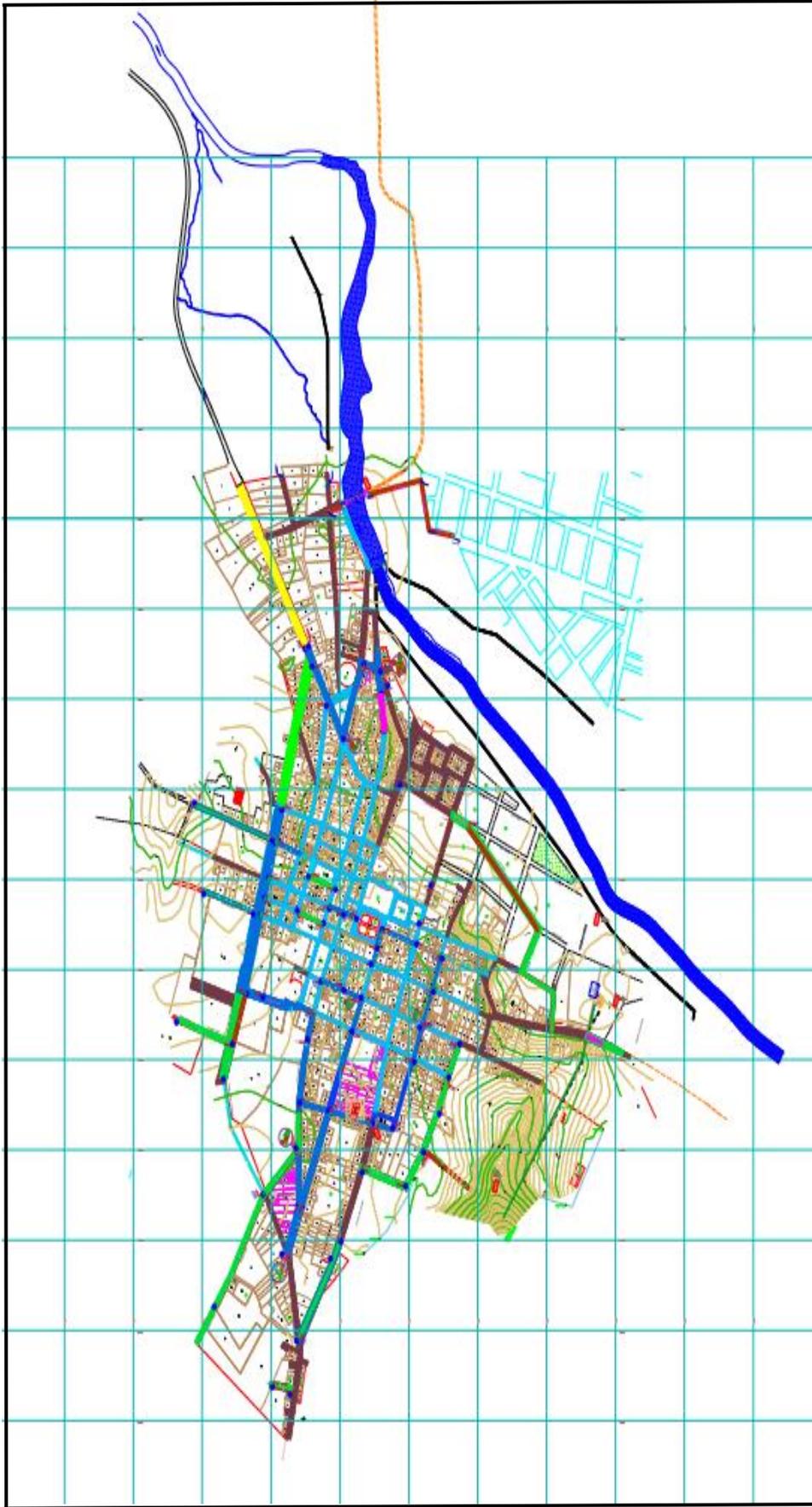
Anexo 05: Captación y proyección de galerías filtrantes de Lampa.



**Anexo 06:** Plano del pozo de galerías filtrantes de la ciudad de Lampa.



Anexo 07: Plano del sistema de agua potable de la ciudad de Lampa.





### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo URIEL JAEN VILCA,  
identificado con DNI 45958546 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD HIDRICA EN LA CIUDAD  
DE LAMPA MEDIANTE GALERIAS FILTRANTES CON FINES  
POBLACIONALES, 2016 "

Es un tema original.

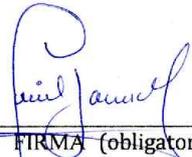
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 12 de ENERO del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo URIEL JAEN VILCA  
identificado con DNI 45958546 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD HIDRICA EN LA CIUDAD DE LAMPA MEDIANTE GALERIAS FILTRANTES CON FINES POBLACIONALES, 2016 "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 12 de ENERO del 20 24

  
FIRMA (obligatoria)



Huella