

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN LA ZONA  
DE QUILMANÁ, LA UNIÓN”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR**

**MARCO ANTONIO TUMAY FERNÁNDEZ**

**ASESOR**

**Ing. JOSE ENRIQUE MILLONES OLANO**

**Lima- Perú**

**2022**

© 2022, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis Profesional en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Tumay Fernandez, Marco A.

mtumayf@uni.pe

991988959

## DEDICATORIA

A mis padres que siempre me guiaron en el difícil camino de la vida, para ser una mejor persona.

## ÍNDICE

### RESUMEN

### ABSTRACT

### PRÓLOGO

### LISTA DE TABLAS

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	12
1.1 PROBLEMÁTICA .....	12
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.3 HIPOTESIS .....	13
1.4 ALCANCE .....	14
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	15
2.1 INTRODUCCION .....	15
2.2 CONTROL DE RIESGOS.....	16
2.3 CONCEPTO DE PELIGRO, EL IMPACTO Y LA AMENAZA .....	16
2.4 CONCEPTO DE VULNERABILIDAD.....	17
2.5 CONCEPTO DE RIESGO .....	19
2.6 PERCEPCION DEL RIESGO .....	20
2.7 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO .....	21
2.8 EVALUACION DEL RIESGO .....	24
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RIESGO .....	26
3.1 EL MEDIO FÍSICO NATURAL.....	26
3.1.1 Ubicación.....	26
3.1.2 Aspectos geológicos y geomorfológicos .....	26
3.1.3 Aspecto hidrológico.....	27
3.1.4 Aspecto climático.....	29
3.1.5 Aspecto ecológico.....	30
3.1.6 Suelos.....	31
3.1.7 Peligros naturales .....	344
3.1.8 Identificación de amenaza por sismo .....	36

3.1.9 Identificación de amenaza por huaco e inundaciones. ....	38
3.2 LA POBLACIÓN .....	477
3.2.1 Aspectos demográficos.....	477
3.2.2 Aspectos de salud y educación.....	477
3.2.3 Aspecto socioeconómico .....	499
3.3 DIAGNOSTICO DEL RIESGO DE OCURRENCIA DE SISMO.....	533
3.3.1 Riesgo sísmico .....	544
3.3.2 Identificación de zonas .....	555
3.3.3 Sismicidad .....	555
3.3.4 Análisis preliminar de daños probables.....	59
3.4 DIAGNOSTICO DEL RIESGO A HUAICOS E INUNDACIONES.....	63
3.4.1 Identificación de zonas .....	64
3.4.2 Análisis preliminar de daños probables.....	65
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....	71
4.1 ANALISIS DE CONDICIONES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL POR SISMO. ....	71
4.2 ANALISIS DE VULNERABILIDAD POR HUAICOS E INUNDACIONES... 80	
4.2.1 Identificación y análisis de los indicadores. ....	81
4.2.2 Determinación de la vulnerabilidad física. ....	82
4.2.3 Valoración de la vulnerabilidad física. ....	86
4.2.4 Ubicación de la vivienda. ....	87
4.2.5 Características geológicas y tipo de suelo. ....	90
4.2.6 Cumplimiento de la normativa vigente de los procesos constructivos.92	
CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	97
5.1 VALORACIÓN DEL PELIGRO .....	99
5.2 ESTIMACIÓN DE RIESGO POR SISMO .....	99
5.3 ESTIMACIÓN DE RIESGO POR HUAICOS E INUNDACIONES .....	102
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE PROYECTOS.....	104
6.1 MEDIDAS ESTRUCTURALES.....	104
6.1.1 Obras de regulación.....	104
6.1.2 Obras de rectificación. ....	105
6.1.3 Obras de protección.....	105
6.2 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.....	110
6.2.1 Medidas permanentes. ....	110

---

6.2.2 Medidas de monitoreo. ....	110
6.2.3 Medidas de operación.....	110
<b>6.3 ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD POR SISMO. ....</b>	<b>111</b>
6.3.1 Reubicación de viviendas. ....	111
6.3.2 Reducción de la vulnerabilidad física en edificaciones de adobe. ....	111
6.3.3 Reforzamiento de viviendas de adobe con mallas electro soldadas. .....	112
6.3.4 Comportamiento sísmico de viviendas de adobe con malla electro soldada.....	113
6.3.5 La albañilería confinada como solución estructural.....	115
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>122</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>128</b>

## RESUMEN

El presente trabajo aporta una Evaluación de riesgos ambientales en el distrito de Quilmaná. Es uno de los 16 distritos de la provincia de Cañete, ubicada en el Departamento de Lima. Tiene como objetivo principal establecer medidas de prevención y mitigación de riesgos de desastres y que sirva como guía para la toma de decisiones por partes de las autoridades competentes de gestión de riesgo de esta ciudad.

La zona de estudio se encuentra ubicada en una zona de alta actividad sísmica debido a la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana. Asimismo, Quilmaná está comprendida en la cuenca del río Cañete. Dicha cuenca recibe en los meses de diciembre a marzo aguas producto de lluvias estacionales de las zonas de mayor altitud msnm, de la sierra de Yauyos, estas aguas activan las quebradas y conducidas por el río Seco inunda y genera daños a la población en las zonas altas e intermedias, arrastrando material de huaico.

Se analizó el riesgo por sismo y el riesgo por huaico e inundaciones, el primero se determinó mediante el método del índice de vulnerabilidad o método italiano, el cual se obtiene mediante la evaluación de 11 parámetros estructurales y no estructurales, para el segundo caso se tomó en cuenta la metodología de INDECI para la estimación de riesgo, el cual se obtiene mediante la evaluación de 4 parámetros relacionados a las condiciones que se presentan en el distrito de Quilmaná.

Luego, con la información obtenida, se procedió a la valoración de la vulnerabilidad, evaluación del riesgo y la valoración del peligro, donde finalmente se estimó el riesgo por sismo y riesgo por huaico e inundaciones.

Finalmente, se procede a la recomendación de proyectos, destinados al control de huaicos e inundaciones estas obras pueden ser del tipo estructurales y no estructurales. Asimismo, se plantea alternativas para la reducción de la vulnerabilidad por sismo en el distrito de Quilmaná.

## ABSTRACT

The present work contributes an Evaluation of environmental risks in the district of Quilmaná. It is one of the 16 districts of the province of Cañete located in the Department of Lima. Its main objective is to establish disaster risk prevention and mitigation measures and to serve as a guide for decision-making by the competent risk management authorities of this city.

The study area is located in an area of high seismic activity due to the interaction of the Nazca and South American plates. Likewise, Quilmaná is included in the Cañete river basin. Said basin receives in the months of December to March waters product of seasonal rains of the zones of higher altitude (m.a.s.l.), of the mountain range of Yauyos, these waters activate the streams and led by the dry river floods and generates damages to the population in the areas high and intermediate, dragging huaico (mudslide) material.

The risk for earthquake and the risk for huaico and floods were analyzed; the first was determined by the vulnerability index method or Italian method, which is obtained by evaluating 11 structural and non-structural parameters. For the second case, the INDECI methodology was taken into account for the risk estimation, which is obtained by evaluating 4 parameters related to the conditions that occur in the Quilmaná district.

Then, with the information obtained, the vulnerability assessment, risk assessment and hazard assessment were carried out, where finally the risk of earthquake and risk of huaico and floods were estimated.

Finally, we proceed to the recommendation of projects, destined to the control of huaicos and floods, these works can be of the structural and non-structural type. Likewise, alternatives are proposed to reduce vulnerability due to earthquake in the Quilmaná district.



## PRÓLOGO

La presente tesis está enfocada en la Evaluación de riesgos ambientales, elaborada sobre la problemática del distrito de Quilmaná que pertenece a la provincia de Cañete, dicho distrito está expuesta a sismos, así como también a huaicos e inundaciones. Sobre esta realidad se procede a realizar la Evaluación de riesgos.

Es por ello que en el primer capítulo se trata la problemática, se plantea los objetivos y su correspondiente hipótesis y alcances; en el segundo capítulo se fundamenta el marco teórico necesario como base para el presente estudio y se abordan conceptos de riesgo, peligro, vulnerabilidad, etc.

En el tercer capítulo se desarrolla el medio físico natural de la zona tales como los aspectos hidrológicos, geológicos y geomorfológicos, tipos de suelo; también se abarca el análisis de riesgo, se identifica las amenazas por sismo, así como las amenazas por huaico e inundaciones, también se tiene el diagnóstico de riesgo de los fenómenos ya mencionados en la presente evaluación de riesgos.

El análisis de vulnerabilidad es tratado en el capítulo cuarto, previa identificación y análisis de indicadores y valoración para obtener las vulnerabilidades correspondientes necesarias para poder hallar el riesgo; en el capítulo siguiente se aborda la evaluación de riesgos donde se valora el peligro, y las correspondientes estimaciones de riesgo por sismo, huaico e inundaciones.

Finalmente, concluida la etapa de análisis de riesgo, vulnerabilidad, valoración del peligro y la estimación de riesgo, con los valores obtenidos se propone tomar las medidas correctivas y preventivas en el distrito de Quilmaná a fin de reducir los daños ocasionados tanto en viviendas como en vidas humanas, es por ello que se plantean propuestas como proyecto, algunas son del tipo estructural y otras no estructural para el caso de huaicos e inundaciones, mientras que para reducir la vulnerabilidad por sismo se plantean otro tipo de medidas las cuales ya han sido utilizadas exitosamente en otros lugares.

Ing. Jose Enrique Millones Olano  
Docente Principal – Departamento Académico de Construcción.  
(noviembre 2021)

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N°1	Clasificación de riesgos.....	22-23
Cuadro N°2	Precipitación mensual completa y consistente (mm).....	29
Cuadro N°3	Clases y aptitudes del suelo según su capacidad de uso.....	33
Cuadro N°4	Sismos con magnitudes mayores de 6.5 grados.....	37
Cuadro N°5	Historial de los Fenómenos del niño ocurridos.....	39
Cuadro N°6	Población del distrito de Quilmaná.....	47
Cuadro N°7	Centros educativos en Quilmaná.....	49
Cuadro N°8	Resumen de la PEA del área de estudio.....	50
Cuadro N°9	Área agrícola de Quilmaná según canales de riego.....	52
Cuadro N°10	Área para la campaña agrícola.....	52-53
Cuadro N°11	Factores de zona.....	56
Cuadro N°12	Material predominante en las paredes 2007.....	59
Cuadro N°13	Material predominante en los pisos 2007.....	59
Cuadro N°14	Material predominantes en las paredes 2017.....	60
Cuadro N°15	Material predominante en los techos 2017.....	60
Cuadro N°16	Material predominante en los pisos 2017.....	61
Cuadro N°17	Cobertura y déficit de agua por red pública domiciliaria.....	61
Cuadro N°18	Cobertura y déficit de alcantarillado por red pública.....	61
Cuadro N°19	Parámetros de Vulnerabilidad.....	72
Cuadro N°20	Escala de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini.....	73
Cuadro N°21	Clases asignadas a los tipos de viviendas.....	74
Cuadro N°22	Valores asignados a los tipos de viviendas.....	75
Cuadro N°23	Resultados de los índices de Vulnerabilidad.....	76
Cuadro N°24	Índices de Vulnerabilidad.....	77
Cuadro N°25	Niveles de Vulnerabilidad.....	78
Cuadro N°26	Escala de vulnerabilidad del estudio.....	78-79
Cuadro N°27	Vulnerabilidad física por sismo.....	80
Cuadro N°28	Tipos de vulnerabilidad.....	81-82
Cuadro N°29	Localización de viviendas.....	82
Cuadro N°30	Material de construcción utilizado en viviendas.....	83
Cuadro N°31	Características geológicas, calidad y tipo de suelo.....	83-84
Cuadro N°32	Cumplimiento de la normativa vigente.....	84
Cuadro N°33	Rango de valores para las variables.....	85

Cuadro N°34	Rango de vulnerabilidad y grado.....	86
Cuadro N°35	Ancho mínimo de faja marginal en cuerpos de agua.....	88
Cuadro N°36	Resumen de muestras extraídas por calicata.....	90
Cuadro N°37	Evaluación de los componentes de formalidad.....	93
Cuadro N°38	Clasificación y valoración de la vulnerabilidad.....	94
Cuadro N°39	Valoración de la vulnerabilidad física.....	95
Cuadro N°40	Matriz del riesgo.....	98
Cuadro N°41	Niveles de riesgo y rangos.....	99
Cuadro N°42	Matriz del riesgo.....	100

## LISTA DE FIGURAS

Figura N°1	Intervención sobre la vulnerabilidad y las amenazas.....	18
Figura N°2	Mapa de suelos.....	41
Figura N°3	Mapa geológico.....	42
Figura N°4	Mapa hidrológico.....	43
Figura N°5	Mapa del uso actual de tierras.....	44
Figura N°6	Mapa climático.....	45
Figura N°7	Mapa de inundación .....	46
Figura N°8	Tectónica de placas en Latinoamérica.....	54
Figura N°9	Zonas sísmicas.....	57
Figura N°10	Mapa de zona sísmica Quilmaná.....	58
Figura N°11	Parámetros del modelo de vulnerabilidad sísmica.....	63
Figura N°12	Trazo del cauce del río seco .....	64
Figura N°13	Terrenos Afectados.....	66
Figura N°14	Terrenos utilizados afectados.....	66
Figura N°15	Granjas de animales en Quilmaná.....	67
Figura N°16	Área destinada a Pisigranja.....	67
Figura N°17	Viviendas precarias en Quilmaná.....	68
Figura N°18	Granja de aves afectada.....	68
Figura N°19	Vivienda de diferentes materiales.....	69
Figura N°20	Acceso principal al distrito de Quilmaná.....	70
Figura N°21	Esquema del cauce del río en Quilmaná.....	70
Figura N°22	Materiales utilizados en viviendas de Quilmaná.....	86
Figura N°23	Ubicación de las viviendas respecto al Río Seco.....	89
Figura N°24	Tipos de suelo y geología.....	91
Figura N°25	Cumplimiento de la normativa.....	93
Figura N°26	Mapa de riesgo por sismo.....	101
Figura N°27	Mapa de huacos e inundaciones.....	103
Figura N°28	Dique de Transversal o de escombro .....	106
Figura N°29	Dique de Mampostería.....	108
Figura N°30	Canalización del lecho.....	109
Figura N°31	Baden.....	109
Figura N°32	Comparación del comportamiento sísmico.....	112
Figura N°33	Reforzamiento de viviendas de adobe.....	113

Figura N°34	Vivienda reforzada de adobe.....	114
Figura N°35	Viviendas de adobe sin reforzar.....	114
Figura N°36	Vivienda de mampostería adecuadamente confinada.....	116
Figura N°37	Requisitos para mampostería confinada.....	116
Figura N°38	Requisitos para mampostería confinada.....	117
Figura N°39	Requisitos para mampostería confinada.....	117
Figura N°40	Vivienda de mampostería mal confinada.....	118
Figura N°41	Vivienda de albañilería mal confinada, Chimbote 1970.....	118
Figura N°42	Vivienda de albañilería mal confinada, Chimbote 1970.....	119
Figura N°43	Vivienda de albañilería mal confinada, Chimbote 1970.....	119
Figura N°44	Vivienda de albañilería mal confinada, Ancash 1970.....	120
Figura N°45	Vivienda de albañilería mal confinada, Chincha 2007.....	120

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ANA.....	Autoridad Nacional del Agua.
CAPECO.....	Cámara Peruana de la Construcción.
CISMID.....	Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de desastres
ESSALUD.....	Seguro social del Perú.
IGP.....	Instituto geofísico del Perú.
INDECI.....	Instituto nacional de defensa civil.
INEI.....	Instituto nacional de estadística e informática.
INRENA.....	Instituto nacional de recursos naturales.
MINSA.....	Ministerio de salud del Perú.
MSNM.....	Metros sobre el nivel del mar.
ONERN.....	Oficina nacional de evaluación de recursos naturales.
PEA.....	Población económicamente activa.
PENA.....	Población económicamente no activa.
PNUD.....	Programa de las naciones unidas para el desarrollo.
SENAMHI.....	Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú.
TBO.....	Terremoto de base operativa.
TDD.....	Terremoto de diseño.
UNESCO.....	Organización de las naciones unidas para la educación la ciencia y la cultura.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PROBLEMÁTICA**

El distrito de Quilmaná, ubicado en la provincia de Cañete, es una zona agrícola y ganadera, destacando la producción de algodón (66% del área agrícola del distrito), donde predominan principalmente las actividades primarias y secundarias. Sin embargo, los constantes peligros naturales (huaicos e inundaciones por desborde de canales de riego) a la que se ve expuesto hacen incluso más grave la situación de esta zona que necesita obligatoriamente de estos terrenos fértiles para poder desarrollarse económicamente y evitar se acentúe el proceso de desertificación. (INDECI-PNUD, 2003).

En cuanto al nivel de vida de la población, sólo el 56% de la población cuenta con red de agua potable en sus domicilios debido a que no existe un adecuado sistema de impulsión que abastezca la actual demanda. Además, casi el 75% de la población no cuenta con el servicio de desagüe en casa y las descargas de aguas servidas terminan en un canal de regadío; para posteriormente pasar al mar sin ningún tratamiento. También, solo el 67% de la población cuenta con alumbrado eléctrico en sus casas. (Villanueva, 2009).

Con respecto al estado de sus vías de comunicación, sólo una de las dos vías de la red vial primaria se encuentra asfaltada (Carretera Quilmaná – Imperial) ya que la otra vía (Carretera Quilmaná – Puerto Fiel) es de trocha y se encuentra en mal estado. En cuanto a la red vial secundaria presenta vías de trocha y se encuentran en mal estado (Carretera C.P. La Huerta – Quilmaná). Por último, las vías de la red vial terciaria también son de trocha y se encuentran en mal estado. (Villanueva, 2009).

Acerca de la infraestructura, un estudio señaló que más del 60% de las viviendas fueron construidas en base a adobe y tapial sobre todo en la zona rural, y que sus estructuras sufrieron un gran daño después del terremoto de Chíncha y Pisco del 2007. Asimismo, dicho estudio reveló que varios edificios pertenecientes al estado se encuentran en mal estado, entre ellas tenemos: colegios, centros de salud, parroquias, entre otros. (Melo, 2009).

Sin perjuicio de lo mencionado anteriormente, la ciudad de Quilmaná no cuenta con una planta de tratamiento de residuos sólidos (relleno sanitario) que cumpla con los requerimientos básicos de salubridad ambiental. Además, su laguna de oxidación se encuentra inoperativa. (INDECI-PNUD, 2003)

En definitiva, el ya de por sí bajo nivel de vida de la población de Quilmaná sumado a los inminentes fenómenos naturales que azotan la ciudad regularmente y a la deficiencia de su infraestructura, hacen del desarrollo económico de este distrito una tarea ardua.

## 1.2 OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

- Orientar la evaluación ambiental de riesgos en la zona de Quilmaná, la Unión; de manera, que se puedan establecer medidas de prevención y mitigación de riesgos de desastres y que sirva como guía para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de gestión de riesgo de esta ciudad.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar las zonas y niveles de riesgo ante peligros naturales (inundación, deslizamiento) de la ciudad de Quilmaná, La Unión.
- Elaborar mapas de peligros naturales (inundación, deslizamiento, precipitación y sequía), de la ciudad de Quilmaná.
- Realizar la propuesta de proyectos de prevención de daños ante fenómenos naturales.

## 1.3 HIPÓTESIS

La realización de una evaluación ambiental de riesgos en la ciudad de Quilmaná, La Unión, permitirá facilitar la toma de decisiones con respecto a que proyectos



de prevención se deberán ejecutar con el fin de mitigar daños por desastres naturales.

#### **1.4 ALCANCE**

El presente estudio, realizado en el distrito de Quilmaná, tiene por finalidad de promover medidas específicas de prevención y mitigación de desastres, dando la prioridad a zonas críticas en donde se presentan riesgos muy altos.

Estas zonas críticas geográficamente deben de ser atendidas con una planificación en donde se enmarque el sustento técnico con las soluciones de estos problemas y con medidas en un corto, mediano y largo plazo, anticipando la ocurrencia de fenómenos cíclicos y desencadenantes.

Esto estará basado en los resultados del grado de aceptabilidad y análisis del costo beneficio con las recomendaciones de orden estructural y no estructural proporcionado de los estudios de estimación de riesgo de desastres para prevenir situaciones de emergencias o desastres.

Las recomendaciones estarán descritas en el capítulo VI Propuesta de proyectos para la prevención y mitigación de desastres.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas se observa la mayor recurrencia y severidad de desastres, que se encuentran asociados a los riesgos naturales; por el cual, es una gran preocupación a nivel Nacional, Regional y Local; convirtiéndose en un reto en materia de prevención, para la sociedad y autoridades competentes.

En el Perú, se ha implementado políticas de desarrollo institucional reduciendo el riesgo de desastres, promoviendo una gestión adecuada. Es importante que las autoridades tengan la capacidad de trabajar conjuntamente en la Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

En su calidad de organismo rector y normativo, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), tiene bajo su cargo la responsabilidad de otorgar un marco general donde indica como planificar en materia de prevención y reducción de Riesgos de desastres, y la ejecución de acciones a cargo de los comités de Defensa Civil.

Luego, de pasar de una simple identificación de peligro al análisis básico y sus factores condicionantes y desencadenantes estos ligados a los indicadores antecedentes, tales como el análisis de recurrencia de eventos ocurridos en el pasado, mediante data histórica; los indicadores potenciales nos permitirán identificar zonas que no han sido afectadas, pero de acuerdo a los factores condicionantes nos permitirá predecir un probable comportamiento de un futuro evento.

Obteniendo un mapa de identificación de peligro sobre el territorio, y llegar a la zonificación por grado potencial de peligrosidad, mediante la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos al peligro, nos permite realizar el análisis de vulnerabilidad en una determinada área geográfica; el cual, nos permitirá elaborar un mapa de vulnerabilidades, para llegar a la zonificación del riesgo.

## 2.2 CONTROL DE RIESGOS

En la gestión del control del riesgo la amenaza, el riesgo y la vulnerabilidad se condicionan mutuamente; de tal modo que: debe haber amenaza para que exista el riesgo, debe haber exposición para que haya amenaza y la vulnerabilidad se produce al estar amenazado / a (Cardona, 2001). Esta será una de las premisas a tener en cuenta en la elaboración de la prevención y respuesta a las situaciones de emergencia ante desastres de origen natural, antrópico o tecnológico.

## 2.3 CONCEPTO DE PELIGRO, EL IMPACTO Y LA AMENAZA

La determinación de estos conceptos será el inicio de la respuesta del control de riesgos que se aborda en esta materia:

- ✓ El término Impacto:  
Hace referencia al contacto entre dos elementos antrópicos o naturales distintos y que genera una consecuencia directa en la condición original de uno de ellos o de ambos; y puede ser positivo si provoca una mejora, o negativo si la consecuencia final es un deterioro de alguno o todos sus componentes.
- ✓ La Amenaza:  
Se refiere al evento físico potencialmente perjudicial, fenómeno natural y/o actividad humana que puede causar lesiones, muerte, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental; es decir, un peligro latente o factor de riesgo externo, de un sistema o una persona expuesta.
- ✓ El peligro:  
Es la propiedad intrínseca de una situación sobre personas u objetos y que no puede controlarse o reducirse. Las amenazas o peligros pueden incluir condiciones latentes; tal y como, se refleja en las definiciones, que mantengan o aumenten la peligrosidad. Su origen puede ser: natural (geológico, hidrometeorológico y biológico) o antrópico (degradación ambiental y amenazas tecnológicas).

Además, pueden darse de manera individual, combinada o secuencialmente en su origen y efectos; y cada una se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad.

(Rodríguez, 2015). Matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto periodo de tiempo. (Cardona, 1993). Otro concepto de peligro nos dice que es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o que puede ser inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una intensidad o magnitud dada, en una zona o lugar conocido, dentro de un periodo de tiempo definido, que puede afectar un área poblada, infraestructura física o medio ambiente.

(INDECI, 2011a).

#### **2.4 CONCEPTO DE VULNERABILIDAD**

Es un factor de riesgo interno y constituye la predisposición o susceptibilidad física, económica, política, cultural o social de una persona, una comunidad o un sistema, de ser afectado o padecer los daños en caso de producirse un fenómeno natural o antrópico.

Se entiende que, a mayor vulnerabilidad, mayor impacto en los efectos y severidad de los mismos; siendo las capacidades, las condiciones positivas que aumentan la habilidad de las personas y las comunidades para hacer frente con eficacia a las amenazas.

Por otro lado, la vulnerabilidad se entiende de manera dinámica a lo largo del tiempo y puede aumentar o disminuir en función de la gestación de la catástrofe o la emergencia – pensemos en la situación de hambruna en el cuerno de África o, por el contrario, en un tsunami.

Gráficamente, podemos entender las diferencias entre vulnerabilidad y amenaza a través de la figura 1 que se recoge a continuación:

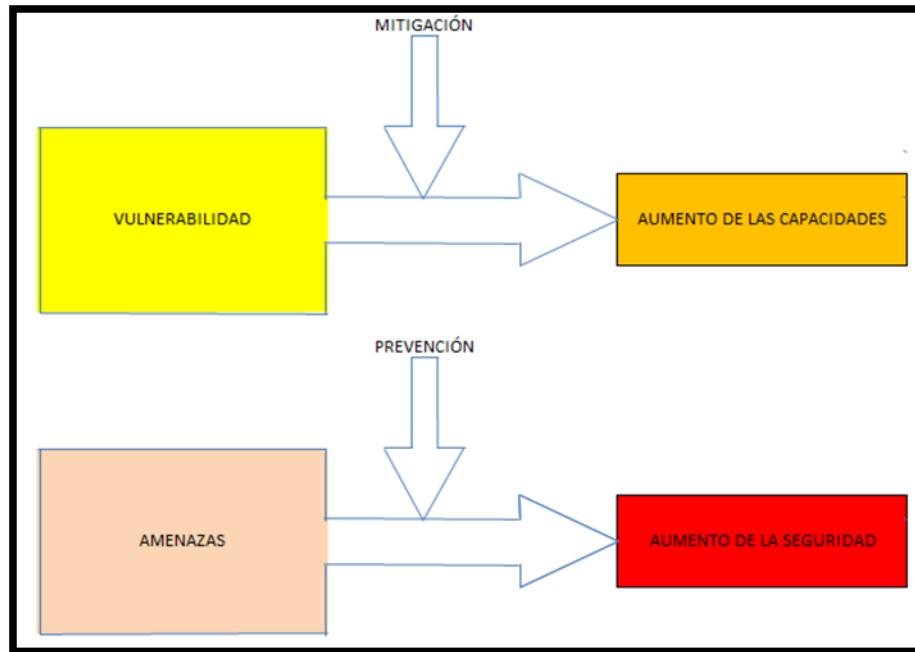


Figura N° 1 Intervención sobre la vulnerabilidad y las amenazas.

Fuente: Gestión de Control de Riesgos I (Rodríguez, 2015).

El carácter temporal, progresivo y acumulativo determina la elaboración de planes y programas de intervención distintos en función del momento de desestabilización que se produzca. Según Pérez de Armiño (1999), los componentes más significativos de la vulnerabilidad serían los que se presentan a continuación.

#### **A. Exposición física al riesgo de catástrofe**

#### **B. Falta de capacidades y de acceso a los recursos:**

1. Pobreza de ingresos y reservas.
2. Inseguridad del sistema de sustento.
3. Falta de defensa o desprotección personal.
  - Falta de capacidades físicas y psicológicas.
  - Falta de conocimiento y cualificación técnica.
  - Falta de capital social: recursos derivados de las relaciones sociales.
  - Dificultad para desarrollar estrategias de enfrentamiento del riesgo debido a debilidad física, falta de materiales, contactos, apoyos, etc.
4. Falta de defensa y desprotección social:
  - Debilidad de redes sociales y economía moral.

- Falta de protección por parte del Estado o Nación.

### **Factores de vulnerabilidad**

Wilches-Chaux (1993) identifica los siguientes factores o niveles de vulnerabilidad global que actualmente aún se mantiene:

- a) Factores físicos: Se incluyen los fenómenos climáticos globales (como calentamiento global o el elevamiento del nivel del mar).
- b) Factores ecológicos: Deterioro medioambiental.
- c) Factores tecnológicos: Tipos de viviendas o infraestructuras.
- d) Factores sociales e institucionales: Crecimiento o densidad de población, organización comunitaria e índice de desarrollo humano.
- e) Factores económicos: Dependencia externa, deuda exterior, bajos recursos e inversiones.
- f) Factores territoriales: Inadecuado uso del suelo, débil red de transportes.
- g) Factores culturales: Estructurales de dominio no democráticas, falta de cultura de la prevención.
- h) Factores educativos: Analfabetismo e insuficiente acceso a la información.
- i) Factores funcionales: Baja capacidad de respuesta ante las emergencias, incapacidad de evacuación, reducida capacidad de planeación.
- j) Factores político – institucionales y administrativos: Falta de voluntad política para asumir procesos de desarrollo, malversación de recursos y fondos, etc. (Rodríguez, 2015)

### **2.5 CONCEPTO DE RIESGO**

Según la Real Academia Española se define el riesgo como la “contingencia o proximidad de un daño” y también se emplea para designar la fuente del posible daño – sustancias, acontecimientos capaces de producir daño.

Desde las Ciencias Naturales y Físico – Técnicas se conoce como la probabilidad de un suceso indeseable por la magnitud y la gravedad de sus consecuencias; o como la probabilidad de que se produzcan consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas – como muertes, lesiones, propiedades, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro

ambiental – como resultado de las interacciones entre amenazas naturales y/o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad.

El riesgo se asocia a la ocurrencia de un suceso no deseado, y puede controlarse actuando en su frecuencia, consecuencias o en ambas. El paradigma del riesgo se podría resumir como: se presenta un peligro, en unas determinadas condiciones de vulnerabilidad y en un espacio y un tiempo concretos.

En las Ciencias Sociales, se entiende el riesgo como una construcción social que hace referencia a “posibilidad de daño o amenaza para las personas y aquello que valoran”, y que puede incluir salud, medio ambiente, patrimonio, etc. Así, se entiende como una realidad subjetiva y multidimensional que requiere de medios específicos para su estudio y análisis, dadas las circunstancias concretas del evento destructor.

## **2.6 PERCEPCIÓN DEL RIESGO**

La percepción del riesgo es el proceso activo mediante el cual, el individuo adquiere información sobre el ambiente que le rodea, construye representaciones estables del ambiente a partir de patrones característicos de actividad neuronal en el cerebro, y facilita la supervivencia del individuo en su entorno a través de dos vías: dotando de contenido al resto de actividades cognitivas y guiando las acciones del individuo.

De esta forma la percepción es entendida como un proceso cognitivo de carácter espontáneo e inmediato, que permite realizar estimaciones o juicios más o menos básicos, acerca de situaciones, personas u objetos, en función de la información que inicialmente selecciona y posteriormente procesa la persona.

Durante este proceso de percepción juegan un papel fundamental las creencias, valores, experiencias previas, sentimientos, emociones, normas culturales y sociales, etc. No solo de las personas; sino, también de los grupos sociales de referencia, pudiendo determinar el tipo de patrón comportamental necesario para afrontar la situación o evento.

En el caso de la percepción del riesgo; las personas, seleccionan, organizan e interpretan de forma subjetiva la información respecto a un evento, y generan sus propias conclusiones con sentido completo, siendo congruentes con las

características propias del evento. De este modo, sabemos que las presuposiciones, subjetividades y pareceres, determinan decisivamente la forma peculiar de reaccionar y de actuar de las personas, en función del proceso de atribución realizado.

Si la persona interpreta los resultados del evento como fruto del destino, de la suerte, la casualidad o fenómenos paranormales, estará empleando un locus de control externo del suceso; mientras que si entiende que se ha producido como consecuencia de un acto suyo o que ha participado de alguna manera en él, hablamos de locus de control interno.

## **2.7 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO**

Los autores del estudio del control de riesgos confluyen, actualmente en la determinación de tres tipos principales de riesgos; nos encontramos así, con la siguiente clasificación:

- a) **RIESGOS NATURALES:** Son los riesgos contextualizados dentro de los factores hidrometeorológicos, geográficos o climáticos. Son relativamente predecibles en función de la situación geográfica y atmosférica de las zonas; tal y como, podrán profundizar en la unidad de aprendizaje de meteorología, y requieren planificación y previsión de las medidas de protección y posibles consecuencias.
- b) **RIESGOS TECNOLÓGICOS:** Se producen por la actividad de carácter tecnológico, de estructuras fijas o móviles, diseñadas y construidas por el hombre. Los efectos son fácilmente predecibles de ahí la importancia de la prevención.
- c) **RIESGOS ANTRÓPICOS:** Son los provocados o derivados por las acciones o actividades humanas; tales como el transporte público y tráfico, incendios forestales, o los ocasionados por las aglomeraciones de personas.



Cuadro N° 01 Clasificación de Riesgos.

RIESGOS NATURALES	INUNDACIONES	Crecidas o avenidas.  Acumulación pluviométrica.  Rotura o daños graves en obras de infraestructura hidráulica.
	MOVIMIENTOS SÍSMICOS	Terremotos. Maremotos.
	ERUPCIONES VOLCÁNICAS	
	ASOCIADAS A FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS	Nevadas.  Lluvias torrenciales.  Olas de frío.  Granizadas, heladas.  Vientos fuertes.  Vientos y oleaje en el mar.  Olas de calor.  Sequía extrema.
	MOVIMIENTOS GRAVITATORIOS	Desprendimientos. Avalanchas. Deslizamientos de terreno. Erosión costera.
	INCENDIOS FORESTALES	
	CAÍDAS DE METEORITOS	
RIESGOS ANTRÓPICOS	DESPLOME DE ESTRUCTURAS	
	INCENDIOS	Urbanos. Industriales.
	ACTIVIDADES DEPORTIVAS ESPECIALIZADAS	Montaña.  Espeleología.  Náuticos.

RIESGOS ANTRÓPICOS		Aéreos. Rallyes.
	ANOMALÍAS EN SUMINISTRO DE SERVICIOS BÁSICOS	
	RIESGOS SANITARIOS	Contaminación bacteriológica. Intoxicaciones alimentarias. Epidemias.
	CONCENTRACIONES HUMANAS	Locales de pública concurrencia. Grandes concentraciones humanas. Colapso y bloqueo de servicios.
	INTENCIONADOS	Actos vandálicos. Terrorismo.
RIESGOS TECNOLÓGICOS	AGRESIONES DE ORIGEN INDUSTRIAL	Contaminación ambiental y químico- biológico. Explosión y deflagración. Colapso de grandes estructuras. Accidentes en centrales energéticas o plantas potabilizadoras. Radioactivos: nuclear, instalaciones radioactivas, transporte radioactivo.
	ACCIDENTES DE TRANSPORTE	Accidentes por carretera. Accidentes marítimos. Accidentes aéreos. Transporte de mercancía peligrosa.

Fuente: Gestión de Control de Riesgos I, (Rodríguez, 2015).

Los RIESGOS PSICOSOCIALES se derivan de los antrópicos y se contextualizarán a lo largo de la unidad de aprendizaje dedicada al Liderazgo, dentro del desempeño de una labor o actividad laboral, o en desempeño de una acción enmarcada dentro de la relación de ayuda. La Psicología de las emergencias jugará un papel fundamental en la atención al cuidado de los / as intervinientes y la prevención de patología secundaria al desempeño laboral.

Una de las situaciones más complejas de gestionar en la evolución de los riesgos es la falta de control de los posibles daños colaterales que se pueden producir por la interconexión de riesgos en una misma situación. Este hecho, provoca la transformación completa de la respuesta generada con antelación a una realidad o evento concretos, y aumenta la complejidad en la respuesta, los medios y recursos de los que disponer, etc.

## 2.8 EVALUACIÓN DEL RIESGO

Cuando hablamos de riesgo como las pérdidas esperadas, asociadas con el evento y ponderadas por la vulnerabilidad específica de la comunidad y los elementos expuestos, podemos encontrar una ecuación de la siguiente manera:

$$\text{RIESGOS} = f(\text{PELIGRO, VULNERABILIDADES})$$

La ecuación para la estimación del riesgo solo se emplea con fines informativos, no siendo el método empleado para el cálculo actualmente. Supone un recurso pedagógico como ejemplo de la influencia de los peligros y las vulnerabilidades sobre los riesgos; pero, los métodos estadísticos empleados actualmente, son más complejos y costosos, no siendo materia de profundización en esta unidad de aprendizaje.

En la estimación de los riesgos será crucial:

1. La identificación de los peligros: O la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno.
2. El análisis de la vulnerabilidad: O el grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un peligro.

3. El cálculo del daño potencial: Estimación de probables pérdidas de vidas, bienes, recursos para una comunidad concreta en un tiempo determinado.

La evaluación de riesgos, constituyen el “proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no pueden evitarse, obteniendo la información necesaria para que se adopten las decisiones apropiadas sobre la necesidad de aplicar medidas preventivas y sobre el tipo de medidas a adoptar” (BOC 2005/154).

Como objetivo último, se buscará conocer: zonas de concentración habitual u ocasional de personas que pueda verse afectada por riesgos naturales o tecnológicos, puntos negros de interconexión de riesgos, además de la elaboración de un catálogo descriptivo y cuantitativo de los bienes y propiedades que pueden verse afectadas.

En la evaluación final, los parámetros básicos que condicionarán el resultado serán: la severidad o posible intensidad de las consecuencias del evento, y la probabilidad de que se produzca el suceso temido.

## CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RIESGO

### 3.1 EL MEDIO FÍSICO NATURAL

#### 3.1.1 Ubicación

El distrito de Quilmaná se encuentra ubicado a 13.4 km al norte de Imperial sobre la antigua Panamericana Sur. Pertenece al Valle de Cañete, y está situado a fuera de los límites de las áreas de cultivo. Geográficamente se encuentra localizada entre el paralelo 12°53'45" de latitud sur y el meridiano 76°22'57" de longitud Oeste; con altitud de 151 m.s.n.m.

El distrito de Quilmaná, es uno de los 16 distritos de la provincia de Cañete, departamento de Lima, perteneciente al valle del río Cañete. Limita: por el Norte, con el distrito de Coaylo y la provincia de Yauyos; por el Sur, con los distritos de Imperial y Nuevo Imperial y por el Este, con el distrito de Nuevo Imperial y por el Oeste, con los distritos de Cerro Azul y Asia.

#### 3.1.2 Aspectos geológicos y geomorfológicos

Desde un principio el área en estudio fue una gran cuenca de sedimentación; en la cual, se depositaron unidades litológicas de origen marino y continental. Las cuales fueron deformadas por la intrusión ígnea de magnitud batolítica por movimientos orogénicos y epirogénicos. (ONERN, 1970).

Actualmente, existen rocas sedimentarias e ígneas en el cual las edades abarcan desde el jurásico inferior hasta el cuaternario reciente. Las formaciones sedimentarias más antiguas principalmente afloran en el sector más alto de la cuenca; en el cual, se disponen en franjas que siguen una orientación general, paralela a la Cordillera de los Andes. Los depósitos más recientes ocurren en la franja Costanera.

La secuencia estratigráfica de la zona se encuentra conformada por la Serie de Quilmaná, sus suelos se distribuyen en una llanura de abanicos aluviales de topografía plana de pendientes de (0 – 2%), es un suelo alcalino moderadamente de color amarillento oscuro, franco arenoso; el cual, reposa

sobre material arenoso, areno gravilloso. Son suelos de requerimiento hídrico altos a medios.

### 3.1.3 Aspecto hidrológico

En el sector Meridional se encuentra ubicada la Cuenca del Río Cañete, de la región central, de la vertiente hidrográfica del Pacífico, en el extremo sur del departamento de Lima, entre los paralelos 11°58' 13°09' de latitud sur y los Meridianos 75°31' y 76°31' de longitud occidental cubriendo un área de 6 192 km<sup>2</sup> aproximadamente, de la cual el 79% (4 891 km<sup>2</sup>) correspondiente a la cuenca húmeda al encontrarse por encima de la cota de los 2 500 m.s.n.m.,. Su forma de cuenca es de una L. (INDECI, 2011b)

Sus escorrentías se originan como consecuencia de precipitaciones pluviales estacionarias que suscitan en la cuenca alta y el deshielo de los nevados como: Pichahuarco, Tapo, Tunsho, Paccarin, Chuspicocha.

Altamio, Pumahuasín, Ajocochay y Quepala, el promedio de la superficie es de 60 km<sup>2</sup> de la cuenca húmeda, por encima de los 3 500 m.s.n.m.; situándose sobre la divisoria con la cuenca del río Quilmaná, los numerosos glaciales y lagunas ubicados en la naciente de la cuenca permite que el río Cañete mantenga un caudal alto relativamente hasta en épocas de estiaje, llevando el agua durante todo el año al mar.

El río Cañete, nace en la laguna de Tillacocha que se encuentra ubicada al pie de la cordillera, extendiéndose desde el litoral hasta los 5817 m.s.n.m. en la línea divisoria continental de aguas formadas por los nevados y lagunas que se ubican al norte de la provincia de Yauyos en el departamento de Lima.

Inicialmente el río discurre con una orientación ligeramente del Sur a Norte hasta la laguna de Paucarcocha, recibiendo en este tramo las escorrentías de las lagunas de Unca, Pomacocha, Chuspicocha, entre otras. A partir de este lugar el río va cambiando de Orientación bruscamente discurriendo de Oeste a Este hasta el poblado de Vilca su caudal es incrementado por los desagües de las lagunas ubicadas en esta zona, recibiendo los deshielos de los nevados: Azul

cocha y Escalera, en este tramo el río presenta una topografía bastante irregular formándose imponentes cañones.

Nuevamente cambia su dirección rumbo al Noreste y Suroeste hasta la intersección con la quebrada Aucampi, en el cual se discurre en dirección al Noreste a Sureste, hasta la confluencia con el río Cakra que llega por el margen izquierdo a la altura de Cotahuasi, el río toma una dirección de Noreste – Suroeste hasta su desembocadura al mar.

El río Cañete que atraviesa el lado sur de la ciudad, pasando por los distritos de Lunahuaná, Imperial, Zúñiga y Pacarán en la provincia de Cañete, recorre desde su origen una longitud aproximada de 220 km. Con una pendiente promedio de 2% en su recorrido recibe las aguas de numerosos afluentes por ambos márgenes.

En toda la cuenca existe una estación de aforos de registro automático, instalada para determinar el rendimiento hídrico de la cuenca; que está ubicada en el Puente Sosci que controla el escurrimiento de 5792 km<sup>2</sup>, mientras los 400 km<sup>2</sup> restantes corresponden al escurrimiento subterráneo, pérdidas y escurrimiento superficial a través de efluentes en las quebradas de Cañete.

Presenta un régimen irregular y de carácter torrencioso, con marcadas diferencias entre sus parámetros extremos, históricamente registra dos descargas máximas: en 1932, registró una descarga máxima de 850 m<sup>3</sup>/s, y una mínima de 5.80 m<sup>3</sup>/s, con una media anual de 50.71 m<sup>3</sup>/s. Que equivale a un volumen medio anual de 1 599 301 569 m<sup>3</sup> <sup>1</sup>. Y la otra que fue 3 de marzo de 1972 con una descarga máxima de 900 m<sup>3</sup>/s. Y una mínima de 9.41 m<sup>3</sup>/s.

Cabe mencionar que, dentro del conjunto de los ríos de la costa del Perú, el río Cañete es uno de los que no se secan por lo cual presenta una descarga mínima relativamente elevada aún en los meses de estiaje; por esta razón la explotación del agua subterránea es incipiente y escasa por el cual no se encuentra gran explotación del recurso hídrico a través de pozos tubulares, por lo que se calcula una reserva de 43 754 000 m<sup>3</sup> aproximadamente aún por aprovechar.

Cuadro N° 2: Precipitación mensual completa y consistente (mm) años 1964-2000.

ESTACION	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
VILCA	3816.0	151.7	155.9	134.0	61.5	19.0	8.7	7.8	13.5	26.6	49.3	57.4	88.4	774.8
HUANGASCAR	2556.0	63.5	77.3	89.1	17.8	0.7	0.2	0.0	0.4	0.5	2.6	5.3	25.1	282.5
HUANTAN	3272.0	120.2	121.9	122.9	28.4	11.2	0.0	0.8	0.4	4.4	17.1	16.9	69.9	514.2
CARAMA	3825.0	132.4	128.7	138.8	52.6	20.1	9.4	6.7	7.7	15.9	33.8	37.8	87.2	671.1
COLONA	3379.0	85.9	105.4	127.6	25.6	2.2	0.3	0.5	0.5	3.2	15.1	16.9	80.3	483.5
TANTA	4505.0	172.2	167.8	174.3	104.7	27.2	10.0	12.0	11.4	31.5	67.9	92.9	121.3	993.3
YAUYS	2290.0	59.5	68.0	68.6	13.5	3.2	0.3	0.1	0.9	2.1	12.6	17.9	34.5	281.2
YURICOCHA	4522.0	160.5	165.8	174.9	94.1	22.5	12.3	12.1	19.6	34.5	82.6	73.9	136.6	989.6
CAÑETE	150.0	0.2	0.3	0.1	0.0	1.0	0.9	1.2	1.9	0.8	0.7	0.4	0.3	7.8
PACARAN	700.0	3.7	2.7	3.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7	0.0	1.7	13.0
SIRIA	3680.0	107.1	92.5	163.7	35.2	10.0	7.4	7.4	22.9	42.4	59.9	43.2	97.5	689.3
SUNCA	3845.0	120.4	104.9	166.8	52.8	15.0	3.0	9.4	8.9	34.0	62.1	58.6	88.9	724.7
CATAHUASI	1369.0	6.4	8.2	2.3	2.0	0.1	0.1	0.1	0.1	1.7	1.2	1.7	0.9	24.8
YURICOCHA (1)	4375.0	132.2	147.4	169.4	87.1	23.7	10.9	11.6	15.8	45.0	82.9	75.0	107.4	908.4

Fuente: INRENA (2001-07).

El cuadro anterior pertenece a la cuenca del río Cañete donde se aprecia la precipitación mensual, denotando que el aumento de lluvias en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo aumenta de manera considerable teniendo en cuenta estos datos ya que el distrito de Quilmaná tiene el río Seco; el cual, recibe aguas de la sierra de Yauyos. Como se puede ver en el cuadro de precipitaciones las lluvias se producen en las zonas de mayor altitud que llegan a la parte baja causando huacos e inundaciones; así como, daños a la propiedad pública y privada.

### 3.1.4 Aspecto climático

El distrito de Quilmaná cuenta con un clima típico del valle costero, se caracteriza por tener un clima muy seco y semi-cálido, con temperaturas promedio de 19.7 °C. y 27.7°C. Su escasa o nula precipitación fluvial, que es de 26.6 mm. Su temperatura promedio en verano es de 24 °C y en invierno oscila entre los 14 y 20 °C. La estación invernal es muy fría, con un alto porcentaje de humedad atmosférica donde, su promedio mensual varía de 81% en verano a 87% en invierno.



### 3.1.5 Aspecto ecológico

La ubicación, el clima y sus diversos ecosistemas del distrito de Quilmaná, dan origen a una variedad de recursos naturales las cuales deben de ser explotados adecuadamente logrando su planificación sostenible del distrito. (INDECI, 2011b)

El recurso suelo, cubre una superficie de 437.40 Km<sup>2</sup> de los cuales 31 297 has corresponde a las pampas de Quilmaná, colorado Este y Oeste, Bandurria, Conta, Chivato, etc., el cual presenta pendientes de 2 a 3% en sentido Norte-Sur y cotas que varían entre los 150 m.s.n.m y los 400 m.s.n.m. aprox. De estas pampas, 11 140 has.

Estos suelos se aprovechan para la agricultura bajo riego, pastoreo y otros, debido a que cuentan con un buen drenaje y están libres de sales solubles en cantidades nocivas para el crecimiento y desarrollo de las plantas, la otra parte de este recurso es urbano aproximadamente 40 Has. Además, existen suelos que están limitados para el uso por topografía, problemas de elevada salinidad y el mal drenaje. Etc.

El recurso Hídrico, es de carácter superficial y subterráneo, el área de estudio de sus aguas superficiales es provenientes del río Cañete, uno de los ríos más regulares y caudalosos de la Vertiente del Pacífico. Irrigando sin mayores problemas casi toda el área agrícola del valle de Cañete, presentando un régimen variado con diferencias muy marcadas: de carácter torrencioso, con descargas máximas en los meses de diciembre a marzo por las precipitaciones pluviales en la parte alta de la cuenca y de carácter irregular notoriamente bajando en los meses de junio a noviembre, no presentando mayor problema a la agricultura.

El área de estudio de las aguas subterráneas, que son extraídas del subsuelo por medio de pozos tubulares y a tajo abierto. Siendo aguas de buena calidad para el uso agrícola, doméstico e industrial. Siendo considerado 408 pozos para el uso doméstico, 23 para el uso agrícola, 34 para uso pecuario y solo 3, son para uso industrial.

La flora, es diversa encontrando en su valle agrícola gran variedad de plantas alimenticias, así como industriales, sobre las lomas se desarrolla una vegetación

típica de desierto costero y en las laderas o partes altas se puede encontrar *Cereus* (gigantón), entre otras plantas por ejemplo pastos naturales las cuales sirven de forraje para los animales.

La Fauna cuenta con una variedad en crianza de ganado vacuno, ovino, porcino entre otros. Encontrándose con una diversidad de aves silvestres en partes altas, en casi toda el área se localizan una buena cantidad de granjas dedicadas a la crianza de aves para el mercado.

### 3.1.6 Suelos

En nuestra área de estudio se encuentran grandes grupos de suelo, la ONERN (1970) ha identificado en la zona del valle de Cañete y en su entorno, los siguientes suelos de acuerdo a su aptitud de uso:

- **Fluvisol Eutríco (Irrigado).** Suelo de topografía plana, siendo suelos buenos a excelentes y con espesor en sus capas; estos terrenos son aptos para fines agrícolas intensivos distribuyéndose en su mayor extensión dentro del área agrícola del valle de Cañete. Su capacidad de uso es intensiva, su clase dominante varía de I a III y corresponde al valle.
- **Fluvisol Eutríco (Seco).** Estos suelos están formados por los rellenos aluvionales, de texturas y espesores variables, predominando las texturas gruesas. Este tipo de suelo es de escaso valor y sin uso económico para los fines agrícolas. Su clase dominante de capacidad de uso es VIII.
- **Fluvisol Gleico.** Suelos que se encuentran formados sobre depósitos recientes de origen aluvial o marino, que cuentan con fuertes problemas de salinidad y/o drenaje. Presentando napa freática muy alta la que muchas veces aflora formando charcos. Este tipo de suelo por su capacidad de uso pertenecen en mayoría a la clase VII, considerado de baja potencialidad para uso agrícola (requieren de inversiones elevadas para su recuperación), pero aparentes para el pastoreo local.
- **Andosol Vítrico.** Su textura predominante de estos suelos, es más gruesa que la arena franca, se presenta en una zona donde la topografía es

accidentada con pendientes fuertes. Por sus características topográficas son desfavorables para la agricultura, perteneciendo a la clase VIII de capacidad de uso.

- **Solonchak Ortico.** Estos suelos formados sobre depósitos de origen aluvial, su relieve topográfico dominante es plano; este suelo, se distribuye en una amplia área al norte y sur de la superficie agrícola del valle. La capacidad máxima de uso es la clase IV, con suelos de buena a medianamente baja potencialidad para fines agrícolas, siempre que se elimine la aridez, salinidad y se proporcione el adecuado riego. Existen suelos sin ninguna potencialidad que pertenecen a la clase VIII siendo aptos solo para pastoreo.
- **Solochack Gleico.** La distribución de estos suelos alrededor del distrito de Cerro Azul, dentro del área agrícola del valle de Cañete, se encuentran muy afectados por los procesos de salinidad y/o drenaje. La napa freática es demasiado alta (0.60m. de profundidad). De acuerdo a la capacidad de uso pertenece a la clase VII, no ofrecen mayor importancia para los fines agrícolas estando supeditadas al mejoramiento del drenaje.
- **Litosol Desértico.** Se caracterizan por ser suelos de topografía abrupta, sin potencial agrícola debido a sus severas condiciones de los suelos, y su topografía presentando pendientes dominantes del 70% ubicado en la porción inferior del flanco occidental andino. Por la capacidad de uso pertenece a la Clase VIII.
- **Suelos Eriazos.** Se encuentra los siguientes suelos eriazos: Pampa Colorada, con una superficie de 4000 Has.; Pampa Bandurria, que abarca 2960 Has.; Pampa Chivatos, con 194 Has.; Pampa de Conta, con una superficie de 443 Has.; Pampa Clarita y Cinco Cruces, que abarca 8300 Has.; Pampa Jaguay, con una extensión de 12460 Has.

CUADRO N° 03 Clases y aptitudes del suelo según su capacidad de uso.

CAPACIDAD DE USO	CLASE DOMINANTE	POTENCIALIDAD DE USO
INTENSIVO	I	Tierras muy buenas a excelentes para cultivos intensivos, así como para cultivos permanentes y otros usos arables.
	II	Tierras para cultivos intensivos, así como para cultivos permanentes y otros usos arables.
	III	Tierras moderadamente para cultivos y otros usos arables.
	IV	Tierras regulares para cultivos permanentes bajo riesgo y otros usos arables. Marginal para la agricultura intensiva.
PERMANENTE	V	Tierras muy apropiadas para pastoreo intensivo. Generalmente no arables.
	VI	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastoreo y forestales.
MARGINALES	VII	Son tierras regulares o marginales aparentes solo para pastoreo limitado, forestación o sin mayor uso. No arables.
SIN USO	VIII	Tierras no apropiadas para fines agrícolas, agropecuarios ni forestación. Sin uso económico.

Fuente: ONERN (1970)-Volumen I Inventario, Evaluación y Uso Regional de los recursos Naturales de la Costa.

### 3.1.7 Peligros naturales

#### PELIGRO OCASIONADO POR SISMOS.

Cuando se produce un sismo, la energía generada diverge en todas direcciones en forma de ondas sísmicas, pasan a través de diferentes medios sólidos, los cuales refractan estas ondas sísmicas generando diferentes tipos de ondas.

Así mismo los diversos tipos de suelo, tendrán un comportamiento sísmico variado, como ejemplo, podemos citar suelos en estado suelto, muy suelto o aquellos parciales o totalmente saturados, por la presencia del nivel freático, estos disminuyen su resistencia durante un evento sísmico, produciéndose asentamientos diferenciales, en las cimentaciones; así, como la amplificación de ondas.

#### - LICUACIÓN DE SUELOS.

Este fenómeno se presenta en suelos de granulometría uniformes y relativamente saturados. Dichos suelos en un movimiento sísmico pierden su resistencia y fluyen hasta tener una configuración compatible de las cargas sísmicas.

Se debe tener en cuenta que el tener un nivel freático elevado en un suelo, aumenta la probabilidad de que ocurra una licuación, a menor distancia de la superficie, afecta en mayor grado la licuación del suelo durante un evento sísmico.

#### - APARICIÓN DE GRIETAS

Producto de las oscilaciones de los terrenos aparecen grietas; además, del hundimiento de edificios y/o demás infraestructuras como: carreteras, puentes, vías de tren, torres de alta tensión, etc. Además, las grietas superficiales que suelen aparecer a lo largo de las zonas de falla ocasionando el desplazamiento horizontal o vertical de la superficie del suelo.

#### - OTRAS

Así mismo se produce la rotura de conducciones de gas o agua, pudiendo ocasionar inundaciones o incendios; aparición de fuentes de agua. Desaparición de acuíferos, desviación de cursos fluviales. Tsunamis que son grandes olas

formadas en el océano producidas por terremotos submarinos y que se aproximan a la costa arrasando todo lo que encuentran a su paso.

#### PELIGROS OCASIONADOS POR HUAICOS E INUNDACIONES.

Las fuerzas naturales, debido a las precipitaciones pluviales periódicas y algunas veces de carácter extraordinario, generan la activación de los causes de los ríos y quebradas originando inundaciones y en otros originan huaicos.

El área de estudio Quilmaná y su entorno debido a su ubicación geográfica, se ve afectado constantemente por fenómenos de origen climático, los cuales se desarrollan de manera muy rápida e inesperada produciendo: inundaciones, huaicos.

Las inundaciones en el área de estudio son producto de la presencia de una quebrada seca, la cual se encuentra dentro del área de estudio, la cual tiene su origen en la cadena montañosa de la sierra de Yauyos a través del río Seco; este al no tener la capacidad de conducción de un gran caudal extraordinario se desborda produciendo daños a la población, empresas agrícolas y ganaderas, así como a tierras de cultivo.

Además, los canales de riego que rodean el área urbana del distrito y debido a su antigüedad y escaso mantenimiento pueden colapsar.

#### Fenómeno El Niño.

Se denomina Fenómeno del Niño, al cambio climático que se presenta por periodos en la costa Sudamericana del Pacífico, a este fenómeno le precede el calentamiento de las aguas marinas más cálidas, estas anomalías producen cambios bruscos en el comportamiento climático de diversas zonas del país.

Este fenómeno afecta a todo el país, la provincia de Cañete no es la excepción, este fenómeno se da de manera periódica entre el lapso de 5 a 8 años, este fenómeno se manifiesta como un calentamiento anómalo de la superficie del mar ocasionando lluvias torrenciales, provocando huaicos, los cuales erosionan el

suelo y depositan material de huaico en las pampas de Quilmaná, la ciudad de Quilmaná está ubicada en una explanada que antes se encontraba gran cantidad de piedras originados por este tipo de fenómenos.

### 3.1.8 Identificación de amenaza por sismo

La zona de estudio, está ubicada en una de las regiones de más alta actividad sísmica en el mundo. Esto por la interacción de las placas de Nazca u Oceánica y la placa Sudamericana o Continental, que conforman el llamado Cinturón de Fuego Circumpacífico; en donde se da más del 80% de los sismos que afectan el planeta. El mayor número de sismos se generan en el océano con profundidades superficiales menores de 70 km.

Producto de la interacción de las placas geológicas, se generan movimientos sísmicos de alto, medio y baja intensidad, produciendo daños en la infraestructura de las ciudades y ocasionando pérdida de vidas.

### ANTECEDENTES.

Se tiene información histórica recopilada, donde se muestra la ocurrencia de sismos con intensidades de hasta IX grados en la escala de Mercalli modificada (M.M.), y en lo que se refiere a registros instrumentales de los que se tiene referencia en Cañete el sismo más fuerte se dio el 28 de mayo de 1948. El total de las viviendas para el año 1948 era de 11,027 viviendas de las cuales el 85% aproximadamente fueron destruidas.

A continuación, se presenta un cuadro con los sismos que afectaron la zona de estudio entre los años 1913 y 2001, que nos servirá de referencia para determinar el grado de peligro a los que está expuesto el distrito de Quilmaná y sus alrededores.

Cuadro N° 04 Sismos con magnitudes mayores de 6.5 grados con epicentro en el mar.

FECHA	POSICIÓN LATITUD SUR	LONGITUD OESTE (W)	MAGNITUD	REGIÓN AFECTADA
11.03.1926	13.7	76.6	6.5	LIMA
20.01.1932	12.0	77.5	6.75	LIMA
28.05.1948	13.1	76.2	6.75	CAÑETE
03.08.1952	12.5	78	6.5	LIMA
15.02.1953	12.0	77.5	7	LIMA
21.04.1954	13.0	77.0	6.5	QUILMANÁ
17.10.1966	10.7	78.6	7.5	NORTE LIMA
05.02.1969	8.1	80.1	6.5	TRUJILLO
31.05.1970	9.2	78.8	7.7	CHIMBOTE
03.10.1974	12.3	77.8	7.5	LIMA SUR
21.02.1996	9.9	80.7	6.9	CHIMBOTE
12.11.1996	14.9	75.6	6.5	MARCONA
23.06.2001	17.21	73.02	8.4	CAMANÁ

Fuente: INDECI (2003).

Por otra parte, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), tiene data de movimientos sísmicos en Lima, que involucran el área de trabajo del año 1555 hasta el año 2007; los mismos que a continuación se describen:

15-11-1558 Terremoto de Lima 20 años después de su fundación.

09-07-1558 Sismo de intensidad VII MM.

09-07-1586 Sismo que causo destrucción en Lima.

19-10-1609 Sismo destructivo en Lima.

27-11-1630 Sismo destructivo, Lima y provincias.

13-11-1655 Sismo en Lima intensidad VII y de magnitud 7.3

20-10-1687 Sismo en Lima, intensidad IX y de magnitud 8 con ocurrencia de tsunamis, se formaron grietas entre Cañete e Ica, (INDECI, 2003).

28-10-1746 Sismo con epicentro en el mar cerca de la costa de Lima, de intensidad X MM, afecto a Lima y Callao, se produjo un tsunami.

01-09-1806 Sismo que ocasiono tsunami en las costas de Lima.

20-09-1827 Sismo con daños en Lima Callao y poblaciones cercanas.



- 30-03-1828 Sismo de intensidad VII MM, que origino un maremoto de características destructivas.
- 04-03-1904 Sismo de intensidades VII a VIII MM en Lima.
- 24-05-1940 Sismo de magnitud 6.6 en la escala de Richter e intensidades de VII a VIII MM.
- 17-10-1966 Sismo que afecto la costa peruana, Lima, el Callao, el Norte chico y algunas localidades del Sur de intensidad VII MM.
- 19-06-1972 Sismo fuerte en Lima ocasiono daños ligeros en la ciudad, Alarma en Quilmaná y Cañete.
- 05-01-1974 Sismo que afecta las provincias de Huarochirí, Yauyos y Cañete; magnitud 6.6 grados en la escala de Richter.
- 03-10-1974 Sismo de magnitud 7.3 en la escala de Richter.
- 18-04-1993 Sismo que sacudió la ciudad de Lima y alrededores, con magnitud 5.8 grados en la escala de Richter. (INDECI, 2003).
- 15-08-2007 Sismo que afectó las provincias de Pisco, Ica, Chincha, Cañete, Yauyos, Huaytará y Castrovirreyna de intensidad VII MM. El sismo produjo daños importantes en un gran número de viviendas de la ciudad de Pisco (aproximadamente 80%).

#### 3.1.9 Identificación de amenaza por huaico e inundaciones.

La zona de estudio sufre constantemente este tipo de fenómenos, en temporada de lluvias debido a las intensas precipitaciones que ocurren en la sierra de Yauyos en la comunidad de Causipampa, el cauce del río Seco ubicado en el distrito de Quilmaná adquiere un régimen extraordinario, durante este periodo este al no poder conducir todo ese caudal se desborda ocasionando daños a la población cercana del distrito.

El Niño de 1972, considerado por los especialistas como un fenómeno fuerte, llegó a anegar la ciudad de San Vicente, además de otras ciudades y poblaciones con cercanía a las riberas del río; de otra parte, los Niños de 1982-1983, 1993-1994 y 1997-1998 catalogados como Niños de moderados a débiles, que ocasionaron cambios sobre el clima.

En el caso del periodo 97-98 la temperatura del aire llegó a valores máximos. Además de incrementarse las lluvias por consiguiente los caudales de los ríos

que forman parte de la cuenca del río Cañete; este fenómeno ocasionó la paralización de las actividades económicas en la zona, ya que afectó las áreas de cultivo, generando pérdidas en el sector agrario, que se dieron no sólo por las inundaciones y huaicos sino por los cambios climáticos que generó el fenómeno.

El último fenómeno del Niño ocurrido en el distrito de Quilmaná, se remonta al año 2015 durante el gobierno del ex presidente Ollanta Humala, donde se realizaron trabajos de prevención, pero estos trabajos sólo fueron de emergencia con maquinaria, donde se trató de reforzar el canal de tierra aumentando el borde libre, con movimientos de tierra.

Cuadro N°05 Historial de los Fenómenos del Niño ocurridos.

1728	Niño muy fuerte.
1790	Niño catastrófico.
1864	Ancash-Lima-Ica. Segundo nivel de catástrofe.
1925	Llego hasta Arequipa y Tacna. Tercer nivel de catástrofe.
1969-1970	Niño débil.
1972-1973	Niño fuerte.
1982-1983	Niño hasta Trujillo. Segundo nivel de catástrofe.
1986-1987	Niño moderado.
1998-1999	Niño fuerte.
2003	Niño moderado.
2017	Niño muy fuerte

Fuente: INDECI (2017).

#### PELIGRO POR HUAICOS.

Los huaicos son recurrentes y han sucedido desde siempre en la historia de la humanidad, así mismo en todo el Perú, de lo dicho anteriormente el distrito de Quilmaná debido a sus características físicas y geográficas no está libre de los huaicos, los cuales son productos de las intensas precipitaciones en las zonas montañosas aledañas a la zona de estudio; esto provoca que se activen los cauces de las quebradas las cuales discurren por las pampas de Quilmaná.

Al activarse las quebradas y al no haber en su recorrido vegetación o haber de manera escasa la presencia de esta, a excepción de la parte alta donde se

encuentran cactus las cuales le dan un aspecto paisajístico y que contribuyen en menor grado a reducir el grado de erosión las quebradas, como también el mayor grado de infiltración de las aguas de escorrentía generadas por las precipitaciones, en el recorrido de los causes las rocas llegan hasta el diámetro de 1.50 metros las cuales han sido transportados por los huaicos originados; esto nos muestra como producto de la activación, el material arrastrado es de gran tamaño y recorre grandes distancias, ocasionando daños en su trayecto.

Los diferentes tipos de ramales o causes, que se forman producto del paso del huaico en su trayecto, no tienen secciones definidas siendo profundos en algunos tramos y en su mayoría de veces superficiales en otros.

Si se quiere eliminar la probabilidad de riesgos de afectación en la zona del distrito de Quilmaná, se tendrá que realizar trabajos de forestación en las partes altas de las quebradas, con especies de la zona, las cuales pueden ser tunas o también pencas, así como esporas, para este fin lo más recomendable sería plantar en época de inicio de invierno; no se recomendará otra especie forestal o arbusto ya que no existe agua para el mantenimiento y regado.

Estos trabajos deberán ir acompañados por causes por donde se deben evacuar los huaicos que puedan presentarse en el futuro.

De lo descrito en todos los puntos del presente capítulo se procede a elaborar los siguientes mapas de acuerdo a la información obtenida:

- Mapa de suelos.
- Mapa geológico.
- Mapa hidrológico.
- Mapa uso actual de tierras.
- Mapa de clima.
- Mapa de huaico e inundaciones.
- Mapa de sismos.

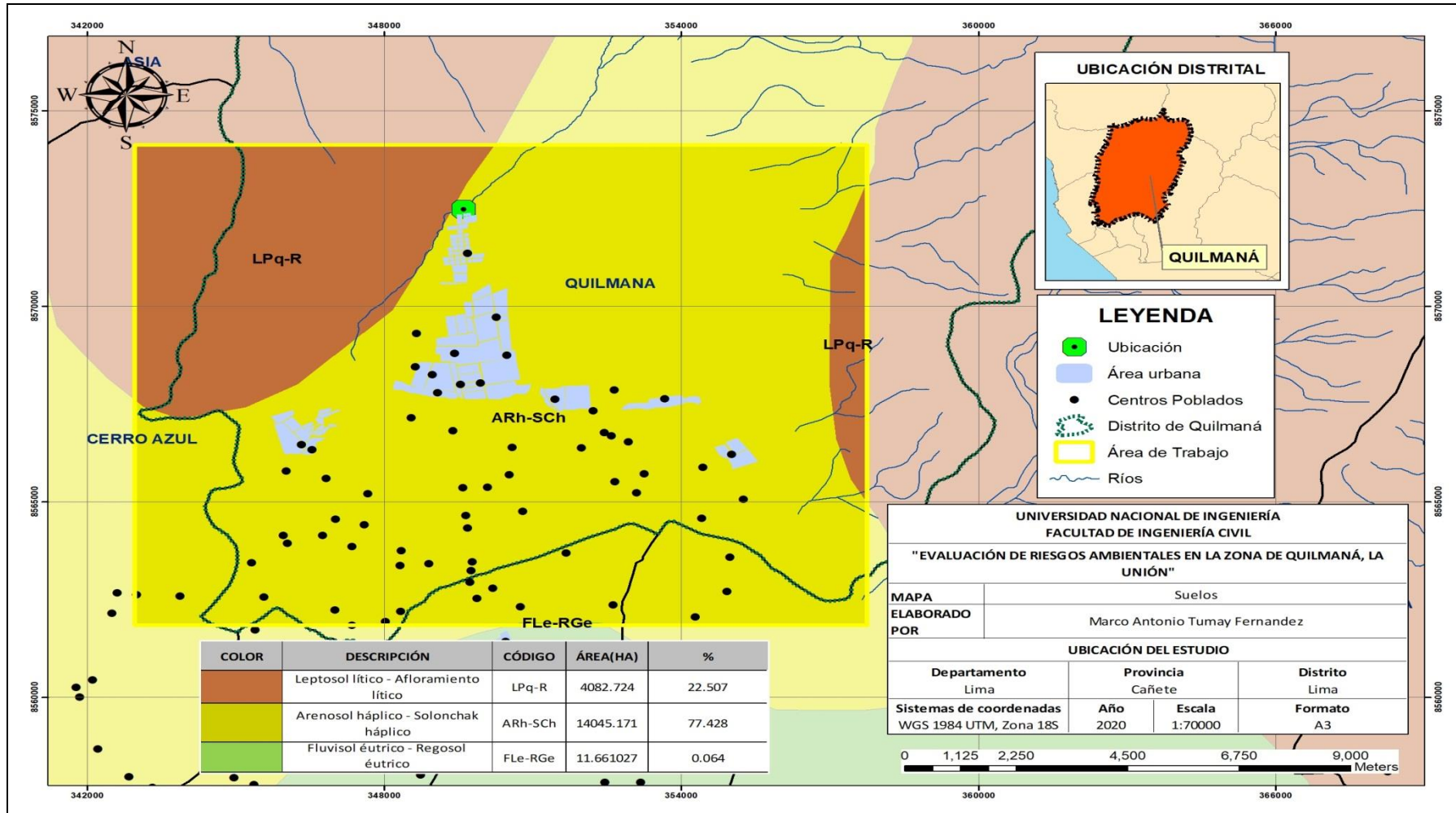


Figura N° 02 Mapa de suelos.

Fuente: Mapa de suelos ONERN (1970), elaboración propia.

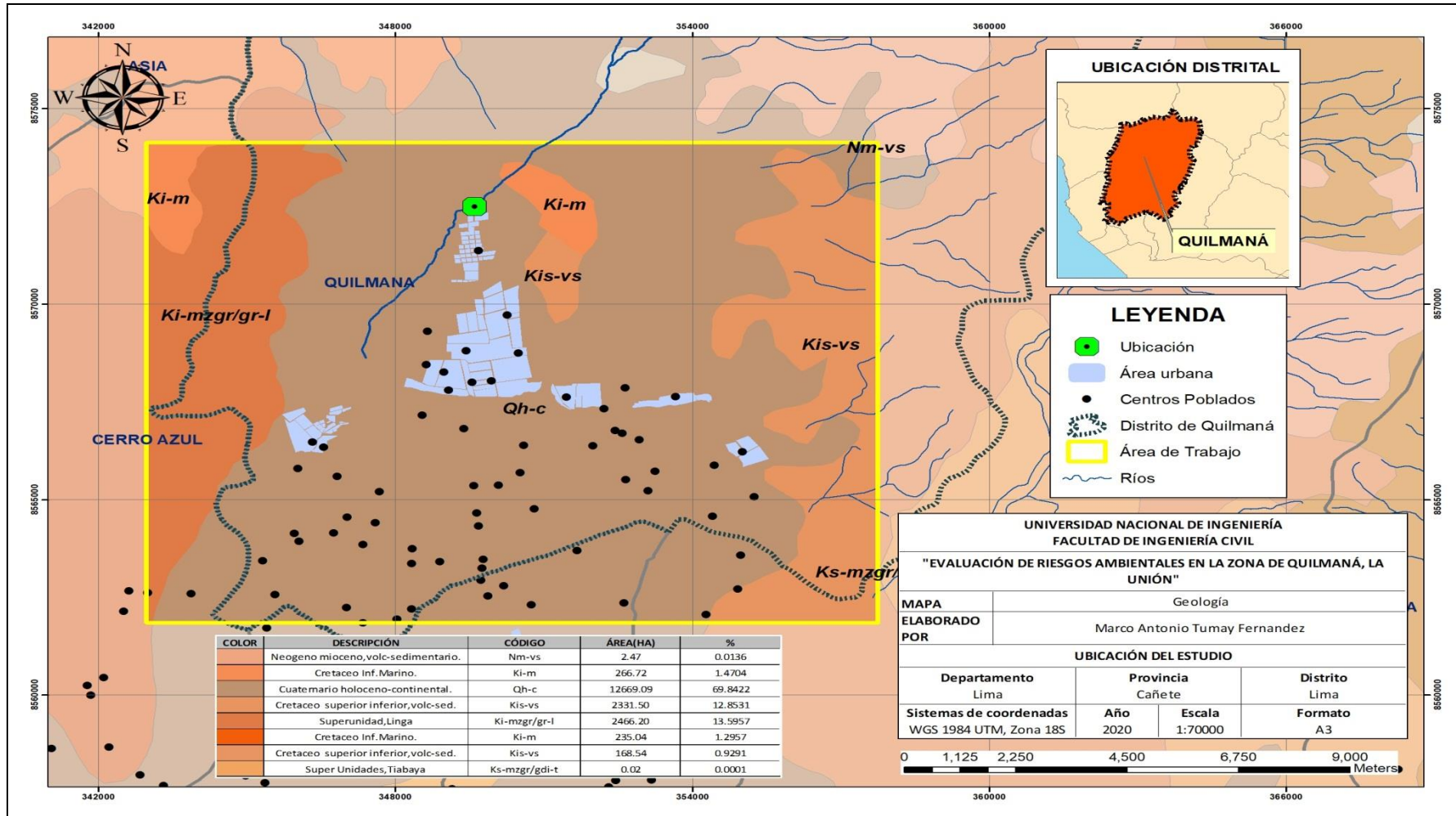


Figura N° 03 Mapa geológico.

Fuente: Geocatmin.ingemmet.gob.pe, elaboración propia.

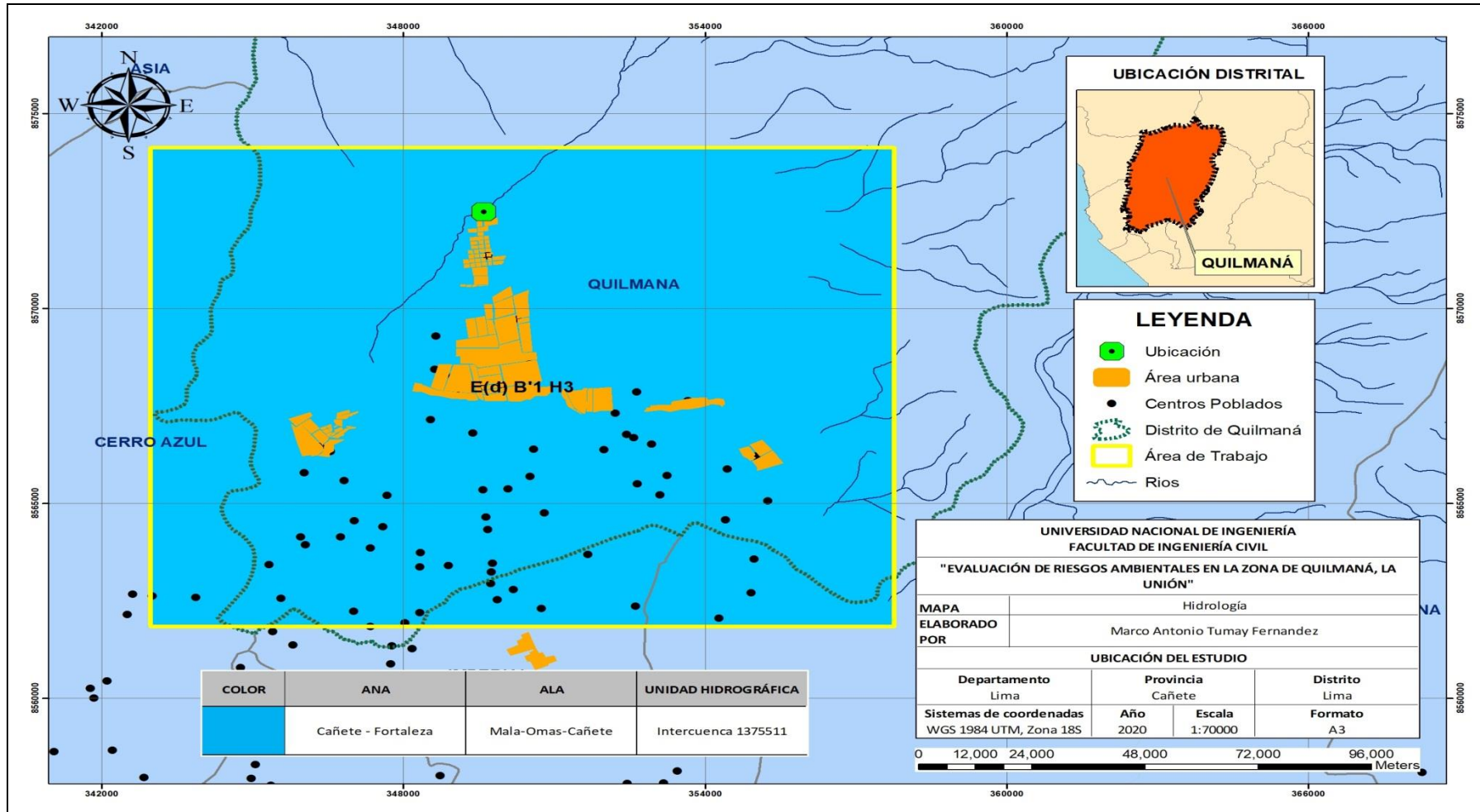


Figura N° 04 Mapa hidrológico.

Fuente: Geocatmin.ingemmet.gob.pe, elaboración propia.

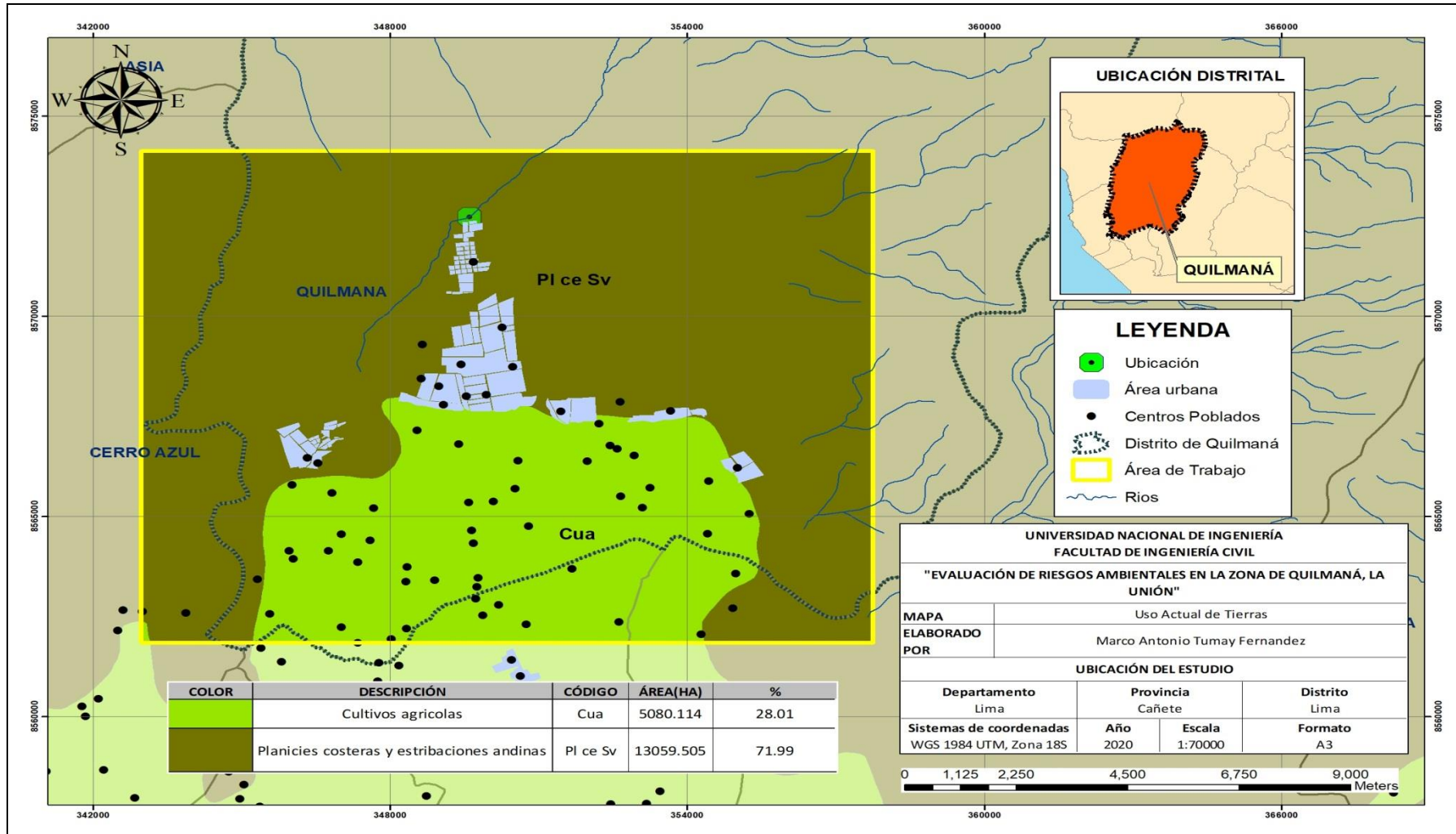


Figura N° 05 Mapa del uso actual de tierras.

Fuente: Elaboración propia.

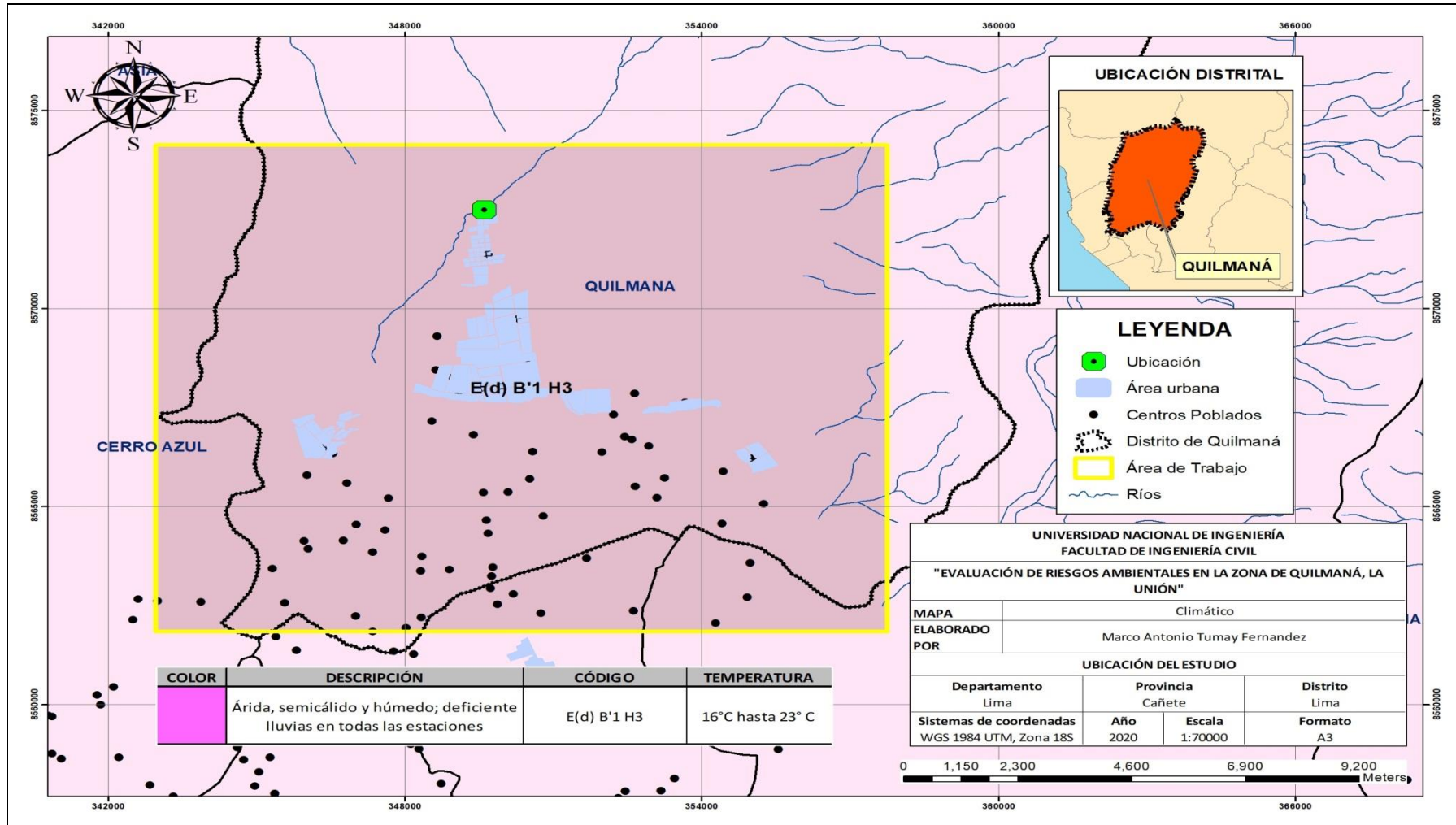


Figura N° 06 Mapa climático.

Fuente: Elaboración propia.





### 3.2 LA POBLACIÓN

#### 3.2.1 Aspectos demográficos

Al año 1993 la población del distrito de Quilmaná es de 11 123 habitantes, representando el 7.30 % de la población provincial. La población al 2017 es de 16 091 habitantes que es el 6.70% de la población provincial, con densidades que varían de 25 Hab. /Km<sup>2</sup> a 37 Hab. /Km<sup>2</sup> respectivamente.

La tasa de crecimiento poblacional del distrito es inferior a la provincial, aunque está en disminución, para el periodo 93 – 05 fue de 1.47%, ligeramente inferior al 1.90% provincial, para el periodo 05-07 subió a 1.52% y para el periodo 07-17 subió a 1.65% indicando que el crecimiento poblacional ha crecido.

Cuadro N° 06 Población del distrito de Quilmaná.

DISTRITOS	POBLACIÓN				TASA DE CRECIMIENTO		
	1993	2005	2007	2017	93-05	05-07	07-17
PROVINCIA CAÑETE	152,387	191,409	200,662	240,013	1.90	2.39	1.81
QUILMANÁ	11,123	13,256	13,663	16,091	1.47	1.52	1.65

Fuente: Censos Nacional INEI 1993, 2005, 2007, 2017.

En el distrito la población urbana es mayor a la rural. Según el Censo de Población y Vivienda de 2017; el 89.95% de la población es urbana (14 474 habitantes), y el 10.05% es población rural (1 617 habitantes). La población se divide en partes casi iguales entre mujeres y hombres: el 50.89% son mujeres (8 188), y el 49.11% son hombres (7 903).

#### 3.2.2 Aspectos de salud y educación

Salud.

En el distrito de Quilmaná, se presta los servicios de salud, encontrándose ubicado en el centro de la ciudad frente a la plaza de armas y ocupa un área aproximada de 70 m<sup>2</sup>, los servicios básicos de salud y su área de atención es en el cercado del distrito, nexos y lugares cercanos en donde se encuentran funcionando en la actualidad.

El puesto de salud la Huerta se encuentra ubicado en el anexo de la Huerta, siendo administrado por el Ministerio de Salud- Disa II Lima Sur, S.B.S (Servicios Básicos de Salud), Cañete – Yauyos.

Adicionalmente, se cuenta con el centro del adulto Mayor de Quilmaná el cual es atendido por ESSALUD, atendiendo a las personas de la tercera edad que se encuentran aseguradas, funcionando en un área de aproximada de 30.12 m<sup>2</sup>.

La cobertura del servicio, satisface las necesidades básicas para satisfacción de la población, contando con algunas limitaciones por no contar con una buena infraestructura en su equipamiento, al mismo tiempo la falta de medicinas necesarias, no permite brindar una buena atención. La atención que se ofrece al público se realiza a través de las especialidades de medicina general, odontología y obstétrica.

Adicionalmente, se cuenta con un servicio de internamiento, hidratación para niños y vacunas. El personal que se encuentra laborando en el centro son los siguientes: un médico permanente, un odontólogo, una obstetra, una enfermera y un personal auxiliar.

- **Educación.**

El área de estudio cuenta con una infraestructura que cubre relativamente las demandas de la población, en edad escolar del distrito y algunos lugares aledaños. La cobertura educativa se realiza en diferentes centros educativos las cuales ofrecen: inicial, primaria, secundaria, educación especial y superior. Los mismos que se encuentran emplazados de forma dispersa en el área urbana.

Los centros educativos, cuentan con una infraestructura en buenas condiciones, algunos están afectados por el salitre siendo un factor común en casi todo el

valle de Cañete. En relación a su equipamiento se encuentran en condiciones aceptables, pero no cubren las necesidades de la población escolar. La educación es relativamente buena; habiendo, muy poca deserción escolar con un porcentaje de analfabetismo bajo.

Cuadro N° 07 Centros Educativos en Quilmaná.

Código modular	Centro Educativo	Nivel	Centro Poblado	Genero	Forma
0252221	20177 San Martín de Porres	Primaria	Quilmaná	Varones	Escolarizado
0252239	20178 Santa Rosa de Lima	Primaria	Quilmaná	Mujeres	Escolarizado
0254722	320	Inicial-Jardín	Quilmaná	Mixto	Escolarizado
1226158	628	Inicial-Jardín	Quilmaná	Mixto	Escolarizado
1065531	Cañete	Educación Superior Tecnológica	Quilmaná	Mixto	Escolarizado
1517143	CEBA-Miguel Grau	Educación Básica Alternativa	Quilmaná	Mixto	Escolarizado
1022474	CEBA-Pronepa	Primaria	Quilmaná	Mixto	Escolarizado
0685644	Miguel Grau	Secundaria de Adultos	Quilmaná	Mixto	Escolarizado
0286401	Miguel Grau	Secundaria	Quilmaná	Mixto	Escolarizado
0600239	Quilmaná	CEO Industrial	Quilmaná	Mujeres	Escolarizado
0252890	20244	Primaria	Buenos Aires	Mixto	Escolarizado
P0103601	Buenos Aires		Buenos Aires	Mixto	No Escolarizado
0826453	20964 Virgen de Fátima	Primaria	Los Ángeles	Mixto	Escolarizado

Fuente: Ministerio de Educación.

### 3.2.3 Aspecto socioeconómico

La provincia de Cañete está considerada como la provincia agrícola más fértil del país, siendo su actividad principal la agroindustria, ganadera, comercio y turismo. Contando con entidades financieras y administrativas en mediana escala.

Cuadro N° 08 Resumen de la PEA del área de estudio.

Distrito	TOTAL	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)					Población Económicamente no Activa-PENA
		Total	OCUPADA		DESOCUPADA		
			ABSOLUTA	%	ABSOLUTA	%	
Prov. Cañete	176,194	85,642	82,659	96.52	2,983	3.48	90,552
Quilmaná	11,942	5,593	5,445	97.35	148	2.65	6,349

Fuente: INEI CENSO Nacional 2007.

De acuerdo al cuadro estadístico, se puede decir que el distrito de Quilmaná cuenta con una Población Económicamente Activa – PEA de 6 años y más de 5 593 personas, representando el 46.83% de la población censada, las cuales el 97.35% se encuentra ocupada y un 2.65% se encuentra desocupada; así mismo el 53.17% de personas conforman la Población Económicamente No Activa – PENA.

La Población Económicamente Activa – PEA – de 15 años y más para el área de estudio, según los datos censales de 2007, se establece como sector de mayor concentración, al sector primario o de extracción que representa el 63.12% de la PEA total distrital (3 437 personas); siendo el sector que se considera como el más productivo y el mayor generador de mano de obra en el distrito, especialmente en la agricultura, ganadería y avicultura.

En segundo lugar, está el sector de servicio con el 19.01% de la PEA distrital, y en tercer lugar está el sector terciario o de transformaciones con solo el 5.95%, de la PEA distrital. Siendo estas actividades económicas reducidas.

- PEA de 15 años y más por Sectores de Actividad.

Quilmaná pertenece a la cuenca bajo del río Cañete, en su economía tiene como actividades más importantes la agricultura y la ganadería; basándose en los cultivos de productos de agro exportación.

Su área de estudio por estar inmersa dentro del valle de Cañete, tan fértil y eminentemente agrícola, en la actualidad el valle cuenta con 23 431 Has. De

superficie cultivada bajo riego. Sus cultivos más destacados son el algodón con 6 387 Has. Y el maíz con 4 740.27 Has., con el 27.26% y 20.23% del área total cultivada respectivamente.

Siguiendo en importancia el camote con 1859.47 Has. (7.94%), la mandarina con 1030.07 Has. (4.40%), manzano con 740.47 Has. (3.16%), el espárrago con 565.77 Has. (2.42%), del área cultivada y el 34.59% restante que se distribuye entre los cultivos de yuca, fresa, caña de azúcar, paltos, etc.

- Actividad Agrícola.

En la actualidad, se viene desarrollando la agricultura y la ganadería como la actividad más importante del distrito de Quilmaná, en un área agrícola de 3,771 hectáreas, distribuidas en 1,399 predios o unidades agrícolas y que representan el 16% del área agrícola total del valle Cañete (ver cuadro N° 09). En dichas áreas agrícolas durante la presente campaña agrícola se han instalado una diversidad de cultivos los mismos que llegan a más de 40 incluyendo sus variedades, siendo los cultivos más importantes el algodón y el maíz, que representan aproximadamente el 50% y el 20% del área agrícola del distrito.

El distrito de Quilmaná, cuenta con la potencialidad de las pampas de Quilmaná siendo incorporadas a la actividad agropecuaria, las mismas que representan una superficie total de 3,240 hectáreas de las cuales son aprovechables 1,740 hectáreas. La zona en que se hace referencia se encuentra ubicada al Norte de la localidad de Quilmaná, presentando una pendiente uniforme de 2 a 3 % en el sentido Norte-Sur, con ligeras variaciones de pendiente de Este a Oeste y cotas que varían entre los 150 m.s.n.m. y los 400 m.s.n.m aproximadamente.

CUADRO N°09 Área agrícola de Quilmaná según sus principales canales de riego.

Canales de Regadío	Longitud (km)	Área Atendida (Has)	N° Predios
Lateral A	9.02	815.23	339
Lateral B	6.69	969.03	508
Lateral Z	11.89	722.2	178
Lateral T	4.68	419.87	154
Lateral Ihuanco		37.19	44
Lateral Roma		680.34	127
Lateral Cantagallo		127.69	49
TOTAL		3,771.55	1399

Fuente: ATDR QUILMANÁ-OMAS-CAÑETE (2003)

Cuadro N°10 Área para la campaña agrícola en el distrito de Quilmaná.

N°	CULTIVOS	ÁREA DECLARADA (Has)	ÁREA APROBADA (Has)
1	AJÍ	42.85	42.85
2	ALCACHOFA	32.75	32.75
3	ALFALFA	35.63	35.63
4	ALGODÓN	1851.57	1851.57
5	ARVEJA GRANO VERDE	2.92	2.92
6	AVENA FORRAJERA	6.00	6.00
7	CAIHUA	3.10	3.10
8	CAMOTE	340.38	340.38
9	COL O REPOLLO	1.00	1.00
10	COLIFLOR	11.07	11.07
11	CULANTRO	14.79	14.79
12	DURAZNO	4.14	4.14
13	ESPARRAGO	18.50	18.50
14	FLORES	0.90	0.90
15	FRESA Y FRUTILLA	2.86	2.86
16	FRIJOL GRANO VERDE	72.27	72.27
17	FRIJOL GUINDA	6.83	6.83
18	LIMONERO	14	14
19	LÚCUMO	15.26	15.26
20	MAÍZ AMARILLO DURO	753.18	753.18

21	MAÍZ CHALA	62.18	62.18
22	MAÍZ CHOCLO	4.85	4.85
23	MAÍZ MORADO	4.30	4.30
24	MANDARINO	100.05	100.05
25	MANÍ PARA FRUTA	17.84	17.84
26	MANZANO	13.60	13.60
27	MELOCOTONERO	1.25	1.25
28	NARANJO	20.82	20.82
29	OTRAS FRUTAS	5.75	5.75
30	OTRAS HORTALIZAS	9.67	9.67
31	OTROS PASTOS	0.51	0.51
32	PALLAR GRANO VERDE	17.89	17.89
33	PALTO	172.83	172.83
34	PAPA	132.97	132.97
35	PASTO ELEFANTE	11.08	11.08
36	PASTOS NATURALES	2.00	2.00
37	PEPINO	4.00	4.00
38	PERAL	1.20	1.20
39	PIMIENTO	41.23	41.23
40	SANDIA	2.00	2.00
41	TOMATE	8.40	8.40
42	TUNA	3.53	3.53
43	VAINITA	2.28	2.28
44	VID	63.83	63.83
45	YUCA	191.31	191.31
46	ZAPALLO	2.98	2.98
	TOTAL GENERAL	4128.35	

Fuente: ATDR Quilmaná-Omas-Cañete (2003).

### 3.3 DIAGNOSTICO DEL RIESGO DE OCURRENCIA DE SISMO

El Perú, está ubicado dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde ocurre el encuentro entre las placas de Nazca y la placa Sudamericana las mismas que producen el efecto llamado subducción, el que provoca los sismos algunos de gran poder destructivo, cabe indicar que la mayoría de los sismos ocurren en la costa del país y son una amenaza recurrente.



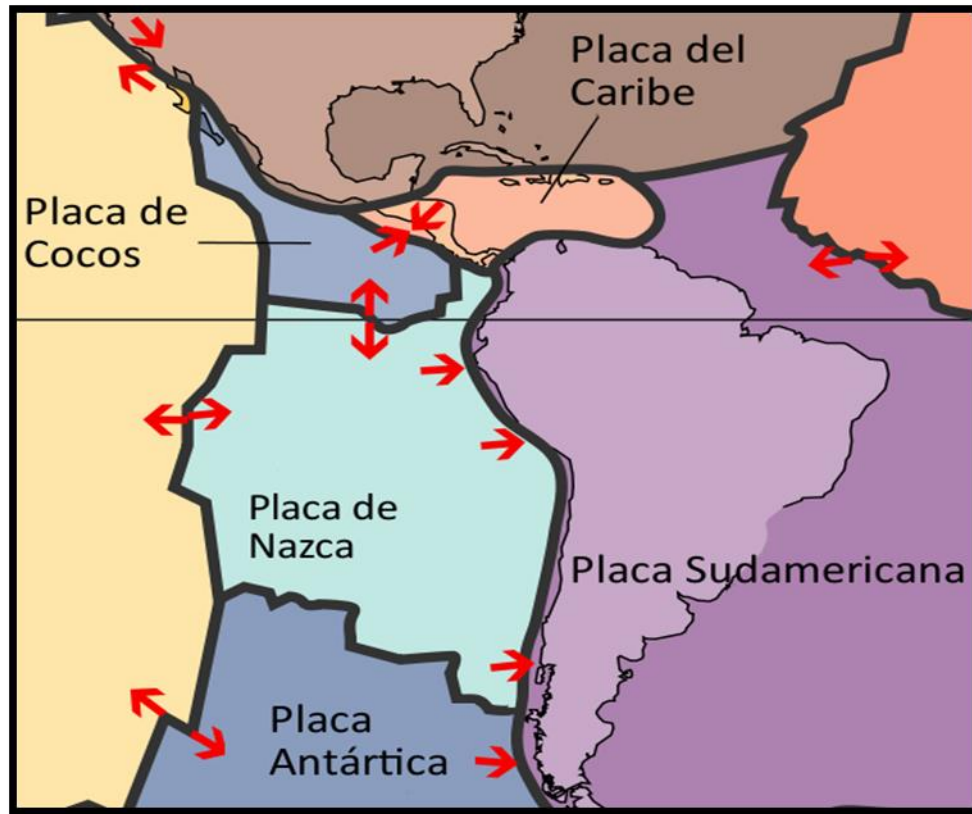


Figura N° 08: Tectónica de placas en Latinoamérica.

Fuente: Placa de Nazca (2021).

La provincia de Cañete se encuentra en el área sísmica, está al igual que las provincias de Chincha y Pisco las cuales fueron muy severamente afectadas durante los sismos de 1940 al 2007 con daños y destrucción de viviendas, pérdidas de vidas que afectaron gravemente a dichas provincias.

### 3.3.1 Riesgo sísmico

Las medidas de mitigación sísmica, sirven para implementar según sea el nivel de riesgo sísmico, este dependerá en medida de la magnitud del sismo, así como de su probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias.

Luego la probabilidad del sismo y su magnitud de ocurrencia se juntarán, para crear mapas de zonificación sísmica, estos serán particulares y únicos para cada zona y país.

Por ejemplo, se tiene el caso de los Estados Unidos, donde los mapas se incluyen en el código uniforme de construcción y está dividido en cinco zonas de (0 a 4). Para cada zona se proporcionan coeficientes de diseño, para las fuerzas laterales que difieren según el área. Donde la selección de dichos coeficientes depende de los siguientes tipos de sismos:

**Terremoto moderado o de base operativa (TBO).** La estructura puede experimentar daños menores, estos pueden repararse y permanecer en operación. Un terremoto de base operativa, tiene 50 por ciento de probabilidad de ocurrir en 50 años (típica vida útil de una estructura); este representa un periodo de retorno de cerca de 72 años.

**Terremoto severo o de diseño (TDD).** La estructura puede estar gravemente dañada y ser declarada ruinoso, pero sigue en pie para permitir la salida de los ocupantes de la vivienda. En este caso un terremoto de diseño tiene 10 por ciento de probabilidad de ocurrir en 50 años; ello representa un periodo de retorno de 475 años. (American Water Works Association, Lima 2003)

### 3.3.2 Identificación de zonas

De lo mencionado anteriormente, la provincia de Cañete se encuentra en un área sísmica luego como Quilmaná es uno de los 16 distritos de Cañete planteamos un mapa de zona sísmica, el cual demarcará el área de estudio y el área urbana, además de los centros poblados. Luego la zona de estudio será el distrito de Quilmaná y sus centros poblados, los cuales serían afectados por el peligro o amenaza a presentarse en este caso el sismo.

Las áreas urbanas de Quilmaná, queda delimitada de la siguiente manera por el Norte, con el borde urbano (Unión Quilmaná, Alto Quilmaná), estas colindan con las pampas de Quilmaná; por el lado Sur limita con el canal lateral A, mientras que por el Oeste y Este con población urbana que colinda con áreas agrícolas.

### 3.3.3 Sismicidad

Ahora en cuanto a la zonificación según la Norma Técnica E.30 Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, el territorio nacional está dividido en 4 zonas como se muestra en la figura N° 8, esta zonificación se basa

en la sismicidad observada, y las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así mismo como en la información neo tectónica.

Según la norma E.30 se le asigna un factor Z según se indica en el cuadro siguiente, este factor se entiende como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El cual se considera por el tipo de suelo un factor S2 (Suelo Intermedio)=1.2, tomando como periodo que define la plataforma del espectro:  $T_s = 0.6$ . Luego el factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Cuadro N° 11 Factores de Zona.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Técnica E.30 Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

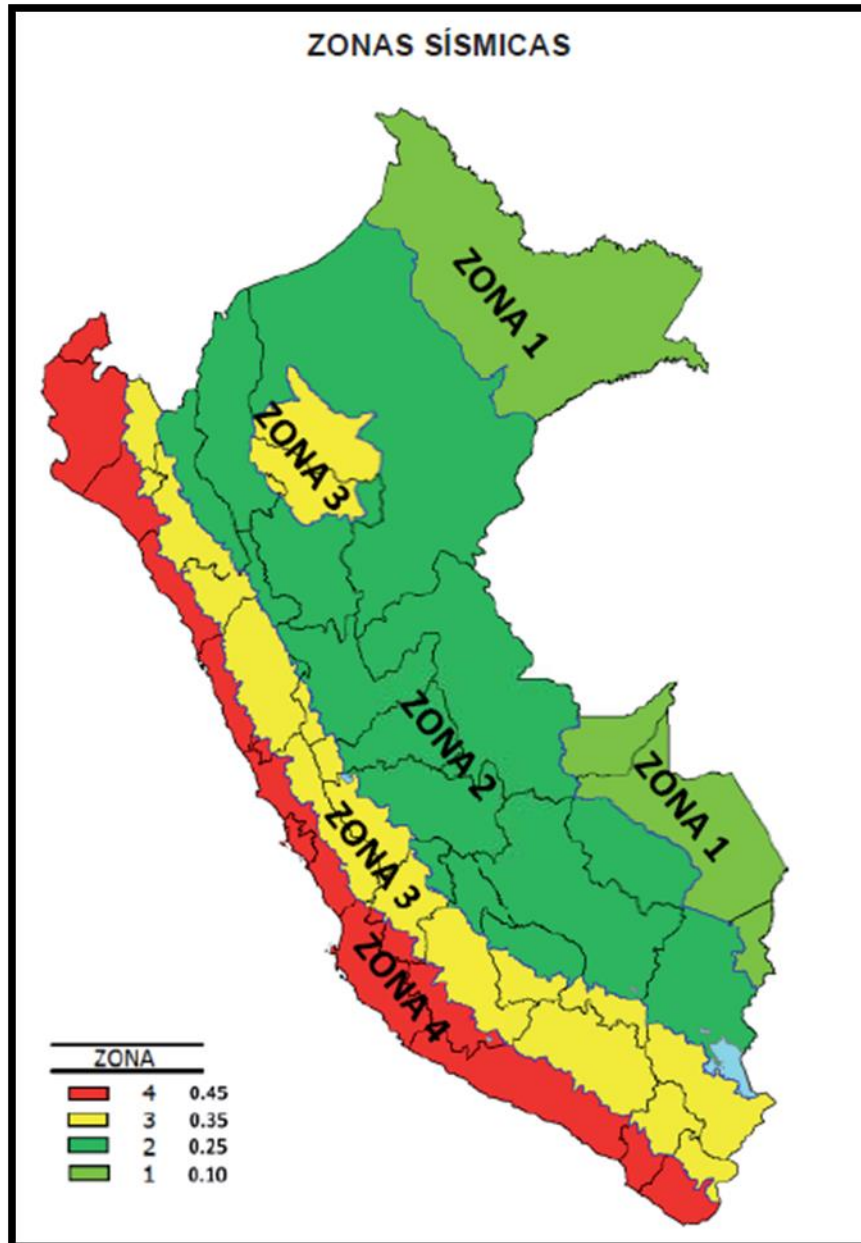


Figura N° 09: Zonas Sísmicas.

Fuente: Norma Técnica E.30 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Finalmente, del cuadro de factores de zona y la figura de zonas sísmicas se debe plantear el concepto de microzonificación sísmica, el cual se entiende como un estudio multidisciplinario, que investiga los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y demás, sobre el área de interés. Estos estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones

locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Luego se tendrá en cuenta los siguientes casos, para ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

Este último punto, es de sumo interés para nuestro estudio ya que nos permitirá tener una idea del factor Z con el cual se debe diseñar en el área urbana y rural de Quilmaná.

Finalmente, del cuadro de factores de zona "Z" y de la figura de zonas sísmicas se procede a realizar el mapa de zona sísmica teniendo en cuenta la ubicación del distrito de Quilmaná; se considera, un valor de la zona  $Z=0.45$ , en dicho mapa se detalla el centro poblado, el área de estudio, área urbana y límite distrital.

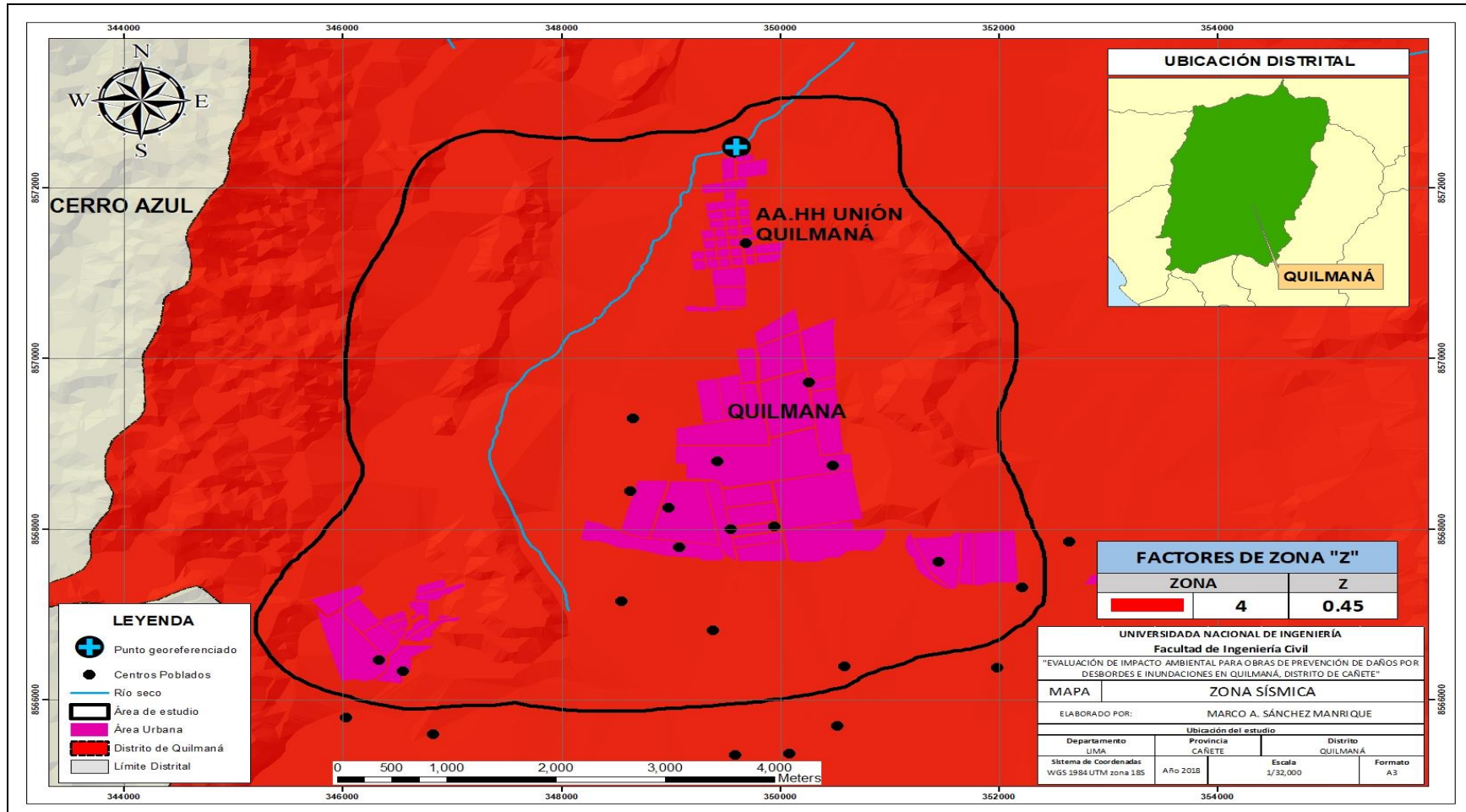


Figura N° 10: Mapa de zona sísmica Quilmaná.

Fuente: Mapa de zonas de vida ONERN, (Sánchez, 2019).

## 3.3.4 Análisis preliminar de daños probables

En este punto se analizará las viviendas, ya que estas son las que van a ser afectadas directamente ante la ocurrencia de un sismo, se tomará parámetros como el tipo de material predominante en las paredes, tipo de material predominante en los pisos, y el material predominante en los techos entre otros.

Para esto se tendrá en cuenta lo siguiente en el año 2007 el distrito de Quilmaná contaba con 3,451 viviendas, donde el material predominante en las paredes de las viviendas era el adobe o tapia, el cual representaba el 60.94% del total de viviendas del distrito, le siguen las viviendas que tienen paredes de ladrillos o bloque de cemento, viviendas con material rustico y otros materiales representaban el 16.57%.

Cuadro N°12 Material predominante en las paredes 2007.

	Total	Materiales Predominantes en Paredes			
		Ladrillo Cemento	Adobe o Tapia	Quincha, Estera, Piedra	Otros
PROV.: CAÑETE	47,175	19,658	17,798	8,685	1,034
QUILMANÁ	3,451	776	2,103	530	42

Fuente: INEI (2007)

Cuadro N°13 Material predominante en Pisos 2007.

	Total	Materiales Predominantes en Pisos		
		Cemento	Tierra	Parquet, Losetas o Similares
PROV.: CAÑETE	47,175	22,157	21,542	3,476
QUILMANÁ	3,451	1,527	1,850	74

Fuente: INEI (2007)

Del cuadro anterior, podemos ver que la situación era más grave debido al material del piso, ya que en 2007 el 53.61% eran pisos de tierra y el 44.25% de cemento, materiales vulnerables frente a posibles lluvias mientras que el 2.14% eran de parquet, losetas y otros.

Ahora veremos la realidad actual del distrito de Quilmaná, usando los datos recogidos del censo del 2017 en el Perú a nivel distrital; para esto vamos a revisar los mismos parámetros anteriormente analizados: material predominante en las paredes y techos, además de otros.

Cuadro N° 14 Material predominante en las paredes 2017.

PROVINCIA / DISTRITO	TOTAL DE VIVIENDAS	TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES					
		MATERIAL NOBLE		MATERIAL ADOBE O TAPIA		MATERIAL PRECARIO	
		Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
CAÑETE	62,954	38,287	65.4	12,213	20.9	7,858	13.7
QUILMANÁ	4,425	2,248	50.8	1,743	39.4	434	8.2

Fuente: INEI (2017).

Cuadro N° 15 Material predominante en los techos 2017.

PROVINCIA / DISTRITO	TOTAL DE VIVIENDAS	TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS TECHOS					
		CONCRETO ARMADO		CALAMINA O TEJA		MATERIAL PRECARIO	
		Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
CAÑETE	62,954	25,179	40	10,542	16.7	27,233	43.3
QUILMANÁ	4,425	1,181	26.7	243	5.5	2,956	66.8

Fuente: INEI (2017).



Cuadro N° 16 Material predominante en los pisos 2017.

PROVINCIA / DISTRITO	TOTAL DE VIVIENDAS	TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS PISOS					
		CEMENTO		TIERRA		PARQUET, LOSETAS O SIMILARES	
		Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
CAÑETE	62,954	38,694	61.5	14,424	22.9	9,836	15.6
QUILMANÁ	4,425	2,860	64.6	1,287	29.1	278	6.3

Fuente: INEI (2017).

Cuadro N° 17 Cobertura y déficit de agua por red pública domiciliaria.

PROVINCIA / DISTRITO	Con agua por red pública domiciliaria		Pileta de uso público		Pozo (agua subterránea)		No tienen agua por red pública	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
CAÑETE	47,384	75.3	1,255	2.0	3,586	5.7	10,729	17
QUILMANÁ	3,541	80.0	14	0.3	374	8.5	496	11.2

Fuente: INEI Censos nacionales (2017).

Cuadro N° 18 Cobertura y déficit de alcantarillado por red pública.

PROVINCIA / DISTRITO	Alcantarillado por red pública		Pozo séptico-letrina		Pozo negro o ciego		No tienen servicio higiénico	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
CAÑETE	38,851	61.7	5,049	8.0	16,403	26.1	2,651	4.2
QUILMANÁ	2,945	66.6	199	4.5	1,229	27.8	52	1.2

Fuente: INEI (2017).

Los cuadros anteriores nos servirán como parámetros, para tener en cuenta en la vulnerabilidad sísmica que se pretende en este estudio hallar, a partir de todas las construcciones existentes en Quilmaná, ahora para la determinación de la vulnerabilidad del grupo de viviendas, se hará mediante el método del índice de vulnerabilidad o método italiano (Benedetti y Petrini, 1984).

Este método consiste básicamente, en expresar la vulnerabilidad mediante un índice obtenido de la evaluación de 11 parámetros, definiéndose posteriormente las funciones de vulnerabilidad que proporcionan el índice de daño (%), relacionándolo con el índice de vulnerabilidad para una acción sísmica determinada por la intensidad del sismo que pudiese ocurrir.

Una vez identificados los parámetros más relevantes, se analizará los parámetros identificados, con el objetivo de analizar la influencia de los parámetros en su comportamiento durante la acción de un sismo.

El análisis que se pretende hacer se hará notar la gran influencia que tienen el confinamiento de la mampostería, la distribución de los muros de albañilería en dos direcciones, la irregularidad en planta del terreno.

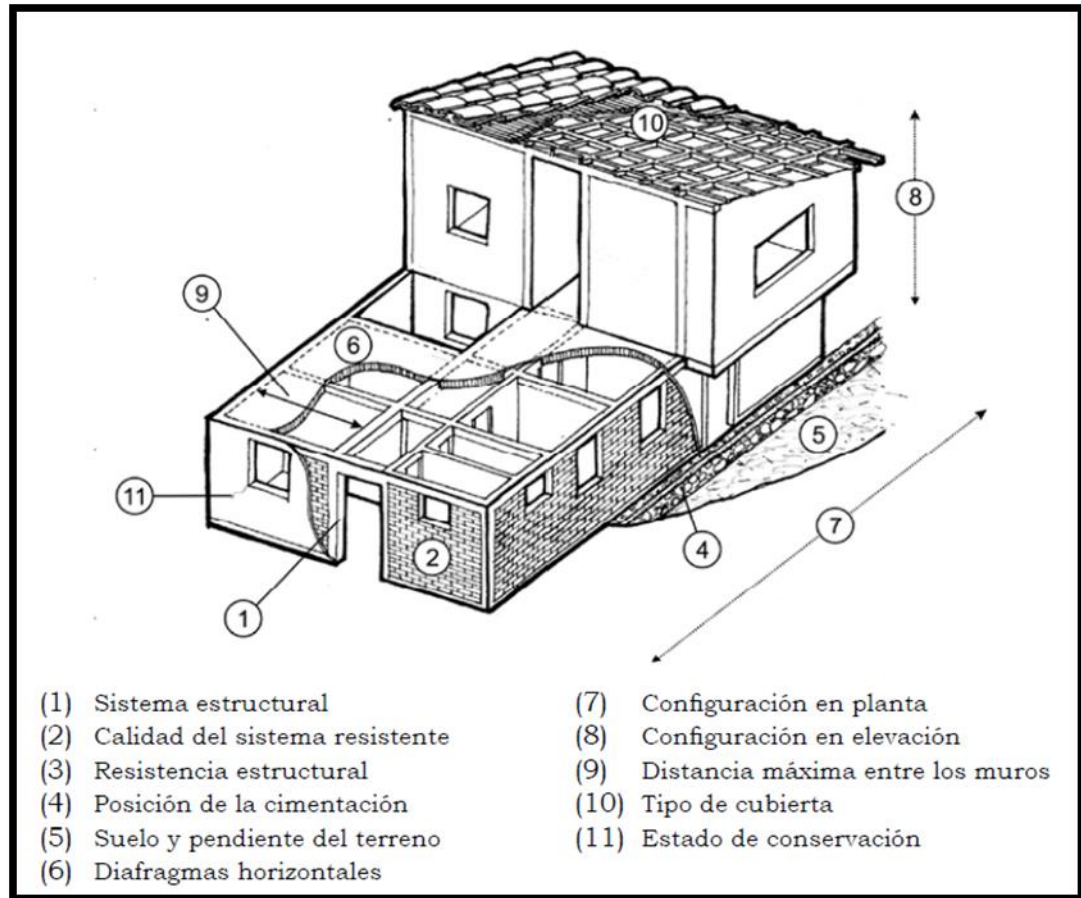


Figura N°11: Parámetros del modelo de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería.

Fuente: Benedetti y Petrini (1984)

### 3.4 DIAGNOSTICO DEL RIESGO A HUAICOS E INUNDACIONES

El Perú debido a su ubicación geográfica, limita con el Océano Pacífico debido a esto cada 4 u 8 años ocurre el fenómeno conocido como el fenómeno del niño, el cual consiste en calentamiento de las aguas, el cual afecta directamente la distribución de las precipitaciones en el país, luego las intensas lluvias producidas durante este fenómeno provocan problemas en el normal desenvolvimiento de las actividades socio- económicas en el país.

Las precipitaciones máximas, provocarán que los caudales de los ríos sean desbordados así mismo activarán quebradas, provocando las pérdidas de tierras de cultivos destrucción de viviendas estructuras del tipo públicas y privadas.

### 3.4.1 Identificación de zonas

La zona de estudio será el distrito de Quilmaná y sus centros poblados, los cuales serían afectados por el peligro o amenaza a presentarse en caso de ocurrir precipitaciones máximas; luego el área de influencia directa será la zona donde ocurren los impactos ambientales significativos ya sea de manera positiva o negativa además en esta área se realizarán las acciones de mitigación.

Se debe tener en cuenta que el área de influencia varía para cada proyecto, ya que cada lugar presenta sus propias características y problemática.

A continuación, se procede a trazar el cauce del río Seco para calcular el área de influencia directa.



Figura: N°12: Trazo del cauce del río Seco para determinar el área de influencia directa.

Fuente: Google Maps, elaboración propia.

De la figura N° 12 la línea de color celeste representa el cauce del río Seco, que nace en las quebradas y atraviesa a Quilmaná como se aprecia en la imagen,

Utilizando el criterio de Canter, L. (1998) determinaremos el área de influencia directa luego:

Longitud= 7400 m (longitud estimada del cauce del río Seco)

Valor de  $r=100$  m

Factor de seguridad  $K= 2$

Formula de Canter= Longitud X Valor de  $r$  X Factor de seguridad  $K$

Reemplazando valores en la formula anterior tendremos=  $7400 \times 100 \times 2 = 1.48 \times 10^6$  metros cuadrados.

Con la formula anterior, podemos decir que se toma una distancia de 200 m a cada lado del cauce del eje tanto por la margen izquierda y derecha, se debe especificar que en la margen derecha la zona no es habitada por personas, sólo por algunos negocios donde se realizan la crianza de animales, mientras que en la margen izquierda se tienen viviendas de construcción precaria.

#### 3.4.2 Análisis preliminar de daños probables

En este punto, debemos analizar el recorrido del tramo del cauce del río para evaluar los daños que se producirán en épocas de intensa lluvia durante el fenómeno del niño, para ello vamos a dividir el análisis de daños probables en tres puntos como se muestra en la figura 20 inferior en los puntos 1, 2 y 3 de color rojo. A continuación, se pasa a describir los siguientes puntos:

##### Zona alta (1):

En este punto llegan las aguas provenientes de las intensas lluvias en la sierra de Yauyos, en la zona alta de Quilmaná, afectará principalmente a tierras destinadas al negocio de la crianza de aves y granjas de animales, la población en esta zona es poca o escasa, además se tiene la ausencia de valles agrícolas en esta zona; se debe precisar que en esta zona el exceso de agua arrastrará el material de las zonas altas, convirtiéndose en lo que se conoce como material de huaico que vendría a ser el flujo de lodo y rocas arrastradas. Durante su recorrido estas ocasionarán daños en las zonas inferiores y recorrerán grandes distancias hasta quedar depositados.



Figura N°13: Terrenos utilizados para la crianza de animales afectados.  
Fuente: Fotografía tomada en Quilmaná.



Figura N°14: Terrenos utilizados para la crianza de animales afectados.  
Fuente: Fotografía tomada en Quilmaná.

#### Zona intermedia (2):

Según la figura N°5, el tramo de la zona intermedia corresponde a la población que vive cerca al cauce del río Seco en Quilmaná, aquí encontramos asentamientos humanos instalados como el Alto Quilmaná y el asentamiento humano Quilmaná Unión, el que es más afectado cada vez que ocurren huaicos

o inundaciones, en dicha zona serán afectadas viviendas del tipo precarias de construcciones de madera, adobe o tapia; además, de afectar negocios como la crianza de animales y una importante vía de acceso.



Figura N°15: Granjas de animales en Quilmaná.

Fuente: Visita de campo.



Figura N°16: Área destinada a Pisigranja en Quilmaná, al costado de la carretera de acceso.

Fuente: Visita de campo.



Figura N°17: Viviendas precarias en Quilmaná.

Fuente: Visita de campo.



Figura N° 18: Granja de aves afectadas durante el último huaico.

Fuente: Visita de campo.





Figura N°19: Viviendas de diferentes materiales cerca al cauce del río.

Fuente: Visita de campo.

Zona baja (3) acceso:

Este sector corresponde al ingreso al distrito de Quilmaná, en esta área se encuentran tierras de cultivo, las cuales al no haber una buena conducción durante las épocas de lluvias son inundadas afectando los cultivos; asimismo, encontramos viviendas del tipo precaria y la vía de acceso más importante del distrito de Quilmaná, la cual queda bloqueada durante los eventos del fenómeno del niño.

Haciendo un resumen en este punto, la infraestructura afectada será las tierras de cultivos, viviendas aledañas y la vía de acceso.



Figura N°20: Acceso principal al distrito de Quilmaná.

Fuente: Visita de campo.



Figura 21: Esquema del cauce en Quilmaná.

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

### **4.1 ANÁLISIS DE CONDICIONES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL POR SISMO.**

Para el caso de la vulnerabilidad sísmica, mucho va depender de los elementos que se van a evaluar y según la estimación del grado de daño que se pretende esperar, de cómo se comporte las estructuras, según los elementos que se van a evaluar en el presente estudio, para ello se tendrá en cuenta la forma de clasificación; por ejemplo, puede ser del tipo estructural, no estructural, funcional, social y sistemática, esto para la forma de evaluar.

Luego, para la forma de estimación de daño esta se clasifica en, observada, calculada o híbrida, en este capítulo corresponde determinar la vulnerabilidad y el riesgo.

La metodología propuesta propone evaluar al sistema estructural, además de materiales de construcción utilizados.

Esta metodología es la italiana, Índice de Vulnerabilidad. La cual es utilizada a nivel mundial y adaptada a las condiciones del país, esta metodología incluye una ecuación para determinar el riesgo sísmico, esto definido por la UNESCO y la UNDRO.

El método italiano del Índice de Vulnerabilidad, toma en cuenta ciertos parámetros como controladores en el comportamiento sísmico de una vivienda durante el sismo, mientras más parámetros sean considerados se esperan datos más realistas de la calificación potencial sismo-resistente de las edificaciones. A continuación, se nombra los parámetros involucrados que son conocidos como ítems de vulnerabilidad en la siguiente tabla.

Cuadro N° 19 Parámetros de Vulnerabilidad.

PARÁMETROS
1. Sistema estructural
2. Calidad del sistema resistente
3. Resistencia estructural
4. Posición de la cimentación
5. Suelo y pendiente del terreno
6. Diafragmas horizontales
7. Configuración en planta
8. Configuración en elevación
9. Distancia máxima entre los muros
10. Tipo de cubierta
11. Estado de conservación

Fuente: Benedetti y Petrini (1984).

Entonces el método consiste: en expresar la Vulnerabilidad mediante el índice obtenido de la evaluación de los 11 parámetros, que se obtiene mediante la suma ponderada de los valores numéricos de los 11 parámetros estructurales y no estructurales que considera el método; ya que estos juegan un rol importante durante un sismo, para el caso de las estructuras de mampostería.

A cada uno de los 11 parámetros se le asigna un tipo de clase este puede ser A, B, C, D entendiéndose a cada clase como (A: óptimo, B: bueno C: regular, D: pésimo). A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico  $K_i$  el cual varía entre valores de 0 y 45 como se observa en la siguiente tabla N° 20, ahora también estos parámetros serán afectados por el coeficiente de peso  $W_i$ , este valor varía entre 0.25 y 1.5, estos valores reflejan la importancia con que actúan cada uno de los 11 parámetros del sistema de las viviendas que se van a analizar .

Ahora, usando los datos recogidos del censo del 2017 a nivel distrital, vamos asignar las clases A, B, C, D, a cierto tipo de vivienda para poder analizarlas según el método italiano, por ello tendremos las siguientes consideraciones para las viviendas del tipo:

A1: Viviendas de material noble con techo de concreto, (1,181).

B2: Viviendas de material noble sin techo de concreto, (1,067).

C3: Viviendas de adobe o tapia, (1,743).

D4: Viviendas de material precario, (434).

Cuadro N° 20 Escala de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini

PARÁMETROS	CLASE $K_i$				PESO $W_i$
	A	B	C	D	
1.Sistema estructural	0	5	20	45	1.5
2.Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	1.0
3.Resistencia estructural	0	5	25	45	1.0
4.Posición de la cimentación	0	5	25	45	1.0
5.Suelo y pendiente del terreno	0	5	15	45	0.5
6.Diafragmas horizontales	0	5	25	45	1.0
7.Configuración en planta	0	5	25	45	1.0
8.Configuración en elevación	0	5	25	45	0.75
9.Distancia máxima entre los muros	0	15	25	45	0.25
10.Tipo de cubierta	0	0	25	45	0.25
11.Estado de conservación	0	5	25	45	0.25

Fuente: Benedetti y Petrini (1984).

Cuadro N° 21 Clases asignadas a los tipos de viviendas para los 11 parámetros

PARÁMETROS	TIPO DE VIVIENDA				PESO $W_i$
	A1	B2	C3	D4	
1.Sistema estructural	B	B	C	D	1.5
2.Calidad del sistema resistente	B	B	C	D	1.0
3.Resistencia estructural	C	C	D	D	1.0
4.Posición de la cimentación	A	A	C	D	1.0
5.Suelo y pendiente del terreno	B	B	B	B	0.5
6.Diafragmas horizontales	A	D	D	D	1.0
7.Configuración en planta	A	B	C	C	1.0
8.Configuración en elevación	A	B	C	C	0.75
9.Distancia máxima entre los muros	B	B	C	B	0.25
10.Tipo de cubierta	A	C	C	D	0.25
11.Estado de conservación	B	B	C	C	0.25

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 22 Valores asignados a los tipos de viviendas para los 11 parámetros

PARÁMETROS	TIPO DE VIVIENDA				PESO $W_i$
	A1	B2	C3	D4	
1.Sistema estructural	5	5	20	45	1.5
2.Calidad del sistema resistente	5	5	25	45	1.0
3.Resistencia estructural	25	25	45	45	1.0
4.Posición de la cimentación	0	0	25	45	1.0
5.Suelo y pendiente del terreno	5	5	5	5	0.5
6.Diafragmas horizontales	0	45	45	45	1.0
7.Configuración en planta	0	5	25	25	1.0
8.Configuración en elevación	0	5	25	25	0.75
9.Distancia máxima entre los muros	15	15	25	15	0.25
10.Tipo de cubierta	0	25	25	45	0.25
11.Estado de conservación	5	5	25	25	0.25

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 23 Resultados de los índices de vulnerabilidad y vulnerabilidad medio correspondiente a cada tipo de vivienda.

PARÁMETROS	TIPO DE VIVIENDA			
	A1	B2	C3	D4
1.Sistema estructural	7.5	7.5	30	67.5
2.Calidad del sistema resistente	5	5	25	45
3.Resistencia estructural	25	25	45	45
4.Posición de la cimentación	0	0	25	45
5.Suelo y pendiente del terreno	2.5	2.5	2.5	2.5
6.Diafragmas horizontales	0	45	45	45
7.Configuración en planta	0	5	25	25
8.Configuración en elevación	0	3.75	18.75	18.75
9.Distance máxima entre los muros	3.75	3.75	6.25	3.75
10.Tipo de cubierta	0	6.25	6.25	11.25
11.Estado de conservación	1.25	1.25	6.25	6.25
IV	45	105	235	315
IV MEDIO	11.76	27.45	61.44	82.35

Fuente: Elaboración propia.



Luego, debemos tener en cuenta que el Índice de Vulnerabilidad IV, se calcula de la siguiente forma:

$$IV = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

De la suma ponderada de los valores numéricos que expresan la calidad de los parámetros considerados, se debe tener en cuenta que cuanto mayor es el índice de vulnerabilidad peor es la capacidad resistente del tipo de vivienda analizada; además el índice de vulnerabilidad medio se obtiene dividiendo el índice de vulnerabilidad de cada vivienda entre el valor máximo que sería 382.5

Del cuadro de la página anterior se extrae la siguiente tabla para comentar los valores obtenidos:

Cuadro N°24 Índice de vulnerabilidad e índice de vulnerabilidad media.

Tipo de vivienda	A1	B2	C3	D4
IV	45	105	235	315
IV MEDIO %	11.76	27.45	61.44	82.35

Fuente: Elaboración propia.

Revisando los resultados, podemos ver que el índice de vulnerabilidad de los tipos de viviendas evaluadas tiene los valores de D4 (IV=315), es el de mayor vulnerabilidad seguido por C3 (IV=235) y B2 (IV=105) y A1 (IV=45) el cual vendría a ser el menos vulnerable; luego las diferencias del índice de vulnerabilidad se deben a los diferentes valores asignadas en los 11 parámetros, evaluadas en los cuadros anteriores.

Para interpretar mejor los resultados, utilizaremos un rango entendiendo este rango de la siguiente manera  $0 < I_v < 100$  a partir de esto se plantea los siguientes rangos de vulnerabilidad:

- De 1 a 15% edificaciones con niveles de vulnerabilidad bajo.
- De 15 a 30% edificaciones con niveles de vulnerabilidad medio o moderado.
- De 30 a 60% edificaciones con niveles de vulnerabilidad alto.
- Más de 60% edificaciones con un nivel de vulnerabilidad muy alto.

Cuadro N° 25 Niveles de Vulnerabilidad.

0-15%	Bajo ó 1
15-30%	Medio ó 2
30-60%	Alto ó 3
60-100%	Muy alto ó 4

Fuente: PREDES.

Cuadro N° 26 Escala de vulnerabilidad del estudio

Nivel de Vulnerabilidad	Relación de fragilidad	Posible daño estructural	Posible daño no estructural	Descripción del estado de vulnerabilidad
Bajo	0-15%	Ninguno	Localizado	Estructura sismo resistente con adecuadas técnicas constructivas. Edificaciones e infraestructura muy bien construidas, muy buena cobertura de servicios.
Moderado	15-30%	Ligero	Moderado Extensivo	Estructura de concreto, acero o madera sin adecuadas técnicas constructivas. Edificaciones e infraestructura medianamente bien construidas, suelos de calidad intermedia.
Alto	30-60%	Considerable	Cercano al total	Estructuras de ladrillo, adobe, piedra o madera, sin refuerzos

				estructurales, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha
Muy alto	60-100%	Grave	Grave Colapso	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario, en mal estado de construcción, suelos colapsables, muy baja cobertura de servicios, ausencia de gestión ambiental, población de escasos recursos económicos.

Fuente: INDECI, [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

Según lo anterior, para las viviendas evaluadas en Quilmaná tenemos:

RANGO DE VULNERABILIDAD	TIPO DE VIVIENDA
BAJA	A1 (11.76%)
MODERADO	B2 (27.45%)
ALTA	C3 (61.44%)
MUY ALTO	D4 (82.35%)

De aquí podemos concluir, que las viviendas menos vulnerables serán las del tipo A1, es decir las viviendas construidas con material noble y techo de concreto las cuales son viviendas confinadas y tendrán mejor resistencia ante un sismo, caso contrario sucede con las viviendas del tipo C3, viviendas hechas de adobe y las viviendas del tipo D4 que son del tipo precario al no tener un adecuado confinamiento y elementos estructurales, estas son susceptibles a mayor daño por ende la vulnerabilidad de las viviendas es mayor.

Cuadro N° 27 Vulnerabilidad física por sismo

Tipo de vivienda	Datos obtenidos	Total	%	Valoración de vulnerabilidad	Porcentaje obtenido	Vulnerabilidad Física
A1	1181	4425	26.69%	1	0.27	2.32
B2	1067		24.11%	2	0.48	
C3	1743		39.39%	3	1.18	
D4	434		9.81%	4	0.39	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, evaluando en conjunto todas las viviendas del distrito de Quilmaná obtenemos la vulnerabilidad física por sismo con un valor de 2.32, según los niveles de vulnerabilidad, este valor nos representa una vulnerabilidad alta en las viviendas, este valor nos ayudará a evaluar el riesgo en el capítulo V.

#### 4.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR HUAICOS E INUNDACIONES.

Para analizar la vulnerabilidad ante peligros, se plantea tener la siguiente consideración, se va a elaborar indicadores utilizados en los diferentes tipos de vulnerabilidad los cuales están relacionados a las condiciones que se presentan en este caso en Quilmaná, tomando en cuenta sus particularidades propias de este distrito.

Teniendo en cuenta la posible ocurrencia del fenómeno del niño, el cual provoca lluvias extraordinarias produciendo los hualcos e inundaciones en mención, los elementos considerados potencialmente vulnerables serán descritos a través del análisis de vulnerabilidades, luego los indicadores y variables serán asignados a cada vulnerabilidad.

Está de más decir, que los desastres generarán daños en la infraestructura pública y privada, así como impactos socioeconómicos y ambientales; entonces los elementos que pueden ser dañados por las inundaciones se considerarán como lo que podría ser impactado.

#### Identificación y Caracterización de receptores:

Población, actividad económica y ambiente.

### Identificación de los tipos de Vulnerabilidad.

En esta parte se procederá a identificar los tipos de vulnerabilidad, en forma directa e indirecta que están involucrados con elementos previamente identificados, estos son vulnerables ante la ocurrencia de los desastres en mención, se procede a mencionar entonces las siguientes vulnerabilidades:

- Vulnerabilidad Física.
- Vulnerabilidad Ambiental-Ecológica.
- Vulnerabilidad Económica.
- Vulnerabilidad Social.
- Vulnerabilidad Educativa.

Ahora, el trabajo siguiente será determinar cada una de las vulnerabilidades descritas anteriormente.

#### 4.2.1 Identificación y análisis de los indicadores.

Previamente se identificaron los elementos expuestos al peligro, luego se realiza el análisis de las vulnerabilidades que se van a necesitar, las cuales se encuentran asociadas a los posibles huaicos e inundaciones, se procederá a identificar, evaluar y analizar los diversos indicadores que reflejarán el nivel de fragilidad y capacidades que caracterizan al distrito de Quilmaná.

Por lo tanto; este análisis, nos permitirá tener una visión metodológica de las causas, estado y capacidades poblacionales frente al peligro en Quilmaná.

Cuadro N° 28 Tipos de Vulnerabilidad.

TIPOS DE VULNERABILIDADES	VARIABLES
VULNERABILIDAD FÍSICA	Localización de viviendas
	Material de construcción utilizada en viviendas.
	Tipo de suelo, características geológicas.

VULNERABILIDAD AMBIENTAL-ECOLÓGICA	Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos.
	Explotación de los recursos naturales.
VULNERABILIDAD ECONÓMICA	Fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos.
	Actividad económica.
	Grado de escasez (servicios).
VULNERABILIDAD SOCIAL	Nivel de organización.
	Grado y tipo de relación e integración entre las instituciones y organizaciones locales.
VULNERABILIDAD EDUCATIVA	Existencia de capacitación en colegios en temas concernientes a defensa civil.
	Existencia de capacitación de la población civil en temas concernientes a defensa civil.
	Campañas de difusión (TV, radio y prensa)

Fuente: INDECI (2011).

#### 4.2.2 Determinación de la vulnerabilidad física.

Para determinar esta vulnerabilidad física se tendrá en cuenta las siguientes variables recomendadas por INDECI, en su libro estimación del riesgo ante movimientos en masa en laderas, luego se tiene:

Cuadro N°29 Localización de Viviendas.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Muy cercano 0.2 - 0 km	$0.75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Cercana 0.2 - 1 km	$0.50 \leq R < 0.75$	Alta
Medianamente cerca 1-5 km	$0.25 \leq R < 0.50$	Media
Muy alejada > 5 km	$0 < R < 0.25$	Baja

Fuente: INDECI (2011).

Cuadro N°30 Material de construcción utilizado en viviendas.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Estructuras de adobe, y otros de menor resistencia, en estado precario.	$0.75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	$0.50 \leq R < 0.75$	Alta
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	$0.25 \leq R < 0.50$	Media
Estructura sismo resistente (de concreto y acero).	$0 < R < 0.25$	Baja

Fuente: INDECI (2011).

Cuadro N°31 Características geológicas, calidad y tipo de suelo.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta con turba, material inorgánico, etc.).	$0.75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	$0.50 \leq R < 0.75$	Alta
Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	$0.25 \leq R < 0.50$	Media

Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas.	$0 < R < 0.25$	Baja
---	----------------	------

Fuente: INDECI (2011).

Cuadro N°32 Cumplimiento de la normativa vigente de los procesos constructivos.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente.	$0.75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Con normativa vigente sin cumplimiento.	$0.50 \leq R < 0.75$	Alta
Con normativa vigente medianamente cumplidas.	$0.25 \leq R < 0.50$	Media
Con normativa vigente estrictamente cumplidas.	$0 < R < 0.25$	Baja

Fuente: INDECI (2011).

Para la determinación del grado de vulnerabilidad física, se están tomando en cuenta cuatro variables, estas son las que se mostraron en los cuadros anteriores, y son la localización de viviendas. Esto nos permitirá ver que viviendas son las más vulnerables ya que las que se encuentren más cercanas al sitio de los eventos ocurridos por los fenómenos serán las más afectadas; otra variable viene a ser la característica geológica, calidad y tipo de suelo debido a que nos permitirá conocer si el terreno es permeable, así como la resistencia con la que cuenta.

Además, el cumplimiento de la normativa técnica peruana vigente para los procedimientos constructivos, luego para cada variable se establecen indicadores estos tienen rango de medición y grados de vulnerabilidad.



Luego, los valores que se establecen para cada rango serán en el intervalo de 0 a 1, según:

Cuadro N° 33 Rango de valores para las variables.

$0.75 \leq R \leq 1$
$0.50 \leq R < 0.75$
$0.25 \leq R < 0.50$
$0 < R < 0.25$

Fuente: INDECI (2011).

Luego una vez establecidos los valores de cada variable, se continúa determinando el grado de vulnerabilidad física, esto se calcula como el promedio de las cuatro variables a través del siguiente promedio:

$$VF = \frac{Lv + Cv + Cg + Cn}{4}$$

Donde se considera el mismo peso para cada variable.

Donde:

VF= Vulnerabilidad física

Lv= Localización de viviendas

Cv= Construcción utilizada en vivienda

Cg= Características geológicas, calidad y tipo de suelo

Cn= Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos.

Una vez obtenido los resultados a partir de la aplicación de la fórmula mostrada, se considera la siguiente tabla:

Cuadro N° 34 Rango de vulnerabilidad y grado.

RANGO DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA	GRADO
$0.75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
$0.50 \leq R < 0.75$	Alta
$0.25 \leq R < 0.50$	Media
$0 < R < 0.25$	Baja

Fuente: INDECI (2011).

#### 4.2.3 Valoración de la vulnerabilidad física.

En este punto utilizaremos los valores obtenidos de los cuadros N° 12, 13, 14 y 15, del presente estudio. Todos estos fueron obtenidos de la fuente INEI, luego como trabajo de gabinete se realizó la siguiente grafica descriptiva:

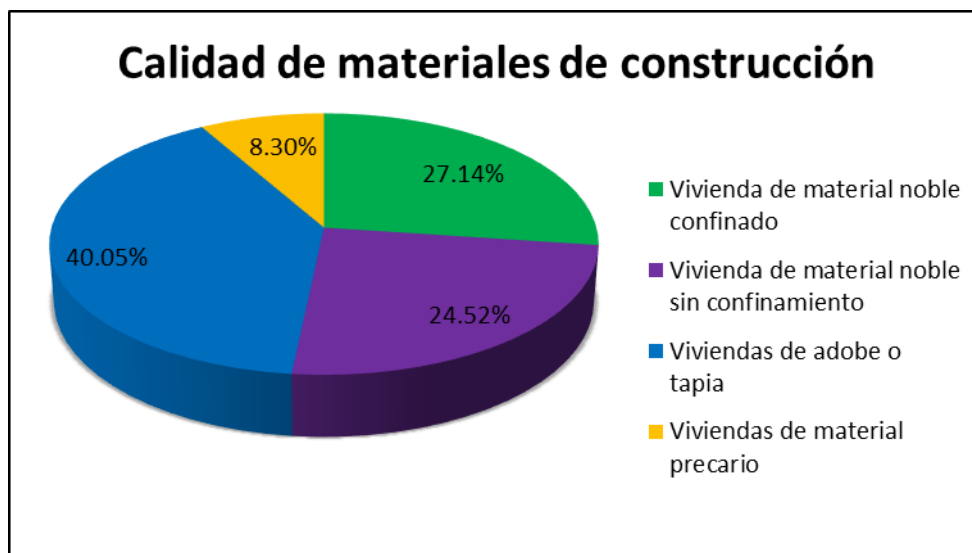


Figura N° 22: Materiales utilizados en las viviendas de Quilmaná.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Como se puede observar, la mayoría de viviendas están hechas por adobe o tapia que representa el 40% del total de viviendas, lo cual representa una vulnerabilidad alta, por otra parte 27% de la población cuenta con viviendas de material noble confinado, el 25 % si bien es cierto es de material noble pero le falta confinamiento, y finalmente el 8% de las viviendas son de material del tipo precario y tienen un grado de vulnerabilidad considerada como muy alta.

Luego, de la evaluación de gabinete anterior podemos decir que las viviendas más afectadas durante un evento como el huaico o inundaciones son las viviendas de adobe y las de material precario, ya que estas últimas no cuentan con un sistema estructural, y al estar en contacto con el agua se verán gravemente afectadas.

#### 4.2.4 Ubicación de la vivienda.

Según el artículo 194°, de la Constitución Política del Perú, modificado por la ley de reforma constitucional N° 28607, concordante con el artículo II del título preliminar de la ley orgánica de Municipalidades, las municipalidades son órganos que gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia.

Además, el artículo 68° de la Constitución Política del Perú establece la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas, obligación que no sólo compete al gobierno central, sino también a los gobiernos regionales y locales dentro de un proceso de descentralización.

El artículo 113, inciso 1 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, precisa que las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico. Están conformadas por las áreas inmediatas superiores a las riberas de las fuentes de agua, naturales o artificiales.

Que conforme lo establece el artículo 115° inciso 1 del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, está prohibido el uso de las fajas marginales para fines de asentamiento humano, agrícola u otra actividad que les afecte. La Autoridad Nacional del Agua en coordinación con los gobiernos locales y Defensa Civil promoverán mecanismos de reubicación de poblaciones asentadas en fajas marginales.

El reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales de los cauces de agua naturales o artificiales R.J. N° 332-2016-ANA, en su artículo 12° establece los criterios generales para determinar el ancho mínimo de la faja marginal.

El artículo 4°, de la Ley N° 30643 Ley que modifica a la Ley 29868, Ley de reasentamiento poblacional, para zonas de muy alto riesgo no mitigable, declara como zona intangible e inhabitable aquellas áreas que se encuentren en condición de riesgo no mitigable, por lo que está prohibido el otorgamiento de titularidad y dotación de servicios públicos.

En nuestro caso, la determinación del límite superior de la ribera se determinará utilizando la metodología de huella máxima. Para ello se ha identificado el nivel de agua alcanzado en su máxima avenida siguiendo el siguiente procedimiento:

- Se utilizó el Gps Garmín modelo GPSmap 60CSx para la configuración del cauce insitu.
- Se segmentó el cauce en tramos por secciones correlativas.
- Se identificó la huella máxima en cada sección y en ambos márgenes; es decir, la marca dejada por el agua durante el periodo de máxima creciente.

Finalmente, se debe prohibir la construcción de viviendas, habilitaciones urbanas y otros similares en las fajas marginales quebradas y riberas de los ríos.

Cuadro N° 35 Ancho mínimo de faja marginal en cuerpos de agua.

Tipo de fuente	Ancho mínimo (m)
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%), encañonados de material rocoso.	3
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%), material conglomerado.	4
Tramos de ríos con pendiente media (1-2%).	5
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1%), y presencia de defensas vivas.	6
Tramos con ríos con baja pendiente (menores a 1%) y riberas desprotegidas.	10
Tramos de ríos con estructuras de defensa ribereña (gaviones, diques, enrocados, muros, etc.), medidos a partir del pie de talud externo.	4
Tramos de ríos de selva con baja pendiente (menores a 1%).	25

Lagos y lagunas.	10
Reservorios o embalses (cota de vertedero de demasías).	10

Fuente: R.J. N° 332-2016-ANA (2016).

Del cuadro anterior, nos ubicamos en 2 puntos de acuerdo a la realidad del distrito de Quilmaná, la primera consideración es el tramo del río tiene una pendiente de 1-2%, la segunda tiene que ver con una ribera desprotegida como es el caso del río Seco; entonces de manera conservadora se va utilizar un ancho mínimo de 10 m para la faja marginal, para el cauce del río Seco se tendrá entonces 10 m a la izquierda y 10 m a la derecha.

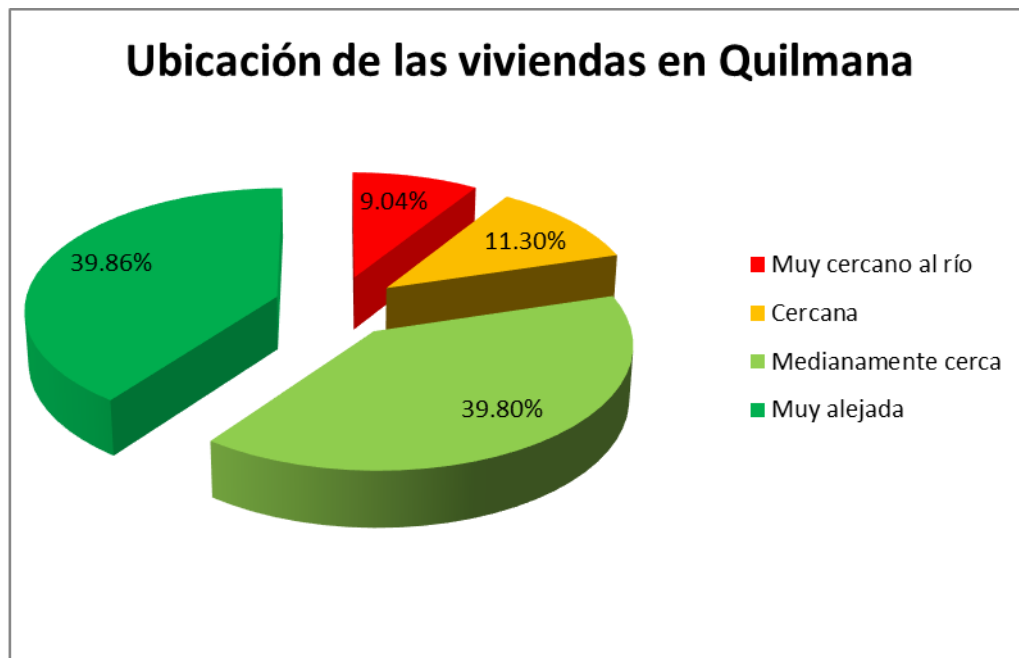


Figura N° 23: Ubicación de las viviendas respecto al Río Seco.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Luego de la gráfica y la visita al lugar del estudio, podemos decir que la población que vive muy cerca de la faja marginal del río representa el 9%, mientras el 11.3% viven a partir de los 200 m de la ribera del río por lo que se considera cercana al cauce. El restante de la población se encuentra medianamente cerca 39.8%, finalmente 39.9% se encuentran alejadas del cauce del río Seco.

#### 4.2.5 Características geológicas y tipo de suelo.

En este punto se va a utilizar el estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación, correspondiente al Mejoramiento de los servicios educativos de la I.E.I. N° 606 en Quilmaná, ya que necesitamos precisar características del tipo de suelo además de utilizar también el mapa de suelos de la ONERN. El estudio de mecánica de suelos es anexado en la presente tesis como sustento para la elaboración de las características geológicas.

El trabajo de exploración de campo se realizó en junio del 2017 y consistió en la excavación de 3 calicatas hasta una profundidad máxima de 3 m que permitieron la obtención de muestras de suelo alteradas para los respectivos ensayos de laboratorio. No se encontró el nivel freático.

La densidad de campo se realizó mediante el método cono de arena a una profundidad de 2.50 m, obteniéndose las densidades naturales del suelo igual a 1.70 g/cm<sup>3</sup> y 1.90 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Con las muestras obtenidas en la exploración, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro N° 36 Resumen de muestras extraídas por calicata

<b>Calicatas</b>	<b>Muestras (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Clasificación SUCS, AASHTO</b>
<b>C-1</b>	M-01	0.60 - 3.00	SW-SM (A-1-b(0))
<b>C-2</b>	M-01	0.60 - 3.00	GW (A-1-a(0))
<b>C-3</b>	M-01	0.60 - 1.50	GW-GM (A-1-a(0))
	M-02	1.90 - 3.00	SM (A-2-4(0))

Fuente: Estudio de mecánica de suelos del distrito de Quilmaná (2017)

Luego, del cuadro anterior podemos decir que el área de estudio está conformada por suelos arcillosos con arena de rigidez muy baja o muy blanda, dicha rigidez se incrementa ligeramente a mayor profundidad. En función a la exploración de campo, el tipo de suelo de la cimentación para viviendas en esta

zona es S3 correspondiente a suelos blandos, con un factor de suelo  $S=1.10$  y periodos  $T_P$  y  $T_L$  igual a 1.0 s y 1.6 s respectivamente.

El perfil estratigráfico está representado por los registros de las calicatas C-1, C-2 y C-3. Este perfil indica que desde los -0.00 m hasta los -0.60 m de profundidad, el sub suelo está conformado por material de arenoso. Debajo de -0.60 m continua un material homogéneo que está constituido por arena con limo y grava, grava con matriz arenosa y arena limosa, hasta la profundidad explorada de 3m. En los sondajes ejecutados no se alcanzó el nivel freático. La capacidad admisible del suelo varía entre 1.20-1.60 Kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente, encontramos la presencia de estribaciones de la vertiente occidental de la cadena montañosa andina, en un porcentaje aproximado del 22.69% y llanuras marítimas y eólicas que nos representa el mayor porcentaje 77.31% del total. Con estos valores se elaborará la siguiente gráfica.

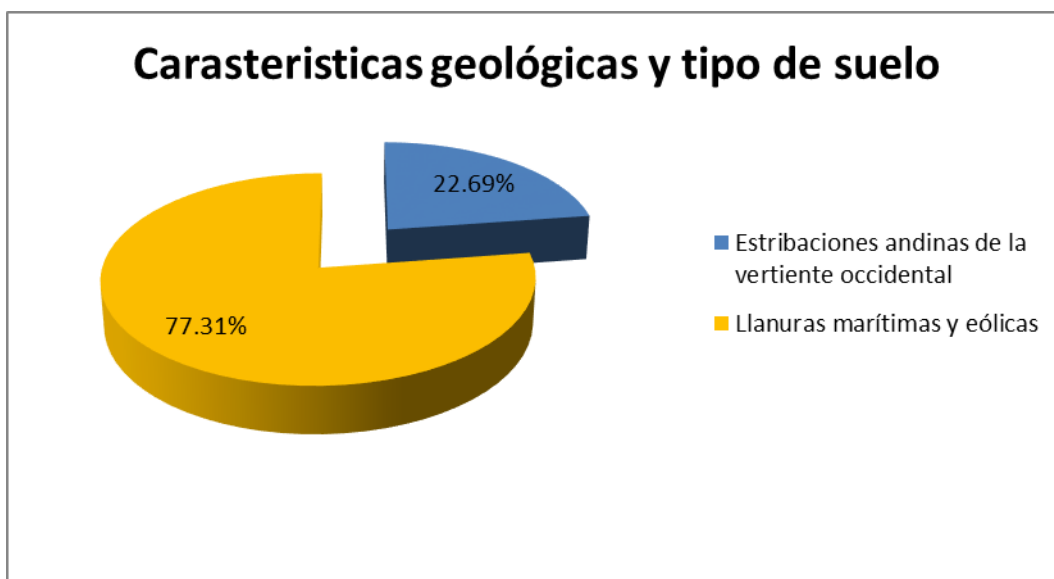


Figura N° 24: Tipos de suelo y geología.

Fuente: Mapa de suelos ONERN (1970).

Ahora, teniendo en cuenta los tipos de terreno cerca del río, se determina que el 77.31% corresponde a suelos con presencia de material de relleno y arcilloso limoso y de baja carga admisible variando entre 1.20-1.60 Kg/cm<sup>2</sup>, sobre el cual están construidos la mayoría de viviendas en el distrito de Quilmaná; por todo esto el grado de vulnerabilidad que representa este tipo de suelo debe ser

considerado como vulnerabilidad muy alta y vulnerabilidad alta. De lo anterior se aprecia que la vulnerabilidad es alta ante el riesgo de una inundación debido a que puede afectar a la cimentación de las viviendas y más aún debido a que el suelo presenta material arcilloso limoso.

#### 4.2.6 Cumplimiento de la normativa vigente de los procesos constructivos.

Durante épocas de intensas lluvias y desborde de los ríos, se genera el colapso de diversas viviendas en las diferentes zonas del país, las razones que generan este colapso tiene que ver con la forma de construcción de cada vivienda ya que muchas de estas son construidas de manera informal por sus propietarios; es decir no tienen supervisión técnica en todo su proceso, debido a que el propietario construye bajo la dirección de un maestro de obra, pero no bajo la guía de un ingeniero o arquitecto.

Estos desastres se incrementan, por la ocupación de la población en terrenos de riesgo, debido a esto se construyen viviendas en zonas de alta vulnerabilidad generándose un círculo vicioso en el desastre.

El Doctor Javier Piqué del Pozo en una entrevista al diario La República, en mayo del 2018 invoca a los peruanos a seguir las normas establecidas para la construcción de sus viviendas y reforzar las que tengan deficiencias ya que se estima que el 70% de las viviendas en Lima son producto de la autoconstrucción. Esta cifra genera una alta vulnerabilidad en dichas viviendas, a nivel nacional el nivel de vulnerabilidad afecta al 60% de familias que viven en casas inseguras. (La Republica, 2018).

La población peruana en el contexto sociocultural, nos indica que la mayor parte de informalidad toma el hecho de autoconstruir como un derecho que para ellos es lo normal, y se justifican por el motivo de tener pocos recursos económicos. Tomando en cuenta que el ingreso promedio familiar mensual para el 2017 es de 1,175.40 soles, el municipio de Quilmaná debe ser más tolerante con los estratos de la población D y E. (INEI, 2017).



Cuadro N° 37 Evaluación de los componentes de formalidad.

Motivos por el que es poco o nada importante contar con licencia de construcción.	
Representa muchos gastos	28%
No es necesario (obra pequeña).	23%
Todos construyen sin permiso	20%
Está en el interior de la casa	14%
Es para que lucre la municipalidad	12%
Genera muchos tramites e impuestos	10%

Fuente: Capeco (2015).

De todo lo anteriormente comentado, se procede a realizar la siguiente gráfica del cumplimiento de la normativa vigente.

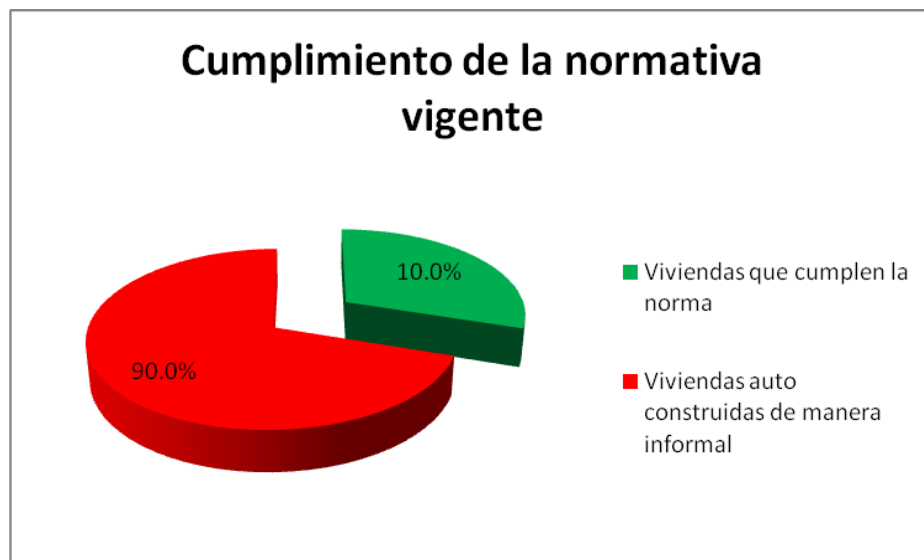


Figura N° 25: Cumplimiento de la normativa.

Fuente: CAPECO (2017).

En el presente cuadro, los valores mostrados nos indica que el 90% corresponde a viviendas construidas sin supervisión de profesionales como ingenieros y arquitectos, esto genera que dichas viviendas presenten un grado de vulnerabilidad muy alto más aun con el peligro de huaicos e inundaciones que ocurren cada cierto tiempo en Quilmaná.

La población no toma en cuenta que la ubicación de sus viviendas está expuesto a una vulnerabilidad muy alta, además que las condiciones del suelo no son buenas y están expuestas al peligro de inundaciones.

Luego, una vez evaluado los indicadores se procederá a utilizar las pautas dadas por INDECI, donde se procederá a evaluar la vulnerabilidad física.

Cuadro N° 38 Clasificación y valoración de la vulnerabilidad

VULNERABILIDAD BAJA	$<25\%$ ó 1
VULNERABILIDAD MEDIA	$25\% \leq a < 50\%$ ó 2
VULNERABILIDAD ALTA	$50\% \leq a < 75\%$ ó 3
VULNERABILIDAD MUY ALTA	$75\% \leq a \leq 100\%$ ó 4

Fuente: INDECI (2011)

Cuadro N° 39 Valoración de la vulnerabilidad física.

CRITERIOS A EVALUAR		DATOS OBTENIDOS	TOTAL	%	VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	PORCENTAJE OBTENIDO	SUMATORIA DE LA VULNERABILIDAD	VULNERABILIDAD FISICA REAL
Localización de viviendas	Muy cercano	400	4425	9.04%	4	0.36	1.9	2.67
	Cercana	500		11.30%	3	0.34		
	Medianamente cerca	1761		39.80%	2	0.80		
	Muy alejada	1764		39.86%	1	0.40		
Materiales de construcción usado en viviendas	Esteras	367	4425	8.30%	4	0.33	2.29	
	Adobe	1772		40.05%	3	1.20		
	Bloques de cemento	1085		24.52%	2	0.49		
	Ladrillo cemento	1201		27.14%	1	0.27		
Características geológicas	Suelos colapsables	-	4425	-	4	-	2.77	
	Baja capacidad portante	3421		77.31%	3	2.32		
	Mediana capacidad portante	1004		22.69%	2	0.45		
	Suelos de buenas características	-		-	1	-		
Cumplimiento de la normativa	Incumplimiento	3983	4425	90.00%	4	3.6	3.7	
	Cumplimiento	442		10.00%	1	0.1		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa del cuadro anterior, que la vulnerabilidad física total para el caso de huaicos e inundaciones tiene un valor cuantificado de 2.67, para nuestro análisis vamos a considerar valores mayores a 2.5; lo que significa, que la vulnerabilidad es alta, este resultado es congruente en la comunidad visto que los datos recogidos además de las visitas de campo realizadas se pueden apreciar que el distrito de Quilmaná no cuenta con una comunidad organizada, además de no tener algún plan con fines de prevenir desastres.

Ahora, del cuadro N° 39 se debe resaltar que las viviendas que no cumplen la normativa presentan una vulnerabilidad muy alta, esto debido al gran porcentaje de viviendas que son autoconstruidas, sin cumplir las normas técnicas y no estar supervisadas por profesionales competentes.

En este análisis también se debe mencionar que las características geológicas no son muy buenas, por tener una baja capacidad portante, por lo que esto representa una vulnerabilidad muy alta, finalmente la localización de viviendas presenta una vulnerabilidad media ya que producto de las repetidas inundaciones y huaicos ha generado miedo en la población, pero aún muchos persisten en construir sus viviendas cerca al río.

## CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE RIESGOS

Luego de haber identificado y analizado los peligros en el distrito de Quilmaná, lugar donde se ha desarrollado el presente estudio, y elaborado en el capítulo anterior sus respectivos análisis de vulnerabilidad, el siguiente paso sería calcular el nivel de riesgo del área en estudio. Es decir, estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural.

Calcular el riesgo responde al análisis y combinación de datos teóricos, empíricos respecto a la probabilidad de ocurrencia del peligro identificado, entonces las condiciones espacio-temporales del área de estudio representado en las distintas dimensiones de vulnerabilidad.

Existe una variedad de criterios o métodos para el cálculo del riesgo, por un lado el analítico o matemático y por otro lado el descriptivo.

Luego el método a considerar, se basa primordialmente en la aplicación probabilística con la siguiente ecuación:

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

Donde:

R= Riesgo

f=En función

P= Peligro

V= Vulnerabilidad

Esta ecuación es referencia para estimar el riesgo, donde cada variable:

Peligro (P), vulnerabilidad (V) y, riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad.

Para estratificar el nivel del riesgo, se hace uso de una matriz de doble entrada, la cual se conoce como matriz de grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad, para esto se necesita que se halle determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Entendiéndose el valor (X, Y), en un plano cartesiano. Donde en el eje Y se tiene los niveles del peligro y en el eje de la X se tienen las vulnerabilidades.

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. (INDECI, 2006).

A continuación, se presenta el cuadro matriz del riesgo-método simplificado para la determinación del nivel de riesgo, esta matriz de doble entrada nos permite determinar el nivel del riesgo, sobre la base del conocimiento del peligro y vulnerabilidades anteriormente encontradas en el capítulo IV del presente estudio.

Cuadro N° 40 Matriz del riesgo.

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

Fuente: INDECI (2011)

Cuadro N° 41 Niveles de riesgo y rangos

Riesgo Muy Alto		$0.75 \leq R \leq 1$
Riesgo Alto		$0.50 \leq R < 0.75$
Riesgo Medio		$0.25 \leq R < 0.50$
Riesgo Bajo		$0 < R < 0.25$

Fuente: INDECI (2011)

### 5.1 VALORACIÓN DEL PELIGRO

En esta parte vamos a analizar toda la información recogida del tipo relevante, sobre la identificación del peligro esto según la evaluación de daños y análisis de necesidades-EDAN anexado en la presente tesis y las imágenes obtenidas de damnificados por desastres en Cañete distrito de Quilmaná también anexadas; luego, debemos tener en cuenta que la zona de estudio comprende el cauce del Río Seco, el cual cruza todo el distrito de Quilmaná.

Esto ocasiona un peligro constante, cada vez que se produce el fenómeno del niño, además se debe resaltar la baja capacidad portante que tiene el suelo, a esto se le debe sumar la auto construcción de viviendas con una cercanía muy preocupante y sin supervisión de algún profesional. Previa evaluación en este estudio, se ha encontrado una vulnerabilidad muy alta ya que el distrito de Quilmaná está expuesto a huaicos e inundaciones, a esto agregar que debido a su ubicación geográfica está expuesta a posibles sismos que pueden ocurrir en cualquier momento.

Por los motivos explicados anteriormente se considerará que el área de análisis cuenta con una valoración de **PELIGRO ALTO**.

### 5.2 ESTIMACIÓN DE RIESGO POR SISMO

En este punto se encontrará la estimación de riesgo, previamente para ello se halló el nivel de vulnerabilidad por sismo en el capítulo IV. Esto se realizó con la ayuda del método de Benedetti y Petrini (1984), con el fin de encontrar la vulnerabilidad de las viviendas en el distrito de Quilmaná, entonces del cuadro N° 27 vulnerabilidad física por sismo; obtenemos la vulnerabilidad física por sismo le corresponde un valor de 2.32. Este valor se debe tener claro, ya que representa una vulnerabilidad alta en las viviendas.

Luego, teniendo en cuenta que el riesgo está en función del peligro y la vulnerabilidad y estos dos han sido hallados anteriormente; ahora, se procede a utilizar el cuadro N° 42 matriz de riesgo, para poder determinar el grado de riesgo por sismo. A continuación, se procede a encontrar dicho valor utilizando el siguiente cuadro:

Cuadro N° 42 Matriz del riesgo.

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

Fuente: INDECI (2006)

Finalmente, de la intersección de los valores de peligro y la vulnerabilidad obtenemos el nivel de riesgo esperado de acuerdo a la metodología de INDECI, según la tabla anterior obtenemos los siguientes resultados:

Vulnerabilidad: **ALTA**

Peligro: **ALTO**

Riesgo: **ALTO**



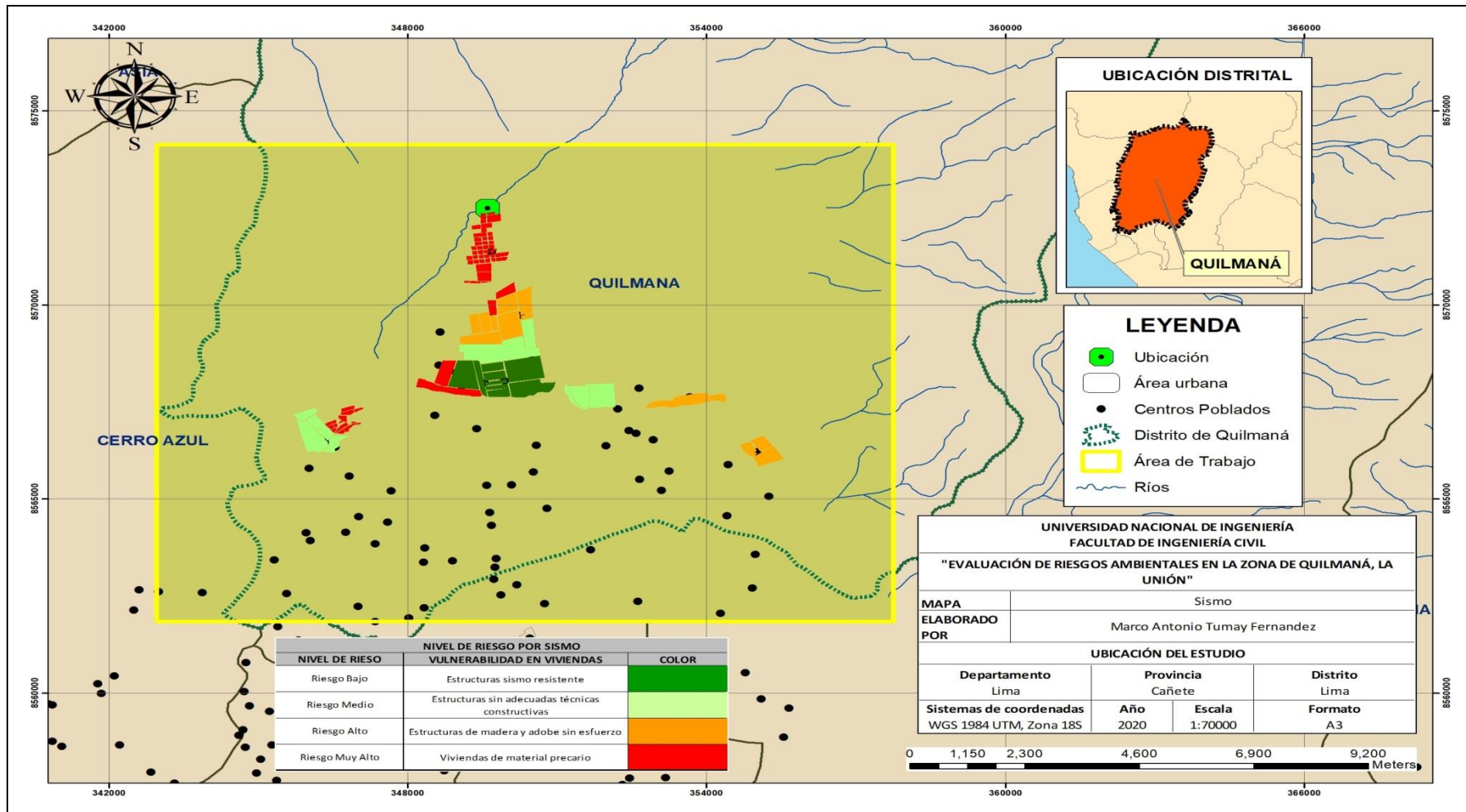


Figura N° 26: Mapa de riesgo por sismo.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 ESTIMACIÓN DE RIESGO POR HUAICOS E INUNDACIONES

Análogamente al caso anterior, se determinará el nivel de riesgo, utilizando la vulnerabilidad por el método del INDECI, para la población de Quilmaná se logró determinar que la vulnerabilidad física real por huaicos e inundaciones es alta con un valor aproximado de 2.67, ha esto considerando que el nivel de peligro es alto. Ahora encontraremos el nivel de riesgo con el cuadro N° 42 matriz de riesgo según:

Cuadro N° 42 Matriz del riesgo.

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

Fuente: INDECI (2006)

Luego, se procede a realizar la intersección correspondiente a la vulnerabilidad y el peligro para obtener el nivel de riesgo esperado según la metodología INDECI. Finalmente, los resultados obtenidos son:

Vulnerabilidad: **ALTA**

Peligro: **ALTO**

Riesgo: **ALTO**

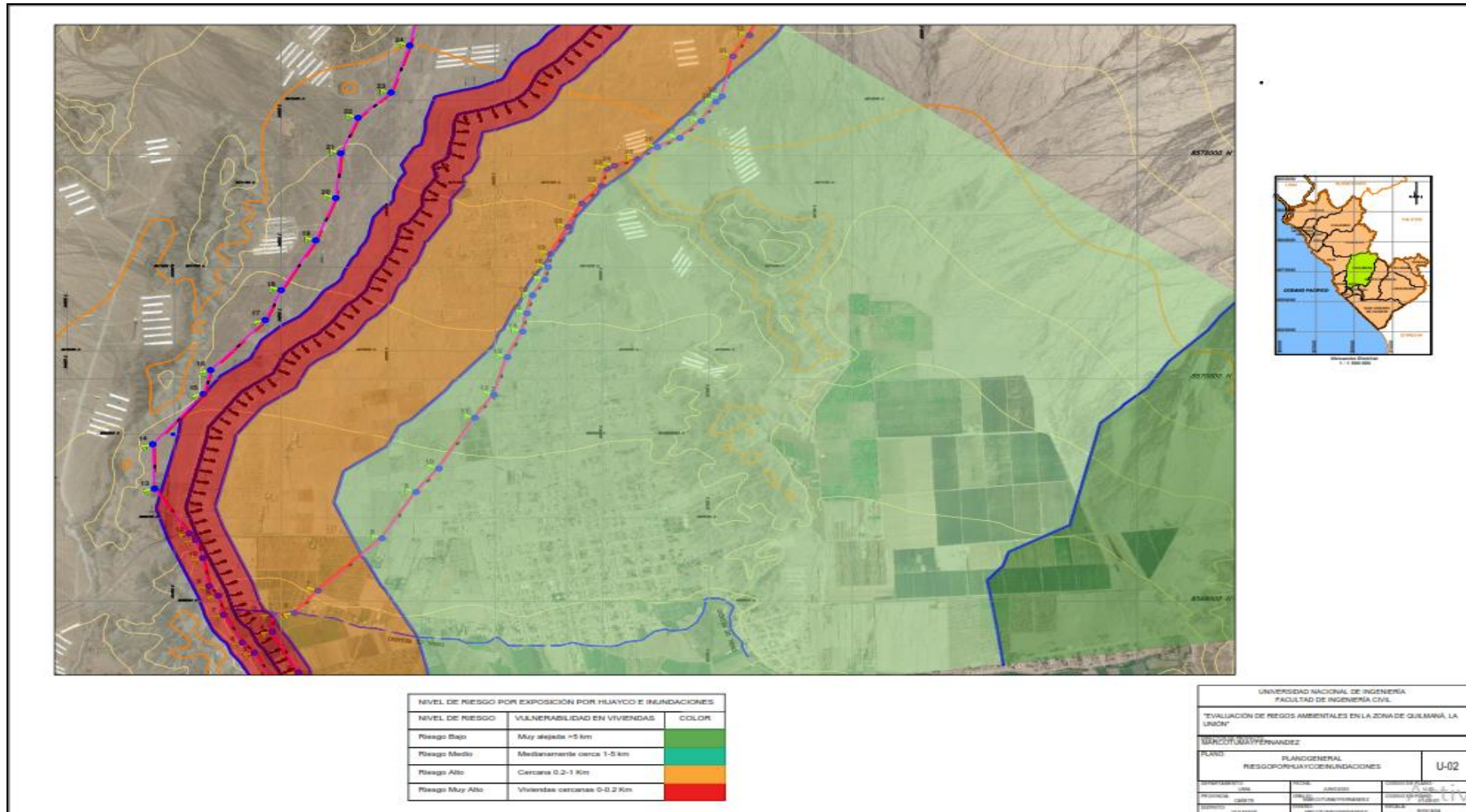


Figura N° 27: Mapa de huaicos e inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE PROYECTOS**

### **6.1 MEDIDAS ESTRUCTURALES.**

En este capítulo, se presentan obras destinadas al control de huaicos e inundaciones las cuales se pueden clasificar en:

#### 6.1.1 Obras de regulación.

Son trabajos destinados a corregir, con el fin de estabilizar los movimientos de masa modificando la geomorfología, según lo siguientes trabajos:

- Excavación y rellenos.
- Eliminación de material suelto.
- Eliminación de masa inestable en laderas.
- Reducción de la altura del talud.
- Construcción de banquetas.

De acuerdo a la realidad del distrito de Quilmaná, se recomienda los trabajos mencionados principalmente en la zona intermedia del cauce del Río Seco, debido a que son una respuesta rápida entre la causa y el efecto.

De la misma forma, las medidas que puedan regular la presencia de agua dentro o sobre las laderas, como:

Corrección por efecto de la reducción del nivel freático mediante drenajes, tales como:

- Perforaciones de drenaje verticales o pozos verticales de drenaje.
- Perforaciones de drenaje horizontal.
- Zanjas de drenaje en laderas.
- Zanjas de talud.
- Zanjas horizontales.

De acuerdo a la realidad del distrito de Quilmaná, estas medidas no serían necesarias, pues el estudio de suelos realizado nos indica que no se encontró la napa freática hasta una profundidad máxima de 3 m. (AMARA, 2017).

#### 6.1.2 Obras de rectificación.

La protección contra erosión y deslizamientos mediante forestación, en la zona alta de las quebradas en la naciente del Río Seco, puede generar fortalecimiento de las capas superiores de la zona con tendencia a deslizarse reduciendo la filtración del agua y disminuyendo el impacto inmediato o a mediano plazo.

La Tara es una especie vegetal que se adaptaría con facilidad ya que resiste a la sequía, plagas y enfermedades debiendo regarse por medio de camiones cisternas.

#### 6.1.3 Obras de protección.

Se refiere a las infraestructuras, que sirven para evitar o mitigar el posible daño que puede afectar a seres humanos y la infraestructura del tipo pública y privada, luego estas estructuras actuarán como:

- Disipadores de energía instalados para proteger a la población.
- Estructuras de diques de mampostería de piedra.
- Canalización del lecho.
- Estructuras artesanales de caña de Guayaquil y otros.
- Estructuras de protección de movimiento de masas ligadas a remoción de masas en laderas contra caída de rocas y volcamientos.
- Protección contra volcamiento de rocas, con malla de acero tensadas, la cual se conoce como (barrera dinámica).
- Muros de concreto ciclópeo o de concreto armado (barrera estática).
- Estabilización de rocas inestables en taludes, mediante mallas ancladas.
- Gaviones de protección contra caídas de rocas.
- Diques secos con protección de mampostería de piedra.
- Canales de bifurcación. (INDECI, 2011).

Finalmente, en la zona de Quilmaná se recomienda la construcción de:

Diques de mampostería de piedra, en la zona alta del cauce del Río Seco debido a que es una solución simple, eficaz y sobre todo por presentar una resistencia suficiente para soportar las fuerzas del huaico reduciendo la velocidad del flujo depositando el material de huaico en las zonas superiores. Se recomienda tener un adecuado sistema de drenaje y retirar el material de huaico atrapado antes y posterior a ello.

## GENERALIDADES DE LAS OBRAS TRANSVERSALES

Solución simple y eficaz.

- ✓ El perfil más recomendable la sección trapezoidal (variedades).
- ✓ Materiales de construcción: mampostería hidráulica.
- ✓ Limitación 15 m de altura incluyendo la cimentación.

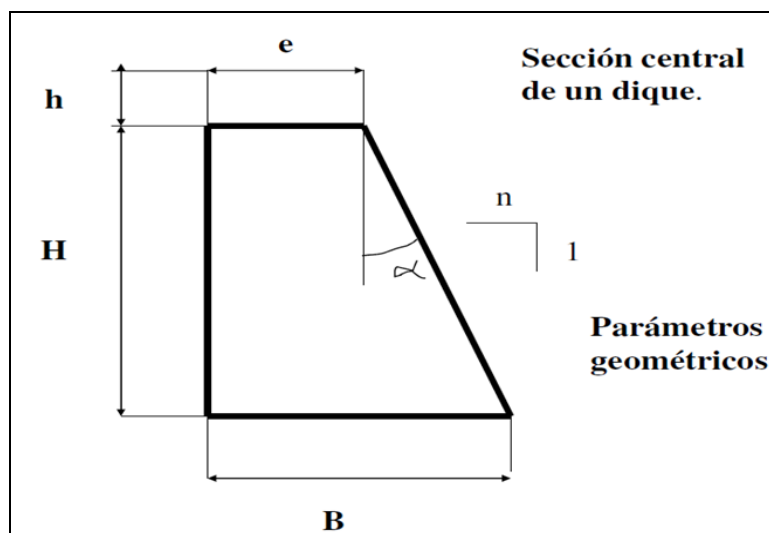


Figura N° 28: Dique transversal o de escombros.

Fuente: (García, 2011).

## DIMENSIONES DE LA OBRA VISTA

Altura, H:

- ✓ Se fija según el problema a corregir. Se adopta una altura inicial de 1.5 m de altura.
- ✓ Se tendrá en cuenta la sección transversal donde se ubique debiendo ajustarse a la geometría del terreno.

- ✓ Para el caso de un dique transversal de escombro o de retención se establece la máxima posible para que retenga el mayor número de material. (García, 2011).

Espesor de coronación, e.

Para obtener la expresión en la coronación del dique (A-A') y se estudia el deslizamiento luego:

$$c.E = P.f$$
$$c..X.(h+X/2) = \gamma_s.(e.X+1/2.X^2.tga).f$$

Dónde:

e, es el espesor de coronación (m).

X, es la distancia de coronación sección (A-A').

$\gamma$  y  $\gamma_s$ , son los pesos específicos.

a , es el ángulo del talud.

f, es el coeficiente de rozamiento.

c, es un coeficiente de seguridad (1-1.3).

h, es la altura de la lámina vertiente (m).

$$e = \gamma.h.c / \gamma_s.f$$

Datos básicos de la cimentación.

- ✓ Asentamiento en el terreno, tipo de material del cauce y de los taludes de las márgenes elegidas.
- ✓ Se parte de la hipótesis del reparto de la sub presión a lo largo de la longitud de cimentación.
- ✓ Se debe conocer la compresión admisible del terreno  $\sigma_{adm}$  según norma.
- ✓ Se adopta una altura inicial de 1 m de altura para la zapata, que se puede sustituir, sino se consigue cumplir las condiciones de cálculo.
- ✓ La cimentación se podrá prolongar una longitud conveniente para evitar las socavaciones al pie de la estructura. (García, 2011).



Figura N° 29: Ubicación de trabajo a realizar: Dique de Mampostería

Fuente: Google Maps Elaboración propia

Canalización del lecho, en la zona intermedia del cauce del Río Seco debido a que presenta áreas pobladas y las protegerá de flujos provenientes de los desbordes e inundaciones. Se recomienda utilizar materiales naturales para que la sedimentación y el desgaste no le afecten tanto, además que son resistentes y duraderos.

De la visita a Quilmaná se midió en campo las secciones del canal a lo largo del tramo analizado de donde el ancho en el fondo del canal es 9m y la altura del canal es 3.5 m con pendiente de 45° a los lados.





Figura N° 30: Ubicación de trabajo a realizar: Canalización de lecho  
Fuente: Visita de campo

Badenes, en la zona baja del cauce del Río Seco debido a que el acceso de la carretera es temporalmente bloqueado con material de huaico al producirse desbordes impidiendo el tránsito libre de los vehículos y del propio flujo de la quebrada. Se recomienda la descolmatación y limpieza con la finalidad que el flujo discorra sin ningún obstáculo.



Figura N° 31: Ubicación de trabajo a realizar: Badén  
Fuente: Google Maps Elaboración propia

## **6.2 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.**

Su fin es evitar o disminuir los daños causados por el peligro de movimientos en masa, huaicos o inundaciones, estas pueden ser de carácter permanente, puntual o aplicable sólo para prevenir peligros.

### 6.2.1 Medidas permanentes.

Estas medidas son sostenibles en el tiempo, y se basan principalmente por la regulación del suelo, para evitar la ocupación de la población en la zona de mayor impacto. Para esto debe ser regulado el uso del suelo en zonas inestables, así como zonas con una fuerte pendiente.

Asimismo, las capacitaciones, la elaboración de estudios alternativos, mejoramiento de la gestión local ante el riesgo, son medidas que se deben realizar periódicamente pero que igual sus efectos tendrán una constante en el tiempo.

### 6.2.2 Medidas de monitoreo.

Los suelos y rocas en proceso de actividad de remoción de masas en ladera, poseen un comportamiento mecánico el cual está sujeto a las leyes de la física, por tal motivo se debe monitorear los asentamientos de la masa y su constante movimiento horizontal; así como el vertical, para lograr determinar la dirección y magnitud del movimiento. Para esto se deben establecer puntos de control.

Es de mucha importancia la existencia de diversos métodos, para realizar el monitoreo y alerta temprana el cual permita generar una actitud preventiva.

### 6.2.3 Medidas de operación.

Todas las medidas que se tomen cuando ocurra una inundación, se deben apoyar en modelos de pronósticos en sus diferentes fases (pronóstico de la ocurrencia de la lluvia, de su transformación en escurrimiento superficial, del tránsito por los cauces, sobre las obras de infraestructura, etc.). (INDECI, 2011).

### **6.3 ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD POR SISMO.**

Debido a que los movimientos sísmicos son imprevisibles, las estructuras de las viviendas deben ser orientadas a la mitigación de la vulnerabilidad de los sismos, respetando para ello el cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, según especifican las normas contenidas en el tales como la E.60 concreto armado, E70 albañilería, E80 adobe, así como a la reubicación de viviendas expuestas a riesgos debido a estos fenómenos.

En la zona de Quilmaná se recomienda:

#### 6.3.1 Reubicación de viviendas.

Los proyectos de viviendas destinadas a la reubicación, es una de las recomendaciones más utilizadas ante estos peligros. Este tipo de alternativa se recomienda en la zona intermedia del distrito de Quilmaná debido a que se concentran la mayor cantidad de área poblada, por la implicancia tanto del costo de ejecución como al tiempo de la implementación de los servicios básicos y el trámite documentario que implica su puesta en práctica.

#### 6.3.2 Reducción de la vulnerabilidad física en edificaciones de adobe.

En el Perú, se ha elaborado con el fin de reducir la vulnerabilidad física en las viviendas de adobe la norma técnica N.T.E. 080 adobe, la cual tiene por fin el mejoramiento de la resistencia frente a un sismo, para ello se incluye el refuerzo de geo mallas, la cual fue anexada con Resolución Ministerial N°070- 2008 vivienda.

Este tipo de alternativa se recomienda para las viviendas nuevas en las zonas intermedia y bajas del distrito de Quilmaná, debido a que concentran una gran cantidad de áreas rurales con material de adobe. Dicho reforzamiento se realiza en las esquinas, encuentros de muros interiores, así como también vanos de puertas y muros de la caída de los techos, para luego recibir un tarrajeo de barro. El uso de geo mallas, se debe a su flexibilidad, así como la adaptabilidad a la menor rigidez que tienen el adobe.

Se rechaza los refuerzos de muros con carrizo y madera, ya que después de un sismo las viviendas reforzadas con estos materiales quedan agrietadas e inhabitables.

A continuación, se muestra el comportamiento sísmico utilizado en módulos de adobe, así como también el mismo módulo con refuerzo de carrizo o madera.

Se aprecia el comportamiento sísmico de un módulo hecho de adobe sin refuerzo alguno (Figura N°27 izquierda), así como un módulo de adobe con refuerzo de caña y viga collarín (Figura N°27 derecha). Se observa daños recibidos severos en la estructura, ya que estos módulos quedaron agrietados o inhabitables, motivo por el cual dicho sistema de refuerzo ha sido desechado.



Figura N° 32: Comparación del comportamiento sísmico.

Fuente: INDECI (2011b)

### 6.3.3 Reforzamiento de viviendas de adobe con mallas electro soldadas.

Este tipo de alternativa se recomienda para las viviendas existentes en las zonas intermedia y bajas del distrito de Quilmaná, debido a que simulan columnas y vigas de confinamiento para soportar las acciones sísmicas sin la necesidad de anclarse ni en la cimentación ni en el techo. Se recomienda la siguiente secuencia en la instalación de mallas en viviendas de adobe en el distrito de Quilmaná: remover el tarrajeo, realizar perforaciones en el muro para el anclaje de los conectores, para luego instalar las mallas electro soldadas esquineras

(“columnas”) y longitudinales (“vigas soleras”). Finalmente, se debe proteger las mallas recubriéndolos con un tarrajeo cemento-arena.



Figura N° 33: Reforzamiento de viviendas de adobe.

Fuente: INDECI (2011b)

#### 6.3.4 Comportamiento sísmico de viviendas de adobe con malla electro soldada.

A continuación, se presentan dos viviendas de adobe: una reforzada y la otra carece de refuerzo en su estructura, este trabajo se realizó en el año 1998 en la provincia de Moquegua, dichas viviendas estuvieron a prueba en el 2001 por un movimiento sísmico. El ingreso percapita de Quilmaná es de 1,175.40 soles y el de Moquegua es de 1,689.70 soles, por lo que se procede a comparar ambas realidades.

A continuación, se muestra como quedaron las viviendas de adobe después del movimiento sísmico. Se resalta que las viviendas reforzadas de adobe con mallas electro soldadas tienen buen comportamiento frente a un sismo.



Figura N° 34: Vivienda reforzada de adobe.

Fuente: INDECI (2011b)



Figura N° 35: Viviendas de adobe sin reforzar.

Fuente: INDECI (2011b)

Nuevamente, se hace esta recomendación en Quilmaná debido a la existencia de 1,743 viviendas de adobe (INE, 2017); es por esto que se recomienda reforzar con las mallas electro soldadas que como se ha visto en Moquegua tienen buena funcionalidad, como refuerzo ante la posible ocurrencia de un

sismo, todo esto bajo la supervisión técnica de profesionales durante todo el proceso.

#### 6.3.5 La albañilería confinada como solución estructural.

Es un sistema de construcción usado desde muchos años atrás que garantizará la tranquilidad de sus habitantes. Consiste en la superposición de muros de ladrillo normalmente de arcilla unidas entre sí por un mortero, para luego realizar el vaciado de concreto en columnas de amarre para adquirir solidez, y por último construir el techo conjuntamente con las vigas.

En el Perú, las viviendas de albañilería confinada son los sistemas más usados en zonas urbanas. Se recomienda para la construcción de viviendas y edificios multifamiliares hasta de cinco niveles.

En el sismo de Pisco 15 de agosto 2007, muchas viviendas sufrieron daño debido a la no existencia de un control de calidad adecuado durante la etapa constructiva y deficiente diseño estructural. Ahora, se debe resaltar que en nuestro país la mayoría de edificaciones de ladrillo son construidas sin planos, con materiales de mala calidad, mano de obra no calificada y lo que es peor sin tener dirección técnica, esto nos da como producto una vivienda altamente vulnerable frente a sismos y a un costo muy elevado. Quilmaná cuenta con 2,248 viviendas de ladrillo de las cuales las viviendas autoconstruidas representan el 90%. (INEI, 2017).

Ventajas de la albañilería confinada:

- Muy eficiente para resistir sismos.
- Económico.
- Fácil sistema constructivo.
- Buen aislamiento térmico y acústico.

Verificado, en Pisco 15 de agosto 2007.

Validado:

- 14ta Conferencia Mundial de Ing. Sísmica. Beijing, China 2008.
- 15ta CMIS.Lisboa Portugal 2012.

A continuación, se detalla los requisitos estructurales mínimos a considerar:

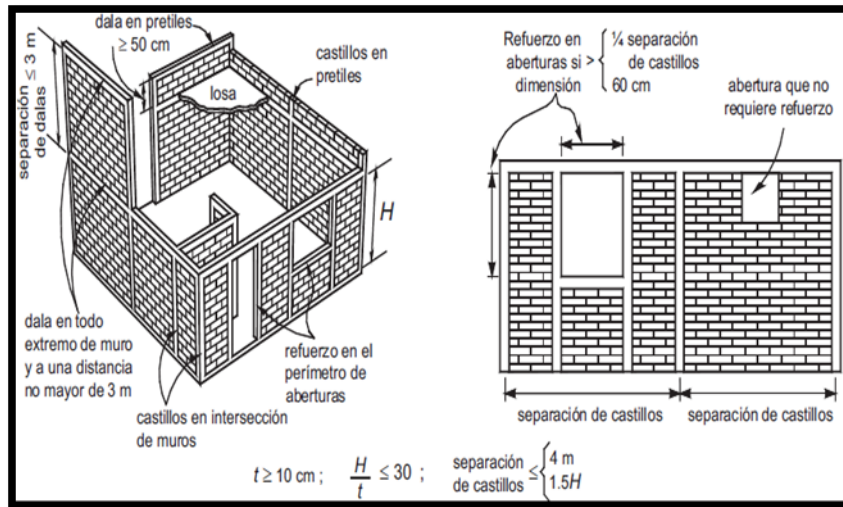


Figura N° 36: Vivienda de mampostería adecuadamente confinada.

Fuente: CENEPRED (2003).

El espesor efectivo “t” para muros portantes debe ser  $t \geq H/30$ , esto con el objetivo de disminuir la congestión de refuerzos que se produciría en muros muy delgados.

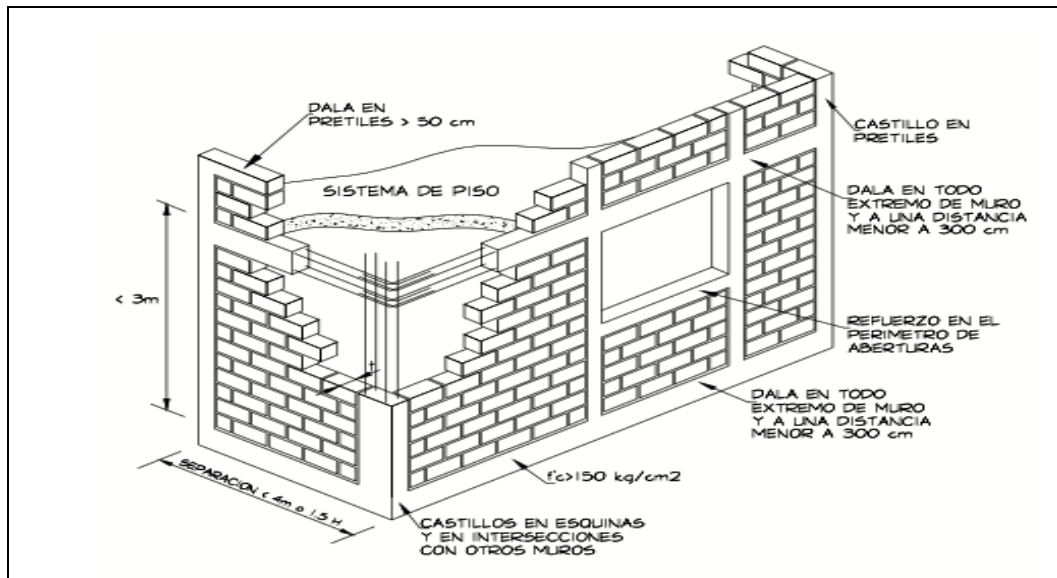


Figura N° 37: Requisitos para mampostería confinada.

Fuente: CENEPRED (2003).

La albañilería debe encontrarse bordeada por elementos de confinamiento, ya que las cargas sísmicas actúan en 2 sentidos. De igual manera le dará rigidez lateral.



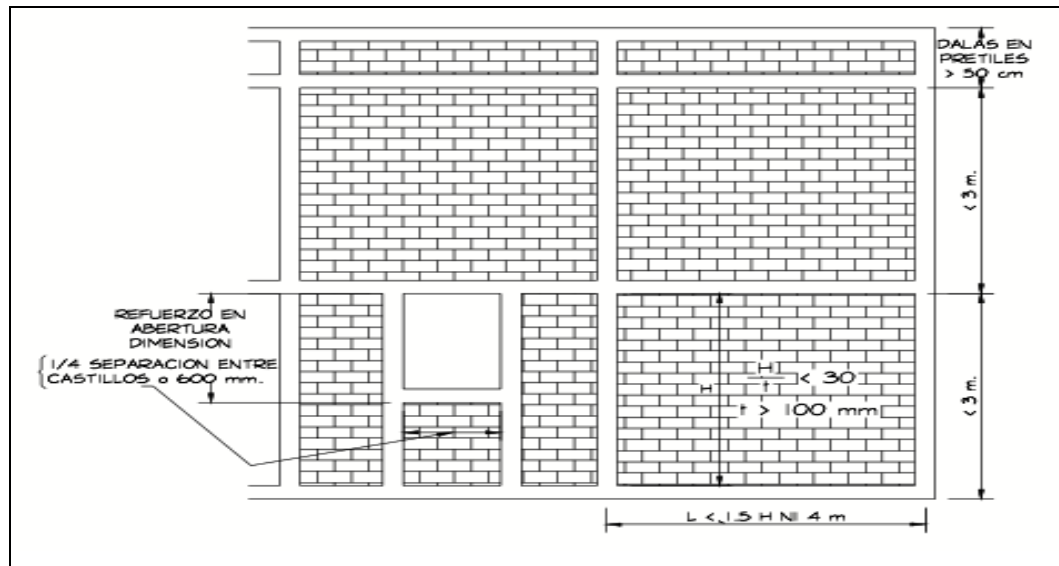


Figura N° 38: Requisitos para mampostería confinada.

Fuente: CENEPRED (2003).

Para los casos en que  $H > 3$  m, se deberá agregar una viga solera intermedia con el objetivo de reducir el valor de H. Cuando la distancia entre columnas exceda  $1.5 H$ , se pierde el confinamiento en la parte central de la albañilería, generándose grietas en esa sección.

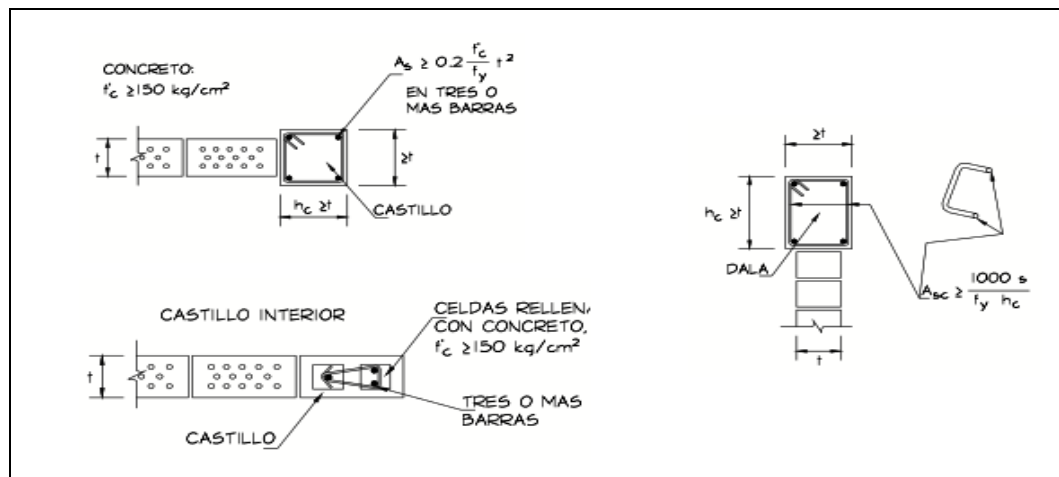


Figura N° 39: Requisitos para mampostería confinada.

Fuente: CENEPRED (2003).

Las columnas deben confinarse en toda su altura para soportar la carga vertical.

Asimismo, se presentan casos en donde no se ha tenido las adecuadas técnicas constructivas:

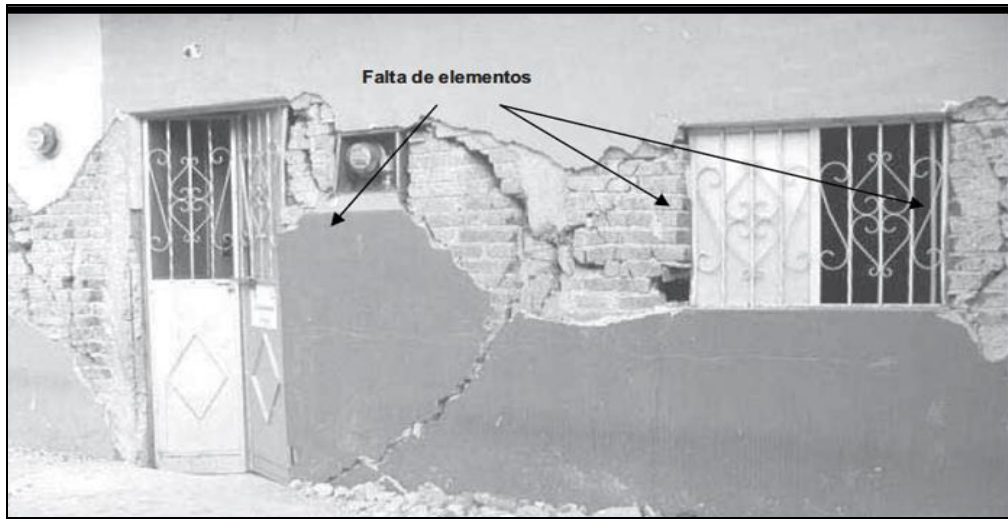


Figura N° 40: Vivienda de mampostería mal confinada.  
Fuente: CENEPRED (2003).



Figura N° 41: Vivienda de albañilería mal confinada, Chimbote 1970.  
Fuente: Kuroiwa (2016).



Figura N° 42: Vivienda de albañilería mal confinada, Chimbote 1970.

Fuente: Kuroiwa (2016).



Figura N° 43: Vivienda de albañilería mal confinada, Ancash 1970.

Fuente: Kuroiwa (2016).



Figura N° 44: Vivienda de albañilería mal confinada, Chimbote 1970.

Fuente: Kuroiwa (2016).



Figura N° 45: Centro educativo de albañilería mal confinada, Chíncha 2007.

Fuente: Kuroiwa (2016).

De lo anteriormente descrito, así como de las imágenes presentadas, se recomienda la alternativa de albañilería confinada para las viviendas nuevas en las zonas intermedia y bajas del distrito de Quilmaná, debido a que es un sistema económico y recomendable para reducir la vulnerabilidad sísmica.

Finalmente, de las alternativas estructurales mencionadas, se recomienda una planificación previa donde se escogerá el sistema estructural acorde a la realidad del distrito de Quilmaná, en este caso la albañilería confinada. Se tendrá en cuenta la siguiente secuencia: análisis estructural, donde se calculará los esfuerzos sometidos a los elementos estructurales tales como vigas, columnas, zapatas etc. Una vez calculado el esfuerzo de cada elemento se procede al diseño donde se calculará el acero, así como la geometría de las secciones.

Luego de la planificación, análisis estructural y diseño se procede a realizar los planos, estos deben contener toda la información del proyecto que permitan construirla sin problemas. Se recomienda que las viviendas cuenten con los siguientes planos:

#### Arquitectura

- Planos de ubicación.
- Planos de distribución.
- Planos de cortes.
- Planos de elevaciones.
- Planos de vanos y acabados.

#### Estructuras

- Plano de cimentación.
- Plano de losas.
- Plano de detalles.
- Especificaciones técnicas.

Planos de instalaciones sanitarias.

Planos de instalaciones eléctricas.

Es importante la compatibilización de planos entre los proyectistas, con el fin de evitar errores en obra. El último paso corresponde a la construcción donde a través de los planos se vuelve realidad la construcción de la estructura.

## CONCLUSIONES

Se desarrolló la presente Evaluación de riesgos con el objetivo de establecer las medidas de prevención y mitigación de desastres para la zona de Quilmaná, Cañete. Al finalizar esta investigación, que incluyó una visita de campo e información de fuentes oficiales, se llegó a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al método italiano Benedetti y Petrini (1984), la vulnerabilidad obtenida para el caso de sismo en las viviendas en Quilmaná es **ALTA** (60-100%).
- De acuerdo a la metodología de INDECI, la vulnerabilidad obtenida para el caso de huaicos e inundaciones en Quilmaná es **ALTA** (50%-75%).
- El peligro que corre la población, viviendas de Quilmaná tanto para el caso de Sismos, así como el de Huaicos e Inundaciones es **PELIGRO ALTO**.
- El riesgo por sismos, aplicando la metodología de INDECI, interpolando la vulnerabilidad y el peligro en Quilmaná es **ALTO**.
- El riesgo por huaicos e inundaciones, aplicando la metodología de INDECI, interpolando la vulnerabilidad y el peligro en Quilmaná es **ALTO**.
- Las viviendas ubicadas muy cercanas y cercanas al cauce del río Seco en Quilmaná es **ALTO** (20.3%).
- Las Medidas estructurales propuestas: diques de mampostería, canalización del lecho y badenes evitan el posible daño que puede afectar a los seres humanos y la infraestructura pública y privada causada por huaicos o inundaciones.
- Las Medidas no estructurales propuestas evitan o disminuyen los daños causados por huaicos o inundaciones.

## RECOMENDACIONES

- Para la construcción de viviendas en esta zona, se recomienda asesoramiento técnico por parte de profesionales para evitar la autoconstrucción de viviendas, y evitar las malas prácticas incumpliendo el reglamento nacional de edificaciones; asimismo, para el caso del sismo se recomiendan medidas tales como la reubicación, reforzamiento y la no construcción de viviendas mayores a los 3 niveles.
- Debido a la gran vulnerabilidad que presentan las viviendas ubicadas en la faja marginal, se recomienda la reubicación inmediata de dichas viviendas, y tomar medidas de parte de la municipalidad que no den títulos de propiedad a viviendas ubicadas en dicha faja marginal.
- Para el caso del riesgo por huaico e inundaciones, se recomienda la construcción de estructuras tales como diques de mampostería, disipadores de energía, protección con mallas de acero, canalización del cauce del río y demás medidas planteadas en la presente evaluación de riesgos.
- Teniendo en cuenta la precariedad de muchas construcciones, se recomienda la construcción de viviendas de albañilería confinada, como solución estructural, debido a que es muy eficiente para resistir sismos, así como económica y de fácil construcción.
- Finalmente, se recomienda las medidas adecuadas y contempladas en la presente evaluación de riesgos ambientales.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Abanto Castillo, F. (2010). Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima, Perú. Editorial San Marcos E.I.R.L.
- 2.- AMARA (2017). Mejoramiento de los servicios educativos de la I.E. N°606 del Distrito de Quilmaná. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/372652836/Informe-de-Suelos-606-LA-HUERTA-1-docx>
- 3.- ANA, Autoridad Nacional del Agua (2016). Reglamento para la delimitación y mantenimiento de Fajas marginales. Lima, Perú.
- 4.- ATDR, Administración técnica del distrito de riego (2003). Lima, Perú.
- 5.- AWWA, American Water Works Association (2003). Reducción del daño sísmico, centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del Ambiente y del Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre. Lima, Perú.
- 6.- BENEDETTI, D. y PETRINI, V. (1984). Sulla Vulnerabilità Sísmica di Edifici in Muratura Prioste di un método di Valutazione, L'industria delle Costruzioni. Roma, Italia.
- 7.- BOC, Boletín Oficial de Canarias (2005/154). Plan territorial de Emergencias de Protección civil. Tenerife, España.
- 8.- Canter, L (1998). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid, España. Editorial Mc Graw Hill.
- 9.- Capeco, Cámara Peruana de la Construcción (marzo 2015). Autoconstrucción en Lima. Gan@Más. Recuperado de <http://www.revistaganamas.com.pe/capeco-solo-el-3-de-la-autoconstruccion-en-lima-es-totalmente-formal/>



- 10.- Cardona, O.D. (2001). Estimación del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- 11.- Cardona, O.D. (1993). Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo. Bogotá, Colombia.
- 12.- CENEPRED, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de desastres (2003). Guía metodológica para el análisis de peligro, vulnerabilidad, riesgo y pérdidas causadas por desastres naturales o atropo génicos y su reducción y prevención. México.
- 13.- Consejo distrital de Lurigancho (agosto 2017). Ordenanza N° 254-MDL. Diario oficial del bicentenario El Peruano, Lima. Recuperado de <http://www.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-prohibe-la-construccion-de-viviendas-habilita-ordenanza-no-254-mdl-1596607-1/>
- 14.- García Rodríguez, José Luis (2011). Curso basico de Hidráulica Fluvial, Obras en cauces torrenciales. México.
- 15.- INDECI, Instituto Nacional De Defensa Civil (2011a). Estimación de Riesgo Ante Movimientos en Masa en Laderas. Lima, Perú.
- 16.- INDECI, Instituto Nacional De Defensa Civil (2011b). Guía instructiva de Recomendaciones Estructurales. Lima, Perú.
- 17.- INDECI, Instituto Nacional De Defensa Civil (2017). Compendio Estadístico del INDECI 2017 Gestión Reactiva. Lima, Perú.
- 18.- INDECI, Instituto Nacional De Defensa Civil (2006). Manual Básico para la Estimación del Riesgo. Lima, Perú.
- 19.- INDECI, Instituto Nacional De Defensa Civil (2003). Mapa de peligros Plan de prevención ante desastres. Quilmaná, Cañete, Perú.

- 
- 20.- INEI, Instituto Nacional De Estadística E Informática (1993). Censos Nacionales 1993 IX de población y IV de vivienda. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/bcoCuadros/bancocadro.asp?p=01>.
- 21.- INEI, Instituto Nacional De Estadística E Informática (2005). Censos Nacionales 2005 X de población y V de vivienda. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/Censos2005/redatam/#>.
- 22.- INEI, Instituto Nacional De Estadística E Informática (2007). Censos Nacionales 2007 XI de población y VI de vivienda. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>.
- 23.- INEI, Instituto Nacional de Estadística E Informática (2017). Censos Nacionales 2017 XII de población y VII de vivienda. Recuperado de <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>.
- 24.- INRENA, Instituto Nacional de recursos naturales (2001-07). Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos en la Cuenca del Río Cañete. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3897>
- 25.- Kuroiwa Horiuchi, J. (2016). Manual para la reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú, Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. Lima, Perú.
- 26.- Melo, R. (2009). Lineamientos de Desarrollo para el Distrito de Quilmaná – Densidades y Usos de Suelos para el Centro Poblado La Huerta. Lima, Perú.
- 27.- ONERN, Oficina Nacional De Evaluación de recursos naturales (1970). Inventario, Evaluación y Uso racional de los recursos naturales de la Costa. Lima, Perú.

- 
- 28.- Pérez de Armiño, K. (1999). Vulnerabilidad y desastres. Causas estructurales y procesos de la crisis de África. Universidad del País Vasco. España.
- 29.- Piqué Del Pozo, J. (mayo 2018). Autoconstrucción informal en Lima. Lima: La Republica. Recuperado de <http://www.larepublica.pe/sociedad/1245295-autoconstruccion-informal-casas-lima-llega-70-advierte-ministro-vivienda/>.
- 30.- Placa de Nazca. En Wikipedia. Recuperado el 09 de julio de 2021 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Placa\\_de\\_Nazca](https://es.wikipedia.org/wiki/Placa_de_Nazca).
- 31.- PREDES, Centro de Estudios y Prevención de Desastres (2008). Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos. Lima, Perú.
- 32.- Rodríguez Lozada, Z. (2015). Gestión de Control de Riesgos I. Universidad De Las Palmas De Gran Canaria. España.
- 33.- Villanueva, E. (2009). Lineamientos de desarrollo para el distrito de Quilmaná – Mejoramiento de la Carretera C.P. La Huerta – Quilmaná. Lima, Perú.
- 34.- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Colombia.

## ANEXOS

- R.J. N° 332-2016-ANA.
- Evaluación de daños y análisis de necesidades - EDAN, INDECI.
- Panel fotográfico.
- Estudio de mecánica de suelos del distrito de Quilmaná, 2017.
- Plano secciones transversales de zonas inundadas en A3.
- Plano de ubicación colegio I.E.I 606 y calicatas.
- Manual básico para la estimación del riesgo