



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**DIAGNÓSTICO DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA
MEJORAR EL CAUDAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
MEDIANTE GALERÍAS FILTRANTES EN LA LOCALIDAD DE
LARAQUERI DEL DISTRITO DE PICHACANI - PUNO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JOHAN NAPOLEON CHOQUEHUANCA RAMOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

DIAGNÓSTICO DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA MEJORAR EL CAUDAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE GALERÍAS FILTRANTES EN LA LOCALIDAD DE LARAQUERI DEL DISTRITO DE PICHACANI - PUNO

AUTOR

JOHAN NAPOLEON CHOQUEHUANCA RAMOS

RECuento DE PALABRAS

16285 Words

RECuento DE CARACTERES

93388 Characters

RECuento DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.5MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 19, 2023 11:38 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 19, 2023 11:40 AM GMT-5

● **17% de similitud general**

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

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Ing. Edilberto Velarde Coaquira



Resumen



DEDICATORIA

A MIS PADRES:

LUCHO CHOQUEHUANCA COLQUE Y
JUANA RAMOS CCOPA, a que a través sus
enseñanzas y sacrificio diario me permitieron
cumplir este importante objetivo.

A MIS HERMANOS:

WILLIAM DENILSON, JULIA MILAGROS,
GIOVANI FABRICIO. Por su apoyo,
comprensión y ayuda que me brindaron en todo
momento.

Johan Napoleón Choquehuanca Ramos



AGRADECIMIENTOS

Estoy agradecido a Dios por la existencia que me ha otorgado y por alcanzar el logro de mi carrera. Agradezco a mis padres por ser una fuente de inspiración, fuerza y apoyo constante. Quiero que sientan orgullo del éxito que he alcanzado. También quiero agradecer a mis hermanos, quienes siempre estuvieron presentes en cada etapa de mi vida, guiándome en mis estudios y ofreciéndome valiosos consejos para mi crecimiento personal y profesional.

Expreso mi cordial agradecimiento a mi asesor, Dr. Edilberto Velarde Coaquira, por los aportes y orientación brindada en el desarrollo de la presente tesis. Teniendo como cualidades la sencillez y humildad que son las características de los que hacen de su vida una constante construcción de conocimientos.

Mi agradecimiento a los integrantes de la Junta Administradora de Servicio de Saneamiento de la Localidad de Laraquei del Distrito de Pichacani donde se realizó la presente tesis, quienes brindaron colaboración y apoyo para la toma de datos.

A las personas que participaron en el levantamiento de información de campo.

Johan Napoleon Choquehuanca Ramos



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1.1. Problema general	17
1.1.2. Problema específico	18
1.2. HIPÓTESIS.....	18
1.2.1. Hipótesis general.....	18
1.2.2. Hipótesis específicas	18
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4. OBJETIVOS	20
1.4.1. Objetivo general.....	20
1.4.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACION.....	21



2.1.1. Internacionales	21
2.1.2. Nacionales.....	21
2.1.3. Regionales.....	24
2.2. MARCO TEÓRICO	26
2.2.1. Diagnostico	26
2.2.2. Disponibilidad hídrica.....	26
2.2.2.1. Cantidad de agua	26
2.2.2.2. Calidad de agua.	27
2.2.3. Sistema de agua potable.....	28
2.2.3.1. Captación.....	29
2.2.3.2. Líneas de conducción	30
2.2.3.3. Reservorio de almacenamiento.....	32
2.2.3.4. Redes de distribución	33
2.2.3.5. Conexiones domiciliarias	34
2.2.4. Métodos de diagnostico	35
2.2.4.1. Sistema de información regional de agua y saneamiento- SIRAS	35
2.2.4.2. Indicadores utilizados para el diagnóstico del sistema.....	36
2.2.5. R.M N°192 – 2018 – Vivienda: Norma técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.....	36
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	41
2.3.1. Agua.....	41
2.3.2. Fuente de abastecimiento	41
2.3.3. Manantial	41
2.3.4. Agua potable	41
2.3.5. Sistema de agua potable.....	42



2.3.6. Diagnostico	42
2.3.7. Calidad de agua.....	42
2.3.8. Galerías filtrantes	42

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES.....	44
3.1.1. Materiales de escritorio y equipos	44
3.1.2. Software	44
3.2. ZONA DE ESTUDIO	45
3.2.1. Limites.....	45
3.2.2 Vías de comunicación y accesibilidad	46
3.3. METODOLOGIA.....	47
3.3.1. Tipo de investigación.....	47
3.3.2. Población y muestra.....	47
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	47
3.5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LARAQUERI.....	49
3.5.1. Ubicación	49
3.5.2. Cobertura de servicio	49
3.5.3. Cantidad de agua.....	50
3.5.4. Continuidad de servicio	50
3.5.5. Estado de infraestructura.....	50
3.5.6. Calidad de agua.....	50
3.6. FORMULACIÓN DE PROPUESTA DE DISEÑO PARA CUBRIR LA DEMANDA POBLACIONAL.....	52



3.6.1. Datos de campo.....	53
3.6.1.1. Transmisibilidad (T).....	53
3.6.1.2. Pendiente del acuífero (S).....	53
3.6.2. Diseño de galerías filtrantes.....	53
3.6.2.1. Caudal de diseño:	53
3.6.2.2. Cálculo de la longitud de la zona de filtración (Longitud del Ramal)	53
3.6.2.3. Determinación de la lámina de agua	54
3.6.2.4. Diámetro de tubería de galería filtrante.....	54
3.6.2.5. Determinación del número de anillos y orificios por ramal	55
3.6.2.6. Numero de anillos por ramal	55
3.6.2.7. Determinación del área abierta por ramal (área por orificio)	55
3.6.2.8. Cálculo del área total de los orificios	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE LARAQUERI.....	57
4.1.1. Estado del sistema.....	57
4.2. PROPUESTA DE MEJORA DEL CAUDAL DISPONIBLE PARA CUBRIR LA DEMANDA POBLACIONAL.	64
4.2.1. Diseño de la Galería Filtrante	65
4.2.1.1. Determinación del caudal de diseño.....	65
4.2.1.2. Determinación de la lámina de agua	66
4.2.1.3. Dimensionamiento del conducto principal.....	67
4.2.1.4. Dimensionamiento de los ramales.....	68



4.2.1.5. Determinación del número de anillos y orificios por ramal	68
4.2.1.6. Determinación del área abierta por ramal.....	69
V. CONCLUSIONES	72
VI. RECOMENDACIONES	73
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	79
Anexo 1. Cuestionario sobre Estado de Sistema de Abastecimiento de agua	80
Anexo 2. Procesamiento de datos de encuesta	92
Anexo 3. Resultados de los parámetros analizados	104
Anexo 4. Prueba de infiltración de acuífero	108
Anexo 5. Parámetros de diseño de galerías filtrantes	112
Anexo 6. Toma de la muestra del punto representativo de la línea de distribución de la localidad de Laraqueri (UTM 0386011.00E – 8214224.00S)	114
Anexo 7. Toma de coordenadas para la ubicación de las galerías filtrantes	115
Anexo 8. Vista del Rio Morocollo en diferentes ángulos.....	116
Anexo 9. Captacion Imaña	117
Anexo 10. Planos.....	117

Área: Ingeniería y tecnología

Línea: Ingeniería de infraestructura rural

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 de Julio de 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Línea de conducción.....	31
Figura 2. Almacenamiento superficial.....	33
Figura 3. Conexiones domiciliarias	34
Figura 4. Galería Filtrante.....	39
Figura 5. Mapa de Ubicación de la localidad de Laraqueri	45
Figura 6. Vías de Comunicación y accesibilidad al área en estudio.....	46
Figura 7. Punto de muestreo estratégico en la red de distribución	51
Figura 9: Número de anillos y orificios por ramal	55
Figura 10: Grafico de indicadores y puntajes	62
Figura 11. Espesores de Capas de la galería filtrante	67
Figura 12: Número de anillos y orificios por ramal	68



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros obligatorios a analizar	28
Tabla 2. Principales diferencias entre aguas subterráneas y superficiales.	30
Tabla 3. Clasificación para estado de sistema.	36
Tabla 4. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria.....	37
Tabla 5. Dotación según tipo de opción tecnológica	38
Tabla 6: Valores de conductividad hidráulica	40
Tabla 7. Cuadro de elementos de un acuífero.....	40
Tabla 8. Vías de Comunicación y accesibilidad al área en estudio	46
Tabla 9. Parámetros físico químicos y microbiológicos obligatorios.....	52
Tabla 10. Espesores de capas.....	54
Tabla 11. Resultado de los parámetros físico químicos y microbiológicos obligatorios analizados	59
Tabla 12. Estado de sistema.....	62
Tabla 13. Determinación del Caudal de diseño	65
Tabla 14. Diseño de conducto principal	70
Tabla 15. Diseño de ramales	70
Tabla 16. Diseño de orificios	70



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

MVCS	: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
CEPIS	: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
OPS	: Organización Panamericana de la Salud
EPA	: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
JASS	: Junta administradora de servicios de saneamiento
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
MINSA	: Ministerio de Salud
Ph	: Potencial de Hidrogeno
C	: Color
T	: Turbiedad
CR	: Cloro Residual
CT	: Coliformes totales
CF	: Coliformes fecales
NMP	: Numero Mas Probable
LMP	: Límites Máximos Permisibles
UNT	: Unidades Nefelométricas
Q	: Caudal
Qmd	: Caudal Máximo Diario
CH	: Conductividad Hidráulica
Ø	: Diámetro
L	: Longitud
S	: Pendiente
SIRAS	: Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento



RESUMEN

El presente estudio se realizó a razón de que, en la localidad de Laraqueri existe un déficit hídrico lo cual se debe a un mal estado en las unidades de captación, almacenamiento, distribución y demás aspectos que genera un inadecuado funcionamiento del sistema de agua potable. La presente investigación tiene por finalidad realizar el diagnóstico de la disponibilidad hídrica del sistema de abastecimiento de agua potable y propuesta de mejorar el caudal disponible en la localidad de Laraqueri del distrito del Pichacani-Puno, la metodología utilizada para la investigación es el Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRAS) el cual nos permite conocer a través de su encuesta el estado de sistema de abastecimiento de agua potable, así también se propone una captación mediante galerías filtrantes tomando como referencia el RM. N° 192-VIVIENDA (2018). Asimismo, los resultados muestran un puntaje de 2.73 en el estado de sistema y con respecto a la propuesta de galerías filtrantes se diseñó para una vida útil de 20 años con un Qmd de 1.50lps, comprendiendo 3 ramales de 5m y Q de 0.50 c/u, con \varnothing 6 pulgadas de diámetro y el ramal principal de 20.00m de \varnothing 8 pulgadas de diámetro y pendientes del 3%; comprendiendo 2500 orificios por ramal de \varnothing 5.00mm, separadas por anillos de \varnothing 10.00mm. Según los resultados se concluye que el sistema de abastecimiento está en proceso de deterioro, asimismo respecto a la propuesta de captación de galerías filtrantes, está previsto para una población futura al año 2041 para 4466 habitantes, lo cual requiere 3.232 lps, en base a esta demanda se tiene en la captación Imaña un caudal de 1.53 lps y el caudal de las galerías filtrante 1.5 lps, por lo que el caudal se incrementa en 3.03 lps, suficiente para abastecer al sistema de agua potable.

Palabras Clave: Diagnóstico, estado de sistema, galerías filtrantes, sistema de agua potable.



ABSTRACT

The present study was carried out because, in the town of Laraqueri, there is a water deficit which is due to a poor condition in the collection, storage, distribution units and other aspects that generates an inadequate functioning of the drinking water system. The purpose of this investigation is to carry out the diagnosis of the water availability of the drinking water supply system and proposes to improve the available flow in the town of Laraqueri in the Pichacani-Puno district, the methodology used for the investigation is the Regional Information System in Water and Sanitation (SIRAS) which allows us to know through its survey the state of the drinking water supply system, as well as a collection through filtering galleries taking the RM as a reference. N° 192-HOUSING (2018). Likewise, the results show a score of 2.73 in the state of the system and with respect to the proposal of filtering galleries, it is recommended for a useful life of 20 years with a Qmd of 1.50lps, comprising 3 branches of 5m and Q of 0.50 c/ u, with ϕ 6 inches in diameter and the main branch of 20.00m with ϕ 8 inches in diameter and slopes of 3%; comprising 2500 holes per branch of ϕ 5.00mm, separated by rings of ϕ 10.00mm. According to the results, it is concluded that the supply system is in a process of deterioration, with respect to the proposal for capturing filtering galleries, it is planned for a future population of 4,466 inhabitants by the year 2041, which requires 3,232 lps, based on this. There is a demand in the Imaña catchment with a flow of 1.53 lps and the flow of the filtering galleries 1.5 lps, so the flow increases by 3.03 lps, enough to supply the drinking water system.

Keywords: Diagnosis, system status, filtering galleries, drinking water system.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso invaluable, valioso y limitado en la vida humana, este necesita un manejo y protección especial, por lo cual se debe garantizar el adecuado abastecimiento a las comunidades, centros poblados, entre otros; garantizando su calidad y en suficientes cantidades (Guzman & Ruiz, 2019). El crecimiento demográfico acelerado de las poblaciones urbanas ha provocado serios problemas en la cobertura y calidad del servicio de abastecimiento de agua. (Meneses & Reyes, 2007). La falta de acceso a agua de calidad ha conllevado a enormes consecuencias para la salud y el bienestar humano conduciendo a enfermedades gastrointestinales (diarrea) e inclusive ocasionar la muerte (Quiliche, 2013).

En el distrito de Pichacani de la Provincia de Puno no cuentan con estudios referidos al diagnóstico de sistemas de agua para consumo humano en comunidades rurales y centros poblados (localidades), para el planteamiento de propuestas que conllevara a la mejora del sistema de abastecimiento del agua en cantidades suficientes y calidad adecuada.

La localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani no es ajena a esta situación que se viene suscitando con respecto al agua, donde la población de la localidad de Laraqueri existe una disponibilidad hídrica limitada, debido al mal estado en el que se encuentra el sistema, encontrándose deficiencias desde las captaciones, reservorio, líneas de conducción, aducción y distribución, así también la escasa cantidad de agua que proviene de las captaciones existentes, siendo causales del deterioro del sistema; Esta situación, se encuentra estrechamente relacionada con la presencia de enfermedades gastrointestinales y parasitarias; es por ello que en el presente trabajo de investigación titulado “Diagnóstico



de la disponibilidad hídrica del sistema de agua potable y propuesta para mejorar el caudal disponible y la calidad mediante galerías filtrantes en localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno” donde se realizó el diagnóstico del sistema existente de agua potable y posteriormente presentar una propuesta de solución técnica y económicamente viables para mejorar el caudal disponible y la calidad del agua; para ello se recopiló información de las entidades, de artículos, libros, tesis, expediente técnicos, entrevistas, entre otros, para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación.

El trabajo de investigación está constituido por cuatro capítulos, que a continuación se menciona; el capítulo I, introducción, delimita el problema de estudio, formulando el problema, hipótesis, justificación y especificando los objetivos alcanzados que esboza la importancia del estudio. Así mismo el capítulo II, detalla temas relacionados al tema de estudio, antecedentes del estudio, Marco teórico y los términos básicos, prosiguiendo con el capítulo III, donde se considera aspecto metodológico de la investigación donde se precisó el tipo y diseño de investigación, técnicas e instrumentos, población y muestra, procedimientos y procesamientos de datos. Y el capítulo IV, donde se detalla los resultados a los que se ha llegado en el presente trabajo de investigación, y la discusión respectiva. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones más importantes de la investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, el agua para satisfacer distintas necesidades se transforma en un recurso indispensable. Aproximadamente 1,1 mil millones de personas no tienen acceso a agua de calidad, y cerca de 2 millones de personas, la mayoría de ellos niños menores de cinco años, mueren todos los años debido a enfermedades diarreicas ocasionadas por el consumo de agua no apta, siendo los más afectados las poblaciones de los países en



desarrollo que viven en condiciones de extrema pobreza, tanto en áreas periurbanas como rurales, (OMS, 2019). La falta de atención prioritaria al sector, la insuficiencia de recursos financieros y la falta de sostenibilidad en los servicios de suministro de agua y saneamiento son los principales desafíos que contribuyen a esta situación, los malos hábitos de higiene y el saneamiento inadecuado de entidades públicas como hospitales, centros de salud y escuelas.

La localidad de Laraqueri del Distrito de Pichacani-Puno no es ajena a esta problemática ya que se tiene un déficit hídrico, con prestación de servicio de agua potable restringido de 2 horas al día debido, a un mal estado en las unidades de captación, almacenamiento, distribución y demás aspectos que genera un inadecuado funcionamiento del sistema de agua potable Laraqueri. Los factores como el cambio climático y alta tasa de crecimiento demográfico de la localidad en los últimos años, suman a la problemática presente, por lo que con el presente estudio se trata de aliviar el desconocimiento que existe a cerca de la disponibilidad hídrica en el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Laraqueri.

Ante la problemática presentada se vio por conveniente realizar un diagnóstico al sistema de agua potable Laraqueri para presentar propuesta de mejoras que garantice un adecuado servicio a los usuarios de la localidad de Laraqueri del Distrito de Pichacani-Puno.

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la disponibilidad hídrica del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Laraqueri del distrito del Pichacani-Puno?



1.1.2. Problema específico

¿Cuál es el estado actual del sistema de abastecimiento agua potable en la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno?

¿Buscar cuál es la mejor alternativa para cubrir la demanda poblacional de la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno?

1.2. HIPÓTESIS

1.2.1. Hipótesis general

El diagnóstico de la disponibilidad hídrica del sistema de abastecimiento de agua potable servirá para conocer en qué estado se encuentra el sistema y buscar alternativas de mejora del caudal disponible de prestación de servicio en la localidad de Laraqueri del distrito del Pichacani-Puno.

1.2.2. Hipótesis específicas

Con el diagnóstico mediante el Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento se determinará el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable en la Localidad de Laraqueri.

Por las características de la zona, la captación de agua subsuperficial mediante galerías filtrantes cubrirá la demanda requerida por la población de la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno.



1.3. JUSTIFICACIÓN

En la localidad de Laraqueri se tiene déficit hídrico en la prestación de servicio de agua potable y/o insuficiencia de disponibilidad hídrica, este problema se debe a una combinación de factores, como la falta de fuentes de agua adecuadas, la sobreexplotación de los recursos hídricos, la contaminación del agua o la falta de infraestructura de almacenamiento y distribución eficiente. En el caso específico en la localidad de Laraqueri, esta situación puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de la población y en el desarrollo. El diagnóstico de la disponibilidad hídrica es fundamental para comprender la magnitud del problema y buscar alternativas de solución. El estudio y la propuesta para mejorar la disponibilidad hídrica en la localidad de Laraqueri contribuyen a garantizar este derecho básico para los habitantes.

La importancia y actualidad del tema radican en abordar un problema crucial como es el déficit hídrico y calidad de prestación de servicio del agua potable en la localidad de Laraqueri, lo cual tiene implicaciones en la salud, el desarrollo sostenible y los derechos humanos, por ende dicho trabajo de investigación denominado: “Diagnostico de disponibilidad hídrica para mejorar el caudal de abastecimiento de agua, mediante galerías filtrantes en la localidad de Laraqueri del Distrito de Pichacani - Puno”, va referido directamente para la realización de un diagnóstico sobre la situación actual del sistema hidráulico actual, verificando sobre los problemas de abastecimiento, calidad y proponiendo una nueva fuente de abastecimiento, para que la población pueda gozar de agua en cantidades suficientes y de calidad acorde a los parámetros establecidos por la normatividad vigente.

Además, el diagnóstico y las soluciones propuestas pueden servir como modelo o referencia para otras comunidades que enfrenten desafíos similares en relación con la



disponibilidad y calidad del agua potable. Los resultados y las lecciones aprendidas pueden ser compartidos y aplicados en otras áreas geográficas con problemas similares, lo que amplía el impacto y la relevancia del estudio.

Finalmente, la investigación ofrece beneficios metodológicos al aplicar enfoques interdisciplinarios y metodologías específicas y beneficios disciplinares al contribuir al conocimiento existente en el campo de la gestión del agua y la calidad del agua potable. Además, tiene el potencial de tener un impacto práctico al proporcionar recomendaciones y propuestas para mejorar la situación del agua en la localidad de Laraqueri, así como influir en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua a nivel local.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Realizar el diagnóstico de la disponibilidad hídrica del sistema de abastecimiento de agua potable y propuesta de mejorar el caudal disponible en la localidad de Laraqueri del distrito del Pichacani-Puno.

1.4.2. Objetivos específicos

Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno.

Plantear una propuesta de captación para cubrir la demanda poblacional de la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACION

2.1.1. Internacionales

Meneses & Reyes (2007), realizó la investigación “Diagnóstico y mejora de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la localidad del Municipio de Zamora, Michoacán”. El objetivo principal consistió en analizar la situación actual de los servicios de agua y saneamiento en la localidad de Zamora de Hidalgo, evaluando la capacidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado, así como las características de infraestructura y operatividad del organismo responsable de su administración. En la metodología utilizada, se recopiló información para verificar el estado de cada sistema de agua, y se llevaron a cabo una serie de entrevistas. Como siguiente paso, se integraron y analizaron las soluciones más viables para abordar los problemas identificados en la primera etapa. Los resultados del diagnóstico contribuyeron a plantear soluciones, priorizando aquellas que ofrecían la mejor resolución para los problemas de los sistemas. Además, se determinaron las acciones prioritarias para cada componente, con el objetivo de lograr beneficios en el menor tiempo posible. Además, se presentó un programa de inversiones que permitiría realizar una planificación operativa y de recursos humanos adecuada.

2.1.2. Nacionales

Vasquez (2018), en la tesis denominada “Diagnóstico del consumo y demanda de agua potable en el campus de la UNALM y propuestas de cobertura”;



se pudo determinar que la falta de cobertura y la escasez de agua en el campus universitario son problemas recurrentes. Estos se deben principalmente al bajo caudal disponible en la única fuente de captación, conocida como pozo chino 2. Además, la antigüedad de la red de tuberías ha generado fugas de agua, y el reservorio del pozo chino 2, que es el único sistema de almacenamiento de agua, tiene una capacidad limitada y recibe poco mantenimiento. La mala calidad del agua proveniente del pozo chino 2 también ha ocasionado problemas de corrosión en las tuberías, lo que ha llevado a los laboratorios, centros de producción y granjas a recurrir a sistemas de distribución alternativos, como la compra de agua en cisternas y bidones. Además, el continuo crecimiento de la población ha incrementado la demanda de agua, generando un déficit hídrico hasta que se implementen otras fuentes de abastecimiento. En base a esta situación, se han formulado propuestas en términos de calidad, cantidad, innovación y conservación del agua. Estas incluyen la instalación de una planta de tratamiento en la fuente de captación, la colocación de bebederos dentro del campus universitario, la ampliación de las conexiones a la red de distribución, la realización de un nuevo estudio hidrogeológico para identificar posibles zonas de explotación, la mejora de las condiciones de extracción de la fuente actual, una evaluación completa del sistema de agua, el reemplazo de las tuberías deterioradas y la promoción de la conciencia sobre el cuidado del agua entre la comunidad universitaria de la UNALM.

Briceño (2013), en la tesis “Diagnóstico del sistema de agua potable del caserío de bella unión, Cajamarca 2013”, detalla lo siguiente: El propósito fue llevar a cabo la evaluación de la gestión del sistema de agua potable en el caserío de Bella Unión, ubicado en el área rural del Distrito de Cajamarca. La recopilación



de datos se llevó a cabo entre noviembre de 2012 y febrero de 2013, mediante visitas al área de estudio y encuestas a los usuarios. Se consideraron aspectos como el estado de la infraestructura, la gestión, la operación y el mantenimiento realizados por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del sistema. Para este propósito, se utilizó la metodología de PROPILAS, la cual ha sido implementada en la región de Cajamarca desde 2002. Los resultados obtenidos revelaron los siguientes índices de sostenibilidad: el sistema que provee el servicio de agua potable en el caserío de Bella Unión obtuvo un puntaje de 3.25. En cuanto al estado de la infraestructura del sistema, se determinó que es sostenible. Sin embargo, en términos de gestión, operación y mantenimiento, se observó un deterioro en el sistema estudiado. Además, se confirmó la confiabilidad de la metodología utilizada, lo que contribuye a reducir la falta de información actual sobre los sistemas de agua y permite establecer criterios uniformes. Esto facilita que las autoridades competentes tomen decisiones informadas para mejorar la calidad de los sistemas que brindan estos servicios en beneficio de los usuarios.

Rivas (2019), en la investigación titulada “Diagnóstico del sistema de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria en el centro poblado Monteverde, distrito de las lomas, provincia de Piura – Piura, setiembre, 2019” el objetivo general es diagnosticar el sistema de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población, como objetivos específicos tenemos caracterizar el estado actual del sistema de agua potable, establecer el estado actual del sistema de agua potable. La metodología utilizada en esta investigación es de naturaleza exploratoria y de enfoque cualitativo, ya que busca comprender las características del problema a resolver. El ámbito de estudio abarca los sistemas de agua potable



y saneamiento rural en el departamento de Piura. La población se compone de todos los sistemas de agua del distrito de Las Lomas, mientras que la muestra se limita al sistema de agua potable del centro poblado. A través de la evaluación de fichas, se realizó un diagnóstico integral del sistema de agua potable. Los resultados revelaron que el sistema de agua está deteriorado y en mal estado en general. Además, se identificó que la fuente de abastecimiento, llamada el Guineo, no cumple con los requisitos de oferta durante los períodos de sequía.

2.1.3. Regionales

Ramos & Chura (2018), en su tesis “Evaluación técnica y valoración económica de sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el centro poblado de Pasiri, Distrito de Juli -Chucuito – Puno”, realizó en el Departamento de Puno, Provincia de Chucuito, Distrito de Juli, Centro Poblado de Pasiri y geográficamente está ubicado con la coordenada 8°19'2,070.68N y 451,353.24E. Ya una Altitud de 4,089.00 m.s.n.m teniendo en cuenta que se presenta el problema de una inadecuada dotación y la falta de operación y mantenimiento del sistema de agua potable del centro poblado de Pasiri, el cual tiene planteado como objetivo realizar la evaluación Técnica y valoración Económica para el problema del inadecuado servicio de abastecimiento de agua potable, la metodología se realizó mediante sondeo rápido realizando la aplicación del diagnóstico de muestreo utilizando las encuestas piloto y encuestas definitivas y aplicando la metodología de la valoración contingente y se probó modelos de regresión múltiple, y se solucionó utilizando los métodos de mínimos cuadrados ordinarios y máxima verosimilitud, así mismo se empleó el modelo de Logit y se realizó las validaciones correspondientes tanto desde el punto de vista



econométrico y social, Como resultado del trabajo de investigación se detectó deficiencias en el sistema de agua potable, la cual se encuentra en estado funcional con falta de operación y mantenimiento, por lo cual, se propone la disposición a pagar de un monto de S/ 3.20 soles/mes que permitiría implementar estrategias de sostenibilidad para el proyecto, como conclusión, con la disposición a pagar se podrá brindar un servicio de calidad y la sostenibilidad del proyecto en beneficio de la población de Pasiri.

Saravia (2018), en la tesis denominada “Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en los centros poblados del distrito de Cuyocuyo” el objetivo de investigación fue el de realizar el diagnóstico de los sistemas de agua y saneamiento en los diferentes centros poblados del distrito de Cuyocuyo, realizando las visitas a la zonas de estudio, efectuando las encuestas a los usuarios, considerando primero la información de la comunidad/centro poblado. Este espacio recopila información sobre el centro poblado, el tipo de servicios de agua y saneamiento que se ofrecen, así como detalles sobre la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua. También se incluye información sobre la organización comunitaria, los documentos de gestión y los pagos de las cuotas familiares. Se recopila información sobre la calidad del servicio, incluyendo el mantenimiento, la calidad del agua consumida, la desinfección del sistema y la cloración del agua. Estos datos brindan una imagen precisa de la situación actual de los servicios de agua y saneamiento en los centros poblados del distrito de Cuyocuyo. Además, se ha confirmado la confiabilidad de la metodología utilizada, lo que ha ayudado a reducir la brecha de desinformación que existe actualmente en relación a los sistemas de agua y saneamiento en estas áreas. Esto permite establecer criterios uniformes para que las autoridades



nacionales, regionales y locales puedan tomar decisiones políticas con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales y brindar servicios de calidad a los usuarios.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Diagnostico

El diagnóstico implica obtener los resultados finales de un estudio, evaluación o análisis sobre un tema específico que deseamos comprender. Su objetivo principal es reflejar la situación y/o estado del objeto en estudio para tomar medidas basadas en los resultados del diagnóstico. Es importante destacar que la explicación y presentación del diagnóstico deben ser no solo descriptivas, sino también explicativas y predictivas. (Vallejos, 2008)

2.1.2. Disponibilidad hídrica

La disponibilidad de agua se refiere a la cantidad total de agua disponible en una cuenca, ya sea agua subterránea, agua superficial o precipitación. Este término se utiliza para definir la cantidad de agua disponible para actividades humanas como el riego o el abastecimiento de agua potable (Senamhi, 2020). En resumen, la disponibilidad hídrica se refiere a la cantidad y calidad del agua disponible en una determinada región, y su gestión adecuada es esencial para garantizar la sustentabilidad y satisfacer las necesidades de las personas, los ecosistemas y las actividades económicas.

2.2.1.1. Cantidad de agua

Saber la cantidad de agua que cuenta la fuente de abastecimiento es muy importante para el desarrollo de todo proyecto de agua potable, para ello se debe



realizar un buen estudio de la fuente, se debe conocer cuáles son los caudales máximos y mínimos tanto en épocas de estiaje y lluvioso, con el fin de conocer de que el caudal mínimo sea mayor al consumo máximo diario. (Campoverde, 2019).

2.2.1.2. Calidad de agua.

Se debe conocer la calidad de agua que produce la fuente de abastecimiento, de igual forma en el reservorio y línea de distribución, para ver si se encuentra apta para el consumo humano o requiere de algún tratamiento (OMS, 2011).

Según la OMS (2011) existen requerimientos básicos para que el agua sea potable.

- Debe estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No debe contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptable clara. (baja turbidez, poco color, etc.)
- No debe ser Salina.
- No debe contener compuestos que causen sabor, olores desagradables.

Para determinar la calidad de agua se debe realizar una serie de estudios como son los análisis físicos – químicos y los análisis bacteriológicos, siendo necesario tomar muestras de agua siguiendo las instrucciones de acuerdo al protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano del Ministerio de Salud (DIGESA, 2010); indicando que los parámetros de control obligatorios para análisis de agua son los siguientes.

Tabla 1. Parámetros obligatorios a analizar

N°	Parámetros a analizar	Und
1	pH	Valor de pH
2	Color	UCV escala Pt/Co
4	Turbiedad	UNT
3	Cloro residual	Mg/L
5	Coliformes Totales	NMP/100mL
6	Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL

Fuente: (DIGESA, 2010)

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, totales es considerado un indicador de contaminación de la calidad del agua, por ello no es apta para consumo humano (DIGESA, 2010).

2.2.2. Sistema de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia (Jimenez, 2013).

El agua potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida de reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, por el Ministerio de Salud - MINSa (2010), la cual indica la cantidad de sales minerales disueltas en el agua que determina su potabilidad puede variar. No obstante, una definición ampliamente aceptada es que el agua potable es aquella que es segura para el consumo humano, es decir, que se puede beber sin causar daños o enfermedades al ser ingerida.



La contaminación del agua ocasionada por aguas residuales municipales, es la principal causa de enfermedades de tipo hídrico por los virus, bacterias y otros agentes biológicos que contienen las heces fecales (excretas), sobre todo si son de seres enfermos; Por tal motivo es indispensable conocer la calidad del agua que se piense utilizar para el abastecimiento a una población (Ariza, 2018).

2.2.2.1. Captación

La captación de agua es la fase inicial del sistema hidráulico y comprende las estructuras encargadas de recolectar el agua necesaria para proveer a la población. Puede consistir en una o varias obras, siempre y cuando en conjunto se obtenga la cantidad de agua requerida por la comunidad. Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta (Jimenez, 2013).

a) Aguas subterráneas: El agua subterránea es uno de los recursos naturales más preciados del planeta. Se refiere al agua que se encuentra almacenada en los poros, grietas y cavidades de materiales rocosos debajo de la superficie terrestre. La palabra acuífero se utiliza para describir una formación subterránea que es capaz de almacenar y transmitir agua; La calidad y cantidad de agua varía de un acuífero a otro y en ocasiones cambia dentro del mismo sistema estas pueden ser de manantiales, de pozos someros, noria o profundos (Ariza, 2018).

Habitualmente la calidad de las aguas subterráneas es superior a la del agua superficial debido a la menor influencia del hombre sobre ella (Villacis, 2018).

Tabla 2. Principales diferencias entre aguas subterráneas y superficiales.

CARACTERISTICAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS
Temperatura	Variable según estaciones	Relativamente constante
Turbiedad, material en suspensión	Variable a veces elevadas	Bajas o nulas
Mineralización	Variable en función de ellos terrenos Precipitación, vertido, etc.	Sensiblemente constante, Mayor que en las aguas Superficiales
Hierro y Manganeso	Generalmente ausente	Generalmente presente
Gas Carbónico agresivo	Generalmente ausente	Normalmente ausente
Amoniaco	Presente solo en aguas contaminadas	Presente frecuente sin ser índice de contaminación.
Sulfuro de hidrogeno	Ausente	Normalmente presente
Sílice	Contenido moderado	Contenido normalmente elevado
Nitratos	Muy bajo en general	Contenido a veces elevado
Elementos vivos	Bacterias, virus, plancton	Ferros bacterias
Oxígeno disuelto	Normalmente próximo a la saturación	Normalmente ausente o muy bajo

Fuente: (Ariza, 2018)

2.2.2.2. Líneas de conducción

Es el conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y accesorios cuyo objetivo es transportar el agua, procedente de la fuente de abastecimiento, a partir de la obra de captación, hasta el sitio donde se localiza el tanque de

regularización, planta potabilizadora o directamente a la red de distribución (Machado, 2018).

No todas las poblaciones disponen de manantiales o pozos cercanos en condiciones sanitarias adecuadas para el consumo humano. Por ello se hace necesario transportar y distribuir el agua (MVCS, 2006).

Según Ariza (2018), clasifica las líneas de conducción en los siguientes grupos:

Líneas de conducción por gravedad: se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponibles (SAGARPA, 2019).

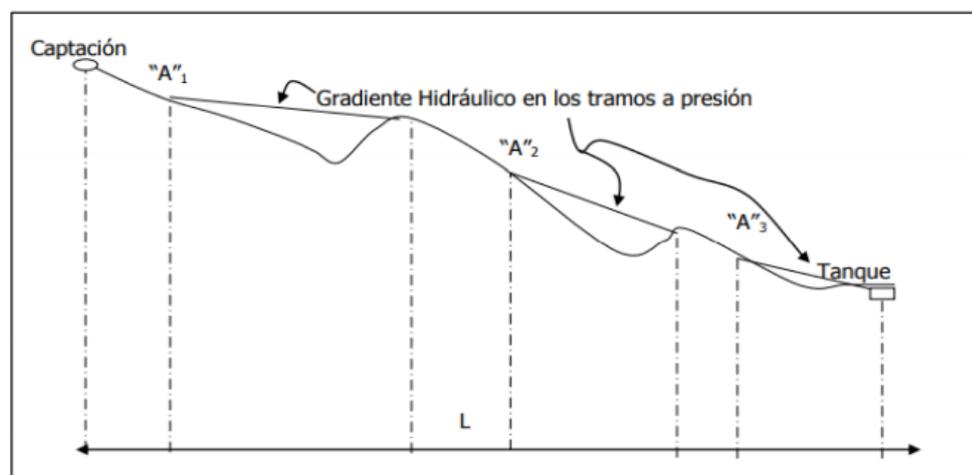


Figura 1. Línea de conducción
Fuente: (Ariza, 2018)

Líneas de conducción por bombeo: Se le conoce como planta de bombeo, al conjunto de estructuras utilizadas para captar y elevar, por bombeo, en aguas superficiales o subterráneas destinadas al consumo Humano o para riego. El gasto necesario, se puede captar directamente del nivel Superficial del río o manantial



por medio de una toma directa, con una galería Filtrante para el caso de aguas subálveas (Larraga, 2016).

Según (Ramirez, 2019), los sistemas de abastecimiento por bombeo poseen los siguientes componentes:

- Bombeo de agua desde pozos excavados o perforados: Bombas manuales o no manuales.
- Bombas de agua desde manantiales situados debajo de la comunidad (desde un tanque de captación o de bombeo) hacia depósitos y un sistema de distribución. Sólo bombas no manuales.

2.2.2.3. Reservorio de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son estructuras destinadas al almacenamiento de agua, tienen como función mantener un volumen adicional como reserva y garantizar las presiones de servicio en la red de distribución para satisfacer la demanda de agua (Magne, 2008).

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectada y el rendimiento admisible a la fuente (Arone, Bravo, & Curicuri, 2017).

Según Garcia (2009), señala que un reservorio debe de cumplir los siguientes objetivos:

- Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución.
- Mantener presiones adecuadas en la red de distribución.

- Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción.
- Proveer suficiente agua

Los reservorios apoyados, que principalmente tiene forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo (Garcia, 2009).

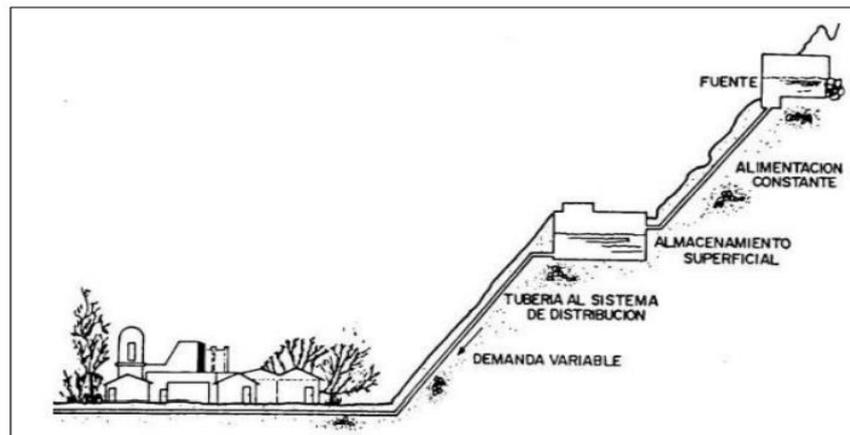


Figura 2. Almacenamiento superficial
Fuente: (GOB. REG. ANCASH, 2013)

2.2.2.4. Redes de distribución

La red de distribución es un conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de agua a los consumidores de forma constante, con presión apropiada, en cantidad suficiente y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades domésticas, comerciales, industriales y otros usos (UNITEC, 2017).

Es necesario que las presiones cumplan con requisitos específicos en diversas situaciones de análisis. En este sentido, la red de distribución debe mantener presiones mínimas que garanticen el suministro de agua a las viviendas, incluso en zonas altas del pueblo. También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja) (Jimenez, 2013).

En lugares de mucha pendiente se instalan cámaras de rompe presión tipo 7 que sirve para regular la presión del agua, si no se instala ocasionaría problemas por las presiones altas, estas cámaras son estructuras de concreto armado. (MINSA, 1993)

Es esencial incluir válvulas de control en la red de distribución, ya que desempeñan un papel fundamental al regular el flujo de agua, asegurando su llegada a todas las áreas pobladas. Estas válvulas también son útiles para cerrar el suministro de agua en casos de reparaciones, nuevas instalaciones, racionamiento u otras situaciones necesarias. (GOB. REG. ANCASH, 2013).

La distribución por gravedad se aplica cuando la obra de captación y/o tanque de almacenamiento se encuentra en un nivel superior a la red de distribución y se garantiza presión suficiente en toda la red (Magne, 2008).

2.2.2.5. Conexiones domiciliarias

Según el Ministerio de vivienda y saneamiento (2017), a conexión domiciliaria de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda. Esta ubicará entre la tubería de la red de distribución de agua y la caja de registro.

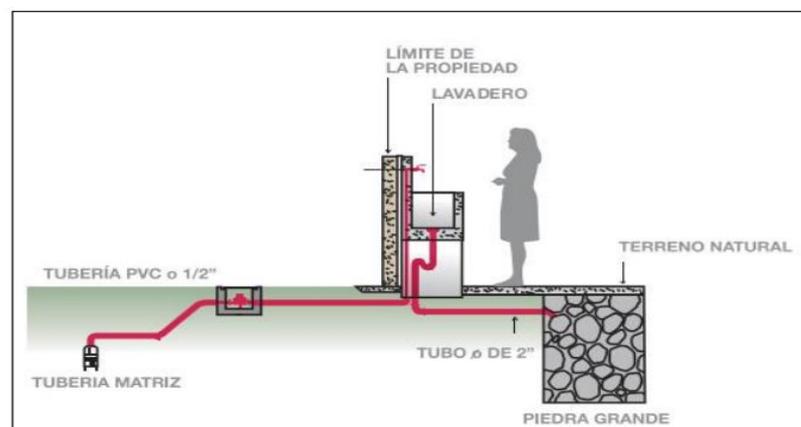


Figura 3. Conexiones domiciliarias
Fuente: (MVCS, 2017)



2.2.3. Métodos de diagnóstico

Es el proceso mediante el cual se llega a descubrir las causas de los problemas que tiene o presenta aquello que se diagnostica, que puede tratarse de cualquier sistema, al que en general se denomina "sujeto de diagnóstico" (Plasencia, 2013).

En términos generales, para hacer un diagnóstico casi siempre se realizan las siguientes acciones: Recolección de información o datos del sujeto de diagnóstico y la realidad circundante (Plasencia, 2013).

2.2.3.1. Sistema de información regional de agua y saneamiento- SIRAS

(CAREperu, 2010) señala que a través del Proyecto Piloto para Fortalecer la Gestión Regional y Local en Agua y Saneamiento en el Marco de la Descentralización (PROPILAS), respaldado técnica y financieramente por la Cooperación Suiza durante su fase de implementación (2002-2008), se desarrolló y validó una metodología para llevar a cabo la evaluación del servicio de agua y saneamiento, conocida como "Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento - SIRAS". El objetivo principal del SIRAS es recopilar, consolidar, procesar, analizar y distribuir información relacionada con los sistemas de agua y saneamiento. Para lograrlo, se recopila información de campo actual utilizando técnicas de observación en el lugar y mediante el uso de formatos normalizados especificados en el compendio SIRAS (Formato 01).

Tabla 3. Clasificación para estado de sistema.

Estado de sistema	Calificación	Índice de sostenibilidad
a) Bueno	Sostenible	3.51 - 4
b) Malo	En proceso de deterioro	2.51 - 3.50
c) Regular	En grave proceso de deterioro	1.51 - 2.50
d) Muy malo	Colapsado	1 - 1.50

(CAREperu, 2010)

2.2.3.2. Indicadores utilizados para el diagnóstico del sistema

- a) **Riesgo Sanitario.** Este parámetro mide el nivel de sensibilidad a que un sistema de agua pueda ser contaminado en cualquier momento por un agente externo.
- b) **Calidad.** Este parámetro evalúa la calidad del agua de los sistemas en operación desde el punto de vista bacteriológico y físico-químico, de tal manera que cumpla con las normas ambientales vigentes.
- c) **Cantidad.** Parámetro que establece la dotación promedio de agua que el sistema brinda, expresada en litros por habitante por día.
- d) **Cobertura.** Determina la cantidad de personas que cuentan con el servicio del sistema en relación con la población total.
- e) **Continuidad.** Determinación del tiempo promedio diario en horas que las personas tienen acceso al servicio de agua durante el año.

2.2.4. R.M N°192 – 2018 – Vivienda: Norma técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

Describe las condiciones y opciones tecnológicas adecuadas, aplicada para la formulación y elaboración de los proyectos de los sistemas de saneamiento en el ámbito rural de nuestro país, según los criterios económicos, técnicos y

culturales que garantice a la población un buen sistema de saneamiento de las comunidades rurales (Romero, 2020).

a) **Periodo de Diseño.** los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

Tabla 4. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
a) Fuente de abastecimiento	20 años
b) Pozos	20 años
c) Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
d) Reservorio	20 años
e) Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
f) Estación de bombeo	20 años
g) Equipos de bombeo	20 años
h) Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	20 años
i) Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

b) **Población de diseño,** para la estimación de la población futura se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente formula:

$$P_f = P_i * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde:

P_f : Población futura.

P_i : Población inicial.

r : Tasa de crecimiento anual.

t : Periodo de diseño.

c) **Dotación,** es la cantidad de agua que satisface a cada integrante de una vivienda según las necesidades diarias de consumo.

Tabla 5. Dotación según tipo de opción tecnológica

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

d) Variación de Consumo

- **Consumo máximo diario (Q_{md}):** Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Q_{md} = 1.3 * Q_p$$

$$Q_p = \left(\frac{Dot * P_d}{86400} \right)$$

Donde: Q_{md} : Caudal máximo diario l/s. Q_p : Caudal promedio diario anual l/s. Dot : Dotación en l/s. P_d : Población de diseño en habitantes (Hab).

- **Caudal máximo horario (Q_{mh}):** Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Q_{mh} = 2 * Q_p$$

Donde: Q_{md} : Caudal máximo horario l/s. Q_p : Caudal promedio diario anual l/s.

a) Población

Se deberá emplear la fórmula del método aritmético para estimar la población.

b) Tipos de fuentes de abastecimiento de agua.

Según el RM. N° 192-2018-VIVIENDA (2018), la fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios:

- Calidad de agua para consumo humano.
- Caudal de diseño según la dotación requerida.
- Menor costo de implementación del proyecto.
- Libre disponibilidad de la fuente.

c) Fuente de abastecimiento de agua

- **Galería filtrante.**

Son tuberías perforadas que permiten recolectar el agua subterránea y conducir hacia un punto de extracción o almacenamiento.

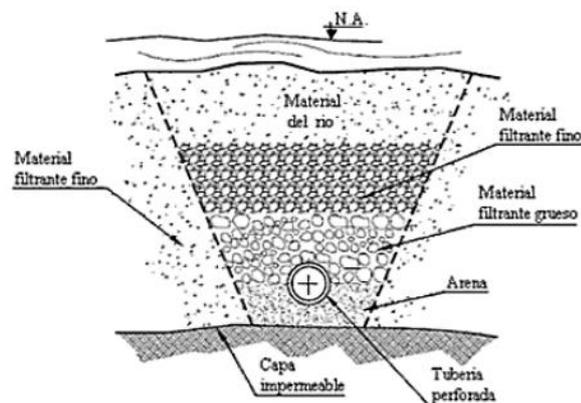


Figura 4. Galería Filtrante.
Fuente: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

- **Dimensionamiento del sistema de filtración.**

Se presentan valores promedio de conductividad hidráulica para diferentes tipos de materiales.

Tabla 6: Valores de conductividad hidráulica

Permeabilidad (m/día)	10^{-6} a 10^{-4}	10^{-4} a 10^{-2}	10^{-2} a 1	1 a $10^{2.5}$	$10^{2.5}$ a 10^5
Calificación	Impermeable	Poco permeable	Poco permeable	Permeable	Muy permeable
Calificación del Acuífero	Acuéludo	Acuitardo	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero Excelente
Tipo de Material	Arcilla compacta Pizarra Granito	Limo arenoso Lima Arcilla limosa	Arena fina Arena limosa Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena Arena fina	Grava limpia

Fuente: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

- **Calculo Hidráulico – Galería Filtrante**

Para el cálculo hidráulico de la galería filtrante se requerirá los siguientes elementos.

Tabla 7. Cuadro de elementos de un acuífero

Elementos	Símbolos	Unidad
e) Conductividad hidráulica o permeabilidad	Kf	m/s
f) Profundidad del acuífero	H	m
g) Transmisividad ($K_f \cdot H$)	T	(m ² /s)
h) Espesor dinámico del acuífero en el punto de observación	H b	m
i) Espesor dinámico de acuífero en la galería	H d	m
j) Pendiente dinámica del acuífero	i	m/m
k) Porosidad efectiva	S	adimensional
l) Radio de influencia del abatimiento	R	m
m) Distancia entre la galería y el pozo de observación	L	m

Fuente: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)



2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Agua

El agua es una sustancia químicamente compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, abundante en la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible (Capital natura, 2019).

2.3.2. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento es el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar un cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo y cantidad y calidad (Ingeniería Sanitaria, 2013).

2.3.3. Manantial

Un manantial se refiere a una ubicación donde el agua subterránea surge de forma natural. Normalmente, el agua del manantial fluye a través de capas de grava, arena o rocas fracturadas en la formación geológica. En los lugares donde existen estratos impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie (OPS, 2004).

2.3.4. Agua potable

El agua potable es el agua que es adecuada y segura para el consumo humano, de acuerdo con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por la normatividad vigente, obteniendo su calidad mediante procesos de tratamiento a que debe ser sometida (Casanova & Ordoñez, 2020).



2.3.5. Sistema de agua potable

El sistema de agua potable es el conjunto de estructuras e instalaciones usadas para deprecionar, almacenar, conducir y tratar el agua captada de la fuente; También comprende el tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución del agua tratada; Es importante mencionar que el agua tratada debe cumplir las normas de calidad para ser distribuida como agua potable y no causar daño alguno (Vasquez, 2018).

2.3.6. Diagnostico

El diagnóstico es el proceso mediante el cual se llega a describir la situación y/o estado del objeto en estudio que puede tratarse de cualquier persona, animal, cosa y fenómeno, o de cualquier sistema para después realizar una acción a partir de los resultados del diagnóstico que se ha llevado a cabo (Saravia, 2018).

2.3.7. Calidad de agua

La calidad del agua se refiere a las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua que debe cumplir, lo cual debe estar dentro de los límites máximos permisibles presentados por la normativa vigente de agua (Cama & Huasco, 2019).

2.3.8. Galerías filtrantes

Las galerías son obras destinadas a la captación y conducción del agua de manantial que sale del subsuelo en forma vertical, hasta un punto determinado, bien sea para su distribución o para consumo; Cuando el manantial es vertical y concentrado, la captación consta de tres partes: la primera, sistemas de zanjas, aquí se recolecta el agua, a través de una tubería perforada, la segunda,



corresponde a una caja reunidora, que sirve para almacenar el agua y la tercera, es la caja de válvula de salida (Ramos & Chura, 2018).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de escritorio y equipos

- Libreta de campo.
- Impresora.
- Cámara.
- Laptop I7
- Nivel de ingeniero
- GPS
- Herramientas manuales
- Wincha
- Flexómetro

3.1.2. Software

- AutoCAD
- Civil 3D

3.2. ZONA DE ESTUDIO

La localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani, provincia de Puno, está situada en el departamento de Puno, cuenta con una extensión territorial de 1633.49 km², ubicado en las Coordenadas Geográficas, Latitud: 16°8'59.18"S Longitud:70°3'48.66"O, localizada a una altura de 3956 m.s.n.m. (Muni Pichacani, 2021).

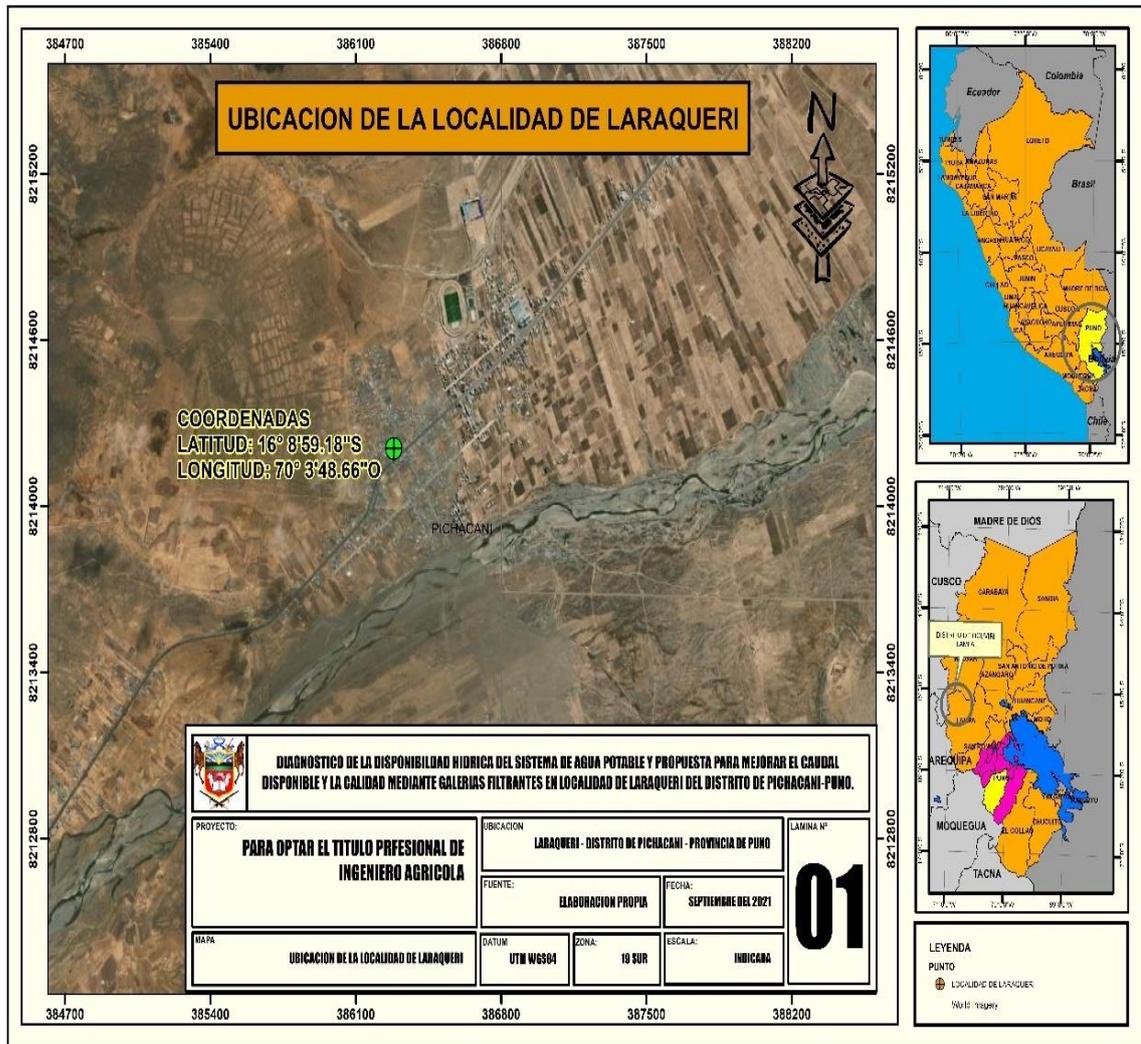


Figura 5. Mapa de Ubicación de la localidad de Laraqueri

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Limites.

El distrito de Pichacani, con capital en la Localidad de Laraqueri, limita por el Norte con el distrito de Puno, por el lado Sur con el distrito de Acora y

Departamento de Moquegua, por el Este con el distrito de Plateria, y finalmente por el Oeste con el distrito de San Antonio de Esquilache y Moquegua respectivamente.

3.2.2. Vías de comunicación y accesibilidad

Desde la ciudad de Puno que es el principal eje comercial de la zona sur del departamento de Puno hasta el distrito de Pichacani - Puno, la fuente comunicación y accesibilidad se realiza a través de vía terrestre tal como se aprecia en la tabla N° 6.

Tabla 8. Vías de Comunicación y accesibilidad al área en estudio

PARTIDA	FIN	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
Puno	Laraqueri	38.1 km	0.40 h.	Carretera asfaltada	Bus/Automóvil

Fuente: Elaboración propia

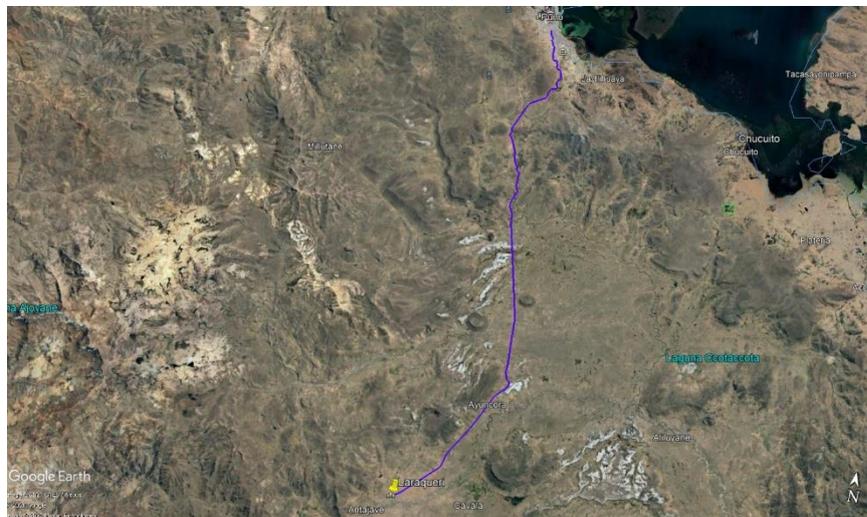


Figura 6. Vías de Comunicación y accesibilidad al área en estudio

Fuente: Google Earth.



3.3. METODOLOGIA

3.3.1. Tipo de investigación

Teniendo en cuenta la clasificación del tipo de investigación empleado en el desarrollo del presente proyecto es aplicada, puesto que, según Behar (2008) busca la aplicación de los conocimientos, a fin de confrontar la teoría con la realidad.

En la presente investigación, se pretende evaluar el estado actual del sistema de agua potable y plantear una propuesta de captación mediante galerías filtrantes, para cubrir la demanda poblacional de la localidad de Laraqueri.

3.3.2. Población y muestra

- **Población**

Para el presente estudio, la población está compuesto por los 886 usuarios del sistema de abastecimiento de agua de la localidad de Laraqueri.

- **Muestra**

Teniendo en cuenta que el estudio remitirá información relevante, cuyos resultados constituirán un referente teórico, para futuras investigaciones con características similares, y de alguna forma para que las instituciones competentes tomen las respectivas acciones para la mejora del abastecimiento de agua, se ha considerado que el tamaño de la muestra sea la misma especificada en la población siendo el sistema de abastecimiento de agua de la localidad de Laraqueri.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En el presente trabajo de investigación se utilizó la técnica de observación, con la que se realizó el diagnóstico del sistema de agua potable y otra técnica es la obtención de



datos mediante la revisión documentaria de artículos, libros, tesis, páginas web, entre otros, y otra técnica la de entrevistas.

a) Técnicas de observación

La observación como proceso intencionado de captación de las características, cualidades y propiedades de los objetos y sujetos de la realidad, a través de nuestros sentidos o con la ayuda de poderosos instrumentos que amplían su limitada capacidad (Campo & Lule, 2012).

b) Técnicas de documentación

Se conoce como técnicas de análisis documental a aquellas metodologías utilizadas para obtener y recopilar información contenida en documentos relacionados con el problema y objeto de investigación. Utilizando la técnica de fichaje (Rizo, 2015).

c) Técnicas de entrevista

La entrevista es una técnica basada en la conversación que adquiere carácter científico a partir de la finalidad de su propósito, su fiabilidad y la precisión en el intercambio de la información; permite distintos usos: recolección sistemática de datos, identificación de variables y relaciones de la realidad logrando guiar el proceso de investigación (Webscolar, 2021).

d) Instrumentos

Se utilizaron los instrumentos acordes a las técnicas empleadas.

Para la observación

- Lista de cotejo
- Ficha de observación



- GPS

Para la documentación

- Artículos
- Libros
- Expediente Técnico del sistema de agua
- Revistas especializadas.

3.5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LARAQUERI

Para realizar el presente estudio se utilizó el cuestionario de preguntas de la metodología del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRAS), este formato permitió conocer el estado actual del sistema de agua potable, asimismo se realizó el recorrido del sistema de agua potable junto al concejo directivo de la JASS, quienes respondieron a las preguntas correspondientes al formato. Para el llenado del cuestionario se siguió de acuerdo al manual del entrevistador, en dicho cuestionario trata 6 puntos importantes del sistema de agua potable los cuales son:

3.5.1. Ubicación

Para determinar la ubicación se zona de estudio se responden las preguntas 1 al 15. (Anexo 1).

3.5.2. Cobertura de servicio

Para determinar la cobertura de servicio se responde a la pregunta 16. (Anexo 1).



3.5.3. Cantidad de agua

Para determinar la cantidad de agua se debe responder a la pregunta 17 al 20. (Anexo 1).

3.5.4. Continuidad de servicio

Para determinar la continuidad de servicio se responden a las preguntas 21 al 22. (Anexo 1).

3.5.5. Estado de infraestructura

Para determinar el estado de infraestructuras se responde a las preguntas 28 al 59. (Anexo 1).

3.5.6. Calidad de agua

Para determinar la calidad de agua se responderá a las preguntas 23 al 27, asimismo se realizará una análisis fisicoquímico y microbiológico. (Anexo 1).

a. Muestreo

El muestreo de agua se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos por el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas donde establece lo siguiente:

- Al momento de la toma de la se usarán guantes para no contaminar la muestra.
- Enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior (agitando y desechando el agua de lavado).
- Se tapaná el frasco, sin dejar ningún espacio o burbuja de aire En la muestra colectada se tomará en cuenta el etiquetado/rotulado cuyos datos fueron:
- Identificación del punto de muestreo.
- Procedencia.

- Número de muestra o código.
- Fecha.
- Hora de recolección
- Volumen enviado (dependiendo del tipo de análisis).
- Indicar los parámetros analíticos del laboratorio.
- Nombre y firma de la persona que realizó el muestreo.
- Observaciones: (se incluirá alguna característica saltante fuera de lo común).
- alguna característica saltante fuera de lo común).

b. Punto de muestreo

Para la investigación se ha fijado 1 punto de muestreo estratégico en la red de distribución con la finalidad de poder obtener resultados sobre la calidad del agua que es distribuida y consumida por la población.

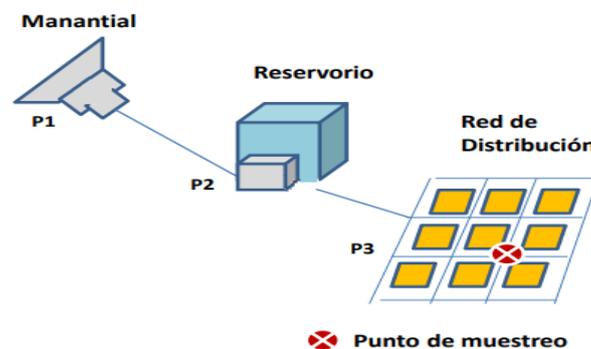


Figura 7. Punto de muestreo estratégico en la red de distribución

Fuente: (MINSa, 2015)

c. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se efectuará en el laboratorio denominada “Laboratorio Analíticos del Sur” y con ello saber la calidad de agua que consume la población de la localidad de Laraqueri.

Tabla 9. Parámetros físico químicos y microbiológicos obligatorios

N°	Parámetros a analizar	Und	Límites Máximos Permisible (DIGESA 2010)
1	pH	Valor de pH	6.5 A 8.5
2	Color	UCV escala Pt/Co	15
4	Turbiedad	UNT	5
3	Cloro residual	mg/L	5
5	Coliformes Totales	NMP/100mL	0 (*)
6	Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	0 (*)

Fuente: (DIGESA, 2010)

El Formato N° 01 nos permite recopilar información considerando los indicadores antes mencionados para posteriormente plasmarlos en una calificación según indica la metodología SIRAS, como se indica en el Anexo 1.

3.6. FORMULACIÓN DE PROPUESTA DE DISEÑO PARA CUBRIR LA DEMANDA POBLACIONAL

Para cubrir con la demanda hídrica para la población de la localidad de Laraqueri se ha realizado un diagnóstico de la disponibilidad de fuentes de agua por manantiales; determinando que no se tiene la disponibilidad de manantial con caudal requerido por lo que se plantea una captación mediante galerías filtrantes.

Para realizar el diseño de una galería filtrante se efectuó mediante los pasos del RM. N° 192-VIVIENDA (2018), Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, después de establecer la ubicación, dirección y profundidad mínima de la galería, así como el caudal específico o de diseño y la longitud de la misma, se procede al diseño de los elementos que conforman la galería, siguiendo las descripciones que se detallan a continuación:

Datos de campo

3.6.1.1. Transmisibilidad (T)

La transmisividad, es el caudal de agua subterránea que circula por una sección de acuífero de altura el espesor saturado y anchura la unidad cuando el gradiente hidráulico es la unidad. (Villaroya, 2009).

Dato que se obtiene de campo a través de prueba de infiltración de pozos:

$$T = \frac{Q}{4(\pi) S}$$

Donde:

T : transmisibilidad (m³/día/m)

Q : caudal de nivel estático (m³)

S : pendiente

3.6.1.2. Pendiente del acuífero (S)

$$\text{Pendiente (\%)} = \frac{\text{Desnivel A} - \text{B}}{\text{Distancia Horizontal A} - \text{B}}$$

3.6.2. Diseño de galerías filtrantes

3.6.2.1. Caudal de diseño:

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotacion (d)}}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde:

Q_m : consumo promedio diario (l/s)

P_f : población futura (hab)

D : dotación (l/hab/día)

3.6.2.2. Cálculo de la longitud de la zona de filtración (Longitud del Ramal)

$$L = \frac{Q_{md}}{T}$$



Donde:

L : longitud de galería filtrante (m)

Qmd : caudal medio diario (l/s)

T : transmisibilidad (m³/día/m)

3.6.2.3. Determinación de la lámina de agua

h : altura desde el nivel freático hasta la cresta de la tubería (m)

e : espesor del forro filtrante

Tabla 10. Espesores de capas

Capa N°	Espesor m
1	0.10
2	0.10
3	0.20

Fuente: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

3.6.2.4. Diámetro de tubería de galería filtrante

D = 6" (Diámetro recomendado como mínimo según

(RM. N° 192-VIVIENDA, 2018))

Pendiente:

$$s = 3.00 \%$$

Rugosidad:

$$n = 0.010 \text{ (Tubería PVC)}$$

$$Rh = \frac{D}{4}$$

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

Donde:

V : velocidad de flujo (m/s)

n : coeficiente de rugosidad (adim)

S : pendiente de tubo (m/m)

Rh : radio hidráulico (m)

3.6.2.5. Determinación del número de anillos y orificios por ramal

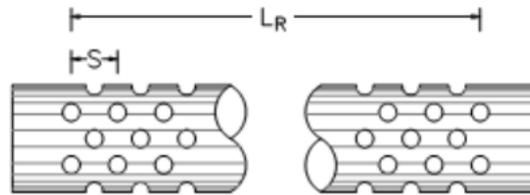


Figura 8: Número de anillos y orificios por ramal

Fuente: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

3.6.2.6. Numero de anillos por ramal

$$N_A = \frac{l_R}{S}$$

Donde:

LR : longitud de ramal

S : separación entre anillos

3.6.2.7. Determinación del área abierta por ramal (área por orificio)

$$A_o = \frac{\pi D_o^2}{4}$$

Donde:

D_o : diámetro de los orificios (mm)

A_o : área por orificio (und)

3.6.2.8. Cálculo del área total de los orificios

$$A_{TO} = N_o * A_o$$

Donde:



A_{TO} : área total de orificios (m²)

N_O : número de orificios por ramal (und)

Verificación de la velocidad del agua a través de las aberturas (valor entre
2.50cm/s - 10.00cm/s).

$$V_e = \frac{q}{C * A_{TO}}$$

Donde:

q : caudal por ramal (l/s)

C : coeficiente de contracción

A_{TO} : área total de orificios (m²)



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE LARAQUERI.

En relación al objetivo específico 1 “Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno”; para el cumplimiento de este objetivo se aplica la metodología del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRAS), accediendo a la información actual del sistema, por medio del análisis, la información obtenida fue con la ayuda del concejo directivo JASS y los usuarios directos, mediante el FORMATO DE ENCUESTAS N° 1 el mismo que nos indica la situación actual de las estructuras compuesta por el sistema y el procedimiento de asignación de puntajes de acuerdo a los indicadores propuestos en la investigación para determinar la disponibilidad hídrica del sistema de agua potable, asimismo se vio por conveniente hacer una toma de muestra de calidad de agua en un punto estratégico del sistema.

4.1.1. Estado del sistema

V1: Indicador de cobertura de servicio

En resumen, la evaluación del servicio de agua en la localidad de Laraqueri muestra que la cobertura del sistema de agua potable se encuentra dentro de un rango en el que el número de personas a las que se puede atender es menor que el número de personas que realmente reciben el servicio ($A < B$). Esto se refleja en una puntuación es 2 puntos según los resultados de la encuesta aplicada, lo cual indica que el servicio es malo.



V2: Indicador de cantidad de agua potable

En resumen, el sistema de agua potable evaluado cuenta con una cantidad de agua de 1.53 litros por segundo, y esto se determina mediante el resultado de que el Volumen Ofertado es menor que el Volumen Demandado ($B > A$). Esto indica que se obtiene una puntuación de 2 puntos según los resultados de la encuesta aplicada. En consecuencia, podemos afirmar que el volumen ofrecido es malo.

V3: Indicador de continuidad

En resumen, la evaluación de la continuidad del servicio de agua en la localidad de Laraqueri durante los últimos doce (12) meses indica que el servicio brindado es insatisfactorio. Según los resultados de la encuesta aplicada, los usuarios de sistema de agua potable Laraqueri tienen acceso al servicio de agua solo horas todo el año y su puntaje de es 2.5 puntos.

V4: Indicador de calidad

En resumen, la evaluación de la calidad del servicio de agua en el sistema de agua potable Laraqueri muestra una calificación de 3.20 puntos. Esto indica que se encuentra dentro del rango ideal de 0.5 – 0.9 mg/l de cloro, lo que indica una buena calidad de cloro. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la determinación del cloro es crucial para preservar la calidad bacteriológica del agua, pero no es el único factor que determina la calidad del agua para el consumo humano. Por lo tanto, es necesario realizar un análisis de coliformes para evaluar completamente la calidad del agua.

En la tabla 11 se puede visualizar los parámetros analizados, los cuales fueron obtenidos en un punto estratégico de la red de distribución del sistema de agua de la localidad de Laraqueri ubicadas en las coordenadas UTM 0386011.00E – 8214224.00S a una altitud de 3975 msnm. Obteniendo como resultado que los parámetros que se analizaron en laboratorio, muestran que tiene un pH de 7.75, Color <2 Pt/Co, con una turbiedad <0.50UNT, Cloro residual <0.14 mg/L están dentro de los LMP establecidos por la DIGESA, Así también se ha obtenido como resultado que los Coliformes Totales presentan 2.2 NMP/100mL y Coliformes Termotolerantes o Fecales con <1.1 NMP/100mL comparado con los LMP superan los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DIGESA (2010).

Tabla 11. Resultado de los parámetros físico químicos y microbiológicos obligatorios analizados

Nº	Parámetro	Unid. de medida	Resultado	Límites Máximos Permisible (DIGESA 2010)
1	pH	Valor de pH	7.75	6.5 A 8.5
2	Color	UCV escala Pt/Co	_a <2	15
4	Turbiedad	UNT	_a <0.50	5
3	Cloro residual	mg/L	_a <0.14	5
5	Coliformes Totales	NMP/100mL	2.2	0 (*)
6	Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	<1.1	0 (*)

Fuente: Elaboración en base a los datos brindados por el Laboratorio Analíticos del Sur.

Con respecto a la incidencia de la calidad del agua en la población, se evidencia que existen dos parámetros que sobrepasan los rangos establecidos por los LMP de la DIGESA, por lo cual el consumo del agua con esta calidad conlleva



a ocasionar problemas hacia su salud de las personas como problemas diarreicos, gastrointestinales, infecciones, entre otros, esto se debe a la falta de mantenimiento al reservorio, por lo que se recomienda dar mantenimiento al sistema, cloración y desinfección continua.

V5: Indicador de estado de infraestructura

En resumen, el estado de la infraestructura del sistema de agua potable en la localidad de Laraqueri tiene una puntuación de 3.97, lo cual indica que se encuentra en buen estado. Sin embargo, se han implementado soluciones que no son recomendables ni adecuadas como por ejemplo en la captación no se cuenta con cerco, no hay operación y mantenimiento en las cajas rompe presiones.

Captación

La evaluación de la captación en el sistema de agua potable investigado revela un puntaje de 4.00, lo cual indica que la estructura y el equipamiento se encuentran en buen estado.

Caja o buzón de reunión

La evaluación de caja buzón o reunión de sistema de agua potable investigado revela un puntaje de 4.00, lo cual indica que la estructura y el equipamiento se encuentran en buen estado.



Línea de conducción (línea de impulsión)

En la evaluación de línea de conducción se obtuvo una puntuación de 4 puntos, lo que indica que la línea de conducción se encuentra en buen estado en la actualidad.

Reservorio

La evaluación de la estructura y equipamiento del reservorio en el sistema de agua potable investigado ha obtenido un puntaje de 4 puntos, indicando que se encuentra en buen estado.

Línea de aducción y línea de distribución

La evaluación de la línea de aducción y red de distribución en el sistema de agua potable investigado obtuvo un puntaje de 4 puntos, lo que indica que la estructura está en buen estado.

Válvulas

La evaluación de las válvulas en el sistema de agua potable investigado ha obtenido un puntaje de 4 puntos, lo cual indica que tanto las estructuras de las válvulas como las cajas de protección se encuentran en buen estado.

Piletas domiciliarias

La evaluación de los componentes del sistema de piletas domiciliarias, como el pedestal, las válvulas de paso y los grifos, en el sistema de agua potable investigado, ha obtenido un puntaje de 3.8 puntos. Esto indica que se encuentra en proceso de deterioro.

Indicador de estado de infraestructura: 3.97 puntos.

Por lo tanto, para determinar el Estado de Sistema, se calcula con la siguiente tabla:

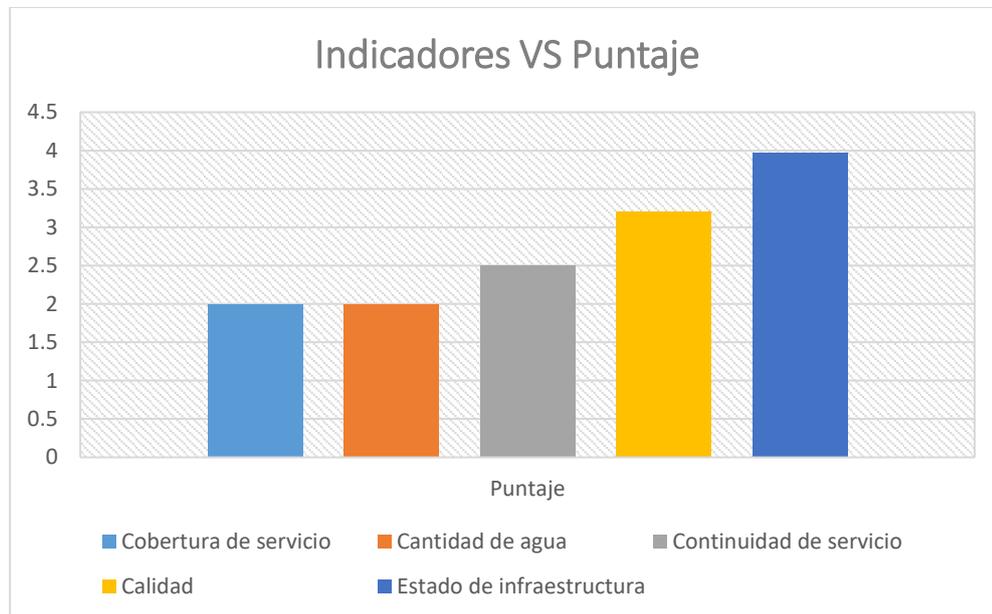


Figura 9: Grafico de indicadores y puntajes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Estado de sistema

Indicadores	Variable	Puntaje
1.) Cobertura de servicio	V1	2
2.) Cantidad de agua	V2	2
3.) Continuidad de servicio	V3	2.5
4.) Calidad	V4	3.2
5.) Estado de infraestructura	V5	3.97

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Estado de Sistema} = \frac{V1 + V2 + V3 + V4 + V5}{5}$$

$$\text{Estado de Sistema} = 2.73 \text{ puntos}$$

Según las variables tomadas de acuerdo a los cálculos del formato 1, el sistema de agua potable está en proceso de deterioro.



En relación con el planteamiento de la hipótesis: “Con el diagnóstico mediante el Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento se determinará el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable en la Localidad de Laraqueri”; se acepta la hipótesis, porque según el diagnóstico realizado se encontró que el sistema se encuentra en proceso de deterioro.

Estos resultados comparados con Rivas (2019), presentan características similares; donde realizo el diagnóstico del sistema de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria en el centro poblado de Monteverde-Piura; siendo resultante que el sistema actual tiene una antigüedad de 13 años, lo cual fue construido por los usuarios con ayuda de la Municipalidad de Sapillica. Se trata de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, principalmente estacionario, que no proporciona un suministro adecuado durante las épocas de sequía. La presión y la cantidad de agua son insuficientes en algunos sectores durante otras temporadas. Se realizó un diagnóstico completo del sistema de agua potable mediante fichas de evaluación de elementos estructurales, como la captación, la distribución, el depósito de apoyo y las conexiones domiciliarias. El resultado general reveló que el sistema de agua está deteriorado y presenta deficiencias, además de que no funciona en condiciones normales, ya que carece de los elementos mínimos necesarios que un sistema en el entorno rural debería tener; es por ello que la el agua potable distribuida a la población de la localidad ya no se encuentra potable incidiendo en la condición sanitaria de los usuarios del Centro Poblado de Monteverde-Piura; De igual forma Saravia (2018), realizo el diagnostico a los sistemas existentes de abastecimiento de agua en los Centros Poblados del distrito de Cuyocuyo, identificando que 14 centros poblados (Cuyocuyo, Ñacoreque chico, Ñacoreque grande, Puna ayllu, Ura ayllu,



Sollanque, Huancasayani, Ccumani, Santa rosa kallpapata, Cojene (chico), Cojene grande, Rotojoni, Oriental y Desvio cruce), que cuentan con sistema de agua y 04 centros poblados (Aripo, Punalaqueque huacuyo, Huattascapa y Sayaca), no cuentan con sistema de agua y los 14 centros poblados que cuentan con sistema de agua si presentan la cloración del agua, mientras que de los 3 centros poblados no realizan la cloración por desinformación y por qué no tienen cloro incidiendo negativamente en la salud de los pobladores que la consumen; Así también Briceño (2013), realizó el diagnóstico del sistema de agua potable del caserío de Bella Unión, Cajamarca, en donde encontró como resultado que el estado de infraestructura, gestión, operación y mantenimiento, presenta diferentes índices de sostenibilidad, calificando el sistema de agua potable en estado de proceso de deterioro, lo cual a largo plazo si no se toman las respectivas acciones puede ocasionar y/o incidir en la salubridad de la población que se abastece mediante este sistema de agua potable.

4.2. PROPUESTA DE MEJORA DEL CAUDAL DISPONIBLE PARA CUBRIR LA DEMANDA POBLACIONAL.

En relación al objetivo específico 2 “Plantear una propuesta de captación para cubrir la demanda poblacional de la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno”., para el cumplimiento de este objetivo se tomó como referencia la Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural-RM. N° 192-VIVIENDA (2018).

Según el diagnóstico realizado al sistema de agua existente el sistema de agua potable Laraqueri solo cuenta con la captación Imaña en las coordenadas UTM 382308E-

8216524N en funcionamiento con un caudal de 1.53 l/s es por ello que, se buscó alternativas para incrementar el caudal disponible.

La elección de esta opción tecnológica galerías filtrantes se da a causa de que se encontró las condiciones y características adecuadas ya que la zona cuenta con el río Morocollo, una de las ventajas es que se cuenta con material no consolidado, fácil de excavar, tiene una posición favorable para recibir recarga por la pendiente del lugar, asimismo lo más importante es que se cuenta con agua en periodos de estiaje, cuando el caudal es mínimo. Las galerías filtrantes que estará ubicada en las coordenadas UTM 0377560.00E – 8208859.00S.

4.2.1. Diseño de la Galería Filtrante

4.2.1.1. Determinación del caudal de diseño

Tabla 13. Determinación del Caudal de diseño

Periodo de Diseño	20 años
Tasa de crecimiento	1.3% Municipalidad de Pichacani (2020)
Número de familias	886
Población actual	3544
Número de personas por familia	3.70 => 4.00
Población Futura (año 2041)	4466
Dotación	50 l/Hab/día
Caudal promedio (Qp)	3.232 lps
Caudal máximo diario (Qmd)	4.202 lps

Fuente: Elaboración propia

El caudal de diseño es de $Q_{md}=1.50$ lps

Transmisibilidad (T)



Transmisibilidad (T) Rango <5,40> m³/día/m. Dato que se obtiene de campo a través de prueba de infiltración de pozos el cual es 10.14 m³/día/m o 0.117 l/s/m. (Ver anexo 4).

Pendiente del acuífero

La Pendiente del acuífero deberá estar en un rango de <2,10>, por ello para nuestro caso se considera **S=3%**, según la municipalidad de Pichacani (2020).

Longitud de la galería filtrante

La longitud de la galería filtrante está en base al Qmd/T es por ello que la longitud calculada es de 12.78 m, pero se considera una longitud principal de:

$$Lp = 15 \text{ m}$$

Longitud de la zona de filtración (Longitud del ramal)

$$Lr = 5m \quad \text{Según (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)}$$

$$Area (A) = \frac{Q}{I} \Rightarrow \frac{1.5/1000}{0.001}$$

$$A = 1.30m^2$$

$$Ancho (b) = \frac{A}{Lr} \Rightarrow \frac{1.30}{5.00}$$

$$b = 0.26m$$

4.2.1.2. Determinación de la lámina de agua

Altura desde el nivel freático hasta la cresta de la tubería

$$h = 0.90m \quad \text{Según (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)}$$

Espesor del forro filtrante

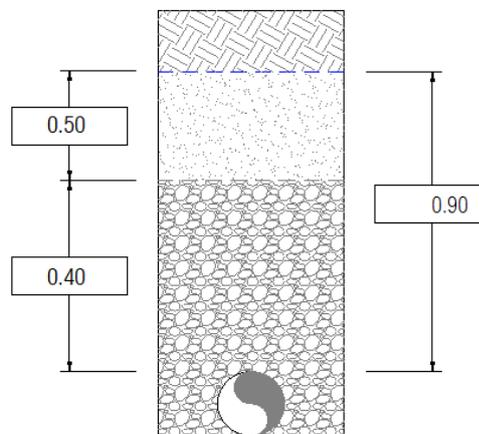
$e = 0.40m$ Según (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

Altura de la cresta de la tubería

La altura de la cresta de la tubería está dada en base a la altura del nivel freático (h) menos el espesor del forro filtrante (e), obteniendo el resultado:

$$ha = 0.50m$$

Figura 10. Espesores de Capas de la galería filtrante



Fuente: Elaborado basado en el RM. N° 192-VIVIENDA (2018)

4.2.1.3. Dimensionamiento del conducto principal

Diámetro del conducto múltiple recolector

$D_p = 8$ Pulg. Recomendado como mínimo según el (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

Pendiente

$$D_p = 3\%$$

Rugosidad

$$n = 0.010 \quad (\text{Tubería PVC})$$

4.2.1.4. Dimensionamiento de los ramales

Diámetro de los conductores secundarios

$D_r = 6$ pulg. Recomendado como mínimo según el (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

Pendiente

$$S_r = 3\%$$

Rugosidad

$n = 0.010$ (Tubería PVC)

Numero de ramales a considerar

Se ha considerado 3 ramales.

$$N = 3.00 \quad (\text{Criterio técnico})$$

Caudal por cada ramal

$$q = \frac{Q}{N} \Rightarrow \frac{1.50}{3.00}$$

$$q = 0.50 \text{ lps}$$

4.2.1.5. Determinación del número de anillos y orificios por ramal

Longitud de los ramales

$L_r = 5.00m$ Recomendado por el (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

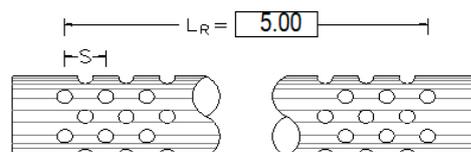


Figura 11: Número de anillos y orificios por ramal

Fuente: Elaborado basado en el RM. N° 192-VIVIENDA (2018)



Separación entre anillos

$$s = 10.00\text{mm} \quad \text{Recomendado por el (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)}$$

Numero de orificios por anillos

$$Noa = 5.00\text{und} \quad (\text{Criterio técnico})$$

Numero de anillos por ramal

$$Na = \frac{Lr}{s} \Rightarrow \frac{5.00}{(10.00/1000)}$$

$$Na = 500\text{und}$$

Numero de orificios por ramal

$$No = Na * Noa \Rightarrow 500.00 * 5.00$$

$$No = 2500.00\text{und}$$

4.2.1.6. Determinación del área abierta por ramal

Diámetro de orificios

$$Do = 5.00\text{mm} \quad \text{Recomendado por el (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)}$$

Área por orificio

$$Ao = \frac{\pi Do^2}{4} \Rightarrow \frac{\pi * (5.00/1000)^2}{4}$$

$$Ao = 0.00002\text{und}$$

Área total de los orificios

$$Ato = No * Ao \Rightarrow 2500.00 * 0.00002$$

$$Ato = 0.04909\text{m}^2$$

Resumen de diseño

Tabla 14. Diseño de conducto principal

Ítem	Conducto principal	Código	Resultado	Unidad
1	Diámetro	Dp	8.00	pulg
2	Longitud	Lp	15.00	m
3	Pendiente	Sp	3.00	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Diseño de ramales

Ítem	Conducto principal	Código	Resultado	Unidad
1	Numero de ramales	N	3.00	und
2	Diámetro	Dp	6.00	pulg
3	Longitud	Lp	5.00	m
4	Pendiente	Sp	3.00	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Diseño de orificios

Ítem	Conducto principal	Código	Resultado	Unidad
1	Numero de orificios por anillos	Noa	5.00	und
2	Numero de orificios por ramal	No	2500	und
3	Separación entre anillos	s	10.00	mm
4	Diámetro de orificios	Do	5.00	mm

Fuente: Elaboración propia

En relación con el planteamiento de la hipótesis: “Por las características de la zona, la captación de agua subsuperficial mediante galerías filtrantes cubrirá la demanda requerida por la población de la localidad de Laraqueri del distrito de Pichacani-Puno.” se acepta la hipótesis, puesto que la propuesta de diseño de una captación mediante galerías filtrantes, está diseñado para aliviar la demanda de



agua requerida por la población actual, y también para una población futura al año 2041.

Estos resultados comparados con Casanova & Ordoñez (2020), presentan características similares; donde propuso la construcción de galerías filtrantes en el Sector Pampa-C.P. Huambocancha Alta, en donde considero un diseño de galerías filtrantes mediante los procedimientos descritos por la Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018), diseñado para un caudal máximo diario de 0.50lps considerando una longitud de 2m de largo, ancho de 0.22m, y un área de 0.43m² del sistema filtrante, así también con una altura desde el nivel freático hasta la cresta de la tubería de 0.90m y un espesor del forro filtrante de 0.40m respectivamente, comprendiendo 3 ramales para la captación de agua con 0.33lps de caudal por cada ramal, con 2m de longitud para cada ramal y 2.5m de longitud para el conducto principal y pendientes del 3% respectivamente para cada ramal y conducto principal. De igual manera Paz (2018), realizó un diseño de galerías filtrantes en el Centro Poblado Araya Grande con una longitud de 100m de un ancho de 2m, con drenes en las galerías filtrantes de 100m, en un diámetro de tubería de 200.00mm con orificios de 10.00mm y espaciamiento de orificios de 30mm, en una pendiente de 1.00% respectivamente, a una profundidad de 2.15m desde la superficie todo ello siguiendo los lineamientos del Manual de diseño de galerías filtrantes de la OPS/CEPIS (2002). Así también Jara (2018) diseño galerías filtrantes para una población en específico que requería un caudal máximo diario de 16.951Lts con un forro filtrante de 20cm aproximadamente y una tubería perforada de 20mm de diámetro con una longitud de 100 metros hasta la cámara húmeda.



V. CONCLUSIONES

- Según los resultados con respecto al estado actual del sistema de agua potable, el rango de puntaje de la metodología aplicada es de 4 puntos como máximo y 0 puntos como mínimo, en este caso el puntaje obtenido en el diagnóstico del sistema es de 2.73, lo cual indica que está en proceso de deterioro, según la metodología usada del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRAS), esto se debe al bajo puntaje obtenido a través de encuesta y observación directa.
- Según los resultados para el diseño se asume un caudal de 1.50lps , en base a esta demanda de agua se diseñó propuesta de captación mediante galerías filtrantes, el cual comprende 3 ramales, cada uno de ellos con un diámetro de 6 pulg con una longitud de 5 metros para cada ramal a una pendiente del 3%; en donde colectaran el agua hacia un conducto principal que presentara un diámetro de 8 pulg, con una longitud de 15.00m en una pendiente de 3% respectivamente; además de ello el número de orificios por anillo estará conformado por 5und, haciendo un total de 25000.00 orificios por ramal, las cuales estarán separadas entre anillos por 10.00mm, especificando que el diámetro de los orificios será de 5.00mm.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mejoramiento de los componentes como la cobertura de servicio, cantidad de agua, continuidad de servicio, calidad, estado de infraestructura en el sistema de agua abastecimiento de agua potable de la Localidad de Laraqueri, debido a que esta se encuentra el proceso de deterioro, según la metodología aplicada, asimismo el sistema ya está cumpliendo su vida útil por lo que si no se tiene mejora alguna la población de la localidad de Laraqueri se verá afectada.
- Se recomienda al JASS y las autoridades de la municipalidad del distrito de Pichacani, gestionar la formulación de un proyecto de mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable mediante la captación de galerías filtrantes, por su facilidad en el proceso constructivo, bajo costo y además aprovechar las aguas subsuperficiales del río Morocollo, para poder incrementar el caudal disponible del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Laraqueri.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, J. (2018). *Diagnostico y Propuesta de Mejora del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Maray, Huaura, Lima-2018*. Huacho-Perú.
- Arone, O., Bravo, R., & Curicuri, I. (2017). *Reservorios de almacenamiento*. ñaña: Universidad Peruana union. Obtenido de https://www.academia.edu/33672083/UNIVERSIDAD_PERUANA_UNI%C3%93N
- Behar, D. (2008). *Metodologia de la Investigacion*. Barcelona: Ediciones Shalom.
- Briceño, D. (2013). *Diagnostico del Sistema de Agua Potable del Caserío de Bella Union, Cajamarca 2013*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca .
- Cama, D., & Huasco, M. G. (2019). *Evaluación de la calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable de Villa Rica-Oxapampa*. Lima: Universidad Peruana Unión.
- Campo, G., & Lule, M. (2012). La observacion, Un Metodo Para el Estudio de la Realidad. *Revista Xihmai*. Obtenido de <file:///C:/Users/Ambiental%20%2003/Downloads/Dialnet-LaObservacionUnMetodoParaElEstudioDeLaRealidad-3979972.pdf>
- Campoverde, H. (2019). *Diseño del sistema de agua potable y Unidades Basicas de Saneamiento de los caserios Surpampa y Nueva esperanza, Distrito de Suyo, Provincia de Ayabaca - Departamento de Piura*. Piura: Universidad Catolida los Angeles de Chimbote. Obtenido de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/14446/AGUA_PO TABLE_DISENO_CAMPOVERDE_ABAD_HOMER_JONATAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Capital natura. (01 de Julio de 2019). *El agua, el líquido más extraño del universo*. Obtenido de <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/biociencias/el-agua-el-liquido-mas-extrano-del-universo/>
- CAREperu, P. (2010). *Sistema regional de agua y sanemamiento - SIRAS*. Cajamarca.
- Casanova, E., & Ordoñez, E. (2020). *Evaluación de los parámetros (PCO) en una fuente de agua subterránea, con la construcción de una Galería Filtrante en el sector la Pampa-Centro Poblado Huambocancha Alta-Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- CORANTIOQUIA. (2014). *Medicon del caudal*. medellin: Corantioquia. Obtenido de https://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medici%C3%B3n_de_Caudal.pdf
- Delgadillo, O. (2014). *Como aforar pequeñas fuentes de agua por el metodo Volumetrico*. Cochabamba: Centro Andino para la Gestion y Uso del Agua (Centro AGUA). Obtenido de http://www.centro-agua.umss.edu.bo/files/shares/material-capacitacion/2014_Aforo_agua_metodo_volumetrico.pdf



- DIGESA. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: Ministerio de Salud. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Garcia, E. (2009). *Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales*. Lima: Fondo Peru-Alemania. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GARCIA%202009.%20Manual%20de%20proyectos%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf
- GOB. REG. ANCASH. (2013). *Manual de operacion y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable*. Ancash: Gobierno Regional de Ancash. Obtenido de http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/599450041_MANUAL%20DE%20OyM%20SIST%20AGUA%20POTABLE%20Y%20UBS%20ALLPAQUITA.pdf
- Guzman, M., & Ruiz, K. (2019). *Diagnostico y plan de mejoramiento del sistema de agua potable de la veeda Queca en el municipio de una Cundimarca Segun aprametros de la RAS*. Bogota DC: Universidad Distrital de Francisco Jose de Caldas. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15536/GuzmanChaparroMichaelEduard2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ingenieria Sanitaria. (22 de Diciembre de 2013). *Fuentes de abastecimiento de agua*. Obtenido de <http://sanitariosperu.blogspot.com/2013/12/fuentes-de-abastecimiento-de-agua.html>
- Jara, W. (2018). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable utilizando captaciones Subsuperficiales-Galerias filtrantes del distrito de Pomahuaca-Jaen-Cajamarca*. Chiclayo: Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Jimenez, J. (2013). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Veracruzana: Universidad Veracruzana. Obtenido de <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- Larraga, B. (2016). *Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, Canton Vinces, Provincia de los Rios*. Quito: Pontificia Universidad Catolica del Ecuador. Obtenido de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464/BOL%20C3%20DVAR%20PATRICIO%20L%20C3%2081RRAGA%20JURADO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Machado, A. (2018). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado Santiago, Distrito de Chalaco, Morropon, Piura*. Piura: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1246/CIV-MAC-CAS-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Magne, F. (2008). *Abaastecimiento, Diseño y construccion de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingenierira Sanitaria I*. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simon. Obtenido de <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1522.pdf>
- Meneses, A., & Reyes, J. (2007). *Diagnostico y Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para la Localidad del Municipio de Zamora Michoacan*. Zamora Michoacan.
- MINSA. (1993). *Manual de Procedimientos Tecnicos en Saneamiento*. Cajamarca: Ministerio de Salud - Direccion Regional de Salud Cajamarca. Obtenido de http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/753_MINSA179.pdf
- MINSA. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: Ministerio de Salud. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- MINSA. (2015). *Caracterizacion de agua para consumo humano*. Lima: Ministerio de Salud. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/metas/taller_PI_meta35_1.pdf
- Muni Pichacani. (23 de Enero de 2021). *Facebook*. Obtenido de <https://www.facebook.com/pg/Muni-Pichacani-Capital-Laraqueri-530298110779634/posts/>
- Municipalidad de Pichacani. (2020). *Construcción de sistema de bombeo y separación anual en el abastecimiento de agua potable en la localidad de Laraqueri, distrito de Pichacani- provincia de Puno – departamento Puno*. Pichacani: Municipalidad de Pichacani.
- MVCS. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Obtenido de https://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf
- MVCS. (2017). *Guia para la Identificacion y Estandarizacion de Especificaciones Tecnicas de los Medidores Agua Potable a instalarse en las Conexiones Domiciliarias*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-la-guia-para-la-identificacion-y-estandarizacion-d-resolucion-ministerial-n-065-2017-vivienda-1491047-1>
- MVCS. (2018). *Manual de instrucciones para el entrevistador*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/490041366/MANUAL-DE-INSTRUCCIONES-PARA-EL-ENTREVISTADOR-ACTUALIZADO-MVCS-PNSR>
- OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Ginebra: Organizacion Mundial de la Salud. Obtenido de



- <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- OMS. (18 de Junio de 2019). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water-%E2%80%93-unicef-who>
- OPS. (2004). *Guia para el diseño y construccion de Captaciones de mantial*. Lima: Organizacion Panamericana de la Salud.
- OPS/CEPIS. (2002). *Manual de diseño de galerías filtrantes*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Paz, Y. (2018). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el Centro Poblado Araya Grande, Provincia de Barranca*. Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Plasencia, R. (2013). *Diagnostico del sistema de agua potable del centro poblado el Tuco, del distrito de Bambamarca - Hualgayoc - Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/669/T%20628.162%20P715%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiliche, J. (2013). *Diagnostico del sistema de agua potable de la ciudad de Cospan-Cajamarca*. Cospan: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/671/T%20628.162%20Q6%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramirez, P. (2019). *Sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Shilcayo, distrito de Chazuta, provincia y departamento de San Martin*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martin. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3682/CIVIL%20-%20Peter%20Lleyson%20Ramirez%20Vega%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, J., & Chura, M. (2018). *Evaluacion Tenica y Valoracion Economica de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en el Centro Poblado de Pasiri, Distrito de Juli-Chucuito-Puno*. Puno-Perú.
- Rivas, H. (2019). *Diagnostico del Sitema de Agua Potable y su Incidencia en la Condicion Sanitaria en el Centro Poblado Monteverde, Dsitrito de Las Lomas, Provincia de Piura-Setiembre,2019* . Piura-Perú.
- Rizo, J. (2015). *Tecnicas de Investigacion Documental*. Matagalpa-Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/12168/1/100795.pdf>
- RM. N° 192-VIVIENDA. (2018). *Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Obtenido de file:///C:/Users/Jenifer/Downloads/Norma_Tecnica_de_Disenio_Opciones_Tecnolo.pdf



- Romero, G. (2020). *Diagnostico del sistema de agua potable de la localidad de Santo Domingo, Provincia de Morropon - Piura*. Piura: Universidad Catolica los Angeles de Chimbote. Obtenido de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/20862/DIAGNOSTICAR_EFICACIA_ROMERO_RAMIREZ_GRACIELA_ELIZABETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SAGARPA. (2019). *Lineas de Conduccion por gravedad*. Lima: Secretaria de Agricultura Ganaderia, Desarrollo Rural Pesca y Alimentacion. Obtenido de <https://es.slideshare.net/demetriofernandez313/lineas-de-conduccion-por-gravedad-2da-ed>
- Saravia, L. (2018). *Diagnostico de los sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento en los Centros Poblados del Distrito de Cuyocuyo*. Juliaca-Perú.
- Senamhi. (2020). *Disponibilidad Hidrica*. Obtenido de https://idesepe.senamhi.gob.pe/portalidesepe/idesepe_tema_cambio_climatico_disponibilidad_hidrica_analisis_comparativo.jsp
- UNITEC. (Julio de 2017). *Technological University of Mexico*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/p7uveopl/AGUA-POTABLE-II7-REDES-DE-DISTRIBUCION-ES-UN-CONJUNTO-DE-TUBERIAS-ACCESORIOS-Y/>
- Vallejos, A. (2008). *Forma de hacer un diagnóstico en la investigación científica: perspectiva holística. Teoría y praxis investigativa*.
- Vasquez, S. (2018). *Diagnostico del Consumo y Demanda de Agua Potable en el Campus de la UNALM y Propuesta de Cobertura*. Lima-Perú.
- Villacis, K. (2018). *Evaluacion de la linea de conduccion del sistema de abastecimiento de agua potable del Canton Rumiñahui*. Quito: Escuela Politecnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19455/1/CD-8849.pdf>
- Villaroya, F. (2009). *Tipos de acuíferos y parametros hidrogeologicos*. Madrid.
- Webscolar. (25 de Mayo de 2021). *Webscolar*. Obtenido de <https://www.webscolar.com/que-es-la-tecnica-de-la-entrevista>



ANEXOS



Anexo 1. Cuestionario sobre Estado de Sistema de Abastecimiento de agua

FORMATO N° 01

ENCUESTA COMUNAL PARA EL REGISTRO DE COBERTURA Y CALIDAD DE
LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO /COMUNIDAD.

A. Ubicación

1. Centro poblado : Laraqueri
2. Código de lugar : Laraqueri
3. Anexo/sector : Laraqueri
4. Distrito : Pichacani
5. Provincia : Puno
6. Departamento : Puno
7. Altura
Altitud: 3956 msnm X: 386286.8 Y: 8214209.64
8. Cuantas familias tiene el sector : 886 familias
9. Promedio de integrantes por familia : 4
10. ¿Explique cómo se llega al sector desde la capital del distrito?

DESDE	HASTA	TIPO DE VIA	MEDIO DE TRANSPORTE	DISTANCIA (KM)	TIEMPO (HORAS)
PUNO	LARAQUERI	ASFALTADA	AUTOMOVIL	38.1	40

11. ¿Qué servicios públicos se tiene en el lugar?

- Establecimiento de salud SI NO
- Centro educativo SI NO
- I Inicial Primaria Secundaria
- Energía eléctrica SI NO



12. Fecha en que se concluyo la construcción del sistema de agua potable
20/02/1999

13. Institución ejecutora
Municipalidad Distrital de Pichacani

14. ¿Qué tipo de fuente abastece al sistema?
Manantial Pozo Agua superficial

15. ¿Como es el sistema de abastecimiento?
Por gravedad Por bombeo

B. Cobertura de servicio

16. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable? (Indicar el número)
886 familias

C. Cantidad de agua

17. ¿Cuál es el caudal de la fuente en **época de sequía**? En litros por segundo
1.53 l/s

18. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número)
886 conexiones

19. ¿El sistema tiene piletas públicas? Marque con una X

SI NO (pasar al 21)

20. ¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema? (Indicar el número)

D. Continuidad de servicio

21. ¿Cómo son las fuentes de agua? Marque con una X
Volumen de depósito: 96m³

NOMBRE DE FUENTES	DESCRIPCION		
	PERMANENTE	BAJA CANTIDAD, PERO NO SE SECA	SE SECA TOTALMENTE EN ALGUNOS MESES
IMAÑA	X		



22. ¿En los últimos doce (12) meses, cuánto tiempo han tenido el servicio de agua?
Marque con una X

- Todo el día durante todo el año
- Por horas solo en épocas de sequia
- Por horas todo el año
- Solamente algunos días por semana

E. Calidad de agua

23. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica? Marque con una X

SI NO (pasar al 25)

24. ¿Cuál es el nivel de cloro residual? Marque con una X

Lugar de toma de muestra	DESCRIPCION		
	Baja cloracion (0-0.4 mg/lit)	Ideal (0.5-0.9 mg/lit)	Alta cloracion (1.0-1.5 mg/lit)
Parte alta		X	
Parte media		X	
Parte baja		X	

25. ¿Cómo es el agua que consumen? Marque con una X

Agua clara Agua turbia Agua con elementos extraños

26. ¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses? Marque con una X

SI NO

27. ¿Quién supervisa la calidad del agua? Marque con una X



- Municipalidad
- JASS
- MINSA
- Nadie
- Otros

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Tabla 1. Parámetros físico químicos y microbiológicos obligatorios

Nº	Parámetros a analizar	Und	Límites Máximos Permisible (DIGESA 2010)
1	pH	Valor de pH	6.5 A 8.5
2	Color	UCV escala	15
		Pt/Co	
4	Turbiedad	UNT	5
3	Cloro residual	Mg/L	5
5	Coliformes Totales	NMP/100mL	0 (*)
6	Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	0 (*)

Fuente: (DIGESA, 2010)

F. Estado de la infraestructura

- Captación
Altitud: 43365 msnm X: 382308 Y: 8216524

28. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema?

01 captación

29. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las captaciones.

Marque con una X



Captacion	Estado de cerco perimetrico			Material de construccion de la captacion		Datos georeferencialea		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C. Imaña	X			X		4335	382308	8216524

Captacion	Identificacion de peligros							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamiento	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminacion de la fuente de agua
C. Imaña	X							

30. Determine el tipo de captación y describa el estado de la infraestructura. Marcar con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Descripción de fondo	Estado actual de la estructura																															
	Valvula		Tapa sanitaria 1 (filtro)						Tapa sanitaria 2 (camara colectora)						Tapa sanitaria 3 (caja de valvulas)						Estructura			Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Dado de protección				
	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene			Seguro			No tiene	Si tiene			Seguro			No tiene	Si tiene			Seguro			No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene			
				Concreto	Metal	Madera	Concreto	Metal	Madera		Concreto	Metal	Madera	Concreto	Metal	Madera		Concreto	Metal	Madera	Concreto	Metal	Madera									
C. Imaña	X		X					X							X							X	X		X		X		X		X	

- Caja o buzón de reunión

31. ¿Tiene caja de reunión? Marque con una X

SI NO

32. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cajas o buzones de reunión. Marque con una X

Caja o buzón de reunión	Estado de cerco perimétrico			Material de construcción		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artisanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C. Imaña	X				X	4335	382308	8216524

33. Describa el estado de la estructura. Marque con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Descripción	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla			Tubería de limpia y			Dado de protección			
	No tiene	Si tiene			Seguro			B	R	M	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	
		Concreto		Metal	Madera	No tiene											Si tiene
		B	R	M													
C. Imaña		X		X				X				X			X		

Cámara rompe presión CRP-6

34. ¿Tiene cámara rompe presión CRP-6? Marque con una X

SI

NO

35. ¿Cuántas cámaras rompe presión tiene el sistema?

Tiene 05 cámaras rompe presión

36. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cámaras rompe presión (CRP- 6). Marque con una X

CRP6	Estado del cerco perimétrico			Material de construcción de la CPR6		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artisanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C. Imaña	X			X		4254	382954	8216104



Captacion	Identificación de peligros							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamiento	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
C. Imaña				X				

37. Describir el estado de la infraestructura. Marque con una X:

B = Bueno
R = Regular
M = Malo

Descripción	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla			Tubería de limpia y			Dado de protección			
	No tiene	Si tiene			Seguro			No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene				
		Concreto		Metal	Madera	No tiene								Si tiene	B	R	M
		B	R	M													
C. Imaña	X				X			X			X			X			

38. ¿Tiene el sistema tubo rompe carga en la línea de conducción? Marque con una X

SI NO (pasa a la pregunta 40)

39. ¿En qué estado se encuentran los tubos rompe carga? Marque con una X

- Línea de conducción

40. ¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X

SI NO (pasa a la pregunta 44)

Identificación de riesgos:

- No presenta
- Crecidas o avenidas
- Inundaciones
- Desprendimientos de rocas o arboles
- Contaminación de la fuente de agua
- Huaycos



- Hundimiento de terreno
- Deslizamiento

41. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

- Enterrada totalmente
- Enterrada en forma parcial
- Malograda
- Colapsada

42. ¿Tiene cruces/ pases aéreos?

SI NO

43. ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X

Bueno Regular Malo Colapsado

- Planta de tratamiento de aguas

44. ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Aguas? Marque con una X

SI NO

No se encuentra operativo

45. ¿Tiene cerco perimétrico la estructura?

SI, en buen estado Si, en mal estado No tiene

46. ¿En que estado se encuentra la estructura? Marque con una X

Bueno Regular Malo



- Reservorio

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X

SI

NO

48. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado de cerco perimétrico			Material de construcción de reservorio		Datos Geo-refereciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	X
	En buen estado	En mal estado						
RESERVORIO 01	X			X		3985	386011	8214224
Captacion	Identificación de peligros							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamiento	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Reservorio 1	X							

49. ¿Describir el estado de la estructura? Marque con una X

DESCRIPCION		ESTADO ACTUAL					
		No tiene	Si tiene			Seguro	
	Bueno		Regular	Malo	Si tiene	No tiene	
Volumen	96 m3						
Tapa sanitaria 1 (T.A)	De concreto	X			X		
	Metalica						
	Madera						
Tapa sanitaria 2 (C.V)	De concreto						
	Metalica	X					
	Madera						
Reservorio/Tanque de almacenamiento		X					
Caja de valvulas			X				
Canastillas		X					
Tuberia de limpia y rebose		X					
Tubo de ventilacion		X					
Hipoclorador		X					
Valvula flotadora		X					
Valvula de entrada		X					
Valvula de salida		X					
Valvula de desague		X					
Nivel estatico		X					
Dado de proteccion		X					
Cloracion por goteo		X					
Grifo de enjuague		X					



- Línea de aducción y red de distribución
50. ¿Cómo está la tubería?

- Cubierta totalmente
- Cubierta en forma parcial
- Malograda
- Colapsada
- No tiene

Identificación de riesgos

- No presenta
- Crecidas o avenidas
- Inundaciones
- Desprendimientos de rocas o arboles
- Contaminación de la fuente de agua
- Huaycos
- Hundimiento de terreno
- Deslizamiento

51. ¿Tiene cruces I pases aéreos? Marque con una X

SI NO

52. ¿En qué estado se encuentra el cruce / pases aéreos? Marque con una X

Bueno Regular Malo Colapsado

- Válvulas

53. Describa el estado de las válvulas del sistema. Marque con una X e indique el número



Descripcion	Si tiene		No tiene	
	Bueno	Malo	Necesita	No necesita
Valvulas de aire	X			
Valvulas de purga	X			
Valvulas de control	X			

- Cámara rompe presión CRP-7

54. ¿Tiene cámaras rompe presión CRP-7? Marque con una X

SI NO

55. ¿Cuántas cámaras rompe presión tipo 7 tiene el sistema?

Tiene 05 cámaras rompe presión

56. Describa el cerco perimétrico y material de construcción de las CRP-7.

CRP 7	Cerco perimetrico			Material de construccion CRP7		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
CRP 1	X			X				
CRP 2	X			X				
CRP 3	X			X				
CRP 4	X			X				
CRP 5	X			X				

CRP 7	Identificacion de peligros							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamiento	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminacion de la fuente de agua
CRP 1	X							
CRP 2	X							
CRP 3	X							
CRP 4	X							
CRP 5	X							

Descripcion	Estado actual de la estructura																											
	Valvula		Tapa sanitaria 1						Tapa sanitaria 2 (caja de valvulas)						Estructura		Canastilla		Tuberia de		Dado de							
	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene			Seguro	No tiene	Si tiene			Seguro	Estructura		No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene								
	e	B	M	B	R	M	B	R	M	der	tiene	tiene	e	B	R	M	B	R	M	der	tiene	tiene	B	R	M	e	B	M
CRP1																												



57. Describir la infraestructura

- Piletas publicas

58. Describir el estado de las piletas publicas

- Piletas domiciliarias

59. Describir el estado de las piletas domiciliarias

DESCRIPCION	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VALVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
Casa 1	X				X			X		
Casa 2	X				X			X		
Casa 3	X				X				X	
Casa 4	X					X		X		
Casa 5	X				X			X		
Casa 6	X					X		X		
Casa 7	X				X				X	
Casa 8		X			X			X		
Casa 9	X				X			X		
Casa 10	X				X				X	
Casa 11	X					X		X		
Casa 12		X			X			X		
Casa 13	X				X			X		
Casa 14	X				X			X		
Casa 15	X					X		X		
Casa 16		X			X			X		
Casa 17	X				X			X		
Casa 18	X				X			X		
Casa 19	X				X			X		
Casa 20	X					X			X	
TOTAL	17	3	0	0	15	5	0	16	4	0



Anexo 2. Procesamiento de datos de encuesta

ESTADO DEL SISTEMA

Para determinar el estado de sistema de agua potable seguimos el siguiente procedimiento, tal como establece la metodología SIRAS:

V1: Indicador de cobertura de servicio

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-07 a P-17.

Tabla N° 1. Valores para dotación de agua según ubicación

Altitud	Dotación lts/persona/día
Costa o Chala 0 - 500 m.s.n.m.	70
Yunga 500 - 2,300 m.s.n.m.	50
Quechua 2,300 - 3,500 m.s.n.m.	50
Jalca 3,500 - 4000 m.s.n.m.	50
Puna 4,000 - 4,800 m.s.n.m.	50
Selva alta y selva baja 1,000 - 80 m.s.n.m.	70

Fuente: (CARE Perú, 2010)

Respuestas P-07: 3956 m.s.n.m. por lo tanto, la dotación (D) es 50 lts/persona/día.

Respuestas P-08: 886

Respuestas P-09: 04 integrantes por familia

Respuestas P-16: 886 familias

Respuestas P-17: 1.53 lts/seg.

Número de personas atendibles (A):

$$\text{Cobertura de servicio} = \frac{P - 17 * 86400}{D}$$



$$\text{Cobertura de servicio} = \frac{1.53 * 86400}{50}$$

$$\text{Cobertura de servicio} = 2643.84 \text{ personas}$$

Número de personas atendidas (B):

$$\text{Cobertura de servicio} = P - 16 * P - 09$$

$$\text{Cobertura de servicio} = 886 * 4$$

$$\text{Cobertura de servicio} = 3544 \text{ personas}$$

El puntaje de la cobertura se obtiene de la comparación de A y B.

Si A > B =	Bueno	= 4 puntos
Si A = B =	Regular	= 3 puntos
Si A < B =	Malo	= 2 puntos
Si B = O =	Muy malo	= 1 puntos

A < B, el valor que corresponde es 2 puntos

V2: Indicador de cantidad de agua potable

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-07 a P-20.

Respuestas P-07: 3956 m.s.n.m. por lo tanto, la dotación (D) es 50 lt/persona/día.

Respuestas P-08: 886 familias

Respuestas P-09: 04 integrantes por familia

Respuestas P-16: 886 familias

Respuestas P-17: 1.53 lts/seg.



Respuestas P-18: 886 conexiones domiciliarias

Respuestas P-20: 0 piletas publicas

Volumen demandado (A):

Formula 1:

$$\text{Volumen demandado} = P - 18 * P - 09 * D * 1.3$$

$$\text{Volumen demandado} = 886 * 4 * 50 * 1.3$$

$$\text{Volumen demandado} = 230,360 \text{ litros}$$

Formula 2:

$$\text{Volumen demandado} = P - 20 * (P - 16 - P - 18) * P - 09 * D * 1.3$$

$$\text{Volumen demandado} = 0 * (886 - 886) * 4 * 50 * 1.3$$

$$\text{Volumen demandado} = 0 \text{ litros}$$

Por lo tanto, el Volumen Demandado (C) es la suma de (1) + (2)

$$\text{Volumen demandado} = 230,360 \text{ litros}$$

Volumen ofertado (B):

$$\text{Volumen ofertado} = P - 17 * 86400$$

$$\text{Volumen ofertado} = 1.53 * 86400$$

$$\text{Volumen demandado} = 132192 \text{ litros}$$

El puntaje de la cantidad se obtiene de la comparación de A y B.



Si $A > B$ =	Bueno	= 4 puntos
Si $A = B$ =	Regular	= 3 puntos
Si $A < B$ =	Malo	= 2 puntos
Si $B = 0$ =	Muy malo	= 1 puntos

Si $A < B$, el valor que corresponde es 2 puntos

V3: Indicador de continuidad de servicio

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-21 a P-22.

Respuestas P-21: Baja cantidad, pero no seca (3)

Respuestas P-22: Solo por horas todo el año (2)

$$\text{Continuidad de servicio} = \frac{P - 21 + P - 22}{2}$$

$$\text{Continuidad de servicio} = \frac{3 + 2}{2}$$

$$\text{Continuidad de servicio} = 2.5 \text{ puntos}$$

El valor que corresponde es 2.5 puntos.

V4: Indicador de calidad

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-23 a P-27.

Respuestas P-23: Si se clora. (4)

Respuestas P-24: Baja cloración. (3)

Respuestas P-25: Agua es clara. (4)

Respuestas P-26: No se ha realizado análisis bacteriológicos. (1)



Respuestas P-27: La JASS. (4)

$$\text{Calidad de agua} = \frac{P - 23 + P - 24 + P - 25 + P - 26 + P - 27}{5}$$

$$\text{Calidad de agua} = \frac{4 + 3 + 4 + 1 + 4}{5}$$

$$\text{Calidad de agua} = 3.2$$

El valor que corresponde es 3.20 puntos.

V5: Estado de infraestructura

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-28 a P-59.

Tabla N° 2. Puntajes de variables

N°	Descripción	Pregunta
1	Captación	P28-P30
2	Caja o buzón de reunión	P31-P33
3	Línea de conducción	P40-P43
4	Reservorio	P47-P49
5	Línea de aducción y línea de distribución	P50-P52
6	Válvulas	P53
7	Piletas domiciliarias	P59

Fuente: Elaboración propia

Captación

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-28 a P-30.

Respuestas P-29:

Respuestas P-30:

P-30.1: Si tiene válvulas. (4)



P-30.2: Si tiene tapa sanitaria y su seguro 1,2,3. (4)

P-30. 2a: Si tiene tapa sanitaria y seguro 01. (4)

P-30.2b: Si tiene tapa sanitaria y seguro 02. (4)

P-30.2c: Si tiene tapa sanitaria y seguro 03. (4)

P-30.3: Buen estado. (4)

P-30.4: Si tiene accesorios. (4)

P-30. 4a: Si tiene canastilla. (4)

P-30. 4b: Si tiene tubería limpia y rebose. (4)

P-30. 4c: Si tiene dado de protección. (4)

$$P - 30 = \frac{P30.1 + P30.2 + P30.3 + P30.4}{4}$$

$$P - 30 = \frac{4 + 4 + 4 + 4}{4}$$

$$P - 30 = 4$$

Para obtener puntaje de captación:

$$Captacion = \frac{P - 29 + P - 30}{2}$$

$$Captacion = \frac{4 + 4}{2}$$

$$Captacion = 4$$



Caja o buzón de reunión

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-31 a P-33.

Respuestas P-32: Buen estado. (4)

Respuestas P-33:

P-33.1: Si tiene tapa sanitaria. (4)

P-33.2: Si tiene seguro. (4)

P-33.3: Si tiene accesorios. (4)

P-33.3.1: Si tiene canastilla. (4)

P-33.3.2: Si tiene tubería de limpia y rebose. (4)

P-33.3.3: Si tiene dado de protección. (4)

$$P - 33 = \frac{P - 33.1 + P - 33.2 + P - 33.3}{3}$$

$$P - 33 = \frac{4 + 4 + 4}{3}$$

$$P - 33 = 4 \text{ puntos}$$

Para obtener el puntaje de caja o buzón de reunión:

$$\text{Caja o buzón de reunión} = \frac{P - 32 + P - 33}{2}$$

$$\text{Caja o buzón de reunión} = \frac{4 + 4}{2}$$

$$\text{Caja o buzón de reunión} = 4 \text{ puntos}$$



El valor que corresponde es de 4 puntos.

Línea de conducción (línea de impulsión)

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-40 a P-43.

Respuestas P-41: Enterrada totalmente. (4)

Respuestas P-43: No tiene cruce aéreo. (4)

$$\text{Linea de conduccion} = \frac{P - 41 + P - 43}{2}$$

$$\text{Linea de conduccion} = \frac{4 + 4}{2}$$

$$\text{Linea de conduccion} = 4 \text{ puntos}$$

El valor correspondiente es de 4 puntos.

Reservorio

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-47 a P-49.

Respuestas P-48: Buen estado. (4)

Respuestas P-49:

Respuestas P-49.1:

Tapas sanitarias tanque de almacenamiento:

$$P - 49.1a = \frac{4 + 4}{2}$$

$$P - 49.1a = 4 \text{ puntos}$$



Tapas sanitarias caja de válvulas

$$P - 49.1b = 4 \text{ puntos}$$

$$P - 49.1 = \frac{P - 49.1a + P - 49.2b}{2}$$

$$P - 49.1 = 4 \text{ puntos}$$

Respuestas 49.2: Buen estado tanque de almacenamiento. (4)

Respuestas 49.3: Buen estado caja de válvulas. (4)

Respuestas 49.4: Buen estado canastilla. (4)

Respuestas 49.5: Buen estado tubería de limpia y rebose. (4)

Respuestas 49.6: Buen estado tubo de ventilación. (4)

Respuestas 49.7: Buen estado hipo clorador. (4)

Respuestas 49.8: Buen estado válvula flotadora. (4)

Respuestas 49.9: Buen estado válvula de entrada. (4)

Respuestas 49.10: Buen estado válvula de salida. (4)

Respuestas 49.11: Buen estado válvula de desagüe. (4)

Respuestas 49.12: Buen estado nivel estático. (4)

Respuestas 49.13: Buen estado dado de protección. (4)

Respuestas 49.14: Buen estado cloración por goteo. (4)

Respuestas 49.15: Buen estado grifo de enjuague. (4)



$$P - 49 = \frac{\sum P - 49.1 \text{ a } P - 49.2}{15}$$

$$P - 49 = 4 \text{ puntos}$$

$$\text{Reservorio} = \frac{P - 49 + P - 50}{2}$$

$$\text{Reservorio} = \frac{4 + 4}{2}$$

$$\text{Reservorio} = 4 \text{ puntos}$$

El valor correspondiente es de 4 puntos.

Línea de aducción y línea de distribución

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-50 a P-52.

Respuestas P-50: Enterrada totalmente. (4)

Respuestas P-52: No tiene cruce aéreo.

$$\text{Línea de aducción y distribución} = \frac{P - 50 + P - 52}{2}$$

$$\text{Línea de aducción y distribución} = 4 \text{ puntos}$$

El valor correspondiente es de 4 puntos.

Válvulas

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-53.

Respuestas P-53: Se ha considerado 20 válvulas de control, 5 válvulas de aire y 5 válvulas de purga, se encuentran en buen estado. (4)



Valvulas = 4 puntos

El valor correspondiente es 4 puntos.

Piletas domiciliarias

Para determinar el puntaje, se utilizaron las siguientes preguntas: P-59

Pedestal o Estructura (P-59.1).

Válvula de Paso (P-59.2).

Grifo (P-59.3).

Se tomó 20 muestras del total de las viviendas.

$$P - 59 = \frac{P - 59.1 + P - 59.2 + P - 59.3}{3}$$

El valor correspondiente es de 3.8 puntos.

Tabla N° 3. Puntajes de estado de sistema

N°	Descripción	Pregunta	Puntaje
1	Captación (C)	P-28 - P-30	4
2	Caja o buzón de reunión (BR)	P-31 - P-33	4
3	Línea de conducción (línea de impulsión) (LC)	P-40 - P-43	4
4	Reservorio (R)	P-47 - P-49	4
5	Línea de aducción y línea de distribución (LAD)	P-50 - P-52	4
6	Válvulas (V)	P-53	4
7	Piletas domiciliarias (PD)	P-59	3.8

Fuente: Elaboración propia

Estado de la Infraestructura de sistema.

$$\text{Estado de Infraestructura} = \frac{C + BR + LC + R + LAD + V + PD}{7}$$

$$\text{Estado de Infraestructura} = 3.97$$

El valor correspondiente es 3.97 puntos.

**POR LO TANTO, PARA DETERMINAR EL ESTADO DE SISTEMA, SE
CALCULA CON LA SIGUIENTE TABLA:**

Tabla 4. Estado de sistema

Estado del Sistema			
Nº	Indicadores	Variable	Puntaje
1	Cobertura de servicio	V1	2
2	Cantidad de agua	V2	2
3	Continuidad de servicio	V3	2.5
4	Calidad	V4	3.2
5	Estado de infraestructura	V5	3.97

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Estado de Sistema} = \frac{V1 + V2 + V3 + V4 + V5}{5}$$

$$\text{Estado de Sistema} = 2.73 \text{ puntos}$$

Según las variables tomadas de acuerdo a los cálculos del formato 1, el sistema de agua potable está en deterioro.



Anexo 3. Resultados de los parámetros analizados



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00388

Fecha de emisión: 14/09/2021

Página 1 de 4

Clave generada : AE471FE2

Señores : CHOQUEHUANCA RAMOS JOHAN NAPOLEON
Dirección : JR. 24 DE JUNIO 315 - PICHACANI - PUNO
Atención : CHOQUEHUANCA RAMOS JOHAN NAPOLEON
Proyecto : PROYECTO DE TESIS_ "DIAGNOSTICO DE LA DISPONIBILIDAD HIDRICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y PROPUESTA PARA MEJORAR EL CAUDAL DISPONIBLE Y LA CALIDAD MEDIANTE GALERIAS FILTRANTES EN LOCALIDAD DE LARAQUERI DEL DISTRITO DE PICHACANI-PUNO".

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : CHOQUEHUANCA RAMOS JOHAN NAPOLEON
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 268-21
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente
Fecha de recepción : 6/09/2021
Fecha de ensayo : 6/09/2021
Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG21000739	AGUA POTABLE LARAQUERI	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	LARAQUERI / PICHACANI / PUNO / PUNO	0386011E; 8214224N	5/09/2021	16:34

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra
Cooler refrigerado
Observación
-

Omar A. Juárez Soto
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00388

Fecha de emisión: 14/09/2021

Página 2 de 4
Clave generada : AE471FE2

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Codigo Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*806	*811	*822	808	
		Color	Turbidez	Cloro Cl2	pH	T
		Pt Co	NTU	mg/L	Unidad de pH	°C
AG21000739	AGUA POTABLE LARAQUERI	≈<2	≈<0,50	0,14	7,57	22,7


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

"<Valor numérico"=Límite de detección del método, ">Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00388

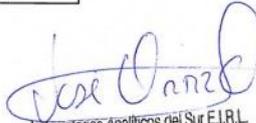
Fecha de emisión: 14/09/2021

Página 3 de 4

Clave generada : AE471FE2

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	871	872
		Coliformes Total	Coliformes Termotolerantes (Fecales)
		NMP/100 mL	NMP/100 mL
AG21000739	AGUA POTABLE LARAQUERI	2,2	<1,1


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
José A. Ortiz Condori
Microbiología
Biólogo C.B.P. 13052

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00388

Fecha de emisión:14/09/2021

Página 4 de 4

Clave generada : AE471FE2

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
*806	Método de Ensayo para la determinación de color en agua método fotométrico	[a 1.6 - 500] Pt Co
*811	Método de ensayo para la determinación de Turbidez en agua	[a 1.2 - 10000] NTU
*822	ASTM D 1253 - 03 Método de ensayo estándar para cloro residual en agua	[a 0.016 - 5] mg/L
808	pH en aguas. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ Part B 23rd Ed. Electrometric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 14] Unidad de pH
871	Numeración de Coliformes Totales (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 B, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO).	[a 1.8 - 16000000000] NMP/100 mL
872	Numeración de Coliformes Fecales (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 E-1, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium). (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO).	[a 1.8 - 16000000000] NMP/100 mL

* : Límite detección

b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

"a"<Valor numérico"<Límite de detección del método, "b"<Valor Numérico"<Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.

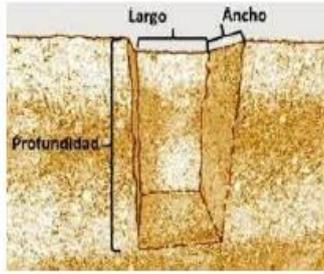
Validar el informe
vía web



Anexo 4. Prueba de infiltración de acuífero



Calicata 01



- $V = 0.60 \times 0.60 \times 0.50 = 0.18 \text{ m}^3/26\text{min}$
- Conversión:
- $V = 0.18 \times 60/26 \text{ min}$
- $V = 0.415$

Tabla N°1 de datos recogidos en campo de la prueba de infiltración.

T(min)	h (cm)
1	3
1.5	4
2	5
2.5	6
3	9
3.5	12
4	15
5	17
6	18.6
7	20
8	20.8
9	21.3
10	21.6
11	22.1
12	22.5
14	22.7
17	22.9
19	23.3
21	24.3
23	25.1
25	26



$$T = \frac{Q}{4(\pi)S}$$

$$T = \frac{0.415}{4(\pi)8219}$$

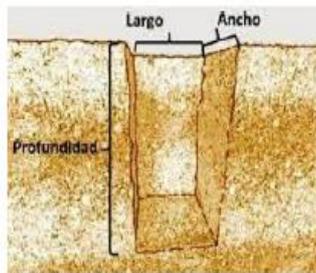
$$T = 0.0042 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$T = \frac{0.0042}{0.0416} \text{ m}^2/\text{dia}$$

$$T = 0.1042 \times 100 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$T = 10.14 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Calicata 02



- $V = 0.60 \times 0.60 \times 0.60 = 0.216 \text{ m}^3 / 18.5 \text{ min}$
- Conversión:
- $V = 0.216 \times 60 / 18.5 \text{ min}$
- $V = 0.70$

Tabla N°2 de datos recogidos en campo de la prueba de infiltración.

T(min)	h (cm)
2	3
3	6
4	10
5	12
6	13.5
7	14.2
8	15
9	15.4
11	16.3
13	16.7
15	17.1
18	18.5



$$T = \frac{Q}{4(\pi) S}$$

$$T = \frac{0.70}{4(\pi)6.8391}$$

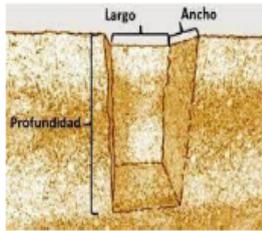
$$T = 0.0081 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$T = \frac{0.0081}{0.0416} \text{ m}^2/\text{dia}$$

$$T = 0.195 * 100 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$T = 19.56 \text{ m}^3/\text{dia}$$

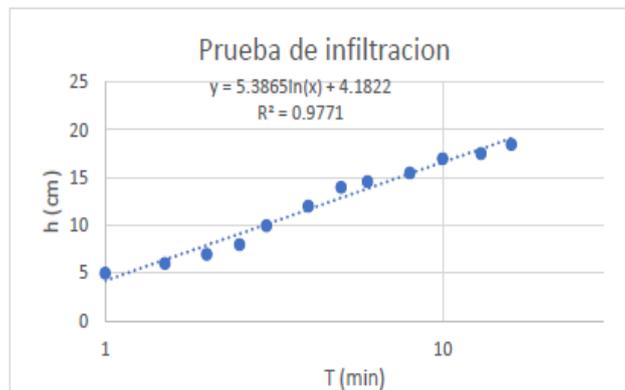
Calicata 03



- $V = 0.60 \times 0.60 \times 0.50 = 0.18 \text{ m}^3/18.5 \text{ min}$
- Conversión:
- $V = 0.18 \times 60/18.5 \text{ min}$
- $V = 0.583$

Tabla N°3 de datos recogidos en campo de la prueba de infiltración.

T(min)	h (cm)
1	5
1.5	6
2	7
2.5	8
3	10
4	12
5	14
6	14.6
8	15.5
10	17
13	17.5
16	18.5



$$T = \frac{Q}{4(\pi)S}$$

$$T = \frac{0.583}{4(\pi)5.3865}$$

$$T = 0.0085 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$T = \frac{0.0085}{0.0416} \text{ m}^2/\text{dia}$$

$$T = 0.2063 \times 100 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$T = 20.63 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Se realizaron 03 calicatas, de las cuales a través de la prueba de bombeo se midió la infiltración para poder hallar la transmisibilidad.

Se toma el dato más crítico el cual es: $T = 10.14 \text{ m}^3/\text{dia}$



Anexo 5. Parámetros de diseño de galerías filtrantes

PARÁMETROS DE DISEÑO CAUDALES DE DEMANDA

PROYECTO : DIAGNOSTICO DE LA DISPONIBILIDAD HIDRICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y PROPUESTA PARA MEJORAR EL CAUDAL DISPONIBLE Y LA CALIDAD MEDIANTE GALERIAS FILTRANTES EN LA LOCALIDAD DE LARAQUERI DEL DISTRITO DE PICHACANI-PUNO

PROPIETARIO : Bach. JOHAN NAPOLEON CHOQUEHUANCA RAMOS

UBICACIÓN : LOCALIDAD DE LARAQUERI - DISTRITO DE PICHACANI - PROVINCIA DE PUNO

FECHA : OCTUBRE DEL 2021

Referencia: Guía R.M. 192 - 2018 - Vivienda

I. INFORMACIÓN BASE Y PARÁMETROS DE DISEÑO

Información base de diseño	Código	Datos	Unidad	Fuente
Población Inicial o Actual	Pi	3544	Habitantes	Muni Pichacani (2020)
N° Viviendas Existentes	Nve	886	Lotes	Muni Pichacani (2020)
Tasa de Crecimiento Anual	r	1.30	%	Muni Pichacani (2020)
Periodo de Diseño	t	20	Años	
Año Base		2021		
Densidad de Vivienda	D	4.00	Hab/viv	Muni Pichacani (2020)
N° Total de Lotes Existentes	Ntl	886	Lotes	Muni Pichacani (2020)

Parámetros básicos de diseño	Código	Datos	Unidad	Fuente
Dotación Doméstica	Dot	50	L/hab.d	RM 192-2018-Viv.
Coefficiente de Variación Diaria	K1	1.30	Adimensional	RM 192-2018-Viv.
Coefficiente de Variación Horaria	K2	2.00	Adimensional	RM 192-2018-Viv.
Porcentaje de Pérdidas en el Sistema	Pps	20%	%	Criterio Técnico

Parámetros básicos de diseño	Código	Fórmula	Unidad	Fuente
Población de Diseño	Pd	$Pi \cdot (1 + r \cdot t / 100)$	Habitantes	RM 192-2018-Viv.
Caudal Promedio Diario Anual	Qp	$Pd \cdot Dot / 86400$	Lps	RM 192-2018-Viv.
Caudal Máximo Diario	Qmd	$1.3 \cdot Qp$	Lps	RM 192-2018-Viv.
Caudal Máximo Horario	Qmh	$2.0 \cdot Qp$	Lps	RM 192-2018-Viv.

II. RESUMEN DE CÁLCULO DE CAUDALES DE DEMANDA

Caudales de Demanda de Agua Potable	Código	Resultado	Unidad
Caudal Promedio Diario Anual	Qp	3.232	Lps
Caudal Máximo Diario	Qmd	4.202	Lps
Caudal Máximo Horario	Qmh	6.464	Lps

**PARÁMETROS DE DISEÑO
CAUDALES DE DEMANDA**

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

Periodo	Año	Población		Número de Conexiones		Consumo Promedio agua (m3/año)		Consumo Promedio (L/día)	Demanda de Agua		Caudal Promedio Qp (lps)	Caudales Máximos	
		Total (Hab.)	Servida (Hab.)	Doméstico	Total	Doméstico	Total		(m3/día)	(m3/año)		Diario Qmd (lps)	Horario Qmh (lps)
Base	2021	3544	0	886	886	64,678.00	64,678.00	177,200.00	177.20	64,678.00	2.051	2.666	4.102
1	2022	3591	3591	898	898	65,554.00	65,554.00	179,600.00	224.50	81,942.50	2.598	3.378	5.197
2	2023	3637	3637	910	910	66,430.00	66,430.00	182,000.00	227.50	83,037.50	2.633	3.423	5.266
3	2024	3683	3683	921	921	67,233.00	67,233.00	184,200.00	230.25	84,041.25	2.665	3.464	5.330
4	2025	3729	3729	933	933	68,109.00	68,109.00	186,600.00	233.25	85,136.25	2.700	3.510	5.399
5	2026	3775	3775	944	944	68,912.00	68,912.00	188,800.00	236.00	86,140.00	2.731	3.551	5.463
6	2027	3821	3821	956	956	69,788.00	69,788.00	191,200.00	239.00	87,235.00	2.766	3.596	5.532
7	2028	3867	3867	967	967	70,591.00	70,591.00	193,400.00	241.75	88,238.75	2.798	3.637	5.596
8	2029	3913	3913	979	979	71,467.00	71,467.00	195,800.00	244.75	89,333.75	2.833	3.683	5.666
9	2030	3959	3959	990	990	72,270.00	72,270.00	198,000.00	247.50	90,337.50	2.865	3.724	5.729
10	2031	4005	4005	1,002	1,002	73,146.00	73,146.00	200,400.00	250.50	91,432.50	2.899	3.769	5.799
11	2032	4051	4051	1,013	1,013	73,949.00	73,949.00	202,600.00	253.25	92,436.25	2.931	3.810	5.862
12	2033	4097	4097	1,025	1,025	74,825.00	74,825.00	205,000.00	256.25	93,531.25	2.966	3.856	5.932
13	2034	4143	4143	1,036	1,036	75,628.00	75,628.00	207,200.00	259.00	94,535.00	2.998	3.897	5.995
14	2035	4190	4190	1,048	1,048	76,504.00	76,504.00	209,600.00	262.00	95,630.00	3.032	3.942	6.065
15	2036	4236	4236	1,059	1,059	77,307.00	77,307.00	211,800.00	264.75	96,633.75	3.064	3.984	6.128
16	2037	4282	4282	1,071	1,071	78,183.00	78,183.00	214,200.00	267.75	97,728.75	3.099	4.029	6.198
17	2038	4328	4328	1,082	1,082	78,986.00	78,986.00	216,400.00	270.50	98,732.50	3.131	4.070	6.262
18	2039	4374	4374	1,094	1,094	79,862.00	79,862.00	218,800.00	273.50	99,827.50	3.166	4.115	6.331
19	2040	4420	4420	1,105	1,105	80,665.00	80,665.00	221,000.00	276.25	100,831.25	3.197	4.157	6.395
20	2041	4466	4466	1,117	1,117	81,541.00	81,541.00	223,400.00	279.25	101,926.25	3.232	4.202	6.464

Anexo 6. Toma de la muestra del punto representativo de la línea de distribución de la localidad de Laraqueri (UTM 0386011.00E – 8214224.00S)



Anexo 7. Toma de coordenadas para la ubicación de las galerías filtrantes



Anexo 8. Vista del Rio Morocollo en diferentes ángulos



Anexo 9. Captacion Imaña



Anexo 10. Planos



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

Por el presente documento, Yo JOHAN NAPOLEON CHOQUEHUANCA RAMOS,
identificado con DNI 70141106 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:

" DIAGNOSTICO DE DISPONIBILIDAD HIDRICA PARA MEJORAR EL CAUDAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE GALERIAS FILTRANTES EN LA LOCALIDAD DE URAQUERI DE DISTRITO DE PICHACAMPUNO"

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.

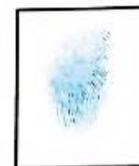
Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

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 18 de Julio del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JOHON NAPOLEON CHOQUEHUANCA ROMOS,
identificado con DNI 70141106 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:
"DIAGNÓSTICO DE DISPONIBILIDAD HIDRICA PARA MEJORAR EL CAUDAL DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE GALERIAS FILTRANTES EN LA
LOCALIDAD DE LARAQUERI DEL DISTRITO DE PICHACANI - PUNO"

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 18 de Julio del 2023



FIRMA (obligatoria)



Huella