

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SEBASTIAN

EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESASTRES POR FENOMENOS NATURALES EN EL CENTRO HISTORICO Y ALEDAÑOS DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO



SECTOR KARI GRANDE – CONFLUENCIA RIO HUATANAY

**SAN SEBASTIAN – CUSCO
2019**

ASISTENCIA TÉCNICA:

Evaluadores de Riesgo:

Ing. Alcira Elena Olivera Silva
Ingeniero Geólogo con CIP: 101380
Evaluador de Riesgo por Fenómenos Naturales, R.J. N°120-2018 – CENEPRED-J

Especialista Sistema de Información Geográfica

Bach Ing. Geológica Ronal Camargo Gonzales



Alcira Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380

INDICE

| | |
|--|----|
| PRESENTACIÓN | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES | 8 |
| 1.1. OBJETIVO GENERAL | 8 |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 8 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 8 |
| 1.4. ANTECEDENTES | 9 |
| 1.4.1. Antecedentes de estudios técnico científicos de instituciones | 10 |
| 1.5. MARCO NORMATIVO | 11 |
| CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES | 12 |
| 2.1. UBICACIÓN | 12 |
| 2.1.1. Ubicación geográfica: | 12 |
| 2.1.2. Ubicación geopolítica: | 12 |
| 2.1.3. Ubicación Hidrográfica: | 12 |
| 2.1.4. Límites: | 12 |
| 2.2. VÍAS DE ACCESO | 13 |
| 2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIALES | 13 |
| 2.3.1. Población | 13 |
| 2.3.2. Vivienda | 14 |
| 2.3.3. Servicios básicos | 15 |
| 2.3.4. Educación | 17 |
| 2.3.5. Salud | 18 |
| 2.3.6. Características económicas | 18 |
| 2.4. CARATERISTICAS GEOLOGICAS | 20 |
| 2.4.1. Geología Regional | 20 |
| 2.4.2. Geomorfología Regional - valle (piso de valle) | 20 |
| 2.4.3. Geología Estructural | 21 |
| 2.4.4. Geología Local | 26 |
| 2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS | 32 |
| 2.5.1. Precipitación | 33 |
| 2.5.2. Temperatura | 35 |
| 2.5.3. Humedad | 35 |
| 2.5.4. Resumen Del Estudio Hidrológico, Simulación Hidráulica | 36 |
| 2.5.4.1. Parámetro geomorfológico de la cuenca: | 36 |
| 2.5.4.2. Parámetro de relieve de la cuenca: | 36 |
| 2.5.4.3. Generación de caudales máximos - Periodos de retorno | 39 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.5.4.4. | Modelamiento de caudales máximos | 39 |
| 2.5.4.5. | Caudales máximos para la cuenca de estudio. | 40 |
| 2.5.4.6. | Cálculo de la intensidad - Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia | 41 |
| CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD..... | | 44 |
| 3.1. | METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO | 44 |
| 3.2. | IDENTIFICACIÓN DEL FENOMENO Y EL PELIGRO..... | 44 |
| 3.3. | METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS..... | 45 |
| 3.3.1. | Identificación Del Ámbito De Influencia. | 46 |
| 3.3.2. | Susceptibilidad Del Territorio. | 46 |
| 3.3.2.1. | Análisis de Factor condicionante | 47 |
| 3.3.2.2. | Análisis de los Factores Desencadenantes | 50 |
| 3.3.2.3. | Parámetro de Evaluación | 51 |
| 3.4. | NIVELES DE PELIGRO | 52 |
| 3.5. | ESTRATO NIVEL DE PELIGROSIDAD..... | 53 |
| 3.6. | ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN AREAS SUCEPTIBLES..... | 54 |
| 3.7. | MAPA DE PELIGROSIDAD POR INUNDACION FLUVIAL..... | 55 |
| 3.8. | DEFINICIÓN DE ESCENARIOS | 55 |
| CAPITULO IV: ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD..... | | 57 |
| 4.1. | METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD | 57 |
| 4.2. | METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD | 57 |
| 4.3. | JERARQUIZACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS Y DESCRIPTORES..... | 58 |
| 4.4. | NIVELES DE VULNERABILIDAD | 69 |
| 4.5. | ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD..... | 70 |
| 4.6. | MAPA DE VULNERABILIDAD POR INUNDACION FLUVIAL..... | 71 |
| CAPITULO V: CALCULO DEL RIESGO | | 72 |
| 5.1. | METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DEL RIESGO | 72 |
| 5.2. | NIVELES DEL RIESGO | 73 |
| 5.3. | ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO..... | 74 |
| 5.4. | MAPA DEL RIESGO POR INUNDACION FLUVIAL | 76 |
| 5.5. | CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES..... | 76 |
| CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO | | 77 |
| 6.1. | VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS: | 77 |
| 6.2. | VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA:..... | 77 |
| 6.3. | NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (Matriz):..... | 78 |
| 6.4. | ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA:..... | 78 |
| 6.5. | MATRIZ DEL NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO:..... | 79 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 6.6. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN: | 79 |
| CONCLUSIONES | 81 |
| RECOMENDACIONES | 82 |
| BIBLIOGRAFÍA | 83 |



Alcrá Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380

PRESENTACIÓN

El presente trabajo, corresponde a la evaluación del riesgo por inundación fluvial, los que son determinados en identificar las causas y consecuencias de la recurrencia de los fenómenos naturales de origen hidrometeorológicos y con la probabilidad de la ocurrencia de los peligros por inundación fluvial, exponiéndose a este peligro la población y sus medios de vida susceptibles en el área urbana del distrito de San Sebastián, provincia y región Cusco.

Para el desarrollo de esta evaluación se aplicó la metodología del "Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión y la metodología de modelización hidráulica bidimensional de flujo de aguas de ríos naturales, para el análisis de flujo de canal y determinación de las llanuras de inundación, determinado en el programa HEC RAS (HEC- Centro de Ingeniería Hidrológica, RAS-Sistema de Análisis de Ríos) para determinar el nivel de peligro muy alto por inundación y cuantificar los elementos expuestos; la que prosigue con un análisis de vulnerabilidad social, económico y ambiental de dichos elementos expuestos a los peligros por inundación fluvial en función a la fragilidad y resiliencia; para culminar en la determinación del cálculo y niveles de riesgos, control del riesgo y la formulación de propuestas estructurales y no estructurales finalizando con la conclusiones y recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas objeto de evaluación. Todo ello establecido en el marco de la Ley N°29664 del SINAGERD y su reglamento.

Como inicio se enmarca en la búsqueda de antecedentes, el que se incide en información existente de entidades técnicas científicas, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIGRID), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, Instituto Nacional Geográfico del Perú IGP, Autoridad Nacional del Agua ANA, Instituto de Defensa Civil INDECI, Municipalidad provincial del Cusco y Municipalidad Distrital de San Sebastián.

INTRODUCCIÓN

El presente Informe técnico de Evaluación del Riesgo permite identificar el peligro o amenaza de los elementos que se exponen, analizar la vulnerabilidad de dichos elementos, para luego determinar el grado de riesgo por inundación fluvial en el área urbana, originado por precipitaciones pluviales intensas; de acuerdo al Marco Normativo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Ley N° 29664 y su Reglamento aprobado mediante DS N° 048-2011-PCM, dentro del proceso de estimación del riesgo.

La ocurrencia de eventos por inundación fluvial está relacionada a los fenómenos hidrometeorológicos, que puede causar daños considerables a los elementos expuestos, debido a su alta vulnerabilidad y ausencia de medidas que puedan reducir el riesgo existente.

En la primera parte del informe, se desarrollan los aspectos generales, objetivos, justificación, antecedentes y marco normativo.

En la segunda parte, se describen los aspectos generales del área de estudio: ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

La tercera parte contiene la identificación del peligro, su caracterización y evaluación de acuerdo a los elementos expuestos, en base a la evaluación hidrológica y al cálculo de la simulación hidráulica los que incluyen a los parámetros generales y el análisis físico de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes), en el área de influencia del peligro en el área de evaluación; representados en Mapas temáticos.

La cuarta parte contiene el análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones: social, económico y ambiental. En cada dimensión se evalúa con sus respectivos factores: fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en Mapas temáticos.

La quinta parte contempla el cálculo del riesgo, en el que se determina el nivel del riesgo por inundación fluvial, sabiendo que el riesgo es igual al factor del peligro por vulnerabilidad, representándose en un Mapa de niveles de riesgo.

Como parte final, se evalúa el control del riesgo, para identificar su aceptabilidad y tolerancia, proponiendo medidas estructurales y no estructurales que permitan prevenir o reducir el riesgo identificado.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar el nivel y el control del riesgo por inundación fluvial, en el área marginal del río Cachimayo como parte del proyecto "EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES POR FENÓMENOS NATURALES EN EL CENTRO HISTÓRICO Y ALDEAÑOS DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN, PROVINCIA DE CUSCO, DEPARTAMENTO DE CUSCO".

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar la Faja Marginal del río Cachimayo desde la progresiva 0+000 Km. a 3+376 Km, iniciando en el sector de Kari Grande hasta la confluencia con el río Huatanay.
- Elaborar los estudios de hidrología (análisis de máximas avenidas) para el río Cachimayo, determinando los caudales máximos para periodos de retorno de 50, 100, 200 y 500 años mediante métodos estadísticos y/o modelamiento hidrológico. Asimismo, la caracterización hidrológica, climática, geomorfológica y geológica de la cuenca hidrográfica.
- Identificar y caracterizar el peligro y niveles de peligrosidad.
- Identificar y cuantificar los elementos expuesto en el área de influencia del peligro.
- Analizar la vulnerabilidad en las dimensiones sociales, económicas y ambientales; determinando los niveles de vulnerabilidad.
- Calcular los niveles de riesgo para el análisis del control de riesgo identificando su aceptabilidad y tolerancia.
- Calcular probables pérdidas o daños (vidas, infraestructura y ambiente) que podría ocasionar la ocurrencia los eventos por inundación fluvial en el área de evaluación.
- Recomendar la implementación de las medidas de control del riesgo de carácter estructural y no estructural.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Sustentar la implementación de acciones de prevención, reducción de riesgos y/o de reconstrucción del área afectada por eventos por inundación fluvial que contribuye en su proceso del desarrollo sostenible en el área urbana del distrito de San Sebastián, provincia y región Cusco.

Las crecidas de los cursos de agua en la época de lluvias producen desborde

e inundaciones en áreas con elemento expuesto vulnerable como población, viviendas e infraestructura de servicios. En las áreas superiores de cauces de ríos se originan áreas de niveles de riesgo.

1.4. ANTECEDENTES

La población del área urbana del distrito de San Sebastián, se encuentra en riesgo permanente de ser afectada por eventos por inundación fluvial a consecuencia de las lluvias intensas, como se sabe la consolidación urbana del distrito de San Sebastián se ha ido asentando en áreas marginales del río Cachimayo, de acuerdo al SINPAD se han registrado eventos de inundación en áreas marginales del distrito de San Sebastián, información cartográfica de INGEMMET, PDU Municipalidad Provincial del Cusco 2013 - 2023.

Cuadro N° 1
Registro de Inundación y Desbordes - SINPAD - INDECI

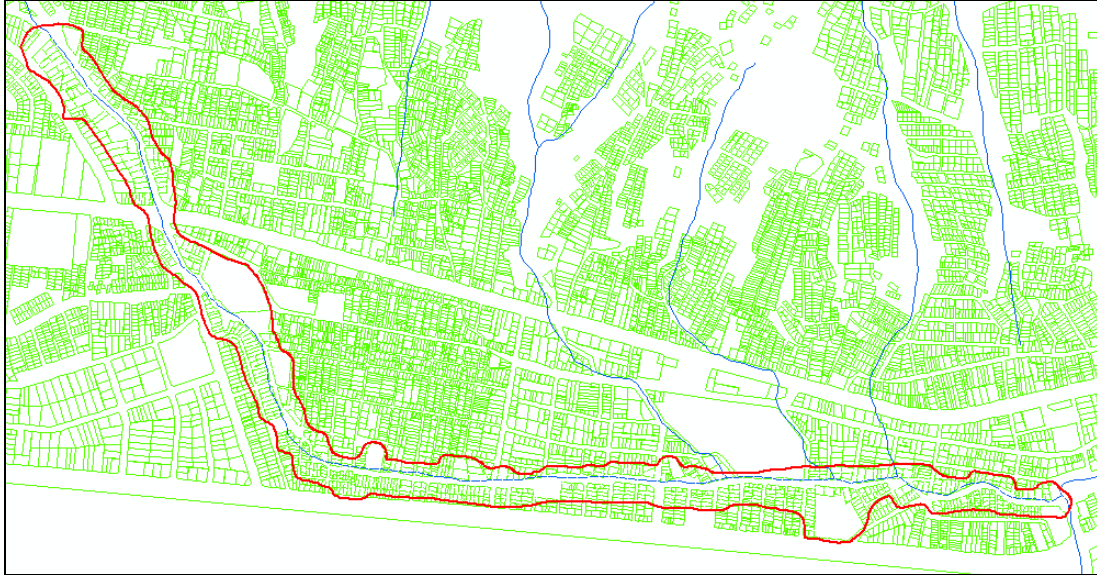
| FECHA | EMERGENCIA | PELIGROS | VIVIENDAS COLAPSADAS |
|------------------|---|------------|----------------------|
| 21/01/2003 | Desbordes del río Huatanay ocasionó inundaciones. | Inundación | 1 |
| 28/01/2003 03:00 | Desborde del río Huatanay San Sebastián Cusco | Inundación | 13 |
| 27/12/2005 | Inundación por desborde del riachuelo | Inundación | 5 |
| 01/01/2006 11:00 | Inundación de vivienda distrito de San Sebastián | Inundación | 1 |
| 27/02/2006 18:00 | Inundación de vivienda en San Sebastián cusco | Inundación | 1 |
| 22/12/2006 10:00 | Inundación en los Manantiales | Inundación | 0 |
| 14/12/2008 | Inundación de viviendas San Sebastián | Inundación | 0 |

Fuente: SINPAD - INDECI

1.4.1. Antecedentes de estudios técnico científicos de instituciones.

Imagen N° 01

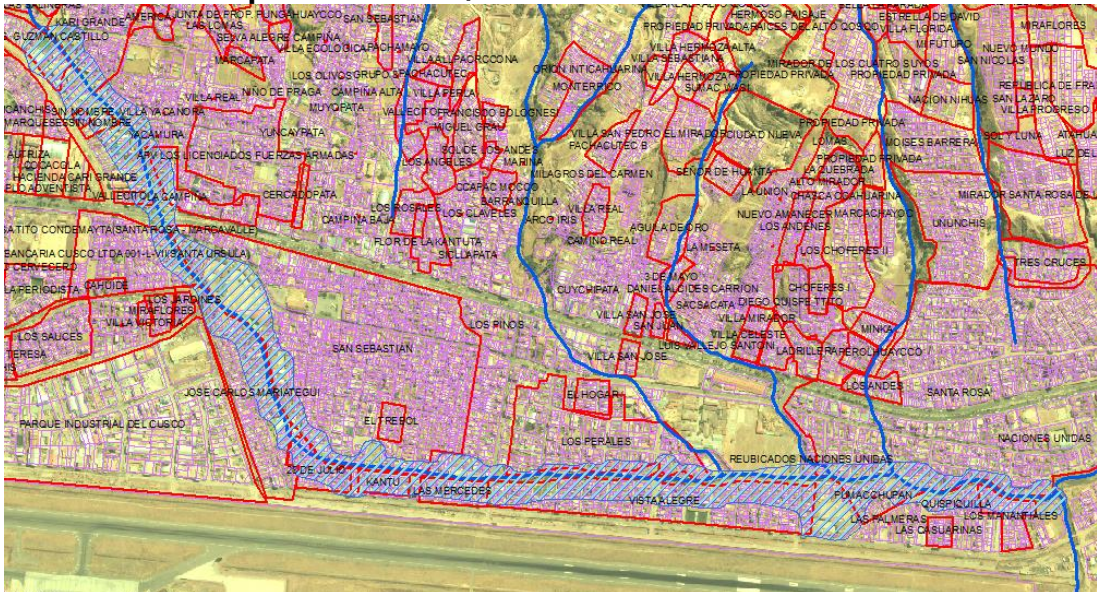
Mapa base de lotización – Municipalidad Distrital de san Sebastián



Fuente: M. D. San Sebastián.

Imagen N° 02

Mapa de lotización, PDU 2013- 2023 MP del Cusco



Fuente: M.P. Cusco

Alcega Elena Olivera Silva
 INGENIERA GEÓLOGA
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS
 CIP. 101380

1.5. MARCO NORMATIVO

- Constitución Política del Perú, 1993.
- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley General de Recursos Hídricos- Ley N° 29338, año 2009.
- Ley General del Ambiente – Ley N° 28611, año 2005.
- Ley Orgánica de Municipalidades Ley N° 27972, año 2003.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, publicada el 31 de marzo de 2009 (Artículo 74° – Fajas Marginales del Título V – Protección del agua)
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG, publicado el 24 de marzo del 2010 que aprueba el "Reglamento de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos" (Artículo 108° – 122°)
- Decreto Supremo N° 006-2010-AG, Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- Resolución Jefatural N° 300-2011-ANA, Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y Artificiales
- Procedimiento y Guía para la Delimitación de Faja Marginal, Jaime Valdez Huamán, ANA, 2010
- Resolución Jefatural N° 202-2009-ANA-J del 22 de marzo del 2010.

CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES

El área en evaluación se encuentra en un valle denominado microcuenca del río Cachimayo, el área de influencia consta de una extensión territorial de 856.74 Ha y el área urbana actual presenta una extensión de 118.09 Ha. aproximadamente.

2.1. UBICACIÓN

2.1.1. Ubicación geográfica:

| Inicio: sector Kari Grande | Final: Confluencia rio Huatanay |
|----------------------------|---------------------------------|
| - Este : 181269 | - Este : 183972 |
| - Norte : 8503080 | - Norte : 8581858 |
| - Altitud : 3332 m.s.n.m. | - Altitud : 3256 m.s.n.m. |
| - Zona : 19S | - Zona : 19S |
| - Datum : WGS84 | - Datum : WGS84 |

2.1.2. Ubicación geopolítica:

- Región : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Sebastián
- Sector : Rio Cachimayo (sector Kari Grande – confluencia rio Huatanay)

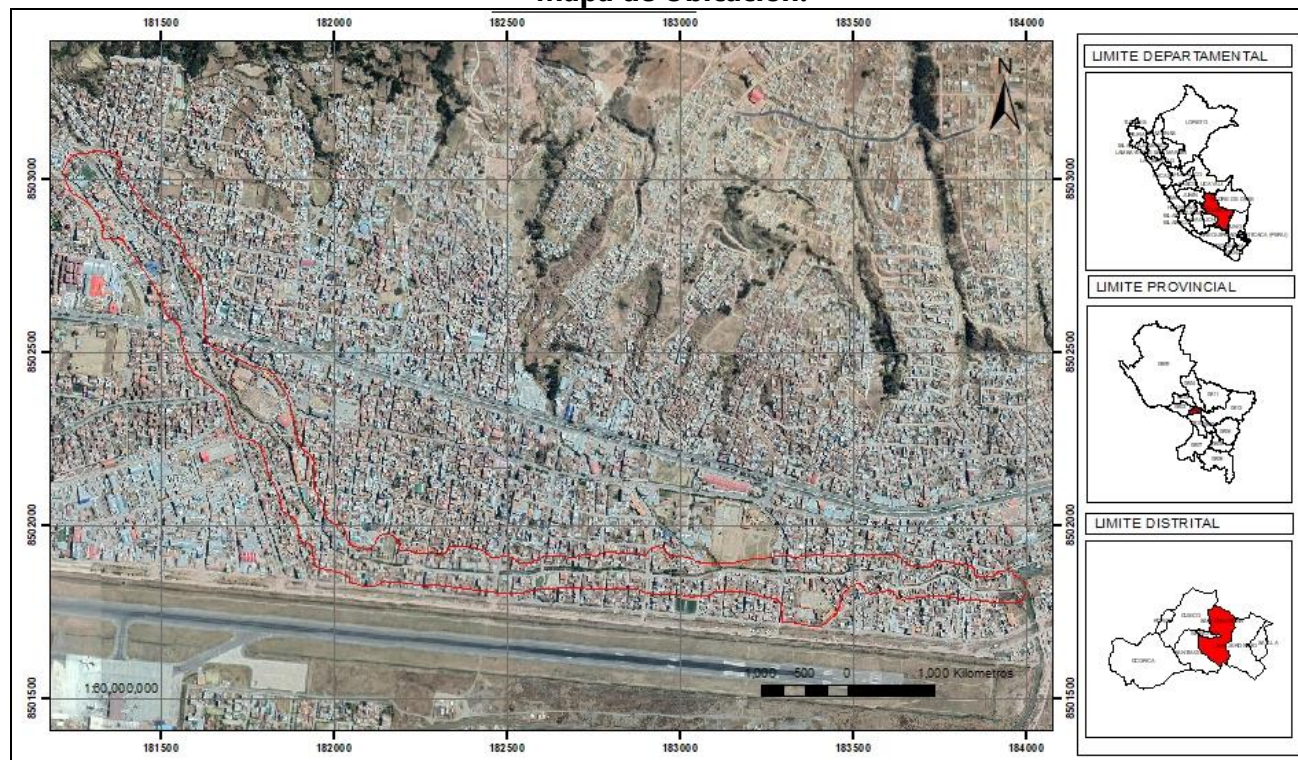
2.1.3. Ubicación Hidrográfica:

- Cuenca Mayor : Amazonas
- Cuenca : Vilcanota
- Sub cuenca : Huatanay
- Micro cuenca : Cachimayo

2.1.4. Límites:

- Norte : Sector Alto Qosqo
- Este : Distrito de San Jerónimo
- Sur : Aeropuerto Jorge Chavez
- Oeste : Distrito Cusco

Mapa N° 01 Mapa de Ubicación.



Fuente: Equipo Técnico

2.2. VÍAS DE ACCESO

- Primer acceso principal por la Prolongación Collasuyo
- Segundo acceso principal por la prolongación Av. De la Cultura (Condor)
- Tercer Acceso principal por la calle Av. Perú San Sebastián (4to paradero)

2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

Los datos que se consignan a continuación fueron descargadas del "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales" del Instituto Nacional de Estadística e Informática 2017. La data está referida al distrito de San Sebastián como ámbito de estudio.

2.3.1. Población

Población total: El distrito de San Sebastián, cuenta con una población de 55215 habitantes, de los cuales el 52 % son mujeres y el 49 % son varones, quienes representan la mayor cantidad de población.

Cuadro N° 02
Características de la población total

| SEXO | POBLACION | PORCENTAJE |
|--------------|---------------|-------------|
| Hombres | 53991 | 47.98% |
| Mujeres | 58545 | 52.02% |
| Total | 112536 | 100% |

Fuente: INEI 2017

Población según grupo de edades: El distrito de San Sebastián, se caracteriza por tener una población joven, dentro de las edades de 15 a 29 años que representan 29.6 % de la población y solo el 6.7 % son menores de 1 años y > 65 años.

Asimismo, el 22 % representa la población adulta entre 30 a 44 años, el 24.7 % representa a la población de mayores de 1 a 14 años y el 17 % representa a la población de 45 a 64 años de edad. Como se puede percibir en el siguiente Cuadro.

Cuadro N° 03
Población según grupo Etario

| GRUPO DE EDADES | CANTIDAD | PORCENTAJES |
|-----------------|---------------|--------------|
| <1 Y >65 años | 5764 | 5.12 % |
| 1-14 años | 28325 | 25.17 % |
| 15-29 años | 33874 | 30.10 % |
| 30-44 años | 25923 | 23.04 % |
| 45-64 años | 18650 | 16.57 % |
| Total | 112536 | 100 % |

Fuente: INEI 2017.

2.3.2. Vivienda

En el Distrito de San Sebastián, existen 15020 viviendas, siendo el material predominante de las paredes el adobe que representa al 66.4 % del total de viviendas, el 0.7 % de viviendas cuenta con material predominantes de madera, Piedra o silla con cal o cemento, y el 32.9 % de viviendas cuentan

con paredes predominantes de ladrillo o bloque de cemento.

Cuadro N° 04
Material predominante de las paredes

| MATERIAL EN PAREDES | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|-----------------------------------|--------------|--------------|
| Ladrillo o bloque de cemento | 14745 | 53.64 % |
| Adobe | 12432 | 45.23 % |
| Madera (pona, tornillo, etc) | 71 | 0.26 % |
| Quincha (caña con barro) | 16 | 0.06 % |
| Triplay/calamina/estera | 106 | 0.39 % |
| Piedra con barro | 37 | 0.13 % |
| Piedra o sillar con cal o cemento | 73 | 0.27 % |
| Tapia | 9 | 0.03 % |
| Otro material | 0 | 0 % |
| TOTAL | 27489 | 100 % |

Fuente: INEI 2017.

Asimismo, en las viviendas del Distrito San Sebastián, el material predominante del techo es de teja representando el 65 %, en cambio el 24.7 % del material predominante en techos es de Concreto armado, el 10 % del material predominante es plancha de calamina, el 0.1 % tiene como material predominante madera.

Cuadro N° 05
Material predominante de los techos

| MATERIAL EN TECHOS | CANTIDAD | PORCENTAJES |
|----------------------------------|--------------|--------------|
| Concreto armado | 10727 | 39.02 % |
| Tejas | 11077 | 40.30 % |
| Madera | 226 | 0.82 % |
| Plancha de calamina | 5227 | 19.01 % |
| Caña o estera con torta de barro | 142 | 0.52 % |
| Triplay / estera / carrizo | 64 | 0.23 % |
| Paja, hojas de palmera | 26 | 0.09 % |
| Otro material | 0 | 0 % |
| TOTAL | 27489 | 100 % |

Fuente: INEI 2017.

2.3.3. Servicios básicos.

- i. **Abastecimiento de Agua:** En el siguiente Cuadro, se puede apreciar que el 72.6% de las viviendas del Distrito de San Sebastián cuentan con el

abastecimiento de agua a través de la red pública dentro de la vivienda, el 17.5% cuenta con red pública de agua fuera de la vivienda, el 0.2% se abastece de agua desde pozo, el 3.2 cuenta con el servicio de agua desde un pilón de uso público y cisterna de agua. Como se puede mostrar a continuación:

Cuadro N° 06.
Tipo de abastecimiento de agua

| ABASTECIMIENTO DE AGUA | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|--|--------------|-------------|
| Red pública de agua en la vivienda | 21504 | 78.23 % |
| Red pública de agua fuera de la vivienda | 2710 | 9.86 % |
| Pilón de uso publico | 733 | 2.67 % |
| Camión, cisterna u otro similar | 2020 | 7.35 % |
| Pozo | 409 | 1.49 % |
| Manantial o puquio | 14 | 0.05 % |
| Río, acequia, manantial | 11 | 0.04 % |
| Otro tipo | 29 | 0.11 % |
| Vecino | 59 | 0.21 % |
| TOTAL | 27489 | 100% |

Fuente: INEI 2017.

- ii. **Servicio de Alcantarillado:** En el siguiente Cuadro se puede observar, que en el Distrito de San Sebastián, el 70.5% de viviendas cuenta con red pública de desagüe dentro de la vivienda, en cambio el 3.6% cuenta con un pozo séptico, el 17.6% posee red pública de desagüe fuera de la vivienda y el 0.5% usa como servicios básicos el rio, acequia o canal de agua.

Cuadro N° 07.
Acceso al servicio de alcantarillado

| SERVICIO DE ALCANTARILLADO | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|---|--------------|--------------|
| Red pública de desagüe en la vivienda | 21098 | 76.75 % |
| Red pública de desagüe fuera de la vivienda | 3226 | 11.74 % |
| Pozo séptico | 893 | 3.25 % |
| Letrina (con tratamiento) | 485 | 1.76 % |
| Pozo ciego o negro | 1182 | 4.30 % |
| Río, acequia o canal | 88 | 0.32 % |
| Campo abierto o al aire libre | 355 | 1.29 % |
| Otro | 162 | 0.59 % |
| TOTAL | 27489 | 100 % |

Fuente: INEI 2017.

- iii. **Energía Eléctrica:** De acuerdo al siguiente Cuadro N° 8, en el Distrito de San Sebastián el 86.1% de las viviendas posee energía eléctrica, en cambio el 0.1% usa kerosene, mecheros, lamparín y el 2.6% usan velas como energía eléctrica.

Cuadro N° 08.
Servicio de Energía Eléctrica

| SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| Electricidad | 27257 | 99.16 % |
| Kerosene, mechero, lamparin | 140 | 0.51 % |
| Petróleo, gas, lámpara | 30 | 0.11 % |
| Vela | 50 | 0.18 % |
| Otro | 12 | 0.04 % |
| No tiene | 0 | 0 % |
| TOTAL | 27489 | 100 % |

Fuente: INEI 2017.

2.3.4. Educación

El 43.6% de la población del distrito San Sebastián posee un nivel educativo secundario, el 11.9% de la población cuenta con estudios de nivel primario, 14.9% cuenta con nivel de estudio superior no universitaria, el 26.2% posee un nivel educativo universitario, el 2.9% no posee ningún nivel educativo, el 0.2% posee nivel educativo inicial y el 0.3% posee posgrado u otros similar.

Cuadro N° 09.
Población según nivel educativo

| NIVEL DE EDUCACION | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|---------------------------|---------------|-------------|
| Ningún nivel | 4286 | 4.02 % |
| Inicial | 5677 | 5.32 % |
| Primaria | 18608 | 17.43 % |
| Secundaria | 35486 | 33.24 % |
| Superior no universitaria | 15955 | 14.95 % |
| Superior universitaria | 24679 | 23.12 % |
| Posgrado u otro similar | 2057 | 1.93 % |
| TOTAL | 106748 | 100% |

Fuente: INEI 2017.

2.3.5. Salud

Con relación al seguro de salud que tiene la población, observando el siguiente Cuadro, se puede apreciar que el 51.8% de la población no tiene ningún seguro, mientras que un 24.6% de la población cuenta con el Seguro Integral Social – SIS, el 19.7% cuenta con el seguro de ESSALUD, el 1.7% cuenta con seguros privados y el 1.9% está asegurada en la FFAA-PNP.

Cuadro N° 10.
Población según tipo de seguro

| TIPO DE SEGURO | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|------------------------|---------------|-------------|
| Sin seguro | 36575 | 32.50 % |
| SIS | 37613 | 33.42 % |
| Essalud | 37259 | 33.11 % |
| FF. AA. - PNP | 51 | 0.05 % |
| Seguro privado y otros | 20 | 0.02 % |
| Otro | 1018 | 0.90 % |
| TOTAL | 112536 | 100% |

Fuente: INEI 2017.

2.3.6. Características económicas

- i. Población Económicamente Activa:** En el distrito de San Sebastián las poblaciones mayores de 14 años representan al 47.6% de la Población Económicamente activa, en cambio el 32.8% son trabajadores independientes, el 13.5% se dedican a los quehaceres del hogar, el 22.2% son trabajadores dependientes y el 1% son población desempleada.

Cuadro N° 11.
Población Económicamente Activa

| POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|---|----------|------------|
| Población Ocupada de 14 a más años de edad | 55121 | 48.98 % |
| Trabajador dependiente | 22366 | 19.87 % |
| Ocupación (Trabajador independiente) | 10522 | 9.35 % |
| Ocupación (Empleador) | 625 | 0.56 % |
| Ocupación (Trabajador del hogar) | 584 | 0.52 % |
| Ocupación (Trabajador familiar no remunerado) | 652 | 0.58 % |
| Ocupación (Trabajador desempleado) | 584 | 0.52 % |
| Ocupación (Dedicado a los quehaceres del hogar) | 6548 | 5.82 % |

| | | |
|---------------------------|---------------|--------------|
| Ocupación (Estudiante) | 12545 | 11.15 % |
| Ocupación (Jubilado) | 1564 | 1.39 % |
| Ocupación (Sin actividad) | 1425 | 1.27 % |
| TOTAL | 112536 | 100 % |

Fuente: INEI 2017.

2.4. CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS.

2.4.1. Geología Regional

ESTRATIGRAFÍA

El trabajo inicia con una configuración regional, identificando al cuadrángulo de Cusco 28s a escala 1:50 000 del INGEMMET, tomando como base de estudio las formaciones geológicas en la descripción estratigrafía y litología, la geomorfología regional, etc.

- FORMACIÓN SAN SEBASTIÁN: Pleistoceno.

La Formación San Sebastián fue definida por Gregory (1916), en la Depresión de Cusco. En la provincia de Cusco se la ha reconocido el afloramiento en cuenca del valle del Huatanay, en los distritos de Cusco, San Sebastián, San Jerónimo, Santiago específicamente aflora donde actualmente habita la población. Estas presentan una superficie bastante plana sobreyaciendo generalmente a la Formación Chincheros. Esta unidad está constituida por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos, y lutitas lacustres o palustres. Niveles diatomíticos y calcáreos caracterizan la parte superior. La segunda grano creciente, está compuesta por conglomerados y areniscas de conos-terrazas fluvio-torrenciales, que indican el cierre de la cuenca.

- DEPOSITOS CUATERNARIOS - DEPÓSITOS FLUVIALES - PROLUVIAL

Los depósitos fluviales se hallan restringidos al fondo de los valles y están compuestos principalmente de conglomerados, gravas y arenas no muy bien estratificadas con limos y arcillas lenticulares. Su grosor es muy variable y la naturaleza de sus elementos muy heterogénea. Este depósito fluvial aflora en ambas márgenes del Río Huatanay en una mayoría y también en los ríos Huancaro, Jaquira, Teneria.

2.4.2. Geomorfología Regional - valle (piso de valle)

Corresponde a la parte baja del río Huatanay que tiene una morfología plana y muy baja pendiente (<1%). Su ancho varía entre unos cuatro kilómetros en la ciudad de Cusco a unos 250 m en Angostura. Su origen está relacionado a la existencia de un antiguo lago (Morkil) y la evolución del río Huatanay, por lo que se puede apreciar varios niveles de terrazas, estas terrazas le dan la forma escalonada en algunas zonas como es el caso del valle norte. El río

Huatanay se ha desarrollado como un sistema fluvial de alta sinuosidad lo cual es más notorio hoy, en el valle sur con presencia de algunos meandros donde el cauce del río migraba y migra en el amplio espacio de esta parte del valle, más no en los tramos angostos como es el caso de Angostura y Huambutío. Otra característica del valle es la presencia de conos aluviales en la desembocadura de los afluentes del río Huatanay a ambas márgenes. Estos conos en muchas ocasiones controlaron la migración del río. Sin embargo, el aspecto más importante es la presencia de humedales en todo este valle y cuyo origen está relacionado a los conos aluviales, ya que éstos (Humedales), surgen en la parte distal de los conos aluviales.

2.4.3. Geología Estructural

- **FALLA DE TAMBOMACHAY:** La mayor estructura de deformación frágil, el cual establece todo un comportamiento dinámico en la Región, se ubica al norte de la ciudad del Cusco y separa a la meseta del Sacsayhuamán de las montañas del Cusco en una dirección aproximada E-O y pone en contacto a las formaciones del Grupo Yuncaypata con las del Grupo San Jerónimo. Esta falla es un accidente que ha tenido muchas actividades desde el Mesozoico y que en el Cenozoico ha tenido comportamientos con movimientos de rumbo e inversa (Carlotto 1988); tiene un desplazamiento tiene un desplazamiento promedio de 2 m y un desplazamiento máximo de 4 m. Hacia el este, la falla activa desaparece bajo los conos aluviales de San Jerónimo hacia el oeste, la falla se trunca cerca de la falla Tamboray.
- **FALLA CUSCO:** Las fotografías aéreas e imágenes satelitales del valle del Cusco, muestran un alineamiento NO-SE, el cual coincide con el piso de valle del río Huatanay, que se prolonga desde Cusco hasta Saylla – Oropesa. Tomando consideraciones geológicas, esta se considera como una antigua falla geológica sellada por los sedimentos cuaternarios de la formación San Sebastián. Actualmente esta falla, no muestra signos de reactivaciones recientes. Sin embargo, durante el sismo del 21 de mayo de 1950, se observaron un conjunto de desplazamientos en terrenos recientes del piso de valle (Formación San Sebastián).

El reporte del terremoto superficial citado (Ericksen et al.1954; Silgado, 1978) menciona muchas fisuras de dirección NO-SE entre San Jerónimo y San Sebastián a lo largo de 5 km de distancia, donde un nivel fue levantado en el sector sur del valle del Cusco. Por otro lado,

observaciones de campo del doctor Carlos Kalafatovich (inédito), luego del sismo, indican fracturas discontinuas en el suelo; ellas fueron cartografiadas a lo largo de varios kilómetros entre San Sebastián y San Jerónimo. Esta observación es similar a lo manifestado líneas arriba, y se puede interpretar que correspondería a la reactivación de la falla Cusco. En consecuencia, la actividad de la falla Cusco demostraría la existencia de una fuente sismogénica dentro del valle del mismo nombre, lo cual aumentaría el riesgo sísmico de la ciudad del Cusco y también de las poblaciones del Bajo Huatanay.

Imagen N° 03
Sistema De Fallas Geológicas, Cuenca Huatanay



Fuente: Equipo Técnico

CONDICIONES SÍSMICAS REGIONALES

Las características de la sismicidad regional se desarrollan en el dominio de ínter placa continental sudamericana, constituyendo la zona sismogénica oriental del sur del Perú, caracterizada por presentar sismos principalmente superficiales y destructoras como los ocurridos en Cusco en 1650,1950 y 1986 así como en Urcos en 1965.

La actividad sísmica de la Región Cusco, está relacionada a una zona de fallas cuaternarias activas que se emplazan separando en alguna medida la unidad morfoestructural de las Altiplanicies y la Cordillera Oriental en el Sur del territorio peruano.

El sistema de fallas abarca una franja con más de 100 Km. De longitud que se extiende entre el NE de Apurímac y Urcos pasando aproximadamente a 8 Km. Al Norte de la ciudad del Cusco (Cabrera-1988), hacia el SE presenta otro sistema de fallas denominado Vilcanota (Cabrera-1988).

Tomando en cuenta la distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el ámbito de la región Sur Oriental del Perú. Resulta que gran parte del departamento del Cusco se halla dentro de un área que alcanza hasta el grado IX en la escala de intensidades de Mercalli Modificada. Según Alva Hurtado et-al 1984 (Tomado de Cuenca-1991).

Los registros cronológicos de la actividad sísmica en la región delimitan geográficamente las zonas potencialmente vulnerables a los efectos de los sismos, precisando los fenómenos de geodinámica externa (derrumbes, deslizamientos, etc.) desencadenados en el pasado, señalando también las poblaciones más afectadas en el pasado por los terremotos.

En el registro histórico se tiene que fue sacudido por sismos desde la época de la colonia hasta la actualidad, los cuales se destacan por sus efectos destructores en la ciudad de Cusco y alrededores.

Cuadro N° 12
Registro Histórico De Sismos En La Ciudad Del Cusco Y Alrededores

| FECHA | LUGAR | MAGNITUD E INTENSIDAD |
|------------------------------------|----------------------------|--|
| 1590 | Cusco y costa sur del Perú | Alta intensidad |
| 31 de marzo de 1650, 14:00 h. | Cusco ciudad | Alta intensidad y magnitud, ocurrieron deslizamientos en Pisac y Paucartambo |
| 22 de abril de 1804 | Cusco | Gran intensidad en el Cusco |
| 07 de septiembre de 1823 | Cusco | Moderada intensidad |
| 18 y 19 de julio de 1832 | Cusco | Leve movimiento sísmico de moderada intensidad |
| 16 de noviembre de 1832 | Cusco | Movimiento sísmico de moderada intensidad en el Cusco |
| 23 de enero de 1905, 06:15 h. | Cusco, Anta y Urcos | Moderada intensidad |
| 01 de febrero de 1944 | Cusco | Intensidad del grado III - IV MM |
| 21 de febrero de 1946, 05:48 horas | Cusco | Intensidad del grado III MM |
| 30 de mayo de 1946 | Cusco | Intensidad del grado III MM. |
| 10 de enero de 1948, 03:55 horas | Cusco | Intensidad del grado III MM. |
| 06 de noviembre de 1948, 05:17 hs. | Cusco | Intensidad de III MM. |
| 10 de enero de 1948 | Cusco | Intensidad de II mm |

| FECHA | LUGAR | MAGNITUD E INTENSIDAD |
|---|--|--|
| 15 de abril de 1949 | Cusco | Intensidad del grado III MM |
| 21 de mayo de 1950, 13:35 a 13:40 h. duración de 5 a 8 seg. | Cusco ciudad | El área epicentral estuvo confinada al valle del Cusco (unos 12 km ²). La profundidad del foco se calcula en unos 8 a 10 km., estimándose que la intensidad en el área epicentral alcanzo el grado VII de la escala modificada de Mercalli (1931), siendo menor de 300 gal. la aceleración horizontal producida. Dañó más de un 50% de los edificios de la ciudad del Cusco y ocasionó 394 víctimas entre muertos y heridos. |
| 26 de febrero de 1952, 06:31 horas | Cusco, k'ayra, Paruro, Anta e Izcuchaca, | Intensidad del grado V MM. y cuyo foco estaría a una profundidad de 250 Km. |
| 06 de julio de 1952, 02:00 h. | Cusco | Intensidad del grado III - IV MM |
| 26 de agosto de 1952, 05:45 horas | Cusco | Intensidad del grado IV MM |
| 30 de marzo de 1953, 7:45 horas | Cusco | Intensidad V MM con una distancia epicentral de 400 Km., en Curahuasi se produjeron deslizamientos. |
| 16 de marzo de 1954, 10:19 horas | Cusco y Tambobamba | Intensidad del IV MM |
| 05 de mayo de 1954, 15:10 horas | Cusco | Intensidad del grado II MM |
| 5 de abril de 1986, 15:14 horas | Cusco ciudad y alrededores | Por el U.S.G.S.: Magnitud moderada (Mb= 5.2), profundidad foca superficial (63 Km.), utilizo información de 51 estaciones sismográficas para la determinación epicentral, El IGP, asignó a este sismo una magnitud de 5.4 y 57 Km. de profundidad focal, y que al parecer estaban relacionando al sistema de fallamiento de Tambomachay, Según información de Defensa Civil, 7 personas muertas, 80 heridos y aproximadamente 13,000 damnificados. |

Fuente: IGP

La investigación de las intensidades en el ámbito regional indica que la máxima intensidad originada en el epicentro, que estuvo próxima a la laguna de Qoricocha fue alrededor de IX MM: aunque es posible que, en el área de fallamiento cercano a la laguna, la intensidad puede haber llegado a X MM. Deducido de los pequeños cambios geomorfológicos originados en la falla (grietas de cizallamiento en la superficie y movimiento de bloques rocosos medianos). El área de percepción del sismo, parece no sobrepasar los 11,309 km² con un radio de 60 Km. desde el epicentro. En la ciudad las intensidades oscilaron entre IV y VI M.

Las características de la sismicidad en la región corresponden a sismos de origen tectónico y de hipocentros muy superficiales (menores de 30Km. de profundidad) que pone en peligro a la ciudad de Cusco, además la presencia de varias estructuras tectónicas activas (fallas: Tambomachay, Qoricocha, Pachatusan y Urcos).

SISMICIDAD: La amenaza de terremotos en nuestro territorio, lo somete a un factor externo que es el "Riesgo Sísmico", por lo que los daños consecuentes estarán en relación directa con la magnitud del evento (peligro natural de origen sismológico) y a la capacidad de respuesta de las estructuras (infraestructura o edificaciones en general) a los diferentes valores de aceleración a las que están sometidas cuando ocurre un sismo. El mayor conocimiento de los eventos sísmicos, permitirá planificar obras que, con éxito, enfrenten las consecuencias sísmicas. Es oportuno precisar que las condiciones geológicas-geodinámicas locales juegan un papel importante para atenuar o incrementar las aceleraciones sísmicas y en consecuencia los efectos sobre las obras.

PELIGROSIDAD SÍSMICA: La información más reciente referida a peligrosidad sísmica para la zona se encuentra en la ponencia "Peligrosidad Sísmica en el Sur del Perú" (D. López y J. Olarte -CISMID -UNI - 2001) en la que se realiza un análisis de la distribución espacial de la sismicidad tanto en planta como en profundidad, así como un análisis estadístico que establece gráficas y ecuaciones de períodos de retorno para trabajos de predicción sísmica.

ACELERACIONES MÁXIMAS NORMALIZADA: En el mapa de aceleraciones máximas normalizadas publicado por la Pontifica Universidad Católica del Perú.

$$a_{MAX} = 0.17 \text{ g} - 0.18 \text{ g}$$

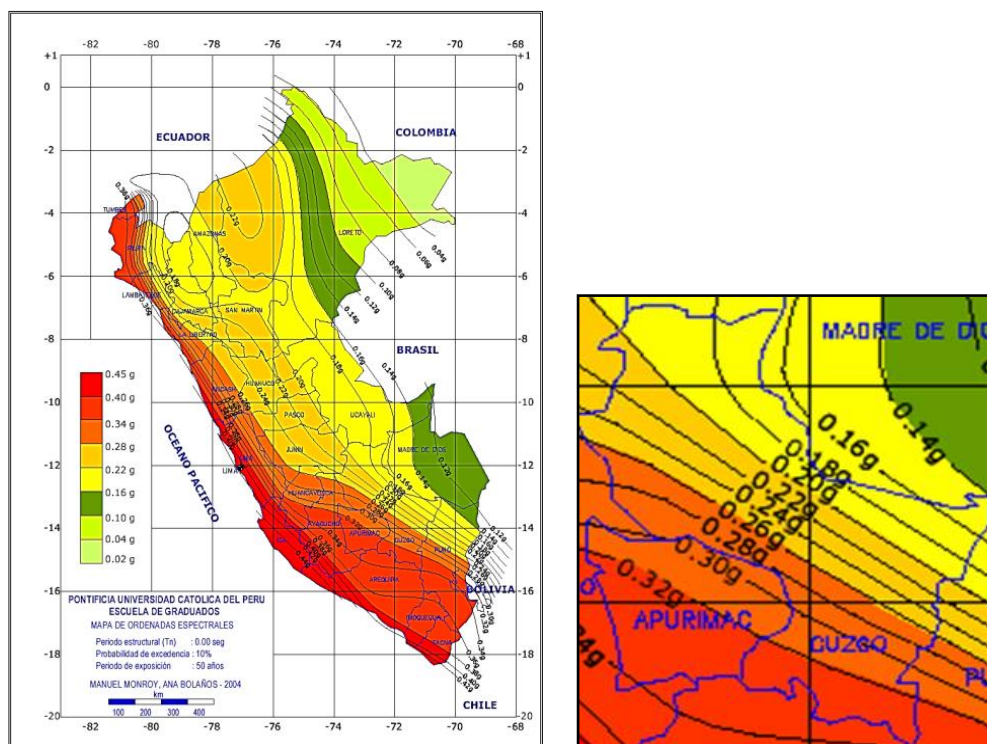
Este valor es algo inferior a los valores reportados por las otras fuentes de información y esto es debido a que este se refiere a los máximos valores registrados en la zona, mientras que los otros calculan la máxima aceleración que podría registrarse en el futuro en base a una proyección a diferentes periodos de tiempo.

Para la zona de la ciudad del Cusco y la zona de estudio se tiene una aceleración sísmica de 0.26 a 0.28 correspondientes a un año de exposición de 50 años y una probabilidad de excedencia de 10% que equivale a un periodo de retorno de 500 años.

Existe información referida a peligro sísmico de la región, Esta información

está basada en datos sísmicos instrumentales, datos sísmicos históricos, registros de movimientos fuertes, datos geotécnicos y geofísicos, los que usando el modelo probabilístico de Poisson han sido procesados para obtener la aceleración, velocidad y desplazamiento máximos esperados para periodos de retorno de 30, 50 y 100 años. Esta información se encuentra en mapas con curvas que abarcan los departamentos de Cusco y Puno.

Imagen N° 04
Peligrosidad Sísmica En El Sur Del Perú



Fuente: IGP

Cuadro N° 13
Aceleraciones Expresadas En Gravedad, Velocidad Y Desplazamiento

| Periodo de retorno (años) | ACELERACIÓN | | | VELOCIDAD | | | DESPLAZAMIENTO | | |
|---------------------------|-------------|-------|------|-----------|------|------|----------------|------|------|
| | 30 | 50 | 100 | 30 | 50 | 100 | 30 | 50 | 100 |
| Parámetros | 0.137 | 0.165 | 0.21 | 5.8 | 7.00 | 9.50 | 2.05 | 2.40 | 3.30 |

Fuente: IGP

2.4.4. Geología Local.

Se refiere a la información geológica levantada en campo, se hizo registro cartográfico de litología de acuerdo a las condiciones del estado actual de los

Alcra Elena Olivera Silva
 Alcra Elena Olivera Silva
 INGENIERA GEÓLOGA
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS
 CIP. 101380

suelos, la inclinación del terreno o pendientes medidas en grados de inclinación, el tipo y grado de erosión o desgaste del terreno por los procesos de geodinámica externa y todos ellos originan las geoformas del relieve terrestres, toda esta información se define de manera unitaria, una vez determinadas las condiciones geológicas se procede al procesamiento cartográfico digital en formato Shp en GIS.



Alcyra Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380

UNIDADES LITOLÓGICAS.

Se describe desde la litología local de las rocas y suelos identificados como afloramientos rocosos, depósitos cuaternarios o en formación de suelos, tomando como criterio técnico como factor condicionante de los peligros; para este caso en el análisis litológico se identificó 04 descriptores, a continuación, se define.

- **Sedimentos Fluviales:** sedimentos formados por transportes de la erosión concentrada de flujos hídricos, acumulados en el cauce natural del río Cachimayo formando sedimentación y suelos fluviales, con textura granular con clastos redondeados a sub redondeados en una matriz limosa

- **Depósito Fluvial:** De origen fluvial, identificado en áreas cauces naturales y en áreas marginales (márgenes), también se identifican en terrazas fluviales o área de inundación asociada al río, compuesto por arenas y gravas redondeadas con matriz granular

- **Depósito Fluvial aluviales:** Compuesto por gravas y arenas de origen fluvial mezclado con fragmentos de materiales de origen aluvial propios de la formación san Sebastián por ser predominante en las partes altas, con textura granular, es una mezcla heterogénea, se encuentra identificado en las terrazas bajas del valle y en áreas marginales del lecho del río.

- **Limonita arenosa:** Pertenecientes a la formación san Sebastián secuencias de areniscas con niveles de diatomita en forma de conos terrazas fluvio-torrenciales, que indican el cierre de la cuenca.

- **Diatomitas:** Pertenecientes a la formación san Sebastián, roca sedimentaria silícea, formada por microfósiles de diatomeas



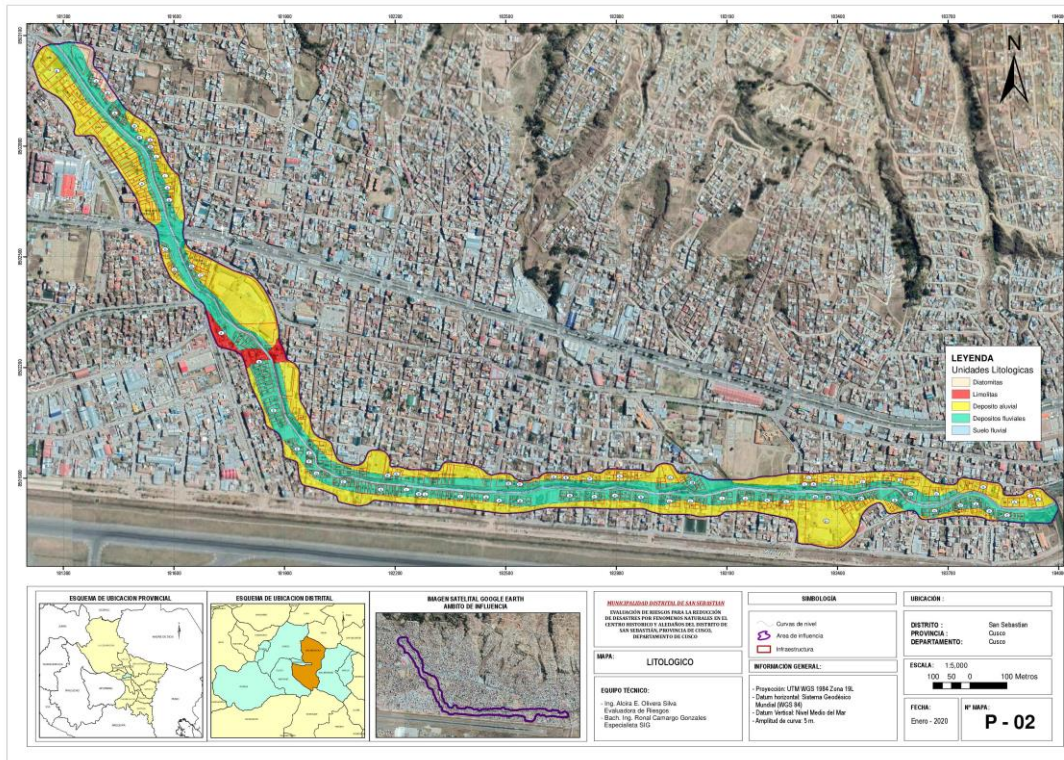
Alcyra Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS
CIP. 101380

Imagen N° 05



Depósitos fluvioaluviales formados en las terrazas en las márgenes del río Y material fluvial acumulado en el cauce natural del río

Mapa N° 02
Mapa Litológico Área De Influencia



Fuente: Equipo Técnico

Alcega Elena Olivera Silva
 Alcega Elena Olivera Silva
 INGENIERA GEÓLOGA
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS
 CIP. 101380

PENDIENTES

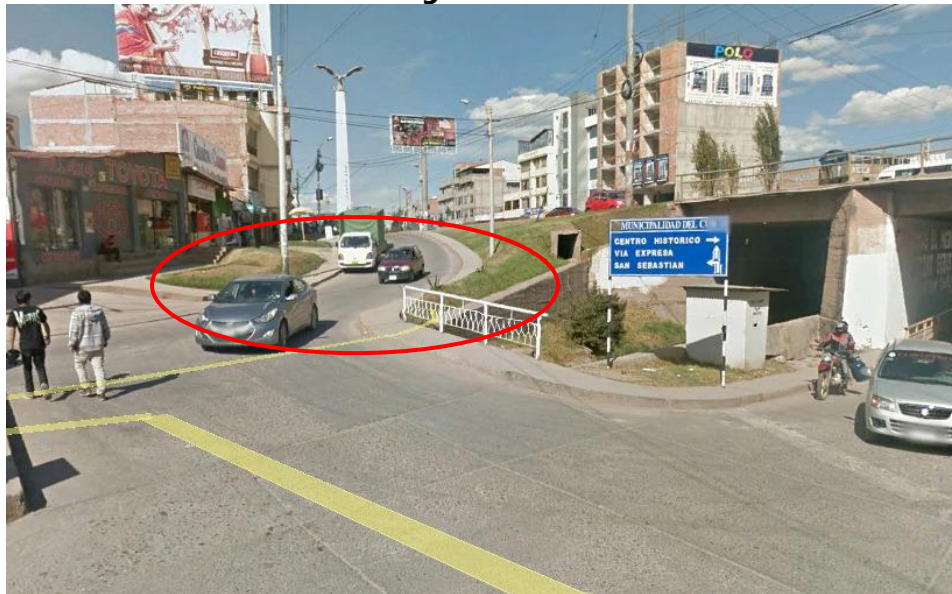
La evolución tectónica en general de la Región, ha generado la existencia de un relieve muy accidentado y variado, dentro de la cual se encuentra el distrito de San Sebastián, este relieve tiene diversas características de elevaciones o inclinaciones en su superficie, esto se expresa a través de la Pendiente del terreno, para el área de estudio

Imagen N° 06



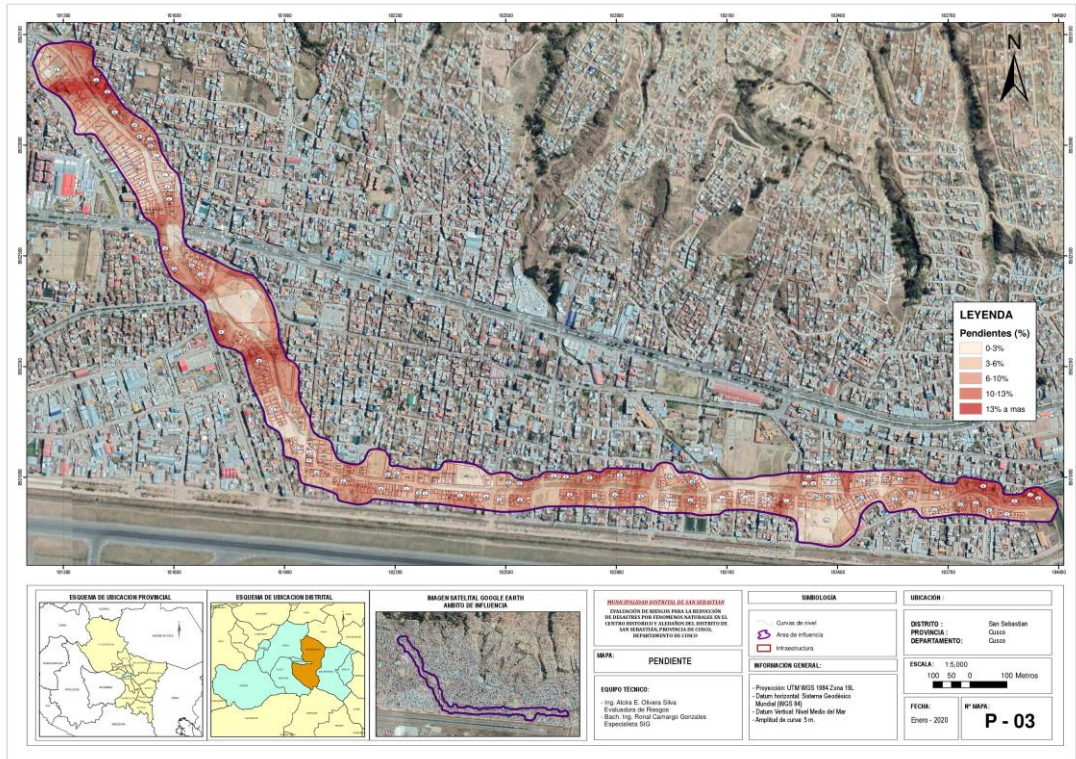
Pendientes llanas a moderadamente inclinadas

Imagen N° 07



Pendientes fuertemente inclinadas

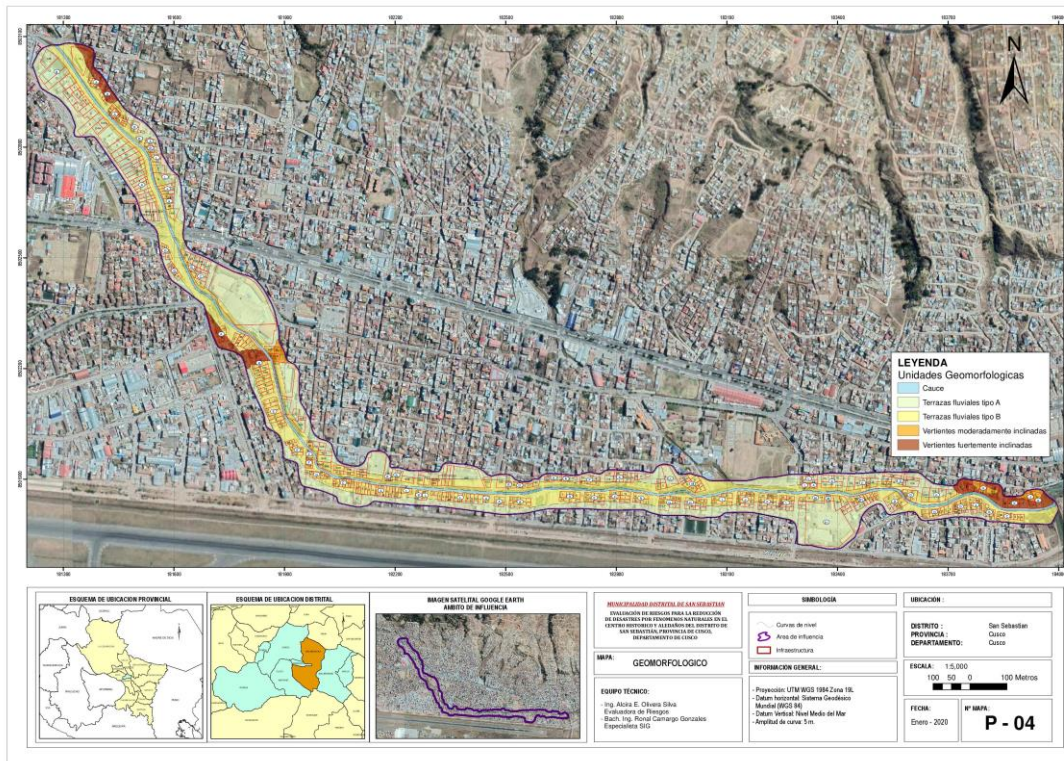
Mapa N° 03
Mapa De Pendientes Área De Influencia



Fuente: Equipo Técnico

Alcra Elena Olivera Silva
 Alcra Elena Olivera Silva
 INGENIERA GEÓLOGA
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
 CIP. 101380

Mapa N° 04
Mapa De Unidades Geomorfológicas Área De Influencia




Fuente: Equipo Técnico

2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Características Climatológicas: La provincia de Cusco cuenta con un clima semiseco y frío. La temperatura media anual máxima es de 19,6 °C y la mínima de 4,2 °C. La temporada de lluvias se inicia en noviembre y concluye en marzo, época en que las montañas se cubren de verde. En invierno hace frío en la noche y la temperatura aumenta considerablemente desde las primeras horas de la mañana hasta el mediodía. En los días soleados se alcanzan los 20°C. Entre junio y julio son comunes las "heladas" (frío intenso) en las que se han reportado nevadas muy ocasionales. De manera general se distinguen dos estaciones climáticas: la estación de lluvias, de noviembre a marzo y la estación de secano, de abril a octubre. SENAMHI -2017.

La época más despejada comienza aproximadamente a inicios del mes de mayo y dura de 4 a 5 meses y termina aproximadamente a fines del mes de setiembre, el 24 de julio es el día más despejado del año el cielo es totalmente despejado. La parte más nublada del año comienza


 Alcega Elena Olivera Silva
 INGENIERA GEÓLOGA
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS
 CIP. 101380

aproximadamente el 19 de septiembre, y dura 7,5 meses y se termina aproximadamente el 04 de mayo, el 16 de enero, el día mas nublado del año. De manera general se distinguen dos estaciones climáticas: la estación de lluvias, de septiembre a abril y la estación de seco, de abril a septiembre. SENAMHI -2018.

Las precipitaciones pluviales de los últimos años en el ámbito de la provincia del Cusco han causado diferentes fenómenos en el área de estudio como erosiones, socavamientos y movimientos en masa.

2.5.1. Precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en San Sebastián varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 4,7 meses, de 8 de noviembre a 31 de marzo, con una probabilidad de más del 26 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 51 % el 15 de enero.

La temporada más seca dura 7,3 meses, del 31 de marzo al 8 de noviembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 3 de junio.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 51 % el 15 de enero.

Así tenemos los registros de precipitaciones y temperaturas de los últimos años:

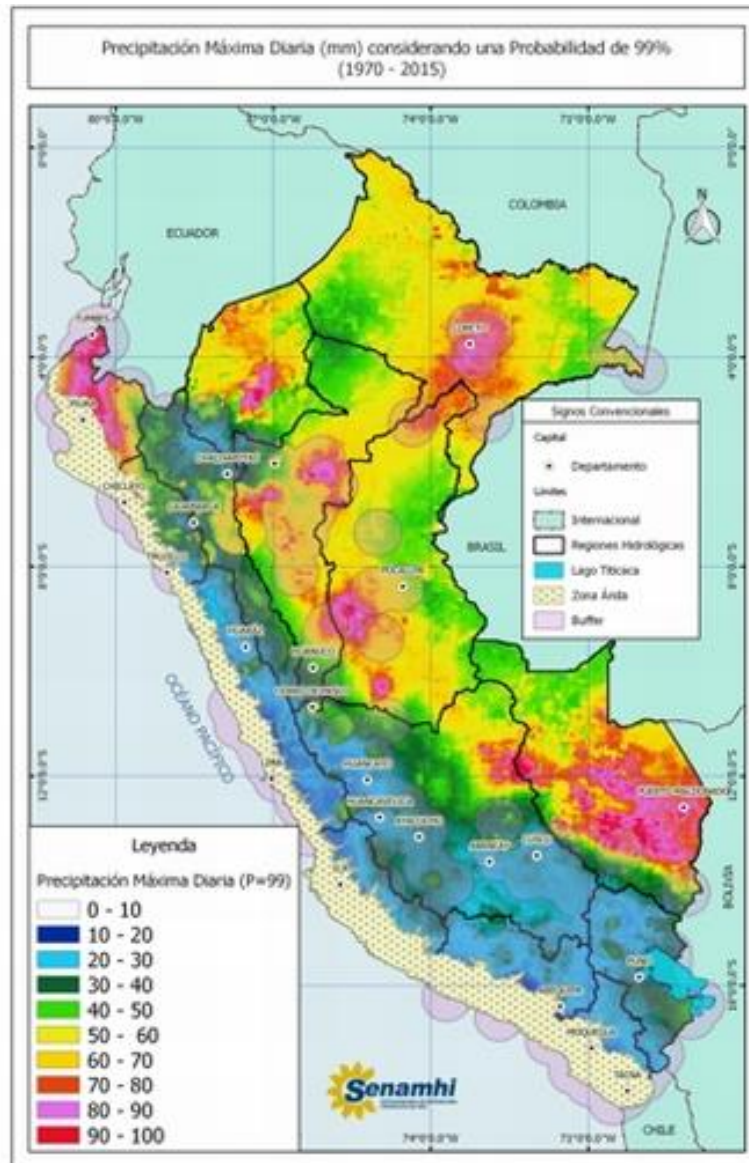
Cuadro N° 14
Precipitaciones Pluviales Mensuales

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|-------|----------|-----------|--------|-------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|---|
| Estacion | : | KAYRA | | Latitud | 13 | 33 | 24 S | Region | : | CUSCO | | | | |
| Tipo | : | MAP | | Longitud | 71 | 52 | 30 W | Provincia | : | CUSCO | | | | |
| | | | | Altitud | 3219 msnm | | | Distrito | : | CUSCO | | | | |
| Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL | |
| 2010 | 144.4 | 77.8 | 88.1 | 16.8 | 2.9 | 3.3 | 7.2 | 3.9 | 22.8 | 29.8 | 54.7 | 72.9 | 524.6 | |
| 2011 | 170.6 | 92.6 | 132.5 | 86.1 | 2.3 | 1 | 3.7 | 3.4 | 42.1 | 46.1 | 48.2 | 177.4 | 806 | |
| 2012 | 128.9 | 161.6 | 83.6 | 40 | 1.5 | 0.1 | 0 | 5.7 | 3.5 | 55.7 | 51 | 127.5 | 659.1 | |
| 2013 | 192.1 | 66.8 | 57.2 | 29.7 | 3.4 | 0 | 6.5 | 27.3 | 12.2 | 7.9 | 50.2 | 100.2 | 553.5 | |
| 2014 | 221.3 | 120.9 | 99.6 | 75.2 | 14 | 0 | 9.1 | 11.8 | 14.5 | 65.1 | 88.8 | 96.5 | 816.8 | |
| 2015 | 102.5 | 157.7 | 121.5 | 34.5 | 3.6 | 8.2 | 1 | 34.6 | 5.9 | 43.3 | 60.9 | 108 | 681.7 | |
| N° Datos | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Media | 159.97 | 112.90 | 97.08 | 47.05 | 4.62 | 2.10 | 4.58 | 14.45 | 16.83 | 41.32 | 58.97 | 113.75 | 673.62 | |
| Desv. Estand. | 43.40 | 40.53 | 27.24 | 27.35 | 4.66 | 3.25 | 3.62 | 13.33 | 14.13 | 20.24 | 15.29 | 35.84 | 122.42 | |
| Coef. Variac | 27.13 | 35.90 | 28.06 | 58.13 | 100.94 | 154.57 | 79.00 | 92.23 | 83.94 | 48.99 | 25.92 | 31.51 | 18.17 | |
| Prec. Maxim | 221.3 | 161.6 | 132.5 | 86.1 | 14 | 8.2 | 9.1 | 34.6 | 42.1 | 65.1 | 88.8 | 177.4 | 816.8 | |
| Prec. Minim | 102.5 | 66.8 | 57.2 | 16.8 | 1.5 | 0 | 0 | 3.4 | 3.5 | 7.9 | 48.2 | 72.9 | 524.6 | |

Fuente: SENAMHI – 2018

Según el Mapa de Umbrales de Precipitación del SENAMHI (2016), presenta la Categorías de las lluvias según su percentil de precipitación Máxima Diaria como: Extremadamente lluvioso, Muy lluvioso, Lluvioso y Moderadamente Lluvioso"

Mapa N° 05
Mapa de Precipitación Máxima Diaria



Fuente: SENAMHI – 2018

Por consiguiente, la región Cusco presenta máximas precipitaciones pluviales entre los percentiles de P40 a P100.

Cuadro N° 15
Caracterización de lluvias extremas

| Umbral de precipitación ⁹ | Caracterización de lluvias extremas |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| RR/día > 99p | Extremadamente lluvioso |
| 95p <RR/día ≤99p | Muy lluvioso |
| 90p <RR/día ≤95p | LLuvioso |
| 75p <RR/día ≤90p | Moderadamente lluvioso |

Fuente: SENAMHI – 2018

2.5.2. Temperatura

La temporada templada dura 1,8 meses, del 6 de octubre al 30 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 19 °C. El día más caluroso del año es el 3 de noviembre, con una temperatura máxima promedio de 19 °C y una temperatura mínima promedio de 4 °C.

La temporada fría dura 2,9 meses, del 2 de enero al 30 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 17 °C. El día más frío del año es el 7 de julio, con una temperatura mínima promedio de -2 °C y máxima promedio de 17 °C.

Cuadro N° 16
Temperaturas promedio Mensuales

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2015 | 6.61 | 7.58 | 7.53 | 6.75 | 6.42 | 6 | 5.81 | 6.53 | 7.8 | 8 | 8.96 | 7.7 |
| 2016 | 9.23 | 8.16 | 9.09 | 7.83 | 7.069 | 5.83 | 6 | 6.41 | 7.61 | 7.54 | 8.35 | 7.92 |
| 2017 | 7.47 | 7.58 | 7.3 | 7.31 | 6.5 | 5.99 | 5.88 | 6.81 | 7.55 | 7.8 | 8.45 | 7.99 |
| 2018 | 7 | 7.43 | 7.37 | 7.22 | 6.47 | 4.79 | 5.14 | 5.61 | 7.37 | 7.59 | 8.88 | 8.12 |

Fuente: SENAMHI – 2018

2.5.3. Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de

rocío tiende a cambiar más lentamente, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en San Sebastián, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año y permanece prácticamente constante en 0%.

Cuadro N° 17
Humedad promedio Mensual

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------|
| 2015 | 78.6 | 77 | 76.76 | 78.27 | 69.42 | 61.2 | 49.1 | 55.16 | 57.7 | 59.8 | 63.91 | 72.84 |
| 2016 | 68.8 | 81.7 | 72.49 | 71.09 | 57.4 | 50.4 | 50.9 | 52.93 | 56.1 | 65.3 | 55.26 | 72.89 |
| 2017 | 78.9 | 78.1 | 81.4 | 77.2 | 72.56 | 57.7 | 53.7 | 49.37 | 62.5 | 62.6 | 67.25 | 71.1 |
| 2018 | 78.8 | 79.5 | 79.66 | 72.12 | 61.01 | 62.4 | 57.1 | 63.21 | 56.5 | 70.7 | 67.06 | 62.62 |

Fuente: SENAMHI – 2018

2.5.4. Resumen Del Estudio Hidrológico, Simulación Hidráulica

Para determinar el área de inundación denominado peligrosidad de nivel muy alto se tomó en consideración el estudio hidrológico de la microcuenca del rio Cachimayo, a continuación, se menciona los parámetros mas importantes a considerar.

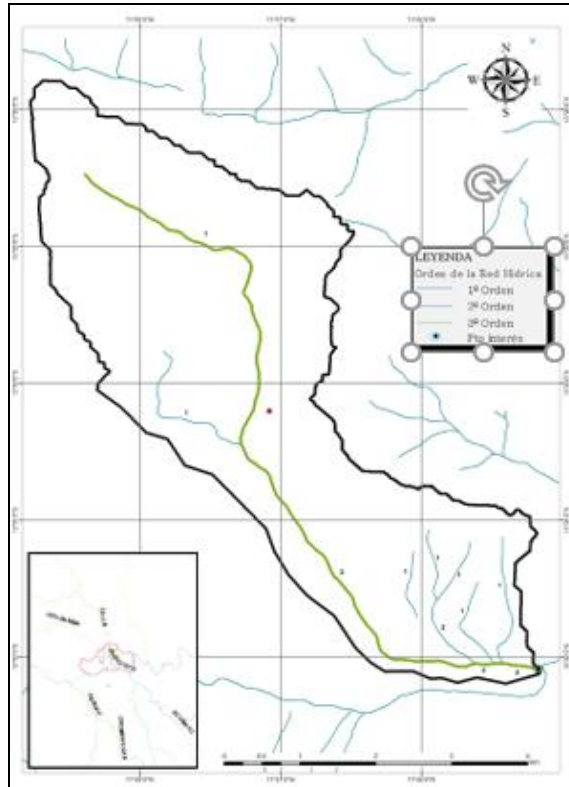
2.5.4.1. Parámetro geomorfológico de la cuenca:

El número de orden que presenta es 3.

2.5.4.2. Parámetro de relieve de la cuenca:

La pendiente del cauce principal.

Imagen N° 08
Numero de orden de la microcuenca Cachimayo



Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 18
Pendiente del cauce principal

| Progresivas | Cota | Desnivel (m) | Longitud (m) | Pendiente (S) | L/raiz(S) |
|----------------|------------|--------------|------------------|---------------|-----------------|
| 0 + 000 | 3894.55 | | | | |
| 0 + 134 | 3874.55 | 20 | 133.6643 | 0.1496 | 345.5480 |
| 0 + 359 | 3854.55 | 20 | 225.2141 | 0.0888 | 755.7506 |
| 0 + 542 | 3834.55 | 20 | 182.6594 | 0.1095 | 552.0114 |
| 0 + 699 | 3814.55 | 20 | 157.6053 | 0.1269 | 442.4265 |
| 0 + 912 | 3794.55 | 20 | 213.3241 | 0.0938 | 696.6983 |
| 1+ 113 | 3774.55 | 20 | 220.2023 | 0.0908 | 730.6643 |
| 1+ 397 | 3754.55 | 20 | 264.5141 | 0.0756 | 961.9626 |
| 1+ 565 | 3734.55 | 20 | 167.5177 | 0.1194 | 484.8152 |
| 1+ 989 | 3714.55 | 20 | 423.9762 | 0.0472 | 1952.0780 |
| 2+ 120 | 3694.55 | 20 | 130.9103 | 0.1528 | 334.9237 |
| 2+ 326 | 3674.55 | 20 | 206.6601 | 0.0968 | 664.3085 |
| 2+ 601 | 3654.55 | 20 | 274.3005 | 0.0729 | 1015.8388 |
| 2+ 751 | 3634.55 | 20 | 150.5776 | 0.1328 | 413.1671 |
| 2+ 885 | 3614.55 | 20 | 133.4972 | 0.1498 | 344.9001 |
| 3+ 430 | 3594.55 | 20 | 545.5185 | 0.0367 | 2849.0445 |
| 4+ 63 | 3574.55 | 20 | 632.5715 | 0.0316 | 3557.5368 |
| 4+ 227 | 3554.55 | 20 | 164.7635 | 0.1214 | 472.9077 |
| 5+ 591 | 3534.55 | 20 | 363.3715 | 0.0550 | 1548.8572 |
| 5+ 124 | 3514.55 | 20 | 532.9964 | 0.0375 | 2751.5117 |
| 5+ 300 | 3494.55 | 20 | 175.7906 | 0.1138 | 521.1688 |
| 5+ 633 | 3474.55 | 20 | 333.5571 | 0.0600 | 1362.1979 |
| 5+ 834 | 3454.55 | 20 | 200.7865 | 0.0996 | 636.1901 |
| 6+ 45 | 3434.55 | 20 | 211.0208 | 0.0948 | 685.4456 |
| 6+ 209 | 3414.55 | 20 | 164.1343 | 0.1219 | 470.2014 |
| 6+ 304 | 3394.55 | 20 | 94.5385 | 0.2116 | 205.5408 |
| 6+ 645 | 3374.55 | 20 | 341.1301 | 0.0586 | 1408.8508 |
| 6+ 946 | 3354.55 | 20 | 301.5609 | 0.0663 | 1170.9750 |
| 7+ 335 | 3334.55 | 20 | 389.0953 | 0.0514 | 1716.2040 |
| 7+ 782 | 3314.55 | 20 | 446.4505 | 0.0448 | 2109.3323 |
| 8+ 498 | 3294.55 | 20 | 716.0716 | 0.0279 | 4284.6922 |
| 9+ 466 | 3274.55 | 20 | 967.5540 | 0.0207 | 6729.7325 |
| 10+ 607 | 3255.87598 | 18.67 | 1141.2625 | 0.0164 | 8922.9030 |
| | | SUMA= | 10606.797 | | 51098.39 |

2.5.4.3. Generación de caudales máximos - Periodos de retorno

Cuadro N° 19
Tiempo De Concentración

| Cuenca | Clasificación según Tc | tc (min) |
|---------------|------------------------|----------|
| Río Cachimayo | rápido | 62.954 |

Cuadro N° 20
Tiempo de Retraso

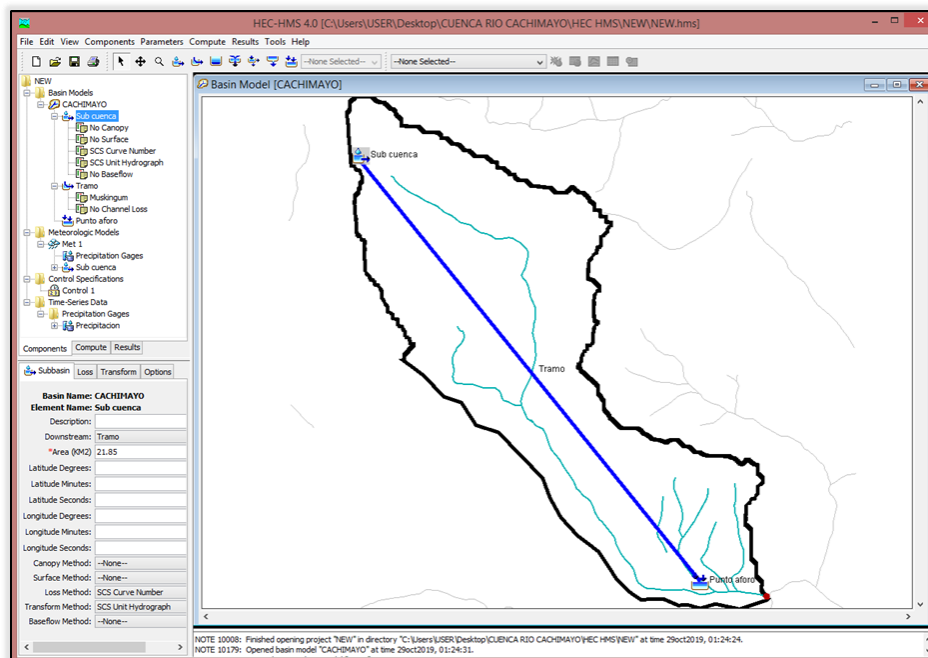
| Cuenca | Clasificación según Lag Time | Lag Time (min) |
|---------------|------------------------------|----------------|
| Río Cachimayo | rápido | 37.772 |

Cuadro N° 15
Numero de curva

| Cuenca | Número de curva ponderado | Pérdidas iniciales (IA) | Infiltración potencial máxima (S) |
|---------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Río Cachimayo | 80.993 | 11.922 | 59.609 |

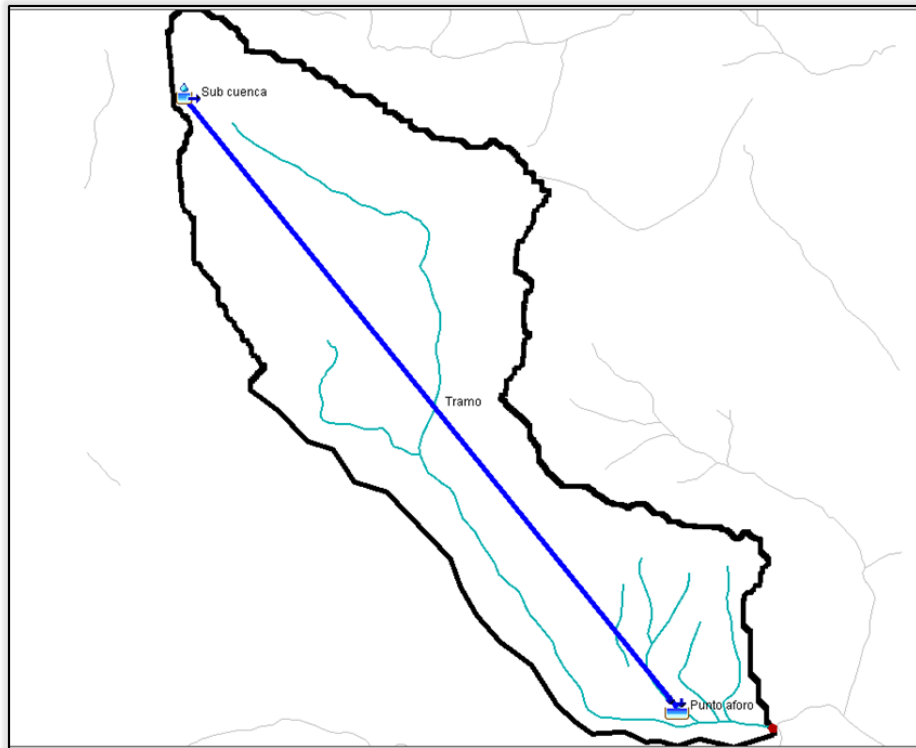
2.5.4.4. Modelamiento de caudales máximos

Imagen N° 09
Imagen del Modelo de cuenca



Fuente: Equipo Técnico

Imagen N° 10
Imagen de Esquema de simulación hidráulica



Fuente: Equipo Técnico

2.5.4.5. Caudales máximos para la cuenca de estudio.

Cuadro N° 26
Resumen-Método Hidrograma Unitario SCS.

| CAUDALES MÁXIMOS CALCULADOS CON EL PATRÓN DE TORMENTA | | |
|---|-------------|-------------|
| T (Años) | Pmax24 (mm) | Caudal M3/S |
| 50 | 49.27 | 6.3 |
| 100 | 51.27 | 7.6 |
| 200 | 53.01 | 8.9 |
| 500 | 55.01 | 10.4 |

Cuadro N° 23
Resumen-Método Hidrograma Unitario de SNYDER.

| CAUDALES MÁXIMOS CALCULADOS CON EL PATRÓN DE TORMENTA | | |
|--|--------------------|--------------------|
| T (Años) | Pmax24 (mm) | Caudal M3/S |
| 50 | 49.27 | 5.8 |
| 100 | 51.27 | 6.8 |
| 200 | 53.01 | 7.8 |
| 500 | 55.01 | 9.0 |

2.5.4.6. Cálculo de la intensidad - Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

Cuadro N° 24
Registros pluviométricos Estación Kayra - Método Gumbel.

| No | Año | Mes | Precipitación (mm) | |
|-----------|------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| | | Max. Precip. | x_i | $(x_i - \bar{x})^2$ |
| 1 | 1964 | ENE | 24.5 | 70.83 |
| 2 | 1965 | FEB | 31.4 | 2.19 |
| 3 | 1966 | FEB | 38.0 | 26.23 |
| 4 | 1967 | FEB | 42.1 | 85.03 |
| 5 | 1968 | ENE | 24.6 | 68.54 |
| 6 | 1969 | ENE | 25.1 | 60.51 |
| 7 | 1970 | ENE | 44.8 | 142.11 |
| 8 | 1971 | DIC | 36.1 | 10.38 |
| 9 | 1972 | ENE | 36.6 | 13.85 |
| 10 | 1973 | ENE | 28.4 | 20.06 |
| 11 | 1974 | DIC | 22.8 | 101.58 |
| 12 | 1975 | SEP | 25.0 | 62.08 |
| 13 | 1976 | MAR | 20.0 | 165.87 |
| 14 | 1977 | ENE | 33.9 | 1.04 |
| 15 | 1978 | ENE | 27.2 | 32.25 |
| 16 | 1979 | FEB | 39.0 | 37.47 |
| 17 | 1980 | FEB | 38.2 | 28.31 |
| 18 | 1981 | OCT | 40.2 | 53.60 |
| 19 | 1982 | MAR | 29.6 | 10.75 |
| 20 | 1983 | FEB | 21.4 | 131.77 |
| 21 | 1984 | ENE | 36.5 | 13.11 |
| 22 | 1985 | FEB | 31.2 | 2.82 |
| 23 | 1986 | DIC | 27.5 | 28.93 |
| 24 | 1987 | ENE | 42.1 | 85.03 |
| 25 | 1988 | MAR | 35.2 | 5.39 |
| 26 | 1989 | FEB | 41.9 | 81.38 |
| 27 | 1990 | ENE | 26.5 | 40.69 |

| No | Año | Mes | Precipitación (mm) | |
|----|------|--------------|--------------------|---------------------|
| | | Max. Precip. | x_i | $(x_i - \bar{x})^2$ |
| 28 | 1991 | FEB | 37.6 | 22.29 |
| 29 | 1992 | NOV | 22.6 | 105.66 |
| 30 | 1993 | ENE | 48.5 | 244.02 |
| 31 | 1994 | ENE | 39.6 | 45.17 |
| 32 | 1995 | NOV | 34.6 | 2.96 |
| 33 | 1996 | MAR | 31.3 | 2.49 |
| 34 | 1997 | NOV | 47.0 | 199.40 |
| 35 | 1998 | ENE | 35.9 | 9.13 |
| 36 | 1999 | NOV | 19.3 | 184.39 |
| 37 | 2000 | ENE | 25.5 | 54.45 |
| 38 | 2001 | FEB | 31.0 | 3.53 |
| 39 | 2002 | NOV | 26.7 | 38.18 |
| 40 | 2003 | ABR | 39.1 | 38.70 |
| 41 | 2004 | FEB | 30.8 | 4.32 |
| 42 | 2005 | MAR | 27.8 | 25.80 |
| 43 | 2006 | FEB | 51.6 | 350.48 |
| 44 | 2007 | ABR | 32.9 | 0.00 |
| 45 | 2008 | FEB | 27.9 | 24.79 |
| 46 | 2009 | ENE | 27.8 | 25.80 |
| 47 | 2010 | ENE | 41.2 | 69.24 |
| 48 | 2011 | NOV | 29.8 | 9.48 |
| 49 | 2012 | FEB | 47.0 | 199.40 |
| 50 | 2013 | DIC | 27.2 | 32.25 |
| 51 | 2014 | DIC | 35.6 | 7.40 |
| 52 | 2015 | ENE | 38.3 | 29.39 |
| 53 | 2016 | FEB | 24.2 | 75.32 |
| 54 | 2017 | MAR | 24.9 | 63.66 |
| | | Suma | 1775.5 | 3249.49 |

Cuadro N° 25
Cálculo de las láminas para distintas frecuencias.

| Periodo de retorno | Variable reducida | Precipitación (mm) | Probabilidad de ocurrencia | Corrección intervalo fijo |
|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|
| Años | YT | XT'(mm) | F(xT) | XT (mm) |
| 2 | 0.3665 | 31.5927 | 0.5000 | 35.6997 |
| 5 | 1.4999 | 38.5124 | 0.8000 | 43.5190 |
| 10 | 2.2504 | 43.0939 | 0.9000 | 48.6961 |
| 25 | 3.1985 | 48.8826 | 0.9600 | 55.2373 |
| 50 | 3.9019 | 53.1769 | 0.9800 | 60.0899 |
| 75 | 4.3108 | 55.6730 | 0.9867 | 62.9105 |
| 100 | 4.6001 | 57.4396 | 0.9900 | 64.9068 |
| 200 | 5.2958 | 61.6867 | 0.9950 | 69.7060 |
| 500 | 6.2136 | 67.2900 | 0.9980 | 76.0377 |

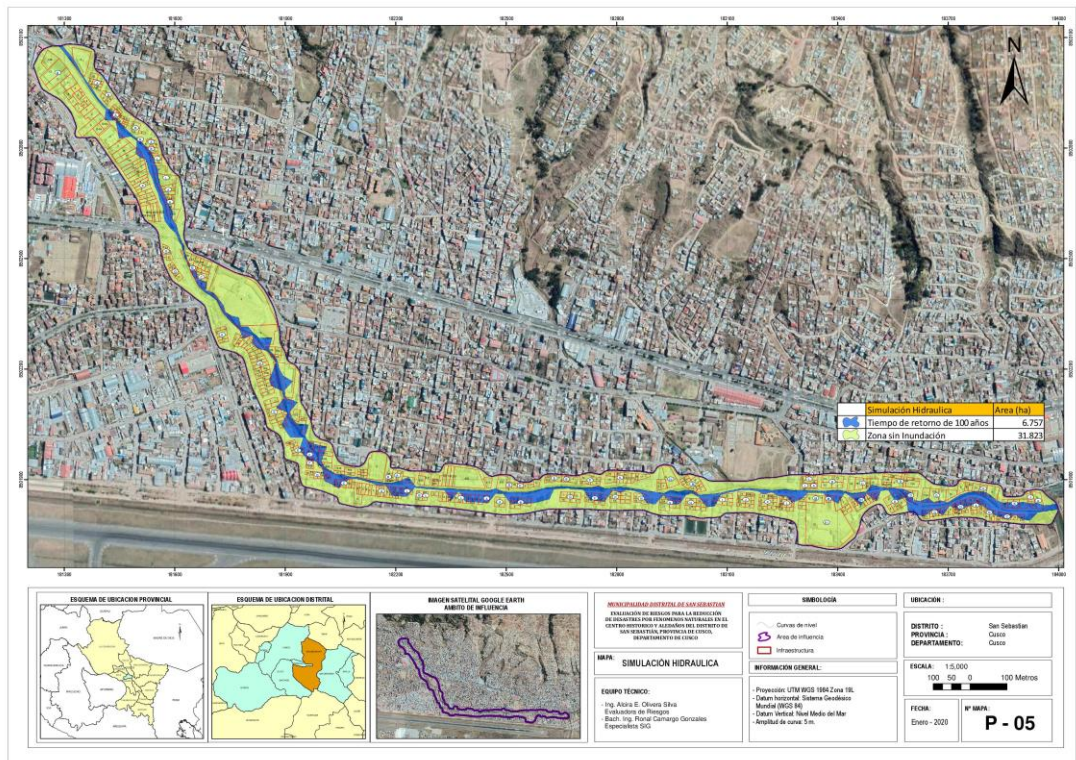
Cuadro N° 26
Resumen-Método Mac Math.

| T años | A ha | C | I mm/h | S m/km | Q m3/s |
|--------|---------|------|--------|--------|--------|
| 50 | 2184.97 | 0.39 | 17.762 | 43.09 | 62.8 |
| 100 | 2184.97 | 0.39 | 19.488 | 43.09 | 68.9 |
| 200 | 2184.97 | 0.39 | 21.382 | 43.09 | 75.6 |
| 500 | 2184.97 | 0.39 | 24.171 | 43.09 | 85.5 |

Cuadro N° 27
Caudales máximos/ métodos empíricos,

| CÁLCULO DEL CAUDALES / MÉTODOS EMPÍRICOS (m3/s) | | | | |
|---|------------|------------|----------|-----------------|
| MÉTODOS | FÓRMULA DE | FÓRMULA DE | FÓRMULA | FÓRMULA DEL |
| PERIODO DE | HECRAS | MAC MATH | RACIONAL | MÉTODO RACIONAL |
| RETORNO | | | | MODIFICADO |
| T=50 | 31.05 | 62.8 | 52.82 | 44.02 |
| T=100 | 34.06 | 68.9 | 62.69 | 47.48 |
| T=200 | 37.38 | 75.6 | 72.67 | 50.56 |
| T=500 | 42.25 | 85.5 | 89.49 | 54.16 |

Mapa N° 07
Simulación Hidráulica



Alcra Elena Olivera Silva
Alcra Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380

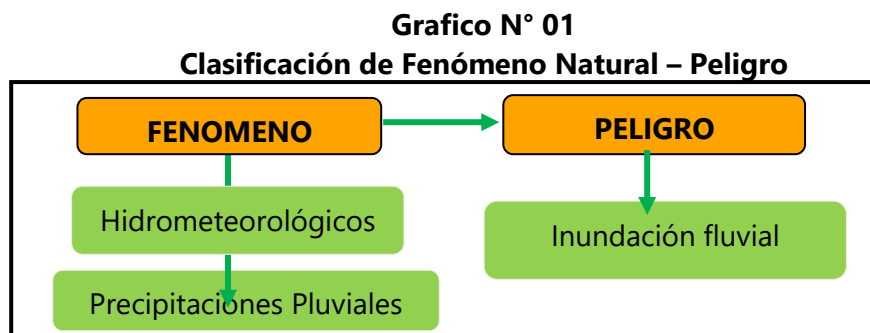
CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para determinar el nivel de peligrosidad por inundación fluvial, se utilizó el análisis geológico como la litología, pendientes y las unidades geomorfológicas todo ello como factores condicionantes, el cálculo de áreas de inundación por el método de simulación hidráulica para identificar peligro muy alto o la zona de inundación determinado también como área de peligro muy alto; como la metodología de modelización hidráulica bidimensional de flujo de aguas de ríos naturales, para el análisis de flujo de canal y determinación de las áreas de inundación como cauce y llanuras de inundación, determinado en el programa HEC RAS (HEC- Centro de Ingeniería Hidrológica, RAS-Sistema de Análisis de Ríos) determinando como parámetro de evaluación, seguido de la cuantificación los elementos expuestos y para la determinación del peligrosidad de alto con los datos de la susceptibilidad en el área de influencia de acuerdo a los elementos expuestos para determinar los niveles de peligrosidad.

Para determinar la simulación hidráulica se realizó el estudios hidrológico denominado "INFORME HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO CACHIMAYO HASTA LA DESEMBOCADURA EN EL RÍO HUATANAY", en el presente estudio se estimó caudales máximos que se generan de la precipitación máxima 24 horas en la microcuenca Cachimayo, para dicho análisis se han considerado las principales variables hidrometeorológicas en el área del encauzamiento (punto inicial y final) como cuantificar los parámetros de diseño requeridos para obras de encauzamiento de este curso de agua; se consideran los efectos climatológicos generados por el cauce del río, con el objetivo de conocer los caudales en régimen natural de las avenidas máximas en el punto de interés del proyecto.

3.2. IDENTIFICACIÓN DEL FENOMENO Y EL PELIGRO

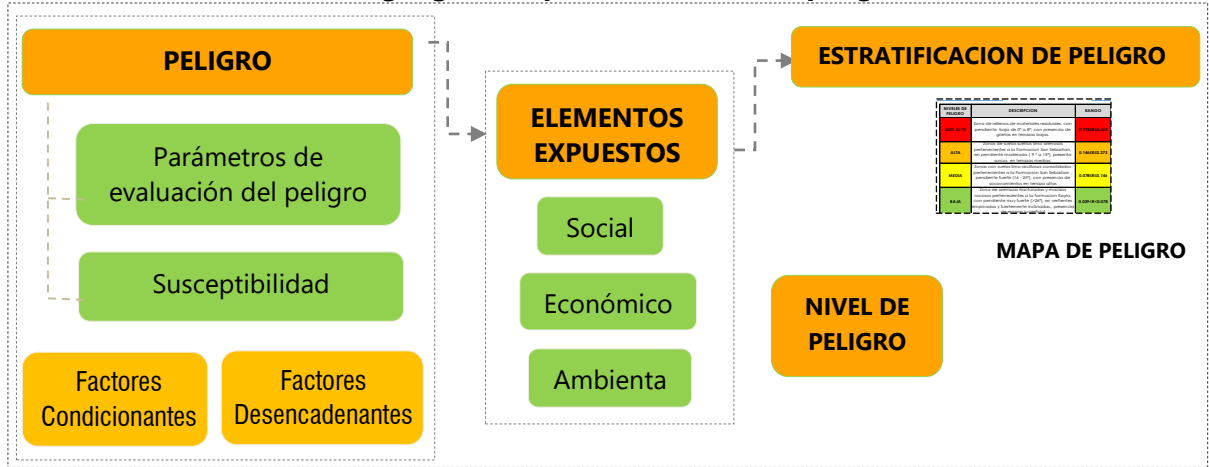


Fuente: Equipo Técnico

3.3. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS.

Gráfico N° 02

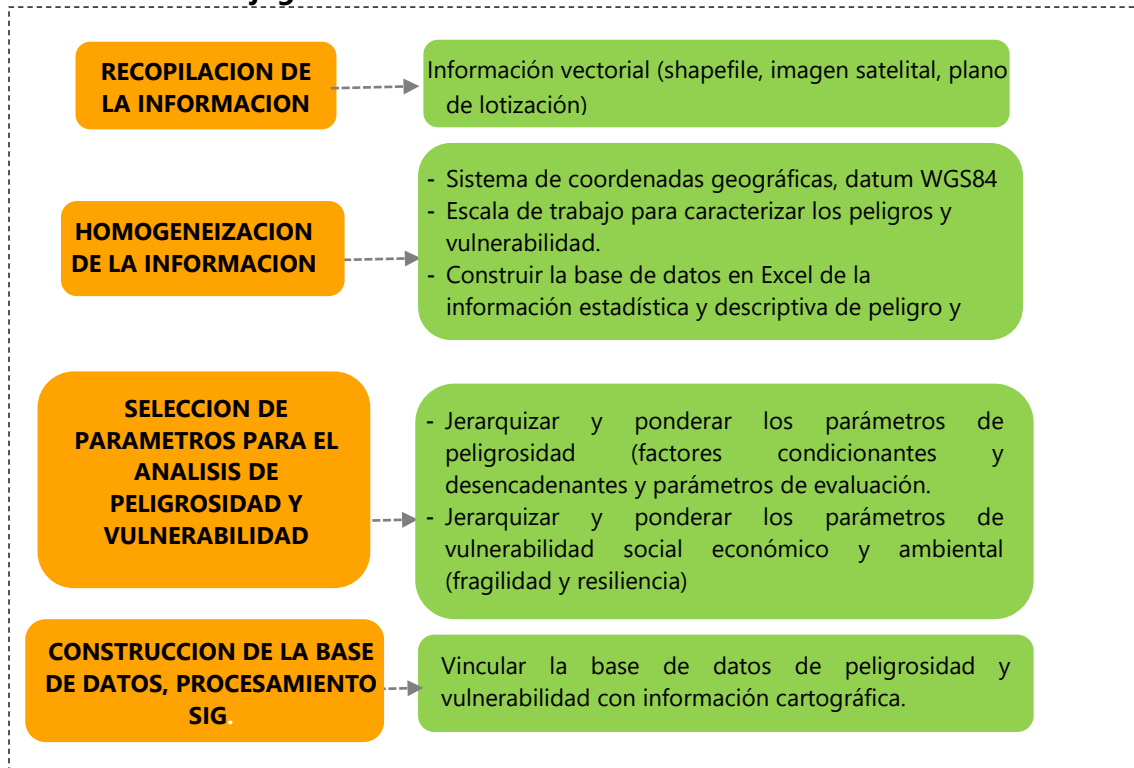
Metodología general para determinar la peligrosidad



Fuente: Adaptado de CENEPRED

Gráfico N° 03

Flujograma General del Proceso de Análisis de Información

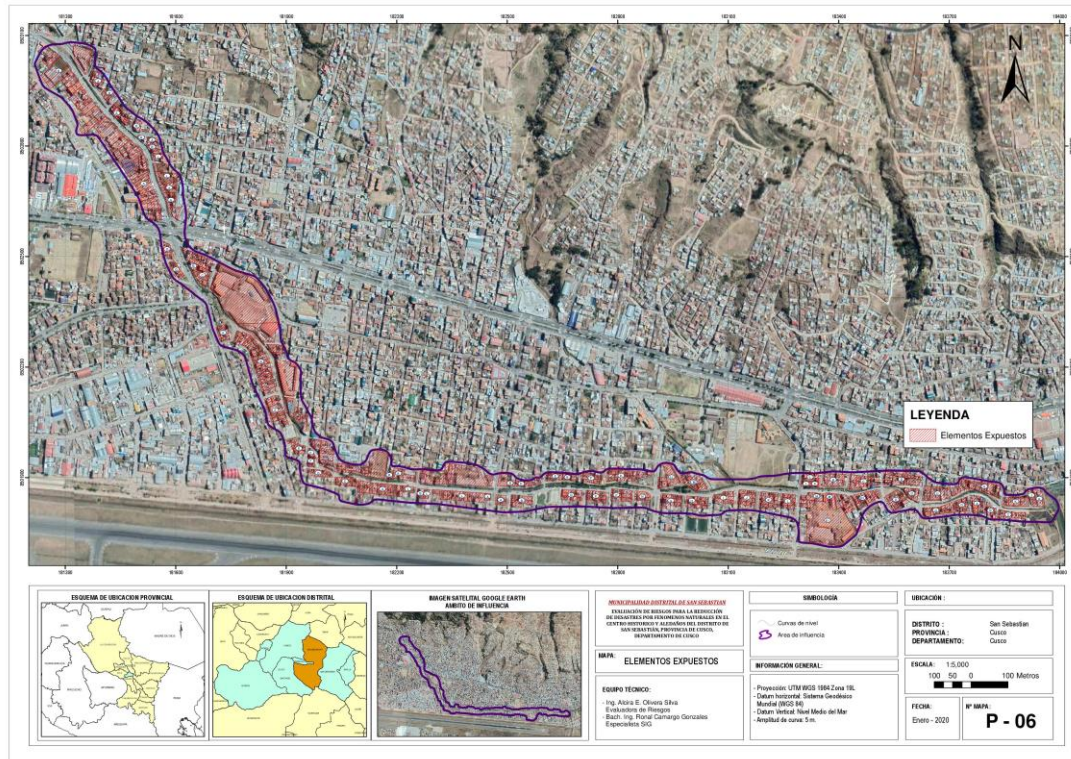


Fuente: Equipo Técnico

3.3.1. Identificación Del Ámbito De Influencia.

El ámbito de evaluación presenta una extensión territorial de 38.6 Ha. Identificadas de acuerdo al número de elementos expuestos en principal la población, servicios básicos, instalación de vías nacional asfaltadas, vías principales urbanas, puentes, etc.

Mapa N° 06
Ámbito de evaluación del peligro por inundación fluvial - San Sebastián



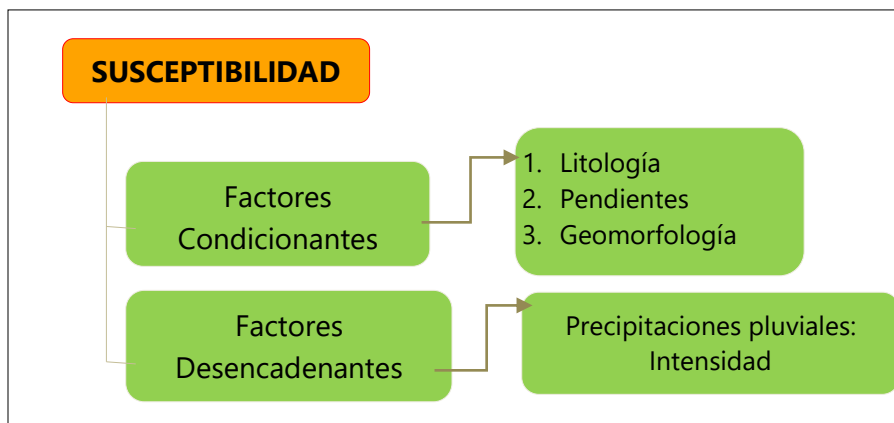
Fuente: Equipo Técnico

3.3.2. Susceptibilidad Del Territorio.

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). Para la evaluación de la susceptibilidad del ámbito de influencia del peligro por inundación fluvial; se han considerado como factores condicionantes del territorio a la litología, pendiente, unidades geomorfológicas, y como factor desencadenante a la precipitación. Se

presenta ponderación utilizando el proceso de análisis jerárquico, el método de Saaty.

Grafico N° 18
Factores y Parámetros de la Susceptibilidad



3.3.2.1. Análisis de Factor condicionante

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor condicionante, se utilizó un método cuantitativo con los datos obtenidos de la simulación hidráulica y el mapeo que se hizo del ámbito de influencia de la geomorfología, la litología y la pendiente.

Cuadro N° 28
Matriz de Factores Condicionantes

| PARAMETROS | FACTORES CONDICIONANTES |
|------------|--------------------------|
| FC1 | Unidades Geomorfológicas |
| FC2 | Pendientes |
| FC3 | Unidades Litológicas |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 29
Matriz de Comparación de Pares

| PARAMETROS | FC1 | FCA2 | FC3 |
|------------|------|------|------|
| FC1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| FC2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| FC3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 30
Matriz de Normalización de pares

| PARAMETROS | FC1 | FCA2 | FC3 | Vector priorización |
|------------|-------|-------|-------|---------------------|
| FC1 | 0.652 | 0.692 | 0.556 | 0.633 |
| FC2 | 0.217 | 0.231 | 0.333 | 0.260 |
| FC3 | 0.130 | 0.077 | 0.111 | 0.106 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Unidades Geomorfológicas

Cuadro N° 31
Matriz de Unidades Geomorfológicas

| DESCRIPTORES | Unidades Geomorfológicas |
|--------------|-------------------------------------|
| UG1 | Cauce |
| UG2 | Terrazas fluviales tipo B |
| UG3 | Terrazas fluviales tipo A |
| UG4 | Vertientes moderadamente inclinadas |
| UG5 | Vertientes fuertemente inclinadas |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 32
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | UG1 | UG2 | UG3 | UG4 | UG5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| UG1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00 | 8.00 |
| UG2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 |
| UG3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| UG4 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| UG5 | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 33
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTORES | UG1 | UG2 | UG3 | UG4 | UG5 | Vector priorización |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| UG1 | 0.548 | 0.632 | 0.513 | 0.444 | 0.381 | 0.504 |
| UG2 | 0.183 | 0.211 | 0.308 | 0.296 | 0.286 | 0.257 |
| UG3 | 0.110 | 0.070 | 0.103 | 0.148 | 0.190 | 0.124 |
| UG4 | 0.091 | 0.053 | 0.051 | 0.074 | 0.095 | 0.073 |
| UG5 | 0.068 | 0.035 | 0.026 | 0.037 | 0.048 | 0.043 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Pendientes

Cuadro N° 34
Matriz de Pendientes

| DESCRIPTORES | Pendientes |
|--------------|------------|
| PE1 | 0 - 3 % |
| PE2 | 3 - 6 % |
| PE3 | 6 - 10 % |
| PE4 | 10 - 13 % |
| PE5 | 13 % a mas |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 35
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | PE1 | PE2 | PE3 | PE4 | PE5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| PE1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| PE2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| PE3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| PE4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| PE5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 36
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTORES | PE1 | PE2 | PE3 | PE4 | PE5 | Vector priorización |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| PE1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| PE2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| PE3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| PE4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| PE5 | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Unidades Litológicas

Cuadro N° 37
Matriz de Unidades Litológicas

| DESCRIPTORES | Unidades Litológicas |
|--------------|----------------------|
| UL1 | Suelo fluvial |
| UL2 | Depósitos fluviales |
| UL3 | Depósitos aluviales |
| UL4 | Limolitas |
| UL5 | Diatomitas |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 38
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | UL1 | UL2 | UL3 | UL4 | UL5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| UL1 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| UL2 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 5.00 |
| UL3 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| UL4 | 0.20 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| UL5 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 39
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTORES | UL1 | UL2 | UL3 | UL4 | UL5 | Vector priorización |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| UL1 | 0.460 | 0.496 | 0.439 | 0.435 | 0.389 | 0.444 |
| UL2 | 0.230 | 0.248 | 0.293 | 0.261 | 0.278 | 0.262 |
| UL3 | 0.153 | 0.124 | 0.146 | 0.174 | 0.167 | 0.153 |
| UL4 | 0.092 | 0.083 | 0.073 | 0.087 | 0.111 | 0.089 |
| UL5 | 0.066 | 0.050 | 0.049 | 0.043 | 0.056 | 0.053 |

Fuente: Equipo Técnico

3.3.2.2. Análisis de los Factores Desencadenantes

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Parámetro: Intensidad de precipitaciones pluviales

Cuadro N° 40
Matriz de Precipitación

| DESCRIPTORES | PRECIPITACION |
|--------------|---|
| PP1 | Mayor P99-P90 (Extremadamente lluvioso) |
| PP2 | P90-P95 (Muy lluvioso) |
| PP3 | P75-P90 (Lluvioso) |
| PP4 | Menor a P75 (Moderadamente lluvioso) |
| PP5 | Normal |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 41
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | PP1 | PP2 | PP3 | PP4 | PP5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| PP1 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 8.00 |
| PP2 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 7.00 |
| PP3 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 4.00 | 5.00 |
| PP4 | 0.17 | 0.20 | 0.25 | 1.00 | 2.00 |
| PP5 | 0.13 | 0.14 | 0.20 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 42
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTORES | PP1 | PP2 | PP3 | PP4 | PP5 | Vector priorización |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| PP1 | 0.490 | 0.520 | 0.537 | 0.364 | 0.348 | 0.452 |
| PP2 | 0.245 | 0.260 | 0.268 | 0.303 | 0.304 | 0.276 |
| PP3 | 0.122 | 0.130 | 0.134 | 0.242 | 0.217 | 0.169 |
| PP4 | 0.082 | 0.052 | 0.034 | 0.061 | 0.087 | 0.063 |
| PP5 | 0.061 | 0.037 | 0.027 | 0.030 | 0.043 | 0.040 |

Fuente: Equipo Técnico

3.3.2.3. Parámetro de Evaluación

Para identificación y determinación del parámetro de evaluación se determina datos e información de eventos anómalos y se ha considerado el cálculo de áreas de inundación por simulación hidráulica, con datos de tiempos de retorno.

Parámetro: Simulación Hidráulica

Cuadro N° 43
Matriz de Eventos producidos al año por el Fenómeno del Niño

| DESCRIPTORES | Eventos Producidos al año por fenómeno del niño |
|--------------|---|
| SH1 | 500 años |
| SH2 | 200 años |
| SH3 | 100 años |
| SH4 | 50 años |
| SH5 | Zona sin Inundación |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 44
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | SH1 | SH2 | SH3 | SH4 | SH5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| SH1 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 8.00 |
| SH2 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 |
| SH3 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| SH4 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| SH5 | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 45
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTORES | SH1 | SH2 | SH3 | SH4 | SH5 | Vector priorización |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| SH1 | 0.490 | 0.511 | 0.516 | 0.444 | 0.381 | 0.468 |
| SH2 | 0.245 | 0.255 | 0.258 | 0.296 | 0.286 | 0.268 |
| SH3 | 0.122 | 0.128 | 0.129 | 0.148 | 0.190 | 0.144 |
| SH4 | 0.082 | 0.064 | 0.065 | 0.074 | 0.095 | 0.076 |
| SH5 | 0.061 | 0.043 | 0.032 | 0.037 | 0.048 | 0.044 |

Fuente: Equipo Técnico

3.4. NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro N° 46
Niveles de Peligro

| NIVEL | RANGO | | |
|----------|-------|---------------|-------|
| MUY ALTO | 0.265 | $\leq P \leq$ | 0.478 |
| ALTO | 0.141 | $\leq P <$ | 0.265 |
| MEDIO | 0.074 | $\leq P <$ | 0.141 |
| BAJO | 0.043 | $\leq P <$ | 0.074 |

3.5. ESTRATO NIVEL DE PELIGROSIDAD.

Cuadro N° 47
Matriz Nivel de Peligrosidad

| NIVEL | DESCRIPCION |
|----------|--|
| MUY ALTO | Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas de cauce natural del eje hacia las márgenes, con unidades litológicas de suelo fluviales sedimentados en el cauce y con pendientes llanas con intervalos de 0 – 3%, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m ³ /s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos de puentes, vías, etc. |
| ALTO | Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas con la formación en relieve de terraza fluvial tipo A muy próximas al cauce natural, con unidades litológicas de la formación de depósitos fluviales y con pendientes llanas a ligeramente inclinadas con intervalos de 3 – 6%, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m ³ /s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos población, viviendas, vías, etc. |
| MEDIO | Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas con la formación en relieve de terraza fluvial tipo B distantes al cauce natural, con unidades litológicas de la formación de depósitos cuaternarios aluviales y con pendientes ligeramente inclinadas con intervalos de 6 – 10%, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m ³ /s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos población, viviendas, vías, equipamiento de educación y recreación, etc. |

BAJO

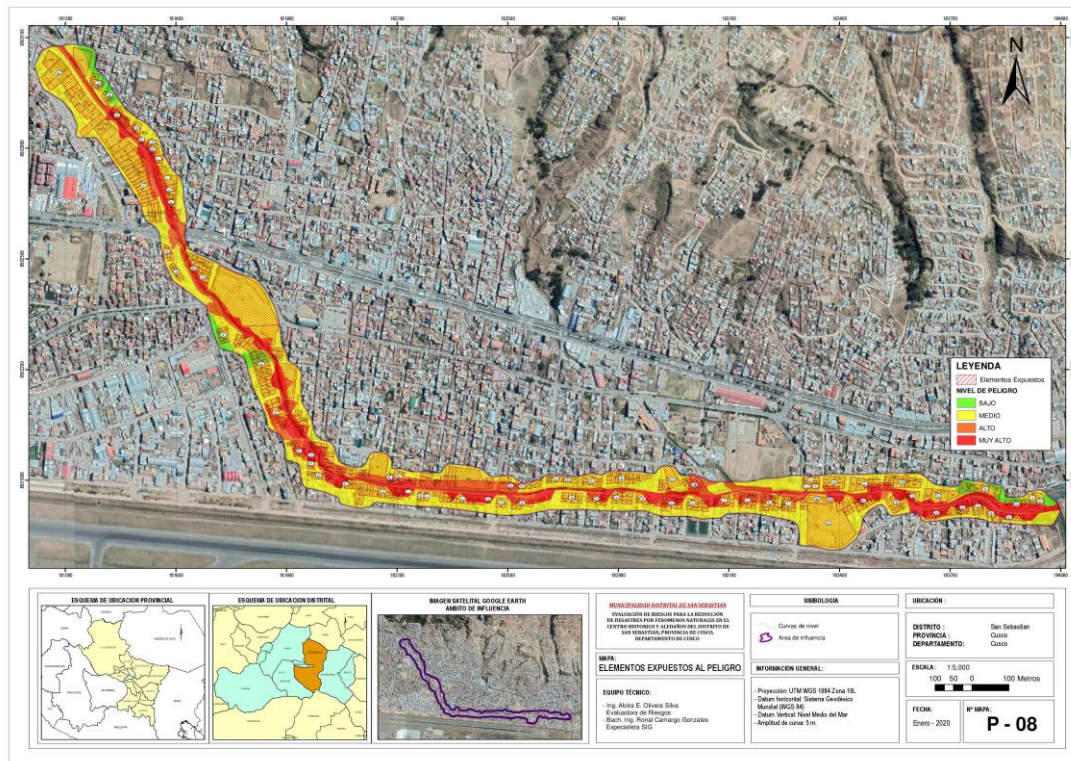
Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas con la formación vertientes moderadamente a fuertemente inclinadas, muy distantes al cauce natural, con unidades litológicas pertenecientes a la formación San Sebastián con diatomitas y limonitas consolidados y con pendientes moderadas a fuertemente inclinadas con intervalos de 10 – 30% a más, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m³/s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos población, viviendas, vías, equipamiento de educación y recreación, etc.

Fuente: Equipo Técnico

3.6. ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN AREAS SUCEPTIBLES

Mapa N° 08

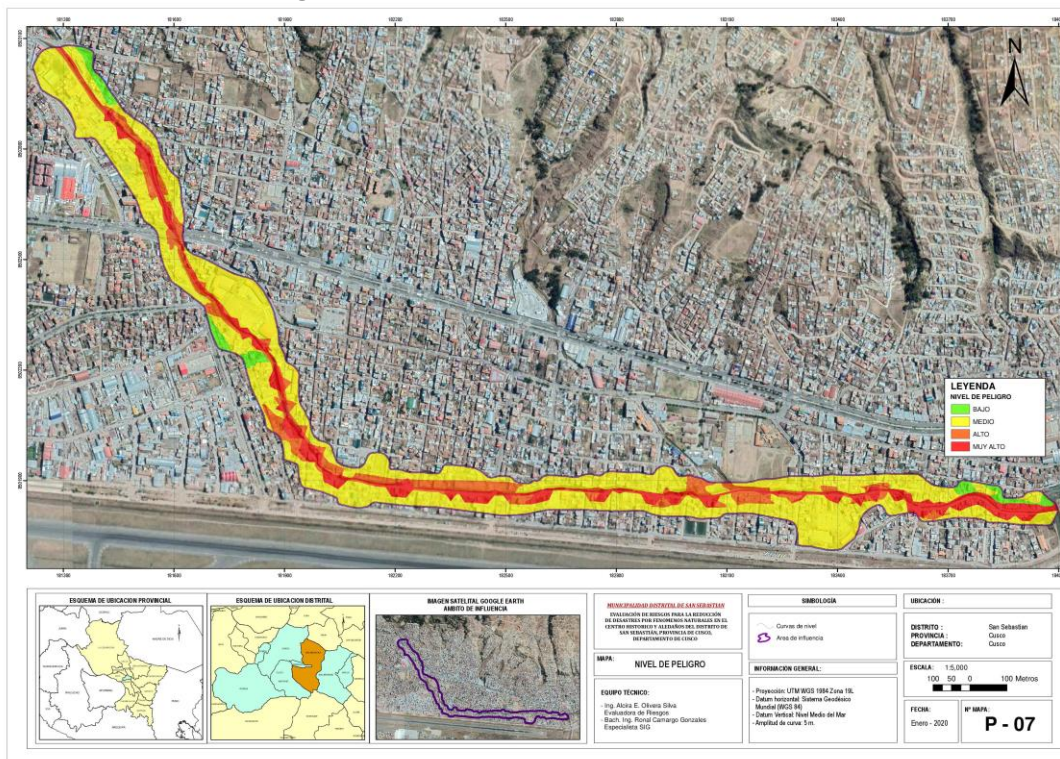
Mapa peligros por Inundación Fluvial por elementos expuesto



Fuente: Equipo Técnico

3.7. MAPA DE PELIGROSIDAD POR INUNDACION FLUVIAL

Mapa N°9
Mapa de Peligros por inundación fluvial, ámbito de influencia



Fuente: Equipo Técnico

3.8. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

Se ha considerado el escenario más alto, Los pobladores e infraestructura de desarrollo como vivienda y equipamiento en áreas urbanas del distrito de San Sebastián adyacentes al río Cachimayo, en el tramo que inicia en el sector Kari Grande hasta la confluencia con el río Huatanay, presentan riesgo y pueden ser altamente afectados por inundaciones fluviales por fenómenos hidrometeorológicos recurrentes, provocado por el factor desencadenante de extremas precipitaciones pluviales y por el efecto de los factores condicionantes de litología de suelo fluvial (sedimentación en cauce natural) y depósitos fluviales, pendiente llanas a ligeramente inclinadas y geomorfología de cauces y terrazas fluviales de primer orden o tipo A, con parámetros de evaluación del peligro por inundación con cálculos de áreas

de inundación con tiempos de retorno de 100 con caudal máximo de 34.06 m³/s respectivamente, con elementos expuestos de población e infraestructura de servicios básicos que se ha establecido y asentado en ares marginales de cauces de ríos y áreas marginales, ocasionando daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental".



Alcra Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380

CAPITULO IV: ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

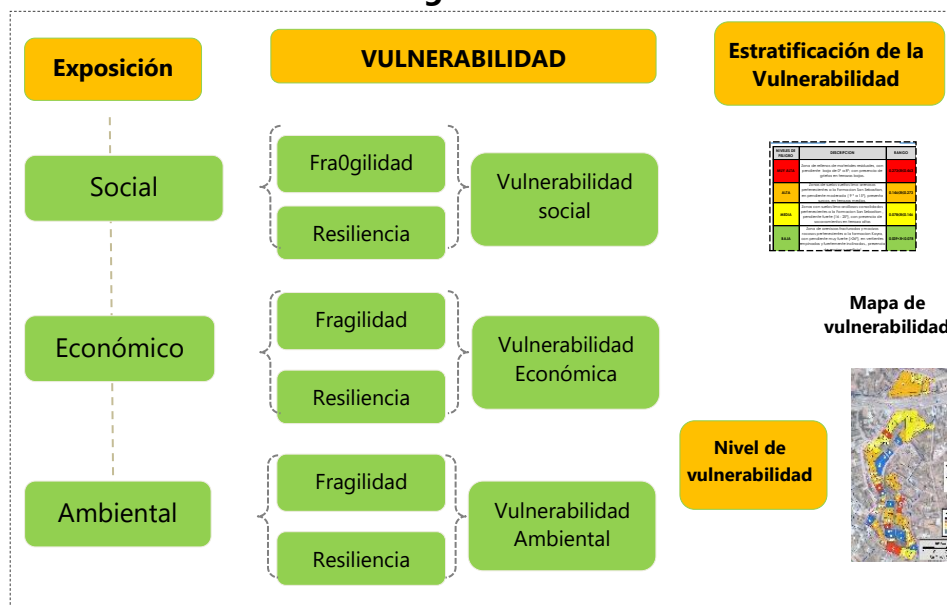
4.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área de influencia del río Cachimayo en zona urbana del distrito de San Sebastián, se consideró la Dimensión Social, Económica y Ambiental, el trabajo realizado de acuerdo a la metodología fue con un levantamiento de información mediante una encuesta, y tomando como muestra los datos del PDU MPC 2013-2023.

Se consideran dentro del análisis de la vulnerabilidad solo a los factores de fragilidad y la resiliencia mas no a la exposición, puesto que la exposición corresponde en el proceso de identificación de la peligrosidad, "existe peligro cuando se presenta un elemento expuesto y mientras no exista elemento expuesto no se determina como zona de peligro, por consiguiente, existen y se representan elementos expuestos frágiles y resilientes y desde este punto parte el análisis de la vulnerabilidad.

4.2. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Gráfico N° 4
Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad



Fuente: Adaptada de CENEPRED

4.3. JERARQUIZACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS Y DESCRIPTORES

i. Parámetros Análisis De Vulnerabilidad:

Cuadro N° 48
Matriz de Comparación de Pares

| PARÁMETROS | Económica | Social | Ambiental |
|------------|-----------|--------|-----------|
| Económica | 1.00 | 3.00 | 7.00 |
| Ambiental | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Social | 0.14 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 49
Matriz de Normalización de pares.

| PARÁMETROS | Económica | Social | Ambiental | Vector de Priorización |
|------------|-----------|--------|-----------|------------------------|
| Económica | 0.677 | 0.692 | 0.636 | 0.669 |
| Ambiental | 0.226 | 0.231 | 0.273 | 0.243 |
| Social | 0.097 | 0.077 | 0.091 | 0.088 |

Fuente: Equipo Técnico

- DIMENSIÓN SOCIAL – FRAGILIDAD

Cuadro N° 50
Vector de Priorización.

| PARÁMETROS | Grupo etareo | Acceso a servicios básicos |
|------------|--------------|----------------------------|
| Pesos | 0.6 | 0.4 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro Grupo etareo:

Se define a este grupo por la edad, y se clasifica como el grupo etareo el más crítico o el grupo más frágil de 0 a 5 y >65 año.

Cuadro N° 51
Matriz de Grupo Etereo

| DESCRIPTORES | GRUPO ETAREO |
|--------------|-----------------------------|
| GE1 | 0-5 y mayor a 65 años |
| GE2 | de 5 a 12 y de 60 a 65 años |
| GE3 | de 12 a 15y de 50 a 60 años |
| GE4 | de 15 a 30 años |
| GE5 | de 30 a 50 años |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 52
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | GE1 | GE2 | GE3 | GE4 | GE5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| GE1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00 | 9.00 |
| GE2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 8.00 |
| GE3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 6.00 |
| GE4 | 0.17 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| GE5 | 0.11 | 0.13 | 0.17 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 53
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTORES | GE1 | GE2 | GE3 | GE4 | GE5 | Vector priorización |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| GE1 | 0.552 | 0.644 | 0.517 | 0.419 | 0.333 | 0.493 |
| GE2 | 0.184 | 0.215 | 0.310 | 0.349 | 0.296 | 0.271 |
| GE3 | 0.110 | 0.072 | 0.103 | 0.140 | 0.222 | 0.129 |
| GE4 | 0.092 | 0.043 | 0.052 | 0.070 | 0.111 | 0.074 |
| GE5 | 0.061 | 0.027 | 0.017 | 0.023 | 0.037 | 0.033 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro Acceso a servicios básicos:

Se define a este grupo por el acceso a los servicios básicos como agua, desagüe, luz eléctrica y internet, y se clasifica como el más crítico aquella población que no cuenta con estos servicios y demuestra su fragilidad, en este caso la gran mayoría cuenta con los cuatro servicios.

Cuadro N° 54
Matriz de servicios básicos

| DESCRIPTORES | SERVICIOS BÁSICOS |
|--------------|-----------------------------|
| SB1 | ningún servicio |
| SB2 | solo agua o solo luz |
| SB3 | agua y luz |
| SB4 | agua, luz y desagüe |
| SB5 | Todos los servicios básicos |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 55
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | SB1 | SB2 | SB3 | SB4 | SB5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| SB1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| SB2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| SB3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| SB4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| SB5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 56
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTORES | SB1 | SB2 | SB3 | SB4 | SB5 | Vector priorización |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| SB1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| SB2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| SB3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| SB4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| SB5 | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |

Fuente: Equipo Técnico

- DIMENSIÓN SOCIAL – RESILIENCIA

Cuadro N° 57
Vector de Priorización.

| PARÁMETRO | Conocimiento en GRD |
|-----------|---------------------|
| Pesos | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro capacitación en GRD:

Se identifica mediante la encuesta si alguna vez se capacito o tiene algún conocimiento en gestión de riesgos de desastres, cuando tienes un conocimiento erróneo es menos resiliente y presentara más vulnerabilidad.

Cuadro N° 58
Matriz de capacitación en GRD

| DESCRIPTOR | CAPACITACIÓN GRD |
|------------|--------------------------|
| GRD1 | Conocimiento erróneo |
| GRD2 | Sin conocimiento |
| GRD3 | Conocimiento limitado |
| GRD4 | Conocimiento sin interés |
| GRD5 | Con conocimiento |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 59
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTOR | GRD1 | GRD1 | GRD1 | GRD1 | GRD1 |
|------------|------|------|------|------|------|
| GRD1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 8.00 |
| GRD2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| GRD3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| GRD4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| GRD5 | 0.13 | 0.14 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 60
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | GRD1 | GRD2 | GRD3 | GRD4 | GRD5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| GRD1 | 0.555 | 0.642 | 0.522 | 0.429 | 0.348 | 0.499 |
| GRD2 | 0.185 | 0.215 | 0.313 | 0.306 | 0.304 | 0.265 |
| GRD3 | 0.111 | 0.072 | 0.104 | 0.184 | 0.174 | 0.129 |
| GRD4 | 0.079 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.130 | 0.070 |
| GRD5 | 0.069 | 0.031 | 0.026 | 0.020 | 0.043 | 0.038 |

Fuente: Equipo Técnico

- **DIMENSIÓN ECONÓMICA – FRAGILIDAD**

Cuadro N° 61
Matriz de Comparación de Pares

| PARÁMETROS | Estado de conservación | Material de construcción | Niveles de construcción |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Estado de conservación | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| Material de construcción | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Niveles de construcción | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 62
Matriz de normalización de Pares

| PARÁMETROS | Estado de conservación | Material de construcción | Niveles de construcción | Vector de Priorización |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Estado de conservación | 0.545 | 0.571 | 0.500 | 0.539 |
| Material de construcción | 0.273 | 0.286 | 0.333 | 0.297 |
| Niveles de construcción | 0.182 | 0.143 | 0.167 | 0.164 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro estado de conservación:

Se identifica mediante la encuesta es la parte física de las viviendas, si no tiene mal estado de conservación o mantenimiento es muy frágil y vulnerable.

Cuadro N° 63
Matriz de estado de conservación

| DESCRIPTOR | ESTADO DE CONSERVACIÓN |
|------------|------------------------|
| EC1 | MUY MALO |
| EC2 | MALO |
| EC3 | REGULAR |
| EC4 | CONSERVADO |
| EC5 | BUENO |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 64
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTOR | EC1 | EC2 | EC3 | EC4 | EC5 |
|------------|------|------|------|------|------|
| EC1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| EC2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| EC3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| EC4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| EC5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 65
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | EC1 | EC2 | EC3 | EC4 | EC5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| EC1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| EC2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| EC3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| EC4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| EC5 | 0.069 | 0.031 | 0.026 | 0.020 | 0.043 | 0.038 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro material de construcción:

Se identifica mediante la encuesta es la parte física de las viviendas, es por el tipo de material predominante en la vivienda, si tiene material frágil es más vulnerable.

Cuadro N° 66

Matriz de material de construcción de la vivienda

| DESCRITORES | MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN |
|-------------|-----------------------------|
| MC1 | OTROS |
| MC2 | TRIPLAY / CALAMINA / ESTERA |
| MC3 | ADOBE |
| MC4 | PIEDRA Y/O SILLAR |
| MC5 | CONCRETO ARMADO |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 67

Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTOR | MC1 | MC2 | MC3 | MC4 | MC5 |
|------------|------|------|------|------|------|
| MC1 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 8.00 |
| MC2 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 |
| MC3 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| MC4 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| MC5 | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 68

Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | MC1 | MC2 | MC3 | MC4 | MC5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| MC1 | 0.490 | 0.511 | 0.516 | 0.444 | 0.381 | 0.468 |
| MC2 | 0.245 | 0.255 | 0.258 | 0.296 | 0.286 | 0.268 |
| MC3 | 0.122 | 0.128 | 0.129 | 0.148 | 0.190 | 0.144 |
| MC4 | 0.082 | 0.064 | 0.065 | 0.074 | 0.095 | 0.076 |
| MC5 | 0.061 | 0.043 | 0.032 | 0.037 | 0.048 | 0.044 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro Niveles de edificación:

Se identifica mediante la encuesta es la parte física de las viviendas, es por niveles edificatorios de la vivienda, cuanto más nivel de edificación es más frágil y vulnerable.

Cuadro N° 69

Matriz de niveles de edificación de la vivienda

| DESCRIPTOR | NIVELES DE EDIFICACIÓN |
|------------|------------------------|
| NC1 | Más de 5 |
| NC2 | 4 |
| NC3 | 3 |
| NC4 | 2 |
| NC5 | 1 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 70
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | NC1 | NC2 | NC3 | NC4 | NC5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| NC1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| NC2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| NC3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| NC4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| NC5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 71
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | NC1 | NC2 | NC3 | NC4 | NC5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| NC1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| NC2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| NC3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| NC4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| NC5 | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |

Fuente: Equipo Técnico

- **DIMENSIÓN ECONOMICA – RESILIENCIA**

Parámetro Residencia en la propiedad:

Se identifica mediante la encuesta en la residencia en la propiedad tomando tres descriptores, que considera vivienda inhabitada como residencia menos resiliente y muy vulnerable.

Cuadro N° 72
Matriz de Residencia en la propiedad

| DESCRIPTOR | Residencia de la propiedad |
|------------|----------------------------|
| RP1 | INHABITADA |
| RP2 | CUIDANTE |
| RP3 | INQUILINOS |
| RP4 | MULTIFAMILIAR |
| RP5 | UNIFAMILIAR |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 73
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | RP1 | RP2 | RP3 | RP4 | RP5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| RP1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| RP2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| RP3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| RP4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 2.00 |
| RP5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.50 | 1.00 |

Cuadro N° 74
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | RP1 | RP2 | RP3 | RP4 | RP5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| RP1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.424 | 0.375 | 0.505 |
| RP2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.303 | 0.292 | 0.262 |
| RP3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.182 | 0.208 | 0.136 |
| RP4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.083 | 0.060 |
| RP5 | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.030 | 0.042 | 0.037 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro Ingreso Familiar Promedio

Se identifica mediante la encuesta el Ingreso familiar promedio en la propiedad tomando en cuenta cinco descriptores, que considera los ingresos menores de doscientos como familias menos resiliente y muy vulnerable.

Cuadro N° 75
Matriz Ingreso Familiar Promedio

| DESCRIPTOR | Ingreso Familiar Promedio |
|------------|---------------------------|
| IFP1 | < 200 |
| IFP2 | > 200 - ≤ 750 |
| IFP3 | > 750 - ≤ 1500 |
| IFP4 | > 1500- ≤ 3000 |
| IFP5 | >3000 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 76
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | IFP1 | IFP2 | IFP3 | IFP4 | IFP5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| IFP1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| IFP2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| IFP3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| IFP4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| IFP5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Cuadro N° 77
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | IFP1 | IFP2 | IFP3 | IFP4 | IFP5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| IFP1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| IFP2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| IFP3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| IFP4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| IFP5 | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |

Fuente: Equipo Técnico

- **DIMENSIÓN AMBIENTAL – FRAGILIDAD**

Cuadro N° 78
Vector de Priorización.

| PARÁMETROS | Proximidad Faja Marginal | DRRSS |
|------------|--------------------------|-------|
| Pesos | 0.6 | 0.4 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro Proximidad al área marginal:

Se identifica mediante la identificación de la proximidad de la vivienda al área marginal tomando en cuenta los siguientes descriptores: en el cauce natural, en la ribera, en área marginal, muy próxima o no ocupa área marginal, en donde las viviendas asentadas en el cauce natural se consideran más vulnerables.

Cuadro N° 79

Matriz Proximidad al área marginal

| DESCRIPTOR | Proximidad al área marginal |
|------------|-----------------------------|
| PAM1 | CAUCE NATURAL |
| PAM2 | EN LA RIBERA |
| PAM3 | EN AREA MARGINAL |
| PAM4 | MUY PROXIMA |
| PAM5 | NO OCUPA AREA MARGINAL |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 80

Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | PAM1 | PAM2 | PAM3 | PAM4 | PAM5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| PAM1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| PAM2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| PAM3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| PAM4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| PAM5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 81

Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | PAM1 | PAM2 | PAM3 | PAM4 | PAM5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| PAM1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| PAM2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| PAM3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| PAM4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| PAM5 | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro disposición de residuos sólidos:

Se identifica mediante la encuesta en la parte ambiental la disposición de los RRSS en cada lote, se identifica la disposición: en el cauce del río, en quebradas, en vías, en contenedores y en el carro recolector.

Cuadro N° 82

Matriz de disposición RRSS

| DESCRIPTOR | DISPOSICION DE RRSS |
|------------|------------------------------|
| DRS1 | DESECHAN EN EL CAUCE DEL RIO |
| DRS2 | DESECHAN EN LA QUEBRADA |
| DRS3 | DESECHAN EN VIAS Y CALLES |
| DRS4 | DESECHAN EN CONTENEDORES |
| DRS5 | CARRO RECOLECTOR |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 83
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | DRS1 | DRS2 | DRS3 | DRS4 | DRS5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| DRS1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| DRS2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| DRS3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| DRS4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| DRS5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 84
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | DRS1 | DRS2 | DRS3 | DRS4 | DRS5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| DRS1 | 0.449 | 0.496 | 0.439 | 0.381 | 0.389 | 0.431 |
| DRS2 | 0.225 | 0.248 | 0.293 | 0.286 | 0.278 | 0.266 |
| DRS3 | 0.150 | 0.124 | 0.146 | 0.190 | 0.167 | 0.155 |
| DRS4 | 0.112 | 0.083 | 0.073 | 0.095 | 0.111 | 0.095 |
| DRS5 | 0.064 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.056 | 0.053 |

Fuente: Equipo Técnico

- DIMENSIÓN AMBIENTAL – RESILIENCIA

Parámetro conocimiento en temas ambientales:

Se identifica mediante la encuesta sobre el conocimiento en temas ambientales, cuando no se tiene ningún conocimiento son menos resilientes y más vulnerables

Cuadro N° 85
Matriz de conocimiento en temas ambientales

| DESCRIPTOR | Conocimiento en temas ambientales |
|------------|-----------------------------------|
| CTA1 | NINGUNA |
| CTA2 | POR OTRAS PERSONAS |
| CTA3 | POR RADIO Y TV |
| CTA4 | POR MEDIOS DE INTERNET |
| CTA5 | SENSIBILIZACION POR INSTITUCIONES |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 86
Matriz de Comparación de Pares

| DESCRIPTORES | CTA1 | CTA2 | CTA3 | CTA4 | CTA5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| CTA1 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| CTA2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| CTA3 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| CTA4 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| CTA5 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 87
Matriz de Normalización de pares

| DESCRIPTOR | CTA1 | CTA2 | CTA3 | CTA4 | CTA5 | Vector De Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| CTA1 | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| CTA2 | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| CTA3 | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| CTA4 | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| CTA5 | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |

Fuente: Equipo Técnico

4.4. NIVELES DE VULNERABILIDAD

Los niveles de vulnerabilidad, resultan del procesamiento de la información en formato shp – GIS, de cada una de las dimensiones social, económica y ambiental, de las cuales se han dado como resultado los 04 niveles.

Cuadro N° 88
Niveles de Vulnerabilidad

| NIVEL | RANGO | | | | |
|----------|-------|---|---|---|-------|
| MUY ALTO | 0.263 | ≤ | V | ≤ | 0.495 |
| ALTO | 0.135 | ≤ | V | < | 0.263 |
| MEDIO | 0.069 | ≤ | V | < | 0.135 |
| BAJO | 0.037 | ≤ | V | < | 0.069 |

Fuente: Equipo Técnico

4.5. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Cuadro N° 89
Estratificación de la Vulnerabilidad

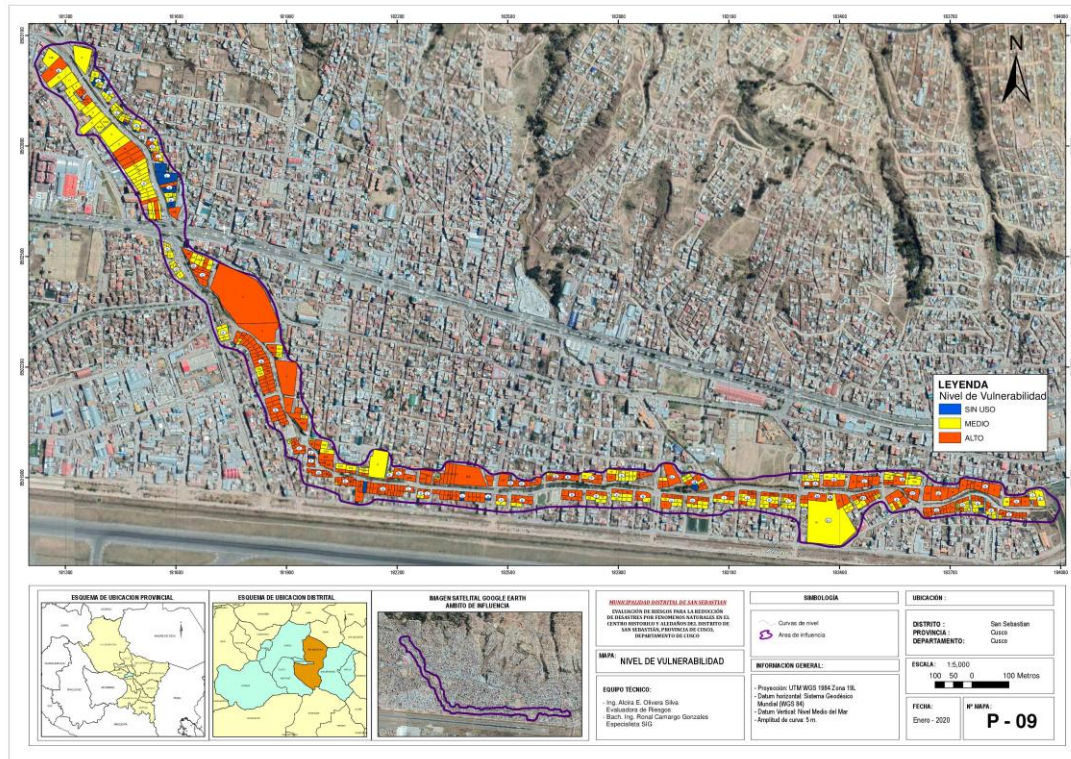
| NIVEL | DESCRIPCION |
|-----------------|--|
| MUY ALTO | Determinado por el grupo etareo con edades de niños menores a 05 años y ancianos mayores a 65 años de edad, sin acceso a servicios básicos, con conocimiento erróneo en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación muy mala en la organización de su barrio, no cuenta con seguro de salud, las viviendas presentan Material predominante de estructuras de acero con drywal y adobe de 4 y 5 niveles a más de material ladrillo, con estado de conservación precario o muy malo, no tiene manejo de RRSS y no conservan el medio ambiente. |
| ALTO | Determinado por población con edades de niños de 05 a 12 y ancianos de 60 a 65 años, con acceso a servicios de luz si agua y desagüe, sin conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación mala en la organización social de su barrio, las viviendas presentan Material predominante de adobe, con 3 niveles de edificación, con estado de conservación malo, no tiene manejo de RRSS y vierten a las calles y vías, con mala conservación ambiental. |
| MEDIO | Determinado por población con edades de jóvenes de 12-15 y 50 a 60 años, con acceso a servicios agua, luz y desagüe, con conocimiento limitado en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación media en la organización social de su barrio, las viviendas presentan Material predominante de ladrillo y bloqueta, con 2 niveles de edificación, tiene manejo de RRSS usando vertederos, con regular conservación ambiental. |
| BAJO | Determinado por población con edades de jóvenes de 16 a 30 años y 31 a 50 años, con acceso a servicios agua, luz y desagüe y otros, con conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación alta en la organización social de su barrio, las viviendas presentan Material predominante de concreto armado, con 1 nivel edificación, con estado de conservación muy bueno, tiene manejo de RRSS esperando el carro recolector, con muy buena conservación ambiental. |

Fuente: Equipo Técnico

4.6. MAPA DE VULNERABILIDAD POR INUNDACION FLUVIAL

Mapa N°10

Mapa De Vulnerabilidad ante Inundación Fluvial Rio Cachimayo



Fuente: Equipo Técnico

Alcega E. Olivera Silva
 Alcega Elena Olivera Silva
 INGENIERA GEÓLOGA
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
 CIP. 101380

CAPITULO V: CALCULO DEL RIESGO

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el área de estudio, mediante el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos hidrometeorológicos como las precipitaciones pluviales, e identificado la exposición ante el peligro y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad en sus componentes de fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

5.1. METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DEL RIESGO

GRAFICO N° 18
Fórmula para determinar el nivel del riesgo

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

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

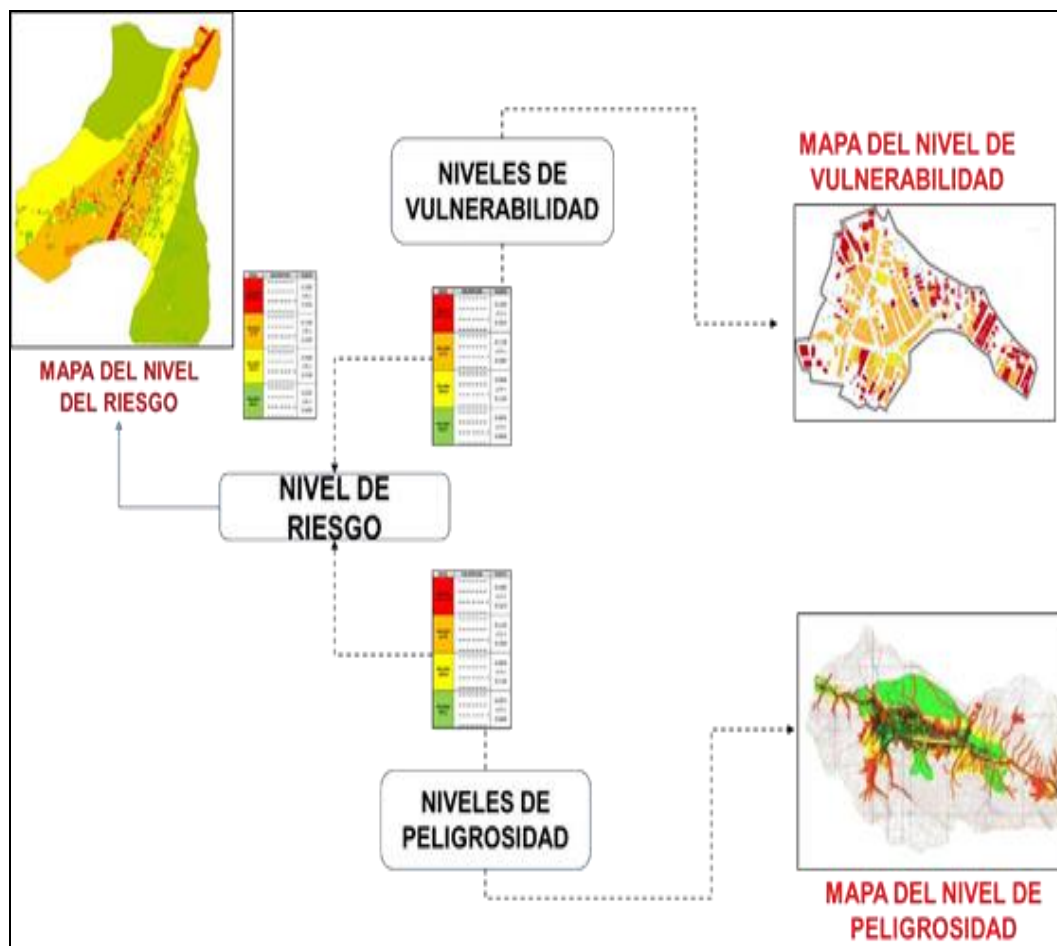
P_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

Fuente: CENEPRED

Alcyra Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380

Gráfico N° 5
Secuencia metodológica para zonificar los Niveles de Riesgo



Fuente: CENEPRED

5.2. NIVELES DEL RIESGO

Cuadro N° 90
Niveles de Riesgo

| NIVEL | RANGO | | |
|----------|-------|------------|-------|
| MUY ALTO | 0.070 | $\leq R <$ | 0.237 |
| ALTO | 0.019 | $\leq R <$ | 0.070 |
| MEDIO | 0.005 | $\leq R <$ | 0.019 |
| BAJO | 0.002 | $\leq R <$ | 0.005 |

Fuente: Equipo Técnico

5.3. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

Cuadro N° 91
Estratificación del riesgo

| NIVEL | DESCRIPCION |
|-----------------|--|
| MUY ALTO | <p>Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas de cauce natural del eje hacia las márgenes, con unidades litológicas de suelo fluviales sedimentados en el cauce y con pendientes llanas con intervalos de 0 – 3%, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente Lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m³/s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos de puentes, vías, etc.</p> <p>Determinado por población con edades de niños menores a 05 años y ancianos mayores a 65 años de edad, con acceso a servicios de luz, agua y desagüe, sin conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación mala en la organización social de su barrio, las viviendas presentan Material predominante de adobe, con 4 y 5 niveles de edificación, con estado de conservación malo, no tiene manejo de RRSS y vierten a las calles y vías, con mala conservación ambiental.</p> |
| ALTO | <p>Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas con la formación en relieve de terraza fluvial tipo A muy próximas al cauce natural, con unidades litológicas de la formación de depósitos fluviales y con pendientes llanas a ligeramente inclinadas con intervalos de 3 – 6%, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente Lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m³/s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos población, viviendas, vías, etc.</p> <p>Determinado por población con edades de niños de 05 a 12 y ancianos de 60 a 65 años, con acceso a servicios de luz, agua y desagüe, sin conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación mala en la organización social de su barrio, las viviendas presentan Material predominante de adobe, con 3 niveles de edificación, con estado de conservación malo, no tiene manejo de RRSS y vierten a las calles y vías, con mala conservación ambiental.</p> |

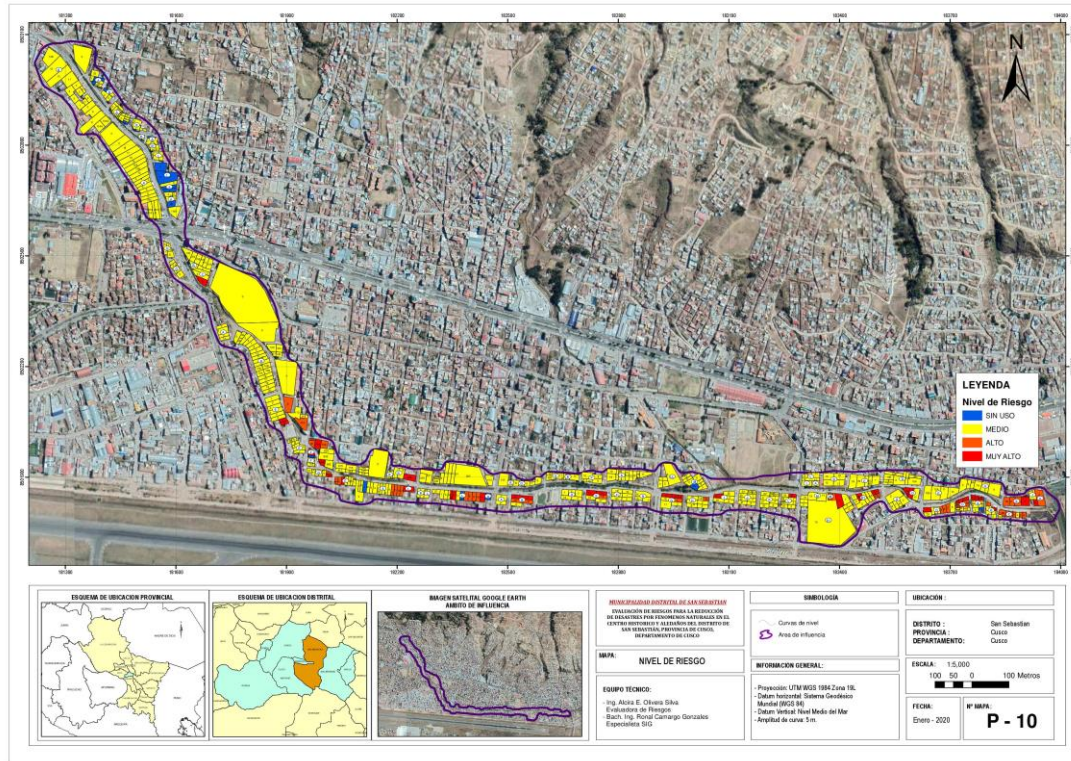
| NIVEL | DESCRIPCION |
|--------------|--|
| MEDIO | <p>Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas con la formación en relieve de terraza fluvial tipo B distantes al cauce natural, con unidades litológicas de la formación de depósitos cuaternarios aluviales y con pendientes ligeramente inclinadas con intervalos de 6 – 10%, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m³/s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos población, viviendas, vías, equipamiento de educación y recreación, etc.</p> <p>Determinado por población con edades de niños de 12 a 15 y adultos mayores de 50 a 60 años, con acceso a servicios de luz, agua y desagüe, con conocimiento limitado en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación regular en la organización social de su barrio, las viviendas presentan Material predominante de concreto armado, con 2 niveles de edificación, con estado de conservación malo, no tiene manejo de RRSS y vierten a las calles y vías, con buena conservación ambiental.</p> |
| BAJO | <p>Este nivel presenta la susceptibilidad con las condicionantes de unidades geomorfológicas con la formación vertientes moderadamente a fuertemente inclinadas, muy distantes al cauce natural, con unidades litológicas pertenecientes a la formación San Sebastián con diatomitas y limonitas consolidados y con pendientes moderadas a fuertemente inclinadas con intervalos de 10 – 30% a más, todo ellos desencadenados por precipitaciones pluviales de P99-P90 denominado Extremadamente lluvioso, con parámetros de evaluación de áreas de inundación calculados por simulación hidráulica con tiempo de retorno de 100 años con caudal máximo de 34.06 m³/s como datos anormales o anómalos. Con elementos expuestos población, viviendas, vías, equipamiento de educación y recreación, etc.</p> <p>Determinado por población con edades de jóvenes de 16 a 30 años y 31 a 50 años, con acceso a servicios de luz, agua y desagüe, con conocimiento limitado en temas de gestión del riesgo de desastres, con participación regular en la organización social de su barrio, las viviendas presentan Material predominante de concreto armado, con 1 niveles de edificación, con estado de conservación muy bueno, tiene manejo de RRSS y no vierten a las calles y vías, con buena conservación ambiental.</p> |

Fuente: Equipo Técnico

5.4. MAPA DEL RIESGO POR INUNDACION FLUVIAL

Mapa N°11

Mapa De Riesgos Por Inundación Fluvial Rio Cachimayo



Fuente: Equipo Técnico

5.5. CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de evaluación o área de influencia del río Cachimayo, a consecuencia del impacto del peligro por deslizamiento originados por inundación fluvial.

Se ha estimado los efectos probables de daños y pérdidas económicas en infraestructura de vivienda, cuyo monto asciende a S/424,191,727.26

Cuadro N° 92

Posibles pérdidas de la infraestructura de vivienda.

| POSIBLES PERDIDAS | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------------|
| TERRENO M2 | INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDA | |
| | ADOBE M2 | CONCRETO ARMADO M2 |
| S/110,053,571.78 | S/18,449,845.51 | S/295,688,309.97 |

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

- **Tipo de Peligro:** Inundación Fluvial
- **Tipo de Fenómeno:** Hidrometeorológicos - Precipitaciones Pluviales

6.1. VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS:

ALTA

En consideración a lo expuesto, el peligro por Inundación Fluvial asociado al fenómeno precipitaciones pluviales, en zonas susceptibles que afectaran a todo elemento expuesto al peligro, que tiene una valorización de consecuencias baja, indicando: ***Las consecuencias debido al impacto de deslizamiento ocasionado por lluvias intensas pueden ser gestionados con apoyo de entidades pertenecientes a la PDC*** y el cual se encuentra descrito en la siguiente matriz.

Cuadro N° 93
Valoración de las consecuencias

| Valor | Niveles | Descripción |
|-------|----------|---|
| 4 | Muy alta | Las consecuencias debido al impacto de inundación fluvial ocasionado por lluvias intensas son graves |
| 3 | Alta | Las consecuencias debido al impacto de inundación fluvial ocasionado por lluvias intensas pueden ser gestionados con apoyo de entidades |
| 2 | Media | Las consecuencias debido al impacto de inundación fluvial ocasionado por lluvias intensas pueden ser gestionado con los recursos del gobierno local o regional. |
| 1 | Baja | Las consecuencias debido al impacto de inundación fluvial ocasionado por lluvias intensas pueden ser gestionados sin dificultad |

Fuente: CENEPRED.

6.2. VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA:

ALTA

Según la evaluación la frecuencia de la recurrencia del fenómeno es anual, las lluvias intensas extraordinarias que desencadenarían inundaciones, por lo que la valoración de la frecuencia de recurrencia en la zona ***podría ocurrir en periodos de tiempos medianamente largos según las circunstancias***, la que esta descrita en la siguiente matriz.

Cuadro N° 94
Valoración de frecuencias de recurrencia

| Valor | Niveles | Descripción |
|-------|----------|---|
| 4 | Muy alta | Podría ocurrir en la mayoría de las circunstancias |
| 3 | Alta | Podría ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias |
| 2 | Media | Podría ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias |
| 1 | Baja | Podría ocurrir en circunstancias excepcionales |

Fuente: CENEPRED.

6.3. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (Matriz):

ALTA

El nivel ALTO se obtiene al interceptar en la matriz de doble entrada la consecuencia de nivel ALTO y Frecuencia de nivel ALTA.

Cuadro N° 95
Nivel de Consecuencia y daño

| NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO | | | | | |
|------------------------------|------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| CONSECUENCIAS | NIVEL | ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS | | | |
| MUY ALTA | 4 | ALTA | MUY ALTA | MUY ALTA | MUY ALTA |
| ALTA | 3 | ALTA | ALTA | ALTA | MUY ALTA |
| MEDIA | 2 | MEDIA | MEDIA | ALTA | ALTA |
| BAJA | 1 | BAJA | MEDIA | ALTA | ALTA |
| | NIVEL | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | FRECUENCIA | BAJA | MEDIA | ALTA | MUY ALTA |

Fuente: CENEPRED

6.4. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA:

INACEPTABLE

Se obtiene el nivel de consecuencia y daño ALTA y por consiguiente en el cuadro matriz de aceptabilidad y tolerancia identificando en nivel ALTO con riesgo INACEPTABLE, en la que se **deben desarrollar actividades INMEDIATAS Y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.**

Cuadro N° 96
Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

| ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA | | |
|------------------------------|-------------|---|
| NIVEL | DESCRIPTOR | DESCRIPCION |
| 4 | INADMISIBLE | Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos. |
| 3 | INACEPTABLE | Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos. |
| 2 | TOLERABLE | Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos. |
| 1 | ACEPTABLE | El riesgo no presenta un peligro significativo |

Fuente: CENEPRED

6.5. MATRIZ DEL NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO:

RIESGO ALTO (INACEPTABLE)

Se ha considerado que el nivel de riesgo es alto y el riesgo es INACEPTABLE

Cuadro N° 97
Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

| NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| RIESGO INACEPTABLE | RIESGO INADMISIBLE | RIESGO INADMISIBLE | RIESGO INADMISIBLE |
| RIESGO INACEPTABLE | RIESGO INACEPTABLE | RIESGO INACEPTABLE | RIESGO INADMISIBLE |
| RIESGO TOLERABLE | RIESGO TOLERABLE | RIESGO INACEPTABLE | RIESGO INACEPTABLE |
| RIESGO ACEPTABLE | RIESGO TOLERABLE | RIESGO INACEPTABLE | RIESGO INACEPTABLE |

Fuente: CENEPRED

6.6. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN:

De acuerdo al análisis establecido se ha determinado que el riesgo es INACEPTABLE, por el cual la priorización para la intervención será del nivel II.

Cuadro N° 98
Prioridad de intervención

| PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN | | |
|---------------------------|-------------|-----------------------|
| VALOR | DESCRIPTOR | NIVEL DE PRIORIZACIÓN |
| 4 | INADMISIBLE | I |
| 3 | INACEPTABLE | II |
| 2 | TOLERABLE | III |
| 1 | ACEPTABLE | IV |

Fuente: CENEPRED

Del Cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es II; por tanto, se deben desarrollar actividades PRIORITARIAS (acciones y proyectos de inversión) para la prevención y/o reducción del riesgo de desastres.



Alcrá Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380

CONCLUSIONES

1. El nivel de peligrosidad identificado en las zonas expuestas ante inundaciones fluviales es bajo, medio, alto y muy alto, de acuerdo a las susceptibilidades del territorio con las condiciones geológicas en el análisis de la geomorfología, inclinación o grado de pendiente en el terreno y la litología; desencadenado por precipitaciones pluviales extraordinarias, y tomando como parámetro de evaluación de característica anómala el cálculo de la simulación hidráulica determinando las áreas de inundación con tiempos de retorno de 100 años en la microcuenca de Cachimayo, San Sebastian,
2. La vulnerabilidad ante inundaciones fluviales es baja, media, alta y muy Alta, debido a que existe población expuesta vulnerables e infraestructura de vivienda, equipamiento urbano de educación y recreación, infraestructura vial.
3. De acuerdo al peligro identificado y el análisis de la vulnerabilidad, se ha determinado el nivel de riesgo bajo, medio, alto y muy alto, el que corresponde a un Riesgo INACEPTABLE, con nivel de priorización II; por tanto, se deben desarrollar actividades PRIORITARIAS (acciones y proyectos de inversión) para la prevención y/o reducción del riesgo de desastres.
4. Los efectos probables del impacto en el área de evaluación, ascienden a S/424,191,727.26

RECOMENDACIONES

A. DE CARÁCTER ESTRUCTURAL.

OBRAS DE PROTECCION:

1. Mejorar y ampliar todo el sistema de protección de defensa ribereña ante riesgos por inundación fluvial del área evaluada del río Cachimayo y áreas marginales, tomando en cuenta la zonificación delimitación por simulación hidráulica de las áreas de inundación fluvial.

B. DE CARÁCTER NO ESTRUCTURAL.

OBRAS DE REGULACION:

2. Talleres de sensibilización en temas de Gestión del Riesgo de Desastres en el proceso reactivo de reparación y respuesta en el Nivel Escolar y Población en General.
3. Promover e impulsar programas y/o actividades de capacitación en protección y conservación ambiental, generando sensibilización y conciencia ambiental. Fomentar una cultura y modo de vida en relación a la seguridad ante eventos naturales, promoviendo el conocimiento, la participación y el respeto sobre las normas y recomendaciones ante riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

1. CENEPRED (2013). Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.
2. INGEMMET Mapa geológico a escala 1: 100 000, del cuadrángulo de Cusco (28- r), Año, 2012.
3. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Censo Poblacional. Año 2017.
4. Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2019).
5. SENAMHI-MEF; Mapas de umbrales de precipitaciones. Año 2015.
6. <http://webinei.inei.gov.pe/nino/index.php/welcome/getInicio#>
7. Municipalidad Provincial del Cusco – PDU 2013 – 2023.
8. Municipalidad Distrital de San Sebastián, catastro urbano.



Alcrá Elena Olivera Silva
INGENIERA GEÓLOGA
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGO
CIP. 101380