

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS
PARA PREVENIR DESASTRES NATURALES OCASIONADO
POR HUAYCOS EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA DEL
DIABLO - TACNA 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

**BACH. GUDMAR GABRIEL JARA ONCEBAY
BACH. GLORIA ROSALIA RAMOS CUNURANA**

TACNA - PERÚ

2021

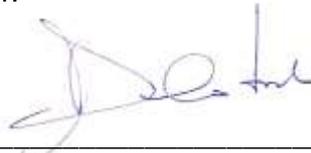
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA PREVENIR
DESASTRES NATURALES OCASIONADO POR HUAYCOS EN EL SECTOR DE
LA QUEBRADA DEL DIABLO-TACNA 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 1 de abril de 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



MTRA. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO:



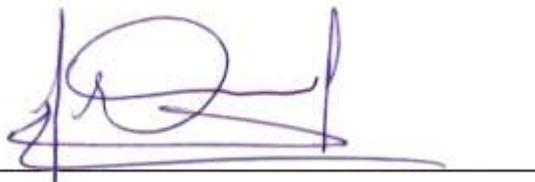
MAG. MARTÍN PAUCARA ROJAS

VOCAL:



MSC. ALEXÁNDER NICOLÁS VILCANQUI ALARCÓN

ASESOR:



MTRA. MARÍA ETELVINA DUARTE LIZARZABURO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Gudmar Gabriel Jara Oncebay, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 45148517.

Yo Gloria Rosalia Ramos Cunurana, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71282616.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:
“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA PREVENIR DESASTRES NATURALES OCASIONADO POR HUAYCOS EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA DEL DIABLO-TACNA 2021” el mismo que se presenta para optar: **EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.**
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de mi acción se derive, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 1 de abril de 2021.



Bach. Jara Oncebay, Gudmar Gabriel
DNI: 45148517



Bach. Ramos Cunurana, Gloria Rosalia
DNI:71282616

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi Madre, una persona que siempre confió en mí y siempre me apoyó, me enseñó a ver el lado positivo de las cosas, a ser valiente y a nunca perder las esperanzas. También lo dedico a mis tres hermanas Dalila, Milagritos y Lucero Jara que son la energía que impulsan cada día a seguir adelante. Lo dedico a mi Padre Gudmar que desde el cielo debe sentirse orgullo de su hijo. Lo dedico a mi novia Mayra que es la persona que durante toda mi carrera me apoyo de todas las formas posibles. A Dios por todo lo grande que me da, por todas las bendiciones y por haberme permitido conseguir las cosas que más quiero. Amen.

GUDMAR GABRIEL JARA ONCEBAY

Dedico con todo mi corazón mi tesis a Dios, a mi tío Celso Cunurana por cuidar de mí, a mi madre Juana Cunurana por darme la vida y ser mi ejemplo de mujer valiente y perseverante, a mi padre Alberto y a toda mi familia por ser un pilar fundamental para la construcción de mi vida, mi gran motivo de superación y de hacer realidad este trabajo. A ustedes debo lo que soy los amo.

A mis Docentes de la Universidad Privada de Tacna, compañeros de estudio y a todas las personas por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

GLORIA ROSALIA RAMOS CUNURANA

AGRADECIMIENTO

Al Programa de Nacional de Becas, PRONABEC (BECA 18) por ser una gran oportunidad para transformar la vida de jóvenes peruanos a través del estudio, que, así como nosotros tienen y tuvieron una oportunidad para ser profesionales del país.

A nuestra Asesora de Tesis a la Ing. María Etelevina Duarte Lizarzaburo por su apoyo para la realización de nuestro trabajo de investigación.

Agradecemos a los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna, que hicieron una excelente labor a la hora de formarnos profesionalmente, agradecemos por todos sus conocimientos y experiencias impartidas.

Agradecemos a la profesora Nay Ruth Madeleyne Villacorta Castro coordinadora de Beca 18 de la UPT, una persona que siempre estuvo pendiente de nosotros, preocupándose por nuestro bienestar e impulsándonos a acabar con éxito nuestra carrera.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| CONTENIDO | vi |
| RESUMEN | xvi |
| ABSTRACT..... | xv |
| | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1. Descripción del Problema | 3 |
| 1.2. Formulación del Problema | 6 |
| 1.2.1. Problema General | 6 |
| 1.2.2. Problemas Específicos | 6 |
| 1.3. Justificación e Importancia de la Investigación..... | 6 |
| 1.4. Objetivos de la Investigación..... | 7 |
| 1.5. Hipótesis | 7 |
| | |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1. Antecedentes de la Investigación..... | 8 |
| 2.2. Bases Teóricas..... | 9 |
| 2.2.1. Bases Normativas | 9 |
| 2.2.2. Bases Teóricas de la Variable Dependiente..... | 16 |
| 2.2.3. Bases Teóricas de la Variable Independiente | 17 |
| 2.3. Definición de Términos..... | 20 |
| | |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO | 22 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación..... | 22 |
| 3.1.1. Tipo de Investigación..... | 22 |
| 3.1.2. Diseño de Investigación | 22 |
| 3.2. Población y/o Muestra de Estudio | 22 |
| 3.3. Operacionalización de Variables | 22 |

| | |
|---|-----|
| 3.4. Técnicas e Instrumentos | 23 |
| 3.5. Procesamiento y Análisis de Datos | 23 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 24 |
| 4.1. Análisis e Interpretación de Resultados de la Encuesta..... | 24 |
| 4.1.1. Análisis Estadístico sobre Datos Generales del Encuestado | 25 |
| 4.1.2. Análisis Estadístico sobre el Conocimiento del Problema. | 31 |
| 4.1.3. Análisis Estadístico sobre Percepción de una Propuesta..... | 37 |
| 4.1.4. Síntesis del Análisis Estadístico. | 39 |
| 4.2. Evaluación de riesgo ante huaycos en la quebrada Del Diablo..... | 40 |
| 4.2.1. Caracterización de la zona de estudio..... | 40 |
| 4.2.2. Visita al sitio de estudio y Levantamiento de Información | 43 |
| 4.2.3. Tipología de las viviendas Construidas en la Zona | 50 |
| 4.2.4. Evaluación de Peligros | 53 |
| 4.2.5. Cálculo de nivel de peligro..... | 56 |
| 4.2.6. Evaluación de la Expansión territorial en la quebrada Del Diablo | 60 |
| 4.2.7. Evaluación de Vulnerabilidades..... | 63 |
| 4.3. Propuesta de Plan de Gestión de Riesgos..... | 74 |
| 4.3.1. Plan de Mitigación. | 74 |
| 4.3.2. Plan de Preparación | 81 |
| 4.3.3. Plan de Respuesta | 86 |
| 4.4. Validación del Plan por Expertos..... | 92 |
| 4.4.1. Análisis Estadístico..... | 95 |
| 4.4.2. Prueba estadística de validez de la propuesta | 100 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN..... | 104 |
| CONCLUSIONES | 105 |
| RECOMENDACIONES | 106 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 107 |
| ANEXOS..... | 109 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Crecimiento poblacional de Tacna, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007 y 2017 | 3 |
| Tabla 2. Cronología de eventos de huaycos y lluvias en la ciudad de Tacna | 4 |
| Tabla 3. Impacto de desastres hidrometeorológicos en el Perú..... | 5 |
| Tabla 4. Acciones Típicas en los PPRRD | 12 |
| Tabla 5. Matriz de Objetivos para formulación del Plan | 15 |
| Tabla 6. Cantidad de encuestas por Asociación | 24 |
| Tabla 7. Cantidad de miembros en la Familia..... | 25 |
| Tabla 8. Antigüedad de Construcción de la Vivienda..... | 26 |
| Tabla 9. Número de pisos de la Vivienda..... | 27 |
| Tabla 10. Tiempo que vive en la Zona | 28 |
| Tabla 11. Porcentaje de viviendas propias y alquiladas de la zona | 29 |
| Tabla 12. Material predominante de las Viviendas..... | 30 |
| Tabla 13. Conocimiento que la zona es de Alto Riesgo..... | 31 |
| Tabla 14. Porcentaje de familias afectadas por huayco | 32 |
| Tabla 15. Tipo de afectaciones por huayco | 33 |
| Tabla 16. Porcentaje de población capacitada y orientada por Autoridades..... | 34 |
| Tabla 17. Conocimiento de zonas seguras por la Población | 35 |
| Tabla 18. Porcentaje de Solución planteada por parte de las Autoridades | 36 |
| Tabla 19. Porcentaje de Realización de un Plan de Contingencia..... | 37 |
| Tabla 20. Apoyo de las Autoridades la población frente a desastres por huayco ... | 38 |
| Tabla 21. Viviendas y Habitantes en todo el eje del cauce | 52 |
| Tabla 22. Edificaciones en la Desembocadura de la quebrada Del Diablo | 52 |
| Tabla 23. Matriz de Cálculo de nivel de Peligro | 56 |
| Tabla 24. Nivel de Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica | 63 |
| Tabla 25. Nivel de Vulnerabilidad Física | 65 |
| Tabla 26. Nivel de Vulnerabilidad Económica..... | 67 |
| Tabla 27. Nivel de Vulnerabilidad Social..... | 68 |
| Tabla 28. Nivel de Vulnerabilidad Educativa | 69 |
| Tabla 29. Nivel de vulnerabilidad Cultural e Ideológica..... | 70 |
| Tabla 30. Nivel de vulnerabilidad Política e Institucional..... | 71 |
| Tabla 31. Nivel de Vulnerabilidad Científica Y Tecnológica | 72 |
| Tabla 32. Calculo de la Vulnerabilidad..... | 72 |
| Tabla 33. Cantidad De Viviendas y Población del AA. HH el Mirador | 90 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 34. Cantidad De Viviendas y Población de la Asoc. La Florida..... | 90 |
| Tabla 35. Información de los expertos para la Validación de la Propuesta | 93 |
| Tabla 36. Instrumento de la validación de la propuesta | 94 |
| Tabla 37. Diagnostico situacional para la implementación del plan | 95 |
| Tabla 38. Validez para un Plan de Mitigación | 96 |
| Tabla 39. Validez para un Plan de Preparación..... | 97 |
| Tabla 40. Validez para un Plan de Respuesta | 98 |
| Tabla 41. Resultados de la aplicación de los procesos de la Metodología de Gestión Operativa propuesta..... | 99 |
| Tabla 42. Grados de Libertad Tabla t- Student | 101 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa se Zonificación Urbanística | 3 |
| Figura 2. Componentes de la Gestión de Riesgos de Desastres..... | 10 |
| Figura 3. Procesos de la Gestión de Desastres..... | 11 |
| Figura 4. Ruta Metodológica para elaborar un PPRRD | 13 |
| Figura 5. Diagnóstico del Área de Gestión..... | 14 |
| Figura 6. Cantidad de miembros en la Familia..... | 25 |
| Figura 7. Antigüedad de Construcción de la Vivienda..... | 26 |
| Figura 8. Número de pisos de la Vivienda | 27 |
| Figura 9. Tiempo que vive en la Zona..... | 28 |
| Figura 10. Porcentaje de viviendas propias y alquiladas de la zona | 29 |
| Figura 11. Material predominante de las Viviendas | 30 |
| Figura 12. Conocimiento que la zona es de Alto Riesgo frente a huaycos | 31 |
| Figura 13. Porcentaje de familias afectadas por huayco..... | 32 |
| Figura 14. Tipo de afectaciones por huayco | 33 |
| Figura 15. Porcentaje de población capacitada y orientada..... | 34 |
| Figura 16. Conocimiento de zonas seguras por la población..... | 35 |
| Figura 17. Porcentaje de Solución planteada | 36 |
| Figura 18. Porcentaje de Realización de un Plan de Contingencia..... | 37 |
| Figura 19. Apoyo de las Autoridades la población frente a desastres por huayco .. | 38 |
| Figura 20. Quebrada Del Diablo – Tacna..... | 41 |
| Figura 21. Delimitación de la Zona Quebrada Del Diablo | 41 |
| Figura 22. Reporte de evaluación de Daños..... | 42 |
| Figura 23. Paso del Huayco - Quebrada Del Diablo | 42 |
| Figura 24. Daños causados por el huayco de febrero del 2020..... | 43 |
| Figura 25. Construcción de viviendas en Zona de Peligro | 43 |
| Figura 26. Relleno Sanitario en la quebrada Del Diablo | 44 |
| Figura 27. Vista del Asentamiento del Relleno Sanitario | 44 |
| Figura 28. Asentamiento del Relleno Sanitario - Quebrada del Diablo | 45 |
| Figura 29. Desprendimiento de Rocas el AA.HH. El Mirador | 45 |
| Figura 30. Deslizamiento de Rocas en la AA.HH. El Mirador | 46 |
| Figura 31. Zona de descarga de la Quebrada del Diablo..... | 46 |
| Figura 32. Arrastre de basura por huayco de febrero del 2020..... | 47 |
| Figura 33. Presencia de basura por huayco de febrero del 2020..... | 47 |
| Figura 34. Arrastre de rocas por Huayco - Quebrada Del Diablo..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Figura 35. Arrastre de rocas Por huayco - Quebrada del Diablo..... | 48 |
| Figura 36. Socavación de la Quebrada del Diablo | 49 |
| Figura 37. Huella de paso del huayco de febrero del 2020 | 49 |
| Figura 38. Huella de paso del huayco de febrero del 2020 | 50 |
| Figura 39. Edificaciones Sobre Relleno - Asoc. San Pedro | 50 |
| Figura 40. Edificaciones en plena Ladera - Asoc. La Florida | 51 |
| Figura 41. Edificaciones en ladera - Quebrada del Diablo | 51 |
| Figura 42. Edificaciones en eje Principal del Cauce | 51 |
| Figura 43. Edificaciones precarias en plena desembocadura..... | 52 |
| Figura 44. Esquema de Generación de flujo en la Quebrada | 53 |
| Figura 45. Zonas críticas en la región de Tacna | 54 |
| Figura 46. Quebrada del Diablo | 55 |
| Figura 47. Mapa de Inundación del huayco de febrero del 2020 | 55 |
| Figura 48. Vivienda destruida en la Mz. D del AA.HH. El Mirador..... | 57 |
| Figura 49. Aviso N°38 SENAMHI 13 de febrero del 2020 | 58 |
| Figura 50. Aviso N°40 SENAMHI 16 de febrero del 2020 | 58 |
| Figura 51. Aviso N°47 SENAMHI 21 de febrero del 2020 | 59 |
| Figura 52. Aviso N°52 SENAMHI 26 de febrero del 2020 | 59 |
| Figura 53. Pérdida económica de Materiales – Autos 2020..... | 60 |
| Figura 54. Pérdida económica de Materiales – Vehículos 2020 | 60 |
| Figura 55. AA.HH. El Mirador 2003..... | 61 |
| Figura 56. AA.HH. El Mirador 2011..... | 61 |
| Figura 57. AA.HH. El Mirador 2012..... | 62 |
| Figura 58. AA.HH. El Mirador 2015..... | 62 |
| Figura 59. AA.HH. El Mirador 2020..... | 63 |
| Figura 60. Contaminación del Medio Ambiente por el depósito de residuos..... | 64 |
| Figura 61. Contaminación de la cuenca por residuos solidos | 64 |
| Figura 62. Viviendas Precarias en el AA. HH El Mirador | 66 |
| Figura 63. Viviendas Precarias en el AA.HH El Mirador | 66 |
| Figura 64. Viviendas Autoconstruidas sin apoyo técnico – AA.HH. El Mirador | 67 |
| Figura 65. AA. HH El Mirador – La Quebrada del Diablo | 68 |
| Figura 66. Construcción de viviendas en Zona de Riesgo | 71 |
| Figura 67. Matriz de cálculo de Riesgos | 73 |
| Figura 68. Mapa de zonas | 74 |
| Figura 69. Barreras dinámicas | 75 |
| Figura 70. Mapa de Ubicación de Barreras Dinámicas | 75 |
| Figura 71. Mapa del Perfil de la quebrada Del Diablo..... | 76 |

| | |
|--|-----|
| Figura 72. Dique de mampostería..... | 76 |
| Figura 73. Mapa de Ubicación del dique de Mampostería | 77 |
| Figura 74. Perfil del Cauce a colocar el dique..... | 77 |
| Figura 75. Canal Referencial en el tramo..... | 78 |
| Figura 76. Mapa del Tramo a Canalizar | 78 |
| Figura 77. Mapa de áreas a forestar por riesgo a derrumbes | 79 |
| Figura 78. Mapa de áreas Vulnerables a Desastres Naturales | 80 |
| Figura 79. Mapa de ubicación de Puntos de Reunión..... | 80 |
| Figura 80. Plataforma Web | 82 |
| Figura 81. Plataforma Web | 82 |
| Figura 82. Niveles de Emergencia y actores del COEN..... | 83 |
| Figura 83. Plataforma de SENAMHI | 84 |
| Figura 84. Cadena de transmisión | 85 |
| Figura 85. Mapa de Zonas | 85 |
| Figura 86. Calles afectadas por huayco..... | 86 |
| Figura 87. Mapa de Zonas Seguras..... | 87 |
| Figura 88. Mapa de señalización y evacuación | 88 |
| Figura 89. Detalles de Señalización a Colocar | 88 |
| Figura 90. Zonas Críticas de Afectación por huayco..... | 89 |
| Figura 91. Colegio San José Fe Y Alegría | 91 |
| Figura 92. Colegio San José Fe Y Alegría | 91 |
| Figura 93. Centro de salud La Esperanza..... | 92 |
| Figura 94. La posta Juan Velazco Alvarado..... | 92 |
| Figura 95. Diagnostico situacional para la implementación del plan | 96 |
| Figura 96. Validez para un Plan de Mitigación | 97 |
| Figura 97. Validez para un Plan de Preparación..... | 98 |
| Figura 98. Validez para un Plan de Respuesta..... | 99 |
| Figura 99. Tabla t-student..... | 100 |
| Figura 100. Región de aceptación Tabla t-student..... | 101 |
| Figura 101. Resultados Estadística descriptiva en SPSS | 102 |

RESUMEN

La presente tesis titulada “Propuesta de un modelo de gestión de riesgos para prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la quebrada Del Diablo-Tacna 2021”, tiene como objetivo proponer un modelo de gestión para prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la quebrada Del Diablo en base a las guías del CENEPRED e INDECI.

La metodología para desarrollar esta tesis fue necesario analizar el nivel de peligro originado por un huayco y las diferentes vulnerabilidades frente al peligro originado por huayco de la zona de la quebrada Del Diablo.

Como resultado, se determinó que la quebrada Del Diablo presenta Peligro Muy Alto y una Vulnerabilidad Muy Alta frente al huaycos originados por lluvias excepcionales, por consiguiente, la zona de estudio es considerada una zona de Riesgo Muy Alto.

Finalmente se concluye que la propuesta de un modelo de gestión de riesgos para prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos permitirá salvaguardar la vida de la población y también permitirá preservar su patrimonio económico.

Palabras Claves: Huayco, Peligro, Vulnerabilidad, Riego y Desastre Natural.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Proposal of a risk management model to prevent natural disasters caused by landslides in the sector of the Del Diablo-Tacna stream 2021", aims to propose a management model to prevent natural disasters caused by landslides in the Del Diablo creek sector based on the CENEPRED and INDECI guidelines.

The methodology to develop this thesis was necessary to analyze the level of danger caused by a landslides and the different vulnerabilities in the face of the danger caused by a landslide in the area of the Del Diablo stream.

As a result, it was determined that the Del Diablo creek presents Very High Danger and a Very High Vulnerability in front of the landslides originated by exceptional rains, therefore, the study area is considered a Very High Risk area.

Finally, it is concluded that the proposal of a risk management model to prevent natural disasters caused by landslides could save the life of the population and could also preserve its economic patrimony.

Key Words: Landslides, Danger, Vulnerability, Irrigation and Natural Disaster.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los 80, el crecimiento demográfico de Tacna casi se ha triplicado, esto ha generado una demanda habitacional y como consecuencia hizo que los habitantes ocupen zonas que se consideran de alto peligro. Estas precarias ocupaciones de terreno sin control y sin apoyo técnico, hicieron que se produzcan desastres que se desenlazan en pérdida de vidas y bienes materiales.

El presente proyecto busca mejorar esta situación, mediante la aplicación de un modelo de gestión de riesgo según las guías del CENEPRED e INDECI, proponiendo un plan mitigación, preparación y respuesta. El fin de este trabajo es contribuir al desarrollo sostenible de la ciudad de Tacna.

Para cada uno de los planes, se tomarán en cuenta las metodologías de CENEPRED e INDECI, como también se analizará la experiencia de casos en otras partes de Perú, como por ejemplo las soluciones planteadas en la ciudad de Lima.

Con el desarrollo de estas tesis se buscan crear un plan de emergencia local en la quebrada Del Diablo, un plan que cree lineamientos que sirvan para la realización de futuros planes, para sectores cuyo crecimiento se hayan dado en quebradas y estén expuestas a inundación y flujo de escombros más conocido como huaycos. A manera de estudio se tomará el sector de la quebrada Del Diablo en donde se ubican las asociaciones de vivienda La Florida, AA.HH. El Mirador y San Pedro. De esta manera se espera contribuir a crear una cultura de prevención.

El capítulo I, presenta el planteamiento y formulación del problema, objetivos, justificación, hipótesis y delimitación de la zona del estudio.

El capítulo II, se presenta el marco teórico, en el que se exponen los precedentes del análisis, bases teóricas y definiciones de términos utilizados en el estudio y que sirven de base para el desarrollo del contenido de la propuesta, se describe los antecedentes del problema, bases teóricas y la definición de términos básicos.

El capítulo III, se desarrollan los aspectos metodológicos que sustentan el estudio, especificando el tipo, diseño, población y muestra, operacionalización, técnicas e instrumentos, valoración y análisis de la información.

El capítulo IV, analiza características demográficas urbanísticas y geográficas. Se analizó el nivel de peligro originado por huayco. Se analizó también el cambio climático como factor desencadenante a la frecuencia del peligro y un análisis de las vulnerabilidades. Se propone un plan de mitigación, preparación y respuesta.

Buscamos resaltar la participación de la población y su importancia a la hora de reducir el riesgo. Por último, se validó la propuesta mediante un juicio de expertos, pues de esta manera, este trabajo se presentará como un aporte a las autoridades gubernamentales.

El capítulo V, da a conocer la discusión de este trabajo de investigación. Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos del estudio.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Tacna es una ciudad emergente, que, en los últimos años influenciada por el comercio con el vecino país de Chile, ha tenido un desarrollo notable en su economía. Este progreso trajo consigo un crecimiento demográfico importante, el cual ha sido de una manera desordenada y sin ningún tipo de planificación. Ver *Tabla 1*.

Tabla 1. Crecimiento poblacional de Tacna, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007 y 2017

| Población Censada | | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Año | 1940 | 1961 | 1972 | 1981 | 1993 | 2007 a/ | 2017 |
| Tacna | 36 349 | 66 024 | 95 444 | 143 085 | 218 353 | 288 781 | 329 332 |

Fuente: Elaboración Propia

La necesidad de una vivienda en la población ha llevado a los pobladores a edificar sus casas en lugares de alto riesgo, como por ejemplo la desembocadura de la quebrada Del Diablo, Ver *Figura 1*. “Si los hombres no crean un hábitat seguro para vivir es por dos razones: la necesidad extrema y la ignorancia”. (Maskrey, 1993).



Figura 1. Mapa de Zonificación Urbanística

Fuente: INDECI 2017

En febrero del 2020, las lluvias excepcionales originaron la activación de la quebrada Del Diablo, originándose un desastre natural que causó cuantiosas pérdidas económicas y la vida de personas. Pero no es la primera vez se sucede este acontecimiento en la zona, En febrero del año 1927 según el libro “Tacna: Historia y Folclore” de Fortunato Zora Carvajal, hace 94 años se activó la quebrada Del Diablo sepultando viviendas y llevándose cuerpos enterrados del cementerio general. Existieron varios eventos de huaycos y lluvias extraordinarias en la ciudad como se muestra en la *Tabla 2.* donde se activaron muchas quebradas que afectaron viviendas, colegios, áreas de cultivo como también tramos de carreteras y otros establecimientos públicos.

Tabla 2. Cronología de eventos de huaycos y lluvias en la ciudad de Tacna

| Año | Fecha | Lugar | Afectaciones |
|-------------|----------------------------|--|--|
| 1927 | <i>27 de febrero</i> | <i>Quebrada Del Diablo</i> | <i>Sepultó viviendas Arrastre de cadáveres sepultados del cementerio general de Tacna</i> |
| 1927 | <i>27 de febrero</i> | <i>Caramolle -Piedra Blanca</i> | <i>Afectación de viviendas Desborde e inundación, arrastrando rocas, troncos y todo a su paso.</i> |
| 1973 | <i>diciembre – febrero</i> | <i>Tacna</i> | <i>Fuertes precipitaciones Activación de Quebradas</i> |
| 1983 | <i>diciembre – febrero</i> | <i>Tacna</i> | <i>Extraordinarias lluvias Activación de Quebradas</i> |
| 1987 | <i>diciembre – febrero</i> | <i>Tacna</i> | <i>Moderadas precipitaciones</i> |
| 1992 | | | |
| 1998 | <i>diciembre – febrero</i> | <i>Tacna</i> | <i>Extraordinarias lluvias Activación de Quebradas</i> |
| 2007 | | | |
| 2010 | <i>diciembre – febrero</i> | <i>Tacna</i> | <i>Moderadas precipitaciones</i> |
| 2017 | | | |
| 2019 | <i>08 de febrero</i> | <i>Caramolle</i> | <i>Inundaciones de viviendas Fallecimiento de personas</i> |
| 2020 | <i>21 de febrero</i> | <i>Quebrada del Diablo y Caramolle</i> | <i>Destrucción de viviendas Fallecimiento de personas</i> |

Fuente: Elaboración Propia

“Las estadísticas muestran que la ocurrencia de desastres naturales en países en vías de desarrollo ha aumentado significativamente en los últimos cincuenta años. Dado que el peligro permanece más o menos constante, la explicación tiene que encontrarse en el hecho de que las condiciones de vulnerabilidad de la población y sus asentamientos están empeorando aceleradamente”. (Maskrey, 1993)

El cambio climático es un factor predominante que se debe tener en cuenta. “En el Perú los fenómenos hidrometeorológicos (sequías, fuertes lluvias, inundaciones, heladas, granizadas) se han incrementado más de seis veces desde 1997 al 2006 y eventos climáticos extremos como huaicos, inundaciones, heladas y el fenómeno de El Niño, se están produciendo con mayor frecuencia e intensidad.” (PUCP, 2014). Ante estas circunstancias es seguro que eventos originados por huayco en la quebrada Del Diablo serán más consecutivos, más periódicos y también más intensos.

Tabla 3. Impacto de desastres hidrometeorológicos en el Perú

| TIPO DE PELIGRO | PERSONAS AFECTADAS | PERSONAS DAMNIFICADAS | PERSONAS FALLECIDAS | VIVIENDAS AFECTADAS | VIVIENDAS DESTRUIDAS |
|------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| CRECIDA DE RIO | 34,470 | 10,654 | 11 | 5,301 | 2,124 |
| HUAYCO | 263,857 | 17,983 | 60 | 6,152 | 2,081 |
| INUNDACIÓN | 1,227,176 | 432,288 | 102 | 256,706 | 23,724 |
| LLUVIA INTENSA | 1,928,295 | 176,753 | 156 | 311,581 | 31,201 |

Fuente: PLANAGERD 2014-2021

“El Perú se encontraría entre los diez países más vulnerables ante eventos climáticos junto a países como Honduras, Bangladesh y Venezuela” (Paola, 2009). “Las posibilidades de controlar la naturaleza son remotas, salvo en el campo de la predicción de desastres. Por lo tanto, la única manera de poder reducir las posibilidades de ocurrencia de desastres es actuar sobre la vulnerabilidad” (Maskrey, 1993). La quebrada Del Diablo es muy vulnerable ante peligros como lo son los huaycos, la prevención es la única manera de reducir la posibilidad de un desastre natural que atenta principalmente con la vida de las personas.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Proponer un modelo de gestión de riesgo permitirá prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la Quebrada Del Diablo-Tacna 2021?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Se cuenta con un diagnóstico de riesgo frente a huaycos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021?
- ¿Existe un plan de gestión de riesgo frente a huaycos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021?
- ¿Se puede validar, mediante un juicio de expertos, la propuesta de un plan de gestión de riegos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021?

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

a) Justificación Científica

Es importante conocer los efectos y las razones por las cuales se originan los desastres naturales, ya que en el Perú los desastres naturales originados por huayco son muy frecuentes. Entender los fenómenos naturales nos permitirá crear planes de gestión de riegos que servirán para plantear medidas de prevención frente a desastres naturales.

b) Justificación Social

La elaboración de un adecuado plan de gestión de riegos permitirá que las personas tengan una excelente calidad de vida. Fomentar una cultura de prevención ante desastres naturales hará que las sociedades crezcan y prosperen.

c) Justificación Económica

Los desastres naturales resultan en cuantiosas pérdidas económicas para el estado y para su población, un correcto manejo de medidas de prevención y mitigación significarían sin lugar a dudas en un ahorro económico para el estado y sus pobladores.

d) Justificación Ambiental

Los desastres naturales traen consigo trastornos ambientales, pues contaminan el suelo y el agua; destruyen parte de la flora y fauna; y crean casi siempre focos de infección y enfermedades, afectando el hábitat del hombre.

1.4. Objetivos de la Investigación

a) Objetivo General

Realizar una propuesta de un modelo de gestión de riesgos para prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la quebrada Del Diablo-Tacna 2021.

b) Objetivos Específicos

- Desarrollar un diagnostico referente al riesgo frente a huaycos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021.
- Diseñar un plan de gestión de riesgo frente a huaycos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021
- Validar, mediante un juicio de expertos, la propuesta de un plan de gestión de riegos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021.

1.5. Hipótesis

a) Hipótesis General

La propuesta de un modelo de gestión de riesgos permite prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la quebrada Del Diablo-Tacna 2021.

b) Hipótesis Específicas

- Se diagnosticará el riesgo existente frente a huaycos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021.
- Se diseñará un plan de gestión de riesgo frente a huaycos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021.
- Se validará, mediante un juicio de expertos, la propuesta de un plan de gestión de riegos en la quebrada Del Diablo Tacna-2021.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Bedregal, T. (2018), en la tesis titulada “APORTES PARA LOS PLANES DE GESTIÓN DE RIESGO EN POBLACIONES EMPLAZADAS EN LADERAS DEL SECTOR EL PROGRESO EN CARABAYLLO”, se busca crear lineamientos que sirvan para la realización de futuros planes para sectores cuyo crecimiento se haya dado en laderas y que estén expuestas a diversos peligros como los de inundación y flujos de escombros. A manera de estudio de caso se toma el sector El Progreso en Carabayllo y se espera contribuir a crear una cultura de prevención que ayude a disminuir estas cifras y mejorar la calidad de vida presente en los AA.HH. de estudio.

Vilcahuamán, I. (2015), en la tesis titulada “CONCEPTO DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRE POR HUAICOS EN ICA”, En este trabajo de investigación se realizó la investigación científica del comportamiento del flujo de escombros ha permitido entender los efectos sobre los lugares por donde pasan y mostrar el concepto de medidas para la reducción del riesgo de desastre por huaicos en Ica.

Mendoza, M. (2017), en la tesis titulada “EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA QUEBRADA ROMERO, DEL DISTRITO DE CAJAMARCA, PERIODO 2011- 2016”, en esta investigación se determinó que el nivel de peligrosidad de la quebrada Romero es alto esto es debido a que la intensidad y las anomalías positivas de precipitación en este periodo de 6 años son elevados, la zona con mayor peligro de inundación está enmarcada entre Jr. Miguel de Cervantes cuadra 4 hasta el Jr. Desamparados cuadra 6, esto es debido a que en esta parte existen viviendas construidas a ambos márgenes de la quebrada e incluso han invadido el cauce natural de la quebrada.

Cipriano, A. (2020), en la tesis titulada “DIAGNÓSTICO SOBRE GESTIÓN DE RIESGOS DE HUAYCOS EN LA JURISDICCIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE LURIGANCHO CHOSICA”, en este trabajo de investigación se busca describir la situación actual sobre la gestión de riesgo de huaycos en la jurisdicción de la municipalidad del distrito de Lurigancho Chosica, se empleó el uso de una variable Gestión de riesgo de huaycos con sus 3 dimensiones, riesgo, vulnerabilidad y construcción social.

Municipalidad Provincial de Tacna.(2019), publicó el plan titulado “PLAN DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DE LA PROVINCIA DE TACNA 2019-2022”, el plan de Prevención y Reducción del Riesgo, nos permite conocer los riesgos existentes de la localidad, así como identificar las medidas, programas, actividades y proyectos que eliminen o reduzcan las condiciones existentes de riesgo de desastres y prevengan la generación de nuevas condiciones de riesgo, sustentado en la identificación y caracterización de los peligros, el análisis de las vulnerabilidades y el cálculo de los niveles de riesgos.

INDECI. (2014), desarrollo el plan titulado “PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PLANAGERD 2014-2021” tiene por objeto Reducir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, ante el riesgo de desastres.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Bases Normativas

Gestión de Riesgo de Desastres

A. La ONU

Define la gestión del riesgo de desastres (GRD) como “el proceso sistemático para la toma de decisiones administrativas, organizativas, operacionales y de capacitación para implementar políticas, estrategias y resiliencia de las sociedades y comunidades para aminorar el impacto de los fenómenos naturales, desastres ambientales y tecnológicos relacionados. Esto compromete todo tipo de actividades, que incluyen medias estructurales y no estructurales para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los efectos adversos de los desastres”.

B. Ley N° 29664

Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD). La Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre.

C. Ley N° 19338

El INDECI tiene por finalidad proteger a la población, previniendo daños, proporcionando ayuda oportuna y adecuada, y asegurando su rehabilitación en casos de desastres de toda índole, cualquiera que sea su origen. Ejecuta actividades de prevención y atención de desastres; en la prevención realiza actividades de estimación, evaluación, reducción y mitigación de riesgos; y en la atención de desastres realiza actividades de preparación, evaluación de daños, atención propiamente dicha y rehabilitación.

D. CENEPRED

Es un organismo público executor que conforma el SINAGERD, responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como de reconstrucción.

Para un correcto desarrollo de la GRD en las políticas nacionales e internacionales, se hace uso de un enfoque prospectivo, correctivo y reactivo que van orientados a la reducción de riesgos.



Figura 2. Componentes de la Gestión de Riesgos de Desastres

Fuente: CENEPRED



Figura 3. Procesos de la Gestión de Desastres.

Fuente: CENEPRED

Todo gobierno, ya sea local, regional o nacional, tiene la obligación y responsabilidad de conocer todos los procedimientos para la atención a una posible emergencia, estos gobiernos tienen que estar preparados y tienen que realizar actividades como la creación e implementación de planes de prevención, es de vital importancia estar preparados y atentos a responder a una emergencia. Por medio de la aplicación de estos planes, se buscará prevenir y mitigar el impacto de un desastre ocasionado por un fenómeno natural, el nivel de desastres dependerá mucho de las vulnerabilidades de una población, una correcta evaluación de nuestras vulnerabilidades ayudará a realizar actividades con el fin de fortalecer estas mismas.

EL CENEPRED nos implementa los instrumentos normativos y nos guía para una correcta elaboración de los Planes para la Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD). Para elaborar un PPRRD, en la Tabla 4 se observan las acciones típicas a realizar.

Tabla 4. Acciones Típicas en los PPRRD

| <i>GRUPO GENÉRICO</i> | <i>MEDIDAS</i> |
|---|---|
| <i>Acciones de estimación del Riesgo</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Investigaciones en GRD. - Realización de evaluaciones de riesgo. |
| <i>Acciones de prevención del riesgo de desastres</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de tecnologías apropiadas de construcción. - Evaluación de riesgo de los proyectos de inversión pública. - Elaboración de ordenamiento territorial, planes de acondicionamiento, desarrollo urbano. - Desarrollar condiciones de seguridad de los servicios básicos ante riesgos de desastres. - Gestionar el adecuado uso y ocupación adecuada de los espacios asignados para las actividades urbanas y rurales. |
| <i>Acciones de reducción del riesgo de desastres</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Reasentamiento Poblacional. - Reforzamiento de viviendas. - Reforzamiento de infraestructura pública. - Protecciones ribereñas. |
| <i>Acciones de Fortalecimiento Institucional</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento de los Grupos de Trabajo en Gestión del Riesgo de Desastres. - Creación de unidades técnicas especializadas en manejo de información en los Gobiernos. - Educación de las familias en prevención del riesgo de desastres. - Elaborar, adecuar y aplicar las normas técnicas y legales de la GRD para evitar y reducir riesgos de desastres; así como para la preparación, respuesta y rehabilitación en casos de emergencia, desastres y/o reconstrucción. - Desarrollar programas de capacitación y asistencia técnica en GRD en los tres niveles de gobierno. - Realizar el mantenimiento sostenido de locales esenciales: educación, salud, cuerpo de bomberos, policía nacional, municipalidades, entre otros. |

Fuente: CENEPRED

a. Consideraciones para la elaboración de los PPRRD

“Los PPRRD se sustentan en un enfoque territorial, transversal y dinámico de la gestión de riesgos, lo que quiere decir que debe evaluarse no solo los puntos afectados, sino la interacción entre la ocupación poblacional y los territorios” (CENEPRED, 2016).

“El enfoque de elaboración de los planes es descentralizado y participativo, lo que significa que los niveles de Gobierno más

cercanos a la población deben tomar la iniciativa y conducir la elaboración de los PPRRD, contando con el apoyo de las entidades nacionales” (CENEPRED, 2016).

b. Insumos para la elaboración PPRRD.

Para iniciar una elaboración de PPRRD es contar con la toda la información posible sobre la situación del ámbito jurisdiccional del gobierno regional y local. Como por ejemplo informes, estudios, registros, base de datos, etc.



Figura 4. Ruta Metodológica para elaborar un PPRRD

Fuente: CENEPRED

La elaboración del PPRRD se realiza en 6 fases principales que se retroalimentan en el transcurso, siendo importante que el Grupo de Trabajo de GRD y el Equipo Técnico a cargo del proceso, maneje con oportunidad la interacción de los diferentes momentos.

- Fase 1: Preparación del Proceso.
- Fase 2: Diagnóstico del Área de Gestión.
- Fase 3: Formulación del Plan.
- Fase 4: Validación del Plan.

c. Guía Metodológica para elaborar el PPRRD

Fase 1: Preparación del Plan

La primera fase es la de la preparación del plan, esta se refiere a las actividades iniciales necesarias para preparar el proceso y donde se debe asegurar la información preexistente e involucrar a los actores pertinentes. Una vez reconocidos los actores, se conforma el equipo técnico del plan que debe contar con el soporte técnico, logístico y presupuestal del caso. Este equipo técnico

podrá recibir asistencia técnica de parte de CENEPRED de ser necesario o de entidades especializadas en la prevención y reducción del riesgo de desastres.

Teniendo los actores y el equipo, se elabora el plan de trabajo que considerará los antecedentes en GRD, objetivos, actividades, metodología, presupuesto y el cronograma de las actividades. Todos estos pasos anteriormente mencionados conforman la organización para el desarrollo de los PPRRD.

Fase 2: Diagnóstico del Área de Gestión.

En esta fase se procede con el diagnóstico del área de estudio, se determinarán los peligros, vulnerabilidades y nivel de riesgo, así como los factores relacionados a la capacidad de acción. Se recopilará información estadística e histórica sobre peligros, vulnerabilidades y niveles de riesgo, elaboración de escenarios de riesgo y redacción del diagnóstico.



Figura 5. Diagnóstico del Área de Gestión

Fuente: Elaboración Propia

El diagnóstico servirá para proponer medidas de prevención y/o reducción del riesgo. Mediante el diagnóstico encontraremos los peligros a los que la población se enfrenta, también podremos encontrar las vulnerabilidades de la población y como la interrelación de estas dos se convierte en un desastre natural.

Fase 3: Formulación del Plan

En la tercera fase se da la formulación del PPRRD donde se considerará que el objetivo general es la prevención y reducción de riesgo de desastres. Los objetivos específicos estarán más ligados a los componentes de acción que servirán para alcanzar el objetivo general.

Tabla 5. Matriz de Objetivos para formulación del Plan

| Objetivos | Línea Base Año | | Meta | | | Responsable |
|--|----------------|---|---------|---------|---------|-------------|
| | Nº | % | Año N+1 | Año N+2 | Año N+3 | |
| <i>General:</i> | | | | | | |
| <i>Reducir el impacto de daños causados por sismos y avenidas en la región</i> | | | % | % | % | |
| <i>Específicos:</i> | | | | | | |
| <i>Evitar la producción de daños físicos a las viviendas por causas de sismo</i> | | | | | | |
| <i>Reubicar familias ubicadas en el cauce del río</i> | | | | | | |
| <i>Fortalecer al grupo de Trabajo en Gestión del Riesgo de Desastres</i> | | | | | | |

Fuente: CENEPRED

Fase 4: Validación del Plan

La cuarta fase es la de la validación del plan. Se busca oficializar y legitimar el PPRRD para lograr su implementación por la entidad o gobierno pertinente con la participación del sector público y privado.

Una vez sea aprobado el plan, este debe ser difundido para el conocimiento de la población, tiene que ser difundido entre las entidades vinculadas a la GRD con el fin del monitoreo necesario.

d. Etapa de Preparación y Respuesta a la emergencia

Consiste en informar, capacitar y entrenar a la población. Esta requiere que los actores, gobiernos, organizaciones humanitarias, etc. tengan la capacidad y conocimientos para estar preparados y poder actuar eficazmente ante el desastre. La preparación se basará en el análisis de riesgos y está estrechamente relacionada con un sistema de alerta. Además, incluye la planificación de

contingencia, la prestación de servicios de emergencia, constitución de reservas de equipos y suministros, concertación de acuerdos contingentes, capacitación de personal y la capacitación en materia de planificación a nivel comunitario y entrenamientos.

2.2.2. Bases Teóricas de la Variable Dependiente

Prevenir Desastres Naturales Ocasionado por Huayco

La prevención es un proceso de la gestión del riesgo de desastres que comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible y contempla el conjunto de prácticas, comportamientos y actitudes en los diferentes niveles del Estado, el sector privado, la sociedad civil y la población en su conjunto. (Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres, 2013).

A. Desastre

Conjunto de daños y pérdidas en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre como efecto ante un evento natural.

Al respecto, se define desastre como “Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económico y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos” (Banco Interamericano de Desarrollo-BID, 2009).

B. Zona de muy alto riesgo no mitigable.

Aquella donde existe la probabilidad de que la población o sus medios de vida sufran daños o pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro, y que la implementación de medidas de mitigación resulta de mayor costo y complejidad que llevar a cabo la reubicación de las viviendas y equipamiento urbano respectivo. (Ley N°29869, 2012)

C. Reasentamiento poblacional

Conjunto de acciones y actividades realizadas por el Estado necesarias para lograr el traslado de pobladores que se encuentran en zonas

declaradas de muy alto riesgo no mitigable, a zonas con mejores condiciones de seguridad. La quebrada Del Diablo.

D. Zona de riesgo recurrente

Aquella donde existe la probabilidad de que la población o sus medios de vida sufran daños en forma recurrente, como consecuencia de los constantes deslizamientos, huaicos y desbordes de ríos, entre otros. Dicha zona, aunque es mitigable en el corto plazo, debido a la recurrencia del desastre natural, resulta de mayor costo y complejidad que llevar a cabo solamente la reubicación de las viviendas y equipamiento urbano respectivo. El riesgo se evalúa en función del peligro, la vulnerabilidad.

2.2.3. Bases Teóricas de la Variable Independiente

Propuesta de un Modelo de Gestión de Riesgos

Un modelo Eficaz de gestión de riesgos requiere eliminar las barreras y obstáculos internos y externos, que limitan a la organización en el cumplimiento de sus objetivos estratégicos o de un determinado proyecto, o visto desde otro ángulo reducir la posibilidad de que ocurran un acontecimiento incierto que impacte en el logro de los objetivos (Antonio, 2017).

A. Peligros o Amenaza

Según el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), define al Peligro como “la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos”.

“La amenaza o peligro se entiende como un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un suceso se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en dentro de un periodo de tiempo definido” (CARDONA, 2001).

Los peligros se pueden clasificar como:

- **Peligros de Origen Natural:** sismos, tsunamis, heladas, friajes, sequias, lluvias intensas.

- **Peligros de Origen Socio Natural:** Inundaciones (relacionadas a deforestación de cuencas), deslizamiento (desestabilización taludes, deforestación, etc.) huaycos, desertificación, salinización de suelos.
- **Peligros de Origen Antrópico:** contaminación ambiental (aire, suelo, agua), incendios urbanos, incendios forestales, explosiones, derrames de sustancias tóxicas.

B. Movimiento en Masa

Los movimientos en masa en laderas, son proceso de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad. Conceptualmente se dividen en: Caídas, Vuelcos, Deslizamientos, Propagación Lateral, Flujos, Reptación de Suelos y Movimientos Complejos.

a) Caídas: Es un tipo de movimiento en masa en el que uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera.

- **Caída de rocas:** Ocurre en laderas de montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, frentes rocosas escarpadas, montañas estructurales asociadas a litologías de diferente naturaleza (sedimentarias, ígneas y metamórficas), sujetas a fuerte fracturamiento, así como en taludes al efectuarse cortes en laderas para obras civiles (carreteras y canales).
- **Derrumbe:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros.

b) Vuelco: Este tipo de movimiento en masa tiene una rotación, generalmente hacia delante, de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Ocurre por acción de la gravedad, por empuje de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas.

c) Deslizamientos: Es el movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

- d) Propagación Lateral:** Tipo de movimiento en masa cuyo desplazamiento ocurre predominantemente por deformación interna (expansión) del material. Las propagaciones laterales pueden considerarse como la etapa final de una serie de movimientos donde la deformación interna predomina decididamente sobre otros mecanismos de desplazamiento como los que imperan en el deslizamiento o el flujo.
- e) Flujos:** Es un tipo de movimiento en masa que, durante su desplazamiento, exhibe un comportamiento semejante al de un fluido.
- **Flujos de detritos (huaicos)** = Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.
 - **Flujos de lodo y tierra:** Es un flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (índice de plasticidad mayor al 5 %).
- f) Reptación de suelos:** La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla.
- g) Movimiento complejo:** Se producen por la combinación de uno o más de los tipos de movimientos en masa descritos anteriormente.

C. Vulnerabilidad

Según el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), define a la Vulnerabilidad como “la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”. La evaluación de la vulnerabilidad, en rigor, es un estudio de la capacidad de un elemento o sistema de resistir o absorber el impacto de un suceso que caracteriza una amenaza. Por lo tanto, se puede diferenciar del análisis de riesgo, desde el punto de vista de los desastres, en que este último se refiere a la estimación de pérdidas o consecuencias factibles de

acuerdo con el grado de amenaza considerado y con el nivel de vulnerabilidad existente en los elementos expuestos. La evaluación de vulnerabilidad desde el punto de vista físico se ha desarrollado notablemente. Su estudio se ha beneficiado directamente de los aportes conceptuales y del avance tecnológico de la ingeniería en diversos campos. El estudio analítico y experimental y la investigación de nuevos modelos y metodologías para la estimación de la posibilidad de fallo, por una parte, y la confiabilidad y seguridad de sistemas, por otra, ha contribuido significativamente al estudio de la vulnerabilidad, al menos, desde el punto de vista físico. (CARDONA ARBOLEDA, 2001).

En consecuencia, la evaluación de la vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño de un elemento o grupo de elementos expuestos ante una amenaza particular, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso. Los elementos expuestos, o en riesgo, son el contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la manifestación de un suceso, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre, tales como edificios, líneas vitales o infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios y la gente que los utiliza. (CARDONA ARBOLEDA, 2001)

2.3. Definición de Términos

- A. Cambio Climático:** Es la variación en el estado del sistema climático terrestre, formado por la atmósfera, la hidrosfera, la criosfera, la litosfera y la biosfera, que perdura durante periodos de tiempo suficientemente largos hasta alcanzar un nuevo equilibrio.

El cambio climático sin lugar a dudar es un factor predominante que se debe tener en cuenta. “En el Perú los fenómenos hidrometeorológicos (sequías, fuertes lluvias, inundaciones, heladas, granizadas) se han incrementado más de seis veces desde 1997 al 2006 y eventos climáticos extremos como huaicos, inundaciones, heladas y el fenómeno de El Niño, se están produciendo con mayor frecuencia e intensidad.” (PUCP, 2014). Ante estas circunstancias es seguro que eventos originados por huayco en la quebrada Del Diablo serán más consecutivos, más periódicos y también más intensos.

- B. Mitigación:** Teniendo conocimiento que los fenómenos naturales no son inesperados podemos realizar actividades para reducir el impacto de estos. Una sociedad que se enfrenta a un riesgo desarrollara estrategias adaptativas para minimizar los daños que un peligro le puede ocasionar. Debemos aprender a convivir con la naturaleza y saber usar sus factores de protección que nos brinda.
- C. Movimiento en masa (Huaycos):** Los huaycos o flujos de detritos son movimientos rápidos de rocas, escombros y suelos saturados de agua, que ocurren en las laderas (no canalizado) y cauces de quebradas (canalizado) cuando ocurren lluvias intensas y prolongadas. Usualmente en su trayecto se desbordan lateralmente depositándose en su parte final en forma de abanicos o cono.
- D. Prevención:** Medida o disposición que se toma de manera anticipada para evitar que suceda una cosa considerada negativa. Medidas diseñadas para proporcionar protección de carácter permanente ante los desastres, impidiendo la aparición de una catástrofe desencadenante y/o reduciendo su intensidad a fin de evitar que precipite un desastre causando daños, desestructuración y víctimas.
- E. Quebrada:** Define a un desfiladero, abertura o valle estrecho y escarpado que, encajonado, disecta relieves positivos o discurre entre montañas, formando una hondonada profunda cuyas laderas caen abruptamente hacia el fondo.
- F. Riesgo de desastres:** Según el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), define al Riesgo de Desastres como “la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro”
- G. Resiliencia:** Habilidad de un sistema y sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos de un fenómeno extremo, de forma oportuna y eficiente, incluso velando por la conservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas esenciales.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación por su finalidad es Aplicada, de nivel propositivo, porque está orientada a incorporar un elemento de innovación, proponiendo un modelo de gestión de riesgos en la quebrada Del Diablo-Tacna - 2021 en base a la GUÍA METODOLÓGICA PARA ELABORAR EL PLAN DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO del CENEPRED.

3.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de esta Investigación es innovativo, porque tiene el propósito de validar una propuesta de modelo de gestión de riesgo en la quebrada Del Diablo-Tacna 2021 en base a la GUÍA METODOLÓGICA PARA ELABORAR EL PLAN DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO del CENEPRED.

3.2. Población y/o Muestra de Estudio

Población

- Distrito de Alto de la Alianza -Tacna.

Muestra

- La Asociación de Vivienda La Florida
- La Asociación de vivienda AA.HH. El Mirador
- La Asociación Urbanizadora San Pedro

3.3. Operacionalización de Variables

Para el plan de gestión de riesgos de la quebrada Del Diablo-Tacna 2021 se tiene variables dependientes e independientes que se determina de los parámetros de gestión de riesgo.

Para el siguiente proyecto de investigación el diseño que se adoptó es expresado en la siguiente ecuación:

$$Y = f(x)$$

Donde:

Y = Variable dependiente.

X = Variable independiente.

Variable independiente

X = Modelo de gestión de riesgos

Indicadores:

- Riegos.
- Peligro o amenaza.
- Vulnerabilidad.
- Encuestas

Variable dependiente

Y = Prevenir desastres naturales ocasionado por Huayco

Indicadores:

- Evaluación de Daños

3.4. Técnicas e Instrumentos

El instrumento utilizado fue la encuesta, dirigido a un grupo de 30 pobladores de la zona de estudio. La estructura fue diseñada y clasificada según el propósito de la investigación. La encuesta está compuesta por:

1. Datos generales del encuestado: Cuenta con 6 ítems.
2. Conocimiento de la problemática: Determina la existencia del problema. Cuenta con 6 ítems.
3. Percepción de la validez del trabajo de investigación: Determina si la propuesta de un plan de prevención servirá para prevenir desastres naturales ocasionados por huaycos. Cuenta con 2 ítems.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

Una vez obtenidos los datos de la encuesta y los porcentajes procesados en el programa SPSS Statistics Versión 21 de acuerdo a la clasificación del cuestionario (Datos generales del encuestado, conocimiento de la problemática y percepción de la validez del trabajo de investigación), los resultados se plasmaron en tablas y figuras estadísticas, para luego realizar la interpretación de los mismos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados de la Encuesta

El análisis de resultados corresponde al procesamiento de un total de 30 encuestas realizadas de manera presencial a la población de la zona según la siguiente tabla:

Tabla 6. Cantidad de encuestas por Asociación

| Lugar | Muestra |
|--|---------------------|
| <i>Asociación de vivienda La Florida</i> | <i>10 encuestas</i> |
| <i>Asociación de Vivienda Asentamiento Humano El Mirador</i> | <i>10 encuestas</i> |
| <i>Asociación Urbanizadora San Pedro</i> | <i>10 encuestas</i> |
| Total | 30 encuestas |

Fuente: Elaboración Propia

Son encuestas realizadas para dar a conocer el punto de vista de los pobladores relacionado al problema que se presenta en esta investigación, asimismo conocer la opinión frente a los desastres naturales ocasionados por huaycos en la zona y como estos se vieron afectados el pasado febrero del 2020 y el compromiso de las Autoridades con la población.

La estructura y diseño de la presentación de las preguntas se clasificaron en:

1. Datos Generales del encuestado (6 preguntas)
2. Conocimiento del problema (6 preguntas)
3. Percepción sobre una propuesta (2 preguntas)

La presentación de resultados se estructura de la siguiente forma:

- Formulación de la pregunta
- La Tabla y Figura con la frecuencia y porcentaje de respuestas
- Interpretación de datos

4.1.1. Análisis Estadístico sobre Datos Generales del Encuestado

Tabla 7. Cantidad de miembros en la Familia

| Miembros en la Familia | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Menos de 3 | 2 | 6.7 |
| Entre 3 y 5 | 19 | 63.3 |
| Más de 5 | 9 | 30 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

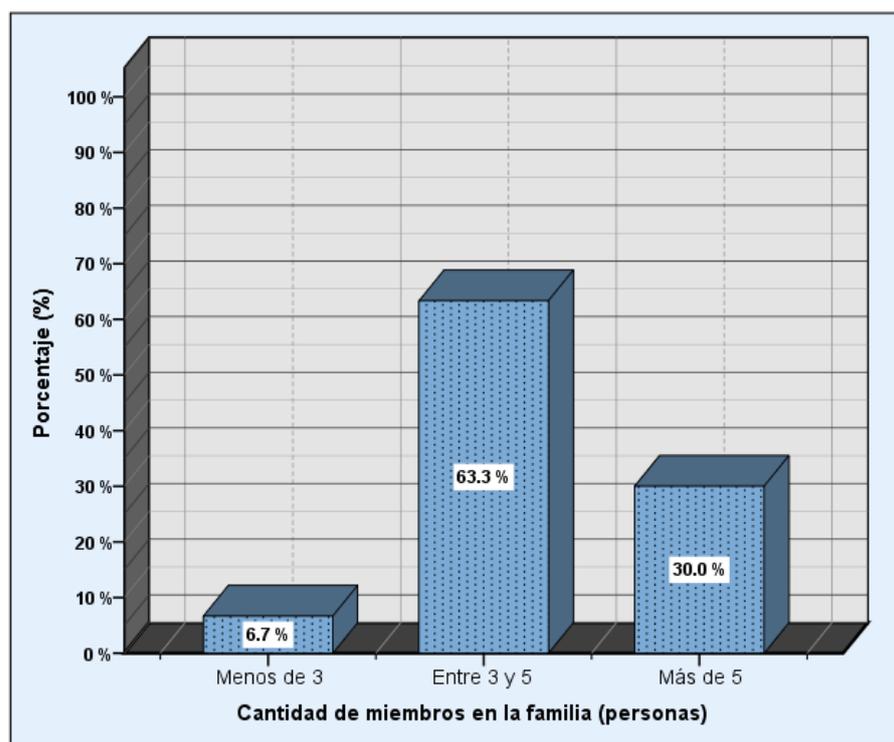


Figura 6. Cantidad de miembros en la Familia

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la *Tabla 7* y la *Figura 6* se muestran los datos de la cantidad de miembros en la familia de los encuestados.

De acuerdo a los datos obtenidos el 6.7 % de miembros de familia en su vivienda es menos de 3 personas y el 63.3% es entre 3 y 5 personas y por último el 30 % tiene más de 5 personas.

Se observa que la mayoría de las viviendas están conformadas entre 3 a 5 personas esto indica que dentro de unos años estas personas tendrán

la necesidad de adquirir una vivienda, esto los llevara a construir más pisos en la misma vivienda o seguir ocupado zonas de alto riesgo. Generando mayor cantidad de damnificados en caso sucediera un desastre natural.

Tabla 8. Antigüedad de Construcción de la Vivienda

| Antigüedad de construcción | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 0 a 5 años | 2 | 6.7 |
| 6 a 10 años | 7 | 23.3 |
| 11 a 15 años | 3 | 10 |
| Más de 15 años | 18 | 60 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

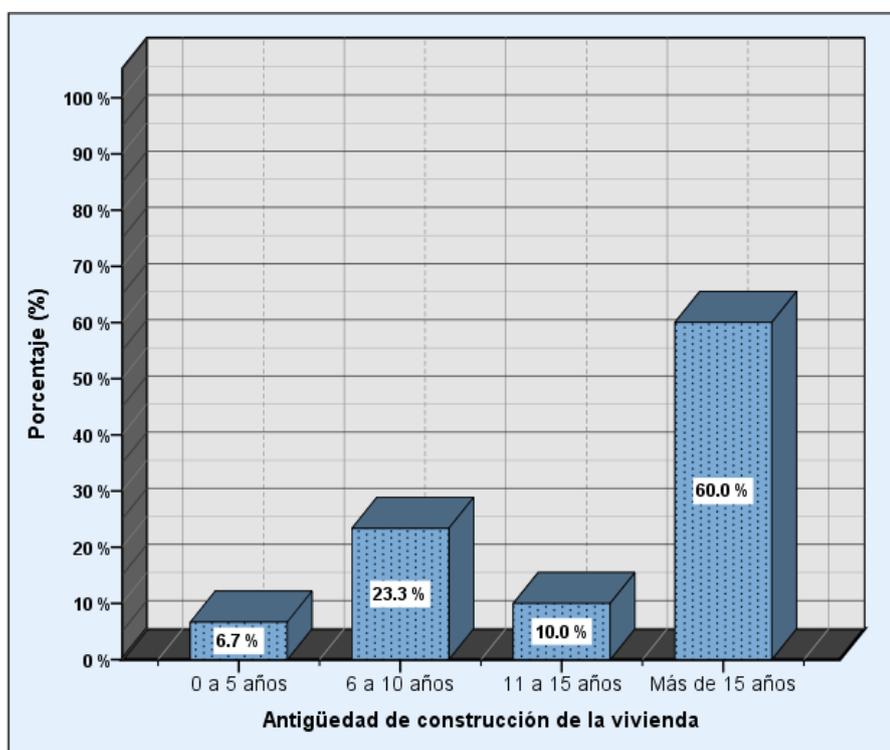


Figura 7. Antigüedad de la Construcción de la Vivienda

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la *Tabla 8* y *Figura 7* se muestra la antigüedad de la construcción que tienen la vivienda de los encuestados.

Según los datos obtenidos se muestra que el 6.7% de las viviendas tiene una antigüedad de construcción entre 0 a 5 años, el 23.3 % de 6 a 10

años, el 10% de 11 a 15 años y el 60 % de viviendas más de 15 años de antigüedad.

Se observa que las viviendas en su mayoría tienen una antigüedad de construcción de hace más de 15 años, esto quiere decir que las personas no fueron consientes al peligro que exponían al construir sus viviendas en una zona de alto de riesgo. Las autoridades no actuaron de manera preventiva para evitar la ocupación de estas zonas de alto riesgo.

Tabla 9. Número de pisos de la Vivienda

| Número de pisos | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 piso | 20 | 66.7 |
| 2 pisos | 8 | 26.7 |
| Más de 2 pisos | 2 | 6.7 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

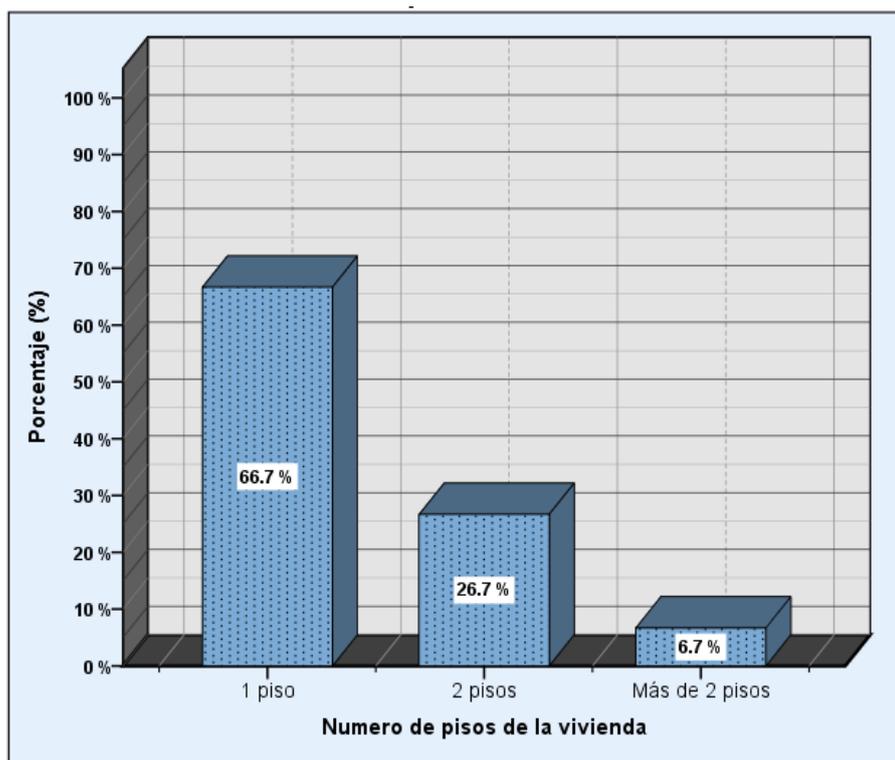


Figura 8. Número de pisos de la Vivienda

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la *Tabla 9* y *Figura 8* se muestra el número de pisos de la vivienda de los encuestados.

Los datos procesados nos muestran que el 66.7% de viviendas que tienen 1 piso, el 26.7 % 2 pisos y el 6.7 % más de dos pisos.

El que la mayoría de las viviendas sean de un piso nos indica que la zona de estudio se encuentra en pleno crecimiento, siendo un asentamiento joven aun, con el pasar de los años estas viviendas tendrán más niveles habitables, en consecuencia, serán más las familias afectadas por un desastre natural.

Tabla 10. Tiempo que vive en la Zona

| Tiempo que vive en la zona | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Entre 1 y 5 años</i> | 2 | 6.7 |
| <i>Entre 5 y 10 años</i> | 6 | 20 |
| <i>Más de 10 años</i> | 22 | 73.3 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

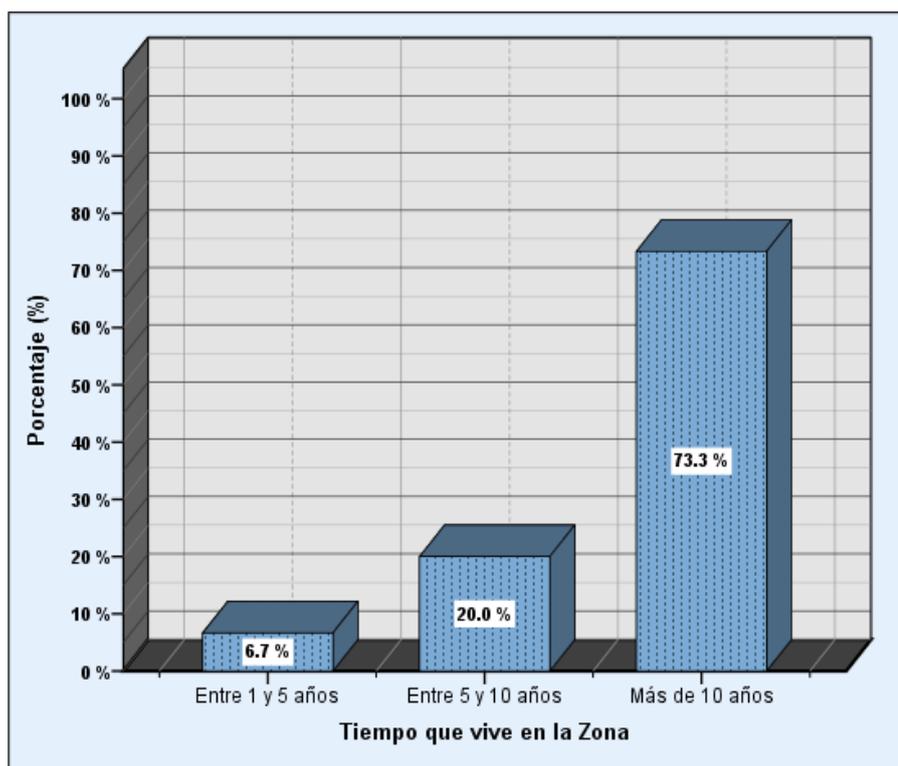


Figura 9. Tiempo que vive en la Zona

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los resultados:

En la Tabla 10 y Figura 9 se muestra el tiempo en años, que tienen viviendo los encuestados en la zona.

Los datos muestran que el 6.7% de las personas que viven en la zona son entre 1 y 5 años, el 20 % entre 5 y 10 años y el 73.3% más de 10 años.

La mayoría de personas viven más de 10 años en la zona, esto demuestra que cuando estas se asentaron no tuvieron conocimiento de los peligros que podrían presentarse, claramente las autoridades no advirtieron a la población que esta era una zona de alto riesgo inhabitable.

Tabla 11. Porcentaje de viviendas propias y alquiladas de la zona

| Vivienda que habita | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Propia</i> | 26 | 86.7 |
| <i>Alquilada</i> | 4 | 13.3 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

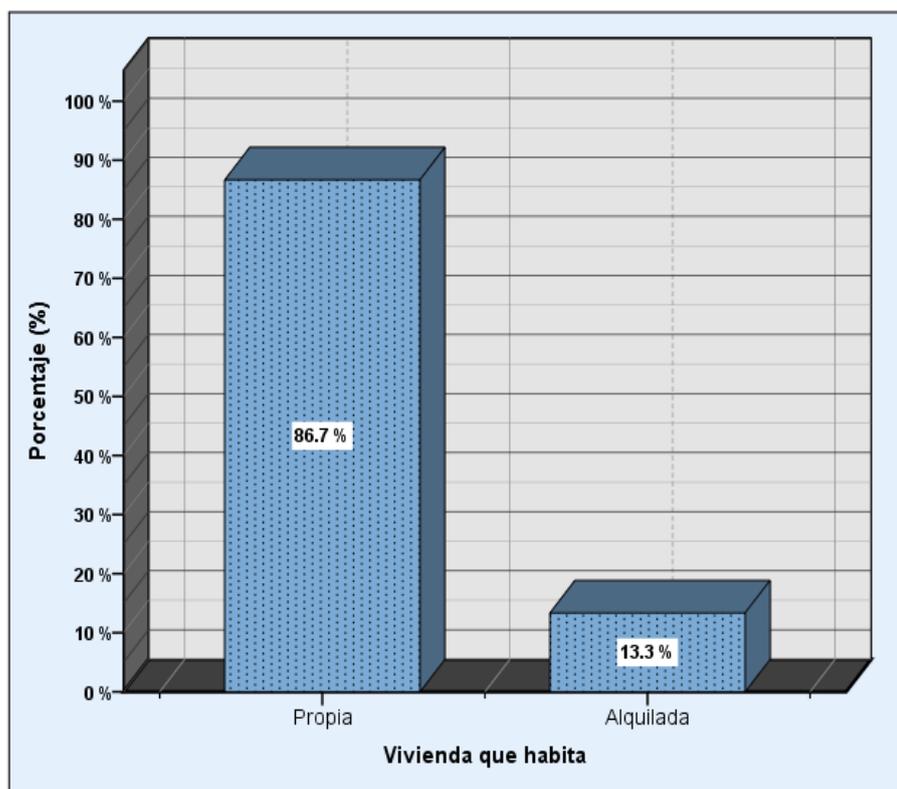


Figura 10. Porcentaje de viviendas propias y alquiladas de la zona

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la Tabla 11 y Figura 10 se muestra el porcentaje de viviendas propias y alquiladas que habitan los encuestados.

Los datos muestran que el 86.7% de viviendas que habitan son propias y el 13.3 % son alquiladas.

Se observa que el gran porcentaje de vivienda son ocupadas por los mismos dueños de la vivienda.

Tabla 12. Material Predominante de las Viviendas

| Material de la Vivienda | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Material Noble</i> | 27 | 90 |
| <i>Material Prefabricado</i> | 1 | 3.3 |
| <i>Otros</i> | 2 | 6.7 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente:Elaboración Propia

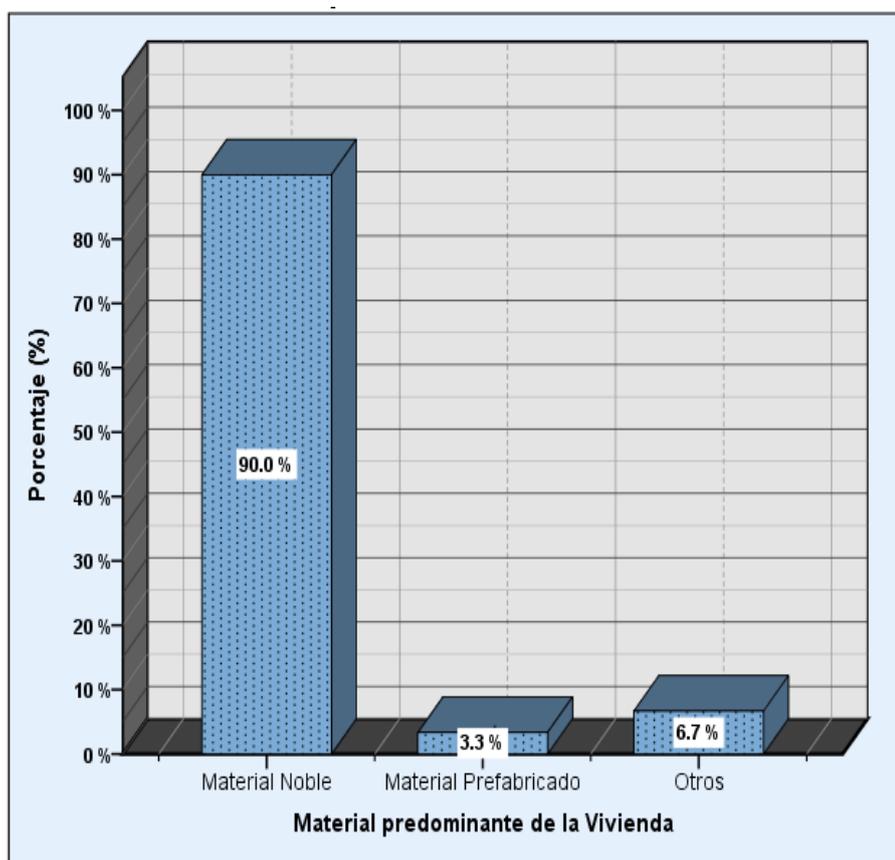


Figura 11. Material predominante de las Viviendas

Fuente:Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la Tabla 12 y Figura 11 se muestra el porcentaje material predominante de las viviendas que habitan los encuestados.

Los datos muestran que el 90% de viviendas son de material noble (concreto armado, albañilería y techo aligerado), el 3.3 % son de material prefabricado (drywall o similar) y el 6.7 % de otros materiales.

La tendencia de la zona es construir con material noble, en su gran mayoría los habitantes poseen una condición económica media, por lo tanto, estas personas no presentarían pobreza extrema.

4.1.2. Análisis Estadístico sobre el Conocimiento del Problema.

Pregunta: ¿Tiene usted conocimiento que la zona es de alto riesgo frente a desastres naturales ocasionado por huaycos?

Tabla 13. Conocimiento que la Zona es de Alto Riesgo

| Conocimiento del peligro | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------------------|------------|----------------|
| Si | 25 | 83.3 |
| No | 5 | 16.7 |

Fuente:Elaboración Propia

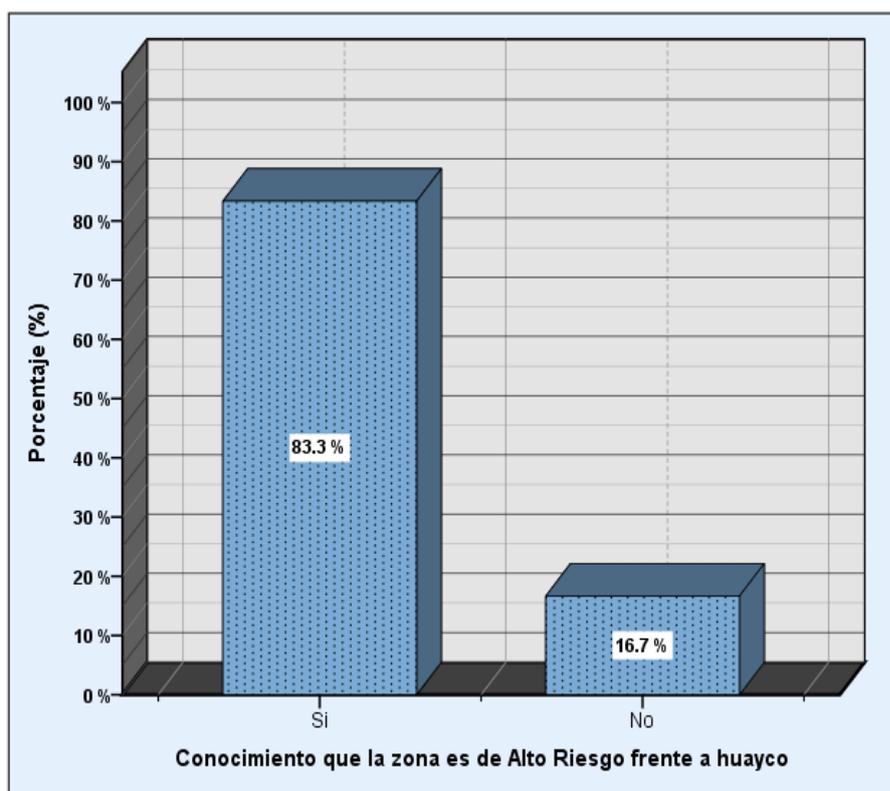


Figura 12. Conocimiento que la zona es de Alto Riesgo frente a huaycos

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la Tabla 13 y Figura 12 se muestra el conocimiento que tiene la población referente al Alto Riesgo frente a huaycos en la zona.

Los datos muestran que el 83.3% de los encuestados responden a un “Si” y el 16.7% un “No” referente al conocimiento de Alto Riesgo de la zona.

Se observa que la mayoría de la población es consiente que viven en una zona de alto riesgo, sin embargo, no están dispuestas a ser reubicadas porque aún no ocurrido un desastre de gran magnitud.

Pregunta: *¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por inundación o huayco?*

Tabla 14. Porcentaje de familias afectadas por huayco

| Afectación por huayco | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Si | 21 | 70 |
| No | 9 | 30 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

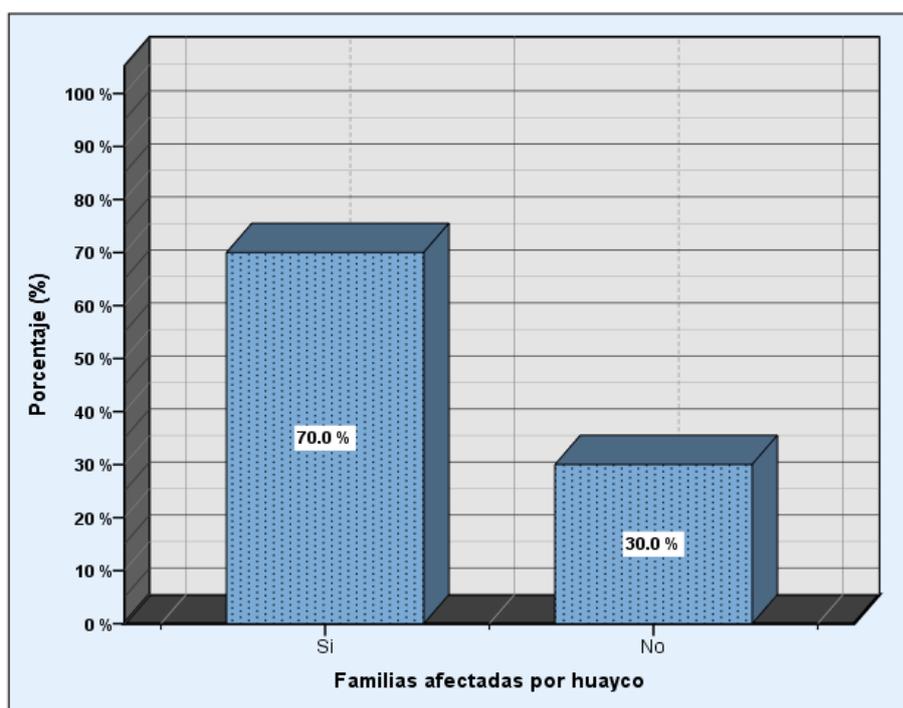


Figura 13. Porcentaje de familias afectadas por huayco

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la *Tabla 14* y *Figura 13* se muestra el porcentaje de familias que fueron afectadas por Huayco en la zona. Los datos muestran en un 70 % los pobladores fueron afectados por el huayco y un 30 % no les afecto.

Las mayorías de las familias afectadas son aquellas que se encuentran en el eje del cauce de la quebrada Del Diablo, y las que no fueron afectadas es porque se encontraban alejadas del eje del cauce. Debido a que la gran mayoría de estas familias fueron afectadas por el huayco es urgente realizar un plan de prevención de riesgos local.

Pregunta: ¿Podría decir qué tipo de afectaciones por huayco tuvo?

Tabla 15. Tipo de afectaciones por huayco

| Tipo de afectación | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|-------------------|-----------------------|
| <i>Inundación de viviendas</i> | 14 | 21.5 |
| <i>Pérdidas Económicas</i> | 10 | 15.4 |
| <i>Derrumbe parcial o total de la vivienda</i> | 6 | 9.2 |
| <i>Humedad en el piso y las paredes</i> | 18 | 27.7 |
| <i>Acumulación de lodo desechos sólidos</i> | 14 | 21.5 |
| <i>otros</i> | 3 | 4.6 |
| Total | 65 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

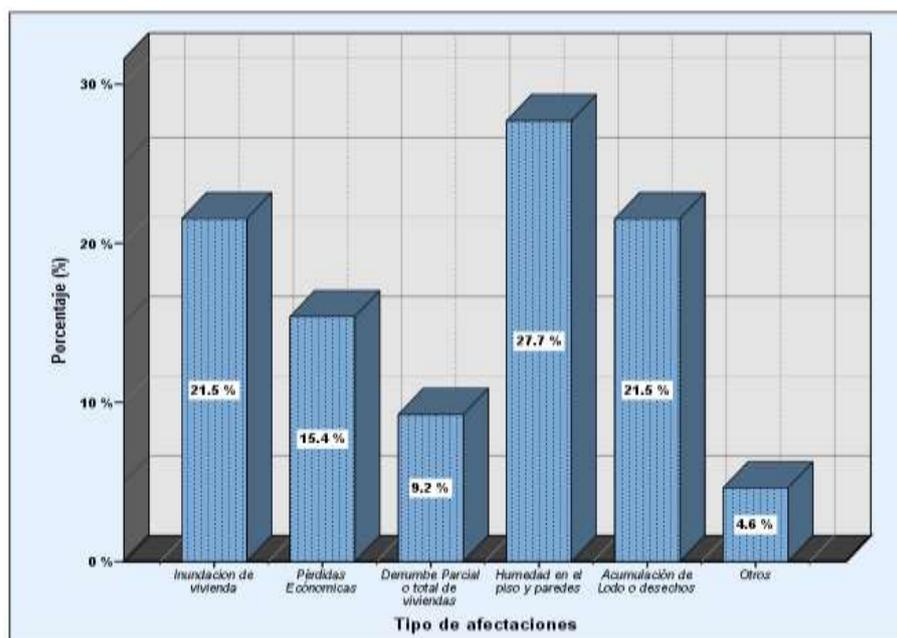


Figura 14. Tipo de afectaciones por huayco

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la Tabla 15 y Figura 14 se muestra el porcentaje del tipo de afectaciones por huayco en la zona de estudio.

Según los datos se muestra que el 21.5% fueron inundaciones, el 15.4% Pérdidas Económicas, el 9.2% Derrumbes, el 27.7% humedad en el piso y paredes, el 21.5% acumulación de lodo y desechos y el 4.6% otros, tales como el asentamiento de las paredes debido a la erosión que provocó el huayco, rajaduras, polvos y malos olores producto del arrastre de desechos sólidos.

En su mayoría las viviendas en un futuro podrían sufrir daños estructurales producto de humedad, inundación, acumulación de lodo y residuos sólidos. Por otro lado, estas circunstancias generan asentamientos de los suelos originando un colapso de las viviendas, por lo tanto, cuantiosas pérdidas económicas, así como también enfermedades por el arrastre de los residuos.

Pregunta: ¿Los pobladores han recibido algún tipo de orientación o capacitación por parte de autoridades referente a prevención de riesgos?

Tabla 16. Porcentaje de población capacitada y orientada por Autoridades

| Capacitación | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| Si | 5 | 16.7 |
| No | 25 | 83.3 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

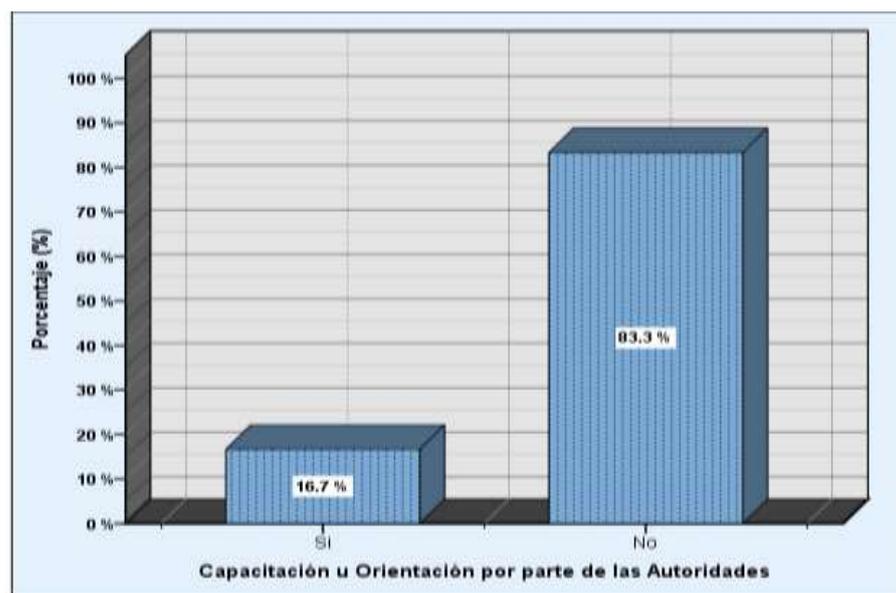


Figura 15. Porcentaje de población capacitada y orientada

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la Tabla 16 y Figura 15 se muestra el porcentaje de población que fueron capacitados y orientados por parte de las Autoridades.

Según los datos de la muestra el 16.7 % respondieron que si recibieron capacitación por parte de las autoridades mientras que un 83.3% de la población no recibió capacitación ni orientación.

Se observa que la gran mayoría de personas necesitan ser capacitados y orientados por parte de las autoridades pertinentes frente a temas de desastres naturales ocasionados por huaycos u otros.

Pregunta: ¿Tienen conocimiento de zonas seguras a donde pueda acudir la población del sector en caso de emergencia (huaycos, inundaciones, sismos)?

Tabla 17. Conocimiento de zonas seguras por la Población

| Conocimiento de zonas Seguras por la población en caso de desastres Naturales | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|-------------------|-----------------------|
| Si | 18 | 60 |
| No | 12 | 40 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

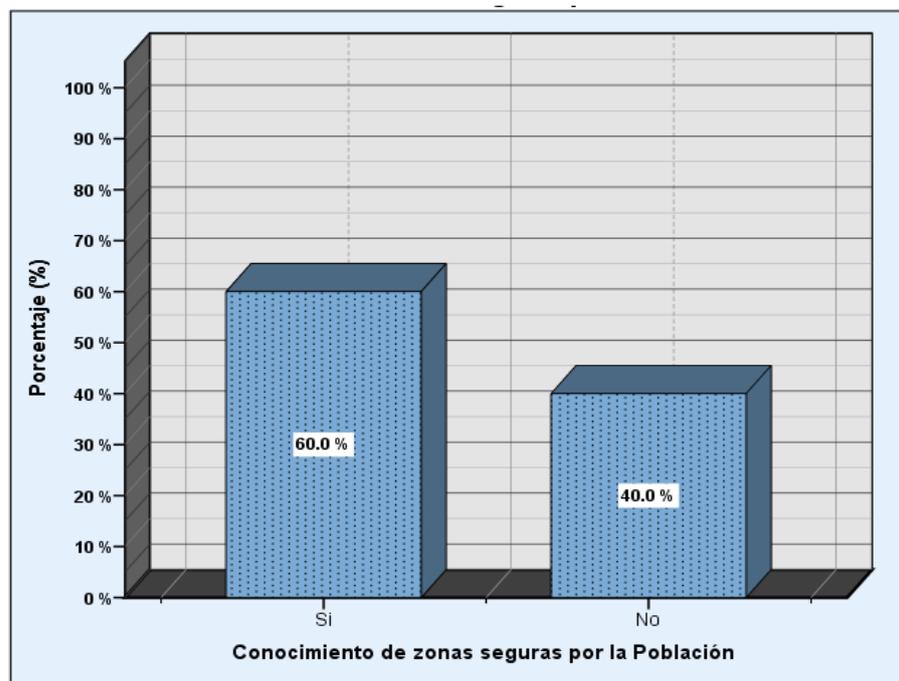


Figura 16. Conocimiento de zonas seguras por la población

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la *Tabla 17* y *Figura 16* se muestra el porcentaje de los encuestados que tienen y no tienen conocimiento de zonas seguras.

Según los datos se muestra que un 60% tiene conocimiento, mientras que el 40% no lo tienen.

A pesar que en la zona no existe zonas seguras establecidas, el instinto de supervivencia hace que estas personas vean como zona segura las partes altas como por ejemplo la ladera de la quebrada Del Diablo

Comentario: Los pobladores de la zona comentan que; “la zona segura es subir al cerro”

Pregunta: ¿Sabe si alguna autoridad gubernamental ha planteado una solución para las personas que viven en la quebrada del diablo?

Tabla 18. Porcentaje de Solución planteada por parte de las Autoridades

| Solución planteada | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|
| Si | 5 | 16.7 |
| No | 25 | 83.3 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

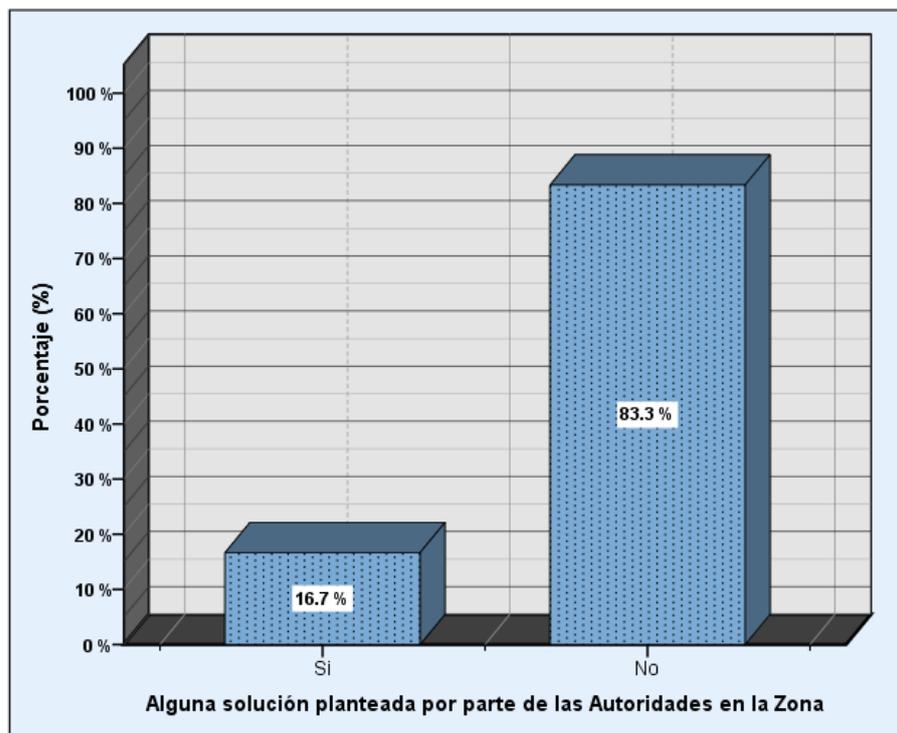


Figura 17. Porcentaje de Solución planteada

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la *Tabla 18* y *Figura 17* se muestra el porcentaje de los encuestados que comentan sobre si se ha planteado una solución para las personas que viven en la Zona de la quebrada del Diablo. Según los datos se muestra que un 16.7% si tiene conocimiento, mientras que el 83.3% no lo tienen.

Se observa que gran cantidad de la población no tiene conocimiento sobre una solución planteada por parte de las autoridades, esto refleja el abandono de las autoridades de la municipalidad del Alto de la Alianza.

Comentario: Los pobladores de la zona que si tienen conocimiento sobre una solución comentan que; “Las autoridades les prometieron realizar la reubicación de la Asoc. El Mirador y el desvió del cauce sin embargo hasta la actualidad no lo hacen realidad y se sienten en abandono”

4.1.3. Análisis Estadístico sobre Percepción de una Propuesta

Pregunta: ¿Está de acuerdo que se realice un Plan de Contingencia para Prevención de Desastres por huaycos?

Tabla 19. Porcentaje de Realización de un Plan de Contingencia

| Realización de un Plan | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Si | 30 | 100 |
| No | 0 | 0 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia



Figura 18. Porcentaje de Realización de un Plan de Contingencia

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la Tabla 19 y Figura 18 se muestra el porcentaje de percepción de los encuestados frente a la realización de un plan de contingencia para la prevención de desastres por huaycos.

De los datos se obtuvo que el 100 % respondió a un “sí”, esto significa que están de acuerdo que se realice un plan.

En su totalidad la población de la zona de estudio tiene predisposición para que se implemente un plan de contingencia para la prevención de desastres ocasionados por huaycos.

Pregunta: *¿Considera Ud. Necesario que las Autoridades apoyen a los pobladores de la Zona frente a los desastres por huaycos?*

Tabla 20. Apoyo de las Autoridades la población frente a desastres por huayco

| Apoyo de Autoridades | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Si</i> | 30 | 100 |
| <i>No</i> | 0 | 0 |
| Total | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

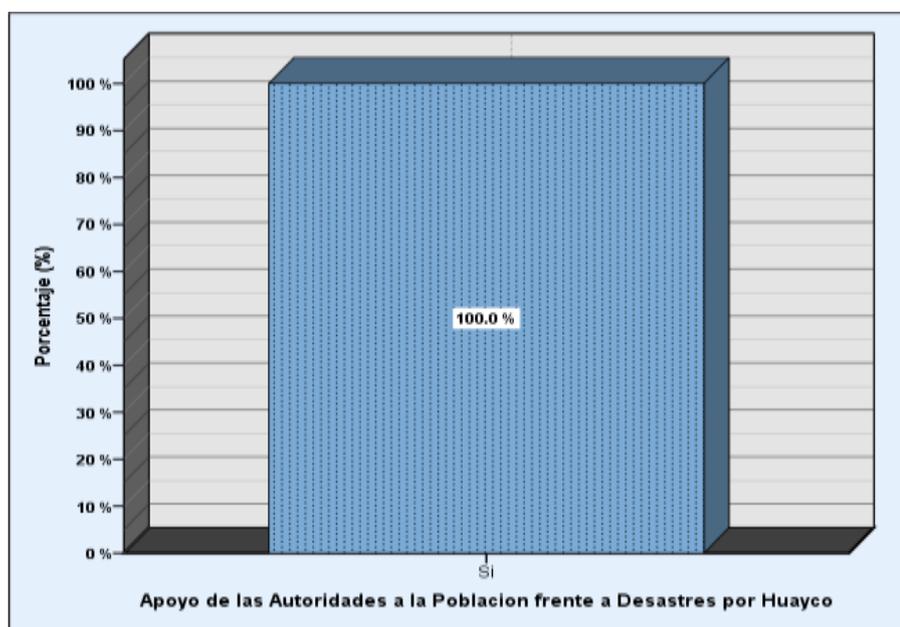


Figura 19. Apoyo de las Autoridades la población frente a desastres por huayco

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

En la Tabla 20 y Figura 19 se muestra como los encuestados están a favor que las autoridades brinden apoyo frente a los desastres por huaycos en la zona.

De los datos se obtuvo que el 100 % respondió a un “sí”, esto significa que están de acuerdo que los principales responsables en plantear una solución a esta problemática son las autoridades.

Comentario: Los pobladores de la zona comentan que; “las autoridades cumplan y actúen en el instante que ocurren los desastres ya que el pasado desastre ocurrido tardaron demasiado en brindarles apoyo”

4.1.4. Síntesis del Análisis Estadístico.**a) De la Información General de los Encuestados.**

La población de la zona de estudio se encuentra en pleno crecimiento, la tendencia es de construir más pisos siendo, pues la mayoría tiene construida solo primer piso. La antigüedad de las viviendas es mayor a 15 años, cuando empezaron a ocupar esta zona las autoridades no les advirtieron que era una zona de alto riesgo. Los pobladores poseen medios económicos suficientes para la construcción de viviendas de material noble.

b) Del Conocimiento del Problema

La mayoría de la población es consciente de habitar una zona de alto riesgo, teniendo diferentes tipos de afectaciones, que comprometen la integridad de la estructura de sus viviendas. Las autoridades no brindaron capacitación u orientación acerca de la problemática que afecta la zona, sin embargo, tienen la intuición de huir a la parte alta de los cerros en caso sucediera un desastre.

c) Percepción de la Propuesta

La totalidad de la población está de acuerdo en la implementación de un plan de contingencia para la prevención de desastres naturales ocasionados por huaycos y que las autoridades tienen la obligación de implementar estos planes de contingencia.

4.2. Evaluación de riesgo ante huaycos en la quebrada Del Diablo

4.2.1. Caracterización de la zona de estudio

El sector de la quebrada Del Diablo perteneciente al distrito de Alto de la Alianza, provincia de Tacna se encuentra ubicado en la zona nor-oeste de la ciudad. El acceso al área de estudio se realiza por vía terrestre; la vía de circunvalación norte, y aérea.

La quebrada Del Diablo está ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud: 17°59'51.51"S
- Longitud: 70°15'56.51"O

Para acceder a la quebrada Del Diablo, desde el paseo cívico de Tacna se emplea una ruta de 3.3 km hasta la plaza la Florida, de la plaza la Florida a la zona de estudio la quebrada Del Diablo son unos 300 metros.

En la Figura 20 se muestra una vista panorámica del sector donde se observa la construcción de viviendas, la expansión urbana, derrumbes en forma de canchales de detritos y caída de rocas en ambas márgenes. En caso de sismo, las viviendas que se encuentran en el eje del cauce pueden ser afectadas y colapsar por estar edificadas sobre depósitos de relleno (poco o nada compactados).

Por las condiciones geodinámicas que se presentan en la zona, como son escarpas irregulares, y probables flujos en caso de lluvias excepcionales; esta zona es considerada como ZONA CRITICA POR FLUJO DE LODO y de PELIGRO ALTO según (INGEMMET 2016). En la Figura 21 se muestra el mapa de delimitación de la zona la quebrada Del Diablo que comprende las asociaciones de vivienda la Florida, El Mirador y San Pedro que se encuentran ubicada en pleno cauce, esto aumenta la vulnerabilidad a varios tipos de peligro de movimientos en masa, principalmente flujos de lodo.



Figura 20. Quebrada Del Diablo – Tacna

Fuente: Prensa Regional



Figura 21. Delimitación de la Zona Quebrada Del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

El 21 de febrero del 2020, el distrito Alto de la Alianza fue afectado por un flujo de lodo que descendió por la quebrada Del Diablo ocasionando huaicos y aniego, afectando a la vida y salud, viviendas, vías de comunicación, locales públicos, institución educativa, establecimiento de salud y servicios básicos. De los cuales, incluyendo el sector de la quebrada Del Diablo, 172 familias fueron afectadas, 51 familias Damnificadas con 2 personas fallecidas, 01 comisarías afectadas, en cuanto a servicios básicos como la energía eléctrica

básica ocasionado por la entrada del huayco en el pasado 21 de febrero del 2020. Ver Figura 22.

Actualizado al 23 de febrero de 2020, a las 10:40 horas

| UBICACIÓN | VIDA Y SALUD | | | | VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|------------------|---------------------|------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------|
| | FAMILIAS AFECTADAS | FAMILIAS DAMNIFICADAS | PERSONAS HERIDAS | PERSONAS FALLECIDAS | VIVIENDAS AFECTADAS | VIVIENDAS INHABITABLES | VIVIENDA DESTRUIDA | LOCALES PÚBLICOS AFECTADOS (*) | COMISARIAS AFECTADAS |
| DPTO. TACNA | 2.148 | 260 | 23 | 3 | 2.148 | 749 | 1 | 3 | 8 |
| PROV. TACNA | 2.001 | 222 | 21 | 3 | 2.001 | 221 | 1 | 3 | 8 |
| DIST. TACNA | 271 | 134 | 23 | 1 | 271 | 134 | | 3 | 5 |
| DIST. ALTO DE LA ALIANZA | 172 | 51 | | 2 | 172 | 51 | | | 1 |
| DIST. CIUDAD NUEVA | 50 | 20 | | | 50 | 20 | | | |
| DIST. CALANA | 135 | 6 | | | 135 | 6 | | | |
| DIST. SAMA | 3 | | | | 3 | | | | |
| DIST. PACHA | 450 | 10 | | | 450 | | | | |
| DIST. POCOLLAY | 800 | 10 | | | 800 | 10 | | | 1 |
| DIST. GREGORIO ALBARRACIN | 20 | 1 | | | 20 | | 1 | | |
| PROV. JORGE BASADRE | 145 | 28 | | | 145 | 28 | | | |
| DIST. ILARAYA | 145 | 28 | | | 145 | 28 | | | |

| UBICACIÓN | VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS | | TRANSPORTE Y COMUNICACIONES | | SERVICIOS BÁSICOS | |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | CENTRO DE SALUD AFECTADO (**) | INSTITUCIÓN EDUCATIVA AFECTADA (***) | CARRETERA AFECTADA (iv) | TERMINAL TERRESTRE AFECTADO (****) | DESAGUE AFECTADO (%) | ENERGÍA ELÉCTRICA AFECTADA (%) |
| DPTO. TACNA | | | | | | |
| PROV. TACNA | 6 | 2 | | 2 | | |
| DIST. TACNA | 4 | 2 | x | 2 | x | |
| DIST. ALTO DE LA ALIANZA | | | | | | x |
| DIST. CIUDAD NUEVA | | | | | | |
| DIST. POCOLLAY | 1 | | | | | |
| DIST. CHL. GREGORIO ALBARRACIN | 1 | | | | | |

Nota: En proceso de evaluación.
 1 persona fallecida por un paro cardíaco por la impresión de la emergencia.
 (*) Centros integrales de atención infantil (La Florida, La Victoria y La Joya).
 (**) Tacna (C.S. Natividad, C.S. San Francisco, C.S. Bolognesi y C.S. Leguía) y Pocolay (C.S. Pocolay).
 (***) IE Modesto Basadre e IE Nuestros Héroes de la Guerra del Pacífico.
 (****) Terminal Terrestre Bolognesi y Terminal Terrestre Manuel A. Odría.

Figura 22. Reporte de evaluación de Daños

Fuente: centro de Operaciones de Emergencia Nacional

En las Figura 23 y Figura 24 se muestra la huella del paso del huayco por la quebrada y el daño que ocasionó a su paso.



Figura 23. Paso del Huayco - Quebrada Del Diablo

Fuente: Andina Agencia Peruana de Noticias



Figura 24. Daños causados por el huayco de febrero del 2020

Fuente: Diario La Republica

4.2.2. Visita al sitio de estudio y Levantamiento de Información

Con fecha 28 de diciembre del 2020 se visitó la zona de la quebrada Del Diablo se accedió por la vía Circunvalación Norte llegando a la calle Los Lirios y plaza de La Florida llegando al AA.HH. El mirador, recorriendo toda la ladera y aguas arriba. A pesar que la población tiene conocimiento que se encuentran en una zona de alto riesgo, estas siguen con la tendencia de aumentar los niveles de sus viviendas. Ver la Figura 25



Figura 25. Construcción de viviendas en Zona de Peligro

Fuente: Elaboración Propia

En la parte superior izquierda de la quebrada se observó gran cantidad de residuos sólidos depositados, contribuyendo a la contaminación del ambiente.

En febrero del 2020 producto de la entrada del huayco este depósito fue arrastrado por el flujo que contaminaron las calles afectadas de la ciudad, esta situación podría volverse a repetir si es que ocurriera una avenida.



Figura 26. Relleno Sanitario en la quebrada Del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

La parte baja de este relleno sanitario se asentó, siendo este un peligro para la zona. Es muy probable que con algunos movimientos telúricos y por la infiltración de agua de las lluvias este montículo caiga al lecho de la quebrada Del Diablo originando contaminación y enfermedades en la población. En las Figuras 27 y Figura 28 podemos observar el asentamiento del relleno sanitario.



Figura 27. Vista del Asentamiento del Relleno Sanitario

Fuente: Elaboración Propia



Figura 28. Asentamiento del Relleno Sanitario - Quebrada del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

El desprendimiento y deslizamiento de rocas en la zona es continuo frente a cualquier evento sísmico o desastres naturales, las zonas más críticas se ubican en el AA.HH. El Mirador.



Figura 29. Desprendimiento de Rocas el AA.HH. El Mirador

Fuente: Elaboración Propia



Figura 30. Deslizamiento de Rocas en la AA.HH. El Mirador

Fuente: Elaboración Propia

La zona de descarga de la quebrada del diablo se observó que está conformada por roca firme, y aguas más arriba de ella existe desprendimiento de rocas.



Figura 31. Zona de descarga de la Quebrada del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

Aguas arriba de la zona de descarga se observó el efecto que se produjo por el huayco de febrero del 2020, se observó arrastre de residuos sólidos provenientes del botadero municipal ubicado en el cerro Intiorko en el KM 38+000 tramo Tacna –Tarata.



Figura 32. Arrastre de basura por huayco de febrero del 2020

Fuente: Elaboración Propia



Figura 33. Presencia de basura por huayco de febrero del 2020

Fuente: Elaboración Propia

El huayco del 2020 ocasionó desprendimiento de rocas a lo largo de la ladera, generando la socavación del terreno, la erosión de la cuenca, convirtiéndola en una zona de alto riesgo, ya que esta partícula frente a otro evento de huayco causaría mucho daño a la población que vive aguas abajo.



Figura 34. Arrastre de rocas por Huayco - Quebrada Del Diablo

Fuente: Elaboración Propia



Figura 35. Arrastre de rocas Por huayco - Quebrada del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

En el cauce de la quebrada Del Diablo, podemos observar la existencia de abundante material suelto como arenas y bloques que fueron originados por descomposición de las rocas o procesos de erosión de ladera. La avenida de un huayco arrastraría todo este material aumentando su poder destructivo.

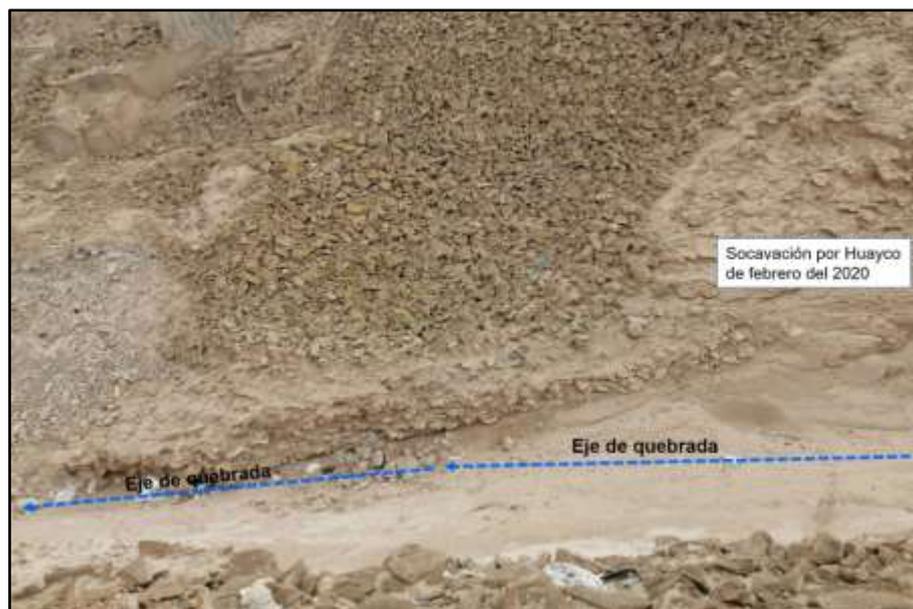


Figura 36. Socavación de la Quebrada del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

En las siguientes Figuras 37 y 38 se observa las huellas del paso del huayco de febrero del 2020 en las rocas que se encuentran a los laterales de la quebrada.

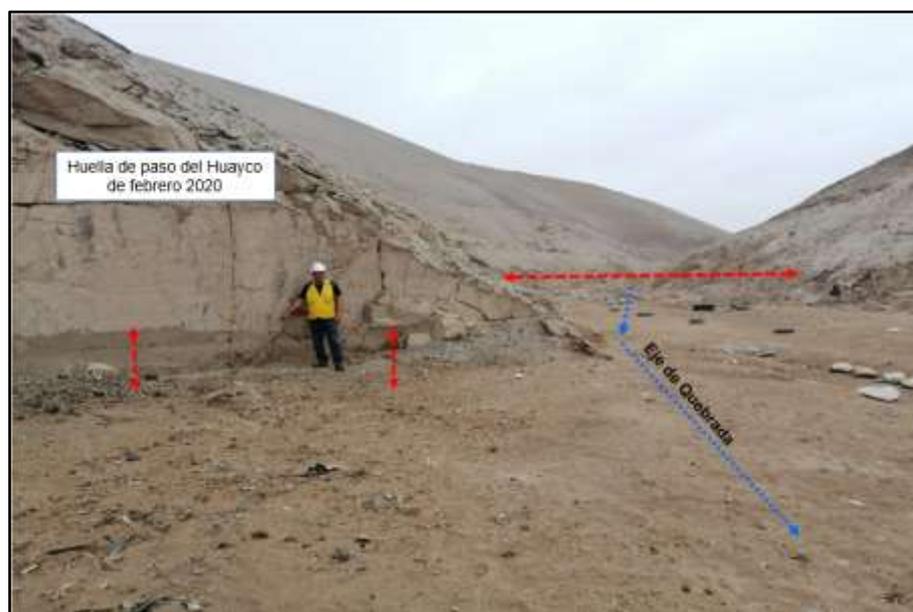


Figura 37. Huella de paso del huayco de febrero del 2020

Fuente: Elaboración Propia

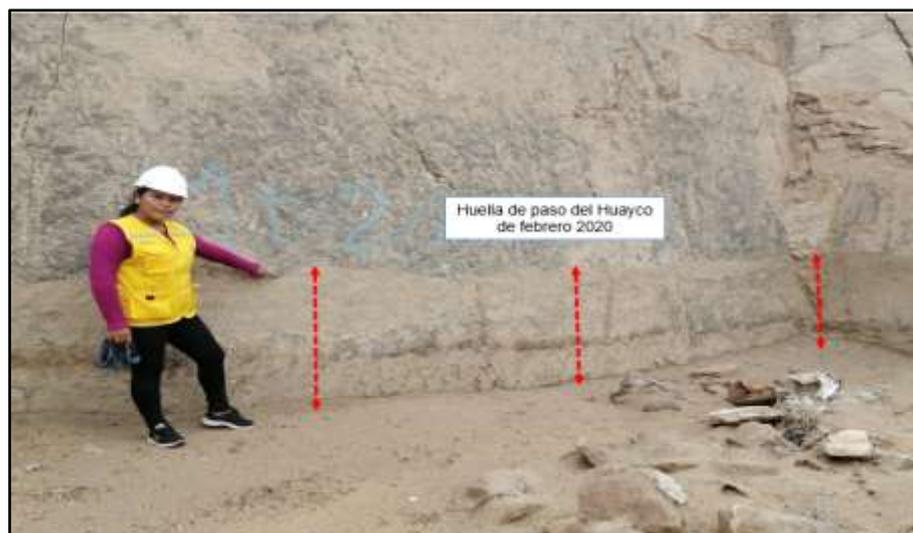


Figura 38. Huella de paso del huayco de febrero del 2020

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Tipología de las viviendas Construidas en la Zona

Durante las visitas de reconocimiento que se hicieron a la zona, se pudieron observar diferentes tipologías de viviendas. Casi en su totalidad de las viviendas carecen a de apoyo técnico y profesional, la mayoría por no decir en su totalidad fueron hechas por autoconstrucción sin ningún tipo de apoyo profesional, se detallas a continuación:

- **Edificaciones sobre depósitos de relleno.**



Figura 39. Edificaciones Sobre Relleno - Asoc. San Pedro

Fuente: Elaboración Propia

- **Edificaciones en la ladera de la quebrada.**



Figura 40. Edificaciones en plena Ladera - Asoc. La Florida

Fuente: Elaboración Propia



Figura 41. Edificaciones en ladera - Quebrada del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

- **Edificaciones en el eje principal del cauce.**



Figura 42. Edificaciones en eje Principal del Cauce

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Viviendas y Habitantes en todo el eje del cauce

| Edificaciones en eje de cauce | |
|--------------------------------------|-----|
| NUMERO DE VIVIENDAS | 214 |
| HABITANTES | 846 |

Fuente: Elaboración Propia

▪ **Edificaciones en la desembocadura de la quebrada**



Figura 43. Edificaciones precarias en plena desembocadura

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Edificaciones en la Desembocadura de la quebrada Del Diablo

| Edificaciones en la Desembocadura de la quebrada Del Diablo | |
|--|----|
| NUMERO DE VIVIENDAS | 27 |
| HABITANTES | 66 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4. Evaluación de Peligros

Si bien los peligros que se presentan más a menudo en la quebrada Del Diablo son los sismos, en esta tesis nos avocaremos a analizar un peligro en concreto que es el Movimiento en Masa más conocido como huayco, ya que este peligro representa más riesgo a la población de la Asociación. AA.HH. El Mirador, la Asociación de vivienda La Florida, y parte de la asociación urbanística de San Pedro, debido a su intensidad y su frecuencia, pues el cambio climático está haciendo que las lluvias sean más intensas, más periódicas y con más duración.

a. Movimiento en masa – Huayco

El huayco es el principal peligro que se presenta en la quebrada Del Diablo, pues esta área es muy susceptible a la generación de Movimiento en masa. Los procesos dinámicos que generan material suelto en la cuenca son:

- La meteorización
- Procesos de erosión de ladera.

Estos dos procesos son la fuente principal de aporte natural de material suelto hacia el cauce de la quebrada. (INGEMMET, 2020)

En la *Figura 44*, se puede observar el esquema de generación de flujo en la quebrada Del Diablo.

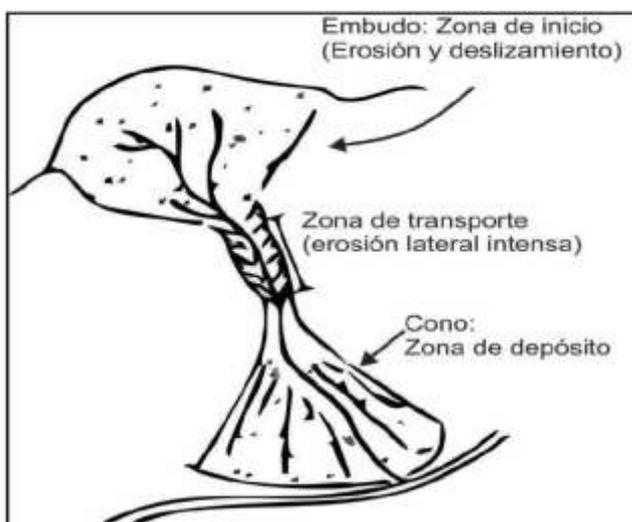


Figura 44. Esquema de Generación de flujo en la Quebrada

Fuente: INGEMMET

Por lo general los flujos canalizados como los de la quebrada del diablo buscan retomar su lecho natural, el potencial destructivo de este depende de su velocidad y la altura alcanzada por el material arrastrado.

Luque G. y Gómez D. (2016) concluye que la zona de la Florida, por las condiciones geodinámicas que se presentan, como escarpas irregulares y probables flujos en caso de lluvias excepcionales; la quebrada Del Diablo es considerada de PELIGRO ALTO.

| 30. Asociación de vivienda La Florida (Alto de la Alianza) | | |
|---|--|---|
| <p>Área sujeta a huaicos*, caída de rocas y derrumbes. Huaico excepcional en la quebrada del Diablo, con lluvias excepcionales puede afectar a viviendas de la Asoc. de Vivienda La Florida. Con presencia de calda de rocas y derrumbes en la margen izquierda de la quebrada. En caso de un sismo, las viviendas que se encuentran al pie de las laderas de los cerros La Cripta pueden ser afectadas, así como poder colapsar por estar edificadas sobre depósitos de relleno (poco o nada compactados). En la margen derecha se ubica un antiguo botadero de basura abandonado que genera derrumbes y aporta material al cauce, además de poner en riesgo la salud de sus habitantes.</p> | <p>Con lluvias excepcionales puede afectar viviendas del sector La Florida, aguas arriba puede afectar tramo de carretera Tacna-Tarata</p> | <p>Limpieza y encauzamiento del cauce de la quebrada. Delimitar la franja marginal de la quebrada; así como prohibir la construcción de viviendas dentro de la faja marginal de las quebradas. Reubicar viviendas que se encuentran dentro de la faja marginal de la quebrada. Construir defensa Ribereña. Reubicación del botadero de basura. Es necesario que las municipalidades hagan programas de sensibilización para impedir que siga la propagación de asentamientos humanos hacia las laderas de los cerros y cauces de quebradas secas.</p> |

Figura 45. Zonas críticas en la región de Tacna

Fuente: INGEMMET 2016

La quebrada Del Diablo posee una cuenca amplia de recepción amplia, presenta laderas con pendientes que varían entre 40° a 50°. En muchos sectores se observó desmonte rellenando el cauce de la quebrada, en la zona también está ubicado el antiguo botadero de basura municipal. (INGEMMET, 2020)



Figura 46. Quebrada del Diablo

Fuente INGEMMET

La disponibilidad de material de suelos arenosos adosados en las laderas de la quebrada en la cuenca media, la actividad antropogénica en cuenca baja, además de la carencia de un canal que drene las aguas provenientes desde la parte alta de la quebrada Del Diablo, la califica como zona de Peligro Alto, frente a ocurrencias de flujos de lodo. (INGEMMET, 2020)

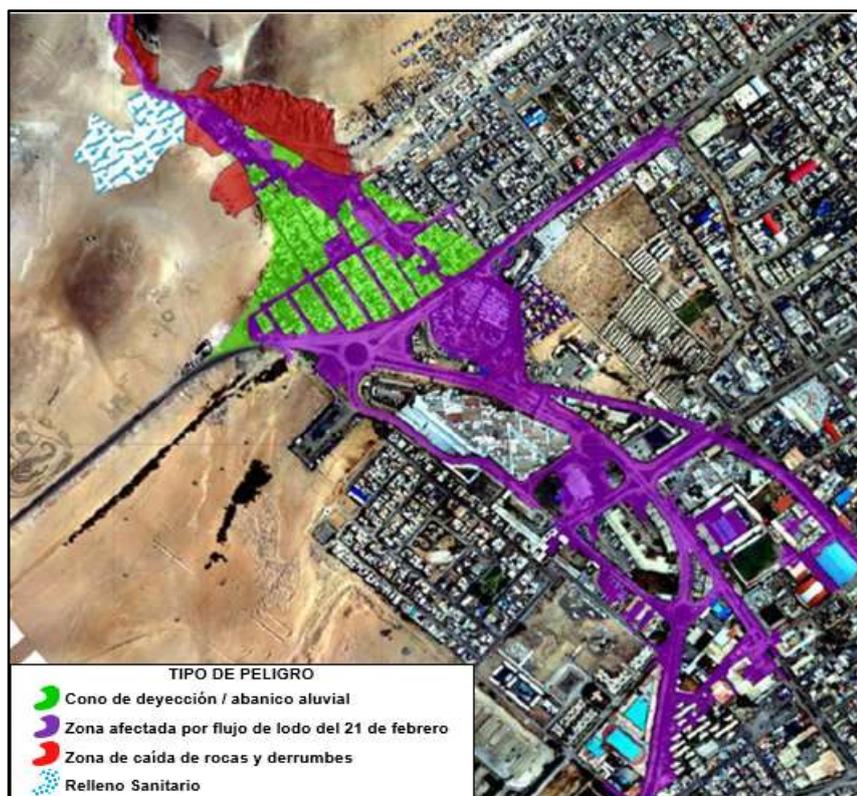


Figura 47. Mapa de Inundación del huayco de febrero del 2020

Fuente: INGEMMET

4.2.5. Cálculo de nivel de peligro

Para realizar el cálculo de nivel de peligro nos basaremos en la matriz del INDECI.

Tabla 23. Matriz de Cálculo de nivel de Peligro

| ESTRATO/NIVEL | DESCRIPCION O CARACTERISTICAS | VALOR |
|---------------------------|---|--------------------|
| PB (Peligro Bajo) | Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compactado y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc. Distancia mayor a 500 m. desde el lugar de peligro tecnológico. | 1 < de 25% |
| PM (Peligro Medio) | Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico. | 2 De 26% a 50% |
| PA (Peligro Alto) | Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300m. desde el lugar del peligro tecnológico. | 3 De 51% a 75% |
| PMA (Peligro Muy Alto) | Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo ("lloclla"). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectadas por flujos de lodo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones. Menor de 150 m. desde el lugar del peligro tecnológico. | 4 De 76% a 100% |

Fuente: INDECI

En la Tabla 23 proporcionada por INDECI, la zona de estudio se encontraría en un peligro muy alto. Pues la zona de la quebrada Del Diablo se encuentra un sector amenazado por flujos de lodo, es un sector amenazado por deslizamientos e inundaciones como se observa en la Figura 47.

El otro peligro que concurre en esta zona es el de avenidas de grandes caudales ante un evento hidrológico extremo, al estar ubicada en pleno cauce de la quebrada Del Diablo, por donde ya discurrieron históricamente flujos de barro el siglo pasado. En cuanto a los peligros antrópicos la ubicación del botadero municipal considerado como peligro muy alto. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA, 2015).

A. Cambio Climático

El calentamiento global es el aumento de la temperatura en nuestro planeta. Durante el último siglo, la temperatura promedio en todo el mundo ha aumentado 0.74 °C. Desde el 2000, se ha tenido 15 de los 16 años más calurosos en los registros instrumentales de la temperatura global desde 1880. (PUCP, 2014)

Un factor que potencia la amenaza o peligro es el cambio climático, pues en los últimos años está produciendo alteraciones en el comportamiento del clima a nivel mundial, y sus efectos ya tienen fuertes repercusiones tanto económicas como sociales, el Perú es un territorio que no escapa a esta realidad. En los próximos años, se espera que las condiciones meteorológicas sean cada vez menos predecibles y es probable que los eventos extremos sean más intensos y frecuentes.

En la ciudad de Tacna las lluvias son escasas, lo que contribuye a la formación del paisaje desértico en la franja costera. Pero en los últimos años debido al cambio climático se perciben lluvias más frecuentes en la ciudad de Tacna en los meses de verano diciembre enero febrero y marzo, normalmente estas lluvias son frecuentes en la parte altoandina y estas provocan la activación de las quebradas en la costa, es por ello que la zona de la quebrada Del Diablo es una zona de PELIGRO MUY ALTO.



Figura 48. Vivienda destruida en la Mz. D del AA.HH. El Mirador

Fuente: Elaboración Propia

B. Lluvias excepcionales febrero del 2020

En febrero del 2020 sucedieron lluvias excepcionales en el departamento de Tacna, lo cual llama mucha la atención ya que este fenómeno no es algo habitual en esta parte del Perú, se registraron un promedio de lluvia 25mm/día. Este fenómeno se llevó a cabo durante varios días, este tuvo como consecuencia la saturación del suelo que propicio la avenida del huayco en la quebrada Del Diablo.

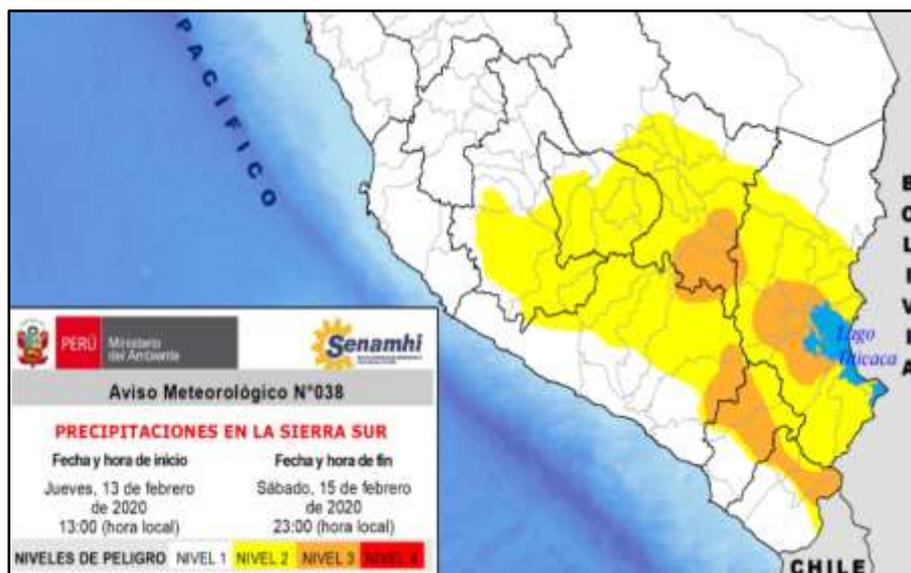


Figura 49. Aviso N°38 SENAMHI 13 de febrero del 2020

Fuente: SENAMHI

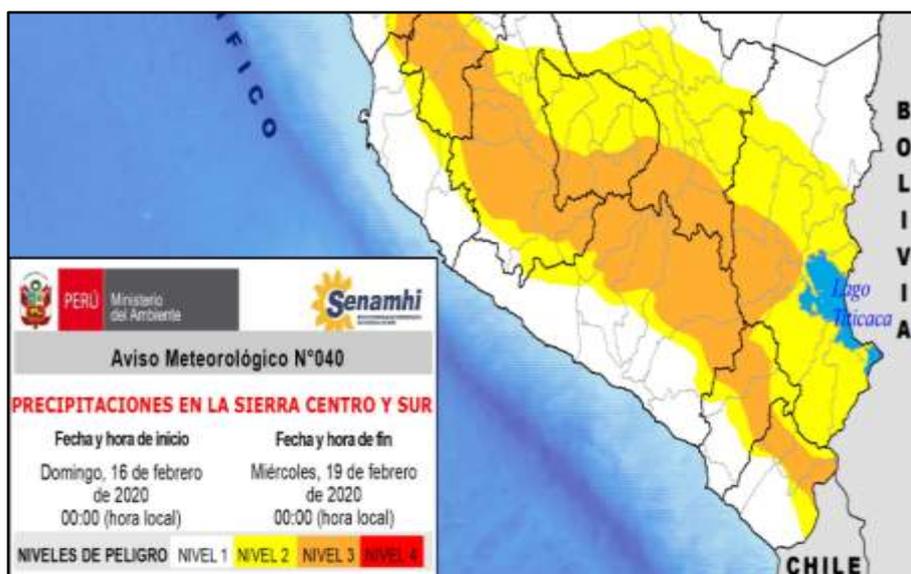


Figura 50. Aviso N°40 SENAMHI 16 de febrero del 2020

Fuente: SENAMHI

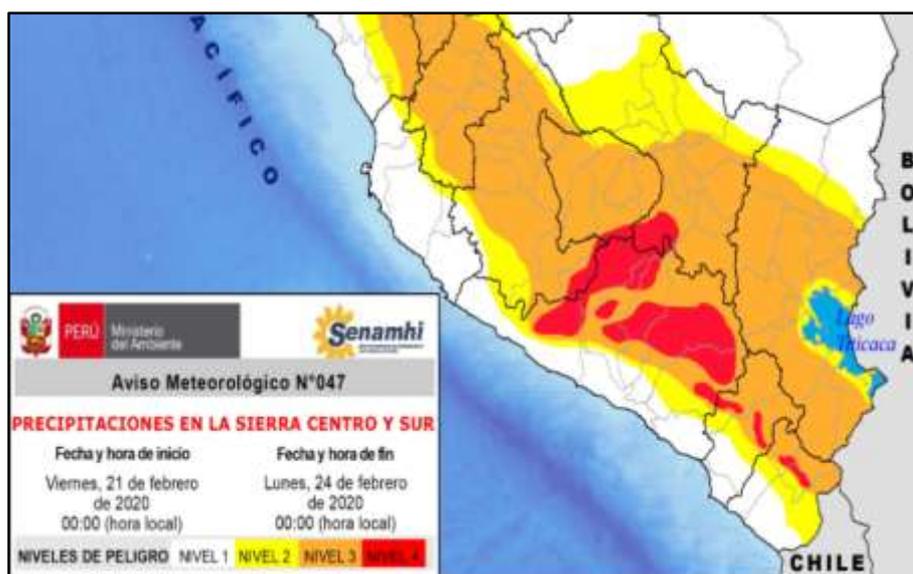


Figura 51. Aviso N°47 SENAMHI 21 de febrero del 2020

Fuente: SENAMHI

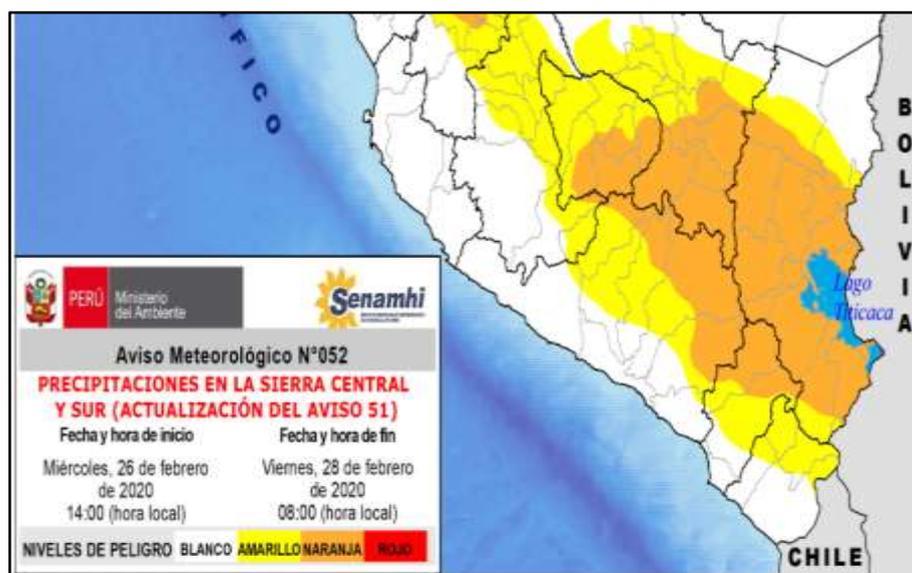


Figura 52. Aviso N°52 SENAMHI 26 de febrero del 2020

Fuente: SENAMHI

Los avisos reportados por SENAMHI muestran que las lluvias excepcionales sucedieron desde el día jueves 13 de febrero del 2020 hasta el 21 de febrero del 2020, fueron 8 días de intensas lluvias que saturaron la microcuenca y el suelo de la quebrada Del Diablo, originando así la gran avenida del huayco después de muchos años las lluvias lograron la activación de esta.

Estos avisos de SENAMHI son una herramienta muy importante para poner en alerta a la población de la quebrada Del Diablo con el fin de salvaguardar sus vidas y sus bienes materiales.



Figura 53. Pérdida económica de Materiales – Autos 2020

Fuente: El regional Piura



Figura 54. Pérdida económica de Materiales – Vehículos 2020

Fuente: Diario Nacional.pe

4.2.6. Evaluación de la Expansión territorial en la quebrada Del Diablo

Por medio de la aplicación Google Earth Pro podemos observar cual fue la expansión territorial desde el 2003 hasta el 2020. En el año 2003 en la quebrada Del Diablo el AA.HH. el Mirador se reducía a la existencia solo de la manzana B. La Asociación La Florida ya se encontraba totalmente constituida. En *La Figura 55* se puede observar las manzanas que a esa fecha todavía no existían.



Figura 55. AA.HH. El Mirador 2003

Fuente: Google Earth Pro

Durante 8 años se detuvo la expansión territorial de esta zona, no obstante, en el 2011 se creó la manzana C y empezó a poblarse, a pesar del peligro que significaba asentarse en dicho sector.



Figura 56. AA.HH. El Mirador 2011

Fuente: Google Earth Pro

Basto que se ocupen la manzana C, para que luego de un año en el 2012 se cree y se habite la manaza D.



Figura 57. AA.HH. El Mirador 2012

Fuente: Google Earth Pro

En el 2015 podemos observar la ocupación y creación de la manzana A siendo esta habitable.



Figura 58. AA.HH. El Mirador 2015

Fuente: Google Earth Pro

Este crecimiento luego de 5 años, fue detenido por el Huayco que se produjo en febrero del 2020 en la *Figura 59* se puede observar la destrucción de las manzanas A, C y D.



Figura 59. AA.HH. El Mirador 2020

Fuente: Google Earth Pro

4.2.7. Evaluación de Vulnerabilidades

La zona de evaluación, registra emergencias generalmente durante periodos lluviosos en los meses de diciembre a marzo y que son magnificados debido al Fenómeno del Niño, esto conlleva a la activación de la quebrada del Diablo-Tacna. Existen muchas vulnerabilidades en la zona las que contribuirán a aumentar el nivel de riesgo.

a) Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica

Tabla 24. Nivel de Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica

| VARIABLE | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|---|---|---|---|--|
| | VB < 25% | VM 26 A 50% | VA 51 A 75% | VMA 76 A 100% |
| Condiciones Atmosféricas | Niveles de temperatura al promedio normales. | Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal. | Niveles de temperatura superiores al promedio normal. | Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal. |
| Composición y calidad del aire y el agua | Sin ningún grado de contaminación. | Con un nivel moderado de contaminación. | Alto grado de contaminación. | Nivel de contaminación no apto. |
| Condiciones Ecológicas | Conservación de los recursos naturales, crecimiento poblacional planificado, no se practica la deforestación y contaminación. | Nivel moderado de explotación de los recursos naturales; ligero crecimiento de la población y del nivel de contaminación. | Alto nivel de explotación de los recursos naturales, incremento de la población y del nivel de contaminación. | Explotación indiscriminada de recursos naturales; incremento de la población fuera de la planificación, deforestación y contaminación. |

Fuente: CENEPRED

En la zona de evaluación se considera un Nivel de vulnerabilidad Ambiental y Ecológica Alta. Se observa un alto grado de contaminación en la parte superior izquierda de la quebrada, existe gran cantidad de residuos sólidos.



Figura 60. Contaminación del Medio Ambiente por el depósito de residuos

Fuente: Elaboración Propia



Figura 61. Contaminación de la cuenca por residuos sólidos

Fuente: Elaboración Propia

b) Vulnerabilidad Física

Tabla 25. Nivel de Vulnerabilidad Física

| VARIABLE | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|--|---|---|--|--|
| | VB | VM | VA | VMA |
| | < 25% | 26 A 50 % | 51 A 75% | 76 A 100% |
| Material de construcción utilizada en viviendas | Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero) | Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva | Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales | Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario |
| Localización de viviendas (*) | Muy alejada > 5 Km | Medianamente cerca 1 – 5Km | Cercana 0.2 – 1 Km | Muy cercana 02 – 0 Km |
| Características geológicas, calidad y tipo de suelo | Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas | Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante. | Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante | Zona muy fracturada, Fallada suelos colapsables (relleno, mapa freático alta con turba, material inorgánico, etc.) |
| Leyes existentes | Con leyes estrictamente cumplidas | Con leyes medianamente cumplidas | Con leyes sin cumplimiento | Sin ley |

(*) Es necesario especificar la distancia, de acuerdo a la ubicación del tipo de vulnerabilidad

Fuente: CENEPRED

Si bien en la encuesta realizada se encontró que el 90% de las viviendas son de material noble, estas han sido construidas sin una adecuada técnica constructiva, la autoconstrucción es preponderante en la zona de estudio. En la zona del AA.HH. El mirador se considera un Nivel de vulnerabilidad FÍSICA MUY Alta ya que existe una diversidad de viviendas construidas con diferentes tipos de material como concreto Armado, bloquetas, madera, esteras, piedra etc. siendo estos muy precarios y sin una adecuada técnica constructiva. Ver Figura 62 y 63.



Figura 62. Viviendas Precarias en el AA. HH El Mirador

Fuente: Elaboración Propia



Figura 63. Viviendas Precarias en el AA.HH El Mirador

Fuente: Elaboración Propia

c) Vulnerabilidad Económica

Tabla 26. Nivel de Vulnerabilidad Económica

| VARIABLE | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|---|---|---|--|--|
| | VB | VM | VA | VMA |
| | <25% | 26 a 50% | 51 a 75% | 76 a 100% |
| Actividad Económica | Alta productividad y Recursos bien distribuidos. Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad. | Medianamente productiva y distribución regular de los recursos. Productos para el comercio interior, a nivel local. | Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos. Productos para el autoconsumo. | Sin productividad y mala distribución de recursos. |
| Acceso al mercado laboral | Oferta laboral > Demanda. | Oferta laboral = Demanda | Oferta laboral < Demanda | No hay Oferta Laboral |
| Nivel de ingresos | Alto nivel de ingresos. | Suficientes nivel de ingresos. | Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas. | Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas. |
| Situación de pobreza o Desarrollo Humano | Población sin pobreza. | Población con menor porcentaje pobreza. | Población con pobreza mediana. | Población con pobreza total o extrema |

Fuente: CENEPRED

En nuestra encuesta realizada se determinó que la mayoría de viviendas fueron construidas con material noble esto es un indicativo que la población tiene un suficiente nivel de ingresos, por lo tanto, se considera un nivel de vulnerabilidad económica media.



Figura 64. Viviendas Autoconstruidas sin apoyo técnico – AA.HH. El Mirador

Fuente: Elaboración Propia

d) Vulnerabilidad Social

Tabla 27. Nivel de Vulnerabilidad Social

| VARIABLE | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|---|---|------------------------------------|---|---------------------------------|
| | VB | VM | VA | VMA |
| | < 25 % | 26 a 50% | 51 a 75 % | 76 a 100% |
| <i>Nivel de Organización</i> | <i>Población totalmente organizada.</i> | <i>Población organizada</i> | <i>Población escasamente organizada</i> | <i>Población no organizada.</i> |
| <i>Participación de la población en los trabajos comunales</i> | <i>Participación total</i> | <i>Participación de la mayoría</i> | <i>Mínima Participación</i> | <i>Nula participación</i> |
| <i>Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales.</i> | <i>Fuerte relación</i> | <i>Medianamente relacionados</i> | <i>Débil relación</i> | <i>No existe</i> |
| <i>Tipo de integración éntrelas organizaciones e Institucionales locales.</i> | <i>Integración total</i> | <i>Integración parcial</i> | <i>Baja integración</i> | <i>No existe Integración</i> |

Fuente: CENEPRED



Figura 65. AA. HH El Mirador – La Quebrada del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

Las personas que viven el sector de la quebrada Del Diablo no están organizadas un claro ejemplo es que en lugar no existen sistemas de alerta, no hay ninguna conformación de brigadas de ayuda en caso de la ocurrencia de un huayco.

El 83.3 % de la población nunca ha tenido algún tipo de capacitación referente a la prevención de riesgos originados por huayco. No existe ningún tipo de relación o integración entre las instituciones y organizaciones locales, pues el

83.3% de la población desconocen las soluciones planteadas por las autoridades gubernamentales. Una clara muestra de esto es que hasta ahora no se han podido reubicar a las personas que viven en el AA.HH. El Mirador en la quebrada Del Diablo. El nivel de vulnerabilidad es Vulnerabilidad Muy Alta.

e) Vulnerabilidad Educativa

Tabla 28. Nivel de Vulnerabilidad Educativa

| VARIABLES | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|---|---|---|--|--|
| | VB < 25 % | VM 26 a 50% | VA 51 a 75 % | VMA 76 a 100% |
| Programas educativos formales (Prevención y Atención de Desastres – PAD) | Desarrollo permanente de temas relacionados con prevención de desastres | Desarrollo con regular permanencia sobre temas de prevención de desastres | Insuficiente desarrollo de temas sobre prevención de desastres | No están incluidos los temas de PAD en el desarrollo de programas educativos |
| Programas de Capacitación (educación no formal) de la población en PAD. | La totalidad de la población está capacitada y preparada ante un desastre | La mayoría de la población se encuentra capacitada y preparada. | La población esta escasamente capacitada y preparada | No está capacitada ni preparada la totalidad de la población |
| Campañas de difusión (TV, radio y prensa sobre PAD. | Difusión masiva y frecuente | Difusión masiva y poco frecuente | Escasa difusión | No hay difusión |
| Alcance de los programas educativos sobre grupos estratégicos | Cobertura total | Cobertura mayoritaria | Cobertura insuficiente menos de la mitad de la población | Cobertura desfocalizada |

Fuente: CENEPRED

No existe ningún programa educativo acerca de Prevención y Atención de Desastres. No se dan programas ni capacitaciones, no existen campañas por televisión o por radio. El 100% de la población de estudio está de acuerdo que se realice un plan de contingencia para prevención de desastres originados por huayco. El nivel de vulnerabilidad es Vulnerabilidad Muy Alta.

f) Vulnerabilidad Cultural e Ideológica

Tabla 29. Nivel de vulnerabilidad Cultural e Ideológica

| VARIABLES | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|--|--|---|--|--|
| | VB | VM | VA | VMA |
| | < 25 % | 26 a 50% | 51 a 75 % | 76 a 100% |
| <i>Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres</i> | <i>Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres</i> | <i>La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres</i> | <i>Escaso conocimiento de la población sobre las causas consecuencias de los desastres</i> | <i>Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres</i> |
| <i>Percepción de la población sobre desastres</i> | <i>La totalidad de la población tuene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres</i> | <i>La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres</i> | <i>La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico y religioso</i> | <i>Percepción totalmente irreal – místico- religioso</i> |
| <i>Actitud frente a la ocurrencia de desastres</i> | <i>Actitud altamente previsorora</i> | <i>Actitud parcialmente previsorora</i> | <i>Actitud escasamente previsorora</i> | <i>Actitud fatalista, conformista y con desidia.</i> |

Fuente: CENEPRED

La población tiene una percepción irreal de la ocurrencia de desastres. Tienen una actitud conformista y tiene desidia para ponerse a buen recaudo. A pesar de que en varias oportunidades se pudo ver la avenida de huaycos en la zona de la quebrada Del Diablo, la población simplemente la olvida con el tiempo y ven la ocurrencia de un desastre como algo lejano. No tienen ninguna actitud previsorora, más al contrario están volviendo a ocupar estas zonas riesgosas. Incluso algunos siguen construyendo más pisos a sus viviendas mostrando claro desconocimiento sobre las consecuencias de un posible desastre.

El 70% de la población sufrió algún tipo afectación por el huayco, el 83.3 tiene conocimiento que viven en una zona de alto riesgo frente a huaycos y el 73.3% de la población viven más de 10 años en la zona de estudio.

En la siguiente Figura 66 se puede observar que la tendencia de las personas que viven en sector de la quebrada del Diablo es seguir construyendo, ignorando por completo el peligro de huayco.



Figura 66. Construcción de viviendas en Zona de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia

g) Vulnerabilidad Política e Institucional

Tabla 30. Nivel de vulnerabilidad Política e Institucional

| VARIABLES | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|--|--|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| | VB | VM | VA | VMA |
| | < 25 % | 26 a 50% | 51 a 75 % | 76 a 100% |
| <i>Autonomía local</i> | Total autonomía | Autonomía parcial | Escasa autonomía | No existe autonomía |
| <i>Liderazgo político</i> | Aceptación respaldo total | Aceptación y respaldo parcial | Aceptación y respaldo Minoritario | No hay aceptación ni respaldo |
| <i>Participación ciudadana</i> | Participación total | Participación mayoritaria | Participación minoritaria | No hay participación |
| <i>Coordinación de acciones entre autoridades locales y funcionamiento del CDC</i> | Permanente coordinación y activación del CDC | Coordinaciones esporádicas | Escasa coordinación | No hay coordinación inexistencia CDC |

Fuente: CENEPRED

Las autoridades poco o nada están haciendo en la quebrada Del Diablo. Tienen autonomía parcial, no existe respaldo político, no se ve participación ciudadana y la coordinación es inexistente entre las autoridades locales y el Comité de Defensa Civil. El 100 % de la población cree necesario que las autoridades los apoyen frente a riesgos por huayco. Por tanto, es considerado una zona con Vulnerabilidad Política e Institucional Muy alta.

h) Vulnerabilidad Científica y Tecnológica

Tabla 31. Nivel de Vulnerabilidad Científica Y Tecnológica

| VARIABLES | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | |
|---|---|--|---|--|
| | VB | VM | VA | VMA |
| | < 25 % | 26 a 50% | 51 a 75 % | 76 a 100% |
| Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales en la localidad | La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados | La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados | Existen pocos estudios de los peligros naturales | No existen estudios de ningún tipo de los peligros |
| Existencia de Instrumentos para medición (sensores) de fenómenos completos | Población totalmente instrumentada | Población parcialmente instrumentada | Población con escasos instrumentos | Población sin instrumentos |
| Conocimiento sobre la existencia de estudios | Conocimiento total de los estudios existentes | Conocimiento parcial de los estudios | Mínimo conocimiento de los estudios existentes | No tienen conocimiento de los estudios |
| La población cumple con las | La totalidad de la población cumplen las conclusiones y recomendaciones | La mayoría de la población cumple las conclusiones | Se cumple en mínima proporción las conclusiones y recomendaciones | No cumplen las conclusiones y recomendaciones |

Fuente: CENEPRED

Existen estudios sobre los desastres naturales, pero se carecen de instrumentos para mitigar estos mismos. La población no tiene conocimiento de estos estudios por lo tanto no cumple con las conclusiones y recomendaciones. El INGEMMET recomendó que se deberían reubicar a las personas de la quebrada Del Diablo, sin embargo, todavía no se ha podido realizar esta indicación por parte de esta entidad.

Tabla 32. Cálculo de la Vulnerabilidad

| TIPO | NIVEL DE VULNERABILIDAD | | | | TOTAL |
|--------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------------|--------------|
| | VB < 25% | VM 26 a 50% | VA 51 a 75 % | VMA 76 a 100% | |
| AMBIENTAL Y ECOLÓGICA | | | 75 | | 75 |
| FÍSICA | | | | 100 | 100 |
| ECONÓMICA | | 50 | | | 50 |
| SOCIAL | | | | 80 | 80 |
| EDUCATIVA | | | | 100 | 100 |
| CULTURAL E IDEOLÓGICA | | | | 100 | 100 |
| POLÍTICA E INSTITUCIONAL | | | | 80 | 80 |
| CIENTÍFICA Y TÉCNICA | | | | 80 | 80 |
| | | | | TOTAL | 665 |
| | | | | PROMEDIO | 83.13 |

VULNERABILIDAD MUY ALTA

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de Riesgo

Una vez identifica el peligro (P) a la que está expuesta nuestra zona de estudio y realizado en análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados ante la ocurrencia de un fenómeno natural que para nuestro caso será la de un huayco. Para encontrar el riesgo utilizaremos la siguiente ecuación:

$$R = P * V$$

| | | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Peligro Muy Alto | Riesgo Alto | Riesgo Alto | Riesgo Muy Alto | Riesgo Muy Alto |
| Peligro Alto | Riesgo Medio | Riesgo Medio | Riesgo Alto | Riesgo Muy Alto |
| Peligro Medio | Riesgo Bajo | Riesgo Medio | Riesgo Medio | Riesgo Alto |
| Peligro Bajo | Riesgo Bajo | Riesgo Bajo | Riesgo Medio | Riesgo Alto |
| | Vulnerabilidad Baja | Vulnerabilidad Media | Vulnerabilidad Alta | Vulnerabilidad Muy Alta |

LEYENDA:

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| ■ | Riesgo Bajo (< de 25%) |
| ■ | Riesgo Medio (26% al 50%) |
| ■ | Riesgo Alto (51% al 75%) |
| ■ | Riesgo Muy Alto (76% al 100%) |

Figura 67. Matriz de cálculo de Riesgos

Fuente: INDECI

Haciendo los cálculos tal como lo recomienda INDECI, se encontró que la zona de la quebrada Del Diablo es una zona de Riesgo Muy Alto.

Resiliencia

De los factores positivos en la residencia de la quebrada Del Diablo, pues a menos de un año de lo ocurrido en sector se ha visto que la población se ha recuperado, no en su totalidad, pero muestra una gran fortaleza a la hora de recuperarse. Este factor es muy importante ya que determina que es posible trabajar conjuntamente con la población para alcanzar un desarrollo sostenible.

4.3. Propuesta de Plan de Gestión de Riesgos

4.3.1. Plan de Mitigación.

a) Acciones de Prevención de riesgo de desastres

- Reubicación de Manzanas

Las zonas de riesgo no mitigable Comprenden la zona 1 que es el AA.HH. El Mirador debido a que se encuentran en la misma desembocadura de la quebrada Del Diablo donde no es posible proponer medidas de mitigación. Otra zona que se debería reubicar son las manzanas A, B, y M de la zona 2, pues estas se encuentran en el mismo eje del cauce de la quebrada Del Diablo y ya han sido afectadas con gran magnitud.

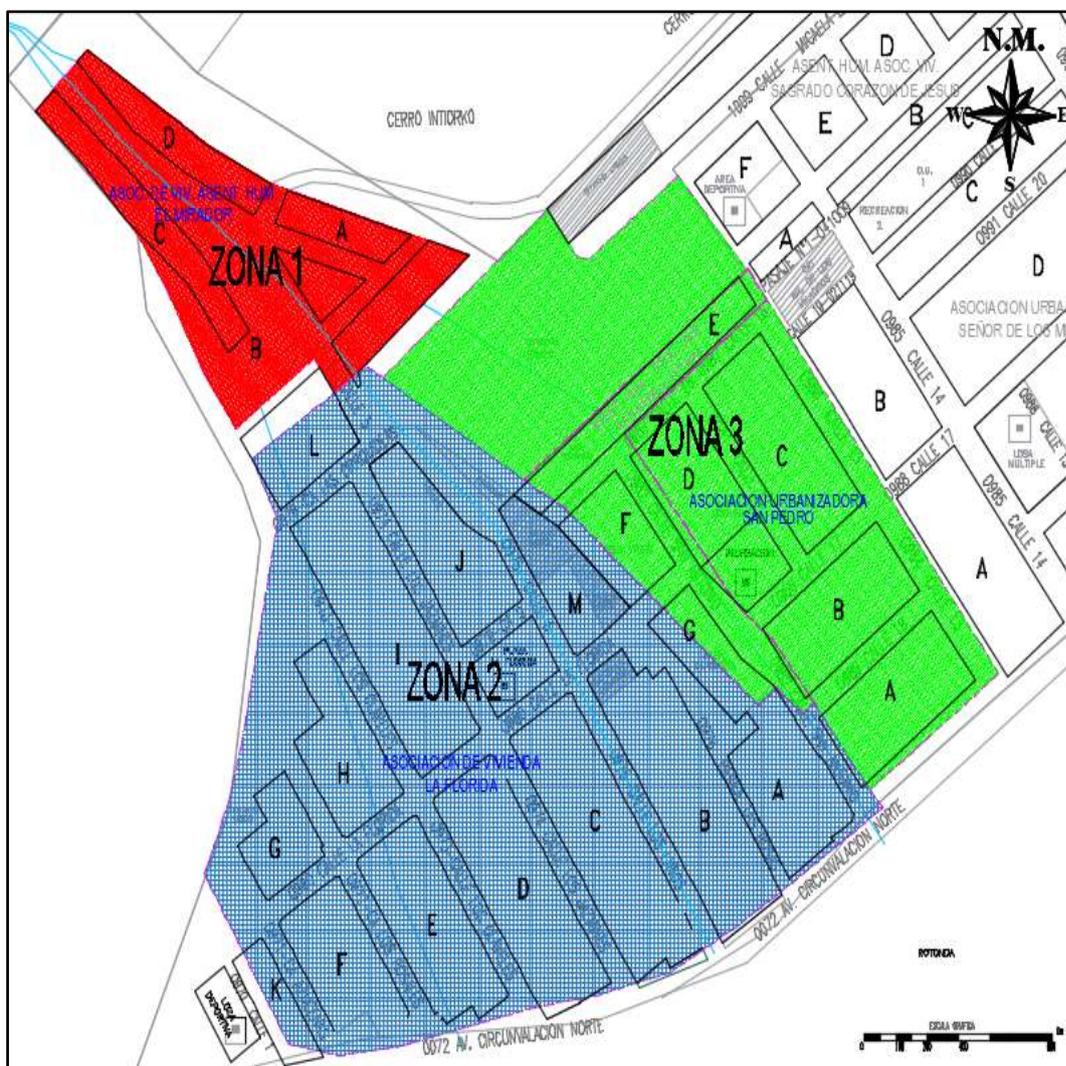


Figura 68. Mapa de zonas

Fuente: Elaboración Propia

b) Acciones de reducción del riesgo de desastres

- **Mitigación Estructural**

Propuesta 01: Colocación de Barreras dinámicas o flexibles

La colocación de las Barreras dinámicas flexibles estarán ubicadas en lugares estratégicos donde ayuden a disminuir la energía del huayco, así como la retención piedras y rocas, Ver Figura 69 con la finalidad de darles a la población de la quebrada Del Diablo mayor tiempo para realizar su evacuación.

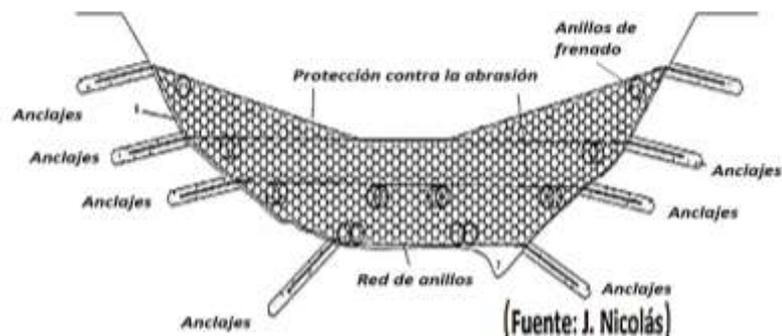


Figura 69. Barreras dinámicas

Fuente: Nicolás



Figura 70. Mapa de Ubicación de Barreras Dinámicas

Fuente: Elaboración Propia

Se realizará la colocación de tres barreras dinámicas con una altura de aproximadamente 6 m de altura. Ver Figura 71.

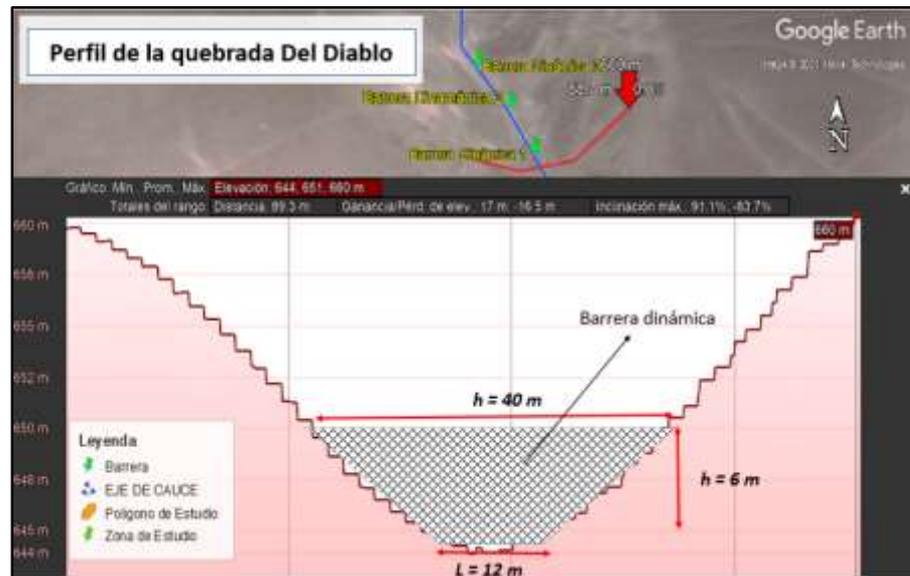


Figura 71. Mapa del Perfil de la quebrada Del Diablo

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta 02: Construcción de diques de mampostería de piedra asentados con una mezcla fuerte de cemento - arena.

La Finalidad de la construcción de diques es Proteger la vida de la población contra los huaycos, estos diques deben tener un adecuado sistema de drenaje que permita evacuar el flujo de agua y lodo. En febrero del 2021 discurrieron 2000000 m³ de lodo. Las dimensiones de los diques de control serán necesarias para contener todo este material. Es necesario también elaborar un trazo de carretera para poder eliminar el material contenido en las presas de control.



Figura 72. Dique de mampostería

Fuente: Wordpress

Se debe mantener una des colmatación de piedras y sedimentos antes de las lluvias después de la acción de cada huayco. La ubicación del dique de mampostería es entre el kilómetro 9 y 10 de la carretera Tacna – Tarata.



Figura 73. Mapa de Ubicación del dique de Mampostería

Fuente: Elaboración Propia

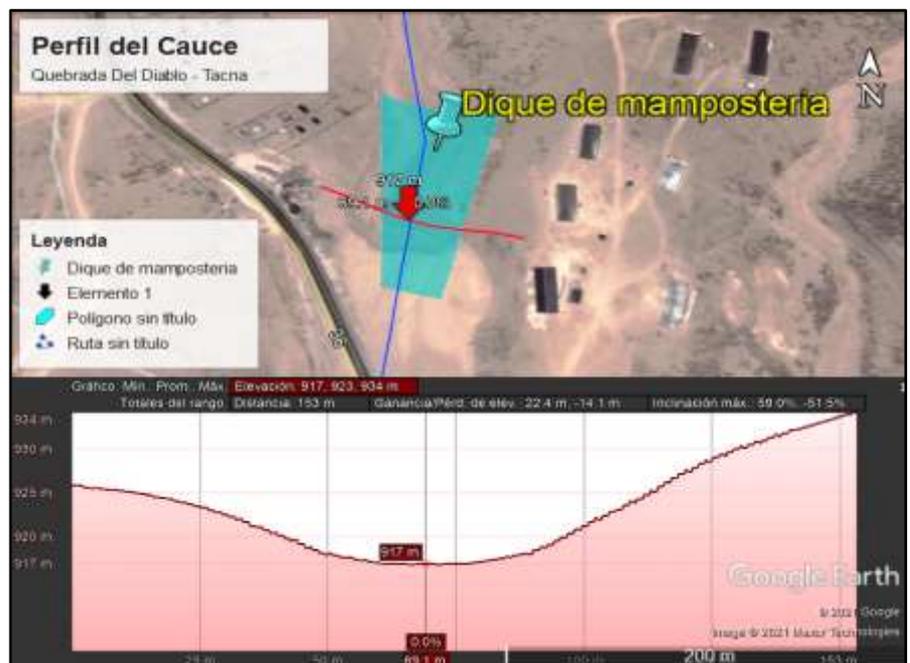


Figura 74. Perfil del Cauce a colocar el dique

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta 03: Canalización del flujo producido por el huayco

Se propone la construcción de un canal de encausamiento que ayude a direccionar los flujos provenientes de la quebrada Del Diablo de las aguas productos de las lluvias excepcionales Si bien en la ciudad no existe un sistema de drenaje, pero esta propuesta ayudaría a evitar la infiltración del agua hacia el suelo de la zona de estudio pues esta situación podría originar asentamientos del suelo e involucrar la integridad de la estructura de las viviendas, sus paredes y el pavimento.

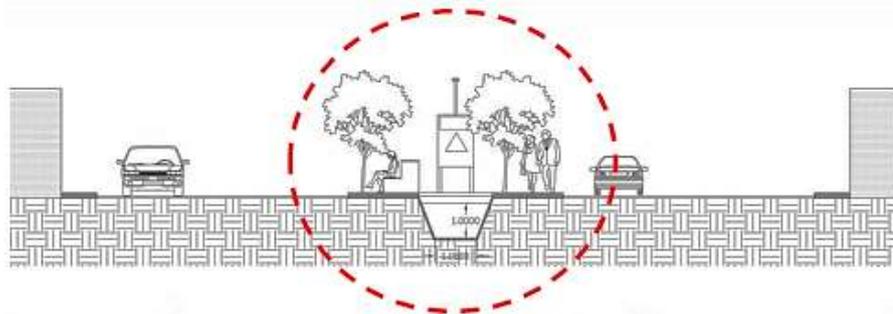


Figura 75. Canal Referencial en el tramo

Fuente: Elaboración Propia



Figura 76. Mapa del Tramo a Canalizar

Fuente: Elaboración Propia

- **Mitigación Natural y No Estructural**

Agricultura y forestaría planificadas y controladas

La forestación en las laderas de los cerros protege al territorio de posibles deslizamientos de lodo y rocas, es por ello que se recomienda la forestación de las áreas sombreadas, ya que son zonas de riesgo ante desprendimientos de rocas y material suelto causando así daños a las viviendas bajas de la zona. La vegetación de la zona ayudaría a dar estabilidad a estos taludes

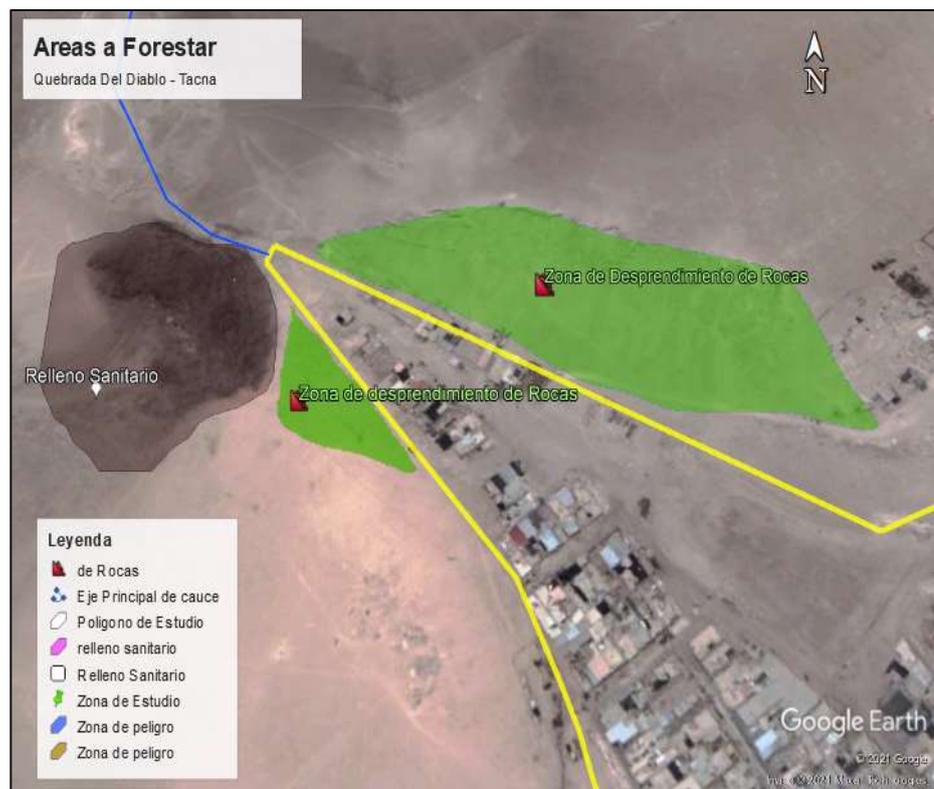


Figura 77. Mapa de áreas a forestar por riesgo a derrumbes

Fuente: Elaboración Propia

Control Urbano y Territorial

Se propone prohibir la construcción de viviendas en zonas vulnerables, cercando estos lugares para evitar la invasión del terreno, ya que son zonas vulnerables ante desastres naturales como se muestra en la figura 78.



Figura 78. Mapa de áreas Vulnerables a Desastres Naturales

Fuente: Elaboración Propia

Puntos de Reunión

Se necesario construir 7 puntos de reunión en las partes altas, que serán visibles e iluminadas en las noches en caso el peligro se presente por la noche y de fácil acceso para los pobladores. La ubicación de estos se detalla en el siguiente mapa.

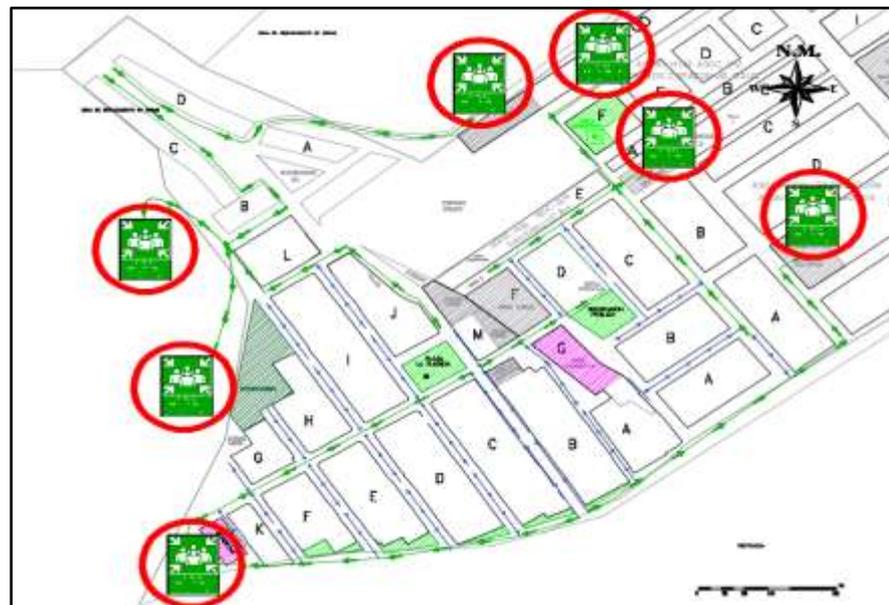


Figura 79. Mapa de ubicación de Puntos de Reunión

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Plan de Preparación

Estos preparados ante una amenaza o es realmente importante, puesto de esto permitirá salvaguardar la vida de las personas y esto se llevará a cabo mediante la información y capacitación a la población sobre las acciones a desarrollar durante un probable desastre natural. Los principales problemas a los que la población es vulnerable son los peligros como las inundaciones y movimientos en masa que se originan por lluvias excepcionales. Se hará un monitoreo constante por lo que se tendrá que capacitar a la población en temas de gestión de riesgos.

Este plan consta de tres etapas, la primera es el monitoreo que consiste en instalar un sistema de alarma que alerte a los pobladores de un posible desastre natural, el segundo es establecer una cadena de transmisión, donde identificaremos rutas de evacuación y zonas seguras donde los pobladores puedan conducirse llegado un peligro o amenaza.

a) Monitoreo

Para poder monitorear la zona ante probables peligros o amenaza, cuando produzca una lluvia excepcional, contamos con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), es un organismo público ejecutor adscrito al Ministerio del Ambiente. En su portal web podemos conocer en tiempo real la posibilidad de desarrollarse fenómenos naturales como son las lluvias excepcionales las cuales producirían la activación de quebradas. Tiene tres niveles de alerta que son amarillo, anaranjado y rojo. Siendo rojo la de especial cuidado pues es el aviso de peligro nivel 4 en el cual prestaremos mucho la atención pues este nivel generara un aviso de alerta en la población y serán transmitidos por la televisión y radio local, así como también por las redes sociales.

The screenshot shows the SENAMHI website interface. At the top, there are navigation menus for Tacna, Tiempo, Clima, Hidrología, Agroclimatología, Datos, and Servicios al Ciudadano. The main header reads "Hidrología / Aviso ante posible activación de quebradas". Below this, there is a search bar with "Aviso 320 - 2020" and a "Descargar" button. A prominent red box displays "N°320 - 2020" and "NIVEL ROJO". The main title of the alert is "AVISO DE CORTO PLAZO ANTE POSIBLE ACTIVACIÓN DE QUEBRADAS". Details include: Fecha de Inicio: Martes, 29 de Diciembre de 2020 - 13:00 horas; Duración: 24 Hrs; and Plazo: Corto Plazo. A small text block at the bottom explains that these alerts indicate the possibility of activation of watersheds associated with rains predicted for the following 24 hours, based on short-term forecasts, the last 7 days of antecedents, and susceptibility to overflows in mass.

Figura 80. Plataforma Web

Fuente: SENAMHI

En su plataforma SENAMHI tiene un aviso de activación de quebradas en el ítem de Hidrología.

The screenshot shows the "Avisos Meteorológicos a nivel nacional" section of the SENAMHI website. It includes a search bar and a table of alerts. A red box highlights the "Aviso ante posible activación de quebradas" link in the top navigation menu.

| Aviso | Nro. | Emisión | Inicio | Fin | Duración | Nivel |
|---------------------------------------|---------------|------------|------------|------------|----------|----------|
| INCREMENTO DE TEMPERATURA EN LA SELVA | 271 (vigente) | 2020-02-24 | 2021-01-05 | 2021-01-04 | 04 Hrs. | AMARILLO |
| PRECIPITACIONES EN LA SIERRA | 270 | 2020-12-29 | 2020-12-31 | 2021-01-01 | 03 Hrs. | ROJO |
| LLUVIA EN LA SELVA | 269 | 2020-12-25 | 2020-12-31 | 2021-01-01 | 07 Hrs. | NARANJA |

Figura 81. Plataforma Web

Fuente: SENAMHI

En base a la información recopilada del SENAMHI, podemos tomar acciones como la activación de mecanismos de alarma para comunicar a la población la posible avenida de un huayco y por ende tomar todas las acciones pertinentes y reaccionar de acorde en nuestro plan de preparación. La oficina encargada debe ser el Centro de Operaciones de Emergencia Local (COEL), actualmente no se cuenta con esta oficina en

la municipalidad de Alto de la Alianza -Tacna, es necesaria su creación e implementación.



Figura 82. Niveles de Emergencia y actores del COEN

Fuente: INDECI

El aviso que nos brinda SENAMHI, nos mostrará la magnitud de la amenaza o peligro, esta información será manejada por el COEL y esta entidad después de una evaluación de los datos proporcionados tomará las decisiones pertinentes según al nivel de peligro. Para comunicar a la población la llegada de una amenaza o peligro se implementarán sirenas. Los serenos de la municipalidad también podrían cumplir con esta función de dar alarma a la población.

En la municipalidad de Alto de la Alianza no se cuenta con un SAT, pero como ya dijimos podemos utilizar los datos proporcionados por SENAMHI. Los meses que suelen ocurrir precipitaciones que puedan originar riesgos en la población son desde diciembre hasta marzo, son estos meses donde la municipalidad tendrá más cuidado y será necesario la implementación de equipo de patrulla que mida regularmente el nivel de saturación del suelo en la Quebrada del Diablo, puesto que de esto depende mucho la generación de un Huayco.

Para un correcto monitoreo la población se debe organizar y conformar brigadas que conjuntamente con la Municipalidad de Alto de Alianza, deberán vigilar las zonas de riesgo de forma permanente en los meses de diciembre a marzo y de forma no permanente el resto del año, siempre basándose en la información que nos brinde SENAMHI.

b) Transmisión

Una vez conformado el sistema de monitoreo, se tendrán que definir los protocolos a seguir en caso exista un peligro o amenaza que represente un riesgo alto, SENAMHI nos brindara esta información y se definirán los protocolos a seguir.

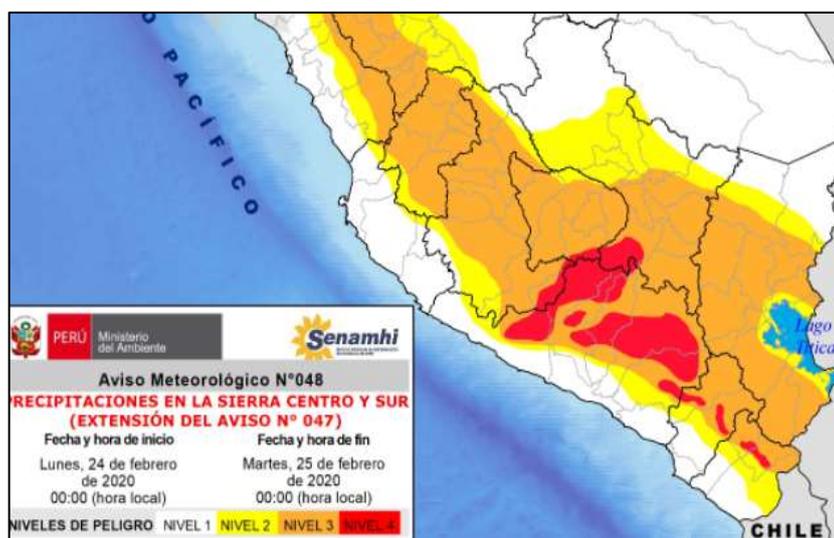


Figura 83. Plataforma de SENAMHI

Fuente: SENAMHI

Todo empieza en la municipalidad de Alto de la Alianza que debe contar con equipo técnico encargado de procesar los registros meteorológicos que SENAMHI realiza diariamente. Con esta información se advertirá la ocurrencia de posibles peligros o amenazas las cuales se transmitirá a los encargados de las juntas vecinales, estos a su vez activarán las sirenas de emergencia.

La clave para que este sistema funcione es que el monitoreo sea constante, tanto la municipalidad como la de la población deben ser partícipes del monitoreo. La comunidad de Alto de la Alianza debe fomentar la creación de brigadistas pues estos informarán a la municipalidad de cualquier anomalía que observen y se tomarán decisiones conjuntamente.



Figura 84. Cadena de transmisión

Fuente: (Bedregal Flores, 2018)

Se tendrá que considerar que no toda la población de la Asoc. La Florida se encuentran en riesgo. Tendremos que hacer una subdivisión del sector, para este utilizaremos los mapas de zonificación y de acuerdo a esto se decidirá qué lugares tendrán que evacuar. En el siguiente mapa de elaboración propia distinguimos 3 zonas de las cuales la zona 1 debe ser reubicada, la zona 2 las manzanas A, B, C, D, I, J, M y L tendrán que estar alerta a una posible evacuación si así lo determinan las autoridades del gobierno local.



Figura 85. Mapa de Zonas

Fuente: Elaboración Propia



Figura 86. Calles afectadas por huayco

Fuente INGEMMET

En esta figura observamos las zonas que fueron afectadas por el reciente Huayco del febrero de 2020, las viviendas que están en la zona afectada deberán evacuar inmediatamente a lugares altos y zonas seguras establecidas y las viviendas que se encuentran fuera de la zona afectada deberán estar alertas por si se agrava problema y por lo tanto también tendrá que evacuar si el peligro aumentara.

4.3.3. Plan de Respuesta

En el plan de respuesta se tendrá que considerar las actividades que la población realizará en caso de la llega de un peligro o amenaza. Se tendrá en consideración las zonas seguras los cuales serán puntos de encuentro donde las personas tendrán que evacuar. Segundo se evaluarán las vías de evacuación y por último teniendo los puntos de zonas seguras y las vías de evacuación definiremos la instalación de señalizaciones para la gente pueda dirigirse exactamente a las zonas, conforme a las rutas de evacuación.

Primero se definirá las zonas seguras según las características topográficas del sector de la Quebrada del Diablo, tendrán que ser a una cota mayor en referencia a la ubicación del asentamiento de la población.

Las rutas de evacuación deberán ser cortas ya que las personas muchas veces, a pesar de la existencia de una alerta, no evacuan por que las rutas de

evacuación son muy largas. En el siguiente mapa se pueden distinguir las zonas seguras en caso de una emergencia.

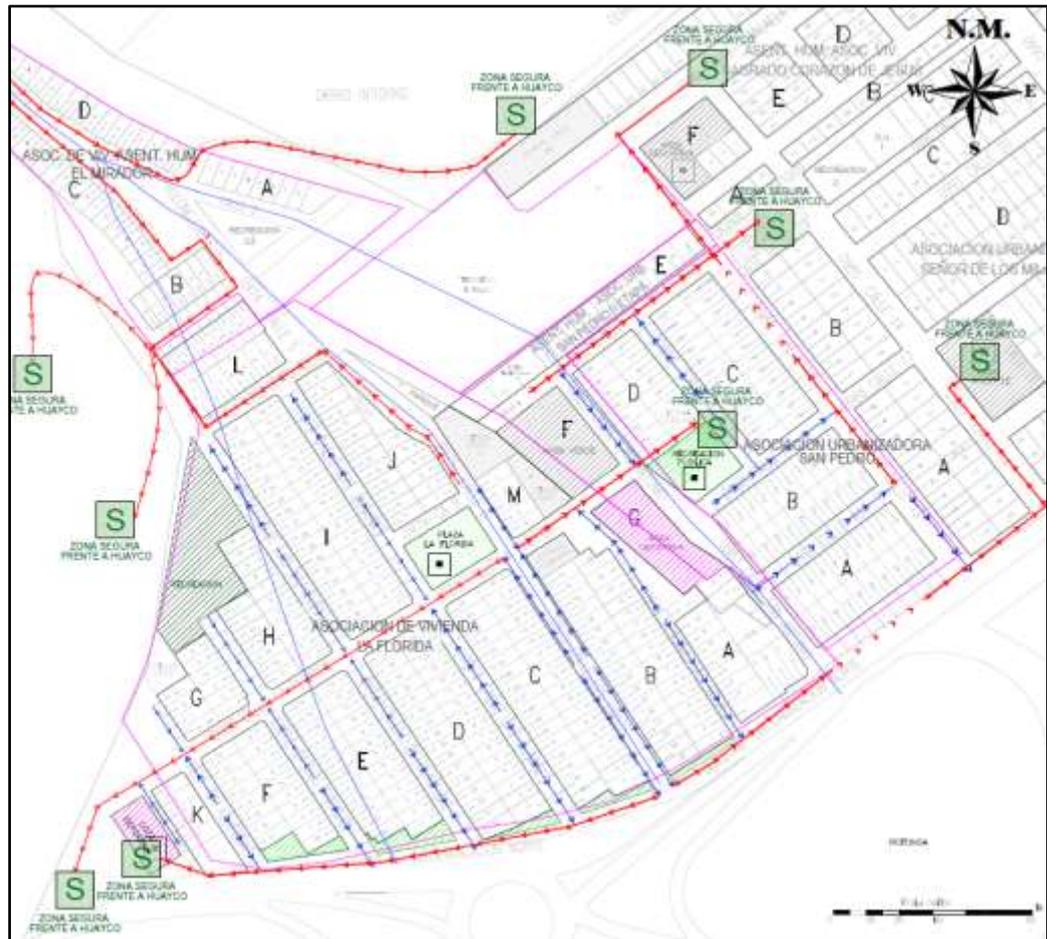


Figura 87. Mapa de Zonas Seguras

Fuente: Elaboración Propia

Se identificaron 9 puntos que servirán como zonas seguras y que servirán como puntos de encuentro en caso de la existencia de una alarma. En la Figura 88 mostramos las zonas seguras que se han escogido y las rutas de evacuación, estas servirán para que los pobladores puedan conducirse a una zona segura.

Las rutas deben contar con una adecuada señalización pues esta permitirá a la población llegar a las zonas seguras. En la siguiente figura se muestran las señalizaciones a instalar.

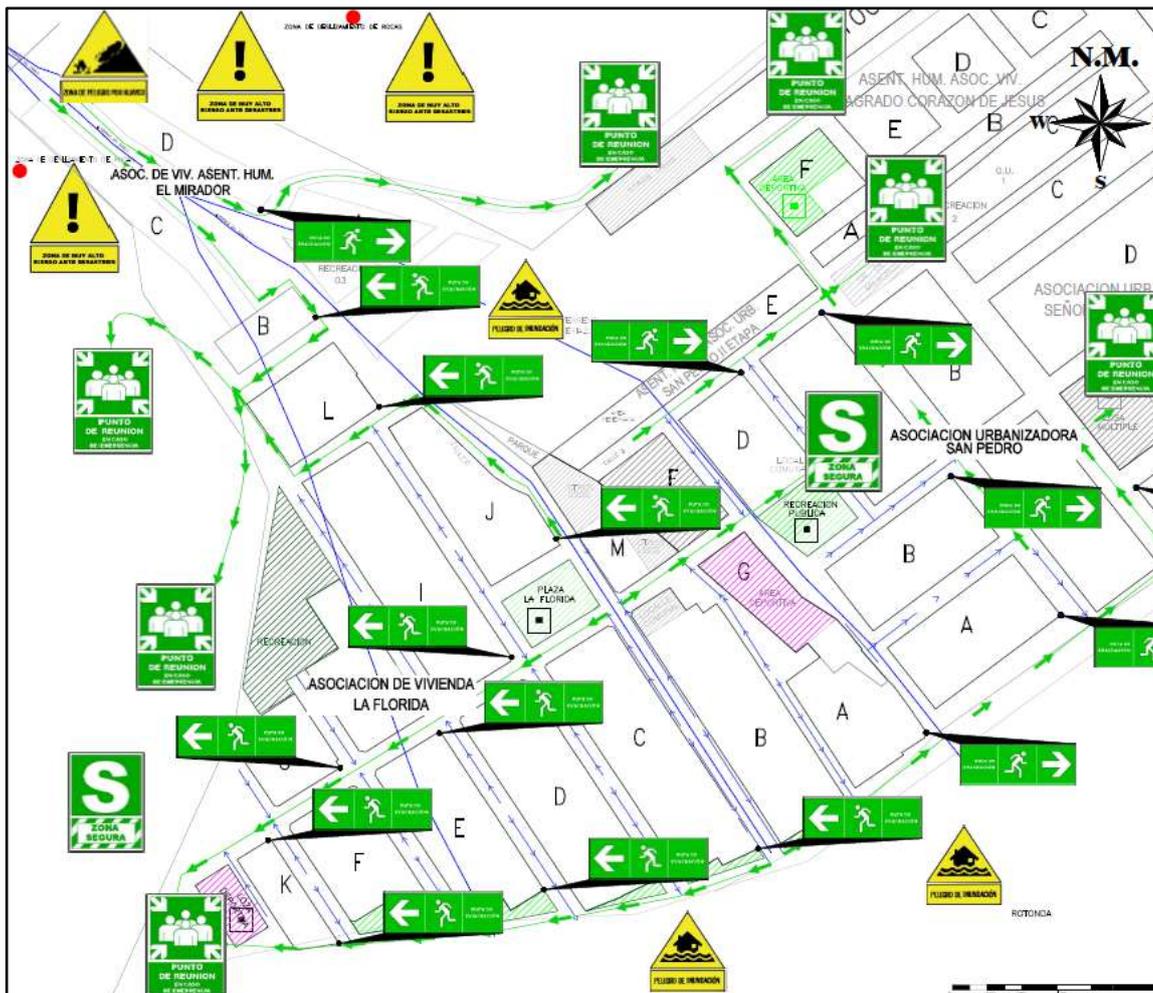


Figura 88. Mapa de señalización y evacuación

Fuente: Elaboración Propia



Figura 89. Detalles de Señalización a Colocar

Fuente: (Bedregal Flores, 2018)

Para que este plan funcione será necesario con la participación de población y de las autoridades gubernamentales, pues será necesario realizar

simulacros y capacitaciones que ayuden a conformar brigadas que ayuden a atender los requerimientos llegada un amenaza o peligro. La población tiene que saber las rutas de evacuación a tomar y que zonas seguras están más cerca de su domicilio. También tendrá que familiarizarse con los tipos de alarmas instaladas.

a. Respuesta a la Emergencia

La respuesta a la emergencia es el paso que se inicia una vez que se halla dado un desastre. Si el desastre registro una magnitud suficiente para que la población se desplace será necesario calcular el número de personas que necesitaran alojamiento temporal las primeras noches. Las zonas afectadas serian la manzana C y B en la AA.HH. El Mirador y las manzanas B, C, D, I, J y L en la Asoc. La Florida, así como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 90. Zonas Críticas de Afectación por huayco

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de viviendas y de población se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 33. Cantidad De Viviendas y Población del AA. HH el Mirador

| AA. HH. EL MIRADOR | |
|----------------------------|----|
| <i>POBLACIÓN</i> | 66 |
| <i>NUMERO DE VIVIENDAS</i> | 27 |

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 34. Cantidad De Viviendas y Población de la Asoc. La Florida

| <i>MANZANAS</i> | ASOC. LA FLORIDA | | | | | | | | <i>TOTAL</i> |
|----------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | <i>MZ L</i> | <i>MZ I</i> | <i>MZ J</i> | <i>MZ D</i> | <i>MZ C</i> | <i>MZ B</i> | <i>MZ A</i> | <i>MZ M</i> | |
| <i>POBLACIÓN</i> | 35 | 126 | 48 | 108 | 133 | 124 | 230 | 42 | 846 |
| <i>NUMERO DE VIVIENDAS</i> | 16 | 36 | 20 | 32 | 35 | 33 | 16 | 26 | 214 |

Fuente Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tenemos 846 personas que podrían verse afectadas en caso el peligro de huayco se presente con una magnitud devastadora, 214 viviendas quedarían inutilizables y dañadas severamente por el paso del huayco. Estas personas se encuentran en un área de alto peligro porque se presume que necesitarán un albergue ya que no podrán regresar a su hogar. En este cálculo no se tomará en cuenta en AA.HH. El Mirador ya que esta se tiene que reubicar, no es posible implementar planes de prevención en esta zona ya que su cercanía a la desembocadura de la quebrada del diablo hace que esta zona se considere no mitigable.

b. Edificaciones que podrían albergar a los probables damnificados.

➤ **Análisis de Colegios**

Toda institución educativa debe ser lo suficiente segura para poder albergar a las personas en caso sucediera un desastre natural. Según a la cercanía del lugar se pudo observar que existen colegios que podrían servir como sitios seguros temporales.

Colegio San José Fe Y Alegría

Este colegio tiene una capacidad para 550 personas y se encuentra a 800 metros del lugar de la catástrofe, por su extensión y capacidad podría ser un lugar adecuado para atender la emergencia.



Figura 91. Colegio San José Fe Y Alegría

Fuente Google maps



Figura 92. Colegio San José Fe Y Alegría

Fuente Google Maps

➤ **Análisis de centros de salud**

El distrito de Alto de la Alianza cuenta con centro de salud LA ESPERANZA Dirección: AVENIDA AV. JORGE BASADRE N°1100. En este centro de salud se pueden atender cualquier requerimiento que se presente en caso presente la emergencia.



Figura 93. Centro de salud La Esperanza

Fuente Google Maps

También se pudo observar la existencia de la posta JUAN VELAZCO ALVARADO, ubicado en Av. Tarata.



Figura 94. La posta Juan Velasco Alvarado

Fuente Google Maps

4.4. Validación del Plan por Expertos

El fin de esta “PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGO PARA PREVENIR DESASTRES NATURALES OCASIONADO POR HUAYCOS EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA DEL DIABLO-TACNA 2021”, es de oficializarlo y legitimarlo como un aporte a la sociedad tacneña en su desarrollo sostenible.

Para la validación de la propuesta se realizó una segunda encuesta a cinco expertos en el área de la construcción los cuales se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 35. Información de los expertos para la Validación de la Propuesta

| Nombre | Profesión | Experiencia |
|---|------------------------|--|
| <i>Ing. Dina Marlene Cotrado Flores</i> | <i>Ingeniero Civil</i> | <i>Con 20 Años De Experiencia. Evaluador de Riesgos por Fenómenos Naturales, Especialización Inspecciones Técnicas de Seguridad. Especialista en Estructuras Sismo Resistentes Más De 17 Años</i> |
| <i>Elvira Alvarado Amones</i> | <i>Ingeniero Civil</i> | <i>Con 20 años de Experiencia Especialización Evaluador de Riesgos por Fenómenos Naturales, Especialización Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones, Especialización en Gerencia de la Construcción, Especialización Gerencia de Proyectos. Especialización en Planificación y Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible.</i> |
| <i>Eduardo David Cuellar Saire</i> | <i>Ingeniero Civil</i> | <i>Con 10 años de Experiencia Especialización, Especialización Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones, Especialización en Gerencia de la Construcción, Especialización Gerencia de Proyectos. Especialización en</i> |

| | | |
|-------------------------------------|------------------------|--|
| | | <i>Planificación y Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible.</i> |
| <i>Santos Tito Gomez Choquejahu</i> | <i>Ingeniero Civil</i> | <i>Con más De 10 Años De Experiencia En Planificación, Seguimiento Y Control De Proyectos De Construcción, Usando Herramientas De Filosofía Lean Construction, Gestión De Proyectos Alineados A Los Estándares Internacionales De La Guía Del Pmbok, Metodología Vdc, Bim Y Prince2.</i> |
| <i>Alfonso Oswaldo Flores Mello</i> | <i>Ingeniero Civil</i> | <i>Con 10 años de experiencia. Especialización en Mecánica de Suelos Actualmente es Docente de UPT y trabaja en la Contraloría</i> |

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, se diseñó un formato tipo cuestionario que corresponde a la propuesta, en la primera columna se presenta la dimensión del modelo, en la segunda columna se plantea una pregunta asociada anteponiendo el grado de validez que le otorga la dimensión correspondiente; y en la tercera columna, el encuestado determinará el grado de validez según la escala de valoración indicada en dicha tabla, es decir, tres si el grado de validez es alto, dos, si el grado de validez se considera medio y uno si se considera un grado de validez bajo.

Tabla 36. Instrumento de la validación de la propuesta

| <i>Dimensión del modelo</i> | <i>Preguntas</i> | <i>Grado de validez</i> | | |
|-----------------------------|------------------|-------------------------|--------------|-------------|
| | | <i>Alta</i> | <i>Media</i> | <i>Baja</i> |
| | | 3 | 2 | 1 |

| | |
|--|--|
| Diagnostico Situacional | <i>¿Qué grado de validez le otorga efectuar un adecuado diagnóstico situacional para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?</i> |
| Propuesta de Plan de mitigación | <i>¿Qué grado de validez le otorga efectuar un Plan mitigación para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?</i> <i>¿Qué grado de validez le otorga efectuar un Plan de preparación para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?</i> <i>¿Qué grado de validez le otorga efectuar un Plan de Respuesta para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?</i> |

Fuente: Elaboración Propia

4.4.1. Análisis Estadístico

a) Procesamiento de la Información:

Para el procesamiento de información se utilizó el programa SPSS Statics Versión 21, Los resultados de la aplicación de la encuesta a los expertos sobre la propuesta, de un modelo de gestión de riesgos son los siguientes.

Pregunta: *¿Qué grado de validez le otorga efectuar un adecuado diagnóstico situacional para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?*

Tabla 37. Diagnostico situacional para la implementación del plan

| Diagnostico situacional | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Alta</i> | 5 | 100 |
| <i>Medio</i> | 0 | 0 |
| <i>Bajo</i> | 0 | 0 |
| Total | 5 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

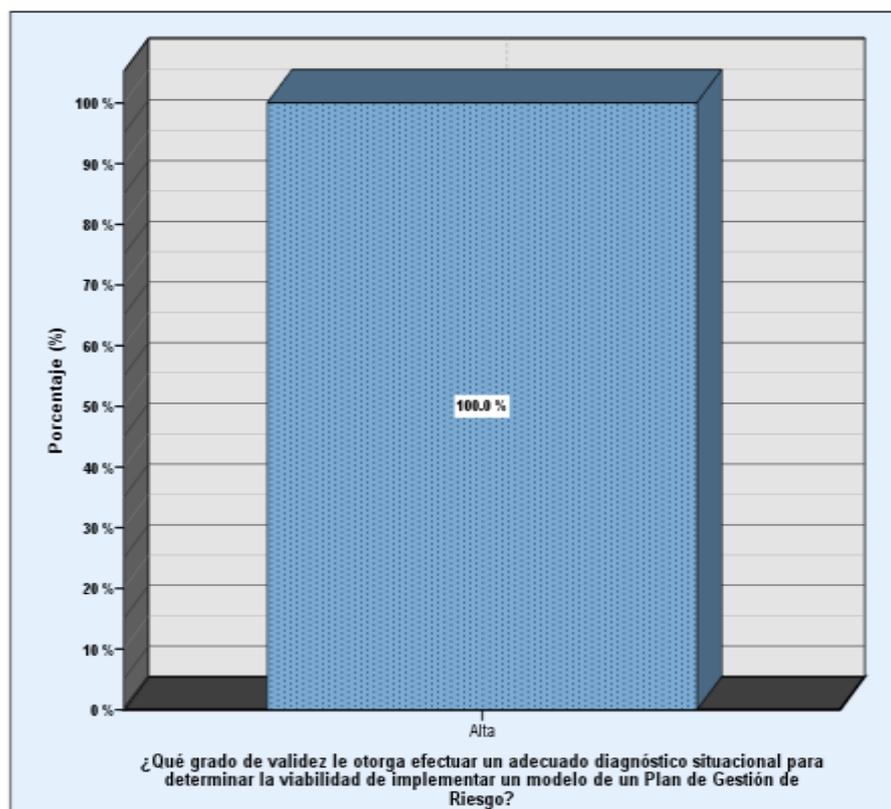


Figura 95. Diagnóstico situacional para la implementación del plan

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

El 100 % de encuestados dio una calificación alta a la validez de efectuar un adecuado diagnóstico situacional. Para implementar un plan de gestión de riesgos es muy importante conocer los peligros y vulnerabilidades en la quebrada Del Diablo.

Pregunta: ¿Qué grado de validez le otorga efectuar un Plan mitigación para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?

Tabla 38. Validez para un Plan de Mitigación

| Validez para un Plan de Mitigación | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|-------------------|-----------------------|
| <i>Alta</i> | 5 | 100 |
| <i>Medio</i> | 0 | 0 |
| <i>Bajo</i> | 0 | 0 |
| Total | 5 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

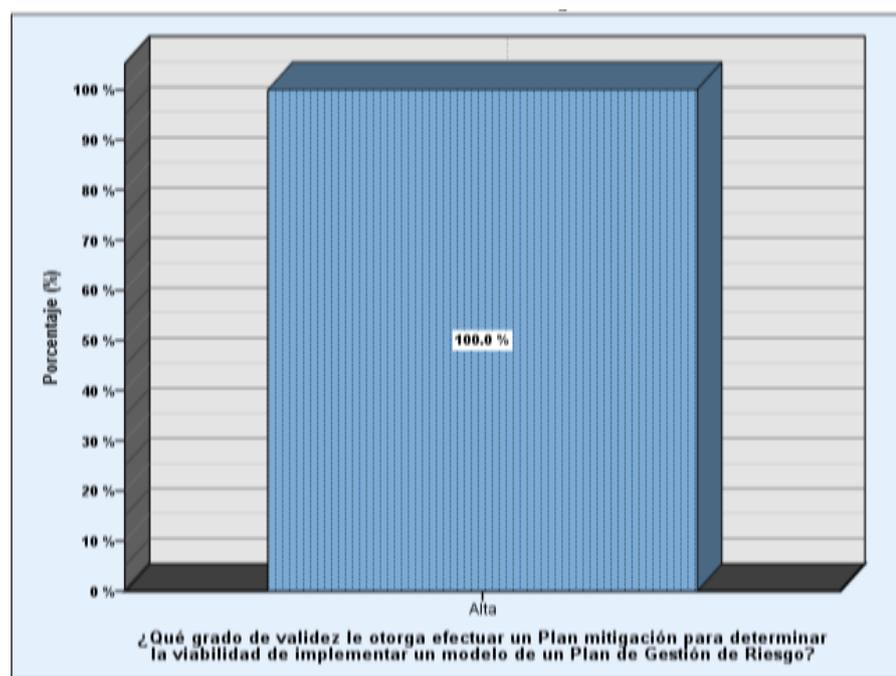


Figura 96. Validez para un Plan de Mitigación

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los resultados:

El 100 % de encuestados dio una calificación alta a la validez de implementar un plan de Mitigación. La implementación de un Plan de mitigación contribuirá a disminuir la intensidad del peligro. No se podrá eliminar completamente el peligro, pero se reducirá su poder destructivo.

Pregunta: ¿Qué grado de validez le otorga efectuar un Plan de Preparación para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?

Tabla 39. Validez para un Plan de Preparación

| Validez para un Plan de Preparación | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|-------------------|-----------------------|
| Alta | 4 | 80 |
| Medio | 1 | 20 |
| Bajo | 0 | 0 |
| Total | 5 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

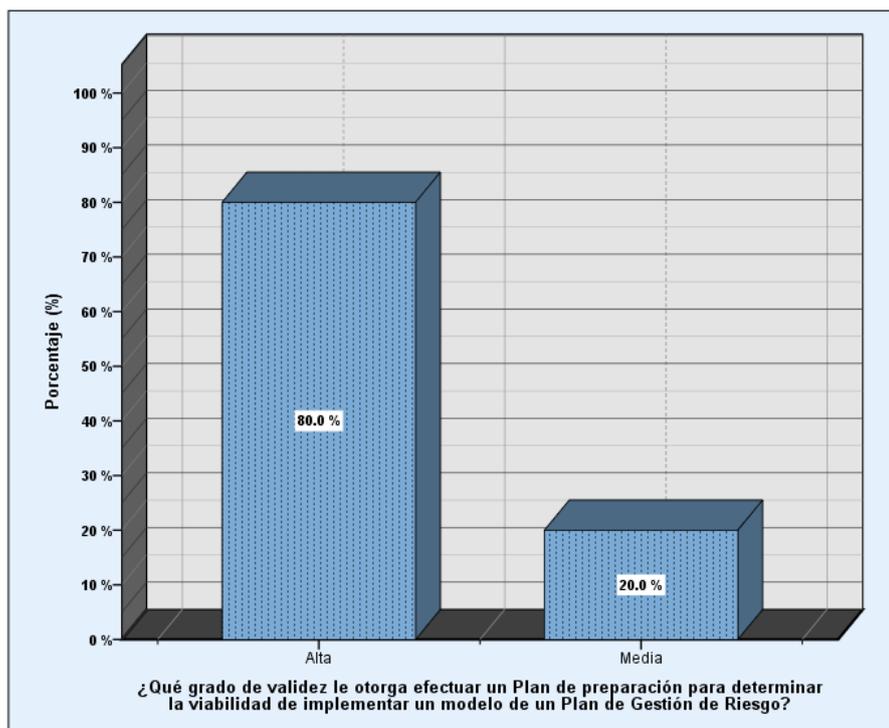


Figura 97. Validez para un Plan de Preparación

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Resultados:

El 80 % de encuestados dio una calificación alta a la validez de implementar un plan de Preparación. Uno de los principales propósitos de implementar un plan de gestión de riesgos en la quebrada del diablo es reducir sus vulnerabilidades. El peligro no afectara a una población, si esta carece de vulnerabilidades. El peligro se anula.

Pregunta: ¿Qué grado de validez le otorga efectuar un Plan de Respuesta para determinar la viabilidad de implementar un modelo de un Plan de Gestión de Riesgo?

Tabla 40. Validez para un Plan de Respuesta

| Validez para un Plan de Respuesta | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-----------------------------------|------------|----------------|
| Alta | 5 | 100 |
| Medio | 0 | 0 |
| Bajo | 0 | 0 |
| Total | 5 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

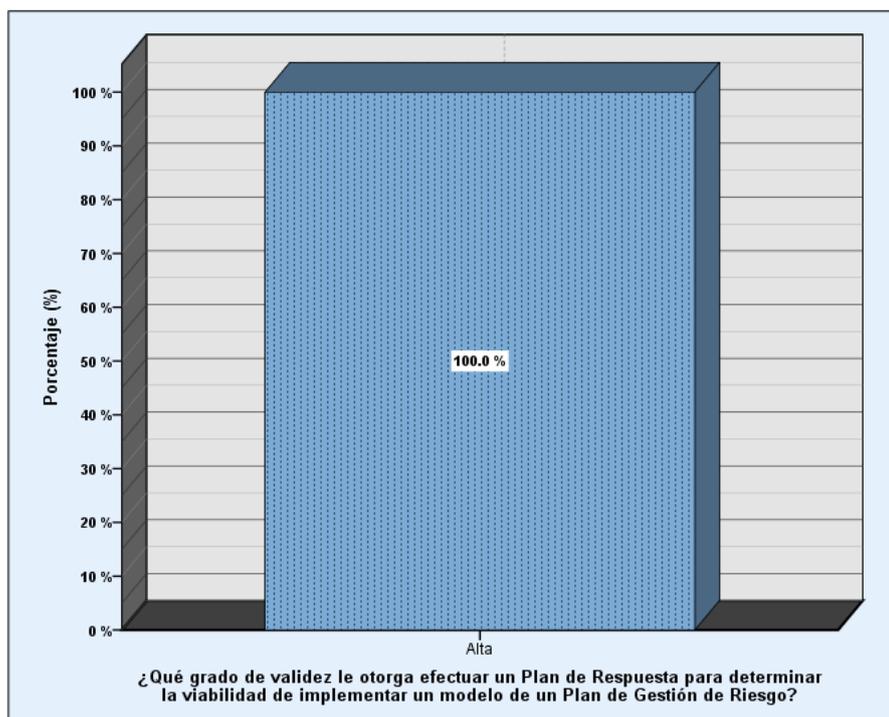


Figura 98. Validez para un Plan de Respuesta

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los resultados:

El 100 % de encuestados dio una calificación alta a la validez de implementar un plan de Respuesta. Es muy importa saber que hacer a la hora de la llegada de un peligro. Conocer las rutas de evacuación y las zonas seguras son esenciales para salvaguardar la vida de la población.

b) Resultados previsibles o esperados de la propuesta

Los resultados de la aplicación de la encuesta a los Expertos es la siguiente:

Tabla 41. Resultados de la aplicación de los procesos de la Metodología de Gestión Operativa propuesta.

| <i>Dimensión metodológica</i> | <i>Grado de validez</i> |
|---|-------------------------|
| <i>Diagnóstico Situacional</i> | <i>Alto</i> |
| <i>Propuesta de Plan de Mitigación</i> | <i>Alto</i> |
| <i>Propuesta de Plan de Preparación</i> | <i>Alto</i> |
| <i>Propuesta Plan de Respuesta</i> | <i>Alto</i> |

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Prueba estadística de validez de la propuesta

a) Formulación de las hipótesis estadísticas

Considerando, 2 procesos y tres grados de validez (alto, medio, bajo).

$$2 \times 3 = 6 \text{ (puntaje máximo)}$$

$$2 \times 1 = 2 \text{ (puntaje mínimo)}$$

$$\rightarrow \mu = 16 - 2$$

$$\mu = 4$$

Por lo tanto, la hipótesis para la metodología propuesta:

- Hipótesis nula (H0): $\mu < 4$ propuesta tiene baja validez.
- Hipótesis alterna (H1): $\mu > 4$ propuesta tiene una alta validez.

Nivel de significación

α : 5% Nivel de significación (95% de nivel de confianza)

b) Estadígrafo de prueba

Se aplica la prueba de "t" de Student

Donde:

- X = media muestral
- μ = constante no nula (media poblacional)
- S = desviación estándar
- n = tamaño de muestra
- t (crítico) = valor obtenido de la tabla t-Student

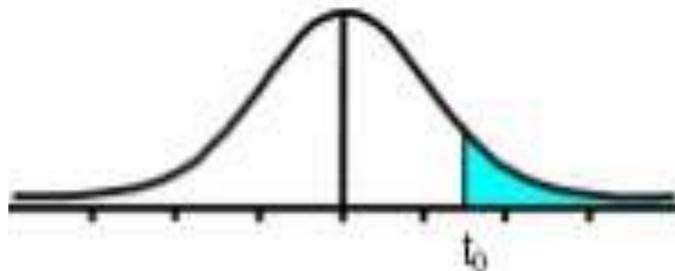


Figura 99. Tabla t-student

Fuente: Prueba t-student

c) Grado de libertad

$$GI = n - 1$$

Donde, n = tamaño de la muestra (expertos entrevistados) = 5

$$GI = 5 - 1$$

$$GI = 4$$

d) Zona de aceptación y de rechazo

Para: $\alpha = 5\%$ o 0.05

$$GI = 3$$

Tabla 42. Grados de Libertad Tabla t- Student

| Grados de libertad | 0.25 | 0.1 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 |
|--------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 1 | 1.0000 | 3.0777 | 6.3137 | 12.7062 | 31.8210 | 63.6559 |
| 2 | 0.8165 | 1.8856 | 2.9200 | 4.3027 | 6.9645 | 9.9250 |
| 3 | 0.7649 | 1.6377 | 2.3534 | 3.1824 | 4.5407 | 5.8408 |
| 4 | 0.7407 | 1.5332 | 2.1318 | 2.7765 | 3.7469 | 4.6041 |
| 5 | 0.7267 | 1.4759 | 2.0150 | 2.5706 | 3.3649 | 4.0321 |
| 6 | 0.7176 | 1.4398 | 1.9432 | 2.4469 | 3.1427 | 3.7074 |
| 7 | 0.7111 | 1.4149 | 1.8946 | 2.3646 | 2.9979 | 3.4995 |
| 8 | 0.7064 | 1.3968 | 1.8595 | 2.3060 | 2.8965 | 3.3554 |
| 9 | 0.7027 | 1.3830 | 1.8331 | 2.2622 | 2.8214 | 3.2498 |
| 10 | 0.6998 | 1.3722 | 1.8125 | 2.2281 | 2.7638 | 3.1693 |
| 11 | 0.6974 | 1.3634 | 1.7959 | 2.2010 | 2.7181 | 3.1058 |
| 12 | 0.6955 | 1.3562 | 1.7823 | 2.1788 | 2.6810 | 3.0545 |
| 13 | 0.6938 | 1.3502 | 1.7709 | 2.1604 | 2.6503 | 3.0123 |
| 14 | 0.6924 | 1.3450 | 1.7613 | 2.1448 | 2.6245 | 2.9768 |
| 15 | 0.6912 | 1.3406 | 1.7531 | 2.1315 | 2.6025 | 2.9467 |

Fuente: Prueba t-student

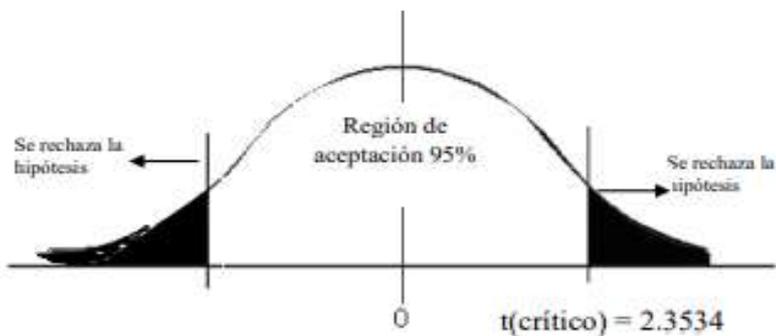


Figura 100. Región de aceptación Tabla t-student

Fuente: Prueba t-student

El valor de $t(\text{crítico})$, se obtiene de la tabla de distribución normal, para lo cual con un grado de libertad $GI = 4$ y un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$, da como resultado un $t(\text{crítico}) = 2.132$.

e) Zona de aceptación y de rechazo

Reemplazando los datos del análisis estadístico, en el estadístico de prueba “Z”, se obtiene lo siguiente:

[Conjunto_de_datos1] D:\validez de expertos.sav

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | N | Media | | Desv. típ. | Varianza |
| | Estadístico | Estadístico | Error típico | Estadístico | Estadístico |
| suma | 5 | 4.2000 | .20000 | .44721 | .200 |
| N válido (según lista) | 5 | | | | |

Figura 101. Resultados Estadística descriptiva en SPSS

Fuente: SPSS VS 21

$$t(\text{obtenido}) = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t(\text{obtenido}) = \frac{4.2 - 4}{\frac{0.44721}{\sqrt{5}}}$$

$$t(\text{obtenido}) = 1.00$$

$$t(\text{critico}) = 2.1318$$

f) Regla de decisión

Si $t(\text{obtenido}) < t(\text{crítico})$ Entonces se rechaza la hipótesis.

Si $t(\text{obtenido}) > t(\text{crítico})$ Entonces se acepta la hipótesis.

g) Decisión

Como el valor de: “ $t(\text{obtenido})$ ” = 1.00 es menor a $t(\text{crítico}) = 2.132$, Entonces se decide rechazar la hipótesis nula (H_0) y en consecuencia se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

h) Conclusión estadística

Se concluye que, con un nivel de confianza del 95 % el nivel de validez de la “PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA PREVENIR DESASTRES NATURALES OCASIONADO POR HUAYCOS EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA DEL DIABLO - TACNA 2021” por lo tanto constituye una alternativa viable, pues su aplicación permitirá salvaguardar la vida de los habitantes, siendo esto un aporte a un desarrollo seguro y sostenible de la ciudad de Tacna.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Bedregal, T. (2018), concluye en su investigación, que la ocupación de las zonas de alto riesgo es debido al urbanismo informal y a la ausencia de lineamientos urbanos, efectivamente esta misma problemática se presenta en la quebrada Del Diablo, concluye también que un impedimento para trabajar en la Gestión de Riesgo de Desastres es la participación de la población, sin embargo en la encuesta realizada en la quebrada Del diablo, la población está de acuerdo en la implementación de planes de prevención y reducción de riesgo de desastre y quieren participar en la implementación de estos.

Vilcahuamán, I. (2015), concluye que el riesgo de desastres por huaico es causado más por factores humanos que naturales, efectivamente tiene mucha razón, los fenómenos naturales como los huaycos son peligros solo cuando podrían causarnos algún daño debido a nuestra vulnerabilidad y al nivel de exposición en la que se encuentra una población.

El “PLAN DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESASTRES DE LA PROVINCIA DE TACNA 2019-2022” determino que el riesgo por movimiento en masa en la quebrada Del Diablo es Riesgo Alto. Sin embargo, en este plan no se tomaron en cuenta los lineamientos de Indeci para el cálculo de vulnerabilidades, también no se toma en cuenta el calentamiento global como un factor potenciador del peligro, es por ello que este trabajo de investigación concluye que el nivel de riesgo presente en la quebrada Del Diablo es Riesgo Muy Alto.

INGEMMET en su informe técnico de febrero de 2020 propone la colocación de disipadores de energía en el cauce de la quebrada, nosotros también proponemos la instalación de Barreras Dinámicas como también diques de mampostería para controlar el flujo del lodo hacia la zona de estudio, de esta manera se contendrá el poder destructivo del huayco y solo de daría paso al agua que tendría que ser captado por un canal. Estas estructuras hidráulicas tendrán que ser tema de otras investigaciones que serán realizados con estudios y especialistas en el tema.

CONCLUSIONES

Se realizó una propuesta de modelo de gestión de riesgos para prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la quebrada Del Diablo, con la finalidad de reducir vulnerabilidades frente a desastres naturales ocasionado por huaycos. Los fenómenos naturales son muy difíciles de controlar y predecir, sin embargo, la gestión de riesgos permite prevenir y reducir el riesgo de desastre ocasionado por huayco. En la quebrada Del Diablo es posible reducir las vulnerabilidades frente a desastres naturales ocasionados por huayco, ya que su población tiene conocimiento del riesgo en el que se encuentran y están predispuestos a que se implementen planes de contingencia para prevenir un desastre.

Se desarrolló un diagnóstico detallado que fue el resultado de la evaluación que se realizó en la zona de estudio, evidenciando que existe un nivel de riesgo y de vulnerabilidad muy alto. El cambio climático un factor potenciador del peligro de huayco en la quebrada Del Diablo y esto hace que el nivel del peligro sea Muy Alto.

Se diseñó un modelo de gestión de riesgo frente a huaycos en la quebrada del diablo, el cual podría implementarse para salvaguardar la vida de la población, así como la preservación del patrimonio económico ante la ocurrencia de peligros naturales. Se estima que se beneficiaría a un total de 912 personas y 241 viviendas.

Se validó el modelo de gestión de riesgo, es una alternativa importante para coadyuvar a la población que vive en la zona de estudio. Los expertos afirman que es una alternativa viable pues su ejecución permitirá salvaguardar la vida de sus habitantes.

RECOMENDACIONES

Primera recomendación

Se recomienda a las autoridades gubernamentales del Gobierno Región de Tacna, que cambien de una posición reparadora a una posición preventiva frente a los desastres naturales. Las autoridades gubernamentales no invierten en planes de prevención pues los resultados se ven a largo plazo y no son mediatas como a la mayoría de políticos les gustaría tener.

Segunda recomendación

Se recomienda a la municipalidad de Alto de la Alianza, capacitar a la población para tomar acciones frente a la ocurrencia de desastres naturales, crear brigadas que trabajen conjuntamente con la municipalidad. Capacitar a los pobladores sobre los protocolos a seguir ante un probable peligro.

Tercera recomendación

Se recomienda al Gobierno Regional de Tacna considerar que para la creación de un PPRRD se debe tener en cuenta la participación activa de la sociedad. Recomendamos capacitar a las personas, darles una adecuada información y organizarlos, para que juntos puedan estar preparados ante una emergencia. De esta manera estarán bien preparados para dar una adecuada respuesta ante una emergencia.

Cuarta recomendación

Se recomienda promover en las universidades el estudio y la investigación sobre temas de gestión de riego ocasionado por desastres naturales, ya que es un tema de suma importancia y es una problemática actual y repetitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS. (22 de FEBRERO de 2020). ANDINA. *El Ministerio de Salud (Minsa) confirmó el fallecimiento de cuatro personas, de las cuales tres han sido identificadas y una está pendiente de identificación, como consecuencia del huaico que ocurrió anoche en la ciudad de Tacna.*
- Banco interamericano de Desarrollo-BID. (2009). Banco interamericano de Desarrollo-BID.
- Bedregal Flores, T. (2018). *APORTES PARA LOS PLANES DE GESTIÓN DE RIESGO EN POBLACIONES EMPLAZADAS EN LADERAS DEL SECTOR EL PROGRESO EN CARABAYLLO.* LIMA.
- CARDONA ARBOLEDA, O. D. (2001). *ESTIMACIÓN HOLÍSTICA DEL RIESGO SISMICO UTILIZANDO SISTEMAS DINAMICOS COMPLEJOS.* Bacerlona.
- CENEPRED. (2016). *GUÍA METODOLÓGICA PARA ELABORAR EL PLAN DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIEGOS DE DESASTRES EN LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.* LIMA.
- Congreso de la República del Perú. (2011). *LEY QUE CREA EL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.* LIMA: DIARIO EL PERUANO.
- INDECI. (2006). *Manual Básico para la Estimación de Riego.*
- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.*
- INGEMMET. (2016). *ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGION TACNA.* TACNA.
- INGEMMET. (2020). *EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA DEL DIABLO Y CARAMOLLE EN TACNA.* TACNA.
- Ley N°29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable. (2012). Ley N°29869.
- Maskrey, A. (1993). *Red de estudios sociales en Prevención de desastres en América Latina.* Obtenido de <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldns/>

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA. (2015). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2015-2025*. TACNA.

Paola, V. (Julio de 2009). *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>

POMA-INGEMMET, G. L. (2016). *ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN TACNA*. TACNA: INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO.

PUCP. (24 de Octubre de 2014). *CLIMA DE CAMBIOS PUCP*. Obtenido de <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/peru-es-tercer-pais-mas-vulnerable-del-mundo-al-cambio-climatico/#:~:text=El%20Per%C3%BA%20es%20el%20tercer,la%20crisis%20del%20calentamiento%20global.&text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%2C%20adem%C3%A1s%20de>

REGION TACNA. (2013). *PLAN BASADRE*. TACNA.

ANEXOS

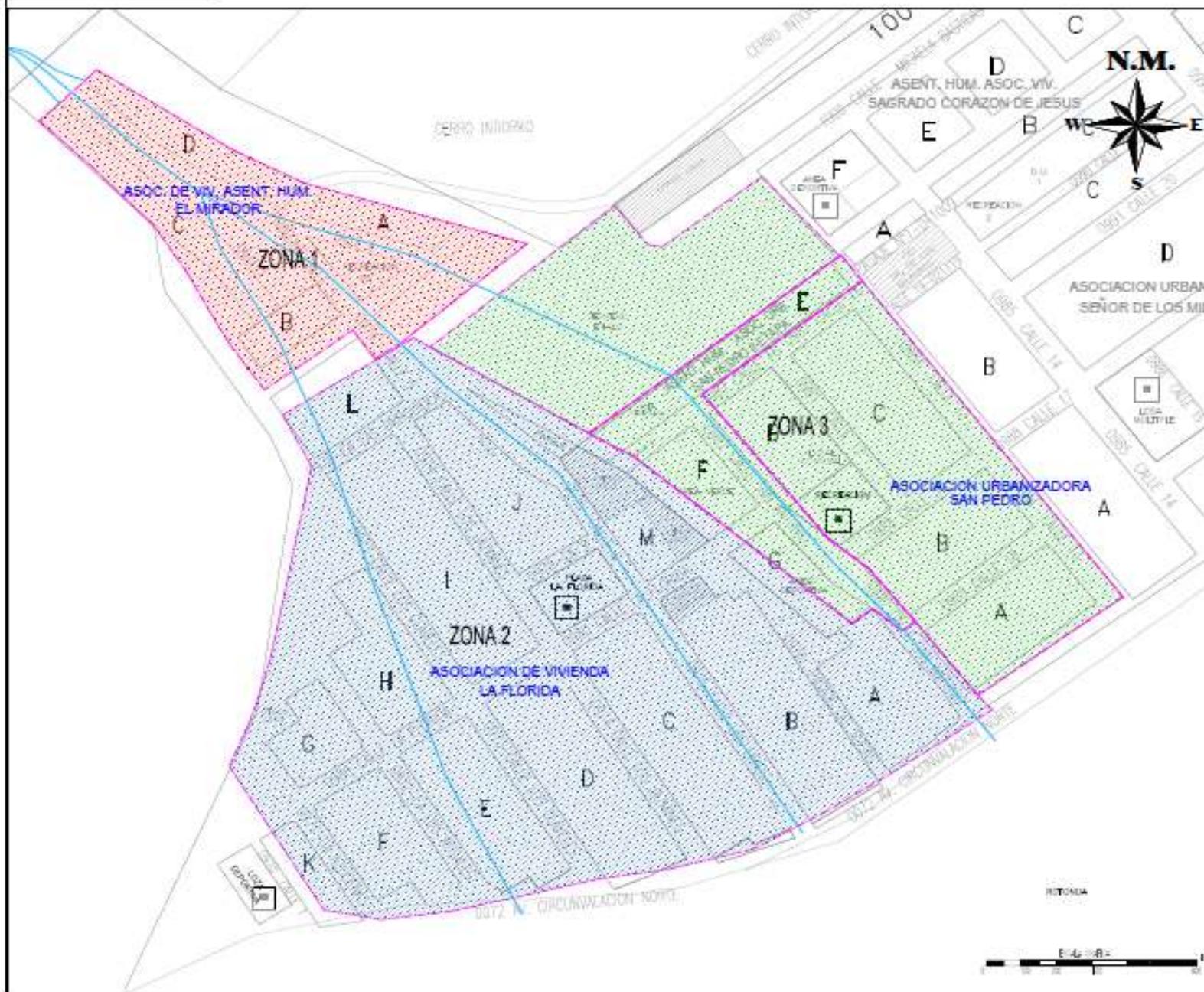
Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO: "PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA PREVENIR DESASTRES NATURALES OCASIONADO POR HUAYCOS EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA DEL DIABLO-TACNA 2021"

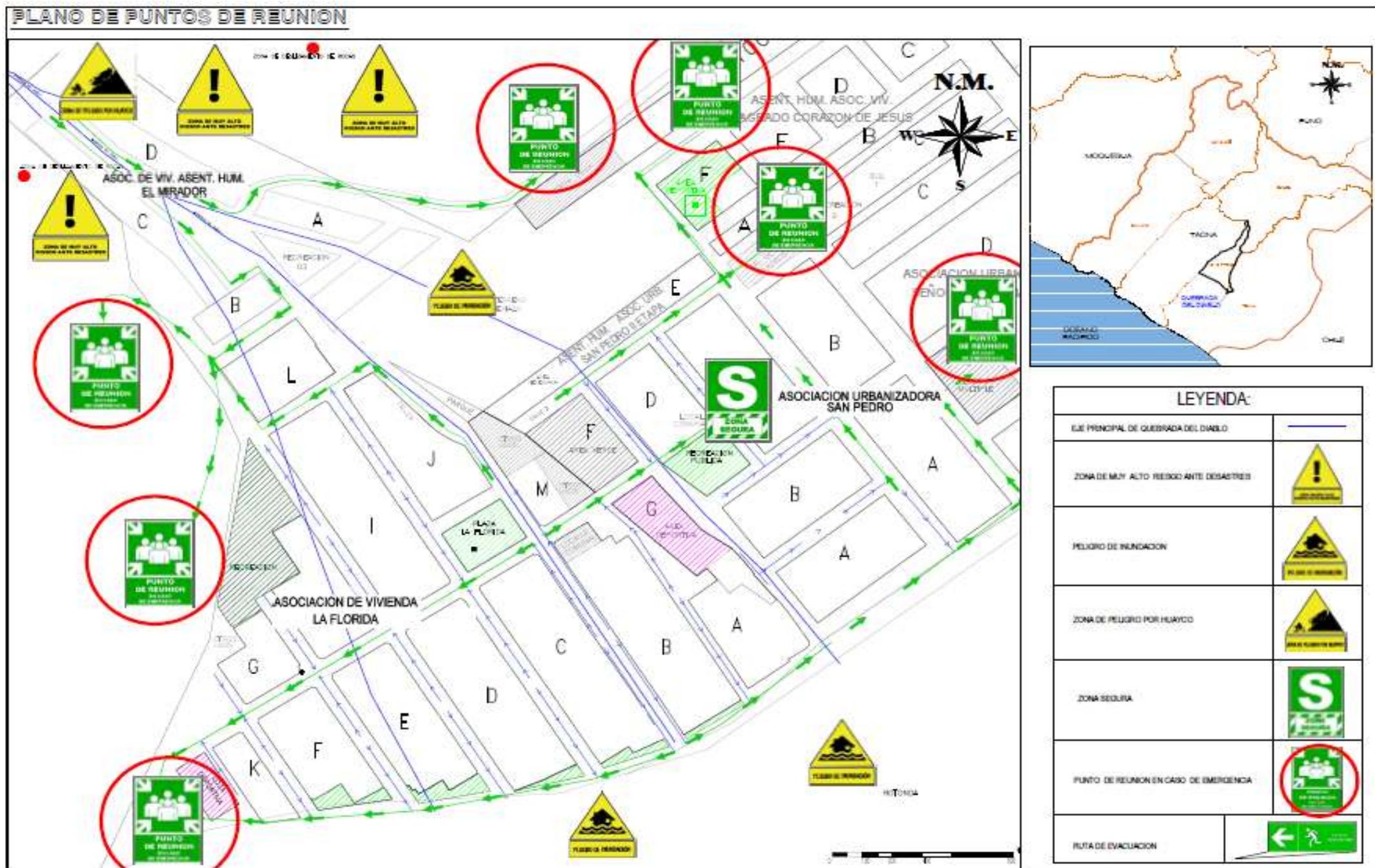
| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIÓN | INDICADOR | METODOLOGÍA | |
|---|---|--|---|--|---|-----------------------|--|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLE INDEPENDIENTE | | | Tipo de Investigación | |
| ¿Proponer un modelo de gestión de riesgo permitirá prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la Quebrada del Diablo-Tacna 2021? | Realizar una propuesta de un modelo de gestión de riesgos para prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la quebrada del Diablo-Tacna 2021. | La propuesta de un modelo de gestión de riesgos permite prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la quebrada Del Diablo-Tacna 2021. | TE: Propuesta de un Modelo de Gestión de Riesgos. | Normas vigentes Procesos y/o procedimientos Estudios | Riesgo Vulnerabilidad Peligro o amenaza | | <p>Aplicada porque que incorpora elemento de innovación, proponiendo un modelo de gestión de riesgo.</p> <p>Propositiva porque incluye una propuesta basada en la guía metodológica del CENEPRED</p> |

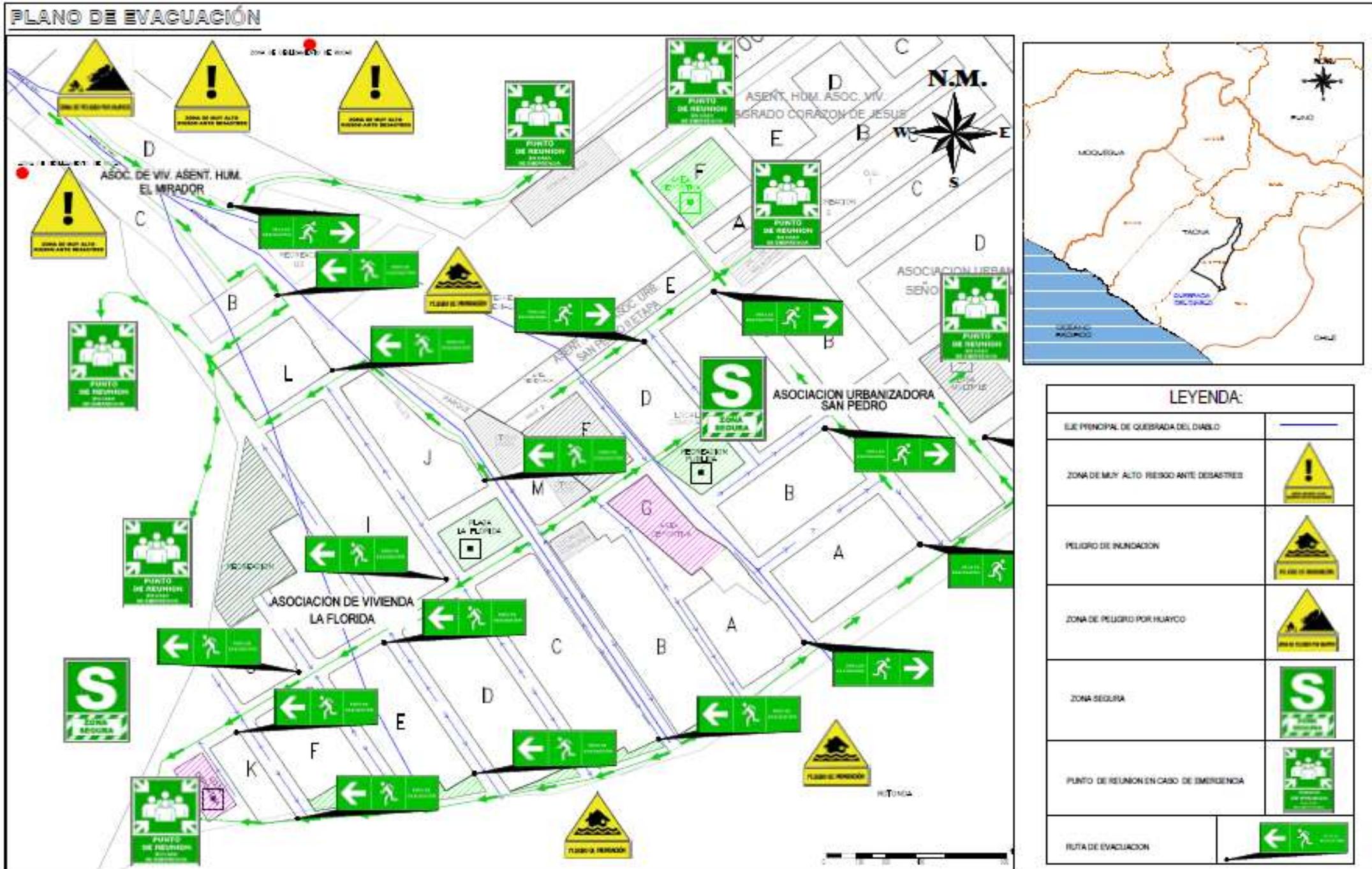
| PROBLEMA ESPECIFICO | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECIFICAS | VARIABLE DEPENDIENT E: | Implementación de planes de prevención de reducción del riesgo de desastres | Evaluación de daños | | |
|---|---|---|--|--|----------------------------|--|--|
| ¿Se cuenta con un diagnóstico de riesgo frente a huaycos en la quebrada del Diablo Tacna-2021? | Desarrollar un diagnóstico referente al riesgo frente a huaycos en la quebrada del Diablo Tacna-2021. | Se diagnosticará el riesgo frente a huaycos en la quebrada del Diablo Tacna-2021. | Prevenir Desastres Naturales ocasiona por Huayco. | | | | |
| ¿Existe un plan de gestión de riesgo frente a huaycos en la quebrada del Diablo Tacna-2021? | Diseñar un plan de gestión de riesgo frente a huaycos en la quebrada del Diablo Tacna-2021. | Se diseñará un plan de gestión de riesgo frente a huaycos en la quebrada del Diablo Tacna-2021 | | | | | |
| ¿Se puede validar, mediante un juicio de expertos, la propuesta de un plan de gestión de riegos en la quebrada del Diablo Tacna-2021? | Validar, mediante un juicio de expertos, la propuesta de un plan de gestión de riegos en la quebrada del Diablo Tacna-2021. | Se validará, mediante un juicio de expertos, la propuesta de un plan de gestión de riegos en la quebrada del Diablo Tacna-2021. | | | | | |

MAPA DE ZONAS



| LEYENDA | |
|--------------------------------------|--|
| SUE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA DEL RIO | |
| DELIMITACION DE ZONA | |
| REUBICACION TOTAL ZONA 1 | |
| ZONA 2 | |
| ZONA 3 | |





Anexo 6. Modelo de Encuestas realizada a la población de la quebrada Del Diablo

| | |
|--|---|
|  UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |
| Encuesta dirigida a la Población de la Asociación de Vivienda La Florida | |
| PREGUNTAS: | |
| <p>1) La cantidad de miembros de su familia es:</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de 3</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 3 y 5</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Más de 5</p> | <p>8) ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por inundación o huayco?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>2) Qué antigüedad tiene la construcción de su vivienda:</p> <p><input type="checkbox"/> 0 - 5 años</p> <p><input type="checkbox"/> 6 a 10 años</p> <p><input type="checkbox"/> 11 a 15 años</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> más de 15 años</p> | <p>9) ¿Podría decir qué tipo de afectaciones por huayco tuvo? Puede marcar varias opciones</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Inundación de vivienda</p> <p><input type="checkbox"/> Perdidas económicas</p> <p><input type="checkbox"/> Derrumbe parcial o total de vivienda</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Humedad en el piso y las paredes</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Acumulación de lodo o desechos sólidos por el huayco.</p> <p><input type="checkbox"/> Otros: _____</p> |
| <p>3) Número de pisos que tiene su vivienda:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 1 piso</p> <p><input type="checkbox"/> 2 pisos</p> <p><input type="checkbox"/> Más de dos pisos</p> | <p>10) Los pobladores han recibido algún tipo de orientación o capacitación por parte de autoridades referente a prevención de riesgos</p> <p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No</p> |
| <p>4) Tiempo en el que vive en la zona:</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 1 y 5 años</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 5 y 10 años</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Más de 10 años</p> | <p>11) Tienen conocimiento de zonas seguras a donde pueda acudir la población del sector en caso de emergencia (huaycos, inundaciones, sismos)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>5) La Vivienda en el que habita es:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Propia</p> <p><input type="checkbox"/> Alquilada</p> | <p>12) ¿Sabe si alguna autoridad gubernamental ha planteado una solución para las personas que viven en la quebrada del diablo?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>6) Material predominante de su vivienda es:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Material noble (concreto armado, albañilería, techo aligerado)</p> <p><input type="checkbox"/> Material noble (concreto albañilería, techo cobertura liviana calamina o similar)</p> <p><input type="checkbox"/> Adobe, quincha, torta de barro</p> <p><input type="checkbox"/> Material prefabricado (drywall o similar)</p> <p><input type="checkbox"/> Otros.....</p> | <p>13) ¿Está de acuerdo que se realice un Plan de Contingencia para Prevención de Desastres por huaycos?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>7) ¿Tiene usted conocimiento que la zona es de alto riesgo frente a desastres naturales ocasionado por huaycos?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> | <p>14) Considera Ud. Necesario que las Autoridades apoyen a los pobladores de la Zona frente a los desastres por huaycos.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>Comentario adicional:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> | |