

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

**TESIS:**

**“INCIDENCIA DEL PELIGRO Y LA VULNERABILIDAD, EN LA  
DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO CASO: SISTEMA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO HUARAELLA, DISTRITO DE  
JESÚS, CAJAMARCA 2018”**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

Presentada por:

**Bachiller: SALOMÓN MIRANDA MONTOYA**

Asesor:

**Dr. HÉCTOR DIOMEDES VILLEGAS CHÁVEZ**

**Cajamarca – Perú**

**2019**

COPYRIGHT © 2018 by  
**SALOMON MIRANDA MONTOYA**  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

**TESIS APROBADA:**

**“INCIDENCIA DEL PELIGRO Y LA VULNERABILIDAD, EN LA  
DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO CASO: SISTEMA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO HUARAELLA, DISTRITO DE  
JESÚS, CAJAMARCA 2018”**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

Presentada por:

**Bachiller: SALOMÓN MIRANDA MONTOYA**

**JURADO EVALUADOR**

Dr. Héctor Diomedes Villegas Chávez  
Asesor

Dr. Valentín Víctor Paredes Oliva  
Jurado Evaluador

Dr. Ramón Tuesta Pestanas  
Jurado Evaluador

Dra. Yrma Violeta Rojas Alcalde  
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2019



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERU



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 10:00 horas del día 22 de noviembre de Dos Mil Diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. VALENTIN VICTOR PAREDES OLIVA** y **Dr. RAMÓN TUESTA PESTANAS**, **Dra. YRMA VIOLETA ROJAS ALCALDE**, y en calidad de Asesor el **Dr. HÉCTOR DIÓMEDES VILLEGAS CHÁVEZ**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **INCIDENCIA DEL PELIGRO Y VULNERABILIDAD, EN LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO CASO: SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO HUARACLLA, DISTRITO DE JESÚS, CAJAMARCA, 2018**, presentada por el **Bach. En Ingeniería Civil SALOMÓN MIRANDA MONTOYA**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó... APROBAR con la calificación de DIECISIETE (17) la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. En Ingeniería Civil SALOMÓN MIRANDA MONTOYA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Económicas Contables y Administrativas, con Mención en **DIRECCIÓN DE PROYECTOS**.

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....  
**Dr. Héctor Diómedes Villegas Chávez**  
Asesor

.....  
**Dr. Valentin Victor Paredes Oliva**  
Jurado Evaluador

.....  
**Dr. Ramón Tuesta Pestanas**  
Jurado Evaluador

.....  
**Dra. Yrma Violeta Rojas Alcalde**  
Jurado Evaluador

**A:**

Mis queridos padres Martina y Moisés, a mis hijos Ana Lucia y Rodrigo Sebastián, a mi esposa Liz Evelyn y a mis hermanos, quienes comparten conmigo sus ilusiones.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, quisiera expresar mi agradecimiento al asesor de esta tesis al Dr. Héctor Diomedes Villegas Chávez por su apoyo y colaboración en la revisión de este trabajo y con sus aportes se ha enriquecido esta investigación.

También cabe mencionar el apoyo del presidente de la JASS del sistema de agua potable del centro poblado Huaraclla, distrito de Jesús por la disposición y apertura a colaborar para que este trabajo sea posible.

Un agradecimiento sincero al Ing. Ney Días de la ONG CARE PERU, por brindarme su apoyo desinteresado y compartir conmigo su experiencia de trabajo, que por muchos años ha venido desarrollando en la región Cajamarca con el proyecto SABA PLUS.

Agradecer también a mi esposa e hijos, mis padres y hermanos quienes han estado siempre dispuestos a mostrarme su apoyo y ánimo para culminar con éxito esta tarea.

Agradecer a todas aquellas personas que estuvieron involucradas directa e indirectamente, porque de alguna manera han influenciado positivamente en el logro de este trabajo.

Un proyecto solo lo entiendes cuando entiendes su alcance  
**Anónimo**

## CONTENIDO

Ítem	Página
<b>CONTENIDO</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS</b> .....	xv
<b>GLOSARIO</b> .....	xvii
<b>RESUMEN</b> .....	xx
<b>ABSTRACT</b> .....	xxi
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	1
1.1.1. Contextualización .....	1
1.1.2. Descripción del problema .....	8
1.1.3. Formulación del problema .....	9
<b>1.2. Justificación e importancia</b> .....	10
1.2.1. Justificación científica .....	10
1.2.2. Justificación técnica-práctica .....	10
1.2.3. Justificación institucional y personal .....	10
<b>1.3. Delimitación de la investigación</b> .....	11
<b>1.4. Limitaciones</b> .....	11
<b>1.5. Objetivos</b> .....	11
1.5.1. Objetivo general .....	11
1.5.2. Objetivos específicos .....	11
<b>CAPÍTULO II</b> .....	12
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	12
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	12
<b>2.2. Marco doctrinal</b> .....	15
<b>2.3. Marco conceptual</b> .....	31
<b>2.4. Definición de términos básicos</b> .....	40
<b>CAPÍTULO III</b> .....	45
<b>PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES</b> .....	45
<b>3.1. Hipótesis</b> .....	45
3.1.1. Hipótesis general .....	45



3.1.2. Hipótesis específicas.....	45
<b>3.2. Variables .....</b>	<b>46</b>
<b>3.3. Operacionalización de los componentes de las hipótesis.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>49</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>49</b>
4.1. Ubicación geográfica.....	49
4.2. Diseño de la investigación.....	51
4.3. Métodos de investigación .....	52
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	52
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información .....	53
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	53
4.7. Metodología para la evaluación cualitativa de los riesgos .....	53
4.8. Equipos, materiales e insumos .....	54
4.9. Matriz de consistencia metodológica .....	56
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>59</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>59</b>
5.1. Presentación de resultados .....	59
5.2. Discusión de resultados.....	74
5.3. Contrastación de la hipótesis .....	76
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>78</b>
<b>PROPUESTA .....</b>	<b>78</b>
6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema.....	78
6.2. Beneficios que aporta la propuesta .....	80
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>
<b>APÉNDICE 1 .....</b>	<b>87</b>
<b>APÉNDICE 2 .....</b>	<b>88</b>
<b>APÉNDICE 3 .....</b>	<b>89</b>
<b>APÉNDICE 4 .....</b>	<b>90</b>
<b>APÉNDICE 5 .....</b>	<b>91</b>
<b>APÉNDICE 6 .....</b>	<b>92</b>
<b>APÉNDICE 7 .....</b>	<b>93</b>
<b>APÉNDICE 8 .....</b>	<b>94</b>
<b>APÉNDICE 9 .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>96</b>

<b>ANEXO 2</b> .....	97
<b>ANEXO 3</b> .....	99
<b>ANEXO 4</b> .....	100
<b>ANEXO 5</b> .....	101
<b>ANEXO 6</b> .....	102
<b>ANEXO 7</b> .....	103
<b>ANEXO 8</b> .....	104
<b>ANEXO 9</b> .....	105
<b>ANEXO 10</b> .....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Impacto del fenómeno del niño en el mundo.....	2
Tabla 2. Efectos en la infraestructura de agua por la ocurrencia del terremoto en el sur del Perú, 2001.....	4
Tabla 3. Registro de la ocurrencia de peligros en Cajamarca, según su clasificación. Periodo de análisis 2003 – 2015.....	6
Tabla 4. Clasificación de peligros.....	32
Tabla 5. Vulnerabilidades (dimensiones) que se pueden presentar en la zona de un proyecto.....	34
Tabla 6. Matriz de peligro y vulnerabilidad.....	54
Tabla 7. Conteo de valores frente a amenazas generales.....	60
Tabla 8. Rangos de calificación de acuerdo a amenazas generales.....	60
Tabla 9. Calificación de acuerdo a los componentes del sistema.....	61
Tabla 10. Conteo de rengos de acuerdo a ocurrencias de peligros.....	62
Tabla 11. Rango de calificación de acuerdo a ocurrencia de peligros.....	62
Tabla 12. Matriz de calificación de acuerdo a peligros generales y particulares.....	63
Tabla 13. Rangos de calificación de peligros.....	64
Tabla 14. Valores de vulnerabilidad y peligro.....	75
Tabla 15. Nivel de morosidad en el pago de servicios.....	86
Tabla 16. Cobertura de abastecimiento en los servicios de agua.....	87
Tabla 17. Porcentaje de familias que presentan instalaciones domiciliarias con desperfectos.....	88
Tabla 18. Porcentajes de familias que integran la Jass.....	89
Tabla 19. Porcentaje de hogares con uso inadecuado del agua dentro del hogar.....	90
Tabla 20. Hogares con prácticas inadecuadas de excretas.....	91
Tabla 21. Porcentaje de hogares con disposición inadecuada de residuos sólidos.....	92
Tabla 22. Porcentaje de viviendas presentan condiciones inadecuadas de higiene.....	93

Tabla 23. Porcentaje de familias que no cuentan con servicios de agua y saneamiento adecuados.....	94
Tabla 24. Identificación de peligros en la microcuenca del proyecto.....	95
Tabla 25. Identificación de componentes directamente expuestos a peligros en la zona del proyecto.....	96
Tabla 26. Vulnerabilidad por exposición física y fragilidad en sistemas existentes de agua y saneamiento.....	98
Tabla 27. Vulnerabilidad por fragilidad operativa en sistemas de agua y saneamiento.....	99
Tabla 28. Vulnerabilidad por fragilidad política e institucional en sistemas de agua y saneamiento.....	100
Tabla 29. Vulnerabilidad por fragilidad sociocultural organizativa en proyectos de agua y saneamiento.....	101
Tabla 30. Vulnerabilidad por fragilidad económica en sistemas de agua y saneamiento.....	102
Tabla 31. Vulnerabilidad por fragilidad ambiental – higiene en sistemas de agua y saneamiento.....	103
Tabla 32. Vulnerabilidad por resiliencia en sistemas de agua y saneamiento.....	104
Tabla 33. Determinación general de la vulnerabilidad.....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Marco para la seguridad del agua potable.....	31
Figura 02. C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca.....	50
Figura 03. Relación del peligro y la vulnerabilidad.....	76
Figura 04. Nivel de morosidad en el pago de servicios.....	86
Figura 05. Cobertura de servicio de agua.....	87
Figura 06. Porcentaje de familias que presentan instalaciones domiciliarias Con desperfectos.....	88
Figura 07. Porcentaje de familias que integran la Jass.....	89
Figura 08. Porcentaje de hogares con uso inadecuado del agua dentro del hogar.....	90
Figura 09. Hogares con prácticas inadecuadas de excretas.....	91
Figura 10. Porcentaje de hogares con disposición inadecuada de residuos sólidos.....	92
Figura 11. Porcentaje de viviendas presentan condiciones inadecuadas de higiene.....	93
Figura 12. Porcentaje de familias que no cuentan con servicios de agua y saneamiento adecuadas.....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

C.P.	: Centro Poblado
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
CAF	: Cooperación Andina de Fomento
CEPIS	: Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria
SINPAD	: Sistema de información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación
MINSA	: Ministerio de Salud
COEN	: Centro de Operaciones de Emergencia Nacional
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil
MVCS	: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento
SNIP	: Sistema Nacional de Inversión Pública
PTAR	: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
GdR	: Gestión de Riesgos de Desastres
SEDAPAL	: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
ATM	: Área Técnica Municipal
EPS	: Empresa Prestadora de servicios
OCSA	: Organizaciones Comunales de Saneamiento
JASS	: Junta Administradora de Agua y Saneamiento
PNUD	: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PSA	: Plan de Seguridad de Agua
MVCT	: Ministerio de Vivienda Ciudad y Terremoto
DRVCS	: Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento
COSUDE	: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
PNSR	: Programa Nacional de Saneamiento Rural
PGRD	: Plan de Gestión de riesgo de desastres
DRDD	: Guía para la Reducción de Riesgos de Desastres
EIRD	: Estrategia Internacional para Reducción de Desastres

APRISABAC : Atención Primaria y Saneamiento Básico Cajamarca

RNE : Reglamento Nacional de Edificaciones

MEF : Ministerio de Economía y Finanzas

OMS : Organización Mundial de la Salud

## GLOSARIO

**RIESGO:** Estimación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocida, de un evento específico de emergencia.

**PELIGRO:** Es un evento de origen natural, socio natural o antrópico con probabilidad de ocurrir, que por su magnitud y/o características, puede causar daños y pérdidas en un sistema de agua y saneamiento.

**VULNERABILIDAD:** Es un factor interno de riesgo, representado por el grado de daños susceptibles de experimentar por las personas, edificaciones, instalaciones, sistemas, cuando estén expuestas a la ocurrencia de un fenómeno natural, tecnológico o antrópico.

**SENSIBILIDAD:** El grado en el cual una unidad productora del servicio se ve afectado, tanto negativa como positivamente, por los estímulos climáticos. Puede ser de manera directa o indirecta.

**GESTIÓN PROSPECTIVA:** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.

**GESTIÓN CORRECTIVA:** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objetivo de corregir o mitigar el riesgo existente.

**GESTIÓN REACTIVA:** Es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

**EXPOSICIÓN:** Se refiere a las personas, bienes, sistemas u otros elementos presentes en una zona de peligro las que están sujetas a pérdidas potenciales. Los elementos expuestos se ubican frente a los principales peligros para estimar los riesgos asociados a ese peligro.



**RIESGO ANTRÓPICO:** Son riesgos provocados por la acción del ser humano sobre la naturaleza, como la contaminación ocasionada en el agua, aire, suelo, deforestación, incendios, entre otros.

**FRAGILIDAD:** Se refiere al grado en el cual un sistema es afectado de manera positiva o negativa frente al impacto de un peligro, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa por las condiciones socioeconómicas, (materiales utilizados, niveles de ingreso, operación de los servicios básicos, medios de vida, etc.).

**RESILIENCIA:** Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad que se encuentran expuestos a un peligro para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

**DIMENSIÓN FÍSICA:** Estima los daños posibles en los componentes de la infraestructura debido a su nivel de exposición en zonas propensas a amenazas expuestas a daños o colapso y el potencial de daño que podría esperarse de ser afectado por un desastre.

**DIMENSIÓN OPERATIVA:** Analiza los componentes internos de organización local para la gestión de los sistemas de saneamiento ambiental básico que prestan soporte a las actividades de operación, mantenimiento y sostenibilidad.

**DIMENSIÓN POLÍTICO INSTITUCIONAL:** Evalúa la intervención de los gobiernos locales y los sectores salud y educación presentes en la zona, para un adecuado soporte a la localidad asociada a organización, experiencia y recursos en general.

**DIMENSIÓN SOCIO CULTURAL - ORGANIZATIVA:** La organización de la localidad es muchas veces el elemento más vulnerable al impacto de las amenazas, debido a la poca preparación y capacitación existente para atender situaciones de emergencia, sumándose a esto el desconocimiento de las principales amenazas a las que está expuesto su sistema y a la carente capacitación en reducción del riesgo.

**DIMENSIÓN ECONÓMICA:** Señala los niveles de pobreza, extrema pobreza y baja calidad de vida, con condiciones de salud frágiles y deficiente acceso a servicios básicos y vías de comunicación.

**DIMENSIÓN AMBIENTAL E HIGIENE:** Evidencia la existencia de problemas ambientales sensibles, como degradación de suelos, deforestación, mala gestión de los residuos sólidos y efluentes residuales, contaminación por químicos, deficientes conductas sanitarias, etc.

**DIMENSIÓN POR CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN:** Evalúa los impactos directos a los componentes del proyecto, el contexto y soporte institucional de apoyo y la existencia de capacidades en la localidad para adaptarse, resistir y volver a su condición inicial en el menor tiempo posible.

## RESUMEN

Existen proyectos de Agua y Saneamiento que están expuestos a riesgos de tipo natural, antrópico, político, etc. que ponen en peligro su sostenibilidad y que puede afectar la continuidad del servicio. En ese sentido es importante gestionar los riesgos del proyecto, pasando estos por la etapa de formulación, ejecución y operación y mantenimiento. Para gestionar los riesgos primero se identifican y luego, basados en una metodología, se determina el nivel de riesgo del proyecto en intervención, para finalmente proponer acciones de mitigación. En ese sentido el presente trabajo de investigación determinó cuál es la Incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento caso: Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Centro Poblado Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018. Para determinar ésta incidencia, se utilizó una metodología cualitativa basada en tablas y matrices y a partir de ellas se determinó el nivel de riesgo probable del Sistema de Agua Potable. La metodología consiste en recoger información de campo para identificar los Peligros y Vulnerabilidades, de los diferentes componentes del Sistema de agua Potable y Alcantarillado (Captación, Línea de conducción, Red de distribución, Red de alcantarillado, etc.), mediante el llenado de fichas, las que luego fueron procesadas para determinar el nivel de riesgo probable. Después del procesamiento de la información obtenida en campo y haber aplicado la metodología descrita se determinó, para nuestro caso, que el nivel de riesgo del Sistema de Agua y Alcantarillado en estudio es Alto, dado que el nivel de peligro determinado es Alto y Vulnerabilidad Alta; respondiendo así a las Hipótesis planteadas. Conocido el nivel de riesgo probable, finalmente se planteó un conjunto de acciones que buscan mitigarlo.

Palabras clave: Riesgo, Mitigación, Peligro, Vulnerabilidad.

## **ABSTRACT**

There are Water and Sanitation projects that are exposed to natural, anthropic, political, etc. risks. That jeopardize its sustainability and that can affect the continuity of the service. In that sense it is important to manage the risks of the project, passing these through the stage of formulation, execution and operation and maintenance. To manage the risks, they are first identified and then, based on a methodology, the level of risk of the project in intervention is determined, to finally propose mitigation actions. In this sense, the present research work determined the incidence of danger and vulnerability, in the determination of the risk of the Potable Water and Sanitation Systems case: Potable Water and Sewerage System of the Huaracilla Town Center, district of Jesus, Cajamarca 2018. To determine this incidence, a qualitative methodology based on tables and matrices was used and from them the level of probable risk of the Potable Water System was determined. The methodology consists of collecting field information to identify the Dangers and Vulnerabilities, of the different components of the Potable Water and Sewerage System (Collection, Conduction Line, Distribution Network, Sewer Network, etc.), by filling out sheets, which were then processed to determine the probable level of risk. After processing the information obtained in the field and having applied the described methodology, it was determined, in our case, that the risk level of the Water and Sewerage System under study is high, given that the level of danger determined is High and High Vulnerability; thus responding to the hypotheses raised. Once the level of probable risk was known, a set of actions that seek to mitigate it was finally considered.

Key words: Risk, mitigation, danger, vulnerability.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

##### 1.1.1. Contextualización

###### **Importancia del Agua**

El agua es un recurso natural que existe en mayor cantidad sobre la tierra, entre agua dulce y agua salada, sin embargo, el agua para consumo humano es escasa en algunas partes de nuestro Perú. Es por ello que es de vital importancia utilizarla adecuadamente y de ser el caso podría ser reutilizada en algunas actividades domésticas. El agua la encontramos en la naturaleza en sus diversos estados, pero los seres humanos, específicamente, la necesitamos en su estado líquido. Sin embargo, este vital recurso la encontramos contaminada ya sea por efectos de la actividad humana como por factores naturales que ocurre cuando el agua se pone en contacto con metales pesados. A pesar de ello, mediante procesos artificiales, es posible potabilizarla y poder dotar de este vital elemento a la población.

###### **Situación del saneamiento básico en situaciones de desastre**

Es quizá el servicio más importante que se ve afectado en situaciones de desastre, el desabastecimiento o la reducción del líquido elemento en términos de calidad, continuidad, costo, etc., tiene un impacto considerable en la sociedad, en su economía, en su dinámica social, en las condiciones de vida que se ven afectados en su día a día.

Ante el creciente aumento de fenómenos ambientales surge la necesidad de mitigar, reducir los efectos que estos producen y que lo único que generan es más pobreza en la población. Veamos la siguiente tabla:

**TABLA 1: Impacto del fenómeno del niño en el mundo**

<b>REGION</b>	<b>MUERTOS</b>	<b>AFECTADOS</b>	<b>DESPLAZADOS</b>
África	13 325	8 900 000	1 357 500
Asia	5 648	41 246 053	2 544 900
Asia- Pacífico	1 316	66 810 105	143 984
Centro y Sudamérica	858	864 856	363 500
Total global	21 706	117 862 114	4 819 884

Fuente: Organización Meteorológica Mundial (1999).

### **La infraestructura es la que sufre mayores impactos negativos**

Por ejemplo, los terremotos de El Salvador de enero y febrero de 2001 dañaron 169 932 viviendas, 19 hospitales, 75 unidades de salud y 12 establecimientos de salud. Así mismo, se reportaron daños en 63 sistemas rurales de agua, daños de distinta consideración en 24 200 pozos familiares y 81 300 letrinas (PAHO/OMS, 2002)

Los países desarrollados no son la excepción al momento de padecer los efectos de los fenómenos naturales como el huracán catrina que tuvo efectos severos en Estados Unidos y sobre el fracaso de las medidas preventivas se dijo que era “el peor desastre de ingeniería de la historia de EE.UU.” El número oficial de muertos en Luisiana se fijó en 1464. De acuerdo con los centros de control y prevención de enfermedades (CDC por sus siglas en inglés), cinco personas murieron de infecciones de bacterias por beber agua contaminada.

### **Situación en el Perú**

En el Perú, los peligros que con mayor frecuencia se presentan son del tipo hidrometeorológicos (inundaciones, sequías, heladas), seguido de los de geodinámica interna (sismos, terremotos) y geodinámica externa (deslizamientos, otros).

El fenómeno del Niño 1997-1998, fue uno de los eventos más fuertes (Magnitud: muy severo, ATSM  $>8^{\circ}$  C) del Siglo XX; por tal razón, es importante conocer los daños que ocasionó a la infraestructura sanitaria de los servicios de agua potable y saneamiento, entendiendo que dicho evento se asocia a los efectos de lluvia intensa, desborde de ríos, inundación y deslizamientos de tierra. Fueron 17 los departamentos declarados en Estado de Emergencia de acuerdo a la información de SENAMHI.

De acuerdo a estimaciones de la CAF sobre la base de cifras oficiales, los daños totales para los sistemas de agua y alcantarillado con la ocurrencia del Fenómeno El Niño 97-98, significó un monto que ascendió a los 199 millones de nuevos soles (aprox. 71 millones de dólares). De ellos, 178 millones de nuevos soles correspondieron a los daños directos a la infraestructura del sector, en tanto que los 21 millones restantes representaron los gastos de prevención, los menores ingresos de las empresas de agua - EPS's, y los mayores gastos para la potabilización del agua y para la distribución de la misma durante la emergencia. Los componentes de la infraestructura de agua y saneamiento afectados en el Fenómeno El Niño 97-98, fueron principalmente en el sistema de agua: captación, líneas de conducción e impulsión, redes de distribución, pozos y estructuras de almacenamiento; y en el sistema de alcantarillado: los mayores daños ocurrieron en las cámaras de bombeo, plantas de tratamiento de aguas residuales y redes colectoras.

Los costos directos de los efectos del Fenómeno El Niño 97-98 ocasionados a la infraestructura de Agua y Saneamiento, ascendieron a la suma de S/. 91'137,385.08 para esta primera fase, posteriormente se efectuó una segunda fase con nuevas obras de reconstrucción.

Adicionalmente, los efectos y daños ocasionados a la infraestructura de agua y saneamiento, se asocian con la rigidez de fabricación del material. Teniendo como referencia el terremoto ocurrido en el sur del Perú en el año 2001

(Arequipa, Moquegua, Tacna), se cita a continuación información obtenida del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS.

**TABLA 2: Efectos en la Infraestructura de Agua por la ocurrencia del terremoto en el sur del Perú, 2001**

<b>Materiales de construcción</b>	<b>Peligros</b>	<b>Efectos</b>
Tuberías de PVC	Sismo	Rotura, desacoples.
Tuberías de F° G°	Sismo, terremoto	Daño en anclajes y uniones
Tubería de concreto simple	Sismo, terremoto	Fisuras
Cámara rompe presión	Sismo, terremoto	Fisuras
Reservorio de concreto simple	Sismo y terremoto	Fisuras y destrucción
Accesorios y válvulas	Sismo y terremoto	Desacoples

Fuente: CEPIS (2005)

El Perú afronta, desde diciembre de 2016, lluvias e inundaciones que han provocado la muerte de 85 personas. Los primeros meses del año 2017 se han registrado la mayor cantidad de pérdidas humanas y materiales en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Loreto, Ica, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Huancavelica y provincias de Lima, que se encuentran bajo la declaratoria de Estado de Emergencia por el Gobierno Nacional.

Según el reporte del Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación - SINPAD, actualizado al 17 de mayo de 2017, se reportan 231 874 damnificados; 1' 129, 013 afectados y 143 fallecidos. Han colapsado 25 700 viviendas, 258 545 están afectadas y 23 280 están inhabitables.



En la Región Piura se confirmaron 6270 casos de dengue de un total de 32 630. El 87% del total de casos notificados están concentrados en 8 distritos: Piura, Castilla, Sullana, Veintiséis de Octubre, Tambogrande, Pariñas, Catacaos, y Bellavista. Con respecto a Chikungunya y Leptospirosis, se reportaron 627 y 308 casos respectivamente.

El Ministerio de Salud de Perú (MINSA) realizó la declaratoria de Emergencia Sanitaria, hasta mayo de 2017, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca, La Libertad, Ancash y Lima Provincias; y de Roja en Tumbes, Piura y Lambayeque, que tienen mayores afectaciones. A esto se suma la declaración de Alerta Amarilla en todos los establecimientos de salud a nivel nacional. Los equipos de respuesta del MINSA, EsSalud se han movilizado a los departamentos afectados por las inundaciones, para reforzar las atenciones y realizar la vigilancia de factores de riesgo en agua y saneamiento, vigilancia entomológica y ante la posible aparición de problemas psicosociales en las comunidades.

### **El problema del riesgo en Cajamarca**

En la región Cajamarca, los principales fenómenos adversos que se presentaron fueron: Fenómeno de El Niño 1982-1983, 1997 – 1998 de clasificación extremadamente severo, las sequías del año 1991-1992 y el año 2003-2004, las heladas en el año 2004, la plaga de langosta en los años 2000- 2002, derrame de sustancias químicas (mercurio y petróleo) en el año 2001, deslizamientos en el sector Urubamba Cajamarca, Pucara Chota, Succha Jesús Cajamarca, Poquish San Pablo, tormentas eléctricas constantes, inundaciones en valle del río Condebambino Cajabamba- San Marcos, Sucre- Celendín, Baños del Inca, Bella Unión, puente amarillo en Cajamarca, laguna Yacuchingana en Cutervo; vientos fuertes, huaycos permanentes en época de lluvia en el tramo de las carreteras: Cajamarca Ciudad de Dios, Chota Cochabamba, Santa Cruz Cirato, Jaén Puerto Ciruelo, San Miguel- Cerro Pabellón - Llapa, asentamientos, Contumazá- San Benito – La Portada y últimamente el fenómeno del niño costero

del 2017 cuya información procesada al 96% hasta el 07 de agosto de 2017 deja como resultados 1662 personas damnificadas, 10950 personas afectadas, 8 fallecidos, 6 heridos y 2 personas desaparecidas, 432 viviendas destruidas, 2485 viviendas afectadas, 12 I.E. destruidas, 102 I.E. afectadas, 3 establecimientos de salud destruidos y 19 afectados además de daños en carreteras, puentes, canales de irrigación y sistemas de agua potable (SINPAD/COEN/INDECI), lo que demuestra que somos una región altamente vulnerable a fenómenos adversos. Cajamarca ha sido considerada por el Consejo Nacional del Ambiente como “zona ambientalmente crítica”, debido al sobrepastoreo, sequías frecuentes, deforestación continua, ocupación y explotación inadecuada del territorio; así como por la explotación minera y los fenómenos naturales.

**TABLA 3:** Registro de la ocurrencia de peligros en Cajamarca, según su clasificación. Periodo de análisis 2003 - 2015

Descripción	Fenómeno	Cantidad
Geodinámica	Actividad Volcánica	1
Interna	Sismos	32
	Alud	7
Geodinámica externa	Derrumbe	56
	Deslizamiento	202
	Erosión	3
	Huayco	108
Hidrometeorológicos/ Oceanográficos	Baja temperatura	97
	Inundación	229
	Lluvia intensa	1222
	Tormenta eléctrica	4
	Vientos fuertes	621
	Contaminación	2

Inducidos por la acción humana	Derrame sustancias peligrosas	3
	Epidemias	6
	Explosión	3
	Incendio forestal	27
	Incendio urbano	591
	Plagas	46

Fuente: INDECI – Compendio estadístico 2016.

### **Situación del saneamiento en el centro poblado la Huaraclla**

El C. P. Huaraclla actualmente cuenta con un sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento, el cual ha sido construido por la Municipalidad Distrital de Jesús el año 2008, el cual capta las aguas del manantial “Cochambul” a través de una estructura de captación de ladera para luego conducir el recurso hídrico aguas abajo

una distancia de 1458,70 m.l. aproximadamente hasta llegar a una estructura de almacenamiento, la cual está compuesta por un tanque de polietileno de 25 000 Lts. el cual está ubicado en la parte alta de la localidad y de allí se realiza la distribución a las viviendas que cuentan con una conexión intradomiciliaria.

La cobertura del servicio de agua potable es 27,36% pues no todas las viviendas empadronadas son beneficiarias del servicio y se abastecen únicamente del manantial "Cochambul" cuyo caudal de aforo es de 0,75 lps, el cual es insuficiente para abastecer a toda la población, pues en los últimos años la misma ha experimentado un crecimiento demográfico considerable, debido a la industrialización de la zona con presencia de empresas como la Cervecería Backus, la planta de procesamiento de productos agroindustriales de Villa Andina además del bajo costo de los lotes de terreno que por allí se ofertan haciendo que las personas vean en esta localidad un buen lugar para asentarse, pero ello deviene en un problema ya que la infraestructura instalada el año 2008 no posee la capacidad para abastecer a toda esta nueva población, razón por la cual la Municipalidad distrital de Jesús realiza nuevamente la intervención en dicha zona.

El 72,64 % se abastece de otras fuentes menores que consisten en acarrear agua de manantiales estacionales, acequias y de las casas de sus vecinos que, si poseen una conexión domiciliaria, cuya agua es consumida sin ningún tipo de tratamiento. Tal es así que actualmente la infraestructura es insuficiente, la capacidad de diseño y operativa no son suficientes para abastecer de este servicio a toda la población, el sistema de letrinas la mayoría en pésimo estado, a esto se debe sumar la deficiente gestión del servicio por parte de la JASS y demás involucrados a nivel administrativo y en el manejo de las actividades de operación y mantenimiento adecuadas.

### **1.1.2. Descripción del problema**

Anteriormente los proyectos de saneamiento no se elaboraban con el componente de gestión de riesgos, es por ello que cuando ocurrían desastres naturales, los sistemas de agua se veían afectados y por ende los usuarios se veían afectados. Rehabilitar el sistema de agua se realiza con deficiencia, ya que

las Jass, con sus propios recursos, tienen que hacer reparaciones para continuar con el servicio. Y la calidad del agua es otro problema porque pasa por involucrar a otras instituciones como el ministerio de salud y gobiernos locales para que pueda hacer el seguimiento y control de la calidad del agua. Muchas veces hay que esperar algún programa del Ministerio de Vivienda, para que puede intervenir económicamente en estos sistemas y eso lleva tiempo. Ante esta situación es que realizar un estudio de gestión de riesgos, se hace imprescindible en la elaboración de proyectos de agua y saneamiento, conocer en que componentes del sistema se hace necesario realizar algunas obras de infraestructura para mitigar los efectos que podrían ocasionar los fenómenos naturales y que pongan en riesgo la continuidad y calidad del agua. Por otro lado, preparar a la población beneficiaria en el conocimiento que deben tener de su sistema y que acciones realizar para enfrentar un fenómeno natural que ponga en riesgo su sistema. Estos aspectos muchas veces no se toman muy en cuenta por las unidades formuladoras y ejecutoras de los gobiernos locales, pero si hablamos de gobierno nacional, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), exige para financiar proyectos de saneamiento, que los expedientes técnicos cuenten con estudios de gestión de riesgos de desastres. Esta exigencia hace que los formuladores de proyectos conozcan el tema y busquen metodologías para evaluar riesgos y a partir de ello plantear alternativas de solución. Considerando esta situación el proyecto de agua y saneamiento del C.P. Huaraclla debe contar con este estudio y que alternativas de solución se pueden plantear.

### **1.1.3. Formulación del problema**

#### **Problema principal**

¿Cuál es la incidencia del peligro y la vulnerabilidad en la determinación del riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C. P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?

#### **Problemas auxiliares**

- ✓ ¿Cuál es el nivel de Peligro que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?
- ✓ ¿Qué grado de Vulnerabilidad presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?
- ✓ ¿Cuál es la relación entre el peligro y la vulnerabilidad, en el nivel de riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C. P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?

## **1.2. Justificación e importancia**

### 1.2.1. Justificación científica

Ante el cambio climático que sufre nuestro planeta, en el mundo se están incorporando estudios de gestión de riesgos de desastres en la implementación de proyectos de saneamiento con la finalidad de prevenir efectos negativos tanto en la infraestructura como en la gestión de los sistemas de agua. Y nuestro país no es la excepción, es por ello que el SNIP (Invierte Pe), contempla incorporar un estudio de gestión de riesgos en proyectos a nivel de pre inversión e inversión.

### 1.2.2. Justificación técnica-práctica

Realizar un estudio de gestión de riesgos de desastres implica reducir costos de inversión en un proyecto, que, aunque significa mayores costos al momento de la construcción a lo largo del tiempo permite reducir costos económicos y sociales en caso de ocurrir un desastre.

Además de ello, es importante realizar un análisis de gestión de riesgos, porque en nuestro territorio ocurren fenómenos naturales constantemente que afectan la infraestructura de agua y saneamiento y mucho más en nuestra región que por su ubicación tiene una alta probabilidad de ocurrencia de desastres naturales.

### 1.2.3. Justificación institucional y personal

Las instituciones públicas y privadas incluyen en sus proyectos de agua y saneamiento estudios de gestión de riesgos de desastres, para ello es necesario contar con información pertinente que ayude a elaborar dichos estudios.

Por otro lado, contribuir con un documento, cuyo contenido pueda ser tomado como referencia para elaborar estudios de gestión de riesgos de desastres en proyectos de agua y saneamiento similares.

### **1.3. Delimitación de la investigación**

La investigación está restringida en un ámbito determinado y en un año determinado, lo que implica que los resultados son válidos para ese contexto específico. Para el presente caso es el sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.

### **1.4. Limitaciones**

Una limitación temporal fue pactar una cita con el presidente de la Jass del sistema de agua Sr. Oscar Cabanillas, quien me atendió después de muchas visitas a su casa y se pudo llevar a cabo el recorrido del sistema de agua para el llenado de fichas y encuesta a su persona. Otra limitación importante fue el acceso a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) por parte de la empresa encargada de la ejecución del proyecto de mejoramiento que se está llevando a cabo en el lugar.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de Peligro del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.
- Determinar el grado de vulnerabilidad del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.
- Diagnosticar el riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.
- Determinar la relación entre el peligro y la vulnerabilidad, en el nivel de riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C. P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018
- Elaborar una propuesta de solución para disminuir el riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **A nivel internacional**

- Cano (2006), en su tesis: Análisis de vulnerabilidad del sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula, Guatemala. Concluye que:
  - El sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula es muy vulnerable frente a los fenómenos naturales, y no cuenta con planes de mitigación, ni emergencia para contrarrestar los mismos.
  - Los componentes del sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula, más Vulnerables ante los fenómenos naturales, según la investigación realizada en



este documento son, el tanque de almacenamiento y la planta de tratamiento El Huisital.

- El fenómeno natural o amenaza, que más daño puede provocar a los diferentes componentes del sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula, son los deslizamientos o derrumbes causados por sobrecarga de taludes, debido a las constantes lluvias, en época de invierno.
- Durán (2011), en su tesis “La incidencia de los fenómenos naturales potencialmente peligrosos en las obras de infraestructura sanitaria del cantón salcedo provincia de Cotopaxi” del año 2011, concluye lo siguiente:
  - Se ha identificado las necesidades de obras de mitigación en la comunidad Salcedense y se ha desarrollado recomendaciones técnicas en temas de Gestión de Riesgos (GdR) las cuales deben ser ejecutadas por parte de la unidad de Agua Potable y Alcantarillado en beneficio de la continuidad.
- Ojeda (2017), en su tesis “Propuesta metodológica para la evaluación del riesgo de los sistemas de agua potable en poblaciones rurales de hasta 5000 habitantes” del año 2017, concluye que:
  - Los indicadores para la medición del riesgo de los sistemas de agua potable para la presente propuesta metodológica radica en el contraste de la probabilidad de ocurrencia de un peligro o evento peligroso versus el impacto que puede generar en los componentes o factores que inciden de forma directa e indirecta en el funcionamiento de un sistema de agua potable.

#### **A nivel nacional**

- Neuhaus (2013), En su tesis “Identificación de factores que limitan una implementación efectiva de la gestión del riesgo de desastres a Nivel Local, en distritos Seleccionados de la región de Piura”, concluye lo siguiente:
  - Una de las razones principales que explican por qué la gestión del riesgo no se implementa adecuadamente, es porque existe un comportamiento cortoplacista a nivel de las autoridades locales. Trabajar el componente prospectivo no resulta

políticamente atractivo, por tratarse de un trabajo invisible que no genera votos. Muchos alcaldes populistas prefieren “construirse su monumento” en vez de reducir el riesgo en los procesos de desarrollo de su localidad. Es necesario por tanto crear mecanismos de estímulo y sanción que incentiven a los políticos a trabajar la gestión prospectiva del riesgo.

- En el país existe poca cultura de prevención. La actual estrategia de incentivar y difundir una cultura de prevención y de gestión del riesgo de desastres en el país no es efectiva en cuanto a generar compromiso con la temática.
  - La mayoría de obras en materia de gestión del riesgo que necesitan las localidades son costosas y precisan de financiamiento externo (del gobierno provincial, regional, nacional o de los sectores). Cuando son ejecutadas por niveles supralocales del gobierno, sin embargo, se generan demoras, porque el interés no es tan directo como el de la misma localidad.
- Salinas Castro y Ventura (2010), en su tesis: Riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento. Caso proyecto mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa: concluye lo siguiente:
- Sostenibilidad administrativa: La sostenibilidad también implica la dimensión administrativa y política del funcionamiento de los sistemas de agua y saneamiento. El sistema de administración y gestión es heterogéneo y con reducida efectividad y eficiencia. El 29 % de los sistemas es manejado por SEDAPAL, el 30% por EPS (54), el 6% por las municipalidades y el 35% por organizaciones comunales principalmente en el ámbito rural.
  - Dispersión en la ocupación del territorio: El ordenamiento actual del territorio. La forma de ocupación tan dispersa del espacio geográfico, condicionado por una geomorfología del suelo tan accidentada, y una sensibilidad climática tan variada, dificulta y hace oneroso la implementación de la infraestructura de agua potable

y saneamiento básico. En el contexto Latinoamericano, el Perú es el país con mayor cantidad de municipios (2,026 municipios).

- En el componente captación, la perentoria necesidad de reforestación y consolidación de suelos para enfrentar las fuertes precipitaciones pluviales de la zona de San Alberto, y dar mayor capacidad a la captación de San Luís por la calidad de sus aguas.
  - Por lo tanto, un análisis de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua permite prepararse mejor frente a una crisis proyectándose en situaciones posibles, enlazando entre ellos diferentes elementos esenciales de funcionamiento de la ciudad.
- Exebio (2016), en su tesis: Plan de gestión de riesgos para la obra del sistema de agua potable e instalación de letrinas en el caserío de sayapampa distrito de curgos - Sánchez Carrión - la libertad. Concluye lo siguiente:
- Realizar obras de protección ante derrumbes o deslizamientos en las inmediaciones de las captaciones y reservorios construidos para alargar su vida útil, así como cercos de protección ya que los reservorios se encuentran en la frontera agrícola.
  - En el componente conducción y distribución delimitar la zona donde se ubica la tubería y evitar el sembrado de cultivos y trabajos de arado para evitar romper las tuberías.
  - Es importante concientizar a la población rural del pago de la cuota que de sostenibilidad al sistema, programando charlas, enseñándoles la operación del sistema y explicando las consecuencias de la falta de operatividad y mantenimiento y los riesgos en su salud, involucrando estrechamente a la ATM.

## **2.2. Marco doctrinal**

## **Teorías sobre el riesgo**

### **Teoría de la amplificación social del riesgo**

Kaperson et al (1988), Tres décadas de intensa investigación tanto teórica como metodológica rodean a la teoría de amplificación de riesgos. En los últimos años el rol del contexto y la cultura han sido investigados e incorporados a la teoría de amplificación de riesgos (Masuda & Garvin, 2006; Rosa, 1998; Short, 1987; Wilkinson, 2001; Wynne, 1992). Cosmovisiones, redes sociales, orientación política y diferencias individuales son variables que se han estudiado para explicar quienes amplificarán y quienes atenuarán los riesgos. Masuda y Garvin (2006) demostraron que el espacio y las cosmovisiones culturales llevan a la amplificación del riesgo para las personas que viven en la comunidad en peligro y a la atenuación del riesgo para las personas que no viven en la comunidad y que explican los riesgos con base en sus posiciones en el gobierno (reguladores) y orientación política.

La teoría de amplificación de riesgos ha sido sumamente utilizada en estudios cualitativos (véase Pidgeon, Kasperson & Slovic, 2003), así como en algunos estudios correlacionales a través de cuestionarios (e.g., Frewer, Miles, & Marsh, 2002; Scherer & Cho, 2003). En particular, Frewer y sus colegas (2002), encontraron que la teoría de amplificación de riesgos sirve para comenzar el diálogo con el público y explicar el impacto potencial de un evento riesgoso.

### **Teoría social del riesgo**

Beck, (1998). Desarrolla su idea de una "Sociedad del riesgo" la cual entiende como una fase de la modernidad en la que las amenazas que ha ido produciendo el desarrollo de la sociedad industrial (política, ecológica e individual), escapa, crecientemente del control de las instituciones destinadas a su protección. Esto plantea el tema de la autolimitación de ese desarrollo, así como la tarea de redefinir los estándares (de responsabilidad, seguridad, control, limitación de daños y

distribución de consecuencias de estos) establecidos hasta el momento atendiendo a las amenazas potenciales.

De esta forma, "...Se puede caracterizar como "Sociedad del riesgo", una sociedad, que no está asegurada, ni puede estarlo porque los peligros que acechan son incuantificables, indeterminables e inatribuibles. Al hundirse los fundamentos sociales del cálculo de riesgos, y dado que los sistemas de seguro y previsión son inoperantes ante los peligros del presente, se produce una situación de irresponsabilidad organizada. Frente a ella, nuevos sujetos sociales proponen un nuevo proyecto ilustrado alternativo".

La sociedad del riesgo se articula sobre la base de tres ejes fundamentales:

- Depredación de la naturaleza y la cultura por parte de una sociedad industrial.
- La crisis de la controlabilidad.
- El deterioro, descomposición y desencanto de aquellos magmas de sentido colectivo y de determinados grupos (fe en el progreso, conciencia de clase) perteneciente a la cultura de la sociedad industrial.

Es habitual que ante las consecuencias de un evento extremo hidrológico, como las sequías en el ámbito rural, se asocie al riesgo en relación al riesgo económico, que acarreará la pérdida de la productividad agropecuaria. Es decir, que dicho riesgo, se asocia al riesgo agro-climático, entendido como la probabilidad de afectación del rendimiento o la calidad de los cultivos por efecto de un fenómeno climático adverso. Como la definición lo indica, el riesgo agro-climático posee dos componentes: la probabilidad de ocurrencia del fenómeno climático adverso y la reducción estimada en los rendimientos por efecto del mismo.

Siguiendo con esta línea de análisis, sólo se considera, en una sequía (independientemente del índice que se use), la cantidad de precipitación y su distribución, las reservas de agua del suelo y las pérdidas debidas a la

evapotranspiración (World Meteorological Organization, 1988). Es decir, que la toma de decisiones de las actividades agropecuarias se realiza en un ambiente de incertidumbre (esto es, conocimiento imperfecto) sobre el futuro y, por ende, está asociado al riesgo. Éste, el riesgo, es un conocimiento imperfecto acerca de los resultados futuros, pero con conocimiento de las probabilidades de los posibles resultados.

Si consideramos al riesgo, incluyendo dichas probabilidades, podemos determinarlo a través de dos dimensiones: la peligrosidad o amenaza, y la vulnerabilidad (referida a vulnerabilidades tanto del sistema natural como social). Por lo tanto, aquí podemos incluir a las sequías como un fenómeno peligroso, en tanto pueda afectar o dañar a "alguien"; y, la vulnerabilidad, es la que corresponde a ese "alguien" a quién el peligro puede afectar o dañar (Natenzon, 1995).

El riesgo queda definido por la probabilidad de resultados imprevistos o consecuencias poco anticipables, que se derivan de decisiones, omisiones o acciones de grupos sociales (Natenzon, 2003). Esta percepción y construcción social del riesgo conllevará a que las variaciones de vulnerabilidad por las amenazas sean decisivas para diferenciar el nivel de impacto sobre diferentes grupos de personas. Es decir, que las sequías, consideradas una amenaza o una peligrosidad, afectarán diferencialmente a los sujetos (en nuestro caso, los productores agropecuarios) según su vulnerabilidad. Ésta queda definida "por las condiciones (sociales, económicas, culturales, institucionales), previas a la ocurrencia de los eventos catastróficos, que la predisponen para sufrir o evitar daños (económicos, psicológicos, en la salud) que determinan el nivel de dificultad o capacidades que tendrá el grupo social para recuperarse.

### **Teoría geográfica del riesgo**

White, (1975). Para White el problema radicaba en ¿cómo se adaptan las personas al riesgo y a la incertidumbre que se dan en los sistemas naturales y qué supone la comprensión de ese proceso para la política de los órganos del poder público?

Este problema, planteado inicialmente con respecto a las inundaciones en Estados Unidos, proporcionó un tema importante para la investigación a escala global de toda una serie de eventos que implican un riesgo originado en la naturaleza. En 1945, White escribe un artículo que marcaría una tendencia, al plantear que las amenazas y los desastres son producto de inadecuadas relaciones de convivencia entre la sociedad y su ambiente. White quería descubrir el margen de alternativas respecto a la reducción de las pérdidas y daños provocados por las inundaciones. La noción de reducción del impacto de las amenazas no podía restringirse a la introducción de medidas estructurales –ingenieriles–, como son las presas y diques para la retención y control de aguas; más bien, la solución descansaría en una adecuada combinación de medidas estructurales con cambios en el comportamiento humano, incentivados y regulados por normas, leyes y decretos, además de procesos de educación que conducen a comportamientos más congruentes con el nivel y tipo de amenaza existente.

El segundo aporte de White, Kates y Burton (1968, 1978) fue a través de sus múltiples estudios que presentaban el concepto de las amenazas y su relación con los recursos naturales. Los estudios revelaban que las amenazas son la expresión extrema de lo que, en otro ámbito, se conocen como recursos. Un tema ejemplificado era el clima, constituido por una serie de elementos que varían en periodos o estaciones y facilitan la producción agrícola y el suministro de servicios, y las poblaciones se adaptan a su funcionamiento. Sin embargo, este mismo clima regular sufre cambios bruscos y provoca tormentas, huracanes o, según su intensidad, inundaciones o sequías, que amenazan el desarrollo de una sociedad.

En el libro *The Environment as Hazard* (El medio ambiente como peligro), los geógrafos Burton, Kates y White (1978) se preguntan: ¿cómo podemos evaluar el

medioambiente como riesgo?, y describen siete medidas que se cree son importantes en términos humanos. La primera de ellas es la magnitud de un acontecimiento, por ejemplo, la altura de una inundación o la intensidad de un terremoto. Las cuatro siguientes están relacionadas con el tiempo: la frecuencia con que ocurren, la duración del fenómeno, la velocidad del ataque desde las primeras señales de aviso hasta el momento de la máxima actividad y la distribución temporal en términos de regularidad o aleatoriedad. Las dos últimas son más específicamente geográficas: la extensión del área sobre la superficie de la tierra y el grado de concentración espacial dentro de tal área.

Además, los riesgos naturales no son lo único que conceptualizan; en 1964, Burton y Kates propusieron una clasificación basada en el principal agente causal del evento, según un carácter biofísico o biológico, y distinguieron cuatro grandes grupos: climáticos y meteorológicos (nieve, sequía, avenidas...), geológicos y geomorfológicos (aludes, terremotos, erosión, volcanes...), florales (epidemias vegetales causadas por hongos...) y faunísticos (enfermedades bacterianas y producidas por virus, plagas, epidemias). Pero también realizaron otras clasificaciones, como la presentada por Kates en 1970, que plantea los riesgos derivados de diferentes fenómenos: naturales, sociales, humanos y seminaturales, caracterizados por dos tipos de factores: los incontrolables, de tipo natural, como los tornados, las epidemias, los incendios y la polución del aire, los cuales están en un contexto del orden, y los controlables, de tipo artificial, como la inundación, el motín, el accidente de tránsito y la polución del agua. De igual manera, los fenómenos están contextualizados por el caos.

Una de las bases metodológicas más importantes de la geografía para el estudio de los riesgos ambientales es la Teoría General de Sistemas, planteada por Bertalanffy (1976), para explicar los fenómenos terrestres. Los geógrafos registran que la intervención humana hace más complejos los sistemas terrestres, como los climáticos o geológicos, y han optado por reconocer otras dimensiones y maneras



de ver la realidad en sus estudios. Los riesgos ambientales están compuestos por un conjunto de subsistemas como la estructura geológica, las formas e inclinación del terreno, la estructura de la red hídrica, las formaciones de materiales en superficie, la organización de la vegetación y, lo definitivo, la ocupación realizada por los grupos humanos.

## **Enfoques sobre riesgos**

### **Enfoque de la reducción del riesgo**

En los últimos años, el enfoque y marco conceptual que rige el tema de peligros, vulnerabilidades, riesgos y desastres ha ido evolucionando, desde un enfoque reactivo de atención a la emergencia, hacia un enfoque prospectivo y/o correctivo de Reducción del Riesgo.

El enfoque de Reducción del Riesgo, plantea que el problema no son los desastres en sí mismos, sino su efecto en las condiciones del riesgo existentes en nuestros países. Plantea además que el riesgo es el resultado de un proceso dinámico y continuo que se construye paralelamente a los procesos de desarrollo, como consecuencia de no considerar las limitantes del territorio o no dimensionar los impactos de las acciones (proyectos, políticas, etc.) sobre el territorio.

La reducción del riesgo está dirigida a la transformación de las condiciones de riesgo preexistentes con la finalidad de reducir gradualmente la ocurrencia de futuros desastres. La existencia de condiciones de riesgo, está determinado por la amenaza o peligro que se presente un fenómeno adverso de origen natural, y por la existencia de condiciones de vulnerabilidad. Por tanto, es importante caracterizar y dimensionar los peligros y además identificar, analizar y entender las condiciones de vulnerabilidad, con el fin de disminuir la probabilidad de que ocurra un desastre. El Riesgo no manejado o no identificado, no conocido y sobre el cual no se actúa adecuadamente favorece o facilita la ocurrencia de desastres.

La reducción del riesgo es un proceso de decisión y de planificación, sobre la base del conocimiento del riesgo existente, que permite a los actores sociales analizar su entorno, tomar de manera consciente decisiones y desarrollar propuestas de intervención concertadas tendientes a prevenir, mitigar o reducir los riesgos existentes, y en esta medida, encaminarse hacia un proceso de Desarrollo Sostenible garantizado por el aumento de las condiciones de seguridad.

Inicialmente, en un primer periodo, la investigación de riesgos se nutrió de los aportes de las ciencias naturales. Se consideraba a los desastres como sinónimos de eventos físicos extremos (terremoto, inundaciones, huracanes, derrumbes, u otros eventos extremos) nominados desastres naturales y su magnitud estaba en función de la severidad, frecuencia e intensidad del evento físico (Lavell y Fonseca 1996). La investigación se centraba en el estudio de procesos geológicos, climatológicos, hidrológicos, y otros procesos físicos que generaban amenazas naturales, esta última definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento natural extremo, en un lugar y periodo determinado. En este enfoque se elude la responsabilidad social o política en los riesgos. Los desastres son productos inevitables de fuerzas de la naturaleza, que interrumpen procesos políticos, sociales y económicos “normales”. Son eventos discretos desconectados de la sociedad, cuya ocurrencia se deben predecir con la mayor exactitud (el Banco Mundial, asume este enfoque).

### **Enfoque de las ciencias aplicadas.**

Observaciones de la realidad comenzaron a cuestionar el enfoque anterior. Por ejemplo, se aducía que un terremoto de gran magnitud no necesariamente causaría un desastre si es que ocurriera en un desierto no habitado. Al margen de modificaciones al paisaje, no habría impacto físico, económico o social medible, es decir no habría desastre, el desastre natural terremoto no causaba ningún desastre.

Bajo la influencia de la ciencia aplicada, como la ingeniería, la investigación dio un salto importante. Los desastres ahora son eventos no esperados, que causan alteraciones intensas a elementos expuestos. Se introduce el concepto de vulnerabilidad. Los eventos extremos pueden ser catalizadores que transforman una condición vulnerable en desastre.

El riesgo (R) se define como función tanto de las amenazas (A) como de la vulnerabilidad (V), es decir:  $R = f(A, V)$ . (Taylor et al. 1998)

Mientras los modelos de riesgo de las ciencias naturales fueron básicamente modelos de amenazas, las ciencias aplicadas presentaron modelos conceptuales incorporando la vulnerabilidad (Maskrey, 1998, ídem). En este marco, en 1980 el grupo de trabajo del (UNDRO, 1980) intentó desarrollar un modelo conceptual de riesgo más preciso:

$$R = Re * EI$$

$$Re = A * V$$

Dónde:

A = amenaza natural, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, potencialmente peligroso, dentro de un periodo determinado en un área dada.

V = vulnerabilidad, es el grado de pérdida experimentado por un elemento o grupo de elementos, debido a la ocurrencia de un fenómeno natural de una determinada magnitud, expresada en una escala de 0 (sin daños o vulnerabilidad cero) a 1 (destrucción total o altamente o totalmente vulnerable).

EI = elementos en riesgo, es la población, edificaciones, obras civiles, actividades económicas, servicios públicos como infraestructura de agua y saneamiento, en riesgo, en un área determinada.

Re = riesgo específico, es el grado de pérdida esperado de un fenómeno natural particular, como un producto de la amenaza y la vulnerabilidad.

R = riesgo, significa el número de vidas perdidas, personas heridas, daños a propiedades y interrupción de actividades económicas, esperado a raíz de un fenómeno natural determinado y, por ende, como producto del riesgo específico y elementos en riesgo (UNDRO, 1980, ídem).

Así como este modelo, otros modelos fueron presentados, buscando precisión en la terminología y los conceptos (Cardona, 1992). Pero este enfoque, que centra su investigación en el impacto y efectos de los eventos relacionados con las amenazas y no en el evento mismo, considera que las amenazas siguen siendo la causa de los desastres, mientras que el concepto de vulnerabilidad está utilizado para explicar el daño, las pérdidas y otros efectos. En este sentido la gestión de riesgos se ha encaminado al diseño de medidas estructurales para mitigar las pérdidas causadas por eventos extremos y lograr que la sociedad sea segura. Defensas ribereñas para reducir impacto de inundaciones, planificación urbana en base a zonificación sísmica, son típicas medidas de gestión de riesgos inspiradas en este enfoque. Este enfoque reconoce la existencia de la responsabilidad social y políticas para evitar las pérdidas. Se exhorta tanto a gobierno como a la sociedad civil a implementar medidas de reducción de riesgos, es decir como algo importante pero complementario y externo. Pero no logra explicitar la causa de la vulnerabilidad y el rol endógeno de la responsabilidad de la organización social en la vulnerabilidad.

En la investigación realizada en el sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, se toma como referencia este enfoque, en el que para determinar el nivel de riesgo se establece el grado de vulnerabilidad y el grado de peligro. Esta relación entre variables es directa.

### **Enfoque de las ciencias sociales**

Quarantelli, (1978). Simultáneamente con la investigación ingenieril sobre vulnerabilidad, en la década del 70, la investigación social, en los EEUU, ya había enfocado el impacto de eventos asociados con amenazas en la organización social cuestionando la rigidez del concepto vulnerabilidad, manejado por el enfoque de la ciencia aplicada. El impacto social de las amenazas enfocó cambios en la interacción social a diferentes niveles: el individuo, la familia, la comunidad y la sociedad más amplia. Sin embargo, para algunos autores como Maskrey, (1998), la investigación sociológica norteamericana no representa una ruptura fundamental con el enfoque de las ciencias aplicadas. Se consideraba que los eventos extremos causan diferentes tipos de cambios y disrupciones en estructuras sociales normales, en el contexto de un sistema social determinado, implicando que, al igual que en las ciencias ingenieriles, los desastres se catalogan como eventos sociales anormales. Se asegura que un enfoque social de los desastres más profundo, lo realizó el geógrafo (White, 1961) en los años 60. El trabajo de White se centró en la percepción social de las amenazas, y cómo dichas percepciones influían en las decisiones que toma una población determinada para que su medio ambiente sea más seguro o más peligros. Por ejemplo, si es que una población decide conscientemente vivir en la orilla del río, o en una zona inundable, su decisión tiene una valoración específica de la amenaza, y por tanto un entendimiento de su vulnerabilidad en relación a esa amenaza, que la compara con otras vulnerabilidades que posee vinculadas a otras amenazas.

En este enfoque se enfatiza que los desastres tienen causas humanas y no solamente naturales y que las sociedades y comunidades expuestas a determinadas amenazas no son homogéneas, vale decir que diferentes grupos sociales realizan una gestión muy diferenciada de los riesgos que enfrenta, en dependencia de su capacidad de resistencia y recuperación; por tanto, la vulnerabilidad es un valor de carácter social, que no puede reducirse al grado de pérdida que sufriría determinado grupo o grupos expuestos a una amenaza. Se da el caso que, si ocurrieran niveles de pérdida similares en un país grande y en un

país pequeño, las implicaciones serían muy diferentes, debido a las capacidades de las unidades sociales involucradas. Así, un nivel de destrucción que podría ser absorbido sin problemas, en un país como los Estados Unidos, probablemente sería catastrófico en una isla pequeña.

En estos términos, la definición de vulnerabilidad como un valor objetivo, representando pérdidas o daño, queda debilitada ante la inmensa problemática que abren las ciencias sociales subrayando el carácter de percepción social de la vulnerabilidad, en cuyo fundamento hay situaciones subjetivas pero vinculadas a las condiciones materiales de existencia de los grupos sociales.

Así planteada la vulnerabilidad, el concepto se inscribe en el complejo debate del desarrollo social. El proceso causal de la vulnerabilidad se analizó utilizando las teorías sociales de la marginalidad y la dependencia, en boga en los años 70 y por lo tanto se redefinió como el grado en que factores socioeconómicos y sociopolíticos afectan la capacidad de una población para absorber y recuperarse del impacto de un evento asociado con una amenaza determinada. Se llegó, por lo tanto, a explicar los procesos de toma de decisiones de la población vulnerable en términos de la economía política.

La idea de amenazas afectando a sociedades “normales” se reemplazó con la idea de sociedades en crisis, afectadas por eventos previsibles y “normales”. La vulnerabilidad se ve como una realidad socialmente producida, donde la responsabilidad para la ocurrencia de desastres está en el centro del ámbito político, económico y social.

La investigación empezó a dar atención tanto a los procesos históricos, mediante los cuales surge la vulnerabilidad, como a las pérdidas y daños asociados con amenazas específicas.

Esta redefinición de la vulnerabilidad, de una medida objetiva de pérdida o daño, hacia una medida relativa de capacidad de una población de absorber y

recuperarse de un daño o pérdida determinada, planteó limitaciones para los modelos conceptuales inspirados en las ciencias aplicadas, y llevó a intentos de analizar y clasificar la vulnerabilidad y formular nuevos modelos de riesgos.

### **Enfoque de escenarios de riesgo (hacia un enfoque holístico)**

El enfoque social acerca más a la realidad el problema del riesgo, dando énfasis a las variables y procesos que configuran los patrones de vulnerabilidad. Sin embargo, como subraya Lavell, 1996 (idem), al incidir tanto en las causas “sociales” de los riesgos tiende a perder de vista a las amenazas y las interrelaciones entre amenazas y vulnerabilidades. Las investigaciones recientes han vuelto a presentar mayor atención a las amenazas en una visión más holística del riesgo (Mansilla, 1966).

Se trata de construir un modelo de escenario de riesgo, que relacione tanto las amenazas y las vulnerabilidades, como las pérdidas y las estrategias de mitigación de las mismas. En este sentido, (Winchester, 1992), definió el riesgo como una relación dinámica entre (1) vulnerabilidades, (2) amenazas, (3) pérdidas y daños, (4) estrategias de adaptación, en el marco de una determinada unidad social como el hogar. El riesgo deja de tener un valor objetivo y absoluto, pues incide en la percepción y valoración del riesgo por parte de la población y las estrategias de gestión que adoptan frente al riesgo determinarían el valor social del riesgo. Estas estrategias de gestión de la población están estrechamente relacionadas a la frecuencia, magnitud, predictibilidad y oportunidad de ocurrencia de las pérdidas y daños que sufran, como resultado de la interacción entre amenazas y vulnerabilidad.

Como modelo, el concepto de escenario de riesgo enfatiza que la población no sólo es una víctima pasiva de amenazas naturales y vulnerabilidades estructurales, sino que activamente desarrolla estrategias de gestión de riesgos, que en el peor de los casos son estrategias de sobre vivencia, para mitigar las pérdidas y daños.

Tratando de sintetizar las amplias explicaciones que sobre el riesgo hace este enfoque, consideramos que el riesgo es el resultado del encuentro de procesos, tanto naturales como sociales, con las unidades sociales y sus estrategias de gestión. El riesgo deja de existir en términos puramente objetivos, el riesgo tiene un sujeto que lo experimenta, lo valora, lo acepta o lo rechaza y lo enfrenta de acuerdo a sus condiciones subjetivas y materiales de existencia. He ahí la importancia de las estrategias de gestión.

Las estrategias de gestión de riesgo de los grupos sociales pueden tener diferentes lógicas. En un intento por formalizarlas, varios autores proponen clasificaciones como la siguiente:

- a) Mitigación de amenazas, construcción de defensas ribereñas, estabilización de laderas, etc.
- b) Reducción de la vulnerabilidad física, técnica o de exposición, reubicación de asentamientos a lugares seguros, reforzamiento de estructuras,
- c) Reducción a la vulnerabilidad económica, facilitando el acceso a recursos, o a la diversificación de los medios de trabajo, diversificación de estrategias de producción o ingreso, etc.
- d) Reducción a la vulnerabilidad social o educación y salud.
- e) Reducción a la vulnerabilidad cultural, adoptando percepciones de amenazas, vulnerabilidades, y riesgo que facilite la evolución de estrategias positivas de mitigación, en vez del fatalismo.
- f) Reducción a la vulnerabilidad política, desarrollando formas de organización social y política que mejore la capacidad de negociación de la población para obtener acceso a servicios, créditos, activos, etc.

Diferentes combinaciones de estas estrategias pueden disminuir la exposición y aumentar la resistencia, resiliencia, aprendizaje y adaptación frente a diferentes



patrones de pérdidas. Pero cuando los patrones de pérdidas se hacen más extremos, por acumulación acelerada de amenazas y vulnerabilidades, las opciones de gestión de riesgo se vuelven limitadas, reduciendo el espacio de maniobra de la población. En esta situación se aceptan ciertas pérdidas o “costos” y quizá “costo de oportunidad social”, es decir el costo de poder reducir y mitigar a otros. Las estrategias se vuelven defensivas o de sobre vivencia. Esto no quita que en contextos más favorables las estrategias de gestión de riesgos puedan tener el carácter de “contraataque” combinando estrategias para reducir la pérdida.

Concluyendo, en el modelo de escenarios de riesgo, las amenazas están ubicadas en la confluencia de los procesos sociales y naturales, estos influyen tanto en la vulnerabilidad como en las amenazas. Las amenazas en su mayoría deberían describirse como socio naturales, particularmente aquellas como las inundaciones y deslizamientos, sequías, donde los patrones de intervención humana alteran de manera fundamental las características de las amenazas. Mientras las intensas precipitaciones pluviales o tempestades tropicales pueden considerarse como un evento natural, las inundaciones y deslizamientos que provocan serían determinados no sólo por factores, como la topografía y la geología, sino también por el tipo de cobertura vegetal y uso de la tierra, factores que son socialmente y no naturalmente determinados. La deforestación, extracción de agua subterránea, sobre pastoreo, minería a tajo abierto, destrucción de manglares y construcción de infraestructura, como represas y carreteras, son todos procesos que pueden generar nuevas amenazas y exacerbar los existentes.

En conclusión podemos afirmar que este enfoque como su nombre indica, es más integrador, busca explicar la ocurrencia de un riesgo desde varios puntos de vista, no solo por la ocurrencia de un fenómeno natural (derrumbes, huaycos, inundaciones, etc.), sino también pasa por el ordenamiento territorial, la geografía del lugar e intervención humana como variables que deben ser tomadas en cuenta en la determinación y gestión de riesgos de desastres.

### **Enfoque del plan de seguridad del agua y saneamiento**

Torres, (2006). Es un planteamiento integral basado en la evaluación y manejo del riesgo para la salud para optimizar la seguridad del agua potable y un enfoque sistémico, de base científica en el manejo del riesgo, para optimizar la seguridad del agua potable desde la cuenca de captación hasta su llegada al consumidor, con el fin de proteger la salud de la población. El PSA (Plan de seguridad de agua) es un sinónimo de inocuidad que asegura la calidad sanitaria del agua, ayudando a evitar que peligros físicos, químicos, microbianos y organolépticos, pongan en riesgo la salud del consumidor o el rechazo del agua, a través de sistemas de control orientados a la prevención, en lugar de solo un análisis del producto final, lo que configura un propósito muy específico vinculado con la salud de la población.

La deficiente calidad del agua y el saneamiento inadecuado es la causa de 1,8 millones de defunciones de niños cada año, mina el crecimiento económico y obstaculiza los esfuerzos de los hogares para salir de la pobreza. En América Latina y el Caribe, se estima que 50 millones de personas carecen de acceso a un mejor abastecimiento de agua (Informe de Desarrollo Humano de PNUD, 2006).

El medio más eficaz para conseguir sistemáticamente la seguridad del abastecimiento de agua potable es mediante una evaluación integral basada en el riesgo para la salud y un enfoque del manejo del riesgo que abarque todos los pasos en el abastecimiento de agua desde la captación hasta el consumidor. En la tercera edición de las Guías de la Calidad del Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud, este enfoque se denomina PSA, y es un componente clave del marco para la seguridad del agua potable descrita en las Guías. Un PSA es holístico, sistemático y tiene un enfoque de gestión integral usado para identificar y priorizar las amenazas potenciales a la calidad del agua en cada paso de la cadena del abastecimiento de agua y para implementar mejores prácticas para mitigar esas amenazas y asegurar la calidad del agua potable.

El enfoque del PSA para asegurar la calidad del agua potable es flexible, accesible y sirve para:

- Identificar oportunidades para mejoras de bajo costo en la operación y prácticas de manejo que pueden elevar la seguridad del agua, mejorar la eficiencia y reducir los gastos.
- Mejorar la comprensión de los participantes sobre la cadena completa en el abastecimiento del agua y sus vulnerabilidades, así como la comunicación y colaboración entre los grupos participantes clave, tales como los proveedores de agua, consumidores, autoridades normativas y sectores comerciales, ambientales y de salud.
- Ayudar a fundamentar y priorizar las necesidades de mejoramiento de la infraestructura física y a movilizar el apoyo financiero.

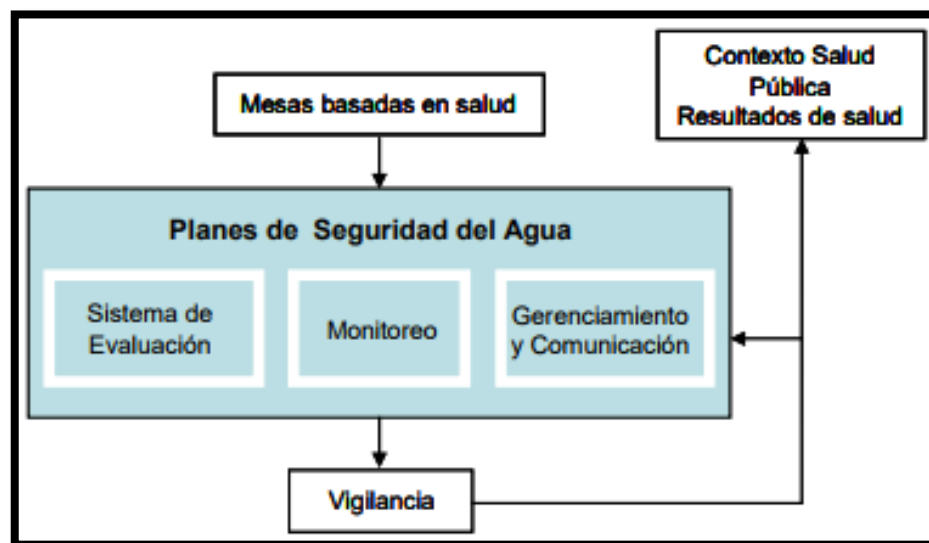


Figura 1: Marco para la seguridad del agua potable

Fuente: OMS (2004)

### 2.3. Marco conceptual

**RIESGO:** Según el Ministerio de Vivienda Ciudad y Terremoto (MVCT, 2014)

Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a

los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. Se expresa como la relación conjunta de la vulnerabilidad y la amenaza (peligro), es decir, consiste en el análisis de la superposición dinámica de ambos factores:

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} * \text{VULNERABILIDAD}$$

A partir del reconocimiento de los factores de amenaza y vulnerabilidad con incidencia en el sistema de prestación de los servicios públicos es posible la configuración de escenarios de riesgo, que representen de manera integral las posibles consecuencias de un evento peligroso sobre todo el proceso de prestación, permitiendo la estimación de posibles daños, pérdidas e impactos. El riesgo, aplicado a la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, consiste en la identificación y valoración de las afectaciones, daños y pérdidas potenciales, asociadas a la posible ocurrencia de un evento peligroso, que pueden incluir daños en la infraestructura de prestación de los servicios, pérdidas por ingresos no percibidos, impactos en términos institucionales, sociales y políticos, entre otros.

**AMENAZA:** según el (MVCT, 2014), Las amenazas se relacionan con un peligro latente, que representa la probable manifestación de fenómenos físicos de origen natural, socio natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción los bienes y servicios y la infraestructura. Este factor se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente, con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido.

#### **Tabla 4. Clasificación de Peligros**

<b>CLASIFICACIÓN DE PELIGRO</b>	<b>EVENTO O FENÓMENO</b>
	Actividad sísmica (Terremotos)
	Tsunamis
	Actividad volcánica
	Tormentas y Huracanes
	Inundaciones
<b>Geofísicos, geológicos e hidrometeorológicos</b>	Deslizamientos, derrumbes o caída de bloques
	Lluvias torrenciales y ventarrones
	Fallas geológicas
	Sequías
	Nevadas / Granizadas
	Heladas
	Huaycos / Aluviones
	Contaminación ambiental
	Contaminación por agroquímicos
	Incendios forestales
<b>Antrópicos</b>	Deforestación excesiva
	Erosión por actividades mineras o en canteras
<b>Otras peligros</b>	Delincuencia y vandalismo

Fuente: Adaptado de herramienta para integrar la reducción del riesgo de desastres en proyectos de agua y saneamiento rural. Care (2011).

Los eventos o fenómenos descritos en la tabla 4, son insumos para determinar el nivel de peligro que se aplican desde la tabla 9 a la tabla 19 y que constituye una variable para la determinación del riesgo del sistema de agua potable y saneamiento del C.P. Huaraclla.

**VULNERABILIDAD:** Según el (MVCT, 2014), Se considera como la susceptibilidad o pre disposición que presentan los diferentes componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, frente a las amenazas que los afectan y su capacidad de sobreponerse al impacto de un evento peligroso.

Previo inicio de los análisis de vulnerabilidad, se deben evaluar los niveles de exposición de la infraestructura de los servicios ante las diferentes amenazas, y de los posibles impactos que ésta pueda generar sobre los componentes físicos del servicio.

Posteriormente se inicia el análisis de la vulnerabilidad sectorial, donde además de la infraestructura propia del sector, se requiere que el prestador de servicio incluya en la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad de la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo; la identificación de edificaciones educativas, médicas, administrativas, de uso masivo (teatros, centros comerciales, estadios, etc.) y edificaciones especiales (bomberos, cruz roja, etc.) con el fin de priorizar los posibles puntos de atención especial durante una situación de emergencia.

Las condiciones de vulnerabilidad de estos sistemas no están aisladas de las condiciones sociales, económicas y ambientales del entorno en el que se sitúan, la infraestructura de servicios públicos suele presentar un mayor nivel de exposición a las amenazas en las zonas donde se encuentran asentamientos en condiciones de precariedad, especialmente en las áreas marginales de las ciudades y en las zonas rurales se presenta una mayor ocurrencia de fenómenos peligrosos que pueden afectar, tanto los sistemas de prestación de servicios públicos domiciliarios, como a la población misma.

En lo que se refiere al factor institucional, se aborda la facultad del prestador de servicios públicos domiciliarios de generar capacidad en gestión del riesgo, tanto en la identificación y reducción de sus riesgos, como en la respuesta ante posibles emergencias, así como en su articulación con las demás instituciones involucradas en la prevención y atención de emergencias, a través de los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres.

Para la evaluación institucional se deben tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos:

**Tabla 5. Vulnerabilidades (dimensiones) que se pueden presentar en la zona de un proyecto**

<b>Físicos</b>	Según el (MVCT, 2014), corresponde a las condiciones específicas de localización, diseño, construcción y características de la infraestructura que soporta la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, que condicionan su exposición y susceptibilidad frente a una amenaza.
<b>operativa</b>	Según el (MVCT, 2014), está relacionado con los mecanismos de operación y mantenimiento de cada uno de los componentes de los sistemas, instalaciones, redes y estructuras que garantizan la continuidad y calidad del servicio, aun en condiciones de emergencia. Es necesario tener en cuenta la redundancia y sectorización en los sistemas así como la existencia y aplicación de planes y protocolos para la respuesta a emergencias.
<b>político-institucional</b>	Según el (MVCT, 2014), las características del esquema institucional de la prestación del servicio en aspectos tales como capacidad financiera, administrativa, aspectos

---

contractuales, políticas empresariales, sistemas de gestión de calidad, instancias para la gestión de riesgos y respuesta a emergencias, coordinación interna e imagen corporativa. Así como la coordinación interinstitucional con las entidades del nivel local, regional y nacional en el sector de Agua y Saneamiento y en el marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Es importante analizar los mecanismos de comunicación con los usuarios y la comunidad en relación con el reporte de condiciones anormales, las situaciones de emergencia y los procesos de rehabilitación del servicio. De igual forma se debe analizar la capacidad y organización para brindar soporte a las medidas adoptadas en las situaciones de riesgo y/o emergencias.

---

**cultural-organizativa**

Según, la Dirección Regional de vivienda construcción y saneamiento (DRVCS, 2011), la organización de la comunidad es muchas veces el elemento más vulnerable al impacto de las amenazas, debido a la poca preparación y capacitación existente para atender situaciones de emergencia; sumándose a esto el desconocimiento de las principales amenazas a

---



---

	las que está expuesto su sistema y carente capacitación en reducción del riesgo.
<b>económica</b>	Según el (MVCT, 2014), Asociado a la disponibilidad de recursos para realizar las intervenciones necesarias en aspectos como conocimiento y reducción del riesgo, y manejo desastres, en el marco del Plan de Obras e Inversiones. En este factor también es de interés evaluar el esquema de aseguramiento y la cobertura que ofrece frente a posibles situaciones de desastre.
<b>ambiental</b>	Según el (MVCT, 2014), Asociado al estado de los recursos naturales y la capacidad de los ecosistemas para absorber y resistir los efectos de una amenaza que se presente en la zona. La posible alteración en los equilibrios y procesos de regulación en los ecosistemas de las cuencas abastecedoras y receptoras, los procesos de degradación de suelos, pérdida de cobertura vegetal, alteración y sedimentación de cauces, entre otros, son aspectos que condicionan este factor de vulnerabilidad.
<b>en hábitos de higiene</b>	Según la (DRVCS, 2011), Existen problemas ambientales sensibles, como degradación de suelos, deforestación, mala gestión de los

---

	residuos sólidos y efluentes residuales, contaminación por químicos, etc.
<b>Resiliencia</b>	Según la (COSUDE, 2012), Se refiere al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y de sus medios de vida. Se asocia a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad.

Fuente: Adaptado de herramienta para integrar la reducción del riesgo de desastres en proyectos de agua y saneamiento rural. Care (2011).

Las vulnerabilidades descritas en la tabla 5, son insumos para determinar el nivel de vulnerabilidad total que se aplican desde la tabla 9 a la tabla 19 y que constituye una variable para la determinación del riesgo del sistema de agua potable y saneamiento del C.P. Huaraclla.

### **Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)**

La JASS es una Organización Comunal sin fines de lucro encargada de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento. (PNSR, 2015)

¿Por qué es importante la Jass?

- Permite la participación de la población.
- Asegura el buen funcionamiento de los servicios de agua y saneamiento en beneficio de la comunidad

- Ayuda a que la comunidad se relacione con las instituciones vinculadas a los temas de saneamiento tanto público como privado, con la finalidad de recibir asistencia técnica.

¿Cómo está conformada la Jass?

- Fiscal
  - Presidente (a)
  - Secretario (a)
  - Tesorero (a)
  - Vocales
- } Consejo Directivo

¿Qué pasos seguir para constituir una Jass?

- Aprobar el estatuto y reglamento mediante asamblea.
- Elección del Consejo Directivo y Fiscal de acuerdo a los procedimientos establecidos en el estatuto.
- Solicitar el reconocimiento de la JASS ante la municipalidad de su Jurisdicción.
- Copia del documento de Identidad (DNI) vigente de los miembros del Consejo Directivo y Fiscal

¿Qué labores desempeña el Consejo Directivo?

- Es el órgano encargado de administrar, operar y mantener los servicios de Saneamiento básico y del seguimiento a las familias usuarias, sus miembros son elegidos por la asamblea general de usuarios por un periodo de dos (02) años.
- El Consejo Directivo deberá estar compuesto como mínimo por cinco (05) miembros: Un (01) Presidente(a), un (01) Secretario(a), un (01) Tesorero(a) y dos (02) Vocales.

- La Asamblea General deberá procurar que por lo menos dos (02) de los miembros del Consejo Directivo sean mujeres.

¿Qué labores desempeña el fiscal?

- El Fiscal es aquel miembro elegido por la Asamblea General por tres (03) años.
- Supervisa y fiscaliza la labor del Consejo Directivo.

#### 2.4. Definición de términos básicos

- **Área técnica municipal (A.T.M.):** “Es el área encargada de promover la formación de las organizaciones comunales, prestadoras de servicios de saneamiento (JASS, comités u otras formas de organización), así como de supervisarlas, -fiscalizarlas y brindarles asistencia técnica para asegurar la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento”. Guía Metodológica para el cumplimiento de la Meta 11. Programa nacional de saneamiento rural (PNSR, 2015)
- **Captación:** “Construida en un manantial ubicada en la parte alta del centro poblado, con dimensiones mínimas y de construcción sencilla para proteger adecuadamente el agua contra la contaminación causada por la presencia de agentes externos”. (Agüero, 1997)
- **Deslizamiento:** “Los derrumbes ocurren por gravedad, en lugares montañosos con pendientes fuertes o barrancos, cuando a la pendiente le es imposible retener el material de tierra. Incluso hay lugares con pendientes de pocos grados ( $1^{\circ}$ - $2^{\circ}$ ) que han tenido derrumbes”. Plan de Gestión del Riesgo de Desastres 2016-2021 del Gobierno Regional de Puno (PGRD PUNO, 2016).
- **Exposición:** “Referido a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro”. (PGRD PUNO, 2016).
- **Fragilidad:** “Son las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro”. (PGRD PUNO, 2016).

- **Gestión del riesgo de desastres:** “Conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes”. Estrategia internacional para la reducción de desastres (E.I.R.D., 2010).
- **Gestión prospectiva:** La gestión prospectiva, atiende la preocupación por la creación del riesgo futuro. Al igual que la gestión correctiva, lidia con decisiones que afectan la relación de las comunidades con los ecosistemas, pero con la diferencia de que trabaja en evitar procesos y decisiones actuales que podrían potencialmente desencadenar condiciones de riesgo en el futuro”. (Wilches-Chaux, 2008, p. 56.)
- **Inundación:** “Una inundación es el desborde lateral de las aguas de los ríos, lagos y mares que cubre temporalmente los terrenos bajos adyacentes. Suele ocurrir en épocas de lluvias intensas, marejadas y en caso de tsunami”. Instituto nacional de defensa civil (INDECI, 2017).
- **Juntas administradoras de servicios de saneamiento (Jass):** “Es la estructura organizada de la comunidad, constituida con la finalidad de asumir la responsabilidad de la explotación de los servicios de saneamiento, existente en su comunidad y/o Centro Poblado”. Atención primaria y saneamiento básico Cajamarca (APRISABAC, 1993).
- **Línea de conducción:** “La obra de captación consiste de una estructura colocada directamente en la fuente a fin de captar el gasto deseado y conducirlo a la línea de aducción”. (Arocha, 1977)
- **Mitigación:** “Medidas estructurales y no-estructurales emprendidas para limitar el impacto adverso de las amenazas naturales y tecnológicas y de la degradación ambiental”. (E.I.R.D., 2010).
- **Peligro:** “Es la probabilidad que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, o inducido por la acción humana se presente en un lugar específico, con una

cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos”. (PGRD PUNO, 2016).

- **Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR):** “Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales”. Reglamento nacional de edificaciones (R.N.E. OS 030, 2017).
- **Planta de tratamiento de agua potable (PTAP):** “Son un conjunto de estructuras que sirven para someter al agua a diferentes procesos, para purificarla y hacerla apta para su uso como bebida, eliminando o reduciendo bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor, etc.”(APRISABAC, 1993).
- **Proyecto de Inversión Pública:** “Toda intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios; cuyos beneficios se generen durante la vida útil del proyecto y éstos sean independientes de los de otros proyectos”. Glosario de inversión pública del ministerio de economía y finanzas. (MEF, 2017).
- **Red de alcantarillado:** “Está formado por una serie de conductos subterráneos cuyo objeto es eliminar por transporte hidráulico las sustancias inconvenientes que pueden ser acarreados o conducidos por el agua”. (Vierendel, 2009).
- **Red de distribución:** “Es el conjunto de tuberías que partiendo del reservorio de distribución y siguiendo su desarrollo por las calles de la ciudad sirven para llevar el agua al consumidor”. (Vierendel, 2009).
- **Reducción del riesgo de desastres:** “Marco conceptual de elementos que tienen la función de minimizar vulnerabilidades y riesgos en una sociedad, para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) el impacto adverso de amenazas, dentro del amplio contexto del desarrollo sostenible”. (E.I.R.D., 2010).
- **Resiliencia:** “Es el nivel de asimilación y/o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro”. (PGRD PUNO, 2016).

- **Vulnerabilidad:** “Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad está directamente relacionada a la exposición y fragilidad de los elementos, así como a la resiliencia de los mismos”. (PGRD PUNO, 2016).
- **Actividad sísmica:** “Es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior, y se propaga en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra”. (GRDD, 2018)
- **Tsunami:** “Es una palabra en idioma japonés que significa “ola de puerto”, se puede considerar como la fase final de un maremoto al llegar a la costa”. (GRDD, 2018).
- **Actividad volcánica:** “Es la producida por un volcán, por una estructura geológica de la que emergen magma en forma de lava, ceniza volcánica y gases provenientes del interior de la Tierra”. (GRDD, 2018).
- **Tormentas y huracanes:** “Las tormentas son sistemas de baja presión, perturbaciones con vientos de entre 50 y 100 km/hora, acompañado de fuertes tempestades y precipitaciones, se presentan ocasionalmente en la zona amazónica”. (GRDD, 2018)
- **Fallas geológicas:** “Son grietas o fracturas entre dos bloques de la corteza terrestre a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo, vertical u horizontal. Los procesos tectónicos generan las fallas”. (GRDD, 2018).
- **Nevadas y granizadas:** “Las nevadas son precipitaciones de cristales de hielo de Diferentes formas: estrella, hexagonales ranurados, etc.” (GRDD, 2018).
- **Heladas:** “Se producen cuando la temperatura ambiental disminuye a valores cercanos o debajo de cero grados”. (GRDD, 2018).
- **Aluvión:** “Es el desprendimiento de grandes masas de nieve y rocas de la cima de grandes montañas”. (GRDD, 2018).
- **El huayco:** “Es un término de origen quechua que significa quebrada. El huayco es un tipo de aluvión de baja magnitud que se registra con frecuencia en las cuencas hidrográficas del país, generalmente durante el periodo de lluvias”. (GRDD, 2018).

- **Contaminación ambiental:** “Es la cantidad de partículas sólidas suspendidas o gases presentes en el aire, también son partículas disueltas o suspendidas, bacterias y parásitos acumulados en el agua; concentraciones de sustancias incorporadas en los alimentos o acumuladas en un área específica del suelo de medios permeables”. (GRDD, 2018).
- **Contaminación por agroquímicos:** “Es la descarga accidental o intencional de sustancias tóxicas, que ocasionan peligrosidad, con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosos”. (GRDD, 2018).
- **Incendios forestales:** “Es la propagación libre y no programada del fuego sobre la vegetación, bosques, selvas y zonas áridas o semiáridas”. (GRDD, 2018).
- **Deforestación excesiva:** “Es la tala indiscriminada e irracional de bosques disminuyendo en gran medida la capacidad de la superficie terrestre para controlar el clima y su composición química”. (GRDD, 2018).
- **Erosión por actividades mineras o en canteras:** “Se da como consecuencia de la actividad minera. Produce la erosión y contaminación de suelos y ríos debidos a la acumulación de descargas de residuos tóxicos”. (GRDD, 2018).
- **Delincuencia y vandalismo:** “Es el conjunto de actos fuera de la ley, tipificados legalmente como delitos y merecedores de castigos por la sociedad en diferentes grados”. (GRDD, 2018).



## **CAPÍTULO III**

### **PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### 3.1.1. Hipótesis general

El nivel de incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación de riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018. Es directa y alta.

##### 3.1.2. Hipótesis específicas

a: Existe un alto peligro en el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018

- b: Existe un alto nivel de vulnerabilidad en el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018
- c: El nivel de riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018, es alto.
- d: El nivel de relación entre el peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018, es directa.

### **3.2. Variables**

**Variable X:** - Peligro  
- Vulnerabilidad

**Variable Y:** - Riesgo

### 3.3. Operacionalización de los componentes de las hipótesis

HIPOTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE
<b>HIPOTESIS GENERAL</b> El nivel de incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación de riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018. Es directa y alta.	<b>VAR. X1</b>  ✓ Peligro	<b>PELIGRO</b> Es la probabilidad que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, o inducido por la acción humana se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos	✓ Peligros generales en la zona del proyecto * Geofísicos, geológicos e hidrometeorológicos * Antrópicos * Otros ✓ Peligros particulares para el sistema de agua ✓ Peligros particulares para el saneamiento	* Peligro o Baja o Media o Alta	Escala y Matriz
	<b>VAR. X2</b>  ✓ Vulnerabilidad	<b>VULNERABILIDAD</b> Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad está directamente relacionada a la exposición y fragilidad de los elementos, así como a la resiliencia de los mismos.	<b>Dx1:</b> Física <b>Dx2:</b> Operativa <b>Dx3:</b> Político-Institucional <b>Dx4:</b> Sociocultural-organizativo <b>Dx5:</b> Económica <b>Dx6:</b> Ambiental e higiene <b>Dx7:</b> Capacidad de adaptación	* Vulnerabilidad por exposición física y fragilidad * Vulnerabilidad por fragilidad operativa * Vulnerabilidad por fragilidad político e institucional * Vulnerabilidad por fragilidad social * Vulnerabilidad por fragilidad económica * Vulnerabilidad por fragilidad ambiental * Vulnerabilidad por resiliencia	* Grado de Vulnerabilidad o Baja o Media o Alta

HIPOTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE
<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>		<b>RIESGO:</b>			
a. Existe un alto peligro en el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018		Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.			
b. Existe un alto nivel de vulnerabilidad en el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018	<b>VAR. Y</b> ✓ Riesgo		<b>Dy1: Gestión del riesgo</b>	* Nivel de riesgo ○ Baja ○ Media ○ Alta	Escala y Matriz.
c. El nivel de riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018, es alto.					
d. El nivel de relación entre el peligro y la vulnerabilidad en la determinación del riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018, es directa.					

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1. Ubicación geográfica

El distrito de Jesús presenta una topografía muy accidentada con valles producto de glaciaciones, colinas con afloramientos rocosos a lo largo del camino y así como quebradas. Presenta una variada vegetación herbácea y algunos sembríos de los pobladores como también la existencia de algunos árboles (eucaliptos, retamas, etc.)

#### **Clima**

Presenta precipitaciones pluviales desde 650 y 1,100 mm. La temperatura máxima alcanza los 22° C, la mínima 5° C y la media 14° C.

El descenso de las temperaturas por debajo de 0°c se presenta mayormente entre junio y septiembre, con el nombre de heladas. La presencia de lluvias ocurre desde octubre a marzo, generalmente por el tipo de topografía.

#### **Geología**

En la zona de la comunidad de Jesús sus formaciones geológicas de origen fluvio-glacial (formación). Se puede notar la presencia de KAMES (es un accidente geomorfológico de origen fluvio-glacial, una colina o montículo de forma irregular compuesta por arena y grava que es acumulada en una depresión en una retirada glacial, y que luego se depositan sobre la superficie de la tierra cuando el glaciar finalmente se funde).

### **Vías de acceso**

Para llegar al Centro Poblado de La Huaraclla, se parte desde la ciudad de Cajamarca, rumbo al sur este con dirección al distrito de Jesús por una carretera asfaltada en un viaje que dura 20 minutos aproximadamente, no se tiene problemas para llegar al centro poblado ya que su ubicación es conocida por pertenecer a un distrito de gran afluencia turística.

### **Vivienda**

Las viviendas han sido en su gran mayoría construidas con material noble, con una regular técnica arquitectónica. Son de uno y de 2 pisos construido de ladrillo, revoques, coberturas de losas aligeradas, existen también construcciones de tapial.

### **Economía**

La economía de la población depende casi exclusivamente de la agricultura, comercio (75%), y la ganadería (25%), destacando la crianza de ganado vacuno, equino y animales menores.

### **Servicios públicos**

La población del Centro Poblado la Huaraclla cuenta con el servicio educativo de: un jardín de niños, una escuela primaria un colegio secundario, dos iglesias evangélicas, un local municipal, un comedor popular y un centro de salud, un sistema de abastecimiento de agua potable ineficiente.

### **Manantiales**

#### **“Cochambul” y “El Tayo”**

El manantial Cochambul cuenta con un caudal de 0.52 lps la misma que a través de un sistema de captación conduce agua a través de una línea de conducción por una tubería de 1 ½” PVC C-7.5 a un reservorio a 1458.70 metros de distancia, todo esto por gravedad.

Esta fuente se encuentra ubicada en las coordenadas UTM WGS-84-Zona-17M y son las siguientes: 786924.26 m E 9201772.93 m N y se encuentra en la cota 2729 msnm.

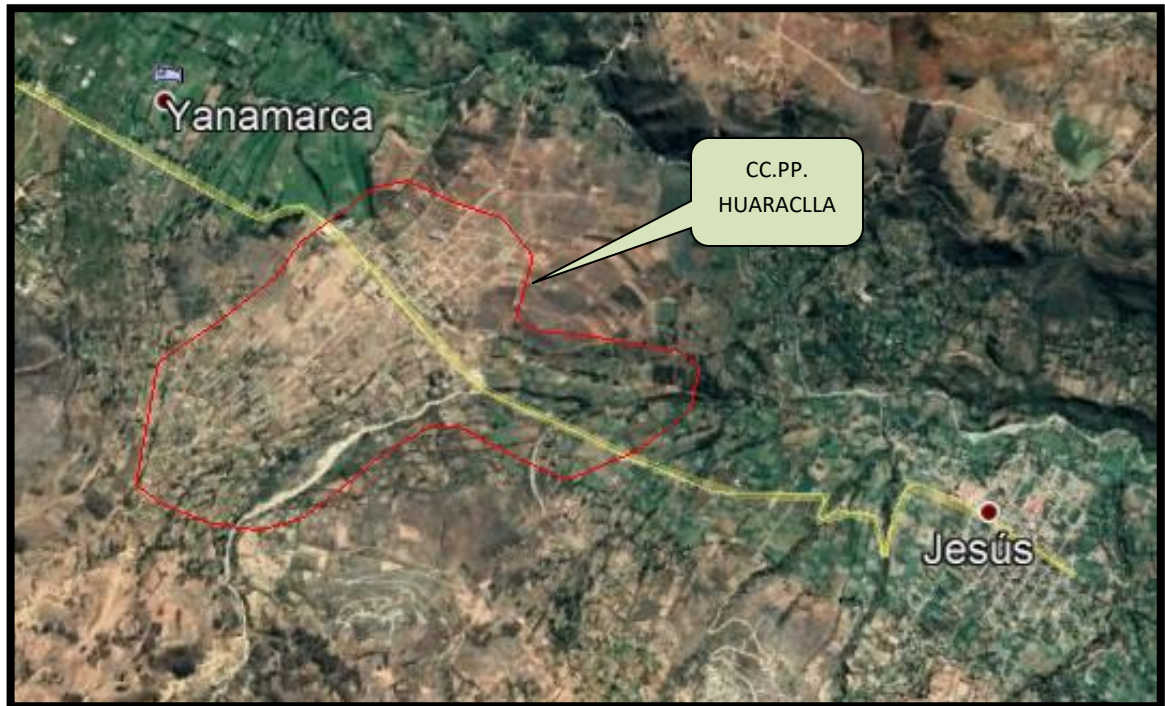


Figura 2: C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca

Fuente: Google Earth Datum WGS 84

#### 4.2. Diseño de la investigación

**Diseño:** El diseño de investigación es no experimental, de corte transversal y de asociación correlacional.

**Tipo de Investigación:** Es aplicada, porque se utilizó una metodología para determinar el riesgo.

**Nivel de la investigación:** Es descriptiva - correlacional, porque se van a describir los componentes del sistema de agua potable y saneamiento en relación al medio geográfico donde están construidos y es correlacional, porque se relacionan las variables peligro,

vulnerabilidad, estrategia de gestión; con el grado de riesgo de desastre en el sistema de agua potable y saneamiento básico.

El diseño de investigación a ser aplicado está resumido en la siguiente representación simbólica.

$$R = f(P * V)$$

Donde:

P = Peligro

V = Vulnerabilidad

R = Grado de riesgo

#### 4.3. Métodos de investigación

El método de investigación es hipotético-deductivo, porque se parte de una hipótesis la cual debe ser contrastada con la realidad, bajo el criterio de ordinalidad (bajo, medio, alto) como forma de medición.

#### 4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

- ✚ **Población:** Está conformada por el sistema de agua potable y saneamiento del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús.
- ✚ **Muestra:** Está conformada por el sistema de agua potable y saneamiento del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús.
- ✚ **Unidad de Análisis:** Nuestra unidad de análisis es el sistema de agua potable del C: P. Huaraclla.
- ✚ **Unidades de Observación:** Los componentes del sistema como captación, línea de conducción, almacenamiento, línea de distribución, conexiones domiciliarias, PTAR, Jass, población.



#### **4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

- ✓ Observación (Fichas de Observación): Utilizadas para recojo de información en campo.
- ✓ Entrevistas (Cuestionario): A miembros de la Jass para saber cómo es la gestión del servicio.
- ✓ Matrices: La técnica utilizada es la de análisis de matrices que vincula variables y establece ponderaciones en la relación. En este sentido se elabora la Matriz de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgo.

#### **4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

A la información obtenida en campo, mediante el uso de fichas de observación, se realizó un tratamiento cualitativo de las variables haciendo uso de Matrices y escalas para determinar el riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.

#### **4.7. Metodología para la evaluación cualitativa de los riesgos**

Primero se identificaron los riesgos del sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla para luego gestionarlos y mitigarlos. En tal sentido la probabilidad de ocurrencia del riesgo se determinó en función del nivel de peligro y vulnerabilidad, mediante un análisis cualitativo, utilizando para ello una matriz de peligro y vulnerabilidad. Una vez identificados esos riesgos se analizaron más a fondo. Para ello se hizo uso de bases de datos, proyectos similares y juicio de expertos.

No siempre es necesario realizar un estudio cuantitativo del riesgo, muchas veces es suficiente con un análisis cualitativo para tomar decisiones y planteamientos para mitigar el riesgo.

Tabla 6. MATRIZ DE PELIGRO Y VULNERABILIDAD

<b>Peligro extremo</b>	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo extremo	Riesgo extremo
<b>Peligro alto</b>	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo extremo
<b>Peligro medio</b>	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
<b>Peligro bajo</b>	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
	<b>Vulnerabilidad baja</b>	<b>Vulnerabilidad media</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	<b>Vulnerabilidad extrema</b>

Riesgo Bajo	: (< de 25%)
Riesgo Medio	: (26% al 50%)
Riesgo Alto	: (51% al 75%)
Riesgo Extremo	: (76% al 100%)

La tabla 6, es una matriz de doble entrada. En la columna primera columna de la izquierda se describe los cuatro niveles de peligro y en la última fila, de arriba hacia abajo, se indican los cuatro niveles de vulnerabilidad. El nivel de riesgo se obtiene interceptando la primera columna izquierda (contada de izquierda a derecha) con la última fila (contada de arriba hacia abajo). Cuando se obtiene un porcentaje menor al 25% se considera un riesgo bajo, cuando se obtiene un porcentaje desde el 26% al 50% se considera un riesgo medio, cuando se obtiene un porcentaje desde el 51% al 75% se considera un riesgo alto y cuando se obtiene un porcentaje desde el 76% al 100% se considera un riesgo extremo.

#### 4.8. Equipos, materiales e insumos

##### Equipos:

- Computadora personal
- GPS.
- Comparador de cloro

**Materiales:**

- Fichas de Observación
- Encuestas

#### 4.9. Matriz de consistencia metodológica

**INCIDENCIA DEL PELIGRO Y LA VULNERABILIDAD, EN LA DETERMINACION DEL RIESGO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
CASO: SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL C. P. HUARAELLA, DISTRITO DE JESUS, CAJAMARCA 2018.**

Formulación del Problema	Objetivo Principal	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	indicadores	Recolección de datos	Metodología	Población y muestra
<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cuál es la incidencia del peligro y la vulnerabilidad en la determinación del riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C. P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Determinar el nivel de incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.	<b>HIPOTESIS GENERAL</b> El nivel de incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación de riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018. Es directa y alta.	<b>VAR. X1</b> ✓ Peligro <b>VAR. X2</b> ✓ Vulnerabilidad	<b>Dx1:</b> Física <b>Dx2:</b> Operativa <b>Dx3:</b> Político-Institucional <b>Dx4:</b> Sociocultural-organizativo <b>Dx5:</b> Económica <b>Dx6:</b> Ambiental e higiene <b>Dx7:</b> Capacidad de adaptación	* Nivel de peligro ○ Baja ○ Media ○ Alta  * Grado de Vulnerabilidad: ○ Baja ○ Media ○ Alta	✓ Fichas de registro ✓ Encuestas ✓ Visitas de campo	El método utilizado es el método cualitativo.	✓ La población está conformada por el sistema de agua potable y alcantarillado del c. p. Huaraclla del distrito de Jesús.  ✓ La muestra está conformada por el sistema de agua potable y alcantarillado del c. p. Huaraclla del distrito de Jesús.

Formulación del problema	Objetivo Principal	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	indicadores	Recolección de datos	Metodología	Población y muestra
<b>PROBLEMAS AUXILIARES</b>	<b>OBJETIVOS SECUNDARIOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>						
✓ ¿Cuál es el nivel de peligro que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?	• Determinar el nivel de peligro del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.	Existe un alto peligro en el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018						
✓ ¿Qué grado de vulnerabilidad presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?	• Determinar el grado de vulnerabilidad del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.	Existe un alto nivel de vulnerabilidad en el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018	<b>VAR. Y</b>	<b>Dy1:</b> Gestión del riesgo	* Nivel de riesgo ○ Baja ○ Media ○ Alta	✓ Fichas de registro ✓ Encuestas ✓ Visitas de campo	El método utilizado es el método cualitativo.	
✓ ¿Cuál es el nivel de riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?	• Diagnosticar el riesgo que presenta el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.	El nivel de riesgo que presenta el sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018, es alto	Riesgo					

Formulación del Problema	Objetivo Principal	Hipótesis General	Recolección de Datos
<p>✓ ¿Cuál es la relación entre el peligro y la vulnerabilidad, en el nivel de riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C. P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la relación entre el peligro y la vulnerabilidad, en el nivel de riesgo del Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.</li> <li>• Elaborar una propuesta de solución para disminuir el riesgo de desastre que presenta el sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018.</li> </ul>	<p>El nivel de relación entre el peligro y la vulnerabilidad en la determinación del riesgo del sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018, es directa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fichas de registro</li> <li>✓ Encuestas</li> <li>✓ Visitas de campo</li> </ul>

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Presentación de resultados

La ONG CARE, viene trabajando en proyectos de agua y saneamiento rural hace varios años y han desarrollado mucho este tema, realizando talleres de capacitación en varias regiones del Perú. Este trabajo ha conllevado al desarrollo de bibliografía sobre una metodología que se puede tener en cuenta al momento de realizar un estudio de gestión de riesgos de desastres. Esta propuesta contiene fichas de observación in situ, acerca de los componentes del sistema y también incluyen preguntas a los operadores del servicio, a las autoridades de las instituciones educativas, postas de salud, municipalidad, etc.

Una vez recogida la información el procesamiento se realizó de forma cualitativa bajo el modelo conceptual de la determinación del riesgo como función del peligro (Intensidad/severidad, frecuencia/duración y localización/cobertura) por la vulnerabilidad (Exposición, fragilidad, resiliencia). Para ello se utilizó escalas y matrices. Como ya se mencionó en esta metodología la valoración del riesgo se determinó como función del peligro por la vulnerabilidad (método analítico) y método descriptivo (utiliza una matriz de doble entrada) denominada “matriz de peligros y vulnerabilidades” para ello se determinó previamente los peligros y vulnerabilidades del sistema de agua potable y con la matriz se determinó el nivel de riesgo del sistema que puede ser alto, medio, bajo o extremo.

El estudio concluye con una propuesta de mitigación de riesgos en los componentes del sistema, a las juntas administradores de servicios de saneamiento (JASS) para la gestión del servicio, a los municipios en el área técnica de saneamiento que son los que deben garantizar el consumo de agua segura, las postas medicas quienes realizan el seguimiento

y control de parámetros de calidad. Presentamos las fichas que sirvieron para el recojo de información en campo y la metodología que se utilizó.

### **VALORACION DEL RIESGO**

Una vez identificados los peligros (P) a los que está expuesto el proyecto y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procedió a una evaluación conjunta para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, antrópico u otro. Existen diversos criterios o métodos para la estimación del riesgo, por un lado, el analítico o matemático, y por otro, el descriptivo. El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o uso de la ecuación siguiente:

$$R = f(P * V)$$

Donde:

P = Peligro

V = Vulnerabilidad

R = Grado de riesgo

El criterio descriptivo se basa en el uso de una matriz de doble entrada: “Matriz de Peligros y Vulnerabilidades” (tabla 6), para tal efecto, se requirió que previamente se determinen los niveles de probabilidad de ocurrencia del peligro identificado y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente. Con ambos resultados se interrelacionó, por un lado (vertical), el valor y nivel estimado del peligro, y por otro (horizontal) el nivel de vulnerabilidad promedio determinado. En la intersección de ambos valores se pudo estimar el nivel de riesgo esperado.



## IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN LA MICROCUENCA DEL PROYECTO

Para evaluar las amenazas generales en la zona del proyecto se procedió de la siguiente manera: Primero se ha marcado con un aspa los principales peligros identificados en la zona del proyecto como: geofísicos, geológicos, hidrometeorológicos, antrópicos y otras amenazas como delincuencia y vandalismo (anexo 1). Posteriormente de la columna intensidad/severidad se realizó el conteo y se llenó la siguiente tabla:

Tabla 7. Conteo de valores frente a amenazas generales

	<b>Valores</b>	<b>Conteo</b>
Amenazas generales en la zona del proyecto	Alto	2
	Medio	6
	Bajo	10

Tabla 8. Rangos de calificación de acuerdo a amenazas generales

<b>Calificación</b>	<b>Rango AG</b>
Peligro muy alto	Alto = 3, Medio > 3
Peligro alto	Alto = 2, Medio $\geq$ 3
Peligro medio	Alto = 1, Medio = 2
Peligro bajo	Alto = 0, Medio = 1

Seguidamente se procedió a la calificación, utilizando para ello la tabla 8, determinándose que en la microcuenca del proyecto existe un Peligro Alto, porque se observa en la tabla 7 que existen 2 valores de intensidad alta, 6 valores de intensidad media y 10 valores de intensidad baja (datos obtenidos del anexo 1), debido a que existe peligro de deslizamientos cuando hay un incremento considerable de lluvias. También existe una probabilidad alta de ocurrencia de lluvias torrenciales. En virtud de lo señalado, se ha determinado que existe un peligro alto en la zona de la microcuenca del proyecto.

## IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DIRECTAMENTE EXPUESTOS A PELIGROS EN LA ZONA DEL PROYECTO

Se ha identificado los componentes del sistema de agua y alcantarillado que están expuestos directamente a peligros, siendo los componentes del sistema de agua potable: Captaciones, Planta de tratamiento de agua potable (PTAP), Línea de conducción, Reservoirio, redes de distribución y conexiones domiciliarias. Luego se procedió a marcar con un aspa los componentes del sistema de agua y eliminación de excretas (alcantarillado sanitario) que están expuestos a zonas inundables, nivel freático alto, zonas de contaminación, zonas de erosión, zona de huaycos, zonas de derrumbes, zona de laderas, zona de friaje extremo y zona de incendios (anexo 2). Posteriormente se procedió a llenar las siguientes tablas:

Tabla 9. Calificación de acuerdo a los componentes del sistema

COMPONENTE	CALIFICACION
<b>a) Sistema de Agua</b>	
Captaciones	0
Planta de Tratamiento de agua	0
Línea de conducción	1
Reservorios de agua	1
Red de distribución y conexiones	0
<b>b) Sistema de excretas</b>	
Red colectora de desagüe	0
Planta de tratamiento agua residual	0
Módulos domiciliarios (UBS, SSHH)	0

Tabla 10. Conteo de rangos de acuerdo a ocurrencias de peligros

Ocurrencia de peligros en la zona	Rango (si)
	02

Tabla 11. Rango de calificación de acuerdo a ocurrencia de peligros

Ocurrencia de peligros/amenazas en la zona sobre los componentes	Rango (si)
Peligro extremo	Mayor a 2
Peligro alto	2
Peligro medio	1
Peligro bajo	0

Una vez identificados los peligros a que están expuestos los componentes del sistema y haber realizado la calificación, se encontró el rango de sis (número de componentes que conforman el sistema de agua potable que tienen una alta exposición a peligros), que resultó ser 2, luego se determinó el nivel de peligros particulares, utilizando la tabla 11, el cual resultó ser Alto. En lo que respecta a peligros particulares para el sistema de agua: se ha determinado que el pase aéreo, que forma parte de la línea de conducción, se ha construido en una zona propensa a derrumbes y/o deslizamientos, por lo que se deben adoptar medidas de mitigación como las indicadas más adelante. Con respecto al reservorio de agua podemos indicar que está ubicado en una zona de ladera con taludes inestables propensa a derrumbes. Por ello la calificación para este componente es que existe un peligro alto.

Anteriormente se determinó el peligro que existe en la microcuenca, encontrándose que existe un peligro Alto.

Finalmente, con la evaluación de peligros en la microcuenca y la evaluación de peligros particulares, entramos en la siguiente tabla:

Tabla 12. Matriz de calificación de acuerdo a peligros generales y particulares

		<b>Particulares</b>			
		<b>Extremo</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>Generales</b>	<b>Extremo</b>	Extremo	Extremo	Alto	Alto
	<b>Alto</b>	Extremo	Alto	Medio	Medio
	<b>Medio</b>	Alto	Medio	Medio	Bajo
	<b>Bajo</b>	Alto	Medio	Bajo	Bajo

Finalmente, se procedió a determinar el nivel de riesgo del sistema, encontrándose que en la zona de estudio existe un Peligro Alto. Esta calificación es debido a la ubicación del pase aéreo, el cual se ha construido en una zona inestable, propensa a deslizamientos; lo mismo sucede con la ubicación del reservorio, el cual se ha construido en una zona de taludes inestables.

#### **VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN FÍSICA Y FRAGILIDAD EXISTENTES EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

Luego de haber identificado los componentes del sistema de agua y alcantarillado que están ubicados en zonas inestables (anexo 3); se ha procedido a determinar la vulnerabilidad por exposición física, para ello se marcó con un aspa las partes que componen el sistema (estos pueden ser captaciones, línea de conducción, cámaras rompe presión, reservorios, redes de distribución, etc.). En el sistema de alcantarillado se marcó con un aspa los componentes de dicha red (estos pueden ser redes colectoras, buzones, planta de tratamiento de aguas residuales, etc.). Posteriormente las columnas de los criterios 1, 2 y 3, se calificaron con (0, 1, 2) de acuerdo al valor de ubicación, valor de calidad y daño probable según fue el caso. Para hallar cada criterio se dividió la suma entre  $24(n^{\circ} \text{ componentes} * 2)$ , luego se halló el promedio

de los tres criterios, para determinar la vulnerabilidad Física total. El promedio obtenido fue de 0,28, así:

**Criterio1 (C1):** Valor de Ubicación:  $1+1+2+1+1+1 = 7$

$$\text{Luego: } \frac{7}{24} = 0,30$$

**Criterio2 (C2):** Valor de calidad:  $1+1+1+1= 4$

$$\text{Luego: } \frac{4}{24} = 0,17$$

**Criterio3 (C3):** Daño probable:  $2+1+1+1+1+1+2 = 9$

$$\text{Luego: } \frac{9}{24} = 0,38$$

Promedio de criterios: Factor global físico  $(C1+C2+C3) / 3 = 0,28$

Tabla 13. Rangos de calificación de peligros

Calificación	Rango
Vulnerabilidad muy alta	Entre 0,75 y 1,00
Vulnerabilidad alta	Entre 0,50 y < 0,75
Vulnerabilidad media	Entre 0,25 y < 0,50
Vulnerabilidad baja	Entre 0 y < 0,25

Seguidamente se procedió a ubicar el valor de 0,28 en la tabla 13, obteniéndose una calificación de vulnerabilidad media, ya que se encuentra en el rango de 0,25 y 0,50. Para el sistema de agua potable se ha determinado que en la línea de conducción existe un pase aéreo ubicado en una zona propensa a deslizamientos. La captación “El Tayo” está colapsado, ya que en ella no se visualiza cerco perimétrico, cámara seca, cámara húmeda, no pudiendo realizar actividades de operación y mantenimiento. Las UBS son de hoyo seco ventilado y son utilizadas por aquellas familias que no pueden acceder al sistema de alcantarillado. Se ha observado el

uso inadecuado de las mismas, hay presencia de moscas y varias de ellas ya han colapsado. Por ello la calificación para este componente es que existe una vulnerabilidad media.

### **VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD OPERATIVA EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

Para determinar la vulnerabilidad por fragilidad operativa se ha utilizado el anexo 4. Para ello se procedió a la calificación de los factores operativos según los criterios de valores a los que se les ha asignado valores numéricos de 0, 1 y 2 según corresponde. Finalmente para hallar la vulnerabilidad por fragilidad operativa se utiliza la tabla 13.

En ese sentido se procede a determinar el Promedio del factor operativo: Sumatoria de calificación / 24 =  $\frac{15}{24} = 0,63$ . Seguidamente se ubicó el valor de 0,63 en la tabla 13, obteniéndose una calificación de Vulnerabilidad Alta, lo que la ubica en el rango de 0,50 y 0,75. Esta calificación es debido a que se ha determinado que la Jass está reconocida por la municipalidad y cuenta con un operador gasfitero para la operación y mantenimiento de manera parcial. El nivel de morosidad en el pago de servicios básicos es mayor al 40%, lo que dificulta la operación y mantenimiento del sistema. La continuidad en el servicio de abastecimiento de agua está entre 4 y 15 horas al día. La calidad del agua que consume la población es de mala calidad porque hay presencia de coliformes totales (bacterias, microbios) porque no realizan la desinfección del agua. La comunidad no cuenta con un plan de mantenimiento de su sistema de agua. Y entre el 10% y el 40% de viviendas presentan instalaciones con desperfectos. Por lo anteriormente expuesto presenta una vulnerabilidad alta.

### **VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD POLITICO E INSTITUCIONAL EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

Para determinar la vulnerabilidad por fragilidad institucional se utilizó el anexo 5. En esa tabla se evaluó la vulnerabilidad por Fragilidad Política e Institucional. Para calificar los factores Político-Institucionales se utilizó criterios de valoración, a los que se les ha asignado valores

numéricos de 0, 1 y 2. En la columna calificación según criterios, se colocó los valores de 0, 1, 2 según corresponde, luego se determinó el promedio de factor político, se halló la sumatoria total y se dividió entre el máximo puntaje que se puede obtener, en este caso es 20.

Se procedió a determinar el Promedio del factor Político institucional: Sumatoria de calificación / 20 =  $\frac{13}{20} = 0,65$

Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la tabla 13, según los rangos establecidos, obteniendo una Vulnerabilidad Política Institucional Alta, lo que la ubica en el rango de 0,50 y 0,75. Se ha determinado que la municipalidad a la que pertenece la localidad cuenta con un área técnica especializada en agua y saneamiento pero que no da soporte y/o capacitación a la Jass. Por otro lado el sector salud realiza la vigilancia a la calidad del agua para consumo humano en forma esporádica.

Un aspecto positivo en la población es que las instituciones educativas existentes implementan acciones a favor del saneamiento ambiental básico con los estudiantes de manera periódica. También existen comités de defensa civil conformados pero que no funcionan. Anteriormente las inversiones en agua y saneamiento no consideraban medidas de reducción de riesgos de desastres, en la actualidad existe una normativa que regula su incorporación como parte de la formulación y ejecución.

Hay que señalar también que no se consideran recursos financieros para obras de mitigación/prevención del sistema de agua potable, señal de que las autoridades locales tienen una actitud reactiva más que prospectiva ante la ocurrencia de un desastre, ya que no conocen las normas y regulaciones en gestión de riesgo para sus proyectos de agua y saneamiento básico. Por lo anteriormente expuesto existe una vulnerabilidad alta.

## **VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD SOCIO CULTURAL ORGANIZATIVO EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

Para determinar la vulnerabilidad por fragilidad organizacional se utilizó el anexo 6. En esa tabla se evaluó la vulnerabilidad por fragilidad Socio Cultural Organizativo. Para ello se calificó los factores Sociocultural- Organizativo según criterios de valoración a los que se les ha asignado valores de 0, 1, 2 según corresponda, luego se determinó el promedio de factor sociocultural, se halló la sumatoria total y se dividió entre el máximo puntaje que se puede obtener, en este caso es 24. Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la tabla 13.

Se procedió a determinar el Promedio del factor socio cultural organizativo: Sumatoria de

$$\text{calificación} / 24 = \frac{14}{24} = 0,58$$

Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la tabla 13, según los rangos establecidos, obteniendo una Vulnerabilidad sociocultural organizativa Alta, lo que la ubica en el rango de 0,50 y 0,75. Se ha determinado que existen más de tres mujeres conformando la Jass. Existe menos del 50% de participación de familias conformando los comités de agua. Algo que se había señalado anteriormente es que los usuarios pagan una cuota por la provisión de servicios básicos de manera eventual.

Otro aspecto importante es que la población no conoce las principales amenazas a las que está expuesto su sistema de saneamiento ambiental, por lo que no sabrían cómo actuar ante la ocurrencia de un desastre natural.

Actualmente se está ejecutando un proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado de la parte urbana del centro poblado Huaraclla.

Hay que señalar que las instituciones educativas no coordinan ni participan en acciones de preparación y prevención de desastres con las autoridades locales. Tampoco cuentan con un mapa de riesgos donde se señale las amenazas y zonas vulnerables de su sistema de



saneamiento, ni mucho menos los usuarios han recibido capacitación en gestión de riesgos ni están sensibilizados ante la ocurrencia de desastres en su localidad. Ante ello, la calificación para este componente es que existe una vulnerabilidad alta.

### **VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD ECONÓMICA EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

Para determinar la Vulnerabilidad por Fragilidad Económica en el sistema de agua potable y saneamiento se utilizó el anexo 7. Para ello se calificó los factores económicos según criterios de valoración a los que se les ha asignado valores numéricos de 0, 1 y 2, según corresponda, luego se determinó el promedio de factor económico, se halló la sumatoria total y se dividió entre el máximo puntaje que se puede obtener, en este caso es 20. Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la tabla 13.

Se procedió a determinar el Promedio del factor económico: Sumatoria de calificación / 20  
 $= \frac{5}{20} = 0,25$

Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la tabla 13, según los rangos establecidos, obteniendo una Vulnerabilidad Económica Baja, lo que la ubica en el rango de 0,00 y 0,25. El nivel de analfabetismo es menor al 10%, el centro poblado cuenta con una vía de acceso asfaltado, con acceso a la salud y electricidad; sin embargo aún existe la presencia de EDAS (enfermedades diarreicas agudas) en un nivel medio, una desnutrición crónica en niños menores de 5 años menor al 10%.

En la localidad existen dos empresas grandes como Backus y Villandina quienes brindan trabajo esporádico a los pobladores de la zona. Aun así, se mantiene el nivel de desempleo en la localidad entre el 15% y 50%. El ingreso por familia es entre 400 y 850 soles. Por lo expuesto, existe una vulnerabilidad baja.

## **VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD AMBIENTAL - HIGIENE EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

Para determinar la Vulnerabilidad por Fragilidad Ambiental-Higiene se utilizó el anexo 8. Para ello se calificó los factores Ambiental/Higiene de acuerdo a criterios de valoración a los que se les ha asignado valores numéricos de 0, 1 y 2 según corresponda, luego se determinó el promedio de Factor Ambiental, se halló la sumatoria total y se dividió entre el máximo puntaje que se puede obtener, en este caso es 22. Finalmente, la Vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la tabla 13.

Se procedió a determinar el Promedio del factor ambiental / higiene: Sumatoria de calificación / 20 =  $\frac{7}{22} = 0,32$

Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la tabla 13, según los rangos establecidos, obteniendo una Vulnerabilidad Ambiental Media, lo que la ubica en el rango de 0,25 y 0,50. Entre 10% y 50% de hogares hacen uso inadecuado del agua dentro de sus viviendas, esto generalmente ocurre con las familias de la parte alta, quienes utilizan el agua para regar sus parcelas. Existe una población menor al 10% tienen practicas inadecuadas de eliminación de excretas (fecalismo al aire libre). El problema mayor es que más del 50% de familias hacen una inadecuada disposición de residuos sólidos (fuera de micro rellenos y/o rellenos sanitarios). Existe 10% de viviendas en condiciones inadecuadas de higiene. Existen familias que no cuentan con el servicio de agua y saneamiento adecuados por diferentes razones, ya sea porque no tienen para pagar la conexión a la red o porque han sido sancionados por el uso inadecuado del agua.

Las instituciones educativas existentes implementan parcialmente acciones de conservación y cuidado del medio ambiente, si bien es cierto se realizan actividades dentro de la institución, estas no se hacen extensivas a la localidad. Una práctica que es general en toda la población y que se acentúa más en las familias que viven en las partes altas, es que no se practica el lavado de manos en momentos críticos como en la preparación de los alimentos, después de ir al baño

o al consumir los alimentos, lo que provoca enfermedades diarreicas en la población infantil. Ante esta situación es que existe una vulnerabilidad media.

### **VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

Para determinar la Vulnerabilidad por Resiliencia se utilizó el anexo 9. Para ello se calificó los Impactos/Amenazas relacionadas al sistema de agua y saneamiento, el soporte institucional relacionado a la Jass y el fortalecimiento de capacidades que deben tener las Jass. Dicha calificación se realizó en función a criterios de valoración los que han sido asignados con valores numéricos de 0, 1 y 2, según corresponda, luego para determinar el promedio de factor por resiliencia, se halló la sumatoria total y se dividió entre el máximo puntaje que se puede obtener, en este caso es 32.

Se procedió a determinar el Promedio del factor por Resiliencia: Sumatoria de calificación / 32  
 $= \frac{29}{32} = 0,91$

Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la matriz de calificación de la tabla 32, según los rangos establecidos, obteniendo una Vulnerabilidad por Resiliencia Extrema, lo que la ubica en el rango de 0,75 y 1,00. Esta calificación es debido a que los peligros identificados tienen un impacto significativo, los principales componentes del sistema de agua no cuentan con medidas de mitigación, no se cuenta con fuentes de agua alternativas, el sistema de agua se verá considerablemente afectado si se presenta peligros y amenazas, no se consideran recursos financieros para obras de mitigación de desastres, los gobiernos locales no cuentan con medidas de contingencia, las instituciones educativas no implementan acciones en relación a riesgos de desastres, la Jass no tiene capacidad técnica y administrativa, no se cuenta con un mapa de riesgos, la localidad no cuenta con un sistema de alerta temprana, los usuarios no han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres y la Jass no cuenta con medios disponibles para la rehabilitación de su sistema si ocurre un desastre.

## DETERMINACION GENERAL DE LA VULNERABILIDAD

Para determinar la vulnerabilidad total, se utilizó el anexo 10. La tabla resume las vulnerabilidades encontradas en las tablas 26 hasta la 32. En la columna valor evaluado se colocaron los valores obtenidos en las vulnerabilidades anteriores, así como en la columna calificación. En la columna de ponderación se colocó un valor en porcentaje según su importancia. La columna valoración ponderada contiene los valores obtenidos de multiplicar el valor evaluado por la ponderación. Finalmente se determinó la valoración ponderada que resultó de dividir la suma total de la valoración ponderada entre 100 y el valor obtenido se comparó según la matriz de calificación de la tabla 32.

Exposición física :  $0,85 \times 35 = 29,75$

Fragilidad física :  $0,28 \times 15 = 4,20$

Fragilidad operativa :  $0,63 \times 10 = 6,30$

Fragilidad política institucional :  $0,65 \times 2 = 1,30$

Fragilidad socio cultural organizativo :  $0,58 \times 2 = 1,16$

Fragilidad económica :  $0,25 \times 6 = 1,50$

Fragilidad ambiental :  $0,32 \times 10 = 3,20$

Fragilidad por resiliencia :  $0,91 \times 20 = 18,20$

Se procedió a determinar la valoración ponderada:  $\text{Sumatoria de calificación} / 100 = \frac{65,61}{100} = 0,6561$  o su equivalencia 65,61%

Finalmente, la vulnerabilidad se obtuvo de comparar este resultado en la matriz de calificación de la tabla 32, según los rangos establecidos, obteniendo una Vulnerabilidad Total Media, lo que la ubica en el rango de 0,25 y 0,50.

## DETERMINACION DEL RIESGO DEL SISTEMA

Para obtener el resultado final, se ha colocado los factores determinados anteriormente:

<b>FACTORES</b>	<b>PROBABILIDAD OBTENIDA</b>
Peligros o amenazas	PELIGRO ALTO
Vulnerabilidad total	VULNERABILIDAD ALTA

Con los factores y la probabilidad obtenidos se procedió a ingresar en la tabla 6 para obtener la probabilidad de riesgo del sistema de agua y saneamiento. Se ingresó el resultado obtenido para la vulnerabilidad en la fila superior horizontal. Seguidamente se ingresó el resultado obtenido para el peligro en la primera columna de izquierda a derecha de la matriz y en la intersección de ambas se determinó lo siguiente:

### RESULTADO FINAL

Probabilidad de riesgo del sistema de agua y alcantarillado: **RIESGO ALTO**

## 5.2. Discusión de resultados

- Se ha determinado que el sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla es vulnerable a fenómenos naturales y ante ello la Jass como la población no cuentan con planes de mitigación para enfrentarlos con éxito. En ese sentido Cano (2006) concluye que, el sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula, al igual que el sistema de agua del C.P. Huaraclla es muy vulnerable frente a los fenómenos naturales, y no cuenta con planes de mitigación, ni emergencia para contrarrestar los mismos.
- Se determinó que la línea de conducción del sistema de agua potable, específicamente en las zonas donde se ubican el pase aéreo y el reservorio son vulnerables a deslizamientos, al producirse lluvias torrenciales, por encontrarse en suelos de taludes inestables. En ese mismo sentido Cano (2006) en su sistema de agua estudiado concluye que, el fenómeno natural o amenaza que más daño puede provocar a los diferentes componentes del sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula, son los deslizamientos o derrumbes causados por sobrecarga de taludes.
- Se ha identificado la necesidad de contar con medidas de contingencia y una propuesta de mitigación de riesgos que sea implementado conjuntamente con las autoridades locales y la población en general. En la misma línea Durán (2011), ha identificado en su sistema de agua estudiado las necesidades de obras de mitigación en la comunidad Salcedense y se ha desarrollado recomendaciones técnicas en temas de Gestión de Riesgos (GdR) las cuales deben ser ejecutadas por parte de la unidad de Agua Potable y Alcantarillado en beneficio de la continuidad.
- Se ha determinado que a las autoridades locales no les interesa trabajar la gestión de riesgos como parte importante en la implementación de proyectos de inversión

pública, se tiene una reacción reactiva más que prospectiva donde lo que más importa es lo tangible y el fortalecimiento de las capacidades personales queda en un segundo plano. En ese sentido Neuhaus (2013), en su sistema de agua estudiado afirma que, una de las razones principales que explican por qué la gestión del riesgo no se implementa adecuadamente, es porque existe un comportamiento cortoplacista a nivel de las autoridades locales. Trabajar el componente prospectivo no resulta políticamente atractivo, por tratarse de un trabajo invisible que no genera votos. Es necesario por tanto crear mecanismos de estímulo y sanción que incentiven a los políticos a trabajar la gestión prospectiva del riesgo.

- Se ha determinado que una alternativa de mitigación de riesgo para el sistema de agua y alcantarillado del C.P. Huaraclla es la construcción de muros de contención para estabilizar los taludes del pase aéreo y reservorio de almacenamiento. Exebio (2016), propone para su sistema de agua estudiado, realizar obras de protección ante derrumbes o deslizamientos en las inmediaciones de las captaciones y reservorios construidos para alargar su vida útil, así como cercos de protección ya que los reservorios se encuentran en la frontera agrícola.
- Se ha determinado que, entre los usuarios del sistema de agua estudiado, existe una tasa de morosidad alta en el pago de la cuota familiar, lo que dificulta la ejecución de trabajos de mantenimiento de redes de agua potable y no se cuente con un operador de manera continua. En ese sentido Exebio (2016), menciona en su sistema de agua estudiado, que es importante concientizar a la población rural sobre el pago de la cuota familiar para dar sostenibilidad al sistema, programando charlas, enseñándoles la operación del sistema y explicando las consecuencias de la falta de operatividad y mantenimiento y los riesgos en su salud, involucrando estrechamente a la ATM.

### 5.3. Contratación de la hipótesis

Luego de haber aplicado la metodología sustentada en el enfoque de las ciencias aplicadas, en el que el riesgo se determina como función del peligro y la vulnerabilidad. Se ha aplicado técnicas e instrumentos de recopilación de información (fichas de observación, cuestionario, matrices). Se ha realizado un tratamiento cualitativo de las variables, haciendo uso de escalas y matrices de peligro y vulnerabilidad, determinado que el nivel de incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo que presenta el Sistema de agua Potable y Alcantarillado del C.P. Huaraclla, Distrito de Jesús, Cajamarca 2018. Es directa y alta. Directa, porque a mayor peligro y mayor vulnerabilidad mayor riesgo y a menor peligro y menor vulnerabilidad menor riesgo.

Tabla N°14. Valores de Vulnerabilidad y Peligro

<b>VULNERABILIDAD</b>	<b>PELIGRO</b>
0.16	0.51
0.18	0.54
0.20	0.58
0.37	0.61
0.40	0.65
0.41	0.68
0.54	0.71
0.57	0.75

Fuente: Anexo 1, 2 y 10



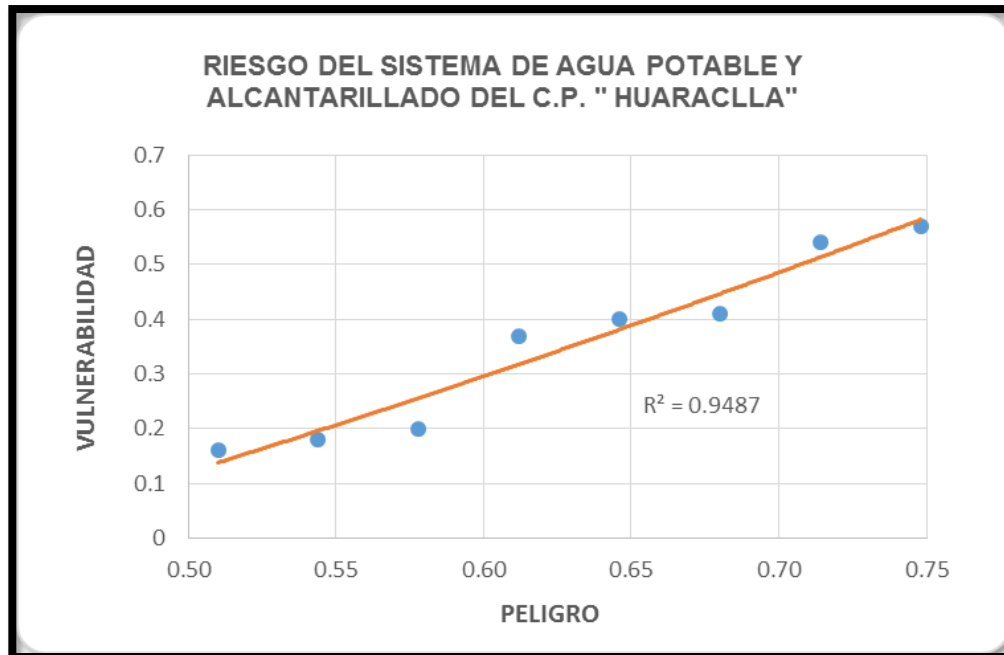


Figura 3: Relación del Peligro y Vulnerabilidad

Para demostrar la hipótesis de la investigación se utilizó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman el que nos arrojó un valor de  $R^2 = 0.9487$ , indicándonos que existe una fuerte asociación positiva entre las variables de estudio; debido a que su tendencia es cercano a 1, por tal motivo se puede afirmar que el nivel de riesgo que presenta el sistema de agua potable y alcantarillado es **Directa y Alta**, ya que a medida que crece una variable también lo hace la otra.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema**

Con el nivel de riesgo determinado en el Sistema de agua potable y alcantarillado del C.P. Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018, se presenta una propuesta de mitigación de riesgos y de esta manera pasar de un riesgo alto a un riesgo medio o bajo.

#### **Acciones del plan de mitigación de riesgos**

- Instalación de un dosificador de cloro por goteo en el reservorio, complementado con el nivel estático con la finalidad de evitar la pérdida de agua clorada.
- Mejoramiento de las captaciones, incluyendo el cambio de válvulas y accesorios.
- Construcción de cercos perimétricos para las captaciones y reservorio, para evitar el ingreso de personas y/o animales que puedan malograr la infraestructura existente.
- Mejoramiento de cámaras rompe presiones, incluyendo el cambio de válvulas y accesorios.
- Mejoramiento de pase aéreo. Incluyendo el cambio de cables y péndolas.
- Construcción de muro de contención para estabilizar taludes del pase aéreo.
- Capacitación a la población en gestión de riesgos de desastres. Campañas de difusión en medios de comunicación masivos.
- Capacitar a las autoridades locales en gestión de riesgos de desastres.
- Capacitar a los miembros de la Jass en educación sanitaria y operación y mantenimiento.

- Capacitar a la población acerca del consumo del agua potable y sus implicancias en la salud.
- Elaborar un mapa de riesgos del sistema de agua, incluyendo la ubicación de zonas vulnerables.
- Realizar la reforestación de la microcuenca con la finalidad de facilitar la retención del agua.
- Contar con un inventario de fuentes de agua.
- Concientizar a la población para que pague su cuota familiar para cubrir los costos de operación y mantenimiento.

## 6.2. Beneficios que aporta la propuesta

Realizar un estudio de gestión de riesgos nos conlleva a plantear medidas de prevención que aseguran la inversión en el proyecto frente a un evento natural adverso. En este sentido es que si realizamos las actividades anteriormente planteadas lograríamos lo siguiente:

- La instalación de un dosificador de cloro en el reservorio es necesario para potabilizar el agua y asegurar que el agua que llega a los domicilios de los usuarios sea de calidad y evitar enfermedades gastrointestinales y dérmicas en los niños y ancianos quienes constituyen la población más vulnerable.
- La capacitación en operación y mantenimiento es un componente muy importante en el proyecto, sin esta actividad el sistema se vería afectado y por ende la continuidad y calidad del agua para consumo. Del mismo modo capacitar a un operador para que realice el mantenimiento de la PTAR y la cloración en el efluente para evitar la contaminación del medio ambiente por emisión de aguas residuales sin tratamiento.
- Capacitar en educación sanitaria es prevenir enfermedades gastrointestinales en la población, las buenas prácticas de higiene dentro del hogar, reciclado de la basura, preparación de alimentos aseguran la salud y bienestar.
- La construcción de muros de contención en ambos extremos del pase aéreo, permitiría estabilizar el talud y evitar que la estructura falle.
- Mejoramiento del pase aéreo mediante la utilización de materiales adecuados de mayor duración, que garanticen la continuidad del servicio que se presta.
- La colocación de cercos perimétricos evita que personas ajenas puedan ingresar y realizar actividades que afecten la calidad del servicio. En las captaciones es importante colocarlas, porque se encuentran alejadas del centro poblado y alrededor se realiza actividades agrícolas y de pastoreo.
- Las cámaras rompe presión evitan que la presión del agua, ejercida en la tubería, la pueda romper, por ello es importante que esté operativa y funcione adecuadamente.

- El mejoramiento de las captaciones incluye la colocación de filtros de diferentes gradaciones, cambio de accesorios, tapas sanitarias, etc., de manera que se evite fugas de agua y disminuya la oferta de agua.
- Para las personas que están ubicadas sobre el reservorio y que no pueden tener acceso al agua clorada, se debe realizar una capacitación adicional acerca de cómo realizar la purificación intradomiliaria del agua, que en algunos casos puede ser usando unas gotas de lejía cada cierto número de litros, alumbre, etc.
- La elaboración de un mapa de riesgos del sistema permitiría conocer cuáles son los componentes del sistema de agua propensos a sufrir algún desastre y que acciones de contingencia se deben asumir para mitigarlo.
- Implementar un programa de capacitaciones a las autoridades locales sobre gestión de riesgos y con ello fortalecer capacidades, asumiendo responsabilidades y tomando acciones frente a la ocurrencia de eventos adversos que pongan en peligro el sistema de agua potable.
- El sembrado de plantas que favorezcan la retención de agua garantiza que la oferta de agua se mantenga a lo largo de todo el año, incluyendo las épocas de estiaje.
- Contar con un inventario de fuentes de agua permite contar con alternativas de solución ante un inminente desabastecimiento de agua de las captaciones que actualmente están en uso.

## CONCLUSIONES

- El estudio de gestión de riesgo de desastres del sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Centro Poblado Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca, determinó que presenta un nivel de Riesgo Alto, es decir se ubica dentro del rango de 0,50 a 0,75. El nivel de Riesgo Alto es debido a la incidencia de un nivel de Peligro Alto y una incidencia de Vulnerabilidad Alta.
- El nivel de Peligro determinado en el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado sanitario, materia de estudio, es Alto, es decir se ubica dentro del rango de 0,50 a 0,75. De los peligros generales en la zona del proyecto, se ha identificado 2 factores de intensidad alta y 6 factores de intensidad media, lo que nos da como resultado un peligro alto según la escala de medición. De los componentes directamente expuestos a peligros particulares, se ha identificado dos (pase aéreo y reservorio), lo que nos da como resultado un peligro Alto, según la escala de medición.
- El grado de Vulnerabilidad determinado en el sistema de agua potable y alcantarillado sanitario es Alto, Esta calificación se ha obtenido de las vulnerabilidades parciales a las cuales se les asignó un valor de acuerdo a su importancia, obteniéndose un valor de 65,61% lo que la ubica dentro del rango de 0,50 a 0,75.
- El nivel de riesgo diagnosticado para el sistema de agua potable y alcantarillado es alto, debido al nivel de peligro por exposición de algunos componentes del sistema de agua; vulnerabilidad alta en la gestión de la Jass y el servicio que presta a la población; vulnerabilidad alta en la gestión institucional sobre gestión de riesgos de desastres y vulnerabilidad por resiliencia muy alta a nivel de la población y autoridades locales, la calificación de estos factores determinan un nivel de riesgo alto, lo que la ubica en el rango de 0,50 a 0,75.
- Se ha determinado que la relación que existe entre el Peligro y la Vulnerabilidad en la determinación del riesgo del sistema de Agua Potable y Alcantarillado sanitario es directo, ya que ambos se ubican en el rango de valores de 0,50 a 0,75; lo que quiere

decir que para cualquier valor ubicado dentro de esos rangos, siempre se obtendrá un punto que pertenece a la recta que relaciona ambas variables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia suiza para la cooperación y desarrollo (COSUDE, 2012). *Herramienta para integrar la reducción del riesgo de desastres en proyectos de agua y saneamiento rural*.
- Agüero, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales. Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento* (1.ª ed.). Perú. Ser.
- Arocha, S. (1997). *Abastecimientos de agua teoría y diseño* (3.ª ed.). Venezuela.: León.
- Atención primaria y saneamiento básico. (APRISABAC, 1993). *Manual de procedimientos técnicos en saneamiento* [versión PDF]. Recuperado de <http://www.minsa.gob.pe/publicaciones/aprisabac/44.pdf>
- Gobierno regional de Puno. (2016). *Plan de Gestión del Riesgo de Desastres 2016-2021 del Gobierno Regional de Puno* [versión PDF]. Recuperado de <http://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2016/11/PLAN-REGIONAL-GRD-PUNO-final.pdf>
- Gestión de riesgo de desastres (GRDD, 2018). *Herramienta para integrar la reducción del riesgo de desastres en proyectos de agua y saneamiento rural*.
- Instituto nacional de defensa civil (INDECI, 2017). *Guía metodológica*.
- Mejía, C y Vera. (2016). *Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina* [versión PDF]. Recuperado de <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/918/Agua%20y%20saneamiento%20en%20la%20nueva%20ruralidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de economía y finanzas (MEF, 2017). *Guía metodológica para formulación de proyectos*.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2014). *Herramienta metodológica para la formulación de programas de gestión del riesgo de desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo* [versión PDF]. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Gesti%C3%B3n%20del%20riesgo/Cartilla%20para%20la%20formulaci%C3%B3n%20de%20programas%20de%20gesti%C3%B3n%20del%20riesgo%20de%20desastres.pdf>



- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2015). *Guía Metodológica para el cumplimiento de la meta 40: Funcionamiento del Área Técnica Municipal para la gestión de los servicios de agua y saneamiento y recolección de información* [versión PDF]. Recuperado de <http://pnsr.vivienda.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2015/03/20.7.15-Gu%C3%ADa-M-40f.pdf>
- Ojeda, R (2017). *Propuesta metodológica para la evaluación del riesgo de los sistemas de agua potable en poblaciones rurales de hasta 5000 habitantes* (Tesis de maestría). Recuperada de: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10595/1/TMJUAIC\\_2017\\_GC\\_C\\_D011.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10595/1/TMJUAIC_2017_GC_C_D011.pdf)
- Programa nacional de saneamiento rural (PNSR, 2015). *Guía metodológica para el cumplimiento de la meta 11.*
- Plan de gestión de riesgos de desastres (PGRD PUNO, 2016). Plan de gestión de riesgos de desastres 2016-2021.
- Reglamento nacional de edificaciones (RNE, 2017). *Acápites de obras sanitarias 030.*
- Salinas, V y Ventura, (2010). *Riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento: caso proyecto mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa* (tesis de maestría). Recuperada de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1306/1/salinas\\_cv.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1306/1/salinas_cv.pdf)
- Sistema nacional de gestión de riesgos de desastres (SINAGERD), *Presidencia del consejo de ministros (PCM), Secretaria de gestión de riesgos de desastres (SGRD), Centro nacional de estimación, prevención y reducción de riesgos de desastres (CENEPRED), Instituto nacional de defensa civil (INDECI).* (2014). *Plan Nacional de gestión de riesgos de desastres (PLANAGERD, 2014-2021).* [versión PDF]. Recuperado de <http://www.cenepred.gob.pe/web/download/PLANAGERD%202014-2021.pdf>
- Vierendel. (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado* (4.ª ed.). Perú.
- Zabala, C y Barrantes. (2007). *Zonas críticas por peligros geológicos e hidrológicos en la región Cajamarca* [versión PDF]. Recuperado de

[http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/204416/06R\\_ZONAS\\_CRITICAS\\_CAJAMARCA.pdf/346b70cc-088a-46c7-8745-85d276d62962](http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/204416/06R_ZONAS_CRITICAS_CAJAMARCA.pdf/346b70cc-088a-46c7-8745-85d276d62962)

## APÉNDICE 1

Tabla 15. Nivel de morosidad en el pago de servicios

NIVEL DE MOROSIDAD EN EL PAGO DE SERVICIOS	
Pagan	1343
No pagan	2015
Total	3358

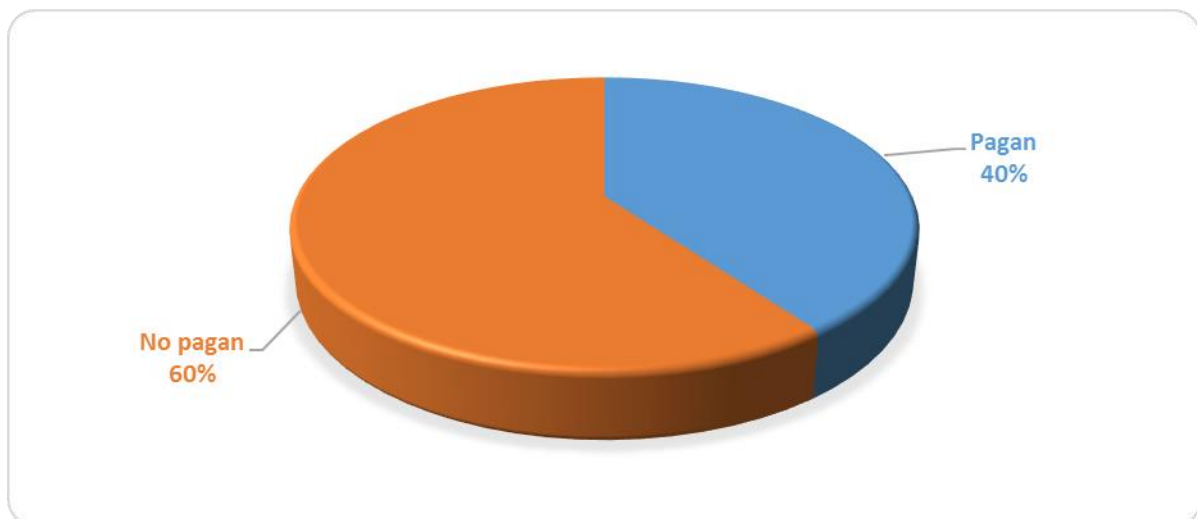


Figura 4: Nivel de morosidad en el pago se servicios.

## APÉNDICE 2

Tabla 16. Cobertura de abastecimiento de los servicios de agua

COBERTURA DE ABASTECIMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA	
Familias con agua	604
Familias sin agua	67
Total	672

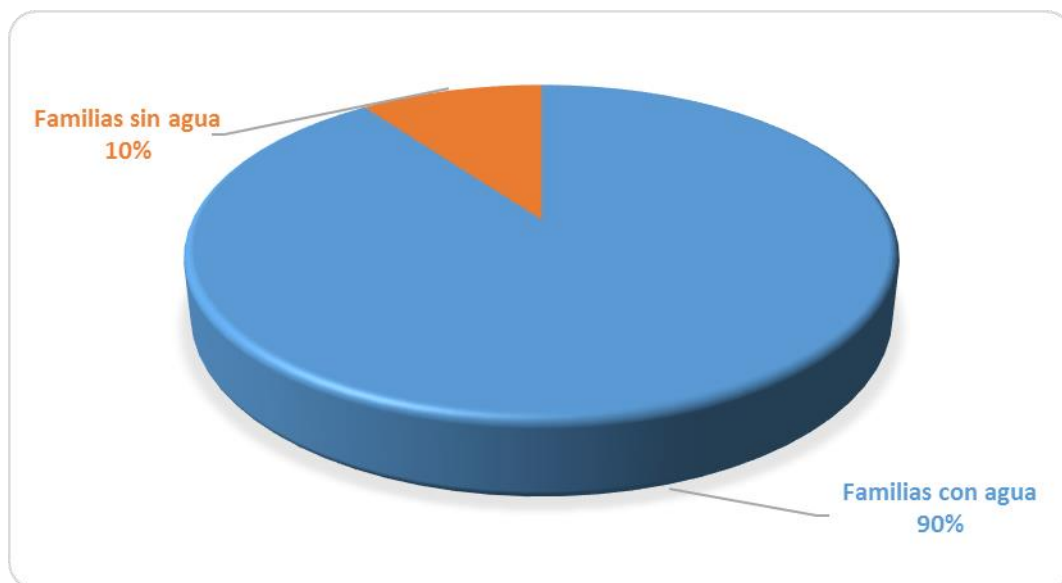


Figura 5: Cobertura de servicio de agua.

## APÉNDICE 3

Tabla 17. Porcentaje de familias que presentan instalaciones domiciliarias con desperfectos

<b>% DE FAMILIAS QUE PRESENTAN INSTALACIONES DOMICILIARIAS CON DESPERFECTOS</b>	
Familias sin desperfectos en sus instalaciones	403
Familias con desperfectos en sus instalaciones	269
Total	672

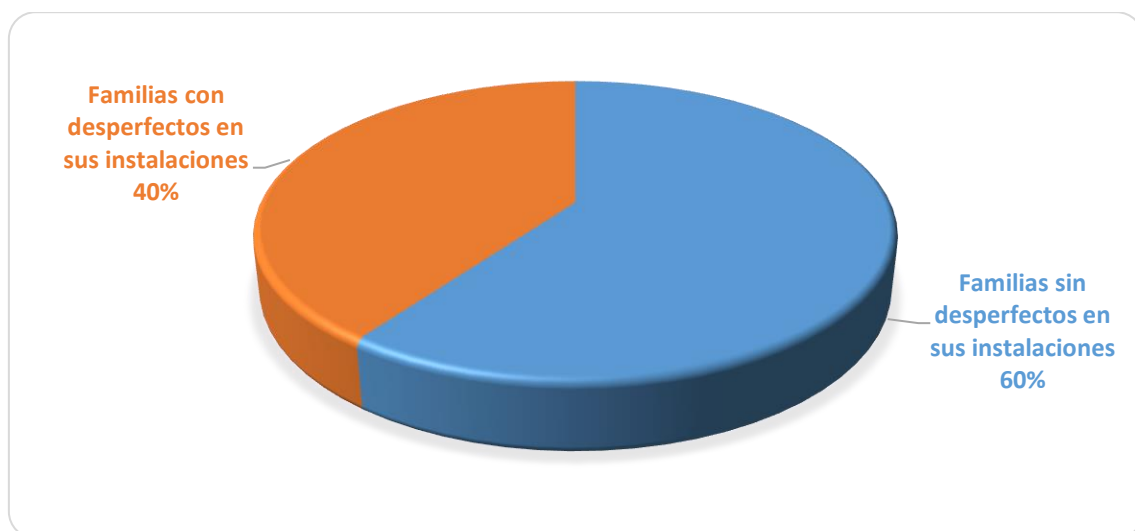


Figura 6: Porcentaje de familias que presentan instalaciones domiciliarias con desperfectos.

## APÉNDICE 4

Tabla 18. Porcentaje de familias que integran la Jass

% DE FAMILIAS QUE INTEGRAN LA JASS	
Familias integrando la Jass	269
Familias no integran la Jass	403
Total	672

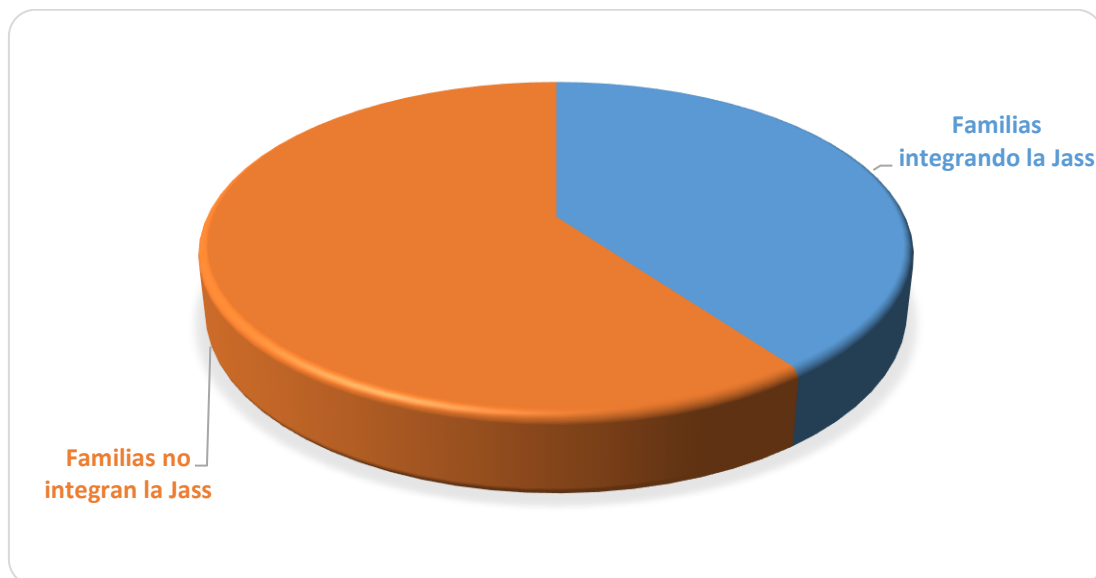


Figura 7: Porcentaje de familias que integran la Jass

## APÉNDICE 5

Tabla 19. Porcentaje de hogares con uso inadecuado dentro del hogar

<b>% DE HOGARES CON USO INADECUADO DENTRO DEL HOGAR</b>	
Hacen uso adecuado del agua	403
Hacen uso inadecuado del agua	269
Total	672

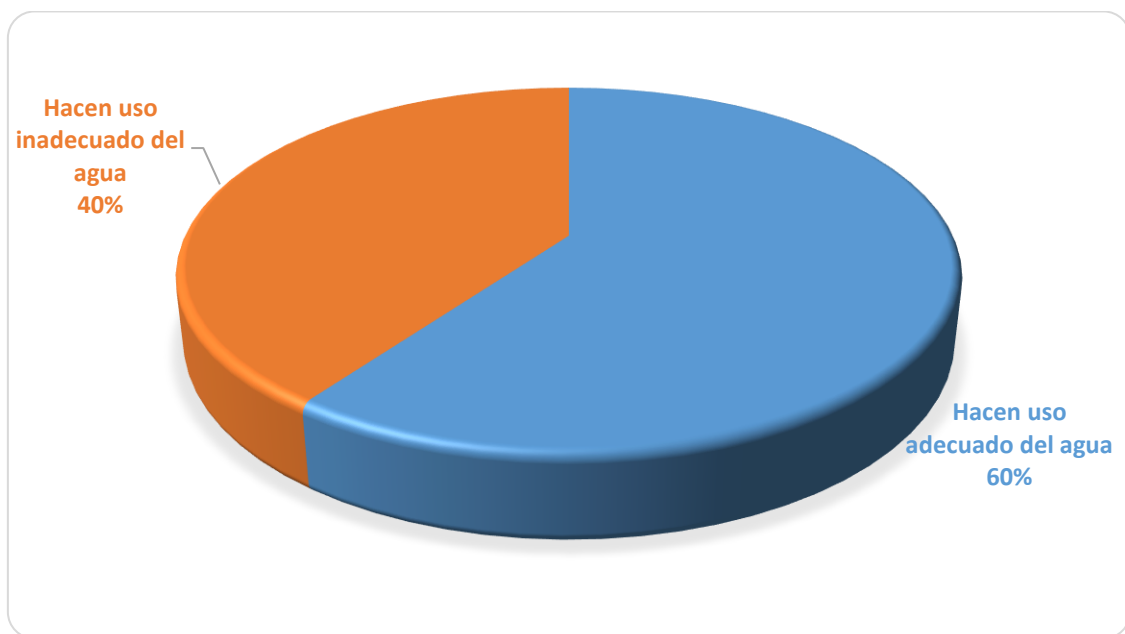


Figura 8: Porcentaje de hogares con uso inadecuado del agua dentro del hogar

## APÉNDICE 6

Tabla 20. Porcentaje de hogares con prácticas inadecuadas de eliminación de excretas

% DE HOGARES CON PRACTICAS INADECUADAS DE ELIMINACION DE EXCRETAS	
Practicas adecuadas	652
Practicas inadecuadas	20
Total	672

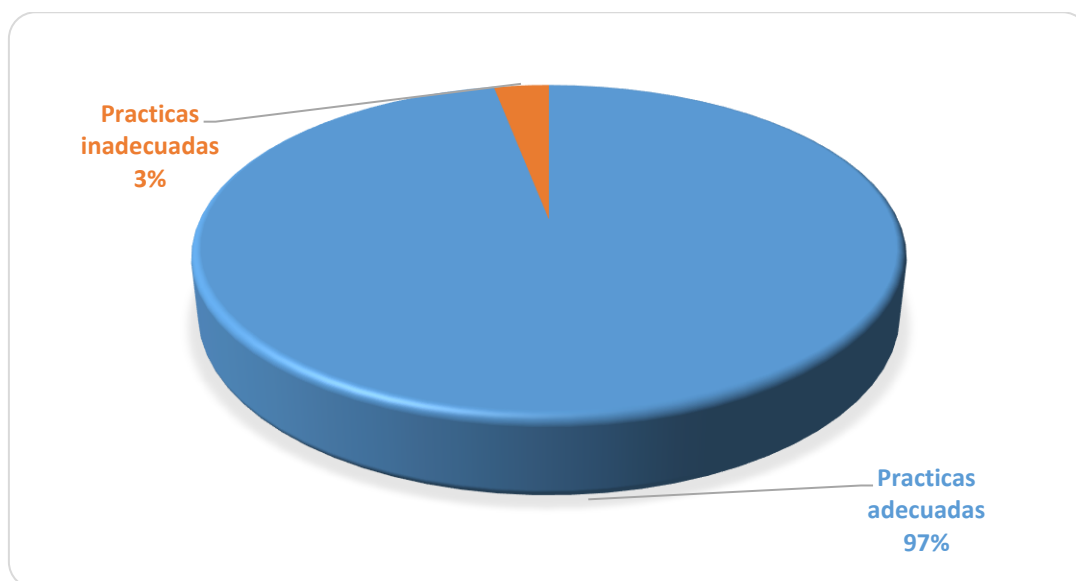


Figura 9: Porcentaje de hogares con prácticas inadecuadas de excretas



## APÉNDICE 7

Tabla 21. Porcentaje de hogares con disposición inadecuada de residuos sólidos

<b>% DE HOGARES CON DISPOSICION INADECUADAS DE RESIDUOS SOLIDOS</b>	
Prácticas adecuadas	269
Prácticas inadecuadas	403
Total	672

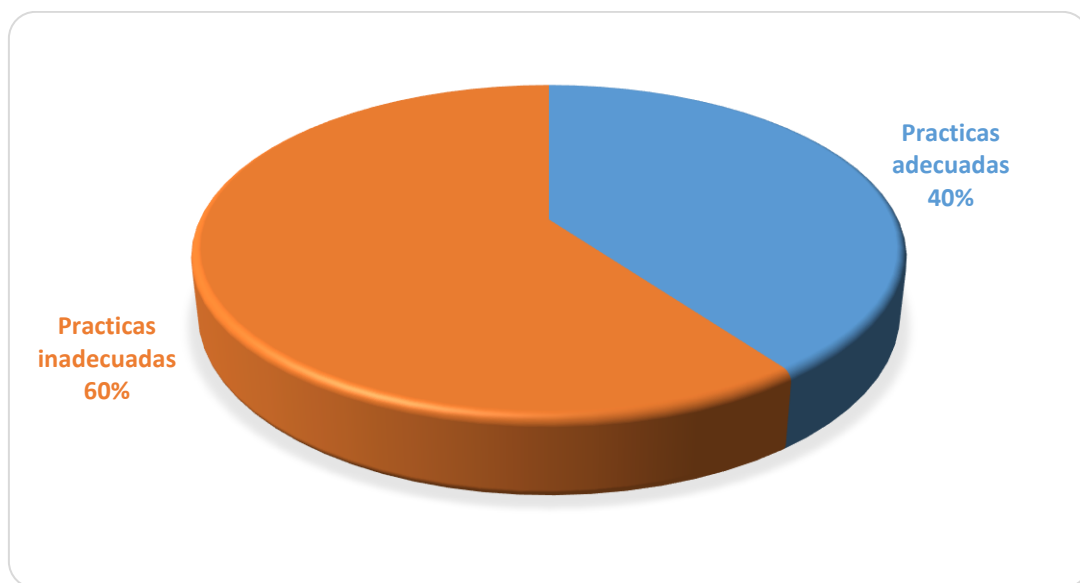


Figura 10: Porcentaje de hogares con disposición inadecuada de residuos sólidos

## APÉNDICE 8

Tabla 22. Porcentaje de viviendas que presentan condiciones inadecuadas de higiene

% DE VIVIENDAS PRESENTAN CONDICIONES INADECUADAS DE HIGIENE	
Practicas adecuadas	645
Practicas inadecuadas	27
Total	672

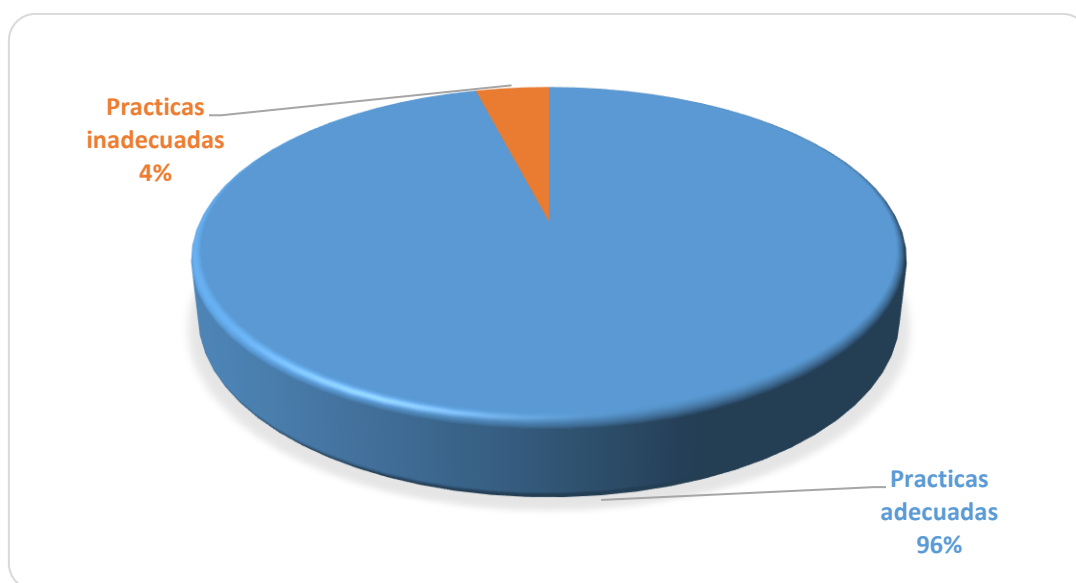


Figura 11: Porcentaje de viviendas que presentan condiciones inadecuadas de higiene

## APÉNDICE 9

Tabla 23. Porcentaje de familias que no cuentan con servicios de agua y saneamiento adecuados.

% DE FAMILIAS QUE NO CUENTAN CON SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO ADECUADOS	
Cuentan con servicios adecuados	652
No cuentan con servicios adecuados	20
Total	672

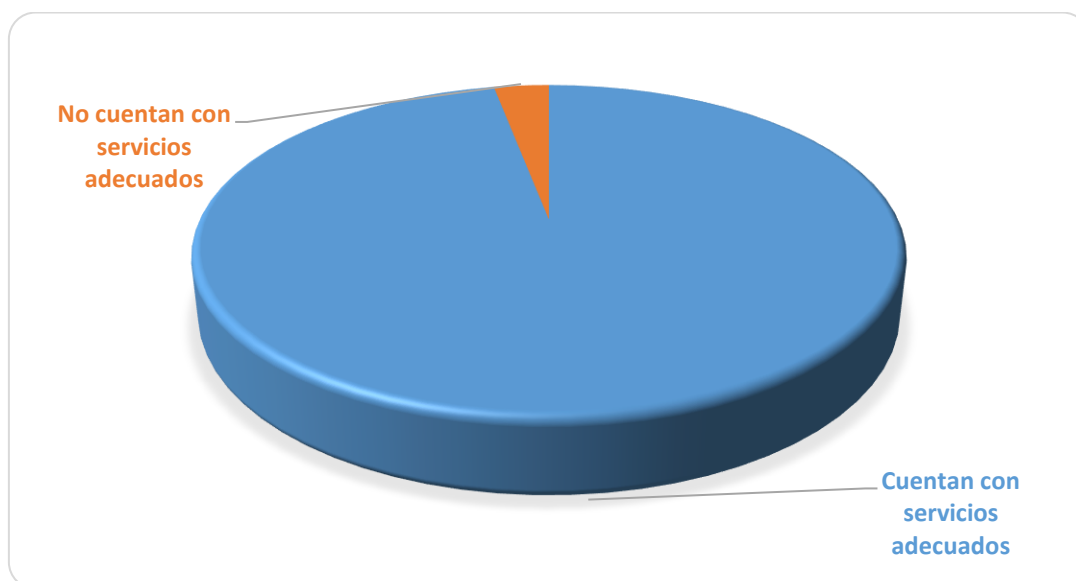


Figura 12: Porcentaje de familias que no cuentan con servicios de agua y saneamiento adecuados.

## ANEXO 1

Tabla 24. Identificación de Peligros en la Microcuenca del Proyecto

Principales peligros Generales identificados en la zona del proyecto	Existen antecedentes de ocurrencia		Existe información de futuros cambios en las características de los peligros			Probabilidad de ocurrencia/duración			Intensidad/severidad		
	Si	No	Si	No	Comentar/describir características de los cambios	Alta (1 a 5 años)	Media (6 a 15 años)	Baja (más de 15 años)	Alta	Media	Baja
<b>A) Geofísicos, geológicos e hidrometeorológicos</b>											
Actividad sísmica (terremotos)		X						X			X
Tsunamis		X						X			X
Actividad volcánica		X						X			X
Tormentas y huracanes		X						X			X
Inundaciones		X						X			X
Deslizamientos, derrumbes o caída de bloques	X					X			X		
Lluvias torrenciales y ventarrones	X				Lluvias intensas en zonas altas	X			X		
Fallas geológicas		X						X			X
Sequías	X				Periodos de sequía prolongados		X			X	
Nevadas / granizadas		X					X			X	
Heladas		X					X			X	
Huaycos / aluviones		X					X			X	
<b>B) Antrópicos</b>											
Contaminación ambiental	X						X			X	
Contaminación por agroquímicos	X							X			X
Deforestación excesiva		X						X			X
Erosión por actividades mineras o en canteras	X				Hay extracción de agregados		X				X
Incendios forestales		X						X			X
<b>C) Otras amenazas</b>											
Delincuencia y vandalismo	X						X			X	

Calificación	Rango AG
Peligro muy alto	Alto = 3, Medio > 3
Peligro alto	Alto = 2, Medio >= 3
Peligro medio	Alto = 1, Medio = 2
Peligro bajo	Alto = 0, Medio = 1

## ANEXO 2

Tabla 25. Identificación de componentes directamente expuestos a peligros en la zona del proyecto

Componentes del proyecto directamente expuestos a peligros particulares (Sistema de agua)	Captaciones		PTAP		L. de conducción		Reservorio de agua		Red de distribución y conexiones			
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Identificación/descripción del componente expuesto	
Peligros particulares para el agua												
Algún componente del proyecto está expuesto a:												
Zona inundable o nivel freático alto		X				X		X			X	
Las fuentes de agua son susceptibles a secarse		X				X		X			X	
Zona de contaminación (residuos/agroquímicos)		X				X		X			X	
Zona erosionada por lluvias y/o escorrentía		X				X		X			X	
Zona de huaycos o aluviones		X				X		X			X	
Zona de derrumbes y deslizamientos		X			X			X		Existe pase aéreo en peligro	Suelo inestable	X
Zona con laderas de suelos inestables		X				X		X				X
Zona expuesta a frío extremo (heladas, nevadas)		X				X		X				X
Zonas donde hay incendios frecuentes		X				X		X				X

Componentes del proyecto directamente expuestos a peligros particulares (Sistema de eliminación de excretas)	Red colectora de desagüe			Planta de tratamiento agua residual			Módulos domiciliarios (UBS, SSHH)		
	Si	No	Identificación/ descripción del componente expuesto	Si	No	Identificación/ descripción del componente expuesto	Si	No	Identificación/ descripción del componente expuesto
Peligros particulares para las excretas									
Algún componente del sistema está expuesto a:									
Zona inundable o nivel freático alto		X			X				
Zona de contaminación (residuos/agroquímicos)		X			X				
Zona erosionada por lluvias y/o escorrentía		X			X				
Zona de huaycos o aluviones		X			X				
Zona de derrumbes y deslizamientos		X			X				
Zona con laderas de suelos inestables		X			X				
Zona expuesta a frío extremo (heladas, nevadas)		X			X				
Zonas donde hay incendios frecuentes		X			X				

## ANEXO 3

Tabla 26. Vulnerabilidad por exposición física y fragilidad existentes en sistemas de agua y saneamiento

Factor físico	Existencia de componentes en el proyecto		Criterio N° 1			Criterio N° 2			Criterio N° 3			Observaciones
	Si	No	Valor de Ubicación			Valor de Calidad			Daño Probable			
			a	b	c	a	b	c	Colapso	Colapso parcial	Sin daño	
Componentes del sistema	Marca con X		2	1	0	2	1	0	2	1	0	
Sistema de Agua Potable			Seleccionar valor			Seleccionar valor			Seleccionar valor			
01 Obras de captación (pozos, captación de manantial, ríos, etc.)	X			1			0			2		Captación de ladera
02 Línea de conducción o impulsión	X			0			0			0		
03 Otras estructuras en línea de conducción (Cámaras rompe presión)	X			1			1			1		CRP 6
04 Pases aéreos en línea de conducción	X			2			0			1		
05 Planta de tratamiento de agua potable		X		0			0			0		
06 Reservorios de almacenamiento	X			1			1			1		
07 Red de distribución	X			0			0			1		
08 Otras estructuras en red de distribución (rompe presiones, pases aéreos)	X			1			1			1		CRP 7
09 Conexiones domiciliarias	X			0			0			0		
Sistema de Alcantarillado / Eliminación de excretas												
10 Red colectora de desagüe	X			0			0			0		
11 Buzones	X			0			0			0		
12 Planta de tratamiento de agua residual	X			1			1			0		
13 Sistemas de saneamiento in situ (letrinas, baños, etc.)	X			0			0			2		Hoyo seco ventilado

Criterio Nº 01	En o muy cerca de zonas propensas a amenazas (Deslizamientos, inundaciones, erosión, sismo, sequías, huaycos).	2
	En o muy cerca de zonas poco propensas a amenazas	1
	En zonas seguras	0

Criterio Nº 02	Se encuentra en una zona donde el suelo es deslizante con alta pendiente y poca vegetación.	2
	Se encuentra en una zona donde el suelo es poco resistente con pendiente media.	1
	Se encuentra en una zona donde el suelo es compacto con una pendiente baja.	0

Criterio Nº 03	Colapso	2
	Colapso parcial	1
	Sin daño	0

Calificación	Rango
Vulnerabilidad muy alta	Entre 0.75 y 1.00
Vulnerabilidad alta	Entre 0.50 y < 0.75
Vulnerabilidad media	Entre 0.25 y < 0.50
Vulnerabilidad baja	Entre 0 y < 0.25

#### ANEXO 4

Tabla 27. Vulnerabilidad por fragilidad operativa en sistemas de agua y saneamiento

FACTORES		CRITERIOS DE VALORES	CALIFICACIÓN SEGÚN CRITERIOS	OBSERVACIONES
FACTOR OPERATIVO				
1	Cuentan con una organización comunal (JASS, comité, otros), encargada de la administración, operación y mantenimiento del sistema	0: Si cuentan 1: está en proceso de conformación 2: no cuentan	0	Jass reconocida por la municipalidad
2	Cuentan con un operador fontanero/gasfitero para la operación y mantenimiento del sistema	0: Si cuentan con un operador remunerado 1: operador de manera parcial 2: sin operador	1	El operador es un miembro del comité de la Jass
3	Nivel de morosidad en el pago de los servicios básicos (Nº de usuarios que no pagan / Nº total de usuarios) * 100	0: menor al 10% 1: entre 10% y 40% 2: mayor al 40%	2	Ver apéndice 1
4	La tarifa o cuota cubre el costo para las acciones de administración, operación y mantenimiento	0: si cubre 1: a veces cubre 2: no cubre	2	
5	Cobertura del abastecimiento de los servicios básicos (Nº de familias usuarias del sistema / Nº familias totales)*100	0: mayor al 90% 1: entre 50% y 90% 2: menor al 50%	0	Ver apéndice 2
6	Continuidad en el servicio de abastecimiento de agua	0: Mayor a 15 horas 1: entre 4 horas y 15 horas 2: menos de 4 horas	1	
7	Calidad del agua producida por el sistema de abastecimiento	0: buena calidad 1: regular calidad 2: mala calidad	2	Presencia de coliformes totales



8	Cuentan con un sistema de cloración para el agua en funcionamiento	0: si cuentan y está operativo 1: si cuentan, pero esta inoperativo 2: no cuentan	2
9	Se clora mensualmente el sistema de agua potable	0: si 1: eventualmente 2: no	2
10	Existen reglamentos, estatutos y planes de AOM aprobados, para la gestión de los servicios básicos	0: si existen y están aprobados 1: están en proceso de elaboración y aprobación 2: no existe	0
11	La comunidad tiene y aplica planes de mantenimiento para los sistemas de agua y saneamiento básico.	0: tiene y aplica 1: tiene, pero no aplica 2: no tiene	2
12	% de familias que presentan instalaciones domiciliarias con desperfectos (Nº de viviendas con desperfectos / Nº de usuarios del sistema)*100	0: menos del 10% de viviendas con desperfectos 1: entre el 10% y 40% de viviendas con desperfectos 2: más del 40% de viviendas con desperfectos.	1

Ver apéndice 3

**ANEXO 5**

Tabla 28. Vulnerabilidad por fragilidad política e institucional en sistemas de agua y saneamiento

FACTORES		CRITERIOS DE VALORACIÓN	CALIFICACIÓN SEGÚN CRITERIOS	OBSERVACIONES
<b>FACTOR POLITICO INSTITUCIONAL</b>			Marcar X	
1	La municipalidad a la que pertenece la localidad, cuenta con un área técnica especializada en agua y saneamiento que da soporte a sus localidades	0: si existe y da soporte 1: si existe, pero no da soporte 2: no existe	1	
2	La JASS o comité de agua está reconocido y formalizado por el gobierno local u otro	0: reconocido y formalizado por el gobierno local u otro. 1: Está en proceso 2: No está reconocido ni formalizado.	0	
3	El sector salud realiza la vigilancia a la calidad del agua para consumo humano en la localidad	0: si de forma permanente 1: en forma esporádica 2: no	1	
4	Las instituciones educativas en la localidad/zona implementan acciones a favor del saneamiento ambiental básico con los estudiantes.	0: si de manera periódica 1: muy esporádicamente 2: no	0	
5	Existen regulaciones, normatividad o dispositivos (regionales, municipales, sectoriales, etc.), sobre reducción de vulnerabilidad en agua y saneamiento.	0: si existen y se aplican 1: si existen, pero no se aplican 2: no existen	2	
6	Existen en la localidad otras organizaciones que brindan apoyo en agua y saneamiento.	0: si y brindan apoyo 1: brindan apoyo parcial 2: no existen	2	Antes recibían apoyo de la ONG Care Perú

7	Existen en el distrito y/o provincia comités de defensa civil conformados y operando permanentemente	0: si están conformados y operando, 1: están conformados, pero no funcionan 2: no	1
8	Las inversiones en agua y saneamiento consideran medidas de reducción del riesgo de desastres.	0: si 1: son suficientes 2: no	2
9	Se consideran recursos financieros para obras de mitigación/prevención de desastres en los sistemas de saneamiento proyectados para la zona.	0: siempre 1: a veces 2: no	2
10	Los directivos en la localidad conocen las normas y regulaciones en gestión de riesgo para sus proyectos de saneamiento ambiental básico.	0: está bien informado 1: conocen muy poco 2: desconocen	2

## ANEXO 6

Tabla 29. Vulnerabilidad por fragilidad socio cultural organizativo en sistemas de agua y saneamiento

FACTORES		CRITERIOS DE VALORACION	CALIFICACION SEGÚN CRITERIOS	OBSERVACION
FACTOR COSIOCULTURAL - ORGANIZATIVO			Marcar valor	
1	Existe una participación comunitaria equitativa (hombres y mujeres) en la JASS y/o comités de agua	0: más de tres mujeres 1: 2 mujeres 2: ninguna mujer	0	
2	% de familias de la localidad que integran la JASS/Comité de agua y saneamiento	0: más del 80% 1: entre el 50% y 80% 2: menos del 50%	2	Ver apéndice 4
3	La organización encargada de la gestión de los servicios de agua para uso poblacional (JASS, otros), está funcionando permanentemente	0: si permanentemente 1: funciona parcialmente 2: no funciona	0	
4	La organización encargada de la gestión de los servicios en agua y saneamiento, cuenta con información contable/administrativa y de organización	0: si cuenta 1: sistema muy insipiente y desorganizado 2: no cuenta	0	
5	Las familias usuarias pagan una cuota por la provisión de los servicios básicos	0: si 1: eventualmente 2: no	1	
6	La población conoce sobre las principales amenazas a las que está expuesto su sistema de saneamiento ambiental.	0: si conoce 1: conoce poco 2: no conoce	2	
7	Número de proyectos gestionados por la localidad en los últimos 3 años.	0: más de dos proyectos 1: un proyecto	1	Existe en ejecución un proyecto para la zona urbana del centro poblado

		2: ningún proyecto	
8	Las instituciones educativas de la localidad coordinan y participan en acciones de preparación y prevención de desastres	0: si coordinan y participan 1: participan parcialmente 2: no coordinan ni participan	2
9	Se cuenta con un mapa de riesgos elaborado por la localidad para identificar amenazas y zonas vulnerables en sus sistemas de saneamiento básico.	0: si 1: en elaboración 2: no	2
10	La localidad cuenta con sistemas de alerta temprana ante desastres	0: si cuentan 1: está en proceso de implementación 2: no cuentan	2
11	Las creencias y tradiciones en la localidad limitan el trabajo en reducción de riesgo de desastres.	0: si limitan 1: limitan parcialmente 2: no limitan	0
12	Los usuarios han recibido capacitación en gestión de riesgo y están sensibilizados ante la ocurrencia de desastres en su localidad.	0: si han recibido y están y están sensibilizados 1: están en proceso 2: no han recibido y no hay interés.	2

## ANEXO 7

Tabla 30. Vulnerabilidad por fragilidad económica en sistemas de agua y saneamiento

Factores		CRITERIOS DE CALIFICACION	CALIFICACION SEGÚN CRITERIOS	OBSERVACIONES
<b>FACTOR ECONOMICO</b>			Marcar valor	
1	Nivel de pobreza en la localidad (nivel de predominancia)	0: no pobre 1: pobre 2: pobre extremo	1	
2	Nivel de analfabetismo en la localidad	0: menos del 10% analfabetos 1: entre el 10% y 30% de analfabetos 2: más del 30%	0	
3	La localidad cuenta con una vía directa de acceso carrozable	0: si cuenta 1: está en construcción 2: no cuenta	0	
4	La atención del servicio de salud es accesible (Establecimiento o puesto de salud)	0: muy accesible 1: poco accesible 2: inaccesible	0	
5	La localidad cuenta con servicio eléctrico	0: si cuenta 1: está en construcción 2: no cuenta	0	
6	Condiciones de salud referidas a enfermedades diarreicas agudas (EDAS) en menores de 5 años	0: bajas (EDAS menores a 80 por mil) 1: medias (EDAS entre 80 a 150 por mil) 2: altas (EDAS > 150 por mil)	1	
7	Desnutrición crónica en niños menores de 5 años	0: menor al 10%	0	

		1: entre 10% y 25% 2: mayor al 25%		
8	Existen actividades económicas complementarias a las principales en la localidad, que generen ingresos temporales	0: si de manera regular 1: esporádicamente 2: no	1	Existen dos empresas Backus y villandina que dan trabajo esporádico.
9	Nivel de desempleo en la localidad	0: menos del 15% están desempleados 1: entre el 15% y 50% están desempleados 2: más del 50% están desempleados	1	
10	Ingreso mensual promedio del jefe de familia	0: alto (igual o mayor al mínimo vital 850 soles) 1: medio (entre 400 y 850 soles) 2: bajo (menos de 400 soles)	1	

Calificación	Rango
Vulnerabilidad extrema	Entre 0.75 y 1.00
Vulnerabilidad alta	Entre 0.50 y 0.75
Vulnerabilidad media	Entre 0.25 y 0.50
Vulnerabilidad baja	Entre 0.00 y 0.25

### ANEXO 8

Tabla 31. Vulnerabilidad por fragilidad ambiental – higiene en sistemas de agua y saneamiento

FACTORES		CRITERIOS DE VALORACION	CALIFICACION SEGÚN CRITERIOS	OBSERVACIONES
FACTOR AMBIENTAL / HIGIENE			Marcar valor	
1	Existen prácticas de quema en la microcuenca donde se ubican las fuentes de agua	0: no 1: rara vez 2: si de manera generalizada	1	Tiene esta práctica las personas que viven en las partes altas del C.P.
2	Existen actividades aguas arriba de las captaciones que pudieran generar contaminación a las fuentes de agua	0: no 1: esporádicamente 2: si de manera permanente	0	
3	Existe disposición de desechos sólidos y líquidos en zonas cercanas a las fuentes de agua (menos de 100 metros)	0: no existe disposición de basura ni líquidos 1: rara vez 2: si de manera generalizada y permanente	0	
4	% de hogares con uso inadecuado del agua dentro de la vivienda	0: menor al 10% de viviendas 1: entre el 10% y 50% de viviendas 2: mayor al 50% de viviendas	1	Ver apéndice 5
5	% de hogares que presenta prácticas inadecuadas de eliminación de excretas (fecalismo al aire libre)	0: menor al 10% de la población 1: entre el 10% y 50% de la población 2: mayor al 50% de la población	0	Habitantes de la parte alta del C.P. Ver apéndice 6
6	% de hogares con disposición inadecuada de residuos sólidos (fuera de micro rellenos y/o rellenos sanitarios)	0: menor al 10% de viviendas 1: entre el 10% y 50% de viviendas 2: mayor al 50% de viviendas	2	Ver apéndice 7

7	% de familias que presentan viviendas en condiciones inadecuadas de higiene	0: menor al 10% de familias 1: entre 10% y 50% de familias 2: mayor al 50% de familias	0	Principalmente las personas que viven en la parte alta. Ver apéndice 8
8	% de familias que no cuentan con servicios domiciliarios en agua y saneamiento adecuados (lavaderos, baños etc)	0: menor al 10% de familias 1: entre 10% y 50% de familias 2: mayor al 50% de familias	0	Ver apéndice 9
9	La institución educativa implementa acciones de conservación y cuidado del medio ambiente	0: si implementa permanentemente 1: implementa parcialmente 2: No implementa	1	
10	Se observa la presencia de charcos y/o agua estancada en las viviendas o en sus inmediaciones	0: menor al 10% de viviendas 1: entre el 10% y 50% de viviendas 2: mayor al 50% de viviendas	0	Habitantes de la parte alta del C.P.
11	% de familias que no practican el lavado de manos en momentos críticos	0: menor al 10% de familias 1: entre 10% y 50% de familias 2: mayor al 50% de familias	2	

## ANEXO 9

Tabla 32. Vulnerabilidad por resiliencia en sistemas de agua y saneamiento

FACTORES		CRITERIOS DE VALORACION	CALIFICACION SEGÚN CRITERIOS	OBSERVACIONES
<b>Impacto de los peligros/amenazas</b>				
1	Los peligros/amenazas particulares identificados, tienen un impacto significativo sobre los componentes del sistema de agua y saneamiento	0: no tienen un impacto significativo 1: tiene un impacto parcial 2: si tienen un impacto significativo	2	Captación, CRP, Pase aéreo en mal estado de conservación. Sistema con más de 20 años de antigüedad.
2	Los principales componentes del sistema cuentan con medidas de mitigación adecuados	0: si cuentan y son adecuados 1: no son del todo adecuados 2: no cuentan y están expuestos	2	Una de las captaciones esta tapada con concreto para evitar mal uso de agua
3	Se tienen identificados sistemas alternativos de abastecimiento de agua y saneamiento ante el colapso/destrucción de los existentes	0:si se tienen identificados 1: parcialmente identificados 2: se desconoce	2	
4	La infraestructura de acceso a los sistemas de agua y saneamiento se verá afectada y/o destruida de presentarse los peligros y amenazas	0:no se verá afectada 1: parcialmente afectada 2: muy afectada	2	
<b>Soporte institucional</b>				
5	Se consideran recursos financieros para obras de mitigación/prevención de desastres y ACC en los sistemas de saneamiento proyectados en la zona	0: siempre 1: a veces 2: no	2	
6	El gobierno local cuenta con Planes de Contingencia y atención de emergencias en caso de desastres	0:si cuenta 1: está en elaboración 2: no cuenta	2	

7	Las instituciones educativas en la localidad/área implementan acciones en relación a la gestión de riesgos de desastres, ACC y cuidado ambiental	0:si de manera periódica 1: muy esporádicamente 2: no	2
<b>Capacidades</b>			
8	Hay adecuada capacidad técnica y administrativa de la JASS / comité, para acciones de AOM y respuesta frente a desastres	0:si hay capacidad técnica y administrativa 1: limitada capacidad 2: no hay capacidad técnica y administrativa	2
9	Se cuenta con un mapa de riesgos local, elaborado para identificar zonas vulnerables en el sistema de agua y saneamiento básico	0: si 1: en elaboración 2: no	2
10	La localidad cuenta con sistemas de alerta temprana ante desastres y medidas de ACC	0:si cuentan 1: está en proceso de implementación 2: no cuentan	2
11	Los usuarios han recibido capacitación en gestión de riesgos, ACC y están sensibilizados ante la ocurrencia de desastres en su localidad	0:si han recibido y están sensibilizados 1: están en proceso 2: no han recibido y no hay interés	2
12	Se cuenta con un almacén de materiales y con herramientas adecuadas para atender alguna emergencia	0:si se cuenta con almacén y herramientas 1:no son suficientes y del todo adecuados 2: no se cuenta	1
13	El acceso a materiales/herramientas y los precios son asequibles en la localidad	0:si hay acceso y son asequibles 1: limitaciones para el acceso y poco asequibles 2: no hay acceso y no son asequibles	0
14	La localidad JASS/comité, cuenta con fondos disponibles para la rehabilitación de su sistema ante cualquier afectación	0:si cuentan con recursos suficientes 1: cuentan con recursos de manera insuficiente 2: no cuentan con recursos	2
15	La población conoce sobre los principales peligros/amenazas a los que está expuesto su sistema de agua y saneamiento básico ambiental	0:si conoce 1: conoce poco 2: no conoce	2
16	La población conoce de tecnologías, estrategias y medidas adecuadas en caso la cantidad y calidad del agua no sean adecuados	0:si conocen 1: están en proceso/con limitaciones 2: desconocen	2

Calificación	Rango
Vulnerabilidad extrema	Entre 0.75 y 1.00
Vulnerabilidad alta	Entre 0.50 y 0.75
Vulnerabilidad media	Entre 0.25 y 0.50
Vulnerabilidad baja	Entre 0.00 y 0.25

## ANEXO 10

Tabla 33. Determinación general de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Factor evaluado	Valor evaluado	Calificación	Ponderación (%)	Valoración ponderada
Exposición física		0.85	Vulnerabilidad alta	35	29.75
Fragilidad	Físico	0.28	Vulnerabilidad media	15	4.20
	Operativo	0.63	Vulnerabilidad alta	10	6.30
	Político institucional	0.65	Vulnerabilidad alta	2	1.30
	Socio cultural organizativo	0.58	Vulnerabilidad alta	2	1.16
	Económico	0.25	Vulnerabilidad baja	6	1.50
	Ambiental - Higiene	0.32	Vulnerabilidad media	10	3.20
Resiliencia		0.91	Vulnerabilidad extrema	20	18.20
Sumatoria		4.47		100%	65.61

Calificación	Rango
Vulnerabilidad extrema	Entre 0.75 y 1.00
Vulnerabilidad alta	Entre 0.50 y 0.75
Vulnerabilidad media	Entre 0.25 y 0.50
Vulnerabilidad baja	Entre 0.00 y 0.25