

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE
INUNDACION EN EL CENTRO POBLADO DE TARAY, CASO
DE LA MICROCUENCA QUESERMAYO - 2017**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

DANY FERNANDO ALVAREZ AYMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

LIMA - PERÚ
2017

DEDICATORIA

A mis padres y familiares que motivaron la consecución de mis propósitos académicos.

AGRADECIMIENTO

A mi facultad por brindarme las herramientas necesarias en mi formación profesional.

Al Centro de Estudios y Prevención de Desastres PREDES, por su contribución en la temática de Gestión de Riesgo de Desastres.

A mi futura esposa por su paciencia y motivación al logro de mis metas.

A mis compañeros de trabajo, quienes desde sus especialidades contribuyeron y contribuyen en mi proceso de aprendizaje.

.

INDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	vii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
Capítulo I.....	1
1. Planteamiento del problema.....	1
1.1 Caracterización de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación	3
1.5 Importancia	4
1.6 Limitaciones.....	4
Capítulo II	6
2. Fundamentos Teóricos	6
2.1 Marco Referencial	6
2.1.1 Antecedentes de la Investigación	6
2.1.2 Referencias Histórica	8
2.2 Marco Legal	10
2.2.1 Ley	10
2.3 Marco Conceptual	12
2.3.1 Inundaciones	12
2.3.2 Bases Teóricas de las edificaciones.....	15
2.3.3 Desastres	17
2.3.4 Susceptibilidad.....	18
2.3.5 Gestión de riesgos	19

2.4	Marco Teórico	21
2.4.1	Peligro o Amenaza	21
2.4.2	Vulnerabilidad	25
2.4.3	Riesgo	28
Capítulo III		31
3.	Planteamiento metodológico.....	31
3.1	Metodología	31
3.1.1	Método.....	31
3.1.2	Tipo de investigación	51
3.1.3	Nivel de investigación	51
3.2	Diseño de la investigación	52
3.3	Hipótesis de la investigación	52
3.3.1	Hipótesis general	52
3.3.2	Hipótesis específicas.....	53
3.4	Variables.....	53
3.4.1	Variable independiente	53
3.4.2	Variable dependiente	53
3.5	Cobertura del Estudio.....	53
3.5.1	Universo	53
3.5.2	Población	53
3.5.3	Muestra	53
3.5.4	Muestreo	54
3.6	Técnicas e instrumentos.....	54
3.6.1	Técnicas de la investigación.....	54
3.6.2	Instrumentos de la investigación	54
3.6.3	Fuentes.....	54
3.7	Procesamiento estadístico de la información.....	55
3.7.1	Estadísticos	55
3.7.2	Representación.....	55
Capítulo IV		56
4.	Organización, presentación y análisis de resultados.....	56
4.1	Resultados	56
4.1.1	Características del ámbito de estudio.....	56
4.1.2	Identificación del peligro	74
4.1.3	Identificación y análisis de elementos expuestos ante inundaciones	78
4.1.4	Análisis de vulnerabilidad ante inundaciones	78

4.1.5	Calculo y determinación de los niveles de riesgo	90
4.1.6	Medidas de prevención de riesgos de desastres ante inundaciones	94
4.1.7	Medidas de mitigación de riesgos de desastres ante inundaciones	94
4.2	Discusión de resultados	95
4.2.1	Análisis y discusión de resultados en relación a las hipótesis específicas	95
4.3	Contrastación de Hipótesis	96
CONCLUSIONES		98
RECOMENDACIONES		101
BIBLIOGRAFIA		103
ANEXOS		105
1.	Anexo 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	105
2.	Anexo 01: CARTOGRAFÍA	107
3.	Anexo 02: FICHA DE CAMPO	114
4.	Anexo 03: METODO ESTADISTICO	115
4.	Anexo 04: FIGURAS	146
5.	Anexo 05: PRESENTACION DE SUSTENTACIÓN	152

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ACC: Adaptación al Cambio Climático

AN: Acuerdo Nacional

CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

COFOPRI: Organismo de formalización de la propiedad informal

EIRD: Estrategia internación de reducción de riesgo

IE: Institución educativa

INDECI: Instituto nacional de defensa civil

INEI: Instituto nacional de estadística

GIZ: Cooperación Alemana al Desarrollo

MAH: Marco de Acción de Hyogo

ONU: Organización de las naciones unidas

PACC: Programa de adaptación al cambio climático

PCM: Presidencia del consejo de ministros

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PLANAGERD: Plan nacional de gestión de riesgo de desastres

PREDES: Centro de estudios y prevención de desastres

RRD: Reducción de riesgo de desastre

SIG: Sistemas de información geográfica

SINAGERD: Sistema nacional de gestión de desastres

SUNARP: Superintendencia nacional de registros públicos

UNESCO: La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UTM: Universal transverse mercator

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de edificaciones.....	16
Tabla 2: Clasificación de Peligros por origen.....	24
Tabla 3: Población por grupo etario.....	34
Tabla 4: Viviendas - infraestructura.....	34
Tabla 5: Instituciones educativas - infraestructura.....	35
Tabla 6: Instituciones educativas – población escolar.....	35
Tabla 7: Establecimientos de salud - infraestructura.....	36
Tabla 8: Establecimiento de salud– personal de salud.....	36
Tabla 9: Servicios básicos expuestos.....	37
Tabla 10: Infraestructura y elementos esenciales expuestos.....	38
Tabla 11: Edificios públicos potencialmente afectados.....	38
Tabla 12: Grupo etario.....	40
Tabla 13: Servicios educativos expuestos.....	41
Tabla 14: Servicios de salud terciario.....	41
Tabla 15: Material de construcción de la edificación.....	41
Tabla 16: Estado de conservación de la edificación.....	42
Tabla 17: Antigüedad de construcción de la edificación.....	42
Tabla 18: Elevación de las edificaciones.....	42
Tabla 19: Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente.....	43
Tabla 20: Capacitación en temas de gestión de riesgos.....	43
Tabla 21: Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres.....	43
Tabla 22: Existencia de normatividad política y local.....	44
Tabla 23: Actitud frente al riesgo.....	44
Tabla 24: Campaña de difusión.....	45
Tabla 25: Matriz de vulnerabilidad.....	46
Tabla 26: Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo.....	49
Tabla 27: Niveles de riesgo para la zonificación territorial del riesgo.....	51
Tabla 28: Ubicación del área urbana del distrito de Taray.....	57
Tabla 29: Precipitaciones (mm) estación Pisac.....	59
Tabla 30: Hidrología del área de estudio.....	61
Tabla 31: Población en la subcuenca Quesermayo y CP de Taray.....	63
Tabla 32: Número de viviendas por área urbana o rural.....	64
Tabla 33: Número de viviendas por tipo de material.....	64
Tabla 34: Matriculas por grado y sexo.....	71
Tabla 35: Matriculas por grado, 2004-2016.....	71
Tabla 36: Cobertura de salud por edad.....	73
Tabla 37: Tasas de natalidad y mortalidad.....	73
Tabla 38: Infraestructura de equipamiento.....	74
Tabla 39: Elementos vulnerables expuestos a inundaciones.....	78

Tabla 40: Parámetros para la vulnerabilidad.....	79
Tabla 41: Disponibilidad de información.....	80
Tabla 42: Escala de Saaty.....	81
Tabla 43: Matriz de comparación de pares de la fragilidad ante inundaciones.....	82
Tabla 44: Parámetros de normalización y priorización de la fragilidad ante inundaciones.....	82
Tabla 45: Resumen de Material predominante de la edificación	83
Tabla 46: Resumen de estado de conservación.....	83
Tabla 47: Resumen de Altura de la edificación.....	84
Tabla 48: Resumen de Cumple con la norma constructiva.....	84
Tabla 49: Matriz de comparación de pares de resiliencia social ante inundaciones	85
Tabla 50: Matriz de normalización y priorización de la resiliencia ante inundaciones.....	85
Tabla 51: Resumen de capacitación en GRD primeros auxilios o similares	86
Tabla 52: Resumen población económicamente activa desocupada	86
Tabla 53: Resumen Ingreso familiar.....	87
Tabla 54: Resumen conocimiento sobre ocurrencia de desastres.....	87
Tabla 55: Resumen Actitud frente al riesgo.....	87
Tabla 56: Niveles de vulnerabilidad social ante inundaciones.....	88
Tabla 57: Matriz de evaluación del riesgo	91
Tabla 58: Rango de riesgo.....	91
Tabla 59: Aceptabilidad y tolerancia al riesgo	91
Tabla 60: Nivel de riesgos de la dimensión social ante inundaciones.....	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección típica simplificada de un río	12
Figura 2. Distrito de Taray, Cusco inundado	13
Figura 3. Inundación río Urubamba, Cusco	14
Figura 4. Factores condicionantes del peligro	19
Figura 5. Factores desencadenantes del peligro	19
Figura 6. Clasificación de Peligros	24
Figura 7. Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales	25
Figura 8. Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.....	28
Figura 9. Parámetros para la identificación y caracterización del peligro	33
Figura 10. Exposición social	40
Figura 11. Flujograma general para la generación de mapas de vulnerabilidad	47
Figura 12. Plano Cartesiano	49
Figura 13. Imagen satelital del centro poblado de Taray	56
Figura 14. Vista de Taray desde mirador	57
Figura 15. Mapa de Ubicación de Taray	58
Figura 16. Gráfico de Material de construcción predominante	64
Figura 17. Mapa de material predominantes de las edificaciones	65
Figura 18. Gráfico del estado de conservación de las edificaciones	66
Figura 19. Mapa de estado de conservación de las edificaciones	67
Figura 20. Gráfico de las elevaciones en las edificaciones	68
Figura 21. Mapa de elevación de las edificaciones	69
Figura 22. Gráfico de cumplimiento de norma constructiva	70
Figura 23. Institución educativa Nro. 50185 de Taray	72
Figura 24. Puesto de Salud de Taray	74
Figura 25. Mapa de peligros ante inundaciones en el centro poblado de Taray	77
Figura 26. Información recopilada.....	80
Figura 27. Mapa de vulnerabilidad ante inundaciones	89
Figura 28. Calculo de riesgo utilizando herramienta SIG.....	90
Figura 29. Mapa de Riesgo ante inundaciones en el centro poblado de Taray	93

RESUMEN

El trabajo de investigación analizó el riesgo de desastre en el Centro Poblado de Taray, ante la ocurrencia de un fenómeno de inundación, determinando los niveles de riesgos, además de plantear medidas de mitigación y prevención del riesgo. El mayor evento de inundación fue registrado en marzo del 2010, con 25 viviendas destruidas, 50 viviendas afectadas, 06 personas fallecidas y 06 personas desaparecidas como saldo.

La investigación ha utilizado la metodología del CENEPRED, año 2014; Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.; para los análisis de vulnerabilidad se enfocaron en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, donde como principales variables se tomaron los materiales de construcción, alturas de edificación, estado de conservación; y para los análisis de riesgos se han identificado los niveles de peligro al combinarlos con la vulnerabilidad analizada a fin de generar los diferentes niveles de riesgo; se ha hecho uso de la técnica documental y fotográfica, mediante instrumentos como las fichas y cartografía; habiéndose encuestado a 165 lotes en 21 manzanas distribuidas.

Los resultados del trabajo fueron que de la población en los 165 edificaciones analizadas, es de 489 habitantes; identificándose que en estas infraestructuras 22 están en riesgo medio, lo que significa que están en un nivel de riesgo tolerable donde se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos, 115 edificaciones están en riesgo alto, lo cual significa que están en un nivel de riesgo inaceptable, donde se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos y 28 edificaciones están en riesgo muy alto, lo cual significa que están en un nivel de riesgo inadmisibles, donde se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos. Las medidas de prevención, están priorizadas en la implementación de planes de riesgo y contingencia ante inundaciones, saneamiento físico legal de edificaciones, desarrollo de actividades de sensibilización a la población, ejecución de proyectos en beneficio de la seguridad física, además de la preparación del gobierno local y su población consistente en mejorar sus capacidades de manejo del desastre antes de que este ocurra con el fin de proveer una efectiva y eficiente reacción para enfrentar el desastre.

Palabras Claves: Riesgo, Inundación, Taray

ABSTRACT

The research work analyzed the risk of disaster in the Taray Poblado Center, before the occurrence of a flood phenomenon, determining the levels of risks, in addition to raising mitigation and risk prevention measures. The largest flood event was recorded in March 2010, with 25 homes destroyed, 50 homes affected, 06 people killed and 6 people missing as a balance.

The research has used the CENEPRED methodology, year 2014; Manual for the Evaluation of Risks Originated by Natural Phenomena - 2nd Version .; for the vulnerability analyzes were focused on the factors of exposure, fragility and resilience, where as main variables were taken the building materials, building heights, conservation status; and for risk analysis the hazard levels have been identified by combining them with the vulnerability analyzed in order to generate the different levels of risk; the use of documentary and photographic techniques has been made using instruments such as charts and cartography; 165 lots were surveyed in 21 distributed apples.

The results of the work were that of the population in the 165 buildings analyzed, is of 489 inhabitants; identifying that in these infrastructures 22 are at average risk, which means that they are at a tolerable risk level where risk management activities must be carried out, 115 buildings are at high risk, which means that they are at a level of risk unacceptable, where immediate and priority activities for risk management must be developed and 28 buildings are at very high risk, which means that they are at an unacceptable level of risk, where physical control measures must be applied immediately and if it is possible to transfer resources to reduce risk. The prevention measures are prioritized in the implementation of risk and contingency plans in the event of floods, sanitation, legal construction of buildings, development of awareness activities to the population, execution of projects for the benefit of physical security, in addition to government preparedness local and its population to improve their disaster management capabilities before it occurs in order to provide an effective and efficient response to the disaster.

Keywords: Risk, Flood, Taray

INTRODUCCIÓN

El mayor evento de inundación registrado en el centro poblado de Taray ocurrido en marzo del 2010, fue uno de los mayores desastres registrados en el valle sagrado de la región Cusco, dejando como saldo 25 viviendas destruidas, 50 viviendas afectadas, 06 personas fallecidas y 06 personas desaparecidas, el mismo año se registraron desastres similares en las ciudades de Cusco, Calca, Urubamba, Anta y otros.

La tesis, la cual es producto del trabajo integrado de instituciones y el investigador, vemos que las condiciones del riesgo del centro poblado de Taray, responden y procesos inadecuados de crecimiento, inadecuados procesos constructivos y por sobre todo a una muy baja conciencia del riesgo que cuantificados y descritos, nos muestran un panorama en el que a pesar de que en el pasado se han desarrollado muchas acciones previas, no se ha podido llegar al objetivo de generar un espacio seguro y con poblaciones conscientes de su nivel de riesgo, para con ello plantear un escenario futuro optimo, el que el centro poblado de Taray sea símbolo de una ciudad resiliente, moderna y adecuadamente preparada en todos los procesos del desarrollo.

Se utiliza la metodología del CENEPRED, que plantea el método multicriterio (proceso de análisis jerárquico) para la ponderación de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo del riesgo, facilitando la estratificación de los niveles de riesgos. Este método tiene un soporte matemático, permitiendo incorporar información cuantitativa (mediciones de campo) y cualitativa (nivel de incorporación de los instrumentos de gestión del riesgo, niveles de organización social, etc.), para conllevar al planteamiento de las medidas de prevención y reducción precisamente está basado en los resultados de la evaluación de riesgos.

Para alcanzar la presente tesis se ha considerado la siguiente estructura:

Páginas iniciales: Carátula, Dedicatoria, Agradecimiento, Índice, Resumen e Introducción.

Contenido temático:

- Capítulo I: Planteamiento del Problema.
- Capítulo II: Fundamentos Teóricos.
- Capítulo III: Planteamiento Metodológico.
- Capítulo IV: Organización, presentación y análisis de resultados.

Páginas complementarias: Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

Con respecto entonces al presente estudio se tiene la certeza de que el análisis ha ampliado significativamente mucho de la problemática actual de tal forma que se pueda luego establecer los criterios connotativos del mismo, para que a partir de ese procedimiento se pueda decir si las propuestas alcanzadas serán útiles para el desarrollo del presente estudio.

En sus ilustradas manos, los lectores podrán establecer las sugerencias al mismo para poder ser un documento que sea empleado en la gestión municipal del distrito y de nuestra Universidad.

Capítulo I

1. Planteamiento del problema

1.1 Caracterización de la realidad problemática

El centro poblado de Taray de la región Cusco, se encuentra ubicado en la zona sur andina del Perú. Su característica físicamente muy variada está expresada en los aspectos geológicos y geomorfológicos que presenta. En ella se producen intensos procesos, tanto exógenos como endógenos que van modelando el territorio, constituyendo diferentes geoformas en este medio. Producto de la interacción de aspectos ambientales geológicos y antrópicos se generan eventos hidrometeorológicos, los cuales en un contexto de cambio climático tienden a intensificarse por efecto principalmente de lluvias intensas que en varias ocasiones han producido importantes daños y afectando periódicamente la infraestructura física del territorio, así como en distintos centros poblados.

Sin embargo, el ser humano viene ocupando de manera cada vez más audaz y desordenada, extensos territorios, tanto para construir su hábitat, como para proveerse de medios de vida, exponiéndose y exponiendo sus bienes a este modelamiento continuo del paisaje. Pero además es la propia acción humana la que al intervenir acelera estos procesos convirtiéndolos en peligros y luego en desastres.

En marzo del 2010, el centro poblado de Taray sufrió cuantiosas y crecientes pérdidas especialmente en sus infraestructuras y medios de vida, el nivel de vulnerabilidad en cuanto a la exposición al peligro, y sus condiciones de fragilidad y resiliencia no hicieron más que evidenciar la situación de riesgo de la población y la escasa capacidad de respuesta de la población y sus instituciones.

Bajo estas circunstancias es necesario tener identificado el peligro de inundación, especialmente cuando sea generado por precipitación intensa. En tanto el análisis de vulnerabilidad, va a permitir ser un factor importante para el cálculo de riesgo en las infraestructuras del centro poblado.

En Centro Poblado de Taray se encuentra ubicada en la parte baja de la microcuenca de río Qusermayo, distrito de Taray, Provincia Calca, donde existe una heterogeneidad del medio físico y una alta variabilidad al peligro, que conlleva a que los peligros sean generados básicamente por procesos de inundación, los que producen acontecimientos de gran o mediana magnitud que al impactar con asentamientos e infraestructuras productivas y sociales que no son capaces de resistir y absorber los daños debido a su alta vulnerabilidad física y social, ocasionan la disminución de su capacidad de desarrollo, es por esto que considerando variables físicas y sociales que mediante factores de importancia, actualidad, interés y viabilidad se identifica la problemática a desarrollar.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad y riesgo en el centro poblado de Taray ante un evento de inundación?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Un evento de inundación constituye peligro para el centro poblado de Taray?
- ¿Mediante un análisis es posible determinar los niveles de vulnerabilidad, ante la ocurrencia de un evento de inundación en centro poblado de Taray?
- ¿Cuáles son los niveles de riesgo, ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray?
- ¿Qué tipo de medidas de mitigación y prevención de riesgo, se puede promover, ante un evento de inundación en el centro poblado de Taray?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el nivel de vulnerabilidad y riesgo, ante la ocurrencia de un evento de inundación, en el centro poblado de Taray.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar y validar los eventos de peligro de inundación para el centro poblado de Taray.
- Desarrollar el Análisis de la vulnerabilidad ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.
- Determinar los niveles del riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray y elaboración de mapas de nivel de riesgos.
- Proponer las medidas de prevención y mitigación de riesgo, ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.

1.4 Justificación

Los impactos socio económico y ambiental ocasionado por fenómenos de origen natural se han incrementado, entre otros factores debido al inadecuado crecimiento y/o localización de las actividades humanas en ámbitos geográficos inseguros, reduciendo la eficiencia productiva, así como las capacidades de desarrollo sostenible. Para mantener el incremento de la productividad y lograr un desarrollo sostenible es conveniente la incorporación y uso del procedimiento técnico del Análisis y/o Evaluación de Riesgos en la planificación económica, física y social en el Perú¹.

La investigación parte de la iniciativa de estudios, diagnósticos e informes previos sobre la realidad que representan el desencadenamiento de peligros o amenazas hacia nuestras poblaciones, sus infraestructuras y sus medios de vida, la determinación del nivel de vulnerabilidad y nivel de riesgo bajo condiciones propias del centro poblado generará nuevo conocimiento que podrá ser usado para evitar desastres que impliquen la pérdida de vidas humanas, materiales y sistemas de producción.

La investigación y el uso de la metodología de CENEPRED ayudaran a estratificar los niveles de vulnerabilidad, riesgo y la zonificación de riesgos en los ámbitos geográficos expuestos al fenómeno natural.

Los niveles de riesgos no solo dependen de los fenómenos de origen natural, sino de los niveles de vulnerabilidad de los centros urbanos y/o rurales, por ejemplo su localización en riberas de los ríos, desembocadura de quebradas activas, rellenos sanitarios, cercanía a fallas geológicas, etc. (exposición), así como el tipo de

¹ Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión 2015. CENEPRED

infraestructura de material precario o noble utilizado como vivienda (fragilidad), y la capacidad de la población para organizarse, asimilar y/o recuperarse ante el impacto de un fenómeno de origen natural (resiliencia).

1.5 Importancia

La importancia de la investigación se afianza en el planteamiento de propuestas, así como medidas de prevención y mitigación; la finalidad es minimizar los riesgos en áreas propensas a ellos. Por otro lado, los resultados del estudio, pueden ser utilizados por las autoridades locales y regionales, como instrumento de consulta y evaluación en el control urbano y la programación de proyectos específicos.

El trabajo de investigación es importante también por los siguientes aspectos:

- Identifica actividades y acciones para prevenir la generación de nuevos riesgos o reducir los riesgos existentes, los cuales son incorporados en los Planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Adoptar medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción del riesgo de desastres, las cuales sustentan la formulación de los proyectos de inversión pública a cargo de los Sectores, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (Municipalidad Provincial y Distrital).
- Incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres en la inversión pública y privada en los tres niveles de gobierno, permitiendo de ésta manera que los proyectos de inversión sean sostenibles en el tiempo.
- Sus resultados son el insumo básico y principal para la gestión ambiental, la planificación territorial, el ordenamiento y acondicionamiento territorial (Plan de Desarrollo Urbano, Zonificación Ecológica Económica, entre otros).
- Coadyuvar a la toma de decisiones de las autoridades, para proporcionar condiciones de vida adecuadas a la población en riesgo.
- Permitir racionalizar el potencial humano y los recursos financieros, en la prevención y reducción del riesgo de desastres.

1.6 Limitaciones

El desarrollo del presente trabajo de investigación presentara las dificultades siguientes:

- La información catastral proporcionada por la Municipalidad Distrital de Taray no se encontraba actualizada y presentaba inconsistencia en algunos sectores.

- Ausencia de información detallada concerniente al tema de peligros por parte de la Municipalidad Distrital de Taray, esta falta de información fue complementada por instituciones como PREDES e INDECI.
- Limitaciones presupuestales del investigador que conllevaron a no evaluar la vulnerabilidad y riesgo de la infraestructura existente en el ámbito de la microcuenca Quesermayo. (parte alta y media de la microcuenca).

Capítulo II

2. Fundamentos Teóricos

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Antecedentes de la Investigación

La presente investigación parte de la iniciativa de encontrar investigaciones realizadas en torno a la temática de riesgos y análisis de sus componentes de peligro y vulnerabilidad de manera parcial y focal.

Sin embargo, a nivel de la región de Cusco se han revisado estudios y planes que a continuación se enumeran, los cuales han sido consultados y sirvieron de marco de referencia para el presente estudio:

- Victor Carlotto Caillaux, Julio 2005. **“Estudio de Mapa de peligros de la ciudad de Pisac”** - Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051.

El estudio tiene la finalidad de establecer un documento técnico para el área de estudio, que comprende la ciudad de Pisaq que se halla ubicada en el distrito de Pisaq, provincia de Calca y departamento del Cusco, donde se presenta como producto final, la zonificación de peligros asociado a la ocurrencia de diversos fenómenos naturales; fundamentalmente de origen geológico-climático, geotécnico y climático. Los peligros de origen climático de mayor incidencia en el área de estudio son las inundaciones, que afectan por tramos ambos márgenes de los ríos Kitamayo, Chongo y Vilcanota. En estas márgenes que a veces no respetan la faja marginal, se ubican viviendas, hospedajes y terrenos de cultivo. El peligro de inundación se puede incrementar por la presencia de los deslizamientos activos que pueden servir como zonas de represamiento.

- PREDES. 2012. **“Amenazas ante eventos de movimientos en masa e inundaciones, áreas críticas y medidas de mitigación en la región Cusco”**. Serie de investigación regional # 18. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC – Perú.

El presente estudio es un diagnóstico de los procesos de movimientos en masa que ocurren frecuentemente en la región Cusco a través de modelos de susceptibilidad del territorio a la ocurrencia de diferentes eventos geodinámicos. También se analiza la vulnerabilidad de la infraestructura vial, energética y la vulnerabilidad por exposición de las ciudades más importantes. Se identifican los puntos críticos donde se están produciendo las principales afectaciones y a partir de allí se formulan algunas propuestas de medidas técnicas para reducir la vulnerabilidad y mejorar la seguridad física.

- CENEPRED, 2014. **“Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2da versión”**.

Este manual se constituye en el instrumento técnico orientador a la gran diversidad de profesionales que tienen relación directa o interés en el estudio y/o aplicación de los procedimientos metodológicos de evaluación de riesgos originados por fenómenos de origen natural en un ámbito geográfico determinado.

Aquí, se describen los conceptos teóricos básicos con gráficos y/o imágenes que permiten entender el proceso de génesis del fenómeno. Para una mejor comprensión se ha evitado en lo posible el formalismo matemático, dejándolo para los manuales más específicos por la rigurosidad que estos ameritan; se indican los parámetros del fenómeno de origen natural, los factores de evaluación de la vulnerabilidad (incluye lo social, económico y ambiental), así como diagramas de flujo que muestran la metodología general para la generación de los mapas de peligrosidad y vulnerabilidad.

- CENEPRED, 2014. **“Evaluación de riesgo ante inundaciones de la ciudad de Iñapari, Región Madre de Dios”**.

El Estudio se encargó de realizar la evaluación de los riesgos originados por fenómenos naturales en el ámbito urbano de la jurisdicción del distrito de Iñapari,

aplicando el procedimiento técnico de Análisis de Riesgos para la ciudad de Iñapari, basados en los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres aprobado con Resolución Ministerial N°334-2012-PCM del 26 de diciembre del 2012, y el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales aprobado con Resolución Jefatural 058-2013-CENEPRED/J, el mismo que permitirá identificar, caracterizar y determinar los niveles de peligrosidad, analizar las vulnerabilidades y establecer los niveles de riesgos existentes en el ámbito de trabajo, el contenido técnico de la información resultante permitirá apoyar los esfuerzos del gobierno local en busca del desarrollo sostenible mediante una adecuada toma de decisiones.

- Municipalidad Provincial Calca, 2015. **“Evaluación del riesgo de desastres de la ciudad de Calca Región Cusco”**.

El estudio encargado por la municipalidad de Calca se encargó de desarrollar la evaluación del riesgo de desastres, de la ciudad de Calca, ante la ocurrencia de inundaciones y sismos, aplicando el procedimiento técnico de Análisis de Riesgos, para con ello plantear medidas de control con el fin de reducir el riesgo de desastre en la ciudad, logrando llegar en un futuro próximo a tener una ciudad resiliente.

2.1.2 Referencias Histórica

Por mucho tiempo la investigación y el trabajo en el ámbito de los desastres asociados con amenazas naturales estuvieron limitados al análisis de la situación y a la acción luego de cada evento.

El desastre no era un producto de un escenario de riesgo preexistente, relacionado con los procesos de desarrollo impulsados. Se pensaba que la sociedad era una víctima que no contribuía a que los desastres ocurrieran y el fenómeno natural detonante era sinónimo del desastre en sí mismo. Este representaba un escenario estático, donde el sismo, inundaciones, huayco y otros fenómenos, eran los únicos responsables de la desgracia de muchos, y el evento dañino era imprevisible y a menudo inexplicable a partir del conocimiento científico de la época.

En la década de 1970 después del aluvión en la ciudad de Yungay Región Ancash y con mayor fuerza en los 80 empieza a incorporarse en el ámbito de los desastres la incidencia de los procesos de desarrollo en la creación de condiciones de

vulnerabilidad a futuros desastres, y la incorporación de la relación de los desastres con el medio ambiente y la sostenibilidad.

La década de los noventa acogió la llamada declaratoria del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales impulsada por Naciones Unidas. La temática del riesgo y su reducción a través de intervenciones –sobre todo al nivel local- anticipadas al evento físico y su impacto tomaron mayor fuerza. En general, fue una década donde se consolidaron conceptos y teoría y se puso en práctica a nivel local mucho de los aportes pioneros. (Lavell, 2001).

Se dio una revisión del tema a partir de entonces, adquiriendo ahora más protagonismo el concepto de “riesgo” que el de “desastre”, como la forma poder comprender mejor cómo se comportan los factores que constituyen ese riesgo – amenaza y vulnerabilidad – y poder intervenir sobre ellos, desde las políticas de Estado y en las comunidades, para así contribuir a reducirlo y con ello, evitar que los desastres se produzcan con la frecuencia e intensidad que les caracteriza.

El proceso de cambio hacia una Gestión de Riesgo más preventiva ha ocurrido paulatinamente, pero ha hecho posible que en Latinoamérica y el Perú se esté produciendo un cambio en la perspectiva y se replanteen las prioridades y el uso de los recursos con que se aborda esta problemática.

Actualmente, se busca poner el énfasis en conocer las condicionantes del riesgo e identificar las opciones de intervención desde el momento mismo de planificación del desarrollo y no como anexo de este que se hace en función de compensar una determinada situación de crisis.

Como proceso que es, la Gestión del Riesgo de Desastre requiere del, compromiso y la articulación de sinergias provenientes de múltiples sectores y actores en todas las escalas territoriales.

Por ello, los gobiernos impulsan la creación de sistemas nacionales de prevención y atención de desastres y plataformas nacionales como espacios impulsados por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) donde convergen actores con diferentes roles (inversionistas, promotores y controladores) en el proceso de desarrollo.

2.2 Marco Legal

2.2.1 Ley

La investigación se soporta en la legislación siguiente:

- **Constitución política del Perú, 1993.** Artículo 2º, inciso 22 “A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”. Artículo 163 que el Estado garantiza la seguridad de la Nación mediante el Sistema de Defensa Nacional. La Defensa Nacional es integral y permanente. Se desarrolla en los ámbitos interno y externo. Asimismo, en el artículo 164 señala que la dirección, la preparación y el ejercicio de la Defensa Nacional se realizan a través de un sistema cuya organización y funciones son determinadas por ley.
- Marco internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres RRD el Marco de Acción de Hyogo (MAH) 2005- 2015, las Metas de Desarrollo del Milenio, y la Estrategia Andina de Prevención y Atención de Desastres, el Perú ha conformado la Plataforma Nacional para la RRD, iniciativa promovida por la EIRD-ONU, con el objetivo de ampliar el espacio de participación de los actores en la RRD. A fines del 2010 el foro del Acuerdo Nacional (AN) aprobó la política N° 32 de Gestión del Riesgo de Desastres, como política de estado. c) Priorizará y orientará las políticas de estimación y reducción del riesgo de desastres en concordancia con los objetivos del desarrollo nacional contemplados en los planes, políticas y proyectos de desarrollo de todos los niveles de gobierno.
- **Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres PLANAGERD 2014 – 2021,** consta de un Objetivo Nacional, seis Objetivos Estratégicos, catorce Objetivos Específicos y cuarenta y siete Acciones Estratégicas... Aprobado mediante Decreto Supremo 034-2014-PCM.
- **Ley 29664,** ley que crea el “Sistema nacional de Gestión de Riesgo de Desastres” – SINAGERD. Artículo 8: Objetivos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. a) La identificación de los peligros, el análisis de las vulnerabilidades y el establecimiento de los niveles de riesgo para la toma de decisiones oportunas en la gestión del riesgo de desastres. d. La prevención y la reducción del riesgo, evitando gradualmente la generación de nuevos peligros y limitando el impacto adverso de los mismos, a fin de contribuir al desarrollo sostenible del país.

Se crea el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres –CENEPRED, adscrito a la PCM, con el carácter técnico-normativo de liderar la gestión prospectiva y la gestión correctiva en los procesos de estimación, prevención y reducción de riesgos, encargándosele también orientar el proceso de reconstrucción.

- **Ley N° 29338.** Ley de Recursos Hídricos. Artículo 74: Faja Marginal En los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una Faja Marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios. Artículo 119: Programas de control de avenidas, desastres e inundaciones La Autoridad Nacional del Agua, conjuntamente con los Consejos de Cuenca respectivos, fomenta programas integrales de control de avenidas, desastres naturales o artificiales y prevención de daños por inundaciones o por otros impactos del agua y sus bienes asociados, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas necesarias.
- **DS Nro. 115 – 2013 –PCM,** aprueba el reglamento de la Ley Nro 29869, Ley de reasentamiento poblacional para las zonas de muy alto riesgo no mitigable.
- **Ley General del Ambiente, Ley N° 28611,** en sus artículos 20° al 23° referidos a promover el desarrollo sostenible, a través de la planificación territorial, se establecen objetivos y principios integradores, con la finalidad de complementar la planificación económica, social y ambiental con la dimensión territorial.
- **Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA,** del 11 de junio de 2006, se aprueba el Reglamento Nacional de Edificaciones. Que tiene como finalidad de regular las construcciones y edificaciones en el país.
- **Decreto Supremo N° 012-2009- MINAM,** aprueba la Política Nacional del Ambiente, que entre uno de sus objetivos promueve el uso y ocupación del territorio nacional, los procesos de ordenamiento territorial el análisis del riesgo natural y antrópico.
- **Resolución Ministerial N° 026-2010/MINAM,** aprueba los “Lineamientos de Política de Ordenamiento Territorial”, donde en el Objetivo 3, indica “Prevenir y corregir la localización de los asentamientos humanos, de la infraestructura económica y social, de las actividades productivas, y de los servicios básicos en zonas de riesgos (identificando las condiciones de vulnerabilidad)”.

- **Resolución Ministerial N°334-2012-PCM**, aprobación de los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- **Resolución Jefatural 058-2013-CENEPRED/J**. Aprobación del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales aprobado. El mismo que permitirá identificar, caracterizar y determinar los niveles de peligrosidad, analizar las vulnerabilidades y establecer los niveles de riesgos existentes en el ámbito de trabajo, el contenido técnico de la información resultante permitirá apoyar los esfuerzos del gobierno local en busca del desarrollo sostenible mediante una adecuada toma de decisiones.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Inundaciones

2.3.1.1 Concepto de Inundaciones

CENEPRED, (2014) es la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes. Ver Figura 1.

Las llanuras de inundación (franjas de inundación) son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él.

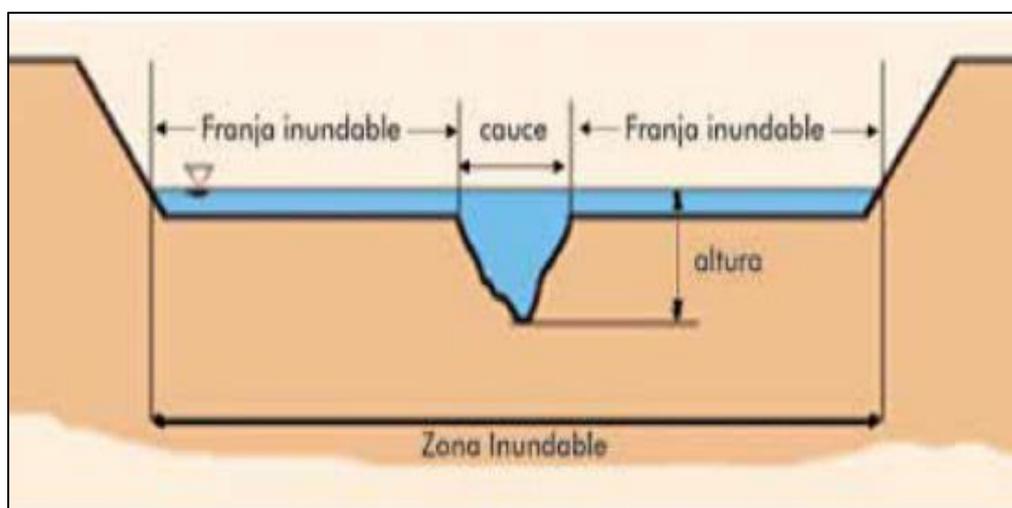


Figura 1. Sección típica simplificada de un río

Fuente: Mugerza-Perelló (2003)

2.3.1.2 Tipos de Inundación

Por su duración

- **Inundaciones dinámicas o rápidas:**

Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo. Por ejemplo: los ríos de la cuenca del Océano Pacífico (La Leche, Tumbes, etc.).



Figura 2. Distrito de Taray, Cusco inundado

Fuente: Propia, 2010

- **Inundaciones estáticas o lentas:**

Generalmente se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo, a estas áreas se les denomina llanuras de Inundación.

Según su origen

- **Inundaciones pluviales:**

Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación

moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.

- **Inundaciones fluviales:**

Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias).



Figura 3. Inundación río Urubamba, Cusco

Fuente: El Comercio, 2010

- **Inundaciones por operaciones incorrectas de obras de infraestructura hidráulica o rotura:**

La rotura de una presa, por pequeña que ésta sea, puede llegar a causar una serie de estragos no sólo a la población sino también a sus bienes, infraestructura y al ambiente.

La propagación de la onda de agua en ese caso resultará más dañina cuando mayor sea el caudal circulante, menor sea el tiempo de propagación y más importante sean los elementos existentes en la zona afectada (infraestructuras de servicios esenciales para la comunidad, núcleos de población, espacios naturales protegidos, explotaciones agropecuarias, etc.).

A veces, la obstrucción de cauces naturales o artificiales (obtención de tuberías o cauces soterrados) debida a la acumulación de troncos y sedimentos, también provoca desbordamientos. En ocasiones, los propios puentes suelen retener los

flotantes que arrastra el río, obstaculizando el paso del agua y agravando el problema.

2.3.2 Bases Teóricas de las edificaciones

2.3.2.1 Concepto de edificaciones

EL PERUANO (2006) en el reglamento nacional de edificaciones en la norma G040 se define como edificación a una obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar actividades humanas. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ellas.

Se utiliza el término edificación para definir y describir a todas aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos pero específicos propósitos. Las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo. Las edificaciones más comunes y difundidas son los edificios habitacionales, aunque también entran en este grupo otras edificaciones tales como los templos, los monumentos, los comercios, las construcciones de ingeniería, etc.

2.3.2.2 Características de las edificaciones

Una de las características básicas de la edificación es que es una obra que se construye de modo artificial en un determinado espacio. Esto significa que no podemos encontrar edificaciones en la naturaleza, siendo estas siempre producto de la inventiva y de la ejecución humana. Las edificaciones, por otro lado, requieren un complejo sistema de planificación, diseño y ejecución, necesiéndose invertir cierta cantidad de tiempo, capital y material en su realización (cantidades que varían de acuerdo a la complejidad de la edificación).

Dependiendo del uso que se le dé a la edificación, diversos serán los procedimientos de construcción. Al mismo tiempo, en el caso de aquellas edificaciones utilizadas para la vivienda o el desempeño de ciertas actividades del ser humano implicarán también la aparición de sistemas de compra y venta, mientras que otras edificaciones tales como monumentos no suelen requerir tales operaciones.

Entre los diferentes tipos de edificaciones podemos encontrar a los de tipo rural (tales como establos, granjas, silos, sótanos), los de tipo comercial (hoteles, bancos,

negocios, restaurantes, mercados), los de tipo residencial (edificios de departamentos, casas particulares, asilos, condominios), los de tipo cultural (escuelas, institutos, bibliotecas, museos, teatros, templos), los gubernamentales (municipalidad, parlamento, estaciones de policía o bomberos, prisiones, embajadas), los industriales (fábricas, refinerías, minas), los de transporte (aeropuertos, estaciones de bus, tren, puertos) y las edificaciones públicas (monumentos, acueductos, hospitales, estadios)².

2.3.2.3 Tipos de edificaciones

Los tipos de edificaciones se refieren a los materiales que se usan para su construcción, en la tabla N° 02 se puede apreciar que los tipos consignados son de albañilería, adobe, adobe y quincha, industrial, concreto armado, de madera y no tecnificado con una descripción y figura aproximada adecuada a la zona de investigación.

Tabla 1

Tipos de edificaciones

TIPO		DESCRIPCION
1	Edificacion de albañilería	Casa de albañilería de 1 a 4 pisos con sistema estructural de albañilería confinada o no con diafragma (techo) rígido. Construcción informal. Ubicadas en zonas de uso residencial en el ámbito
2	Edificio de adobe	Casa de adobe. Generalmente vivienda antigua o monumento histórico con gran altura de entrepiso y techo de viguetas de madera. Ubicada en las zonas monumentales del ámbito
3	Edificio de adobe y quincha	Casa de adobe y quincha. Casas destinadas principalmente a uso residencial generalmente con gran deterioro y habitada por inquilinos precarios. Se localiza en las zonas más densamente pobladas del ámbito
4	Construcción industrial	Construcción industrial o de almacén. Estructura de acero o albañilería con cubierta ligera. Son estructuras modernas de grandes luces. Ubicada en la zona comercial del ámbito.
5	Edificio de concreto armado	Edificio de concreto armado, de uso comercial, no residencial o institucional. Generalmente posee columnas muros y vigas de concreto armado. Ubicado en las zonas comerciales del ámbito.
6	Estructura de madera	Estructura de madera de 1 o 2 pisos, construcción antigua o monumento histórico. El estado de conservación es variable. Se ubica en la zona monumental del ámbito
7	No tecnificado	No tecnificado, material precario. Este tipo de edificaciones se encuentra en la margen derecha del río Rimac

Fuente: INDECI – Diseño de escenarios de impactos (2012)

² Extraído del portal web: <http://www.arghys.com/construccion/edificios-tipos.html>; en fecha 02, de octubre de 2014.

2.3.3 Desastres

INDECI (2013) nos dice que un desastre es una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad que causa grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo.

Si bien los desastres se clasifican de acuerdo al origen del peligro que lo genera (natural o inducidos por el ser humano), son las condiciones de vulnerabilidad y las capacidades de la sociedad afectada las que determinan la magnitud de los daños. Es por eso que un sismo de la misma intensidad puede destruir un edificio de cuatro pisos en el Perú y no afecta a un edificio de 50 pisos en Japón (uso de la microzonificación sísmica, sistemas constructivos entre otros).

En consecuencia, los desastres no son naturales sino por el contrario, son la resultante de un proceso de construcción de condiciones de vulnerabilidad causados por el hombre y de un desarrollo inadecuado e insostenible en el tiempo. Todo desastre tiene una expresión territorial definida, que puede variar entre lo local hasta cubrir grandes extensiones de un país, la cual no siempre coincide con una delimitación jurisdiccional.

Además, el territorio donde ocurre un desastre no necesariamente es el mismo espacio donde se generaron los factores causales del riesgo. Por ejemplo, la contaminación de la parte alta de una cuenca, causada por una empresa que arroja sus desechos en el río, constituye un riesgo para las comunidades ubicadas cerca de la fuente de contaminación, pero también para las comunidades que viven en la parte baja de la cuenca. Sin un manejo integrado de las cuencas, mediante coordinaciones entre gobiernos locales, sociedad civil, empresas, etcétera, para prevenir y mitigar el riesgo de desastre y favorecer la protección del medioambiente, el riesgo se desplaza hacia zonas que no lo generan.

MANUAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE PARA COMUNICADORES SOCIALES (2011) El desastre, a diferencia de los dos conceptos anteriores, es un evento adverso que se manifiesta en un territorio determinado y cuya magnitud altera en gran medida la vida cotidiana de las personas, sus bienes, actividades y servicios, provocando un retroceso en el desarrollo previamente planificado.

Por lo general, cuando el desastre se manifiesta, sobrepasa la capacidad de respuesta de la comunidad, municipio o departamento afectados, en cuyo caso se

requiere de la ayuda y cooperación externa para llevar a cabo los procesos de rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas.

Dependiendo de la gravedad de la situación, esta ayuda podría provenir del mismo distrito, de la provincia, del departamento o, en algunos casos, de otras zonas geográficas del mismo país o del exterior.

Cuando el evento adverso que se suscita es de enormes proporciones, con un alto número de víctimas y daños, y se excede la capacidad del país para dar atención y respuesta a la situación con los recursos propios disponibles, podemos entonces decir que se trata de una catástrofe.

REGLAMENTO DE LA LEY N° 29664 SINAGERD (2011) menciona que el desastre es el conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza, cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.

2.3.4 Susceptibilidad

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico).

De acuerdo a este esquema, aquellas franjas de terreno que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación corresponderían a áreas de mayor susceptibilidad hídrica, en tanto que aquellas que no resulten invadidas representarían a áreas de menor susceptibilidad hídrica.

2.3.4.1 Factores condicionantes

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial.

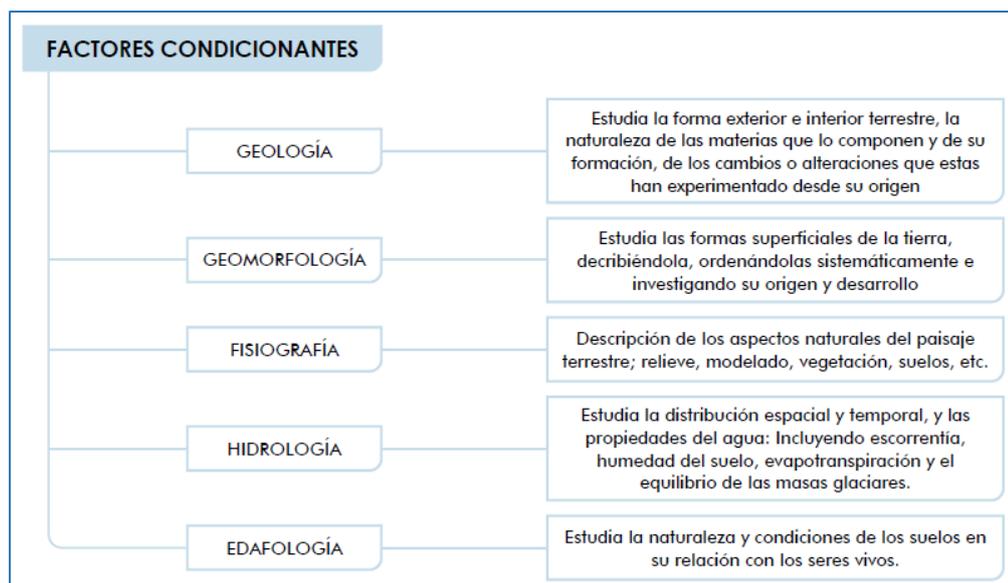


Figura 4. Factores condicionantes del peligro

Fuente: CENEPRRED, 2014

2.3.4.2 Factores desencadenantes

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico. Por ejemplo: las lluvias generan deslizamiento de material suelto o meteorizado, los sismos de gran magnitud ocurridos en el mar (locales) ocasionan tsunamis, etc.

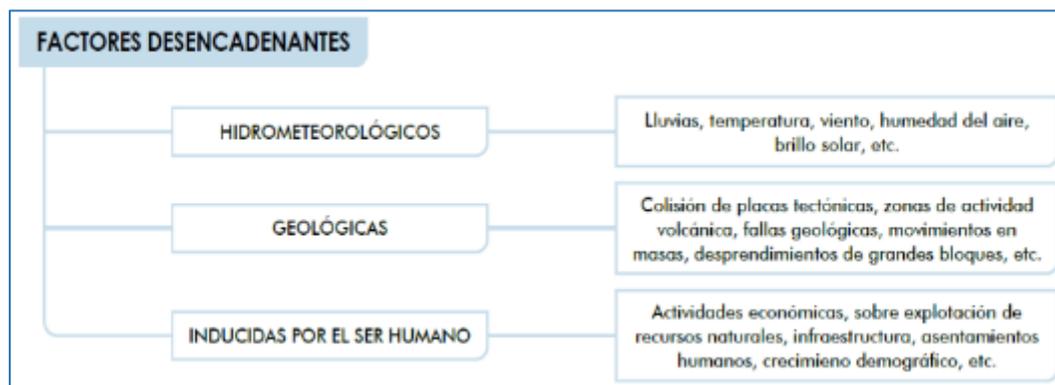


Figura 5. Factores desencadenantes del peligro

Fuente: CENEPRRED, 2014

2.3.5 Gestión de riesgos

2.3.5.1 Concepto de gestión de riesgos de desastre

REGLAMENTO DE LA LEY N° 29664 SINAGERD (2011) 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, considerando las políticas nacionales, con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

La gestión del riesgo de desastre está basada en la investigación científica y de registro de informaciones, y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno y de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado.

La gestión del riesgo de desastre es un eje transversal y requisito indispensable para todas las actividades del desarrollo sostenible.

2.3.5.2 Componentes de la gestión de riesgo de desastre

Los componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres son los siguientes:

- **Gestión Prospectiva (prevención):** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.
- **Gestión Correctiva (mitigación):** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.
- **Gestión Reactiva:** Es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres, ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

2.3.5.3 Procesos de la gestión de riesgo de desastre

La implementación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se logra mediante el planeamiento, organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con los siguientes procesos:

- **Estimación del riesgo:** Comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.
- **Prevención del riesgo:** 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.

- **Reducción del riesgo:** Comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.
- **Preparación:** Está constituida por el conjunto de acciones de planeamiento, de desarrollo de capacidades, organización de la sociedad, operación eficiente de las instituciones regionales y locales encargadas de la atención y socorro, establecimiento y operación de la red nacional de alerta temprana y de gestión de recursos, entre otros, para anticiparse y responder en forma eficiente y eficaz, en caso de desastre o situación de peligro inminente, a fin de procurar una óptima respuesta en todos los niveles de gobierno y de la sociedad.
- **Respuesta:** Como parte integrante de la Gestión del Riesgo de Desastres, está constituida por el conjunto de acciones y actividades, que se ejecutan ante una emergencia o desastre, inmediatamente de ocurrido éste, así como ante la inminencia del mismo.
- **Rehabilitación:** Es el conjunto de acciones conducentes al restablecimiento de los servicios públicos básicos indispensables e inicio de la reparación del daño físico, ambiental, social y económico en la zona afectada por una emergencia o desastre. Se constituye en el puente entre el proceso de respuesta y el proceso de reconstrucción.
- **Reconstrucción:** Comprende las acciones que se realizan para establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo anterior al desastre y asegurando la recuperación física, económica y social de las comunidades afectadas.

2.4 Marco Teórico

2.4.1 Peligro o Amenaza

2.4.1.1 Conceptos de Peligro

CENEPRED (2014) menciona que el peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. En otros países los documentos técnicos referidos al estudio de los fenómenos de origen natural utilizan el término amenaza, para referirse al peligro.

UNESCO (1980) dice que la Amenaza, peligro o peligrosidad es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (2013) menciona que es un evento de origen natural, socionatural o antrópico con probabilidad de ocurrir y que por su magnitud y/o características puede causar daños y pérdidas, en una Unidad Productora de bienes y/o servicios públicos³. Un peligro significa un suceso potencial de efectos negativos para una UP al que se encuentra expuesta en el futuro y no es el evento per se, porque tiene la condición de latente.

Sin la existencia de un peligro no puede haber una condición de riesgo porque el riesgo de desastre siempre se asocia a un tipo de peligro particular. La condición de latencia de los eventos los hace susceptibles en muchas ocasiones a ser anticipados y tomar acciones para reducir su existencia o impacto. Sobre todo, aquellos peligros de origen socionatural y antrópico, por su propia naturaleza, tienen mayores posibilidades de ser controlados o evitados. Para entender mejor esta última afirmación, a continuación, se desarrolla la clasificación de los peligros según su origen.

LAVELL (2000) La amenaza (Hazard) es Peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un período de tiempo y en un territorio particular de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópogenico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente. Es un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en dentro de un periodo de tiempo definido.

LIZARDO NARVÁEZ, ALLAN LAVELL, GUSTAVO PÉREZ ORTEGA (2009) Las amenazas físicas “naturales” Al tratar de aquellos eventos clasificados como “naturales”, o sea aquellos que forman parte de la dinámica natural y cambiante de este planeta y su atmósfera, y sobre los cuales las sociedades humanas no pueden incidir en

³ Se define como Unidad Productora de bienes/servicios públicos al conjunto de recursos (infraestructura, equipo, personal, capacidad de gestión, entre otros) que, articulados entre sí, tienen la capacidad de proveer bienes y/o servicios públicos a la población. Por ejemplo, una institución educativa, un establecimiento de salud, un sistema de abastecimiento de agua potable o para riego, y una carretera, entre otros.

su ocurrencia o magnitud (por ejemplo, los sismos), su calificación como amenaza y su grado de peligrosidad está determinada por la exposición de elementos socioeconómicos en condiciones de vulnerabilidad dentro de su área de afectación o incidencia.

REGLAMENTO DE LA LEY N° 29664 SINAGERD (2011) Menciona que el peligro es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente un lugar específico, con una intensidad y un período de tiempo y frecuencia definidos.

2.4.1.2 Clasificación de peligros

CORTIJO (2011) Los peligros según su origen se clasifican en:

- **Naturales:** Aquellos eventos geológicos, hidrometeorológicos, biológicos, etc., en cuya ocurrencia no ha intervenido la actividad humana, tales como sismos, tsunamis, erupciones volcánicas.
- **Socio-naturales:** aquellos eventos cuya producción, además de un componente natural, hay participación de la actividad humana, sea incrementando su potencial destructivo y/o recurrencia, acelerando su acontecimiento y/o su forma de actuación. En esta categoría están aquellos eventos generados por la deforestación y eliminación de la cobertura vegetal en las cuencas, tales como los deslizamientos, derrumbes, huaycos o llocllas, etc., además los desbordes de ríos debido a la sedimentación de materiales arrastrados desde las partes altas de las cuencas. Incluso el incremento de los episodios de sequías, heladas, olas de frío y nieve, etc., y su mayor intensidad actualmente se están relacionando con el Cambio Climático, que es un proceso mundial acelerado por la emisión de gases a la atmósfera que producen las actividades humanas.
- **Antrópicos:** eventos dañinos creados por actividades humanas que están ligadas a procesos de industrialización, desarrollo tecnológico, explotación de recursos naturales, crecimiento demográfico y de las áreas urbanas, etc., tales como incendios forestales, incendios urbanos, plantas de explosivos, plantas nucleares, construcción de represas, derrame de sustancias peligrosas, emisiones de gases tóxicos, diversos tipos de contaminación del agua, suelo o aire, acumulación de desechos orgánicos sin tratamiento, etc.

Tabla 2

Clasificación de Peligros por origen

NATURALES	SOCIO NATURALES	TECNOLÓGICOS O ANTRÓPICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Sismos • Tsunamis • Erupciones volcánicas • Sequías • Heladas • Granizadas • Aluviones • Precipitaciones pluviales • Huracanes 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones • Deslizamientos • Huaycos • Desertificación • Salinización de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación ambiental • Incendios urbanos • Explosiones • Derrames de sustancias tóxicas

Fuente: PREDES, 2011

CENEPRED (2014) El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana. Para el Manual de Evaluación de Riesgos se ha considerado los peligros originados por fenómenos de origen natural.

Para el estudio estos fenómenos se han agrupado los peligros de acuerdo a su origen. Esta agrupación nos permite realizar la identificación y caracterización de cada uno de ellos, tal como se muestra en la figura N° 6.

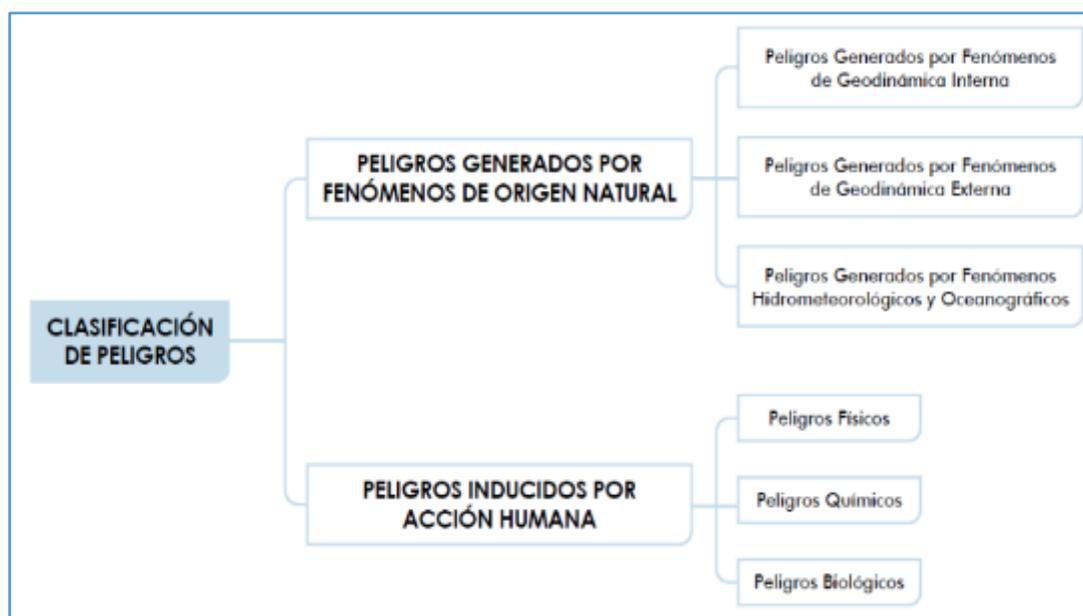


Figura 6. Clasificación de Peligros

Fuente: CENEPRED 2014

Esta clasificación ha permitido ordenar los fenómenos de origen natural en tres grupos:

- Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa
- Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos.

Así podemos apreciar en la figura N° 7, el resultado de la clasificación indicada:

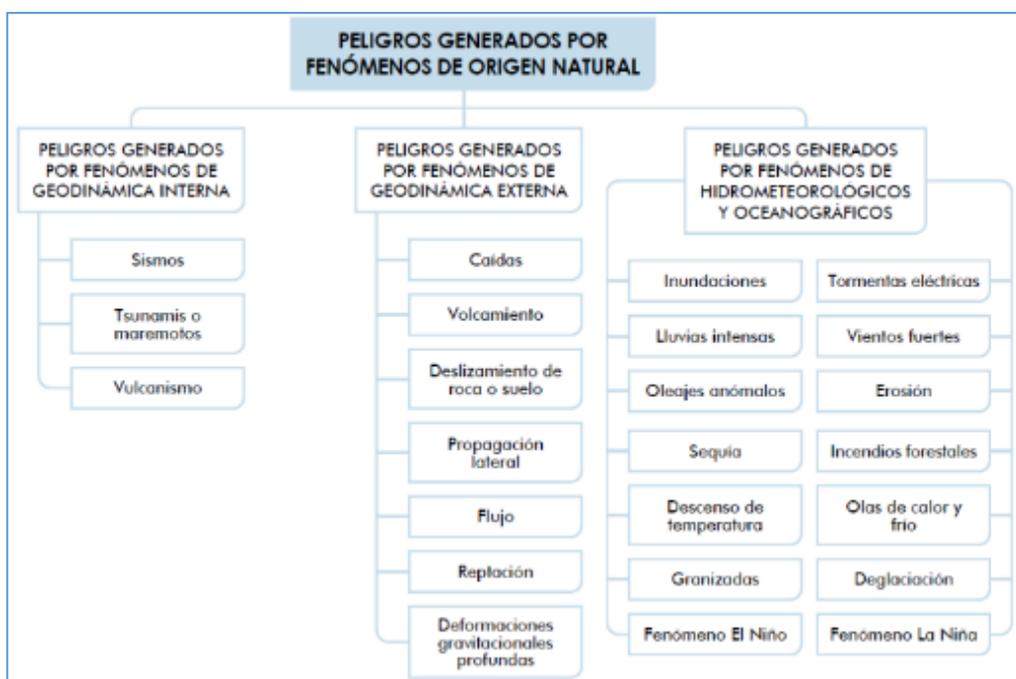


Figura 7. Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales

Fuente: CENEPRED, 2014

2.4.2 Vulnerabilidad

2.4.2.1 Conceptos de Vulnerabilidad

INDECI (2012) menciona que la vulnerabilidad es el grado de resistencia y/o exposición de un elemento frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser física, social, económica, cultural e ideológica, institucional y política, o de otro tipo. Se refiere a una serie de características que predisponen a una persona, un grupo o una sociedad a sufrir daños frente al impacto de un peligro y que dificultan su recuperación.

Esos factores de vulnerabilidad pueden revertirse en capitales o recursos, a través del fortalecimiento de los medios de vida, entendido como la combinación de todas las fortalezas y recursos disponibles dentro de una comunidad o sociedad que

puedan reducir el nivel de riesgo o los efectos de un desastre. El desarrollo de las capacidades permite reforzar los medios de vida y aumentar la protección de dichos medios, ante la ocurrencia de un evento peligroso. Vulnerabilidad y capacidad, son las dos caras de una misma moneda.

Los factores que condicionan la vulnerabilidad global pueden revertirse en capitales o recursos, a través del fortalecimiento de los medios de vida, los mismos que permiten desarrollar la resiliencia de la comunidad. Por ejemplo, la contaminación del agua del río, el tratamiento inadecuado de los desechos domésticos y la tala indiscriminada de bosques para uso agrícola evidencian una vulnerabilidad del entorno natural por la comunidad, lo cual puede revertir en capital natural si los pobladores aprenden a manejar y usar adecuadamente sus recursos naturales.

ANNE, C. & GONZÁLEZ, L (2002), nos menciona que se puede decir que la vulnerabilidad corresponde a la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, tecnológica o antrópica más generalmente, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político institucional entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales en el momento del impacto del fenómeno. La magnitud de estos daños estará asociada con el grado de vulnerabilidad.

MASKREY (1993), nos dice que ser vulnerable es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad en recuperarse de ello. Inflexibilidad o incapacidad en adaptarse. Importa precisar que si los hombres no crean un hábitat seguro es por necesidad extrema e ignorancia. La vulnerabilidad puede ser matizada, puesto que se habla de vulnerabilidad progresiva cuando los elementos expuestos, con el tiempo, se vuelven cada vez más vulnerables (por ej: una edificación que no sufre mantenimiento por falta de recursos).

WILCHES, G. (1989, Citado por la ONG – Foros para la vida) nos habla de la vulnerabilidad global, que es la incapacidad de una comunidad para “absorber” mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente. Inflexibilidad ante el cambio. Incapacidad de adaptarse al cambio que, para la comunidad, constituye por las razones expuestas, un riesgo.

CARDONA (1993) considera la vulnerabilidad como un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o a ser susceptible de sufrir una pérdida. Es el grado estimado de daño o pérdida de un elemento o grupo de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de una magnitud o intensidad dada, expresado usualmente en una escala que varía desde cero, o sin daños, a uno, o pérdida total. La diferencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un evento peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los mismos.

WILCHES, G. (1989, Citado por ONG -Foros para la vida), nos menciona que la vulnerabilidad física supone la localización de la población en zonas de riesgo físico debido a la pobreza y la falta de alternativas para una ubicación menos riesgosa; pero también, debido a la alta productividad de la ubicación de estas zonas, ya sea agrícola o por su cercanía a centros productivos. En el Perú es bien conocido el hecho que muchas poblaciones se asientan en los cauces de los ríos o en zonas fácilmente inundables, donde cada año, de manera casi “anunciada”, ocurre un desastre.

REGLAMENTO DE LA LEY N° 29664 SINAGERD (2011) La vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

2.4.2.2 Factores de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores:

- **Exposición:** Está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.
- **Fragilidad:** Está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las

condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

- **Resiliencia:** Es la capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro (Reglamento de la Ley). Entendiendo por capacidad a la combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados (EIRD).



Figura 8. Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia

Fuente: CAN (2014)

2.4.3 Riesgo

2.4.3.1 Conceptos de Riesgo

INDECI (2012) nos dice que es la estimación o evaluación de probables pérdidas de vidas y daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función de la relación entre el peligro y la vulnerabilidad. El riesgo sólo puede existir al ocurrir presentarse un peligro en determinadas condiciones de vulnerabilidad, en un espacio y tiempo particular. No puede existir un peligro sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa. De hecho, peligros y vulnerabilidades son mutuamente condicionados.

PNUD (2011) se entiende en términos generales, que el riesgo es la probabilidad de daños y pérdidas futuras asociadas con el impacto de un evento físico externo sobre una sociedad vulnerable, donde la magnitud y extensión de estos son tales que exceden la capacidad de la sociedad afectada para recibir el impacto y sus efectos y recuperarse autónomamente de ellos.

WILCHES, C. (1989, Citado por ONG – Foros para la vida), nos menciona que el riesgo es entendido como la probabilidad de que ocurra un desastre y puede evaluarse mediante el cálculo de daños y pérdidas esperables. Éste se define como tal cuando coexisten en un mismo espacio la posibilidad que se presente un evento natural o antrópico denominado amenaza y una población o bienes vulnerables a ella. De esta manera el desastre no es más que la materialización del riesgo.

2.4.3.2 Concepto de Riesgo de desastre

NARVÁEZ, L. ET.AL. (2009) nos hacen mención que el riesgo de desastres se conceptúa en dos escenarios: la primera están las definiciones que se derivan de las ciencias de la tierra y que tienden a definir el riesgo como “la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico dañino”. Esta definición pone énfasis en la amenaza o el evento físico detonador del desastre. La segunda, están las definiciones de riesgo de desastre que rescatan lo social y lo económico y tienden a plasmarse en definiciones del siguiente tipo: “el riesgo de desastre comprende la probabilidad de daños y pérdidas futuras asociadas con la ocurrencia de un evento físico dañino”. O sea, el énfasis se pone en los impactos probables y no en la probabilidad de ocurrencia del evento físico como tal.

REGLAMENTO DE LA LEY N° 29664 SINAGERD (2011) El riesgo de desastre es 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.

EIRD (2009) El riesgo de desastres son las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes, los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.

GIZ (2009) El riesgo de desastre es la probabilidad de pérdidas y daños ocasionados por la interacción de un peligro con una situación de vulnerabilidad. Es la interacción de una amenaza o peligro y de condiciones de vulnerabilidad de una unidad social. Estos dos factores del riesgo son dependientes entre sí, no existe peligro sin vulnerabilidad y viceversa.

Capítulo III

3. Planteamiento metodológico

3.1 Metodología

3.1.1 Método

3.1.1.1 Recopilación de información⁴

De carácter geográfico:

Consiste de todo el material bibliográfico, datos de campo, y registros digitales (información vectorial, raster y/o satelital) que se encuentren disponibles, proporcionadas por los gobiernos regionales, locales y las instituciones técnico-científicas. Esta información tiene como propósito mostrar las características hidrológicas, meteorológicas, costeras, geográficas y geofísicas del área en evaluación.

De carácter urbanístico:

Se refiere a toda la información de carácter urbano que puede ser proporcionada por los gobiernos locales mediante sus oficinas de desarrollo urbano y catastro, y en colaboración con el Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) y la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP). El SIGRID mantiene en su base de datos cartografía digital actualizada⁵.

⁴ Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión, CENEPRED 2014

⁵ Sistema de información para la Gestión de Riesgo de Desastre.

Infraestructuras básicas y servicios esenciales:

Es muy importante contar con información referida a las infraestructuras básicas y los servicios esenciales de zonas que se encuentran expuestas a peligros de origen natural. Es por ello que la recolección de información actualizada y precisa de los organismos estatales y privados encargados de brindar servicios de agua potable y alcantarillado y las empresas de distribución de luz es esencial y necesaria. Se consideran además infraestructuras básicas y servicios esenciales a los hospitales, centros sanitarios, puertos, aeropuertos, etc.

3.1.1.2 Identificación de la probable área de influencia del fenómeno de estudio

La identificación de las áreas probables de influencia de los fenómenos naturales se realiza en una primera instancia sobre la base del conocimiento histórico de los impactos producidos por dichos fenómenos naturales en los ámbitos geográficos expuestos. Esto se efectúa básicamente mediante la sistematización de toda la información a detalle recopilada (geográfica, urbanística y de infraestructuras básicas y de servicios esenciales).

Sobre los resultados de dicho análisis, y con la asesoría de las entidades técnico-científicas, se plantea una priorización de los ámbitos con una mayor probabilidad de ser afectados a nivel nacional, regional y local. La información histórica (recurrencia) y los parámetros característicos de los eventos naturales son elementos esenciales en este proceso.

Para una adecuada identificación de las áreas probables de influencia de un determinado fenómeno natural, es muy importante una adecuada caracterización de los peligros generados por estos.

3.1.1.3 Identificación y caracterización del Peligro

Una vez identificado el área de influencia de los peligros generados por fenómenos de origen natural es necesario evaluar los parámetros que intervienen en la génesis (mecanismo generador) de los fenómenos, los mismos que facilitan su evaluación. En la definición de los parámetros de evaluación se sigue la estructura de la clasificación de peligros indicada en la figura 9.

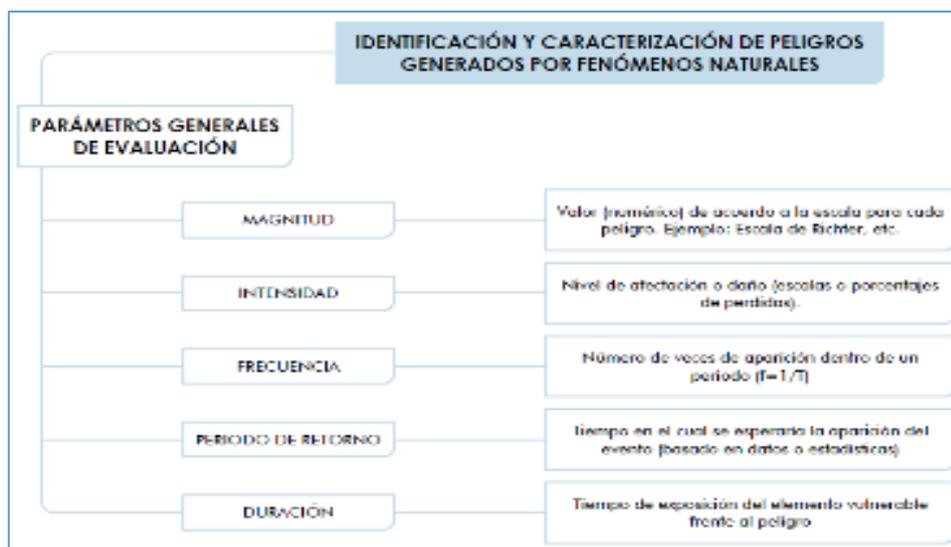


Figura 9. Parámetros para la identificación y caracterización del peligro

Fuente: CENEPRED, 2014

3.1.1.4 Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles

Al respecto es importante indicar que, se cuantifica la probable afectación de los elementos expuestos (área geográfica en riesgo) que están dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, calculando las probables pérdidas o daños (vidas humanas, infraestructura, bienes, y el ambiente), que podrían generarse a consecuencia de la manifestación de los fenómenos naturales. Es importante analizar la posible pérdida en lo correspondiente a la:

- Dimensión Social: población, salud, educación.
- Dimensión Económica: agricultura, industria, comercio y turismo, transporte y comunicaciones, energía, agua y saneamiento.
- Dimensión Ambiental: recursos naturales renovables y no renovables.

3.1.1.4.1 Análisis de elementos expuestos por dimensión social

Población

Se debe considerar la población expuesta que se encuentra dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, considerando:

- Número de familias expuestas (en el caso de no contar con esta información, se sugiere considerar el promedio para ese ámbito geográfico).

- Número de pobladores expuestos (se puede obtener por los Censos Nacionales de Población del INEI, o por recojo de información en forma directa). Ver tablas N° 3 y 4.

Tabla 3

Población por grupo etario

GRUPO ETARIO	TOTAL POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES
0 a 1 años			
Mayor a 1 y menor o igual a 5 años			
Mayor a 5 y menor o igual a 18 años			
Mayor a 18 y menor o igual a 50 años			
Mayor a 50 y menor o igual a 60 años			
Mayor a 60 años			

Fuente: CENEPRED, 2014

Tabla 4

Viviendas - infraestructura

N°	Dirección (lote)	Área Total	Área Construida	Material predominante			Servicios Básicos			Número de pisos
				Piso	Pared	Techo	Agua	Luz	Desagüe	
1										
2										
...										
n										

Fuente: CENEPRED, 2014

Instituciones Educativas

Se debe considerar la infraestructura (la cantidad, el material predominante de construcción, área total, área construida, si cuentan con servicios básicos y la ubicación geográfica en coordenadas UTM como mínimo), y la población escolar (nivel educativo, total de alumnos, profesores, personal administrativo y de servicio). Ver tablas 5 y 6.

Tabla 5

Instituciones educativas - infraestructura

N°	I.E.	Coordenadas UTM		Área Total (m ²)	Área Construida (m ²)	Material Predominante de construcción	Servicios Básicos		
		X	Y				Agua	Luz	Desagüe
1									
2									
...									
n									

Fuente: CENEPRED, 2014

Tabla 6

Instituciones educativas – población escolar

N°	I.E.	Nivel Educativo	Total de alumnos					Total de profesores	Total personal administrativo, auxiliares y servicio
			Nido	Jardín	Inicial	Primaria	Secundaria		
1									
2									
...									
n									

Fuente: CENEPRED, 2014

Establecimientos de Salud

Se debe considerar la infraestructura (la cantidad, el material predominante de construcción, área total, área construida, si cuentan con servicios básicos y la ubicación geográfica en coordenadas UTM como mínimo), y la población escolar (nivel educativo, total de alumnos, profesores, personal administrativo y de servicio). Ver tablas 7 y 8.

Tabla 7

Establecimientos de salud - infraestructura

N°	Nivel de establecimiento de salud	Coordenadas UTM		Área Total (m ₂)	Área Construida (m ₂)	Material Predominante de construcción	Servicios Básicos		
		X	Y				Agua potable	Luz	Desagüe
1									
2									
...									
n									

Fuente: CENEPRED, 2014

Tabla 8

Establecimiento de salud - personal de salud

N°	Administrado por: (MINSA, FFAA, otros)	Total de Alumnos			Total personal administrativo, auxiliares y servicio	Total
		Doctor(a)	Enfermera(o)	Técnico(a)		
1						
2						
...						
n						

Fuente: CENEPRED, 2014

3.1.1.4.2 Análisis de elementos expuestos por dimensión económica

Se muestra los siguientes indicadores a considerar:

- Infraestructura de agua potable y alcantarillado: presas, reservorios y tanques de almacenamiento de agua, plantas de tratamiento, camiones cisternas e Instalaciones administrativas.
- Infraestructura vial (carreteras, puentes, parque automotriz); infraestructura portuaria, infraestructura de comunicaciones, infraestructura de telecomunicaciones).
- Infraestructura de energía y electricidad (centros de distribución, redes de transmisión, subestaciones, postes, equipos, entre otros). Ver tabla N° 9.

Tabla 9

Servicios básicos expuestos

SERVICIOS BÁSICOS EXPUESTOS	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Red de agua potable			
Red de desagüe			
Red de alcantarillado			
Red de electricidad			
Red de gas			
Otros			

Fuente: CENEPRED, 2014

Vías de comunicación

Considerar todas las vías de comunicación que pueden ser potencialmente afectadas y se encuentren dentro del área geográfica expuesta.

- Caminos de rurales o de herradura
- Carreteras afirmadas
- Carreteras asfaltadas, indicar el material de la superficie de rodadura.
- Puentes vehiculares, debe considerar el tipo de puente, la luz en metros lineales y el material predominante de construcción.
- Puentes peatonales, debe considerar el tipo de puente, la luz en metros lineales y el material predominante de construcción.
- Aeropuertos, Indicar el nivel del aeropuerto, y si se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Terrapuertos, indicar el nivel del terrapuerto y si este se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Puertos, Indicar la potencial afectación a la infraestructura de puertos de existir en el área geográfica.
- Canales de riego, se debe considerar el tipo de revestimiento, la longitud de canal que se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Defensa ribereña, considerar la longitud, el tipo de material de la infraestructura de defensa ribereña (muros de contención, etc.).
- Diques, indicar la longitud y el material de los diques potencialmente afectados dentro del área afectada

- Bocatomas, indicar la cantidad, el tipo de material de las bocatomas potencialmente afectados, dentro del área geográfica involucrada.
- Reservorios, Indicar la cantidad, el tipo de material de los reservorios nocturnos de agua involucrados en el área geográfica potencialmente afectada.

Tabla 10

Infraestructura y elementos esenciales expuestos

INFRAESTRUCTURA Y ELEMENTOS EXPUESTOS	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Caminos rurales			
Carretera pavimentada			
Carretera afirmada			
Carretera asfaltada			
Puentes vehiculares			
Puentes peatonales			
Reservorios de agua			
Canales de riego			
Puertas			
Mercados			
Otros			

Fuente: CENEPRED, 2014

Edificios Públicos

Considerar la cantidad, el material de construcción predominante y el área total de los edificios públicos que se encuentran dentro del área geográfica expuesta al fenómeno de origen natural.

Tabla 11

Edificios públicos potencialmente afectados

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PÚBLICO	MATERIAL CONVENCIONAL	ÁREA CONSTRUIDA	MATERIAL NO CONVENCIONAL (Cantidad)	ÁREA CONSTRUIDA (m2)	TOTAL	
					Cantidad	m2
Material Noble						
Adobe						
Madera						
Quincha						
Otro						

Fuente: CENEPRED, 2014

3.1.1.5 Análisis de la vulnerabilidad

En la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define 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.

Bajo esta definición y en virtud a la importancia del estudio e información disponible se definió recabar información primaria a nivel de lote; esta actividad tuvo por objetivo generar, elementos catastrales de aplicación en la gestión del riesgo y otros de la administración edificatoria urbana del centro poblado de Taray de la región Cusco, en el marco del presente estudio.

Para la vulnerabilidad se aplicará la siguiente secuencia:

Definición del área a catastrar

Etapa de trabajo de gabinete, procesamiento de la información base y generación de las condiciones, se ha realizado el manzaneo y lotización de acuerdo a las fuentes de COFOPRI y de la unidad de desarrollo urbano de la Municipalidad distrital de Taray.

Etapa de Trabajo de campo

Levantamiento de información a nivel de lote en base a la planificación elaborada en la etapa anterior, realizada del 17 al 20 de julio de 2017. Esta acción fue acompañada y supervisada por el responsable de la oficina de Gestión de Riesgos de la municipalidad distrital de Taray.

Etapa de trabajo de gabinete

Sistematización, control de calidad y validación de la información recogida en campo.

3.1.1.5.1 Análisis de la dimensión social

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social.

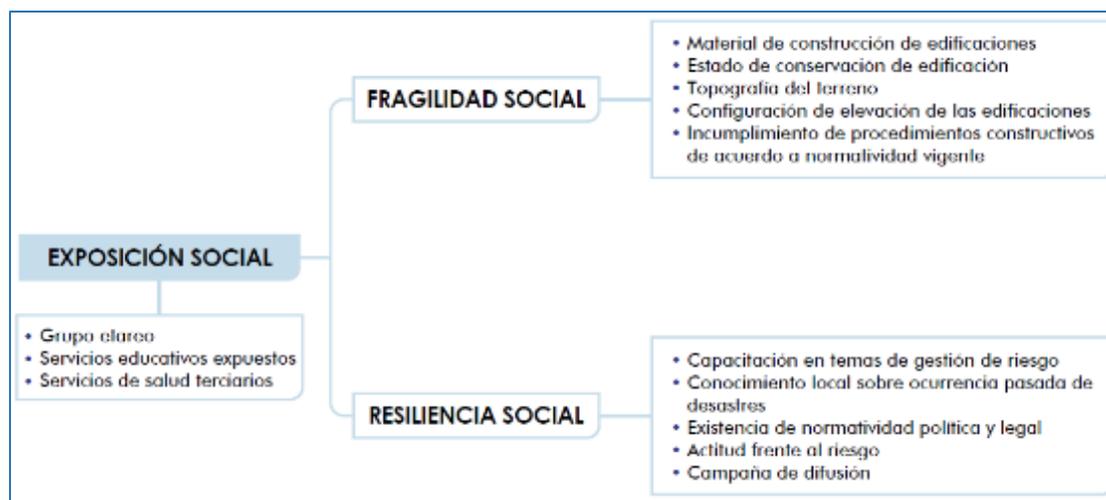


Figura 10. Exposición social

Fuente: CENEPRED, 2014

Exposición Social

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico. El procedimiento matemático se explica en el anexo N° 03. Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

Tabla 12

Grupo etario

PARÁMETRO	GRUPO ETAREO	PESO PONDERADO: 0.260		
DESCRIPTORES	ES1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PES1	0.503
	ES2	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PES2	0.260
	ES3	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	PES3	0.134
	ES4	De 15 a 30 años	PES4	0.068
	ES5	De 30 a 50 años	PES5	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 13

Servicios educativos expuestos

PARÁMETRO	SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS		PESO PONDERADO: 0.160	
DESCRIPTORES	ES6	> 75% del servicio educativo expuesto	PES6	0.503
	ES7	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	PES7	0.260
	ES8	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PES8	0.134
	ES9	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES9	0.068
	ES10	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES10	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 14

Servicios de salud terciario

PARÁMETRO	SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO		PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	ES11	> 60% del servicio educativo expuesto	PES11	0.503
	ES12	≤ 60% y > 35% del servicio educativo expuesto	PES12	0.260
	ES13	≤ 35% y > 20% del servicio educativo expuesto	PES13	0.134
	ES14	≤ 20% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES14	0.068
	ES15	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES15	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Fragilidad Social

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

Tabla 15

Material de construcción de la edificación

PARÁMETRO	SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO		PESO PONDERADO: 0.430	
DESCRIPTORES	FS1	Estera / cartón	PFS1	0.503
	FS2	Madera	PFS2	0.260
	FS3	Quincha (caña con barro)	PFS3	0.134
	FS4	Adobe o tapia	PFS4	0.068
	FS5	Ladrillo o bloque de cemento	PFS5	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 16

Estado de conservación de la edificación

PARÁMETRO	SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO		PESO PONDERADO: 0.317	
DESCRIPTORES	FS6	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFS6	0.503
	FS7	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFS7	0.260
	FS8	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	PFS8	0.134
	FS9	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFS9	0.068
	FS10	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFS10	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 17

Antigüedad de construcción de la edificación

PARÁMETRO	ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.042		
DESCRIPTORES	FS11	De 40 a 50 años	PFS11	0.503
	FS12	De 30 a 40 años	PFS12	0.260
	FS13	De 20 a 30 años	PFS13	0.134
	FS14	De 10 a 20 años	PFS14	0.068
	FS15	De 5 a 10 años	PFS15	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 18

Elevación de las edificaciones

PARÁMETRO	CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.078		
DESCRIPTORES	FS11	5 Pisos	PFS16	0.503
	FS12	4 Pisos	PFS17	0.260
	FS13	3 Pisos	PFS18	0.134
	FS14	2 Pisos	PFS19	0.068
	FS15	1 Pisos	PFS20	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 19

Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente

PARÁMETRO	CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.131		
DESCRIPTORES	FS21	80 - 100 %	PFS21	0.503
	FS22	60 - 80 %	PFS22	0.260
	FS23	40 - 60 %	PFS23	0.134
	FS24	20 - 40 %	PFS24	0.068
	FS125	0 - 20 %	PFS25	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Resiliencia Social

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

Tabla 20

Capacitación en temas de gestión de riesgos

PARÁMETRO	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.285		
DESCRIPTORES	FS21	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	PFS21	0.503
	FS22	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	PFS22	0.260
	FS23	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PFS23	0.134
	FS24	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total	PFS24	0.068
	FS125	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	PFS25	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 21

Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres

PARÁMETRO	CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO: 0.152		
DESCRIPTORES	RS6	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS6	0.503
	RS7	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS7	0.260
	RS8	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS8	0.134
	RS9	La mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS9	0.068
	RS10	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS10	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 22

Existencia de normatividad política y local

PARÁMETRO		EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	PESO PONDERADO: 0.096	
DESCRIPTORES	RS11	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales)	PRS11	0.503
	RS12	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio	PRS12	0.260
	RS13	El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	PRS13	0.134
	RS14	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	PRS14	0.068
	RS15	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Siempre las acciones de prevención y/o mitigación de desastres están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se vienen implementando).	PRS15	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 23

Actitud frente al riesgo

PARÁMETRO		ACTITUD FRENTE AL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.421	
DESCRIPTORES	RS16	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	PRS16	0.503
	RS17	Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	PRS17	0.260
	RS18	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	PRS18	0.134
	RS19	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo o implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	PRS19	0.068
	RS20	Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	PRS20	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

Tabla 24

Campaña de difusión

PARÁMETRO	CAMPAÑA DE DIFUSIÓN		PESO PONDERADO: 0.046	
DESCRIPTORES	RS21	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	PRS21	0.503
	RS22	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS22	0.260
	RS23	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	PRS23	0.134
	RS24	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	PRS24	0.068
	RS25	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.	PRS25	0.035

Fuente: CENEPRED, 2015

3.1.1.6 Determinación de los niveles de vulnerabilidad**Análisis de la estratificación de los niveles de vulnerabilidad**

Para fines de la Evaluación de Riesgos, las zonas de vulnerabilidad pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alta, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación.

Tabla 25

Matriz de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: mayor a 75% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: estera/cartón. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Topografía del terreno: $50\% \leq P \leq 80\%$. Configuración de elevación de la edificación: 5 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 75%. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%. Área agrícola: mayor a 75%. Servicios de telecomunicación: mayor a 75%. Antigüedad de construcción: de 40 a 50 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Deforestación: áreas sin vegetación, terrenos eriazos. Flora y fauna: 76 a 100% expuesta. Pérdida de suelo: erosión provocada por lluvias. Pérdida de agua: demanda agrícola y pérdida por contaminación.	$0.260 \leq R < 0.503$
VULNERABILIDAD ALTA	Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 75% y mayor a 50% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 60% y mayor a 35% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$. Configuración de elevación de la edificación: 4. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 75% y mayor a 50% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicios de telecomunicación: menor o igual 75% y mayor a 50%. Área agrícola: menor o igual 75% y mayor a 50%.	$0.134 \leq R < 0.260$
VULNERABILIDAD MEDIA	Grupo etario: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 50% y mayor a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 35% y mayor a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: quincha (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$. Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Localización de la edificación: medianamente cerca 1 a 3km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 50% y mayor a 25% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor o igual a 25% y mayor a 10%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual a 50% y mayor a 25%.	$0.068 \leq R < 0.134$
VULNERABILIDAD BAJA	Grupo etario: de 15 a 50 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: ladrillo o bloque de cemento. Estado de conservación de la edificación: Bueno a muy bueno. Topografía del terreno: $P \leq 10\%$. Configuración de elevación de la edificación: menos de 2 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: menor a 40%. Actitud frente al riesgo: parcial y/o provisoria de la mayoría o totalidad de la población, implementando medidas para prevenir el riesgo. Localización de la edificación: alejada a muy alejada mayor a 3km.	$0.035 \leq R < 0.068$

Fuente: CENEPRED, 2014

3.1.1.7 Mapa del nivel de vulnerabilidad

Flujograma general para obtener el mapa de vulnerabilidad

Se debe determinar si los elementos expuestos son susceptibles a fenómenos de origen natural, si el elemento expuesto es susceptible pasa al análisis de la vulnerabilidad, si no lo es se desestima indicándolo en el estudio.

La figura 11 muestra el procedimiento para la generación del mapa de niveles de vulnerabilidad, el cual muestra sus componentes (exposición, fragilidad y resiliencia).

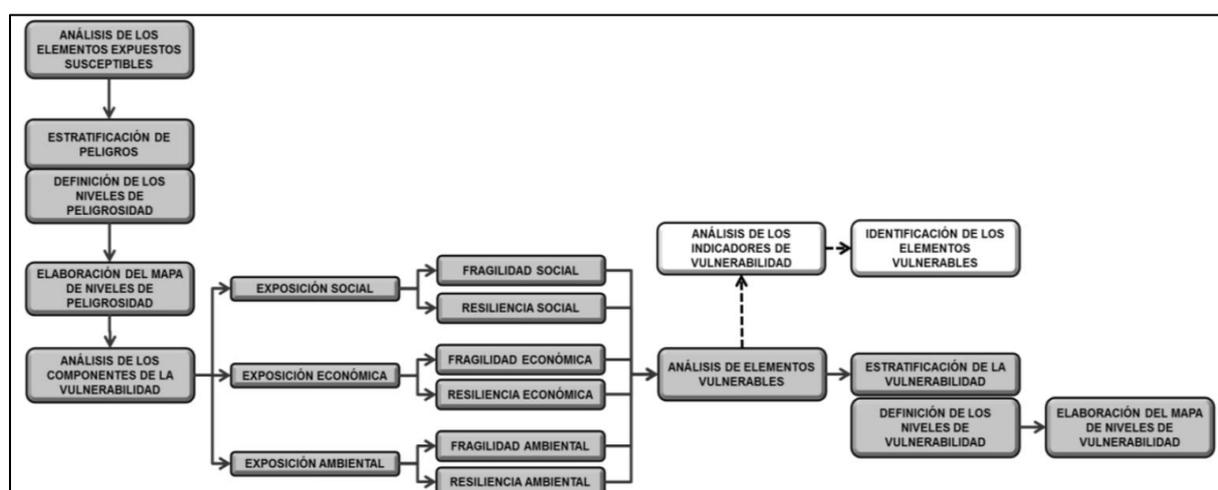


Figura 11. Flujograma general para la generación de mapas de vulnerabilidad

Fuente: CENEPRED, 2014

3.1.1.8 Cálculo y estimación del riesgo⁶

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos de origen natural, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

⁶ Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2da versión. CENEPRED, 2014.

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (Carreño et. al. 2005).

El expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función $f()$ del peligro y la vulnerabilidad.

$$R_{ie} | t = f(P_i, V_e) | t$$

Dónde:

R= Riesgo.

f = En función

P_i =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Para el análisis de peligros se identifican y caracterizan los fenómenos de origen natural mediante el análisis de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad. Asimismo, deberán analizar los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar.

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se halla determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Es decir, es el valor (X, Y) , en un plano cartesiano. Donde en el eje de la Y están los niveles del Peligro y en eje de la X están las Vulnerabilidades.

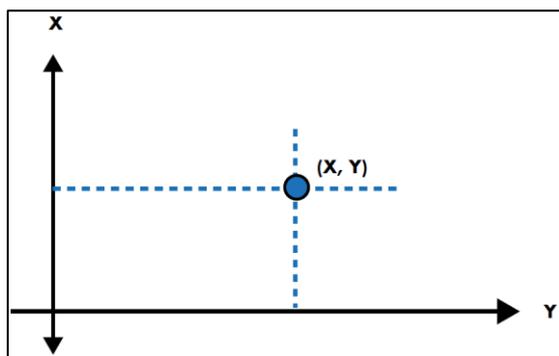


Figura 12. Plano Cartesiano

Con los valores obtenidos del grado de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad total, se interrelaciona, por un lado (vertical), el grado de peligrosidad; y por otro (horizontal) el grado de vulnerabilidad total en la respectiva matriz. En la intersección de ambos valores, sobre el cuadro de referencia, se podrá estimar el nivel de riesgo del área en estudio.

3.1.1.9 Matriz de riesgo

Este cuadro de doble entrada nos permite determinar el nivel del riesgo, sobre la base del conocimiento de la peligrosidad y de las vulnerabilidades. Ver tabla N° 26.

Tabla 26

Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo

PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
PA	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: CENEPRED, 2014

Se han establecido los siguientes rangos para cada uno de los niveles de riesgo:

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

3.1.1.10 Mapa de niveles de riesgo

El conocimiento de las zonas con diferentes niveles de riesgo (Nivel de Peligrosidad y Vulnerabilidad), es utilizado en los procesos de ordenamiento y planificación territorial, por lo que estos deben representar el uso que se le puede dar y los daños potenciales a que este uso estaría expuesto. El mapa de riesgo se genera del análisis de los mapas de peligro y vulnerabilidad.

3.1.1.11 Zonificación territorial del territorio

El riesgo, la prevención y reducción del riesgo de desastre son las principales condiciones para garantizar el desarrollo territorial sostenible como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población, y constituyen aspectos fundamentales en los planes de zonificación y acondicionamiento territorial.

Dicho enfoque permite prevenir y reducir los riesgos mediante la determinación de la intangibilidad de áreas de riesgo Muy Alto No Mitigable ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana para el desarrollo de actividades sociales y económicas. Mediante este enfoque se fomenta el uso adecuado y sostenible del suelo y los recursos naturales así mismo se garantizan la seguridad de las inversiones públicas y privadas a nivel nacional.

Tabla 27

Niveles de riesgo para la zonificación territorial del riesgo

LEYENDA	PÉRDIDAS Y DAÑOS PREVISIBLES EN CASO DE USO PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS	IMPLICANCIAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL
Riesgo Muy Alto No Mitigable	Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas. Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una frecuencia elevada o con intensidad fuerte. En este caso, las personas están en peligro afuera de los edificios.	Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas deben ser reasentadas
Riesgo Muy Alto	Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas. Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una frecuencia elevada o con intensidad fuerte. En este caso, las personas están en peligro afuera de los edificios.	Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas pueden ser protegidas con importantes obras de protección, sistemas de alerta temprana y evacuación temporal. Medidas estructurales que reduzcan el riesgo.
Riesgo Alto	Las personas están en peligro afuera de los edificios, pero no o casi no adentro. Se debe contar con daños en los edificios, pero no destrucción repentina de éstos, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar.	Zona de reglamentación, en la cual se puede permitir de manera restringida, la expansión y densificación de asentamientos humanos, siempre y cuando existan y se respeten reglas de ocupación del suelo y normas de construcción apropiadas. Construcciones existentes que no cumplan con las reglas y normas deben ser reforzadas, protegidas o desalojadas y reubicadas.
Riesgo Medio	El peligro para las personas es regular. Los edificios pueden sufrir daños moderados o leves, pero puede haber fuertes daños al interior de los mismos.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual la población debe ser sensibilizada ante la ocurrencia de este tipo de peligro, a nivel moderado y poco probable, para el conocimiento y aplicación de reglas de comportamiento apropiadas ante el peligro.
Riesgo Bajo	El peligro para las personas y sus intereses económicos son de baja magnitud, con probabilidades de ocurrencia mínimas.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual los usuarios del suelo deben ser sensibilizados ante la existencia de peligros muy poco probables, para que conozcan y apliquen reglas de comportamiento apropiadas ante la ocurrencia de dichos peligros.

Fuente: CENEPRED, 2014

3.1.2 Tipo de investigación

Es de tipo descriptiva - documental, ya que comprenderá la descripción de los registros, análisis e interpretaciones de los componentes de la vulnerabilidad y el riesgo de desastres.

Se describirá la problemática, se generará y contrastará con el marco teórico y la recolección de la data en el campo. De otro lado, se desarrollará un diagnóstico y análisis situacional de las características fundamentales de la población e infraestructura, con el fin de presentar un análisis e interpretación correcta; dentro de ello, se optará por medir el estudio mediante trabajos de campo y documentación cartográfica.

3.1.3 Nivel de investigación

Por su naturaleza el nivel reúne con las siguientes características: Diagnóstico, Analítico, Descriptivo e Interpretativo. Cada uno de estos niveles de la investigación

será aplicado de manera sistemática de acuerdo a la información disponible que se obtengan en el proceso del desarrollo de la investigación.

3.2 Diseño de la investigación

QUEZADA (2010) el diseño responde al plan de acción, ha permitido indicar las secuencias de los pasos a seguir en el proceso de elaboración de la tesis; ha permitido generar las estrategias de trabajo para la obtención de los resultados positivos, planteados inicialmente en las hipótesis de trabajo y objetivos de la investigación. En este contexto, el diseño es analítico no experimental, porque relaciona dos variables de trabajo, buscando su relación o incidencia.

El diseño o plan de investigación, es No Experimental, ya que se ha definido el ámbito territorial o área de estudio –centro poblado de Taray-, a partir de la unidad de análisis se han identificado los principales fenómenos como la vulnerabilidad y áreas de riesgo, luego se han relacionado con los objetivos y las hipótesis planteadas, de manera que se han identificado los principales aspectos que intervienen en los temas de investigación.

Posteriormente se ha relacionado con las normas legales vigentes en materia de vulnerabilidad y riesgos de desastres naturales; el marco teórico; luego se han usado las técnicas e instrumentos, como la encuesta de opinión, para la interpretación y presentación de los resultados. Dentro del contexto metodológico, se ha contrastado lo recogido en campo, lo que ha permitido reforzar las hipótesis planteadas; se ha usado la cámara fotográfica para registrar los elementos vulnerables en el centro poblado de Taray, y que han servido para los análisis expuestos; así como se ha construido la cartografía temática, donde se resumen las variables de análisis.

3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis general

Se presentan diferentes niveles de vulnerabilidad y riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.

3.3.2 Hipótesis específicas

- La ocurrencia de un evento de inundación representa uno o varios niveles de peligro en el centro poblado de Taray.
- Un análisis permitirá determinar los niveles de vulnerabilidad presentes ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.
- Existen distintos niveles de riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.
- Propuestas de medidas de prevención y mitigación de riesgo permiten enfrentar eventos de inundación en el centro poblado de Taray.

3.4 Variables

3.4.1 Variable independiente

Evento de inundación expresado como peligro y nivel de vulnerabilidad.

3.4.2 Variable dependiente

Niveles de riesgo de desastre en el centro poblado de Taray.

3.5 Cobertura del Estudio

3.5.1 Universo

El universo estará representado por todos los centros poblados, zonas urbanas y ciudades de la Región Cusco ubicados a menos de 100 metros de distancia de cuerpos de agua.

3.5.2 Población

La población estará representada por todos los centros poblados en el valle sagrado de los Incas, ubicados a menos de 100 metros de distancia de cuerpos de agua.

3.5.3 Muestra

La muestra seleccionada fue el centro poblado de Taray, el cual está ubicado a la margen derecha del río Quesermayo, del distrito de Taray.

3.5.4 Muestreo

La técnica de muestreo aplicada será No Probabilística (no aleatorio): En este tipo de muestreo, puede haber clara influencia del investigador que seleccionan la muestra o simplemente se realiza atendiendo a razones de comodidad. Salvo en situaciones muy concretas en la que los errores cometidos no son grandes, debido a la homogeneidad de la población, en general no es un tipo de muestreo riguroso y científico, dado que no todos los elementos de la población pueden formar parte de la muestra.

3.6 Técnicas e instrumentos

3.6.1 Técnicas de la investigación

Las principales técnicas, son las siguientes:

- Diagnóstico y análisis documental (estudios previos, informes, otros)
- Levantamiento de información con fichas de campo.
- Tomas fotográficas
- Revisión cartográfica
- Revisión de la normativa legal

3.6.2 Instrumentos de la investigación

Los principales instrumentos, son las siguientes:

- Fichas técnicas de recojo de información
- Cartografía básica y catastral del área de investigación.
- Imágenes satelitales impresas en formato A1.
- GPS, binoculares, wincha de 50 metros y cuaderno de campo.
- Cámara fotográfica de 16mpx, con rango de 10 a 18x de zoom.
- Laptop de 15.6” con procesador i7, RAM de 12 GB o superior
- Software de aplicación y procesamiento de información vectorial e imágenes: ArcGis 10.1, Envi 5.0 y procesadores generales.

3.6.3 Fuentes

La investigación utilizo la información de las siguientes fuentes:

- Mapa de Peligro ante inundaciones en el distrito de Taray proporcionado por el Centro de estudios y prevención de desastres PREDES.

- Mapa catastral del centro poblado de Taray, proporcionado por la Municipalidad Distrital de Taray.
- Información estadística del sobre población, vivienda proporcionada por INEI.
- Información de campo proporcionada por la población y autoridades.

3.7 Procesamiento estadístico de la información

3.7.1 Estadísticos

- Porcentajes
- Promedio

3.7.2 Representación

- Gráfico de columnas agrupadas
- Diagramas de distribución.

Capítulo IV

4. Organización, presentación y análisis de resultados

4.1 Resultados

4.1.1 Características del ámbito de estudio

4.1.1.1 Ubicación, localización y accesibilidad

Ubicación:

El área de estudio (área urbana del distrito de Taray), políticamente, se encuentra ubicada en el distrito de Taray Provincia de Calca y en la región Cusco, geográficamente, está ubicada entre la zona 19 Sur y en las siguientes coordenadas UTM WGS 84.



Figura 13. Imagen satelital del centro poblado de Taray

Localización:

El área de estudio se localiza en las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 28

Ubicación del área urbana del distrito de Taray

Ubicación	Coordenada
Parte baja del río Quesermayo	189336 E y 8514055 S
Plaza principal Taray	189514 E y 8513892 S
Extremo sureste del CP Taray	189614 E y 8513472 S
Parte alta de río Qusermayo	189638 E y 8513144 S

Fuente: Propia.

LINDEROS: Para el desarrollo del trabajo de investigación los linderos que determinan los límites precisos del centro poblado de Taray, son los siguientes:

- Por el Norte: Áreas de cultivo, en su mayoría a la margen derecha del río Quesermayo hasta llegar a su encuentro con el río Vilcanota.
- Por el Este: El límite del centro poblado de Taray con el este es el curso aguas abajo del río Quesermayo, las mismas ubican al centro poblado a su margen derecha.
- Por el Sur: El centro poblado de Taray limita con áreas de cultivo, bosques y el talweg del río Quesermayo.
- Por el Oeste: El centro poblado limita con el cerro Awanaqancha por donde pasa la carretera asfaltada Cusco – Pisac – Urubamba.



Figura 14. Vista de Taray desde mirador

Accesibilidad:

El acceso a partir de la ciudad del Cusco (km 15), se da por la carretera asfaltada, Cusco – Pisac – Urubamba en el valle sagrado de los Incas, tiempo de recorrido es de 30 minutos.



Figura 15. Mapa de Ubicación de Taray

4.1.1.2 Descripción física del área de investigación

Clima

El área de estudio, está marcada por dos estaciones, una de estiaje entre los meses de mayo y noviembre, y otra lluviosa entre los meses de diciembre a abril. Según la clasificación de Pulgar Vidal (1987), la microcuenca del Quesermayo tiene 3 tipos de clasificación climática, siendo la región Quechua la caracterizada para nuestra área de estudio.

- **Quechua:** (2300 y 3500) en Taray-Huancalle, el clima dominante es templado, con notable diferencia de temperatura entre el día y la noche. La temperatura media anual fluctúa entre 11 y 16 °C; las máximas entre 22 y 29 °C y las mínimas entre 7 y - 4 °C durante el invierno, es decir, de mayo a agosto. Las lluvias caen con regularidad durante el verano (diciembre a marzo). La vegetación típica está conformada por: aliso, maíz, calabaza, caigua, tomate, trigo, árboles frutales, ciruelo, almendro, peral, manzano, membrillo, durazno, etc.

De acuerdo a la información del Instituto de Manejo de Agua-IMA y utilizando el método propuesto por Thornthwaite (1931), el clima de nuestra área de estudio es:

- **Semiárido Semifrígido con invierno seco**

El clima Semiárido Semifrígido con Invierno Seco abarca una superficie de 132,88 ha, la precipitación anual se distribuye en un rango de 200 a 500 mm, con una temperatura media anual de 12 a 14 °C. Las precipitaciones de mayor intensidad se distribuyen entre los meses de diciembre a marzo y con un periodo seco definido entre los meses de mayo a julio. Este tipo climático se halla ubicado desde los 2,400 a 3,000 metros de altitud.

Precipitaciones Pluviales

Considerando los desastres naturales ocurridos en la Sub Cuenca del Quesermayo durante el año 2010, instituciones como SENHAMI analizaron las precipitaciones pluviales para el ámbito del proyecto en la estación meteorológica de Pisac – Calca, para el año 2010, cuyo registro es el siguiente:

Tabla 29

Precipitaciones (mm) estación Pisac

Días	Enero	febrero	marzo
	Pisac	Pisac	Pisac
1	0,3	0,8	20,0
2	10,0	0,0	14,7
3	0,7	0,0	8,7
4	2,4	6,2	12,0
5	0,0	12,0	0,4
6	0,2	3,5	9,2
7	1,5	0,0	2,2
8	0,3	6,4	7,9
9	6,9	0,8	0,0
10	12,5	1,1	0,0
11	17,6	0,0	0,0
12	0,0	1,7	6,4
13	16,1	0,0	11,7
14	17,4	2,0	3,7
15	4,0	0,0	2,4
16	26,8	1,1	3,0
17	1,0	2,2	1,1
18	4,3	1,1	2,0
19	3,9	17,9	0,0
20	6,8	20,9	0,0
21	30,6	5,2	0,0
22	19,5	0,6	0,6
23	21,8	8,8	0,0
24	15,0	0,1	20,6
25	26,5	0,6	2,2
26	0,7	3,1	0,0
27	4,7	17,0	0,0
28	5,9	26,4	12,4
29	11,2		4,4
30	1,4		1,6
31	0,5		8,6
TOTAL	270,5	139,5	155,8
NORMAL	124,2	115,2	99,4
ANOMALIA	217,79	121,09	156,74

Fuente: SENAMHI, 2010

Por otra parte, el PREDES formuló el Estudio Hidrológico de la Sub Cuenca del Quesermayo para el proyecto “Reducción de riesgo ante eventos climáticos en dos provincias de Cusco, Perú. 2010- 2011”, en el que presenta el registro de precipitaciones durante 11 años los meses de enero.

La información más destacable es el comportamiento cíclico de las precipitaciones, las del año 2010 son milenarias no registradas en dicho horizonte, durante 5 días consecutivos alcanzó a 144.5 mm y otra información destacable fue registrada en el año 2001 con 107.5 mm. de menor intensidad.

Por tanto, concluimos que el peligro desencadenante de desastres naturales en el ámbito de estudio son las lluvias intensas y persistentes⁷.

Fisiografía

El ámbito de la subcuenca del Quesermayo se encuentra a una altitud que varía entre los 4,280 y 2,950 msnm, su extensión territorial es de 57.78 kilómetros cuadrados, superficie que representa el 0.08% de la región Cusco.

La superficie está conformada por zonas accidentadas (60%), zonas semiplanas (30%) y zonas planas (10%), constituidas por siete microcuencas, cuyas aguas superficiales aportan a la sub cuenca del río Quesermayo, y esta a su vez a la cuenca del Vilcanota.

De los 57.78 km², 54.32km² corresponde al distrito de Taray (94%), cuya formación fisiográfica para nuestra área de estudio presenta la siguiente forma:

- **Fondos de valle⁸**

Originado por la fuerte incisión que produce la red de drenaje sobre el relieve, como respuesta a la fase de levantamiento Andino; dando lugar a la formación de profundos valles interandinos en “V” como es el río Quesermayo, bordeado por vertientes de gran magnitud y fuerte pendiente. Esta área se caracteriza por presentar una topografía accidentada, suelos generalmente superficiales, abundantes afloramientos rocosos, así mismo, la energía de su relieve ha dado lugar en el pasado al desarrollo de un intenso proceso erosivo y que actualmente continua con alta intensidad debido al incremento de precipitación pluvial.

⁷ Proyecto: “Protección y Conservación de las Microcuencas del Río Quesermayo, distritos Taray, Cusco y San Sebastián - Provincias Calca y Cusco”

⁸ Evaluación de Recursos Naturales de la parte alta de la Cuenca del Río Apurímac (Suykutambo-Tincoc), 2000.

Existen también pequeños valles que se encuentra por encima de la altiplanicie, siendo generalmente difícil de precisar si se trata de verdaderos relieves residuales o pilares tectónicos.

Por otra parte, desde el punto de vista práctico resulta importante diferenciarla por su pendiente, litología y procesos erosivos ocurrentes, siendo la razón para su subdivisión a estos valles de acuerdo a su rango de pendientes.

Hidrología⁹

El principal río del proyecto es el Quesermayo, nace en la altiplanicie del distrito de Cusco, parte de una cota de 4300 msnm, recorre 22 km y desemboca en la cota 2960 del río Vilcanota, presenta una pendiente media de 79.00 m/km., la misma que fluye a través de diferentes centros poblados como Queser Grande, Queser Chico, Rayanniyoc, Huancalle, Wuayna Taray y el centro poblado de Taray (este último capital de distrito).

Tiene ríos tributarios, que en épocas de lluvias se incrementa el caudal ostensiblemente cuyo recorrido y punto de encuentro con el río Quesermayo se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 30

Hidrología del área de estudio

Nº	AFLUENTES DEL RIO QUESERMAYO	RECORRIDO TOTAL DEL RIO (KM.)	PUNTO DE ENCUENTRO CON EL RIO QUESERMAYO
1	RIO QUESERMAYO	20+500	
2	RIO HUARACAMAYO		4+200
3	RIO CCACCA CCOLLO	0+740	5+880
4	RIO PINCHEQ O MATINGA	2+500	6+405
5	RIO KALLARAYAN	4+200	7+035
6	RIO RAYANNIYOC	0+400	8+120
7	RIO CORAO	4+500	9+635
8	RIO HUILLCAPATA 1	1+300	10+540
9	RIO HUILLCAPATA 2	1+500	11+200
10	RIO MANDORANI	4+900	17+100

⁹ Proyecto: “Protección y Conservación de las Microcuencas del Río Quesermayo, distritos Taray, Cusco y San Sebastián - Provincias Calca y Cusco”

Geomorfología¹⁰

La Sub Cuenca del Quesermayo se encuentra dentro de la unidad geomorfológica regional LADERA CORDILLERANA (Sur): Similar a un flanco disectado, surcada por numerosos ríos afluentes en su mayoría del valle del Vilcanota con perfiles asimétricos y quebradas profundas; hallándose sus desniveles entre los 2950 msnm y 4350 msnm.

La geomorfología se desarrolló en Flanco Disectados y Altiplanicies cuyo emplazamiento está definido por la sub cuenca del río Quesermayo la parte alta de la cuenca correspondiente a un antiguo lago. Está rodeada por dos cadenas de montañas (la cadena montañosa del Vilcabamba y las altas cumbres del Cusco).

Las unidades geomorfológicas presentan pendientes que van de moderadas a fuertes, con valles encañonados con una actividad Geodinámica interna significativa.

La geomorfología regional está representada hacia SW por las Montañas del Cusco y parte de las altiplanicies de Piuray-Maras, hacia el N-NE por la Cordillera Oriental y entre estas geoformas, con una dirección NW-SE el valle senil denominado Valle Sagrado de los Incas.

El área de estudio regionalmente se encuentra emplazada en la Cordillera Oriental, con una topografía muy heterogénea y con cimas muy agrestes, con paisajes típicos de punas altas, se ha clasificado 2 unidades geomorfológicas que son: Altiplanicies y Valle interandino.

- **Altiplanicies**

Corresponde a un área de relieve relativamente plano, cuyas altitudes varían entre los 3600 msnm y 3,700 msnm en el que se han formado lagunas como el Qoricocha, Rocococha y Chinchac, con desniveles semi llano a llano.

- **Valle Interandino**

Se ha denominado así al valle del Vilcanota y constituye una unidad geomórfica, dicho valle puede ser considerado como el más característico e importante, posee una pendiente promedio de 6% y en su mayor parte conforma un valle amplio con fondo más o menos plano y con cierto encajonamiento, los flancos tienen una moderada inclinación con un perfil asimétrico, la orientación general es de NW – SE.

¹⁰ Proyecto: “Protección y Conservación de las Microcuencas del Río Quesermayo, distritos Taray, Cusco y San Sebastián - Provincias Calca y Cusco”

4.1.1.3 Características generales del área de investigación

4.1.1.3.1 Población

De acuerdo al X censo de población y V de vivienda del 2007 desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, vemos que la población sentada sobre la subcuenca del río Quesermayo, proviene de los distritos de Taray, Cusco y San Sebastián, los dos últimos de la provincia Cusco, conformando una población total de aproximadamente 5 814 habitantes, distribuida en los distritos que conforman las provincias de Cusco y Quispicanchis.

Del total de la población en la subcuenca predomina ampliamente la población rural, la cual está distribuida en diferentes comunidades, nuestra área de investigación es la zona urbana del distrito la misma que está representada por 489 habitantes y 178 viviendas según el censo de 2007.

Tabla 31

Población en la subcuenca Quesermayo y CP de Taray

POBLACION DISPERSA EN LA CUENCA DE QUESERMAYO					
PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE DEL CENTRO POBLADO	CLASIFICACION	VIVIENDAS	POBLACION
CALCA	TARAY	TARAY	URBANO	178	489
		PATABAMBA	RURAL	48	212
		HUANCALLE	RURAL	115	339
		KCALLARAYAN	RURAL	80	304
		CCACCACCOLLO	RURAL	124	518
		HUATTA	RURAL	163	497
		CHITAPAMPA	RURAL	97	295
		LLAQUEPATA	RURAL	42	162
		RAYANNIYOC	RURAL	90	318
		MATINGA	RURAL	129	439
		KCALLARAYAN ALTO	RURAL	60	226
		POBLACION DISPERSA		120	476
CUSCO	SAN SABESTIAN	CCORAO	RURAL	186	690
	CUSCO	SEQUERACCAY	RURAL	71	154
		QORIMARCA	RURAL	49	175
		HUAYLLARCOCHA	RURAL	85	236
		UILLCAPATA	RURAL	81	284
TOTAL				1 718	5 814

Fuente: INEI, 2007

4.1.1.3.2 Vivienda

Los datos del último censo de población y vivienda del INEI (2007), nos indican que en el centro poblado de Taray de la provincia de Calca existía un total de 178 viviendas, a las cuales se complementaron 46 con ayuda de la imagen satelital y corroboración en campo, haciendo un total de 263 infraestructuras. De estas 209 son casas independientes, 05 son viviendas en casa de vecindad, 10 son infraestructura de equipamiento y 39 son viviendas improvisadas o no destinadas a vivienda.

Tabla 32

Número de viviendas por área urbana o rural

CENTRO URBANO	POBLACIÓN (INEI)	VIVIENDAS URBANAS (INEI)	TOTAL DE LOTES	
			COMPLEMENTADOS SEGÚN IMAGEN SATELITAL	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO (INEI + Imagen satelital)
URBANA	489	178	85	263

Fuente: Elaboración propia

a) Características de las Viviendas.

Los pobladores del distrito de Taray por lo general construyen sus casas con materiales que encuentran en el lugar siendo el principal material de construcción el adobe o tapia representando el 86% de la vivienda, el piso del suelo es de tierra, los techos calaminas y tejas.

Tabla 33

Número de viviendas por tipo de material

Categorías	N° de viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	29	14%
Adobe o tapial	193	86%
Total	222	100.00%

Fuente: INEI, 2007 (complementado con salida a campo)



Figura 16. Gráfico de Material de construcción predominante

Fuente: Elaboración propia

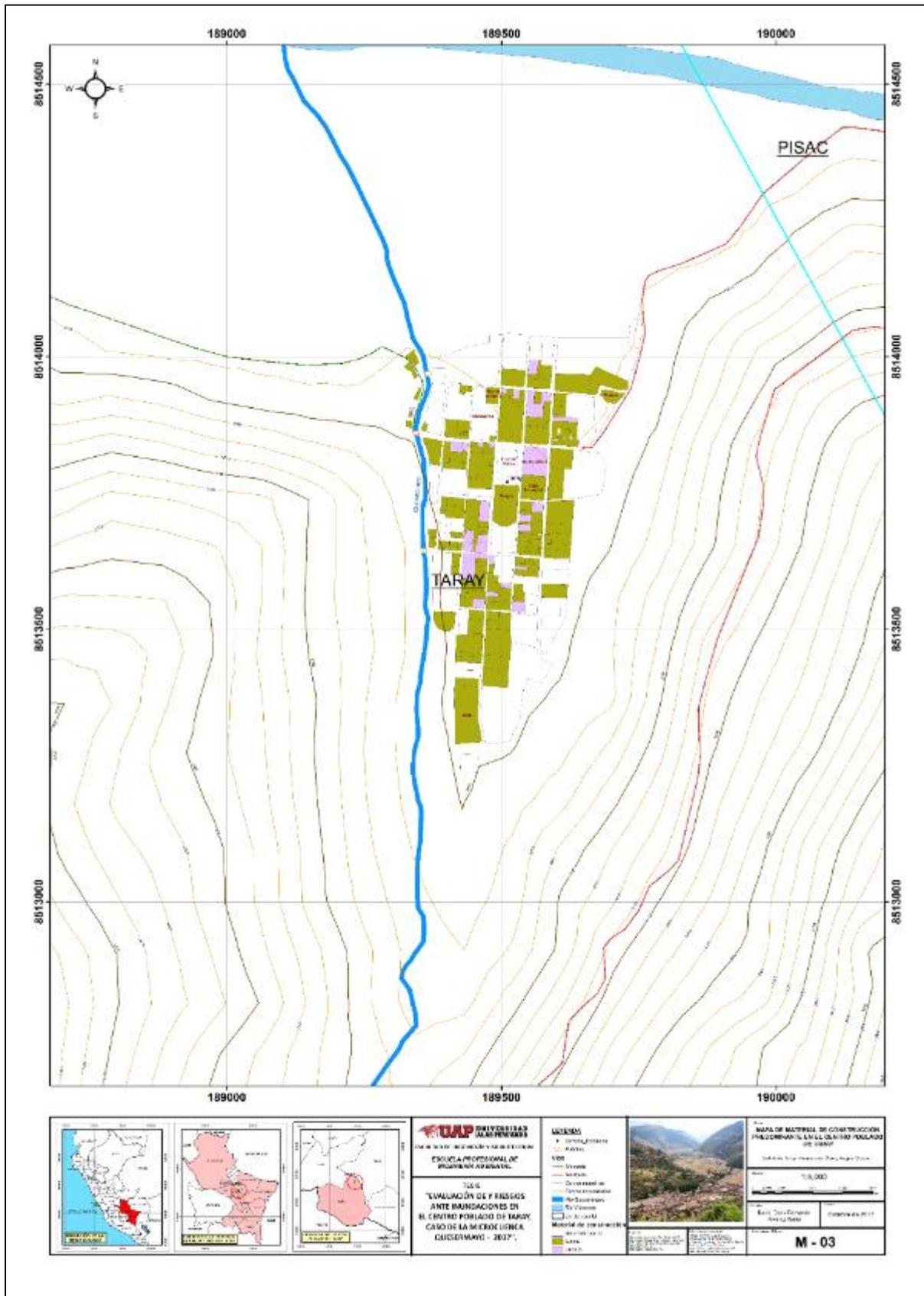


Figura 17. Mapa de material predominantes de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia

Estado de Conservación:

En la investigación, respecto al estado de conservación de las edificaciones, se tiene que en muy buen estado y buen estado hay 29 edificaciones que representan el 13% del total levantado, en regular estado 76 edificaciones que representan el 34%; en mal estado 78 edificaciones que representan el 35% y en muy mal estado 39 edificaciones que representa el 18%.

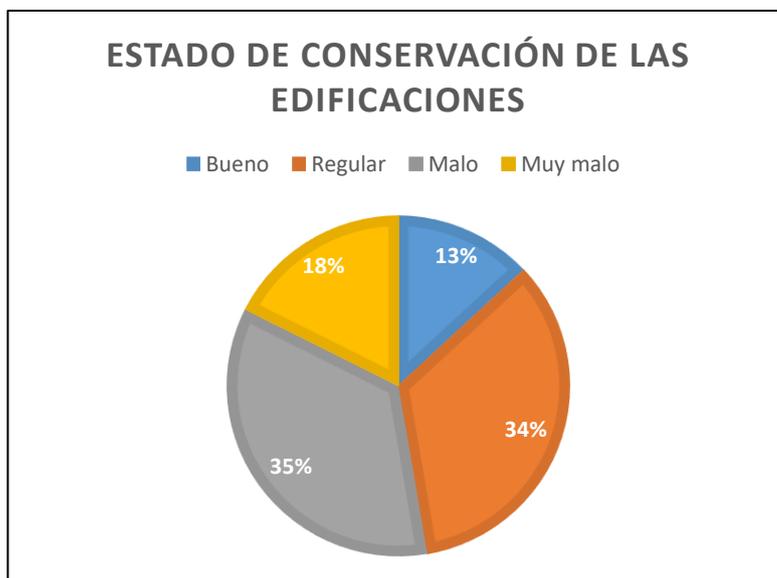


Figura 18. Gráfico del estado de conservación de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia

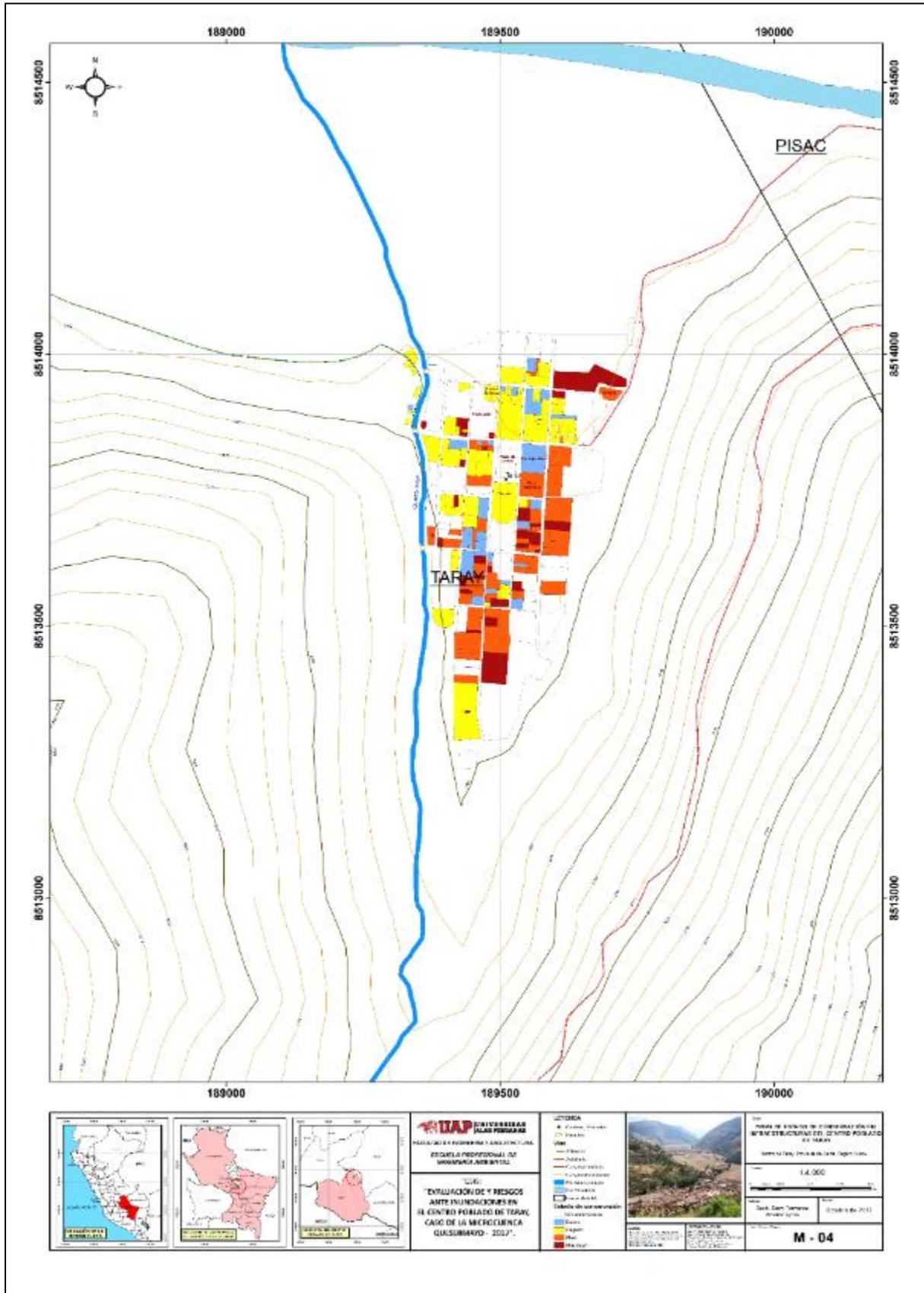


Figura 19. Mapa de estado de conservación de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la Altura de Edificación las viviendas en su mayoría se construyen en 2 niveles en adobe y de 3 pisos promedio para edificaciones de ladrillo o bloque cemento con tendencia a la densificación en la parte intermedia del centro poblado. En el núcleo central se da más homogeneidad debido principalmente a no haber muchos proyectos de remodelación o demolición, sin embargo, áreas colindantes al centro tienen proyectos de reconstrucción y obras nuevas en material de ladrillo y concreto.

En el presente estudio se ha determinado que existen 58 edificaciones de 1 piso que representa el 26% de las edificaciones levantadas; 155 de dos pisos que representa el 69%; de 3 pisos existen 8 edificaciones que representan sumados 4.5% y de 4 a más edificaciones que no son representativos aún, pero pueden constituirse en un patrón de crecimiento predominantemente en las zonas intermedias y periféricas de la ciudad.

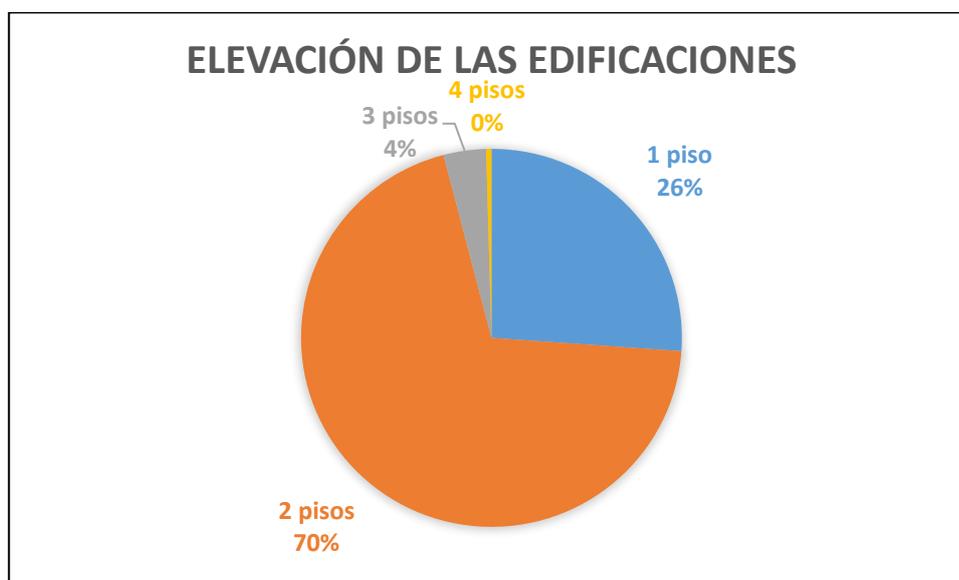


Figura 20. Gráfico de las elevaciones en las edificaciones

Fuente: Elaboración propia

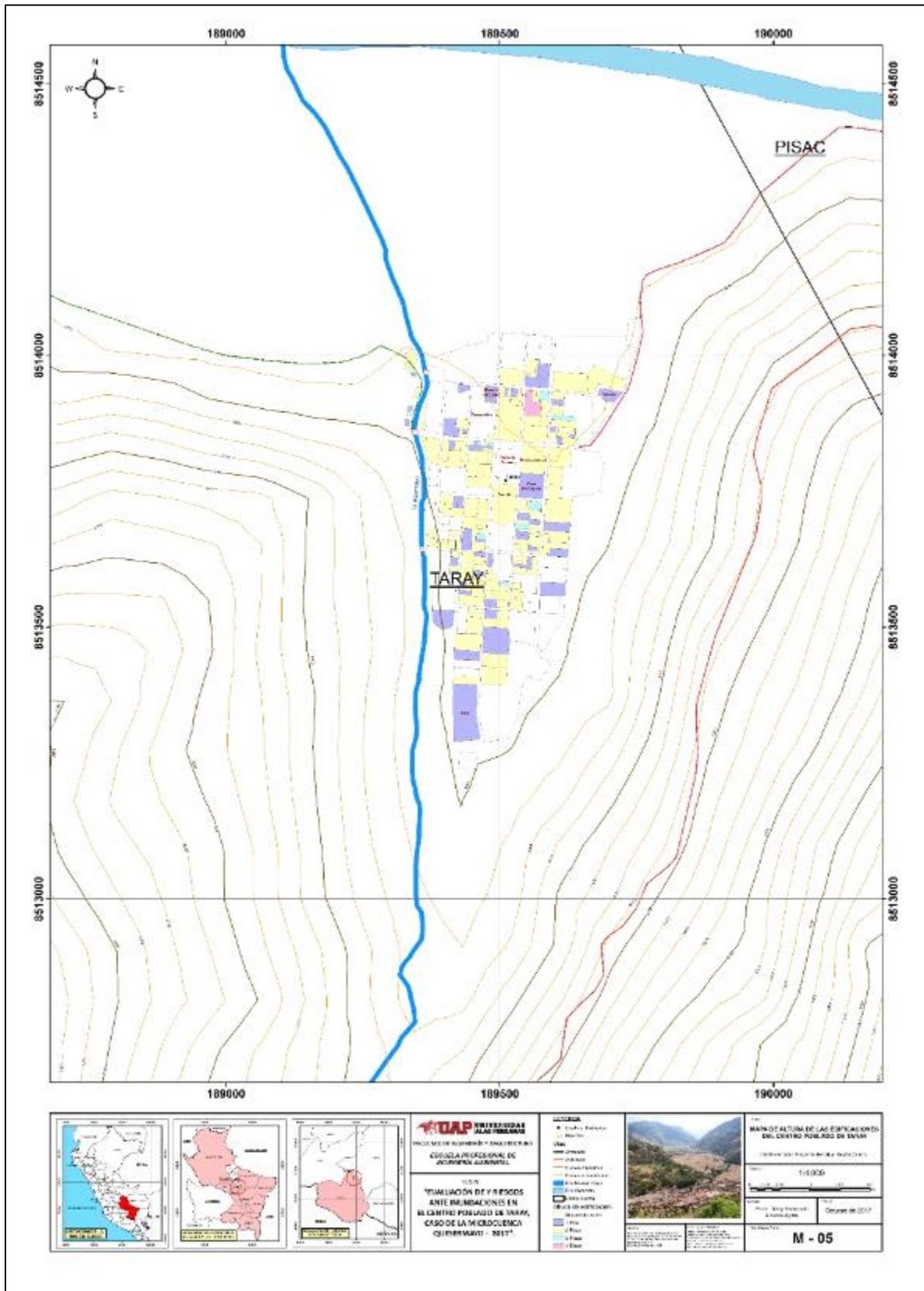


Figura 21. Mapa de elevación de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia

Respecto al incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la normativa vigente (Reglamento Nacional de Edificaciones, norma sismo resistente, Norma E.-080, etc. el estudio realizado determinó que entre 0 y 20% de cumplimiento son 201 edificaciones que representa el 90%, entre el 20 al 40% de cumplimiento de la norma son 10 lotes que representa el 5% , entre 40 a 60% 6 lotes que representa el 3%, entre el 60 al 80% 2 lotes que representa el 1%, y finalmente entre el 80 al 100% son 3 lotes que representa el 1% de los lotes levantados.

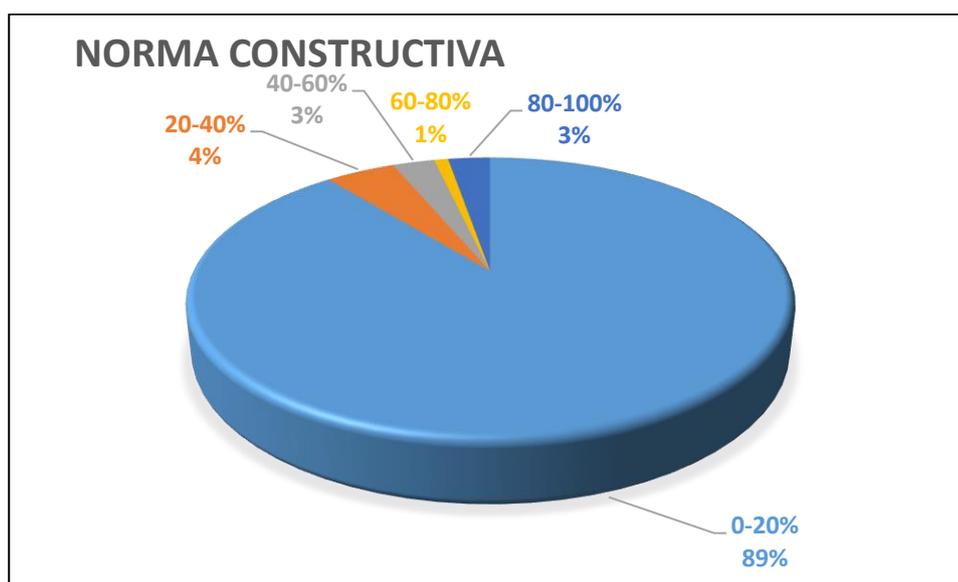


Figura 22. Gráfico de cumplimiento de norma constructiva

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3.3 Equipamiento urbano

Los equipamientos corresponden al nivel distrital sin embargo estos están localizados en el distrito de Taray al no haber conurbación con los demás centros poblados. Estos se pueden agrupar de la siguiente manera:

a) Educación

En la década de los ochenta se dio la “creación de Centros Educativos primarios y secundarios en los distritos y comunidades de la provincia de Calca”, contribuyendo al acceso de la educación para la población. Así mismo se dio la creación de institutos superiores en la década del noventa, accediéndose a la educación superior en carreras técnicas permitiendo la mejora de la economía familiar y calidad de vida. Actualmente la educación en el distrito de Taray se cubre por el sector público, según la Unidad de

Gestión Educativa el centro poblado de Taray cuenta con 01 institución educativa de nivel primario N° 50185, ubicada en la calle Garcilaso S/N.

Tabla 34

Matriculas por grado y sexo

Matrícula por grado y sexo, 2016														
Nivel	Total		1° Grado		2° Grado		3° Grado		4° Grado		5° Grado		6° Grado	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Primaria	35	17	4	2	9	3	5	5	5	3	8	3	4	1

Fuente: ESCALE – Estadísticas de la calidad educativa, 2016

En la tabla N° 34 describe que para el año escolar 2016 el centro poblado de Taray, cuenta con una población estudiantil de 52 alumnos matriculados entre hombres y mujeres representando el 33% a las mujeres y 77% de hombres respecto a la población total.

Tabla 35

Matriculas por grado, 2004-2016

Matrícula por periodo según grado, 2004-2016													
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total	90		89	98	97	78	71	65		50	51	63	52
1° Grado	13		16	17	14	9	20	5		6	8	10	6
2° Grado	12		15	15	21	14	8	21		2	7	9	12
3° Grado	15		14	16	20	16	12	7		10	6	10	10
4° Grado	17		11	20	11	12	13	9		16	7	8	8
5° Grado	19		15	13	16	11	12	11		5	18	7	11
6° Grado	14		18	17	15	16	6	12		11	5	19	5

Fuente: ESCALE – Estadísticas de la calidad educativa, 2016

Respecto al material de construcción, se aprecia que la única institución educativa del centro poblado de Taray es de adobe, lo que significa que ante sismos e inundaciones es un material inapropiado, debiendo considerarse su cambio paulatino a nivel del sector correspondiente.



Figura 23. Institución educativa Nro. 50185 de Taray

b) Salud

El servicio de salud es prestado a la población mediante la Dirección Regional de Salud-Red Norte, y el centro poblado de Taray cuenta con un establecimiento denominado Puesto de Salud.

El acceso al servicio a la salud es todavía limitado, como señala la tabla N° 36 , el 21.47% accede al Sistema Integral coberturado por el Ministerio de Salud y 3% a ESSALUD, el 73.21% no tiene ningún seguro por lo que las tasas de morbilidad y mortalidad en la zona es alta principalmente en la población infantil. Esta información se presenta en la tabla N° 37.

Tabla 36

Cobertura de salud por edad

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y GRUPOS DE EDAD	TOTAL	AFILIADO A ALGÚN SEGURO DE SALUD			
		SIS (SEGURO INTEGRAL DE SALUD)	ESSALUD	OTRO SEGURO DE SALUD	NINGUNO
Distrito de Taray					
URBANA (024)	489	105	15	11	358
Menos de 1 año (025)	6	1	-	-	5
De 1 a 14 años (026)	136	87	1	-	48
De 15 a 29 años (027)	123	12	-	5	106
De 30 a 44 años (028)	98	1	4	1	92
De 45 a 64 años (029)	74	4	6	2	62
De 65 y más años (030)	52	-	4	3	45
Hombres (032)	253	54	9	7	183
Menos de 1 año (033)	2	1	-	-	1
De 1 a 14 años (034)	74	45	-	-	29
De 15 a 29 años (035)	64	7	-	3	54
De 30 a 44 años (036)	49	-	1	1	47
De 45 a 64 años (037)	41	1	4	1	35
De 65 y más años (038)	23	-	4	2	17
Mujeres (040)	236	51	6	4	175
Menos de 1 año (041)	4	-	-	-	4
De 1 a 14 años (042)	62	42	1	-	19
De 15 a 29 años (043)	59	5	-	2	52
De 30 a 44 años (044)	49	1	3	-	45
De 45 a 64 años (045)	33	3	2	1	27
De 65 y más años (046)	29	-	-	1	28

Fuente: INEI, 2007

Tabla 37

Tasas de natalidad y mortalidad

Ubicación		Tasas				
		Natalidad x 1,000	General x 1,000	Mortalidad Infantil x 1,000	Mortalidad Perinatal x 1,000	Mortalidad Materna x 100,000
Provincia	Calca	20,0	9,9	66,1	45,8	300,5
Distrito	Taray	4,7	13,6	250,0	150,0	100,0

Fuente: DIRESA, 2005.

Respecto al material de construcción, se aprecia que la única institución educativa del centro poblado de Taray es de adobe, lo que significa que ante sismos e inundaciones es un material inapropiado, debiendo considerarse su cambio paulatino a nivel del sector correspondiente.



Figura 24. Puesto de Salud de Taray

c) Otros Equipamientos

El centro poblado de Taray, además de infraestructura educativa y de salud también cuenta con las siguientes infraestructuras de equipamiento:

Tabla 38

Infraestructura de equipamiento

Infraestructura	Tipo de Equipamiento	Área (m2)
Municipio distrital de Taray	Institucional	1,040 m2
Templo principal	Culto	2,732 m2
Templo menor	Culto	350 m2
Plaza principal	Recreativo	1,870 m2
Casa parroquial	Institucional	600 m2

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Identificación del peligro¹¹

Producto del análisis hidrológico e hidráulico, que permite modelar las áreas de inundación, considerando las actuales condiciones de los cauces de río, se ha efectuado la identificación de las áreas potenciales de peligro. Al respecto las zonas de peligro hidrometeorológico están plenamente establecidas en el estudio, sin embargo se reitera que los peligros por inundaciones en crecidas, afectarían únicamente a la Población de Taray, en el sector Este, como ha ocurrido con la crecida milenaria de febrero en el

¹¹ Diagnóstico de peligros ante eventos de movimientos en masa e inundaciones, en la cuenca del río Quesermayo (provincia calca – Región Cusco)

2010, en tanto y en cuanto no se adopten las medidas preventivas que se recomiendan, como la limpieza del cauce del río Quesermayo, con la ampliación de la sección del canal que se ha previsto y cuya sección aparece tanto en el texto como en los planos respectivos, independientemente del tratamiento alternativo que se ejecute en las paredes laterales del indicado canal, a lo largo de los 1,500 m, contados desde la desembocadura al río Vilcanota y en el sentido de “aguas arriba”.

Zonificación de Peligros

El mapa de peligros de la población de Taray, tiene dos lecturas:

- Áreas inundables sin obras: el alto riesgo, comprende las zonas inundadas durante la crecida de febrero del 2010.
- Áreas con obras ejecutadas: el riesgo, queda limitado a una pequeña franja marginal a lo largo del recorrido del río Quesermayo, considerando que el caudal de diseño adoptado corresponde a la probabilidad milenaria de repetición de fenómeno, con el agregado de deslizamiento en Huancalle, y desembalse de las aguas represadas.

Mapa de Peligros a partir del aniego de febrero del año 2010.

El caso corresponde a la crecida que ocurrió como consecuencia de las lluvias que se registraron y que han correspondido a un evento para un período de retorno milenario, cuyas aguas inundaron a la población de Taray, causando lamentables pérdidas humanas y la destrucción e inhabitabilidad de viviendas.

Este mapa ha sido posible replantearlo sobre una georreferenciación de la disposición urbanística del pueblo de Taray, sobre el plano topográfico con curvas de nivel. Sobre la base del mapa se han demarcado las áreas inundadas mediante las huellas físicas en el terreno.

Mapa de Peligros por inundación a futuro

El mapa muestra las zonas de peligro, para diferentes de avenidas relacionadas con la probabilidad en períodos de retorno de los eventos, y cuyos caudales se muestran en un cuadro de avenidas y sus correspondientes períodos de recurrencia o retorno probables.

Niveles de Agua Mínimos Ordinarios (NAMIN). Corresponde a Períodos de retorno normales en cada temporada de precipitaciones pluviales ordinaria entre los meses de diciembre a marzo, y con caudales comprendidos entre:

$Q = 25$ y 40 m³/s. para precipitaciones centenarias con retorno 100 años.

Que están mostrados en el plano mapa de peligro por inundaciones, con un área marcada en color rojo.

Niveles de agua máximos ordinarios (NAME): Corresponde a Períodos de retorno normales en cada temporada de Precipitaciones Pluviales ordinaria entre los meses de diciembre a marzo, y con caudales comprendidos entre:

$Q = 50$ y 80 m³/s. precipitaciones con periodos de retorno de 500 años.

Que son mostrados en el plano mapa de peligros por inundaciones, con un área marcada en color naranja.

Niveles de Agua Máximos Maximorun (MILENARIOS): Corresponde a períodos de retorno normales en cada temporada de precipitaciones pluviales ordinaria entre los meses de diciembre a marzo, y con caudales comprendidos entre:

$Q = 80$ y 110 m³/s. precipitaciones con periodos de retorno de 1 000 años.

Que son mostrados en el plano mapa de peligros por inundaciones, con un área marcada en color amarillo.

4.1.3 Identificación y análisis de elementos expuestos ante inundaciones

De acuerdo a los resultados del mapa de peligros ante inundaciones se analiza la Dimensión Social de elementos expuestos ante inundaciones constituido por: población, salud y educación instituciones de primera respuesta y otros usos (recreacional, institucional, culto, etc.).

Tabla 39

Elementos vulnerables expuestos a inundaciones

Nivel de peligro Muy alto	Denominación	Características
Lotes	18 lotes de vivienda	61 Hab.
Equipamientos de salud	-----	ninguno
Equipamientos de educación	-----	ninguno
Equipamiento recreacional	-----	ninguno
Equipamiento institucional	-----	ninguno
Equipamiento de culto	-----	ninguno
Nivel de peligro Alto		Características
Lotes	24 lotes de vivienda	77 Hab.
Equipamientos de salud	Puesto de Salud de Taray	Edificación de adobe de u piso en estado regular ubicado en la calle Garcilaso S/N.
Equipamientos de educación	-----	No existe exposición
Equipamiento recreacional	Cancha deportiva de concreto	Cancha deportiva de concreto en la calle Garcilaso.
Equipamiento institucional	-----	No existe exposición
Otros Equipamientos	-----	No existe exposición
Nivel de peligro Medio		Características
Lotes	123 lotes de vivienda	359 Hab.
Equipamientos de salud	-----	No existe exposición
Equipamientos de educación	IE. N° 50185 de educación primaria	Ubicada en la parte alta del centro poblado, en la calle Garcilaso.
Equipamiento recreacional	Plaza de Armas	Ubicado en el centro del centro poblado.
Equipamiento institucional	Municipalidad Distrital de Taray	Ubicado en el centro del centro poblado
Equipamiento de Culto	Templo mayor	Ubicado en la plaza de armas del centro poblado.
Otros Equipamientos	Casa parroquial	Ubicado en la calle Tacana la costado del templo mayor

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Análisis de vulnerabilidad ante inundaciones

Para el cálculo de la vulnerabilidad se definió como base el manual de evaluación de riesgos con ligeras adecuaciones en relación a la realidad del centro poblado y las condiciones del peligro, el cual se explica en la tabla N° 40.

Esto implica que, en relación a la dimensión social, se hace un análisis fragilidad y resiliencia de los elementos expuestos, para el evento de inundación.

Una vez hecho el correspondiente análisis es que se tiene como resultado un mapa de vulnerabilidad ante inundaciones.

Tabla 40

Parámetros para la vulnerabilidad

DIMENSIÓN DE ANÁLISIS	ELEMENTO VULNERABLE	EXPOSICION	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
		INUNDACIONES	INUNDACIONES	SISMO/INUNDACION
DIMENSION SOCIAL	POBLACION	U.T	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de Edificación • Estado de Conservación. • Material de Construcción • Cumplimiento de la normatividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en GRD • Población económica actividad • Actitud frente al riesgo • Conocimiento de desastres • Población Vulnerable
	II.EE	U.T	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de Edificación • Estado de Conservación. • Material de Construcción • Cumplimiento de la normatividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Institucionalidad y conectividad • Trabajo con la población • Equipos de primera respuesta • Capacidad de Respuesta • Instrumentos de planificación
	CC.SS	U.T	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de Edificación • Estado de Conservación. • Material de Construcción • Cumplimiento de la normatividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Institucionalidad y conectividad • Trabajo con la población • Equipos de primera respuesta • Capacidad de Respuesta • Instrumentos de planificación
	OTROS USOS (Templos, centro recreativo, centros comunales , etc)	U.T	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de Edificación • Estado de Conservación. • Material de Construcción • Cumplimiento de la normatividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Institucionalidad y conectividad • Trabajo con la población • Equipos de primera respuesta • Capacidad de Respuesta • Instrumentos de planificación

Fuente: Elaboración propia

La recopilación de información en campo se realizó en el periodo del 17 al 22 de julio de 2017, se consignó información de población presente en la fecha indicada, información de vivienda en cuanto a su fragilidad y resiliencia de un total de 188 lotes expuestos al peligro, y 165 lotes con edificaciones. El mapa de vulnerabilidad es el

resultado de la calidad de información proporcionada por la población presente, ya que el cálculo es tomando como única referencia los datos recopilados en el periodo mencionado.

Tabla 41

Disponibilidad de información

IIINFORMACIÓN RECOPIILDA	VIVIENDAS CON INFORMACIÓN	VIVIENDAS SIN INFORMACIÓN
Factor de fragilidad	165	23
Factor de resiliencia	156	26

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 41 se puede observar que el 88% de las 188 viviendas encuestadas, cuentan con datos para el factor de fragilidad, y el 12% no. Para el factor de resiliencia el 83% cuenta con información. Las viviendas que no cuentan con datos para los factores de fragilidad y resiliencia son aquellos lotes vacíos, lotes abandonados y lotes donde no hubo nadie para proporcionar información, pero que si están habitadas.

En el siguiente gráfico, se puede ver los porcentajes de las viviendas con datos y aquellas sin datos, los porcentajes son con respecto al total de viviendas encuestadas.

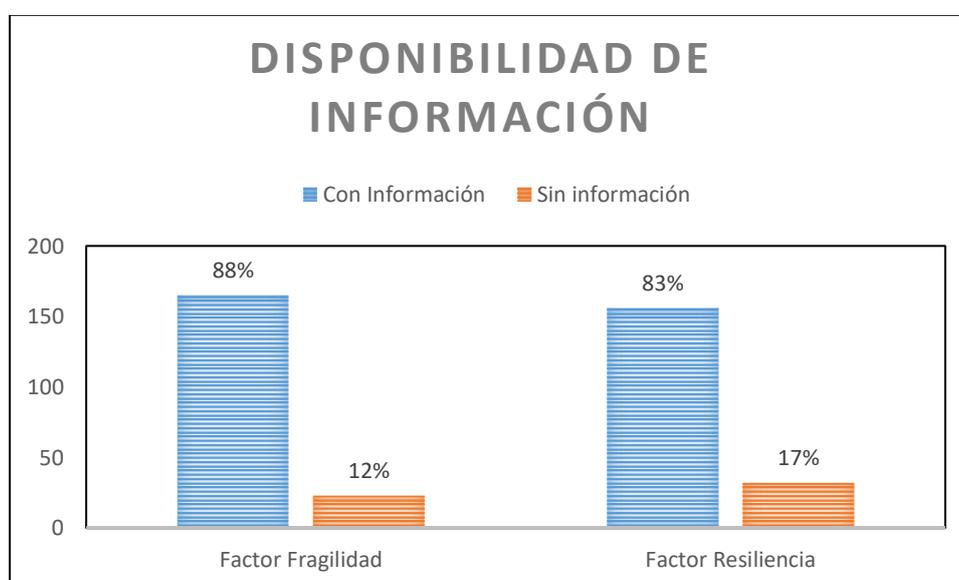


Figura 26. Información recopilada

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los componentes de la vulnerabilidad

El componente considerado para el análisis de vulnerabilidad es el social, no se considera el componente económico ni ambiental por no contar con información necesaria y porque el área de estudio se circunscribe a la ciudad. El componente social tiene parámetros que serán analizados en un arreglo matricial, ponderándolos mediante la comparación por pares según el “Proceso de Análisis Jerárquico o Método de Saaty”, quien utiliza la escala comprendida entre 9 y 1/9 (incluyendo los pares) para obtener como resultado una matriz de priorización o pesos ponderados de cada dimensión considerada.

Tabla 42

Escala de Saaty

Escala numérica	Escala verbal	Descripción
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
1	Igual o diferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
1/7	Mucho menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: CENEPRED, 20014

4.1.4.1 Análisis de Fragilidad de la infraestructura ante inundaciones

Para el análisis de vulnerabilidad de la dimensión social, se han utilizado datos de 222 viviendas producto de la encuestada realizada en la etapa de campo. Los datos considerados son: material estructural predominante - MEP (concreto, ladrillo, adobe), estado de conservación – ECS (muy bueno, bueno, regular, malo), altura de la

edificación (5 pisos, 4 pisos, 3 pisos, 2 pisos y 1 piso), cumplimiento de norma constructiva (de 0 a 100%).

4.1.4.1.1 Determinación de los parámetros de priorización y análisis de descriptores

Tabla 43

Matriz de comparación de pares de la fragilidad ante inundaciones

PARAMETRO	Material predominante de la edificación	Estado de conservación de las edificaciones	Altura de la edificación	¿Cumple con la norma constructiva?
Material predominante de la edificación	1.00	2.00	3.00	5.00
Estado de conservación de las edificaciones	0.50	1.00	3.00	7.00
Altura de la edificación	0.33	0.33	1.00	9.00
¿Cumple con la norma constructiva?	0.20	0.14	0.11	1.00
Sumatoria	2.03	3.48	7.11	22.00
1/sumatoria	0.49	0.29	0.14	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Parámetros de normalización y priorización de la fragilidad ante inundaciones

PARAMETROS	Material predominante de la edificación	Estado de conservación de las edificaciones	Altura de la edificación	¿Cumple con la norma constructiva?	Vector priorizado	Porcentaje
Material predominante de la edificación	0.492	0.575	0.422	0.227	0.429	43%
Estado de conservación de las edificaciones	0.246	0.288	0.422	0.318	0.318	32%
Altura de la edificación	0.164	0.096	0.141	0.409	0.202	20%
¿Cumple con la norma constructiva?	0.098	0.041	0.016	0.045	0.050	5%
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	100%
					IC	0.03
					IR	0.04

Fuente: Elaboración propia

De igual forma se calcula el valor de los descriptores con las siguientes características:

Tabla 45

Resumen de Material predominante de la edificación

PARAMETROS		Material predominante de la edificación	Ponderación:		0.43
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptores	PT1	Estera / cartón	PPT1	0.503	5
	PT2	Adobe o tapial	PPT2	0.260	4
	PT3	Quincha	PPT3	0.134	3
	PT4	Madera	PPT4	0.068	2
	PT5	Ladrillo o bloque cemento	PPT5	0.035	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Resumen de estado de conservación

PARAMETRO		Estado de conservación de las edificaciones	Ponderación:		0.32
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptores	PT1	Muy malo	PPT1	0.503	5
	PT2	Malo	PPT2	0.260	4
	PT3	Regular	PPT3	0.134	3
	PT4	Bueno	PPT4	0.068	2
	PT5	Muy bueno	PPT5	0.035	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Resumen de Altura de la edificación

PARAMETRO		Altura de la edificación	Ponderación:		0.20
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptores	PT1	5 a más pisos	PPT1	0.503	5
	PT2	4 pisos	PPT2	0.260	4
	PT3	3 pisos	PPT3	0.134	3
	PT4	2 pisos	PPT4	0.068	2
	PT5	1 piso	PPT5	0.035	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Resumen de Cumple con la norma constructiva

PARAMETRO		¿Cumple con la norma constructiva?	Ponderación:		0.05
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptores	PT1	0 - 20 %	PPT1	0.503	5
	PT2	20 - 40 %	PPT2	0.260	4
	PT3	40 - 60 %	PPT3	0.134	3
	PT4	60 - 80 %	PPT4	0.068	2
	PT5	80 - 100 %	PPT5	0.035	1

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2 Análisis de la resiliencia social de la población ante inundaciones

Se han considerado para esta investigación los siguientes parámetros: capacitación en gestión del riesgo de desastres, primeros auxilios y similares, población económicamente activa desocupada, ingreso familiar, conocimiento sobre ocurrencia de desastres, actitud frente al riesgo. Así tenemos la matriz de comparación de pares siguiente:

4.1.4.2.1 Determinación de los parámetros de priorización y análisis de descriptores

Tabla 49

Matriz de comparación de pares de resiliencia social ante inundaciones

PARAMETROS	Capacitación en gestión del riesgo de desastres, primeros auxilios o similares	Población económicamente activa desocupada	Ingreso familiar	Conocimiento sobre ocurrencia de desastres	Actitud frente al riesgo
Capacitación en gestión del riesgo de desastres, primeros auxilios o similares?	1.0	7.0	1.0	1.0	0.5
Población económicamente activa desocupada	0.1	1.0	0.5	0.5	0.5
Ingreso familiar	1.0	2.0	1.0	1.0	0.5
Conocimiento sobre ocurrencia de desastres	1.0	2.0	1.0	1.0	0.5
Actitud frente al riesgo	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
Sumatoria	5.1	14.0	5.5	5.5	3.0
1/sumatoria	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50

Matriz de normalización y priorización de la resiliencia ante inundaciones

PARAMETROS	Capacitación en gestión del riesgo de desastres, primeros auxilios o similares?	PEA desocupada	Ingreso familiar	Conocimiento sobre ocurrencia de desastres	Actitud frente al riesgo	Vector de priorización	Porcentaje
Capacitación en gestión del riesgo de desastres, primeros auxilios o similares?	0.19	0.50	0.18	0.18	0.17	0.24	24%
Población económicamente activa desocupada	0.03	0.07	0.09	0.09	0.17	0.09	9%
Ingreso familiar	0.19	0.14	0.18	0.18	0.17	0.17	17%
Conocimiento sobre ocurrencia de desastres	0.19	0.14	0.18	0.18	0.17	0.17	17%
Actitud frente al riesgo	0.39	0.14	0.36	0.36	0.33	0.32	32%
						IC	0.087
						IR	0.069

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula la Relación de consistencia el cual debe ser menor al 10% (RC 0.1) lo cual nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son correctos, así tenemos, considerando ello se calculó los descriptores para todos los parámetros lo que nos permitirá tener el nivel de resiliencia de la población ante inundaciones.

Para eso tenemos los siguientes descriptores:

Tabla 51

Resumen de capacitación en GRD primeros auxilios o similares

PARAMETRO		Capacitación en gestión	Ponderación:		0.24
		del riesgo de desastres, primeros auxilios o similares?	Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptores	PT1	Nunca	PPT1	0.503	1
	PT2	Escasamente	PPT2	0.260	2
	PT3	Regular	PPT3	0.134	3
	PT4	Constantemente	PPT4	0.068	4
	PT5	Totalmente	PPT5	0.035	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Resumen población económicamente activa desocupada

PARAMETRO		Población económicamente activa desocupada	Ponderación:		0.09
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptores	PT1	hay poco empleo	PPT1	0.503	1
	PT2	Bajo acceso a empleo	PPT2	0.260	2
	PT3	Regular acceso a empleo	PPT3	0.134	3
	PT4	hay acceso a empleo	PPT4	0.068	4
	PT5	Hay mucho empleo	PPT5	0.035	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Resumen ingreso familiar

PARAMETRO		Ingreso familiar	Ponderación:		0.17
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptorios	PT1	<= 149	PPT1	0.503	1
	PT2	> 149 - <= 264	PPT2	0.260	2
	PT3	> 265 - <= 1200	PPT3	0.134	3
	PT4	> 1200 - <= 3000	PPT4	0.068	4
	PT5	> 3000	PPT5	0.035	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Resumen conocimiento sobre ocurrencia de desastres

PARAMETRO		Conocimiento sobre ocurrencia de desastres	Ponderación:		0.17
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptorios	PT1	desconoce	PPT1	0.503	1
	PT2	Escasamente	PPT2	0.260	2
	PT3	Regularmente	PPT3	0.134	3
	PT4	si conoce	PPT4	0.068	4
	PT5	conoce muy bien	PPT5	0.035	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Resumen Actitud frente al riesgo

PARAMETRO		Actitud frente al riesgo	Ponderación:		0.36
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento
Descriptorios	PT1	no se puede hacer nada	PPT1	0.503	1
	PT2	Escasamente preventivo	PPT2	0.260	2
	PT3	Parcialmente preventivo	PPT3	0.134	3
	PT4	preventivo	PPT4	0.068	4
	PT5	Preventivo e implementa acciones de reducción	PPT5	0.035	5

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.3 Integración de parámetros

Para el análisis de las condiciones de vulnerabilidad social se plantea las siguientes ecuaciones.

$$V.R. = \sum P_{cap\ GRD} * D_{cap\ GRD} + \sum P_{pea} * D_{pea} + \sum P_{act} * D_{act} + \sum P_{con} * D_{con} + \sum P_{nor} * D_{nor}$$

$$V.F. = \sum P_{mat} * D_{mat} + \sum P_{est} * D_{est} + \sum P_{alt} * D_{alt} + \sum P_{nor} * D_{nor}$$

$$Vul. Social = \frac{V.R + V.F}{2}$$

Dónde:

V.F = Vulnerabilidad por fragilidad

V.R = Vulnerabilidad por resiliencia

Tabla 56:

Niveles de vulnerabilidad social ante inundaciones

NIVELES	VULNERABILIDAD
MUY ALTO	$0.259 \leq R < 0.396$
ALTO	$0.134 \leq R < 0.259$
MEDIO	$0.065 \leq R < 0.134$
BAJO	$0.0029 \leq R < 0.065$

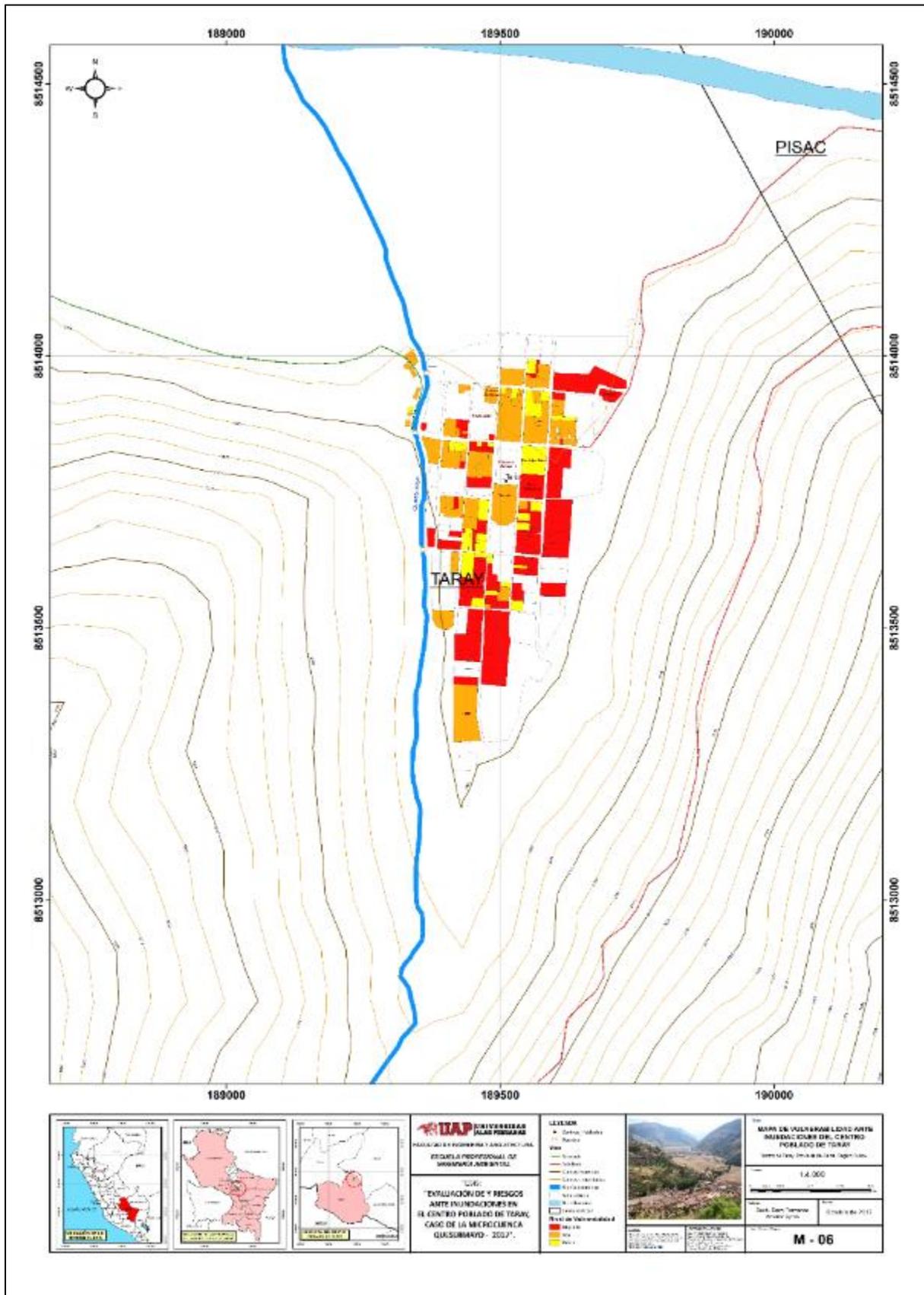


Figura 27. Mapa de vulnerabilidad ante inundaciones

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Cálculo y determinación de los niveles de riesgo

Para el desarrollo de las condiciones de riesgos se determinó sobre la base cartográfica y el nivel de vulnerabilidad a nivel de lote, considerando la matriz de riesgo el cual considera el nivel de peligro y vulnerabilidad.

Para la determinación del nivel de riesgo se utilizó el método simplificado – Matriz de Riesgo, el cual permite determinar el nivel de riesgo, sobre la base del conocimiento de la peligrosidad y de la vulnerabilidad calculada en las secciones precedentes.

Para estratificar el nivel de riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada, para tal efecto en el eje Y estarán los niveles de peligro y en el eje X estarán los niveles de vulnerabilidades.

4.1.5.1 Riesgo

Finalmente, el valor de riesgo se obtiene de multiplicar el valor de peligrosidad y el valor de vulnerabilidad. Para el ejemplo el valor de riesgo estará definido por:

Codigo	Mat_Predo	Est_Conser	Alt_Edific	Normativa	USO	Nivel_Peli	V_Mat_Pred	V_Est_Cons	V_Alt_Edific	V_Normativ	V_Fragil
154					S/I		0	0	0	0	
165					S/I		0	0	0	0	
170					S/I		0	0	0	0	
174	Adobe o Tapi	Muy Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.406	0.104	0.416	0.316
1084.1	Adobe o Tapi	Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.238	0.104	0.416	0.264
1091	Adobe o Tapi	Regular	1 Piso	0 - 20%	Residencial		0.341	0.247	0.035	0.416	0.252
1092	Adobe o Tapi	Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.238	0.104	0.416	0.264
1095	Adobe o Tapi	Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.238	0.104	0.416	0.264
1097	Adobe o Tapi	Malo	1 Piso	0 - 20%	Residencial		0.341	0.238	0.035	0.416	0.252
1099	Adobe o Tapi	Malo	1 Piso	0 - 20%	Residencial		0.341	0.238	0.035	0.416	0.252
1102	Adobe o Tapi	Regular	2 Pisos	20 - 40%	Residencial		0.341	0.247	0.104	0.234	0.252
1108	Adobe o Tapi	Muy Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.406	0.104	0.416	0.316
1109	0	0	Sin Nro Pisos	0	Terreno		0	0	0	0	
1134	0	0	Sin Nro Pisos	0	Terreno		0	0	0	0	
1137	Adobe o Tapi	Regular	1 Piso	20 - 40%	Residencial		0.341	0.247	0.035	0.234	0.244
1150	Adobe o Tapi	Regular	2 Pisos	20 - 40%	Residencial		0.341	0.247	0.104	0.234	0.252
1153	0	0	Sin Nro Pisos	0	Terreno		0	0	0	0	
1164	Adobe o Tapi	Malo	1 Piso	20 - 40%	Residencial		0.341	0.238	0.035	0.234	0.241
1167	Adobe o Tapi	Regular	2 Pisos	20 - 40%	Residencial		0.341	0.247	0.104	0.234	0.252
1171	0	0	Sin Nro Pisos	0	Terreno		0	0	0	0	
1177	0	0	Sin Nro Pisos	0	Terreno		0	0	0	0	
1186	0	0	Sin Nro Pisos	0	Terreno		0	0	0	0	
1193	Adobe o Tapi	Muy Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.406	0.104	0.416	0.316
1194	Adobe o Tapi	Malo	2 Pisos	20 - 40%	Residencial		0.341	0.238	0.104	0.234	0.252
1198	Adobe o Tapi	Muy Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.406	0.104	0.416	0.316
1199	Adobe o Tapi	Malo	2 Pisos	0 - 20%	Residencial		0.341	0.238	0.104	0.416	0.264
1203	Adobe o Tapi	Malo	2 Pisos	20 - 40%	Residencial		0.341	0.238	0.104	0.234	0.252
1222	Adobe o Tapi	Muy Malo	1 Piso	0 - 20%	Residencial		0.341	0.406	0.035	0.416	0.304
1225	Adobe o Tapi	Muy Malo	2 Pisos	60 - 80%	Residencial		0.341	0.406	0.104	0.101	0.304
1232.2	Adobe o Tapi	Muy Malo	1 Piso	0 - 20%	Residencial		0.341	0.406	0.035	0.416	0.304
1362	0	0	Sin Nro Pisos	0	Terreno		0	0	0	0	
1363	Adobe o Tapi	Malo	2 Pisos	20 - 40%	Residencial		0.341	0.238	0.104	0.234	0.252

Figura 28. Cálculo de riesgo utilizando herramienta SIG

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la imagen cada lote tiene un valor de peligro y un valor de vulnerabilidad que se expresa de la siguiente manera

4.1.5.1.1 Determinación de los niveles de riesgo social ante inundaciones y posibles pérdidas

Para determinar el nivel de riesgo se ha utilizado una matriz

Tabla 57

Matriz de evaluación del riesgo

PMA	0.503	0.034	0.069	0.143	0.270
PA	0.26	0.017	0.036	0.074	0.140
PM	0.134	0.009	0.018	0.038	0.072
PB	0.068	0.005	0.009	0.019	0.037
		0.067	0.138	0.284	0.537
		VB	VM	VA	VMA

Tabla 58

Rango de riesgo

Riesgo muy alto	$0.034 < R \leq 0.270$
Riesgo alto	$0.019 < R \leq 0.034$
Riesgo medio	$0.005 < R \leq 0.019$
Riesgo bajo	$0.01 < R \leq 0.005$

Tabla 59

Aceptabilidad y tolerancia al riesgo

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de se posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	.	El riesgo no presenta un peligro significativo

Tabla 60

Nivel de riesgos de la dimensión social ante inundaciones

Nivel de Muy Alto		Características
Lotes	22 lotes de vivienda	69 Hab.
Equipamientos de salud	-----	-----
Equipamientos de educación	-----	-----
Equipamiento recreacional	-----	-----
Equipamiento institucional	-----	-----
Equipamiento de culto	-----	-----
Nivel de riesgo Alto		Características
Lotes	115 lotes de vivienda	328 Hab.
Equipamientos de salud	Puesto de Salud de Taray	Infraestructura de material adobe de un nivel de altura en estado de conservación regular.
Equipamientos de educación	Institución educativa N° 50185	Construcción de adobe de un solo nivel con estado de conservación regular y norma constructiva del 60 al 80%.
Equipamiento recreacional	-----	-----
Equipamiento institucional	-----	-----
Equipamiento de culto	Templo mayor	Construcción de adobe estilo colonial en estado de conservación regular.
Otros Equipamientos	Casa Parroquial	Construcción de adobe de un nivel de elevación en estado de conservación regular.
Nivel de riesgo Medio		Características
Lotes	28 lotes de vivienda	92 Hab.
Equipamientos de salud	-----	-----
Equipamientos de educación	-----	-----
Equipamiento recreacional	-----	-----
Equipamiento institucional	Local municipal del distrito de Taray	Infraestructura de concreto de 2 niveles de elevación con estado de conservación bueno.
Equipamiento de Culto	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 Medidas de prevención de riesgos de desastres ante inundaciones

- Desarrollo del plan de Prevención del riesgo de desastre en el distrito de Taray.
- Propuestas normativas para la regulación y uso de zonas de alto y muy alto riesgo.
- Implementación de un Sistema de alerta temprana basado en el monitoreo, uso de medios de comunicación, sirenas, etc. Se encargan de advertir a la población sobre la manifestación de determinados eventos y de coordinar labores de protección civil, incluyendo planes de evacuación.
- Actualización del plan de desarrollo urbano del distrito de Taray.
- Forestación y Reforestación con especies nativas en fajas marginales y zonas de deslizamiento y cárcavas.
- Sensibilización y difusión para la gestión de riesgo de desastres.
- Diseño e implementación de un plan de contingencia ante inundaciones.
- Preparación del gobierno local consiste en la capacidad de manejo del desastre antes de que este ocurra con el fin de proveer una efectiva y eficiente reacción (pronta y debida) para enfrentar el desastre. Ello incluye la previsión de albergues, instalaciones de primeros auxilios (fijas y móviles), equipos de limpieza, equipos de búsqueda y salvamento, entre otros.

4.1.7 Medidas de mitigación de riesgos de desastres ante inundaciones

- Elevación del muro de contención de la margen derecha del río Quesermayo desde la Calle San Martín hasta la desembocadura en el río Vilcanota elevando el muro de 1.20 m.
- Mejoramiento de los diseños y técnicas constructivas de viviendas.
- Mejoramiento de viviendas, generalmente con base en capacitaciones y apoyo a los hogares para construir, reconstruir y reforzar mejor.
- Construcción de Disipadores de Piedra en el cauce del río Quesermayo.
- Construcción de dique enrocado continuo al cauce de río Quesermayo.
- Servicios ambientales, tales como la plantación de barreras vivas, reforestación, etc., para retención de suelos, así como para prevenir inundaciones, sequías, desertificación, entre otras amenazas.

4.2 Discusión de resultados

Los resultados finales muestran y expresan observaciones y puntualiza relaciones con las hipótesis del estudio, por lo cual se tienen un nivel de análisis para cada hipótesis planteada de forma específica.

4.2.1 Análisis y discusión de resultados en relación a las hipótesis específicas

Se presentan diferentes niveles de vulnerabilidad y riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.

Es en este sentido que para conocer estos procesos y determinar el riesgo y las posibles afectaciones se tiene que satisfacer el objetivo de identificar y validar el peligro, analizar cuantitativamente la vulnerabilidad, y determinar los niveles de riesgo presentes ante la ocurrencia de una inundación.

Es así que, en función de los resultados, se da validez a la hipótesis planteada, en el sentido que se identifica y valida como peligro, al fenómeno de inundación, esta información se sustenta con el historial de eventos que se presentaron en el centro poblado de Taray, siendo el más representativo el ocurrido en marzo del 2010.

La realidad del centro poblado de Taray muestran la existencia de elementos vulnerables, es así que en función de los análisis de vulnerabilidad desde sus factores de exposición al peligro, fragilidad de sus edificaciones y resiliencia de la población, se definió que estos elementos tienen un grado o nivel de vulnerabilidad que va desde medio, alto y muy alto dependiendo de sus características, como lo expresa los resultados del análisis y la integración de mucho de los valores que permitieron cuantificar a nivel de lote la características del centro poblado.

La identificación del peligro no involucra a toda la población y sus edificaciones, pues se puede ver en la figura N° 25 que los lotes alejados al río Quermayo no serían impactados por una inundación.

La recolección de datos en función al catastro urbano y la actualización realizada en campo, permitió contar con información precisa a la actualidad, pues los procesos de crecimiento poblacional, así como los cambios en sus medios de vida van modelando y modificando la situación de vulnerabilidad de tiempo en tiempo.

Es preciso señalar que el evento de inundación ocurrido en marzo del 2010, donde colapsaron infraestructuras y se perdieron vidas humanas, han cambiado la percepción de la población frente al riesgo, asimismo se pudo evidenciar que la reconstrucción de sus edificaciones toma en cuenta la fragilidad que antes estuvo presente.

Las medidas de prevención permitirán prevenir ante la presencia de un evento de inundación en el futuro, pero también las medidas de mitigación mejorarán los niveles de vulnerabilidad de la población y sus edificaciones. Estas medidas servirán si la población y sus autoridades logren aplicarlas en el corto, mediano y largo plazo.

4.3 Contrastación de Hipótesis

Las hipótesis específicas señalan:

- *La ocurrencia de un evento de inundación representa uno o varios niveles de peligro en el centro poblado de Taray.*

La figura N° 25 muestra la identificación del evento de inundación en tres niveles de peligrosidad (medio, alto y muy alto), estas están corroboradas con estudios técnicos realizados por instituciones especializadas y también con lo ocurrido en marzo del año 2010.

- *Un análisis permitirá determinar los niveles de vulnerabilidad presentes ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.*

Las tablas N°43 a N° 55 nos señalan los distintos parámetros y descriptores para los elementos expuestos desde sus factores de vulnerabilidad de fragilidad y resiliencia, donde cada parámetro y descriptor tiene una determinada

ponderación, la cual fue otorgada por medio de un proceso de análisis jerárquico o “método de Saaty”, (Ver anexo N° 03)

- *Existen distintos niveles de riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.*

La determinación de los niveles de riesgo se puede ver la figura N° 29, estos resultados demuestran solo a aquellos lotes que están expuestos al peligro y que tienen una valoración en base a ponderaciones de su vulnerabilidad. Se aplica el cálculo y estimación de riesgo.

- *Propuestas de medidas de prevención y mitigación de riesgo permiten enfrentar eventos de inundación en el centro poblado de Taray.*

Las propuestas de medidas de prevención y mitigación de riesgo ante eventos de inundación se plantean en base a la identificación de peligros y análisis de vulnerabilidad, estos sirven para estar preparados y reducir los niveles de riesgo en el centro poblado de Taray.

La hipótesis general señala:

Se presentan diferentes niveles de vulnerabilidad y riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.

Los niveles de riesgo se pueden determinar desde la determinación del peligro y el análisis de vulnerabilidad y es comprobable revisando la metodología aplicada, cabe señalar que no toda la población está expuesta a un evento de inundación, pero si se pudo determinar el nivel de vulnerabilidad de todo el centro poblado. En ese entender el riesgo se calcular solo de los lotes coincidentes tanto en peligro como en vulnerabilidad.

CONCLUSIONES

- El peligro o amenaza como elemento de riesgo se puede decir que el evento de mayor trascendencia en la zona de estudio es el de inundación, debido a la recurrencia de este y a los daños que causa por su poder destructivo, especialmente el suscitado en marzo del 2010.

La ubicación del centro poblado de Taray es crítica ante ocurrencia de inundaciones, por tener sus edificaciones al borde de la margen derecha del río Quesermayo.

- La metodología del CENEPRED empleada para el análisis de vulnerabilidad de las edificaciones ante peligros de inundación, ha permitido identificar a nivel de detalle, los lotes más vulnerables, lo cual va a ser de utilidad para la formulación de propuestas y medidas de mitigación específicas.

El análisis de vulnerabilidad ha tomado como unidad de análisis a las edificaciones categorizadas por lote, que determinan su categoría urbana, basada en información predominantemente de 222 edificaciones, aplicando el factor de exposición se establece que 165 edificaciones pasan a formar parte para el análisis final, esta cantidad de edificaciones se analizara por el factor de fragilidad de la vulnerabilidad y complementada con los encuesta y percepción de la población en 156 de las 165 edificaciones (factor de resiliencia), lo que ha permitido conocer en esta investigación el grado de vulnerabilidad de la población y sus edificaciones.

Los principales resultados del análisis de vulnerabilidad por su fragilidad, exposición y resiliencia son los siguientes:

- 188 Infraestructuras expuestas, 165 infraestructuras con información y 23 sin información.
- Respecto al material de construcción 138 son de adobe y 27 de ladrillo y cemento.
- Respecto al estado de conservación, 27 están en estado bueno, 54 en estado regular, 56 en estado malo y 28 en estado muy malo.
- Sobre la altura tenemos a 43 de 1 piso de construcción, 114 de 2 pisos, 7 de 3 pisos y 1 de 4 pisos.

- Respecto al cumplimiento de normatividad de construcción el 90% de edificaciones no cumple con normatividad.

El nivel de vulnerabilidad determinado para las edificaciones analizadas arroja la siguiente información:

- 27 edificaciones en nivel de vulnerabilidad medio (16%)
- 54 edificaciones en nivel de vulnerabilidad alta (33%)
- 84 edificaciones en nivel de vulnerabilidad muy alta (51%)

Estas edificaciones se encuentran dentro del área de exposición al peligro de inundación.

- El cálculo del riesgo se logró en base de combinar los valores de peligro por vulnerabilidad para el centro poblado de Taray, entendiendo que el riesgo es la probabilidad de que una población y sus medios de vida sufran los impactos y pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro se logra determinar que:
 - 22 edificaciones y 69 habitantes están en riesgo medio, lo cual significa que están en un nivel de riesgo tolerable donde se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
 - 115 edificaciones y 328 habitantes están en riesgo alto, lo cual significa que están en un nivel de riesgo inaceptable, donde se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
 - 28 edificaciones y 92 habitantes están en riesgo muy alto, lo cual significa que están en un nivel de riesgo inadmisibles, donde se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
- Se proponen medidas de prevención y mitigación de riesgos en los siguientes puntos:
 - Desarrollo del plan de Prevención del riesgo de desastre.
 - Propuestas normativas para la regulación y uso de zonas de alto y muy alto riesgo.
 - Implementación de un Sistema de alerta temprana.
 - Actualización del plan de desarrollo urbano del distrito de Taray.
 - Forestación y Reforestación con especies nativas en fajas marginales y zonas de deslizamiento y cárcavas.

- Sensibilización y difusión para la gestión de riesgo de desastres.
- Diseño e implementación de un plan de contingencia ante inundaciones.
- Preparación del gobierno local consiste en la capacidad de manejo del desastre antes de que este ocurra.
- Elevación del muro de contención de la margen derecha del río Quesermayo desde la Calle San Martín hasta la desembocadura en el río Vilcanota elevando el muro de 1.20 m.
- Mejoramiento de viviendas, generalmente con base en capacitaciones y apoyo a los hogares para construir, reconstruir y reforzar mejor.
- Construcción de Disipadores de Piedra y dique enrocado en el cauce del río Quesermayo.
- Servicios ambientales, tales como la plantación de barreras vivas, reforestación, etc., para retención de suelos, así como para prevenir inundaciones, sequías, desertificación, entre otras amenazas

RECOMENDACIONES

- Programas de recuperación y protección de cabecera de cuenca, incentivar proyectos de reforestación en las partes altas de la cuenca y en las partes medias incentivar la agroforestería, de modo que mitiguen la magnitud e intensidad de una inundación.
- Servicios ambientales, tales como la plantación de barreras vivas, reforestación, etc., para retención de suelos, así como para prevenir inundaciones, sequías, desertificación, entre otras amenazas
- Forestación y Reforestación con especies nativas en fajas marginales y zonas de deslizamiento y cárcavas. Esta medida reforzara las barreras en el curso del río, especialmente en el sector donde está asentada la población.
- La “Evaluación de vulnerabilidad y riesgos ante inundaciones en el centro poblado de Taray”, se constituye en un estudio de importancia para centro poblados asentados cerca del fuentes de agua, por lo que es necesario la complementación y actualización de las variables de vulnerabilidad por parte del equipo técnico municipal y transferencia del sistema e incorporación al Sistema de Información para la gestión del riesgo de desastres SIGRID, que a partir de mediados del 2015 puso a disposición de los usuarios aplicativos de levantamiento de información catastral para tal fin para teléfonos celulares y tablets.
- Promover y facilitar desde el gobierno distrital y provincial los proyectos a implementarse a medianos plazos a partir del 2017 en el ámbito de investigación, orientados a reducir el riesgo por fenómenos inundación en el centro poblado de Taray e implementar sistema de alerta temprana con financiamiento regional y de la cooperación internacional y otros que pudiera promoverse de tal manera que se reduzca el riesgo de desastres de la población de Taray. Estos proyectos, actividades y medidas estructurales y no estructurales deben formar parte del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del centro poblado de Taray que deberá desarrollarse a continuación del presente estudio.
- Desarrollar análisis de la vulnerabilidad de otro tipo de infraestructuras urbanas, que permitan tener una idea clara e integral de la continuidad de la prestación de los servicios de públicos, como la electricidad, agua potable, telecomunicaciones, puentes, etc.

- Incorporar la variable de gestión del riesgo de desastres naturales, dentro de los instrumentos de gestión local, como los planes de desarrollo urbano, plan de desarrollo concertado, planes estratégicos, etc.
- Difusión con paneles informativos donde indiquen el peligro y las zonas de riesgo a que se expone si es que se ubica en ese lugar, de esa manera la población se orienta y se ubica en un lugar seguro si ningún tipo de riesgo.
- Programas de recuperación y protección de cabecera de cuenca, incentivar proyectos de reforestación en las partes altas de la cuenca y en las partes medias incentivar la agroforestería para no degradar el suelo.
- Como medidas estructurales de mitigación frente al peligro de inundación se recomienda sistema constructivo de ladrillo confinado de diseño resistente en vez del sistema aporricado en las zonas de peligro alto y muy alto.

BIBLIOGRAFIA

- Castro Tantalean, H. (2012). Evaluación del análisis de riesgo de desastre del distrito de Awajun, Rioja –2010. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto.
- CENEPRED. (2014). Manuel de Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión. Recuperado de <http://www.cenepred.org.pe>
- CENEPRED. (2013) Evaluación de Riesgos de Inundación de la Ciudad De Iñapari.
- INDECI/PNUD. (2005)- Estudio “Mapa de Peligros de la ciudad de Písaq” - Proyecto PER /02/051 - Programa Ciudades Sostenibles.
- INDECI. (2012). Evaluación del Impacto Socioeconómico de la Temporada de Lluvias 2010 en la región Cusco, Cuaderno técnico, 7. 119 p.; tab. ilustr. Lima – Perú.
- INDECI. (2015). Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres — Años 2009-2015.
- INEI. (2007). XI Censo de Población y VI de Vivienda 2007 – Portal Institucional. Recuperado de <http://www.inei.gob.pe>
- Lozano O. (2011). “Guía Metodológica para Incorporar la Gestión del Riesgo de desastres en la Planificación del Desarrollo”. Proyecto Fortalecimiento de Capacidades en Gestión del Riesgo de Desastres en la Región Cusco – Perú.
- Municipalidad provincial de Calca. (2015). Evaluación de riesgo de desastres de la ciudad de Calca, Región Cusco.
- MVC. (2017). Aprueban Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación, aprobado por Decreto Supremo N° 011-2017-VIVIENDA. Lima – Perú.
- Naciones Unidas. (2014). Análisis de la implementación de la Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú. Lima- Perú.

- OLAZABAL, S. (s.f) “El análisis de la vulnerabilidad urbana como clave para la definición de estrategias de adaptación al cambio climático”. Institución: LABEIN – Tecnalía. CONAMA10. p. 182. Madrid- España.
- PREDES. (2012). “Amenazas ante eventos de movimientos en masa e inundaciones, áreas críticas y medidas de mitigación en la región Cusco”. Serie de investigación regional # 18. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú.
- PREDES. (2011). Diagnóstico de peligros ante eventos de movimientos en masa e inundaciones, en la cuenca del rio Quesermayo, provincia de Calca Región Cusco. Secretaria Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU). (2004). Vivir con el Riesgo, Informe Mundial sobre Iniciativas para la reducción de Desastres. Ciudad Panamá, 437 p.
- Secretaria de la Comunidad Andina. (2009). Sistemas de Información para la Gestión del Riesgo en la Comunidad Andina: Realidades y Propuestas. Lima, 136 p.

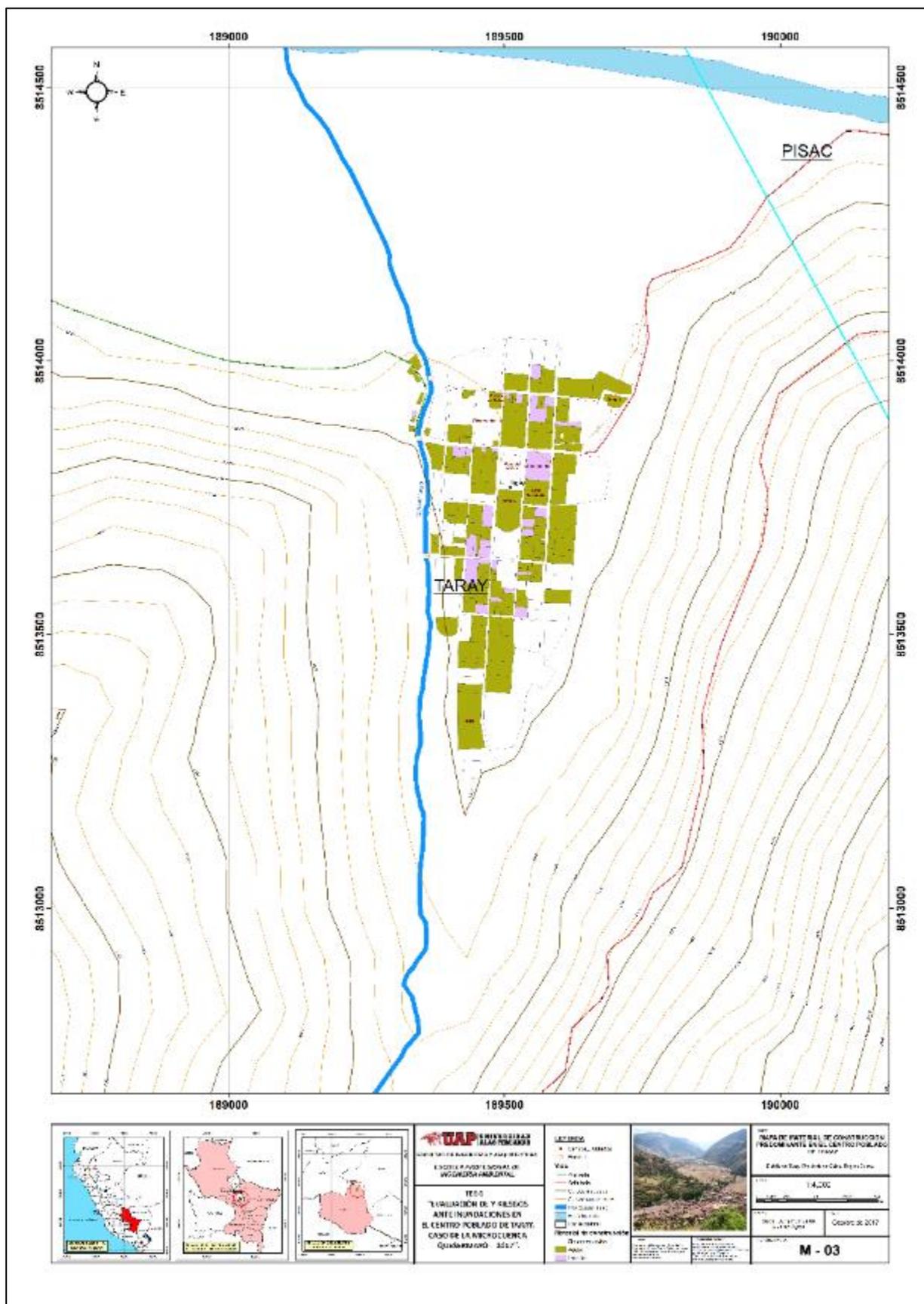
ANEXOS

1. Anexo 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

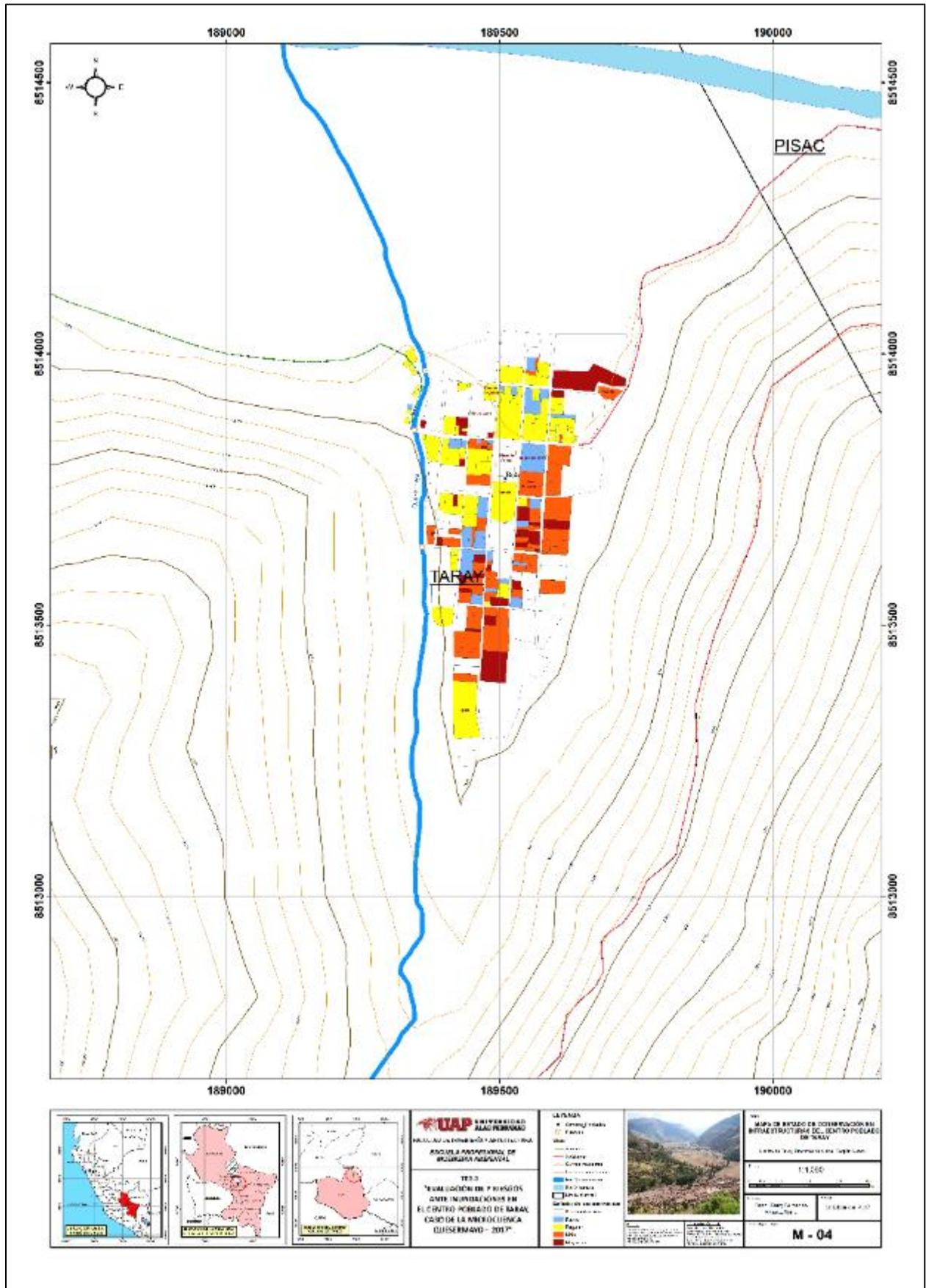
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad y riesgo en el centro poblado de Taray ante un evento de inundación?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el nivel de vulnerabilidad y riesgo, ante la ocurrencia de un evento de inundación, en el centro poblado de Taray.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Se presentan diferentes niveles de vulnerabilidad y riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Evento de inundación y nivel de vulnerabilidad</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Nivel de riesgo de desastre en el centro poblado de Taray.</p>	<p>Topografía</p> <p>Caudal de río</p> <p>Altura de Edificación</p> <p>Estado de Conservación.</p> <p>Material de Construcción</p> <p>Cumplimiento de la normatividad constructiva</p> <p>Capacitación en GRD</p> <p>Población económica actividad</p> <p>Actitud frente al riesgo</p> <p>Conocimiento de desastres</p> <p>Conocimiento de desastres</p>	<p>Enfoque y Tipo de Investigación</p> <p>Descriptiva - documental</p> <p>Alcance de la Investigación</p> <p>Diagnóstico, Analítico, Descriptivo e interpretativo</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>No Experimental</p> <p>Muestra de la investigación</p> <p>Población: Centros poblados en el valle sagrado de los Incas, ubicados a menos de 100 metros de distancia de cuerpos de agua</p> <p>Muestra: Centro poblado de Taray</p> <p>Instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fichas técnicas de recojo de información • Cartografía básica y catastral del área de investigación. • Imágenes satelitales impresas en formato A1. • GPS, binoculares, wincha de 50
<p>Problemas específicos</p> <p>PE1: ¿Un evento de inundación constituye peligro para el centro poblado de Taray?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>OE1: Identificar y validar los eventos de peligro de inundación para el centro poblado de Taray.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>HE1: La ocurrencia de un evento de inundación representa uno o varios niveles de peligro en el centro poblado de Taray.</p>			
<p>PE2: ¿Mediante un análisis es posible determinar los niveles de vulnerabilidad, ante la ocurrencia de un evento de inundación en centro poblado de Taray?</p>	<p>OE2: Desarrollar el Análisis de la vulnerabilidad ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.</p>	<p>HE2: Un análisis permitirá determinar los niveles de vulnerabilidad presentes ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.</p>			
<p>PE3: ¿Cuáles son los niveles de riesgo, ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray?</p>	<p>OE3: Determinar los niveles del riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.</p>	<p>HE3: Existen distintos niveles de riesgo ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.</p>			

<p>inundación en el centro poblado de Taray?</p>	<p>Taray y elaboración de mapas de nivel de riesgos.</p>	<p>evento de inundación en el centro poblado de Taray.</p>		<p>metros y cuaderno de campo. • Cámara fotográfica de 16mpx, con rango de 10 a 18x de zoom. • Laptop de 15.6" con procesador i7, RAM de 12 GB o superior • Software de aplicación y procesamiento de información vectorial e imágenes: ArcGis 10.1, Envi 5.0 y procesadores generales.</p>
<p>PE4: ¿Qué tipo de medidas de mitigación y prevención de riesgo, se puede promover, ante un evento de inundación en el centro poblado de Taray?</p>	<p>OE4: Proponer las medidas de prevención y mitigación de riesgo, ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray.</p>	<p>HE4: Propuestas de medidas de prevención y mitigación de riesgo permiten enfrentar eventos de inundación en el centro poblado de Taray.</p>		<p style="text-align: center;">Estadística</p> <p>1. Porcentajes</p> <p>2. Promedios</p>

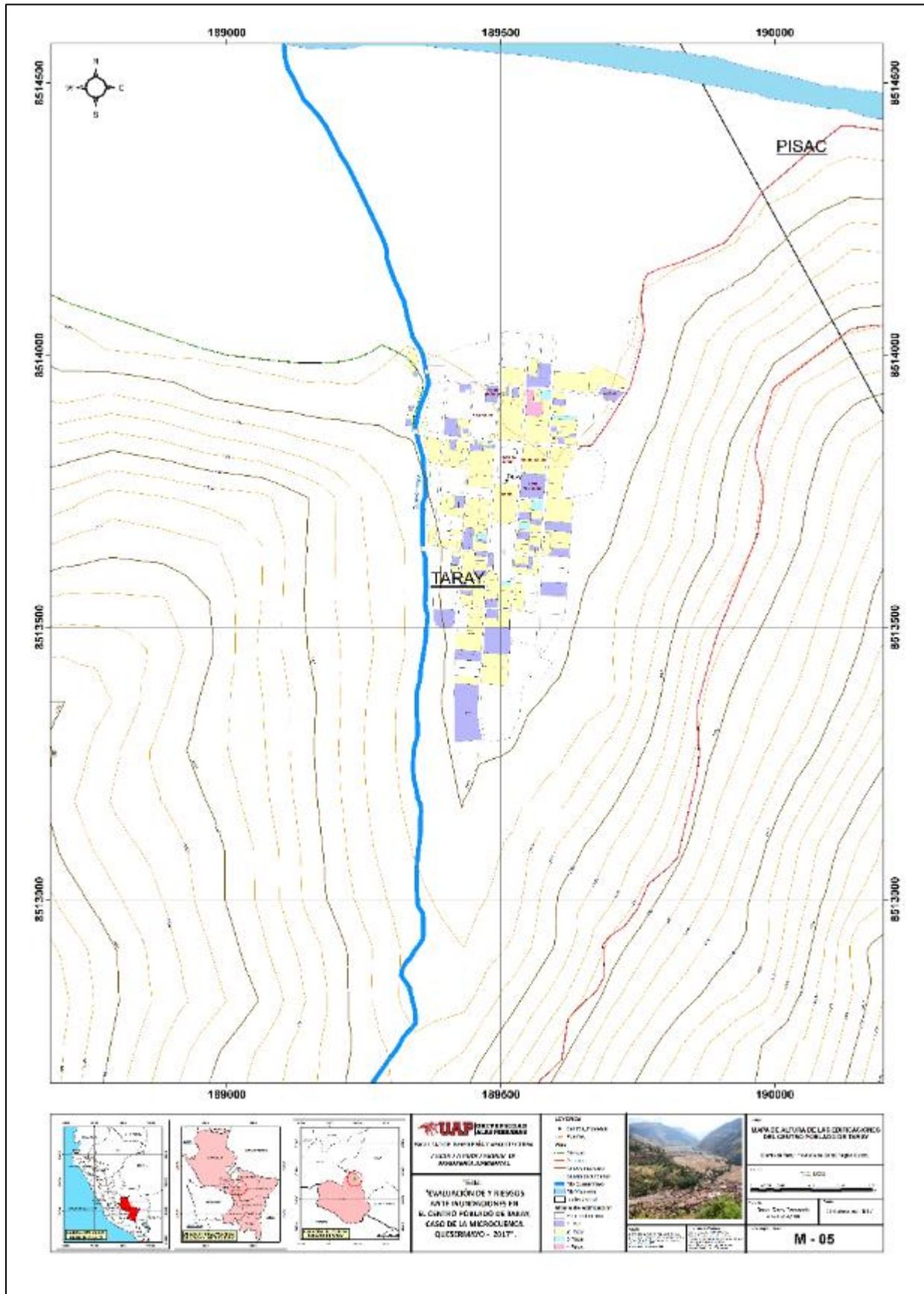
C) Mapa de material predominante de construcción



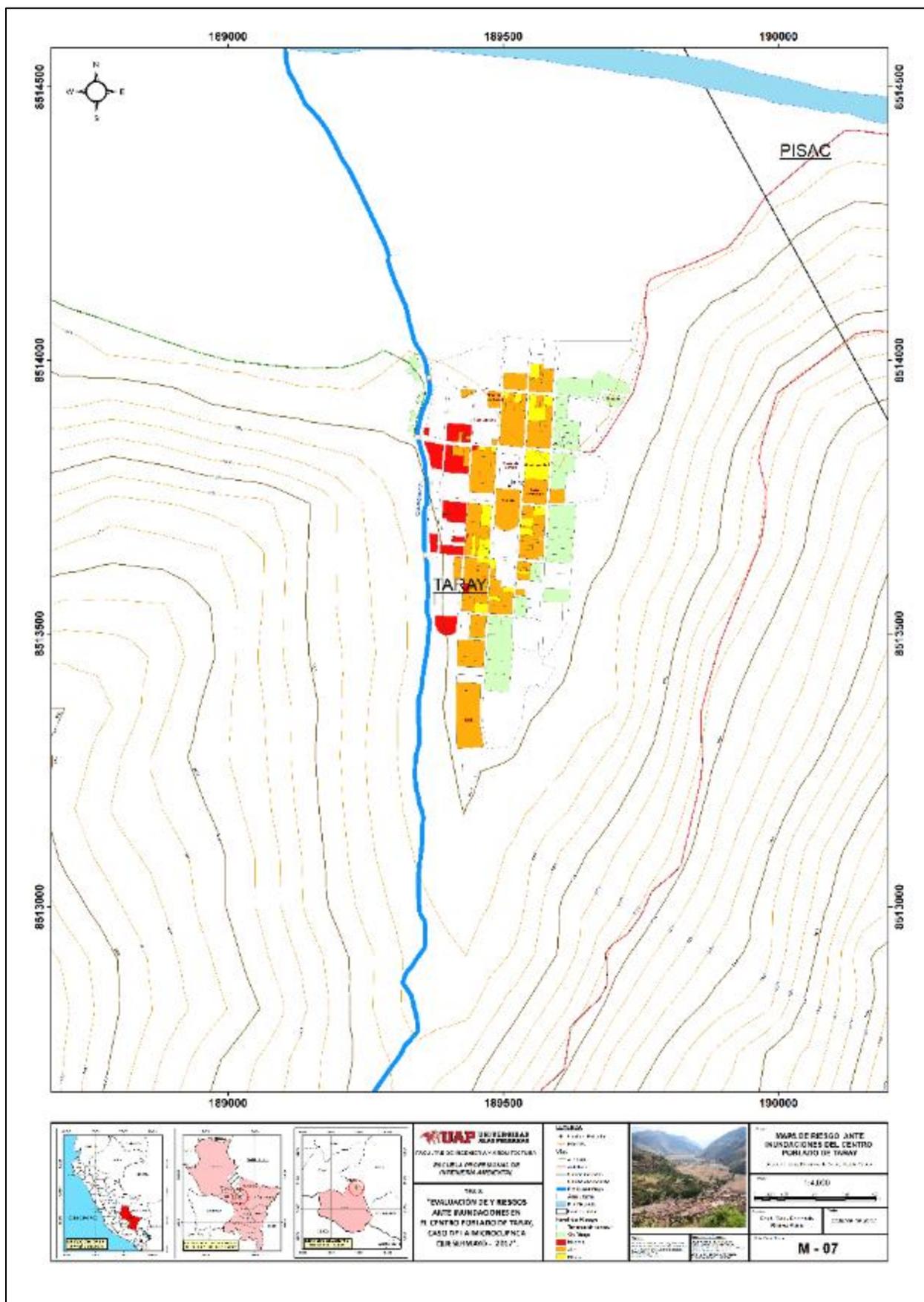
D) Mapa de estado de conservación de las edificaciones



E) Mapa de altura de la edificación



G) Mapa de riesgo ante inundaciones del centro poblado de Taray



3. Anexo 02: FICHA DE CAMPO

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN - COMPONENTE DE VULNERABILIDAD ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR FENÓMENOS NATURALES CIUDAD DE CALCA									
CODIGO DE LOTE:		nombre del encuestado			parentesco:				
NOMBRE DE EVALUADOR:		fecha de la evaluación d/m/a			V/B				
EXPOSICIÓN SOCIAL		PREGUNTA O DIRECTRIZ			DESCRIPTORES				
GRUPO ETARIO		¿ Cuantas personas viven en su propiedad?			Cuantas familias viven en la propiedad (se considera otra fam. a los hijos casados u tras familias inquilinas)				
FRAGILIDAD									
MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION		Verificar el tipo de material predominante en el lote			Estera / cartón	Quincha	Adobe o tapial	Madera	Ladrillo o bloque cemento
ESTADO DE CONSERVACION DE LAS EDIFICACIONES Y ESTABILIDAD ESTRUCTURAL**		Verificar el estado de conservación			Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
ALTURA DE LA EDIFICACION		¿Cuántos pisos tiene la propiedad			5 a mas pisos	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso
¿CUMPLE CON LA NORMA CONSTRUCTIVA?		Preguntar como referencia si tiene habilitación urbana y/o licencia de construcción			80 - 100 %	60 - 80 %	40 - 60 %	20 - 40 %	0 - 20 %
RESILIENCIA									
CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, PRIMEROS AUXILIOS O SIMILARES?		¿Participó en capacitaciones de GRD?			Nunca	Escasamente	Regular	Constantemente	Totalmente
POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA		¿cual es la condición del empleo de los jefes de familia?			hay poco empleo	Bajo acceso a empleo	Regular acceso a empleo	hay acceso a empleo	Hay mucho empleo
INGRESO FAMILIAR		¿Cuanto es el ingreso familiar promedio			> 3000	> 1200 - <= 3000	> 265 - <= 1200	> 149 - <= 264	<= 149
CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA DE DESASTRES		¿conoce usted las causas y los efectos de desastres en Calca?			desconoce	Escasamente	Regularmente	si conoce	conoce muy bien
ACTITUD FRENTE AL RIESGO		¿que hace en esta situación de riesgo?			no se puede hacer nada	Escasamente preventivo	Parcialmente preventivo	preventivo	Preventivo e implementa acciones de reducción
OBSERVACIONES:									

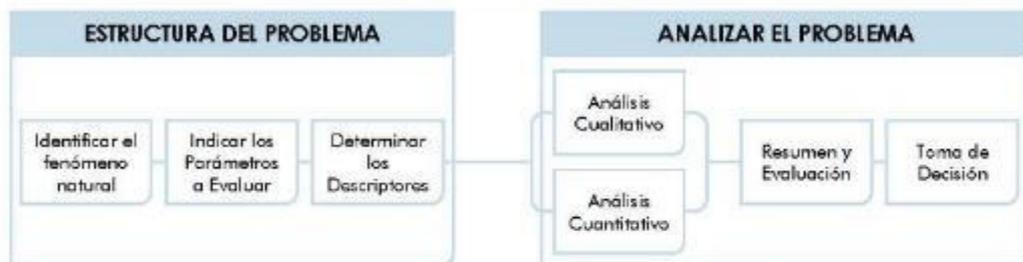
4. Anexo 03: METODO ESTADISTICO

Proceso de Análisis Jerárquico

1. Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual.

GRÁFICA: Flujo metodológico a seguir para la toma de decisiones



Adaptado: Toskano (2005)

Permite combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia clásica con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano. En este sentido, se puede conseguir un tratamiento objetivo de lo subjetivo (Keeney, 1992). El punto central del PAJ es el proceso de asignar ponderación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión y la calificación final de las diferentes alternativas respecto de los criterios seleccionados.

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó el PAJ (Saaty, 1990) por sus ventajas, flexibilidad y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión (Garfi et al., 2011), la escala es la que se muestra a continuación:

ESCALA DE SAATY

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: Saaty (1980)

Para obtener estos ponderados son necesarios respuestas (numéricas o verbales) a una serie de preguntas que comparan dos parámetros o dos descriptores a una serie de preguntas

Toskano (2005) presenta algunas de las ventajas del PAJ frente a otros métodos de Decisión Multicriterio y son:

- Presenta un sustento matemático;
- Permite desglosar y analizar un problema por partes;
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;
- Incluir la participación de equipos multidisciplinarios y generar un consenso;
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso;
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad;
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

Aplicaciones usuales del PAJ:

Planificación Estratégica	Formulación de Políticas
Planificación Territorial	Gestión Ambiental
Planificación por Escenarios	Análisis Costo - Beneficio
Evaluación de Planes	Formulación de Estrategias de Mercado
Optimización de Procesos	Asignación de Recursos, etc.

1. PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DESCRIPTORES: CASO DE SISMO

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno sísmico. En función del número de parámetros identificados tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

- Magnitud
- Intensidad
- Aceleración Natural del Suelo

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración del suelo
Magnitud de sismo			
Intensidad de sismo			
Aceleración natural del suelo			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00		
Intensidad de sismo		1.00	
Aceleración natural del suelo			1.00

La comparación de dos parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	
Intensidad de sismo	3.00	1.00	
Aceleración natural del suelo			1.00

La intensidad es 3 veces más importante que la magnitud (moderadamente más importante)

magnitud es 3 veces menos importante que la intensidad (moderadamente menos importante)

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	
Aceleración natural del suelo	1/5		1.00

La aceleración natural del suelo es 5 veces menos importante que la magnitud (menos importante)

La magnitud es 5 veces más importante que la aceleración natural del suelo (menos importante)

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	1/5	1/7	1.00

La aceleración natural del suelo es 7 veces menos importante que la intensidad (mucho menos importante)

La intensidad es 7 veces más importante que la aceleración natural del suelo (mucho más importante)

Terminada la comparación de pares tenemos la Matriz terminada.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	1/5	1/7	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00
suma	4.200	1.476	13.000
1/suma	0.238	0.677	0.077

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00
suma	4.200	1.476	13.000
1/suma	0.238	0.677	0.077

$$0.238 \times 1.00 = 0.238$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	0.238	0.226	0.385
Intensidad de sismo	0.714	0.677	0.538
Aceleración natural del suelo	0.048	0.097	0.077

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
Magnitud de sismo	0.238	0.226	0.385	0.283
Intensidad de sismo	0.714	0.677	0.538	0.643
Aceleración natural del suelo	0.048	0.097	0.077	0.074
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.238 + 0.226 + 0.385) / 3 = 0.283$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Magnitud de sismo	0.238	28.30%
Intensidad de sismo	0.643	64.30%
Aceleración natural del suelo	0.074	7.40%

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

Paso 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo		Vector Priorización (Ponderación)	Vector Suma Ponderada
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00	X	0.283	0.866
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00		0.643	2.008
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00		0.074	0.222

1.00	X	0.283	=	0.283	0.330	X	0.643	=	0.212	5.000	X	0.074	=	0.370
3.00				0.849	1.000				0.643	7.000				0.518
0.20				0.057	0.140				0.090	1.000				0.074
				0.283	0.212	0.370			0.866					
				0.849	0.623	0.518			2.008					
				0.057	0.090	0.074			0.222					

Paso 2: Hallando λ_{max} Se determina al dividir los valores del Vector Suma ponderada y el Vector de Priorización.

Vector Suma Ponderada	÷	Vector Priorización (Ponderación)	=	λ_{max}
0.866		0.283		3.060
2.008		0.643		3.123
0.222		0.074		3.000

$$\lambda_{max} = \frac{3.060+3.123+3.000}{3} = 3.061$$

Paso 3: Hallando el Índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{3.061-3}{3-1} = 0.0305$$

Paso 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.0305}{0.525} = 0.058$$

Nota: Los Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno – Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

2. PONDERACIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO MAGNITUD DE SISMO.

PASO 1: Descriptores. Se identifican los descriptores del parámetro magnitud. Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable. En función del número de descriptores tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

- Mayor a 8.0: Grandes terremotos
- 6.0 a 7.9: sismo mayor
- 4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad
- 3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente
- Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	1/9	1/7	1/5	1/3	1.00

PASO 2: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/ Suma	0.56	0.21	0.10	0.6	0.04

PASO 3: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.40	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.560 + 0.642 + 0.524 + 0.429 + 0.360) / 5 = 0.503$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	0.503	50.30%
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.260	26.00%
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.134	13.40%
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.068	6.80%
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.035	3.50%

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

Paso 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)	VECTOR SUMA PONDERADA
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	0.503	2.743
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00	0.260	1.414
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00	0.134	0.599
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.14	0.20	0.35	1.00	3.00	0.068	0.341
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00	0.035	1.777

Paso 2: Hallando λ_{max} Se determina al dividir los valores del Vector Suma ponderada y el Vector de Priorización.

VECTOR SUMA PONDERADA	÷	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)	=	λ_{max}
2.743		0.503		5.453
1.414		0.260		5.438
0.599		0.134		5.216
0.341		0.068		5.015
1.777		0.035		5.057

$$\lambda_{max} = \frac{5.453+5.438+5.216+5.015+5.057}{5} = 5.2358$$

Paso 3: Hallando el Índice de consistencia (IC)

$$RC = \frac{5.2358-5}{5-1} = 0.058$$

Paso 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.058}{1.115} = 0.052$$

NOTA: Los Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n", obtenidas mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno – Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

3. CUADRO FINAL DE PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO Y SUS DESCRIPTORES

PARÁMETRO	MAGNITUD DE SISMO		PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRIPTORES	S1	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	PS1	0.503
	S2	6.0 a 7.9: Sismo mayor	PS2	0.260
	S3	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	PS3	0.134
	S4	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	PS4	0.068
	S5	Menor a 3.4: No es sentido generalmente pero es registrado por sismógrafos	PS5	0.035

Fuente: Escala de Richter - IGP

Donde:

S1, S2, S3, S4 y S5: Descriptores del parámetro MAGNITUD DE SISMO

PS1, PS2, PS3, PS4 y PS5: Pesos ponderados de los descriptores

Proceso de Análisis Jerárquico

MATRIZ DE 3x3 (03 parámetros)

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Paso 02: El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	A1	A2	A3
A1	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00
SUMA	3.00	3.00	3.00
1/SUMA	0.33	0.33	0.33

Paso 03: La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.333	0.333	0.333	0.333
A2	0.333	0.333	0.333	0.333
A3	0.333	0.333	0.333	0.333
	1.000	1.000	1.000	1.000

PESO PONDERADO DE
LOS PARÁMETROS

PORCENTAJE (%)
0.333
0.333
0.333

Paso 04: Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

HALLANDO EL λ_{max}

	VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN
	3.000
	3.000
	3.000
SUMA	9.000
PROMEDIO	3.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analizar los criterios en la matriz de comparación de pares

(*) Para determinar el índice aleatorio que ayuda a determinar la relación de consistencia se utilizó la tabla obtenida por Aguarón y Moreno, 2001. Donde "n" es el número de parámetros en la matriz.

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.526	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.556	1.570	1.583	1.595

MATRIZ DE 4x4 (04 parámetros)

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

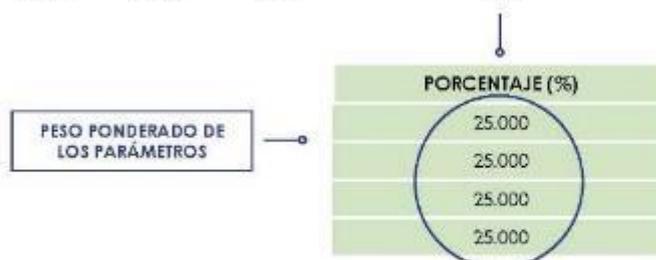
Paso 02: El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4
A1	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	1.00	1.00	1.00	1.00
SUMA	4.00	4.00	4.00	4.00
1/SUMA	0.25	0.25	0.25	0.25

Paso 03: La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
A2	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
A3	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
A4	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



Paso 04: Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

Hallando el Vector suma Ponderado

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES				VECTOR SUMA PONDERADA
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000

Hallando El λ max

VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN	
	4.000
	4.000
	4.000
	4.000
SUMA	16.000
PROMEDIO	4.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

MATRIZ DE 5x5 (05 parámetros)

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Paso 02: El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

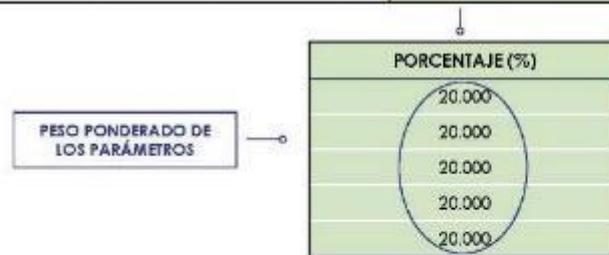
MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SUMA	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
1/SUMA	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Paso 03: La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A2	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A3	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A4	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A5	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200



Paso 04: Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuadas.

Hallando el Vector suma Ponderado

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES				VECTOR SUMA PONDERADA
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000

Hallando El λ max

	VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN
	5.000
	5.000
	5.000
	5.000
	5.000
SUMA	25.000
PROMEDIO	5.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

MATRIZ DE 6x6 (06 parámetros)

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Paso 02: El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SUMA	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
1/SUMA	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167

HALLANDO EL λ MAX

	VECTOR SUMA PONDERADO/ VECTOR PRIORIZACIÓN
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
SUMA	36.000
PROMEDIO	6.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analizar los criterios en la matriz de comparación de pares

HALLANDO EL λ MAX

	VECTOR SUMA PONDERADO/ VECTOR PRIORIZACIÓN
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
SUMA	49.000
PROMEDIO	7.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analizar los criterios en la matriz de comparación de pares

HALLANDO EL λ MAX

	VECTOR SUMA PONDERADO/ VECTOR PRIORIZACIÓN
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
SUMA	64.000
PROMEDIO	8.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analizar los criterios en la matriz de comparación de pares

Determinación del valor del riesgo

Para el análisis por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) se debe construir una base de datos que contiene gran cantidad de información (cuantitativa y cualitativa), para entenderlo didácticamente se indicara un ejemplo sencillo aplicado a una fila de la base de datos, el motivo es la automatización que proporciona el SIG.

Para determinar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos, se indican las siguientes pasos generales que están en función de la información existente en el área de estudio (parámetros a evaluar del fenómeno natural).

Paso 01: Para el caso de tsunami. Se determinan los parámetros a evaluar y sus correspondientes descriptores. Luego se calcula el valor del peligro (pesos ponderados).

$$\sum_{i=1}^n \text{Fenomeno}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FENÓMENO						
GRADO DE TSUNAMI		MAGNITUD DE TSUNAMI		INTENSIDAD DE TSUNAMI		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.283	0.260	0.634	0.503	0.074	0.134	0.407

Paso 02: Se analiza la susceptibilidad del ámbito geográfico expuesto. Se consideran los factores condicionantes y desencadenantes (pesos ponderados).

$$\sum_{i=1}^n \text{Factor}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FACTOR CONDICIONANTES

RELIEVE		TIPO DE SUELO		COBERT. VEGET. EXPUEST.		USO ACTUAL DE SUELOS		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.145	0.035	0.515	0.260	0.058	0.134	0.282	0.260	0.220

FACTORES DESENCADENANTES

RELIEVE		TIPO DE SUELO		COBERT. VEGET. EXPUEST.		VALOR
HIDROMETEOROLÓGICOS		GEOLÓGICO		INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA		
0.106	0.035	0.633	0.503	0.260	0.035	0.365

Paso 03: La susceptibilidad se obtiene al sumar los valores de los factores condicionantes y desencadenantes (los pesos ponderados para ambos es de 0.5).

$$\text{Fac. Condicionante. Peso} + \text{Fac. Descadenante. Peso} = \text{Valor}$$

SUSCEPTIBILIDAD				
FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESCENCADENANTE		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.220	0.50	0.365	0.50	0.292

Paso 04: El valor de peligrosidad se muestra en el cuadro siguiente.

$$\text{Fenomeno. Peso} + \text{Susceptibilidad. Peso} = \text{Valor}$$

SUSCEPTIBILIDAD				
FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESCENCADENANTE		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.407	0.50	0.292	0.50	0.350

Paso 05: La vulnerabilidad se analiza para la dimensión social, económica y ambiental.

SOCIAL

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICIÓN SOCIAL						
GRUPO ETARIO		SERV. EDUCATIVOS EXPUESTOS		SERV. DE SALUD TERCARIOS		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.280	0.503	0.106	0.260	0.633	0.134	0.243

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FRAGILIDAD SOCIAL										
MATER. CONTRUC. DE EDIFICACIONES		ESTADO CONSERV. EDIFICACIONES		TOPOGRAFÍA DEL TERRENNO		SERV. EDUCATIVOS EXPUESTOS		SERV. DE SALUD TERCARIOS		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.042	0.503	0.317	0.260	0.133	0.260	0.078	0.134	0.430	0.134	0.206

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

RESILIENCIA SOCIAL										
CAPACIT. EN TEMAS DE GESTIÓN DEL REGISTRO		CONOC. LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES		EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLITICA Y LEGAL		ACTITUD FRENTE AL RIESGO		CAMPAÑA DE DIFUSIÓN		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.285	0.503	0.152	0.260	0.096	0.260	0.421	0.134	0.046	0.134	0.270

Exposición Social. Peso + Fragilidad Social. Peso + Resiliencia Social = Valor

EXPOSICIÓN SOCIAL	PESO	FRAGILIDAD SOCIAL	PESO	RESILIENCIA SOCIAL	PESO	VALOR
0.243	0.503	0.206	0.106	0.270	0.260	0.246

ECONÓMICA

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Economica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICIÓN ECONÓMICA														
LOCALIZACIÓN EDIFICACIONES		SERVIC. DE AGUA Y SANEAMIENTO		SERVIC. DE EMPRESAS ELÉCTRICAS		SERVIC. DISTRIB. COMBUSTIBLE		SERVIC. DE TRANSPORTE EXPUESTO		ÁREA AGRÍCOLA		SERV. TELECOMUNICACIÓN		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.063	0.503	0.121	0.260	0.050	0.260	0.099	0.134	0.219	0.134	0.14	0.134	0.319	0.503	0.296

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FRAGILIDAD ECONÓMICA												VALOR
MAT. CONTRUC. EDIFICACIONES		ESTADO CONSER. EDIFIC		ANTIGÜEDAD EDIFICACIONES		TOPOGRAFÍA DEL TERRENO		ELEVACIÓN DE EDIFICACIONES		INCUMPLI. DE PROCED. CONSTRUCTIVOS		
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.236	0.503	0.111	0.134	0.068	0.035	0.156	0.260	0.044	0.260	0.386	0.503	0.382

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

RESILIENCIA ECONÓMICA								VALOR
POBL. ECONO. ACTIV. DESOCUPADA		INGRES. FAMIL. PROM. MENSUAL		ORGANIZ Y CAPACIT. INSTITUCIONAL		CAPACIT. EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO		
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.159	0.508	0.501	0.134	0.077	0.035	0.263	0.035	0.159

Exposición Económica. Peso + Fragilidad Económica. Peso + Resiliencia Económica = Valor

EXPOSICIÓN ECONÓMICA		FRAGILIDAD ECONÓMICA		RESILIENCIA ECONÓMICA		VALOR
0.296	0.633	0.382	0.106	0.159	0.260	0.269

AMBIENTAL

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICIÓN AMBIENTAL								VALOR
DEFORESTACIÓN		ESPEC. FLORA Y FAUNA		PERDIDA DE SUELO		PERDIDA DE AGUA		
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.501	0.503	0.077	0.134	0.263	0.035	0.159	0.260	0.313

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FRAGILIDAD AMBIENTAL						VALOR
CARACT. GEOLOG. DEL SUELO		EXPLOR. RECUR. NATURALES		LOCALIZACIÓN CENTROS POBL.		
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.283	0.503	0.074	0.134	0.643	0.035	0.175

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

RESILIENCIA AMBIENTAL						VALOR
CONOC. Y CUMPLIM. NORMATIV. AMBIENTAL		CONOCIMIENT. ANCESTRAL PARA EXPLOR. RECURSOS NATURALES		CAPACIT. TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL		
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.633	0.503	0.106	0.134	0.260	0.035	0.342

Exposición Ambiental. Peso + Fragilidad Ambiental. Peso + Resiliencia Ambiental = Valor

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	PESO	FRAGILIDAD AMBIENTAL	PESO	RESILIENCIA AMBIENTAL	PESO	VALOR
0.313	0.633	0.175	0.106	0.342	0.260	0.305

El valor de la vulnerabilidad es:

Vulnerabilidad = Social. Peso + Económica. Peso + Ambiental = Valor

SOCIAL	PESO	ECONÓMICA	PESO	AMBIENTAL	PESO	VALOR
0.313	0.633	0.175	0.106	0.342	0.260	0.305

Paso 06: El riesgo se obtiene

PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD	VALOR RIESGO
0.350	0.258	0.090

Este es el valor de riesgo para una fila, lo mismo se automatiza en la base de dato SIG asociado a cada polígono.

4. Anexo 04: FIGURAS

Inundacion en el centro poblado de Taray, marzo de 2010



Inundacion en el centro poblado de Taray, marzo de 2010



Inundacion en el centro poblado de Taray, marzo de 2010



Inundacion en el centro poblado de Taray, marzo de 2010



Vista del centro poblado de Taray desde su mirador



Levantamiento de campo en el centro poblado de Taray, julio de 2017



Levantamiento de campo en el centro poblado de Taray, julio de 2017



Levantamiento de campo en el centro poblado de Taray, julio de 2017



Levantamiento de campo en el centro poblado de Taray, julio de 2017



Levantamiento de campo en el centro poblado de Taray, julio de 2017



Edificaciones evaluadas en el centro poblado de Taray



Edificaciones evaluadas en el centro poblado de Taray



Edificaciones evaluadas en el centro poblado de Taray



5. Anexo 05: PRESENTACIÓN DE SUSTENTACIÓN



UAP
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS



EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE INUNDACION EN EL C.P. DE TARAY, CASO DE LA MICROCUCNCA QUESERMAYO - 2017

Bach. Dany Fernando Alvarez Ayma
danferalvay@outlook.com
Ingeniería Ambiental
2018



UAP
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Contenido

1. Planteamiento del Problema
2. Fundamentos Teóricos
3. Planteamiento Metodológico
4. Organización, presentación y análisis de resultados
5. Conclusiones y recomendaciones

1. Problema de Investigación

Problema general:

¿Cuál es el nivel de riesgo en el centro poblado de Taray ante la amenaza de inundación?

Problemas específicos:

- ¿Un evento de inundación constituye peligro para el centro poblado de Taray?
- ¿Mediante un análisis es posible determinar los niveles de vulnerabilidad, ante la ocurrencia de un evento de inundación en centro poblado de Taray?
- ¿Cuáles son los niveles de riesgo, ante la ocurrencia de un evento de inundación en el centro poblado de Taray?
- ¿Qué tipo de medidas de mitigación y prevención de riesgo, se puede promover, ante un evento de inundación en el centro poblado de Taray?

1. Planteamiento del problema
2. Fundamentos Teóricos
3. Planteamiento metodológico
4. Organización, presentación y análisis de resultados
5. Conclusiones y recomendaciones

2. Fundamentación Teórica

Marco teórico

Peligro

Vulnerabilidad

Riesgo

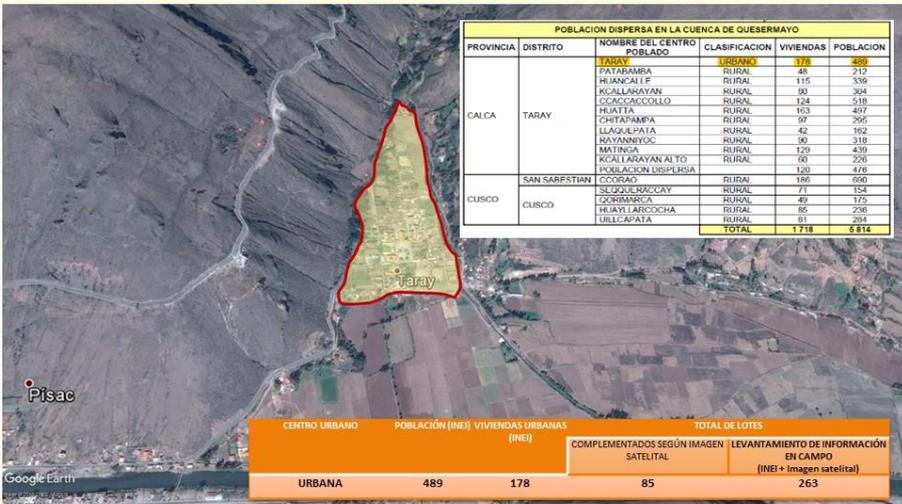


1. Planteamiento del problema
2. Fundamentos Teóricos
3. Planteamiento metodológico
4. Organización, presentación y análisis de resultados
5. Conclusiones y recomendaciones



5. Organización, presentación y análisis de resultados

1. Planteamiento del problema
2. Fundamentos Teóricos
3. Planteamiento metodológico
4. Organización, presentación y análisis de resultados
5. Conclusiones y recomendaciones



POBLACION DISPERSA EN LA CUENCA DE QUESERMAYO					
PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE DEL CENTRO POBLADO	CLASIFICACION	VIVIENDAS	POBLACION
CALCA	TARAY	TARAY	URBANA	178	489
		PATARAMBA	RURAL	48	212
		EL ANCAILIF	RURAL	115	339
		KCALLANAYAN	RURAL	90	304
		OCACACCOLO	RURAL	124	518
		HUJITA	RURAL	163	497
		CHITAMPIA	RURAL	97	265
		LLAZQUEPATA	RURAL	42	192
		RAYANINCO	RURAL	90	319
		MATINCA	RURAL	120	430
CUSCO	CUSCO	KOULLARAYAN ALTO	RURAL	60	236
		POBLACION DISPERSA		120	476
		SAN SARESTIAN	RURAL	186	690
		COORAO	RURAL	71	154
				TOTAL	5.814

CENTRO URBANO	POBLACION (INEI)	VIVIENDAS URBANAS (INEI)	COMPLEMENTADOS SEGUN IMAGEN SATELITAL	TOTAL DE LOTES	LEVANTAMIENTO DE INFORMACION EN CAMPO (INEI + Imagen satelital)
URBANA	489	178	85		263



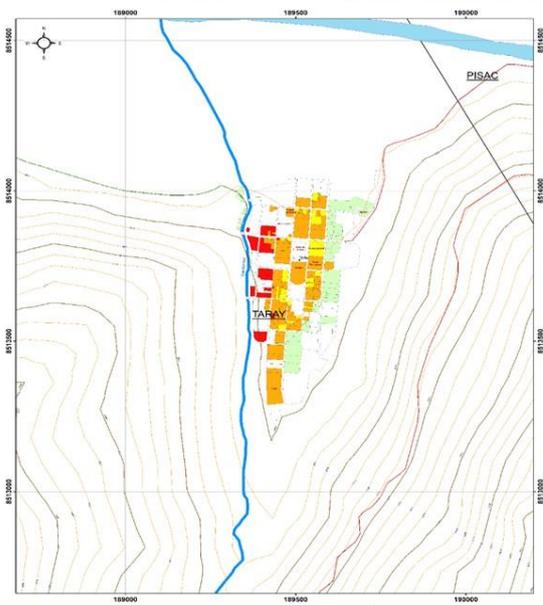
5. Organización, presentación y análisis de resultados

1. Planteamiento del problema
2. Fundamentos Teóricos
3. Planteamiento metodológico
4. Organización, presentación y análisis de resultados
5. Conclusiones y recomendaciones

CALCULO DEL RIESGO

Riesgo muy alto
Riesgo alto
Riesgo medio
Riesgo bajo

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1		El riesgo no presenta un peligro significativo



Conclusiones y Recomendaciones

1. Planteamiento del problema
2. Fundamentos Teóricos
3. Planteamiento metodológico
4. Organización, presentación y análisis de resultados
5. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones:

1. El peligro o amenaza como elemento de riesgo se puede decir que el evento de mayor trascendencia en la zona de estudio es el de inundación.
2. El análisis de vulnerabilidad de las edificaciones ante peligros de inundación, ha permitido identificar a nivel de detalle, los lotes más vulnerables:
 - 27 edificaciones en vulnerabilidad medio (16%)
 - 54 edificaciones en vulnerabilidad alta (33%)
 - 84 edificaciones en vulnerabilidad muy alta (51%)
3. El cálculo del riesgo se logró en base de combinar los valores de peligro por vulnerabilidad.
 - 22 edificaciones y 69 habitantes están en riesgo medio, lo cual significa que están en un nivel de riesgo tolerable donde se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
 - 115 edificaciones y 328 habitantes están en riesgo alto, lo cual significa que están en un nivel de riesgo inaceptable, donde se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
 - 28 edificaciones y 92 habitantes están en riesgo muy alto, lo cual significa que están en un nivel de riesgo inadmisibles, donde se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
4. Se proponen medidas de prevención y mitigación de riesgos.