

Informe de Evaluación del Riesgo por Flujo de detritos en el Centro Poblado de Mirave



Foto: Centro Poblado de Mirave-Ilabaya.

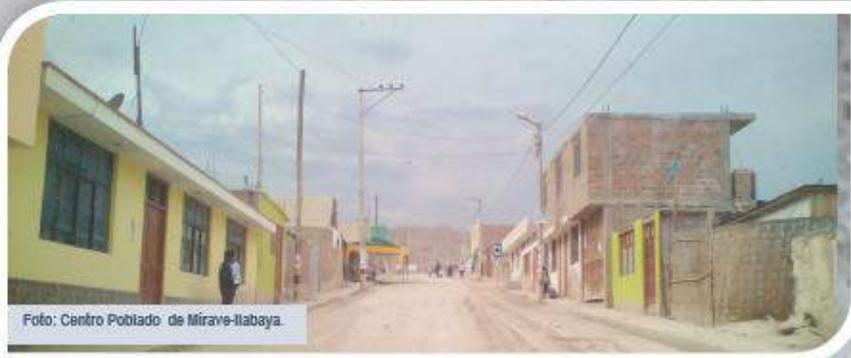


Foto: Centro Poblado de Mirave-Ilabaya.

**Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre,
Región Tacna**



**TACNA - PERÚ
JUNIO 2016**

Alcalde de la Municipalidad Distrital de Ilabaya

Ing. Luis Neptali Cerrato Tamayo

Gerente Municipal

Ing. William Miguel Málaga Castillo

Gerente De Infraestructura Y Desarrollo Urbano Rural

Ing. Marino H. Llanque Fraquita

Subgerente De Ordenamiento Territorial

Ing. Edilberto A. Parihuana Mamani

Equipo Técnico

Arq. Maria Alejandra Vargas Galdos

Arq. Emma Evelyn Vargas Luna

Abg. Johanna Najarro Rojas

Arq. Clara Capellino Gambetta

Bach. Ing. Jose Antonio Vizcarra

Bach. Arq. Maiquel Laime Torres

Bach. Ing. Edith Alvares Cuarite

Acompañamiento técnico CENEPRED

Ing. MSc. Neil Sandro Alata Olivares

Ing. Oscar Aguirre Gonzalo

CONTENIDO

Introducción

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

- 1.1 Objetivo General
- 1.2 Objetivos específicos
- 1.3 Justificación
- 1.4 Antecedentes
- 1.5 Marco normativo

CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1 Ubicación geográfica
- 2.2 Vías de acceso
- 2.3 Población
- 2.4 Condiciones climatológicas
- 2.5 Hidrología
- 2.6 Geología y geomorfología
- 2.7 Sismicidad
- 2.8 Topografía y pendiente

CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

- 3.1 Metodología
 - 3.1.1 Recopilación y análisis de información
- 3.2 Identificación del área de influencia
- 3.3 Susceptibilidad del territorio
 - i. Factores condicionantes
 - Ponderación de factores condicionantes
 - ii. Factor desencadenante
 - Ponderación del factor desencadenante
- 3.4 Análisis de elementos expuestos
 - i. Elementos expuestos susceptibles a nivel social
 - ii. Elementos expuestos susceptibles a nivel económico
- 3.5 Definición de escenarios
- 3.6 Niveles de peligro
- 3.7 Estratificación del nivel de peligros
- 3.8 Mapas de peligros por flujos de detritos en el centro poblado de Mirave

CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

- 4.1 Análisis de vulnerabilidad del centro poblado de Mirave del Distrito de Ilabaya
- 4.2 Análisis de la dimensión social
 - 4.2.1 Análisis de fragilidad social

- Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Social
- Ponderación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Social
- 4.2.2 Análisis de la resiliencia social
 - Ponderación del parámetro y descriptores de Resiliencia Social
- 4.3 Análisis de la dimensión económica
 - 4.3.1 Análisis de fragilidad económica
 - Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Económica
- 4.4 Estratificación de la vulnerabilidad
- 4.5 Niveles de vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave
- 4.6 Mapa de vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave

CAPITULO V: CALCULO DE RIESGO

- 5.1 Cálculo de probables pérdidas
- 5.2 Calculo del riesgo
- 5.3 Niveles del riesgo
- 5.4 Estratificación del nivel del riesgo
- 5.5 Mapa de riesgos por flujos de detritos del Centro Poblado de Mirave
- 5.6 Matriz de riesgo

CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO

- 6.1 Aceptabilidad o tolerancia del riesgo

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

INTRODUCCION

El Centro Poblado de Mirave, ubicado en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, departamento de Tacna. Se encuentra en el margen izquierdo de la cuenca de Ilabaya. Su actividad económica principal es la agricultura, cuentan con una superficie cultivada de 271.20 hectáreas siendo los cultivos principales: Cebolla, ají, alfalfa, maíz, papa entre otros cultivos.

En marzo del año 2015, como consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales se vio afectado por el fenómeno de flujo de detritos. Hubieron daños de magnitud en viviendas (85% deterioradas), servicios básicos, vías de comunicación, infraestructura diversa, hectáreas de cultivos, así como daños a la salud y el patrimonio, situación que conllevó a que el Centro Poblado de Mirave sea declarado en Estado de Emergencia mediante el Decreto Supremo N° 025-2015-PCM, de fecha 29.03.2015.

En Mirave, lluvias excepcionales en 1995 afectaron a terrenos de cultivo y a trocha carrozable y ocurrieron muertes de ganado.

El evento Niño 2015-2016 se presentó en un contexto en el cual muchos patrones climáticos han cambiado su manifestación. La sierra sur del país ante los pronósticos iniciales debería afrontar sequía; sin embargo, se reportaron lluvias de regular magnitud en el centro y sur del país. Esto ha influenciado en la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa como deslizamientos y flujos de detritos como el que se manifestó en la Microcuenca Mirave, poniendo en riesgo su proceso de desarrollo socioeconómico.

En este contexto, la Municipalidad Distrital de Ilabaya elabora el informe de evaluación de riesgos originados por flujos de detritos en el área de influencia del Centro Poblado de Mirave para poder determinar los niveles de riesgos y poder tomar las medidas para la prevención y reducción del riesgo de desastres ante flujos de detritos en salvaguarda de la vida, patrimonio público y privado.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivo general

Determinar el nivel del riesgo originado por flujos de detritos en el Centro Poblado de Mirave, distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, Región de Tacna.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar los peligros, niveles de peligro y la elaboración del mapa de peligro.
- Analizar la vulnerabilidad, determinar los niveles de vulnerabilidad y la elaboración del mapa del nivel de vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave.
- Establecer el nivel del riesgo y la elaboración del mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Recomendar medidas de control del riesgo.

1.3. Justificación

Sustentar la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres en el Centro Poblado de Mirave en el marco del proceso del reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable estipulado por la Ley N° 29869.

1.4. Antecedentes

Los flujos de detritos conocidos como “huaicos” son muy comunes en nuestro país debido a la configuración del relieve en el territorio constituido por altas montañas, vertientes pronunciadas, estribaciones occidentales sumamente áridas con rocas y suelos deleznable o susceptibles de remoción con aguas de lluvia (Zavala et al. 2012).

El 26 de Marzo del año 2015 debido a la intensa lluvia ocurrida, se provocó un huaico en la provincia de Jorge Basadre donde el centro poblado Mirave del distrito de Ilabaya fue muy afectado, en el cual aproximadamente 50 viviendas resultaron inundadas debido a que la fuerza del huayco(Diario Correo).

Considerándose las intensas precipitaciones pluviales ocurridas el 26 de marzo en el Centro Poblado de Mirave, en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, en el departamento de Tacna, ha originado un huayco ocasionando daños de magnitud en viviendas, servicios básicos, vías de comunicación, infraestructura diversa, hectáreas de cultivos, así como daños a la salud y el patrimonio de la población, mediante Decreto Supremo N° 025-2015-PCM de fecha 29 de Marzo del 2015, se declaró el Estado de Emergencia por impacto de huaycos en el Centro Poblado de Mirave, Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre del Departamento de Tacna, por el plazo de treinta (30) días calendario, para la ejecución de medidas de excepción inmediatas y necesarias de respuesta y rehabilitación en la zona afectada.

Cuadro N° 1 Principales ocurrencias por lluvias intensas en Mirave

| Principales ocurrencias por lluvias intensas en Mirave | |
|--|--|
| 1995 | Lluvias excepcionales afectaron terrenos de cultivo y trocha carrozable con muerte de ganado. |
| 1998-1999 | Se presentaron desborde de ríos generando la pérdida de 413 ha, afectando 71.50 ha, se arrasaron 41 bocatomas de captación y 8 km de canales de regadío entre los sectores de Cambaya y Oconchay. Pérdida de toda la infraestructura de protección (gaviones, caballetes y muros), se afectó 36 km. de carreteras dejando aislada la población durante 30 días, se deterioró la infraestructura de provisión del servicio de energía eléctrica, se afectó el servicio de agua y saneamiento en todo el distrito, se llevó 05 viviendas; entre otras pérdidas más. Afectando a 290 personas; Fue declarado en emergencia con Decreto Supremo N° 021-99-PCM. |
| 2001 | Afectaron 57.5 ha. Incluyendo infraestructura pública, servicios y demás. Producto de lo ocurrido la municipalidad distrital de Ilabaya remitió el oficio N° 096-2001/mdi-a de fecha 12 de marzo del 2001 al Dr. Javier Pérez de Cuellar (presidente de la comisión nacional de emergencia de desastres naturales) solicitando la declaratoria de emergencia por los eventos ocurridos en los años 1998, 1999 y 2001. |
| 2015 | Intensas precipitaciones originaron huaycos ocasionando daños de gran magnitud en viviendas, servicios básicos, vías de comunicación, infraestructura, área de cultivos y daños a la salud, siendo el más afectado el CP de Mirave, como consecuencia fue declarado en estado de emergencia mediante el decreto Supremo N° 025-2015-PCM. |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Los documentos técnicos y científicos de relevancia considerados para la elaboración de esta evaluación son:

- Evaluación de Peligros Geológicos en el Centro Poblado de Mirave y Sector Alto Mirave (INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016).
- Informe Preliminar de Riesgo para la Reubicación y/o Reasentamiento de la Población de Mirave Afectada por Desastres Naturales (Arq. Tatiana Rafaella Miranda Fidel, 2016).
- Esquema de Ordenamiento Urbano Rural de Ilabaya 2014 -2024 (Municipalidad Distrital Ilabaya, Octubre 2014).
- Propuesta: Zonificación Ecológica Económica del Distrito de Ilabaya, Julio 2013.
- Memoria Descriptiva del Sub Modelo de Vulnerabilidad y Riesgo; Micro ZEE Distrito de Ilabaya, 2013.

1.5. Marco normativo

- 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° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- 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° 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.

CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación geográfica

El centro poblado de Mirave pertenece al distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, Región Tacna. Se ubica en la desembocadura de la microcuenca de la quebrada Mirave, a una altitud promedio de 1117 m.s.n.m.

Se encuentra ubicada en la coordenada UTM: 8068000 Norte y 336000 Este, Datum WGS 84, Zona 19S.

Latitud Sur: 17° 28' 45.8" S (-17.47938479000)

Longitud Oeste: 70° 32' 52.9" W (-70.54802751000)

Mapa N° 1. Ubicación Geográfica Centro Poblado Mirave



Fuente: EOUR- Ilabaya 2014 -2024/ Octubre 2014 - Google Earth.

2.2. Vías de acceso

Existen tres (03) vías que tienen el carácter departamental, y responden a los siguientes Códigos: TA-100, TA-104, y TA-105 los que cruzan el territorio del distrito y la provincia en forma transversal ya que además sirven de articulación a rutas rurales y caminos vecinales.

Así parte de la Ruta TA-100, que se inicia en el empalme con la PE-01 S (Alto Camiara) y recorre Transversalmente el Centro Poblado de Pampa Sitana y uniéndose al Límite. Prov. Moquegua, totalizando un recorrido de 15.170 Kilómetros, cuya superficie es asfaltado y su estado de conservación es mala.

La vía TA-104, que recorre transversalmente el distrito de Ilabaya y se inicia en el empalme con la TA-530 en Ticapampa, y se dirige a la Frontera con Candarave siguiendo su recorrido une los Poblados de Chulibaya, Poquera, Chintari y Paquiña, dentro de la provincia tiene un recorrido de 19.04 Km. Su estado es regular y su superficie sin afirmar a trocha.

La Ruta TA-105, que recorre transversalmente el Distrito de Ilabaya. Se inicia en el empalme con el Poblado de Sta. Cruz (Límite Vial con Candarave) hasta el Límite Vial con Moquegua completando un recorrido de 46.66 Km. dentro del territorio de la provincia de Jorge Basadre.

2.3. Población

La población total del Distrito de Ilabaya es de 4,414 habitantes según INEI-Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda. Ver Cuadro N° 2.

Cuadro N° 1. Población total del Distrito de Ilabaya

POBLACIÓN TOTAL, POR ÁREA URBANA Y RURAL, Y SEXO, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES

| DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES | TOTAL | POBLACIÓN | | TOTAL | URBANA | | TOTAL | RURAL | |
|---|-------|-----------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
| | | HOMBRES | MUJERES | | HOMBRES | MUJERES | | HOMBRES | MUJERES |
| Distrito ILABAYA (000) | 4414 | 2572 | 1842 | 3595 | 2123 | 1472 | 819 | 449 | 370 |

- Población Nominalmente Censada.

- No se empadronó a la población del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Fuente : INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda

La población del centro poblado Mirave es de 882 habitantes, según fuente propia.

2.4. Condiciones climatológicas

El Clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, el cual se caracteriza por los estados y evoluciones del tiempo en un lugar o región determinado, durante un período de tiempo relativamente largo.

La distribución de la temperatura para el área de estudio, presenta un comportamiento relacionado con la altitud, es decir que la temperatura decrece a mayor altitud, la misma que se observa que estaciones ubicadas en la costa registran mayor temperatura, mientras que los de la sierra registran menor temperatura.

Los centros poblados del distrito de Ilabaya se ubican en las estribaciones occidentales de la Cordillera occidental de los Andes, que se encuentran profundamente cortadas por importantes incisiones de los ríos, encontrándose las poblaciones a lo largo del valle del río Ilabaya desde la altitud de 1 117 m.s.n.m. en Mirave, 1 425 m.s.n.m en Ilabaya, 2 750msnm en Borogueña y 3 400msnm en Coraguaya, hasta los 4 050 m.s.n.m. en la Comunidad Campesina de Santa Cruz.

De esta manera, las condiciones climáticas varían con la altitud desde moderadamente templadas hasta frías.

Clima árido y templado, con estaciones secas

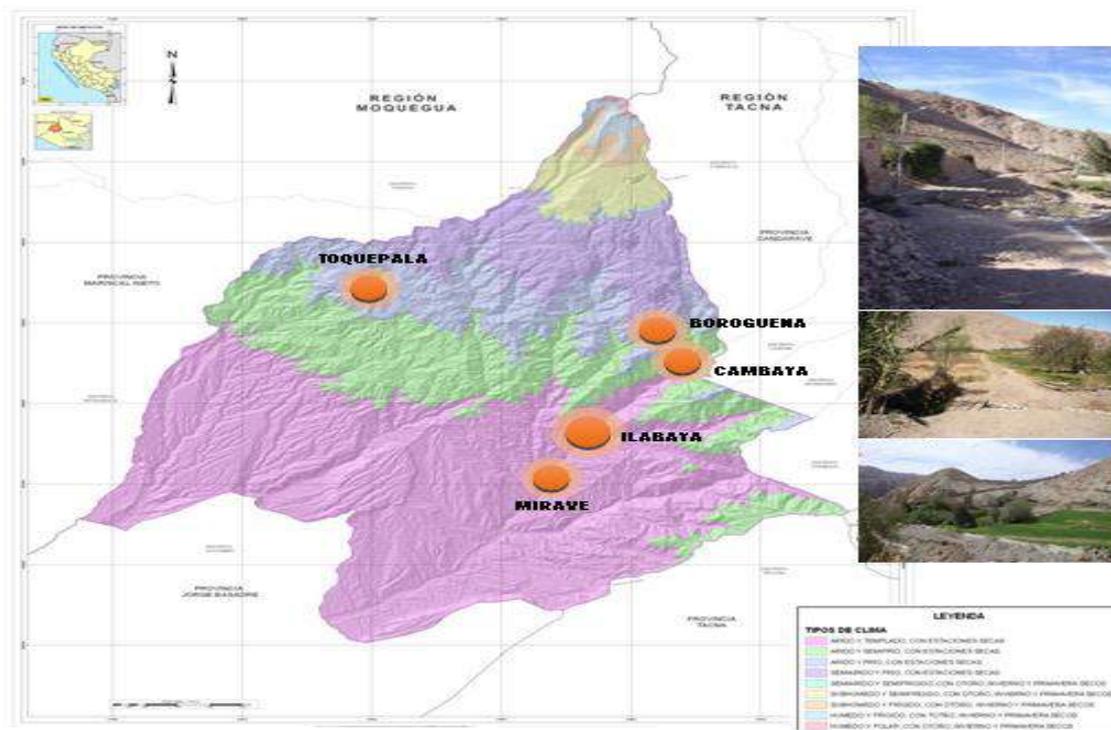
Su carácter árido, debido a la escasa precipitación que se registra en esta zona se tiene un promedio total anual de 13.7 mm (Ilabaya) y 17.7 mm (Mirave), registrándose las más altas precipitaciones durante el verano, lluvias de gota gruesa proveniente del trasvase de la zona altiplánica. Se distribuye de oeste a este entre los 900 y 2300 msnm y comprende los sectores de Ilabaya y Mirave.

Cuadro Nº 2: Tipos de clima distrito de Ilabaya

| Sector | Tipo de clima |
|-----------|--|
| Mirave | Clima árido templado con estaciones secas |
| Ilabaya | Clima árido templado con estaciones secas |
| Borogueña | Clima árido y semifrío, con estaciones secas |
| Cambaya | Clima árido y semifrío, con estaciones secas |
| Toquepala | Clima árido y frío, con estaciones secas |

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Mapa N° 2: Distribución clima distrito de Ilabaya



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

2.4.1. Parámetros climatológicos

Temperatura

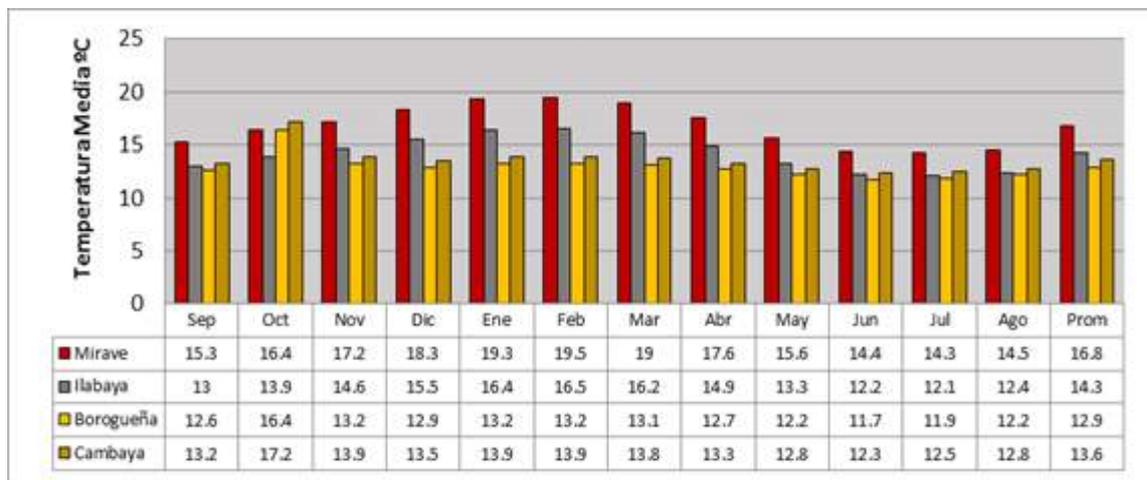
- Temperatura Media**
 El sector de Mirave la temperatura media es de 16.8 °C, incrementándose hasta 19.5 °C en el mes de febrero. Durante el periodo de invierno se presentan las temperaturas más bajas con 14.3 °C en el mes de junio.
- Temperatura Máxima**
 En el sector de Mirave la temperatura máxima mensual se presente con mayor intensidad en el mes de febrero alcanzando hasta 31.2 °C y el más bajo en el mes de julio alcanzando valores de 23.8 °C.
- Temperatura Mínima**
 En el sector de Mirave debido a la temperatura mínima llega a valores superiores a los 9 °C principalmente durante el periodo de invierno.

Cuadro N° 3: Temperatura media mensual distrito llabaya °C

| Estación | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Prom |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mirave | 15.3 | 16.4 | 17.2 | 18.3 | 19.3 | 19.5 | 19.0 | 17.6 | 15.6 | 14.4 | 14.3 | 14.5 | 16.8 |
| llabaya | 13.0 | 13.9 | 14.6 | 15.5 | 16.4 | 16.5 | 16.2 | 14.9 | 13.3 | 12.2 | 12.1 | 12.4 | 14.3 |
| Borogueña | 12.6 | 16.4 | 13.2 | 12.9 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.7 | 12.2 | 11.7 | 11.9 | 12.2 | 12.9 |
| Cambaya | 13.2 | 17.2 | 13.9 | 13.5 | 13.9 | 13.9 | 13.8 | 13.3 | 12.8 | 12.3 | 12.5 | 12.8 | 13.6 |

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Gráfico N° 1: Temperatura media mensual distrito de llabaya °C



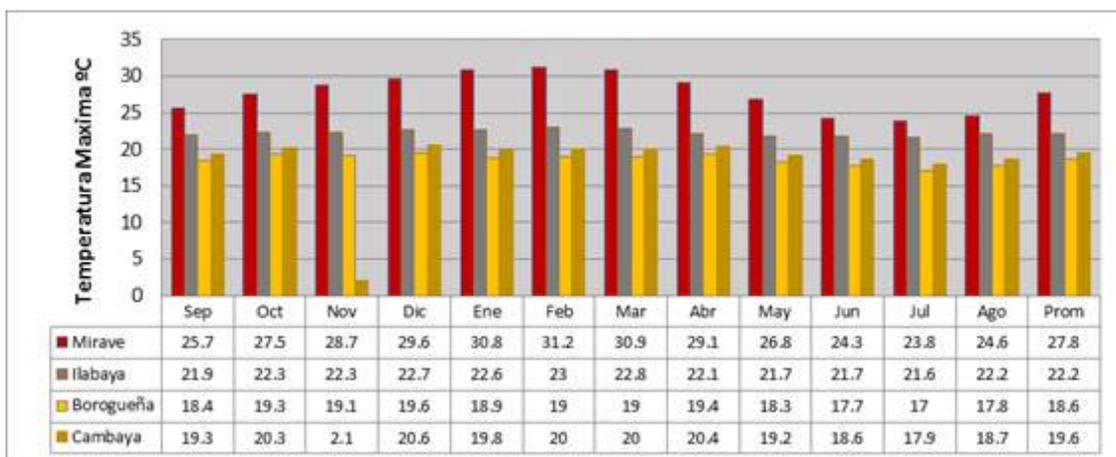
Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Cuadro N° 4: Temperatura máxima mensual distrito de llabaya °C

| Estación | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Prom |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mirave | 25.7 | 27.5 | 28.7 | 29.6 | 30.8 | 31.2 | 30.9 | 29.1 | 26.8 | 24.3 | 23.8 | 24.6 | 27.8 |
| llabaya | 21.9 | 22.3 | 22.3 | 22.7 | 22.6 | 23.0 | 22.8 | 22.1 | 21.7 | 21.7 | 21.6 | 22.2 | 22.2 |
| Borogueña | 18.4 | 19.3 | 19.1 | 19.6 | 18.9 | 19.0 | 19.0 | 19.4 | 18.3 | 17.7 | 17.0 | 17.8 | 18.6 |
| Cambaya | 19.3 | 20.3 | 21 | 20.6 | 19.8 | 20.0 | 20.0 | 20.4 | 19.2 | 18.6 | 17.9 | 18.7 | 19.6 |

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Gráfico N° 2: Temperatura máxima mensual distrito de Ilabaya °C



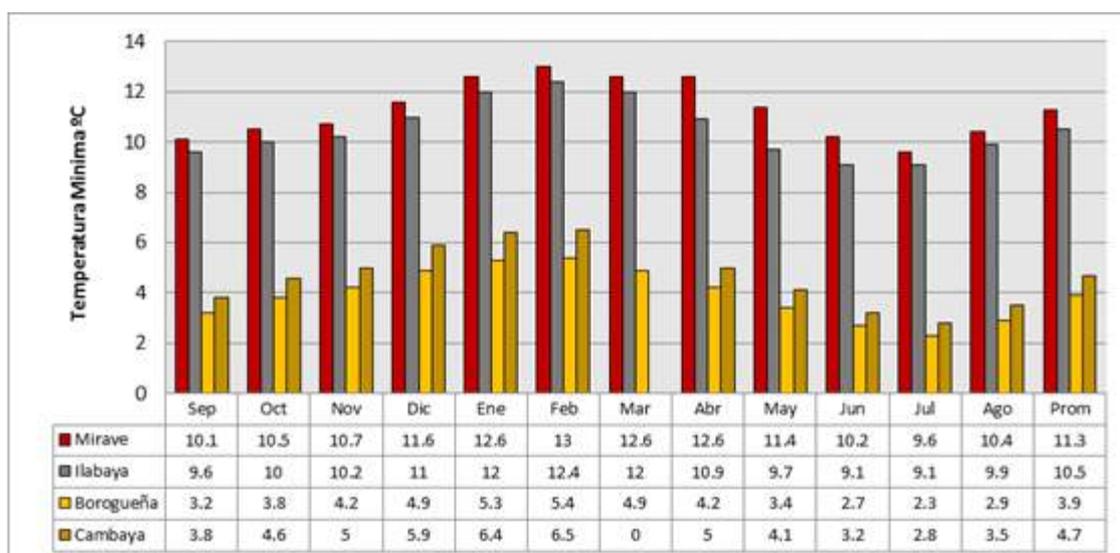
Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Cuadro N° 5: Temperatura mínima mensual distrito de Ilabaya °C

| Estación | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Prom |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| Mirave | 10.1 | 10.5 | 10.7 | 11.6 | 12.6 | 13.0 | 12.6 | 12.6 | 11.4 | 10.2 | 9.6 | 10.4 | 11.3 |
| Ilabaya | 9.6 | 10.0 | 10.2 | 11.0 | 12.0 | 12.4 | 12.0 | 10.9 | 9.7 | 9.1 | 9.1 | 9.9 | 10.5 |
| Borogueña | 3.2 | 3.8 | 4.2 | 4.9 | 5.3 | 5.4 | 4.9 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.3 | 2.9 | 3.9 |
| Cambaya | 3.8 | 4.6 | 5.0 | 5.9 | 6.4 | 6.5 | 5.9 | 5.0 | 4.1 | 3.2 | 2.8 | 3.5 | 4.7 |

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Gráfico N° 3: Temperatura mínima mensual distrito de Ilabaya °C



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Precipitaciones

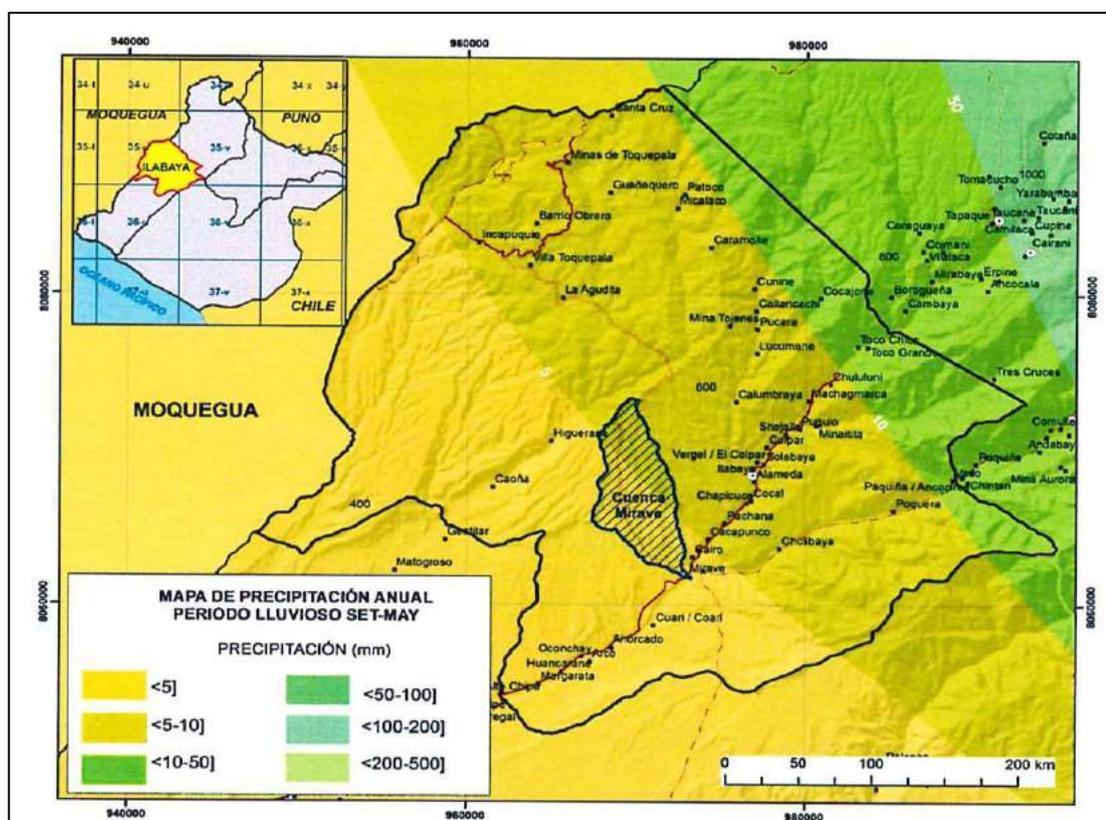
La precipitación es toda forma de humedad que originándose en las nubes llega a la superficie terrestre. Las lluvias granizadas, garúas y nevadas son formas de un mismo proceso: la precipitación.

En nuestro caso las precipitaciones total anuales en el sector de Ilabaya oscilan entre los 14.1 mm Concentrados en el periodo de lluvias de enero a marzo.

En el sector de Mirave las lluvias se concentran entre los meses de enero a marzo con un promedio de 16.6 mm

Según SENAMHI (2010), la precipitación acumulada durante el periodo lluvioso normal para la microcuenca de Mirave se encuentra en el rango de 5 a 10mm.

Mapa N° 3: Mapa de precipitación acumulada durante el periodo de lluvioso normal



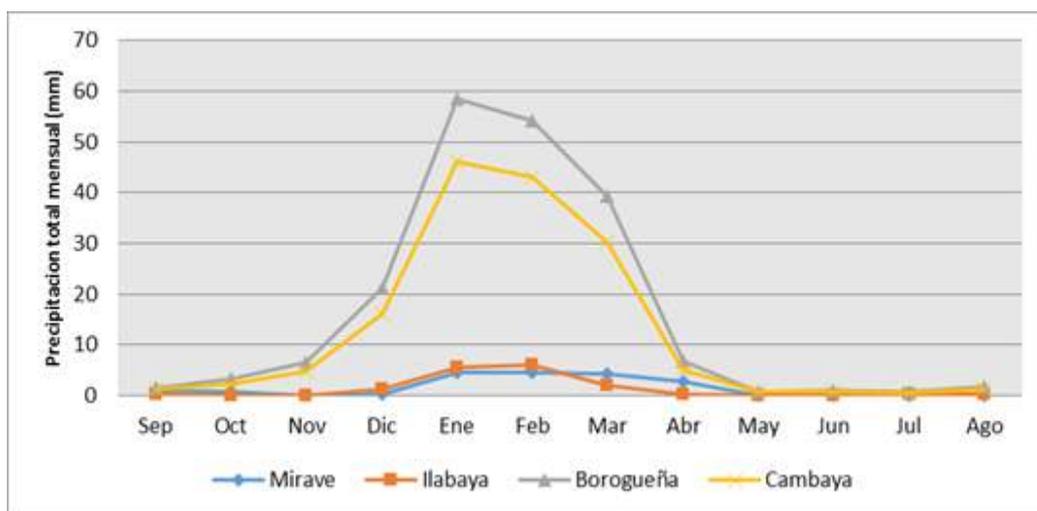
Fuente: SENAMHI, 2010.

Cuadro N° 6: Precipitaciones total mensual en el distrito llabaya (mm)

| Estación | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Prom |
|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Mirave | 0.9 | 0.6 | 0.0 | 0.1 | 4.5 | 4.6 | 4.3 | 2.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.6 |
| llabaya | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 5.4 | 5.9 | 1.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 14.1 |
| Borogueña | 1.5 | 3.1 | 6.4 | 21.2 | 58.6 | 54.1 | 39.3 | 6.8 | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 1.7 | 194.9 |
| Cambaya | 1.2 | 2.3 | 4.7 | 16.1 | 46.1 | 43.1 | 30.3 | 5.1 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 1.3 | 152.1 |

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Grafico N° 4. Precipitación total mensual en el distrito llabaya (mm)



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Vientos

La velocidad del viento en el sector de llabaya es de 1.5 m/s en promedio al igual que en el sector de Mirave.

Cuadro N° 7. Velocidad de viento mensual en el distrito llabaya (m/s)

| Estación | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Prom |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Mirave | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| llabaya | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 |
| Borogueña | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.3 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 2.0 | 2.0 |
| Cambaya | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 1.8 |

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

2.5. Hidrología

El distrito de Ilabaya se encuentra emplazado en las cuencas de los ríos Ilabaya, Curibaya y Locumba. La cuenca del río Ilabaya abarca las áreas de influencia de los distritos de Camilaca, Cairani, Huanuara e Ilabaya. La cuenca del río Curibaya abarca los ámbitos de influencia de los distritos de Curibaya, Ilabaya y Locumba. Respecto a las micro cuencas del distrito de Ilabaya, las más representativas son: Borogueña, Carumbraya, Curibaya e Higuerani (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

El área de estudio se encuentra ubicada en los ámbitos de influencia de los distritos de Ilabaya, Camilaca, Cairani y Huanuara. Las microcuencas de interés se encuentran emplazadas en áreas pertenecientes a las Provincias de Jorge Basadre Grohman y Candarave en la Región Tacna.

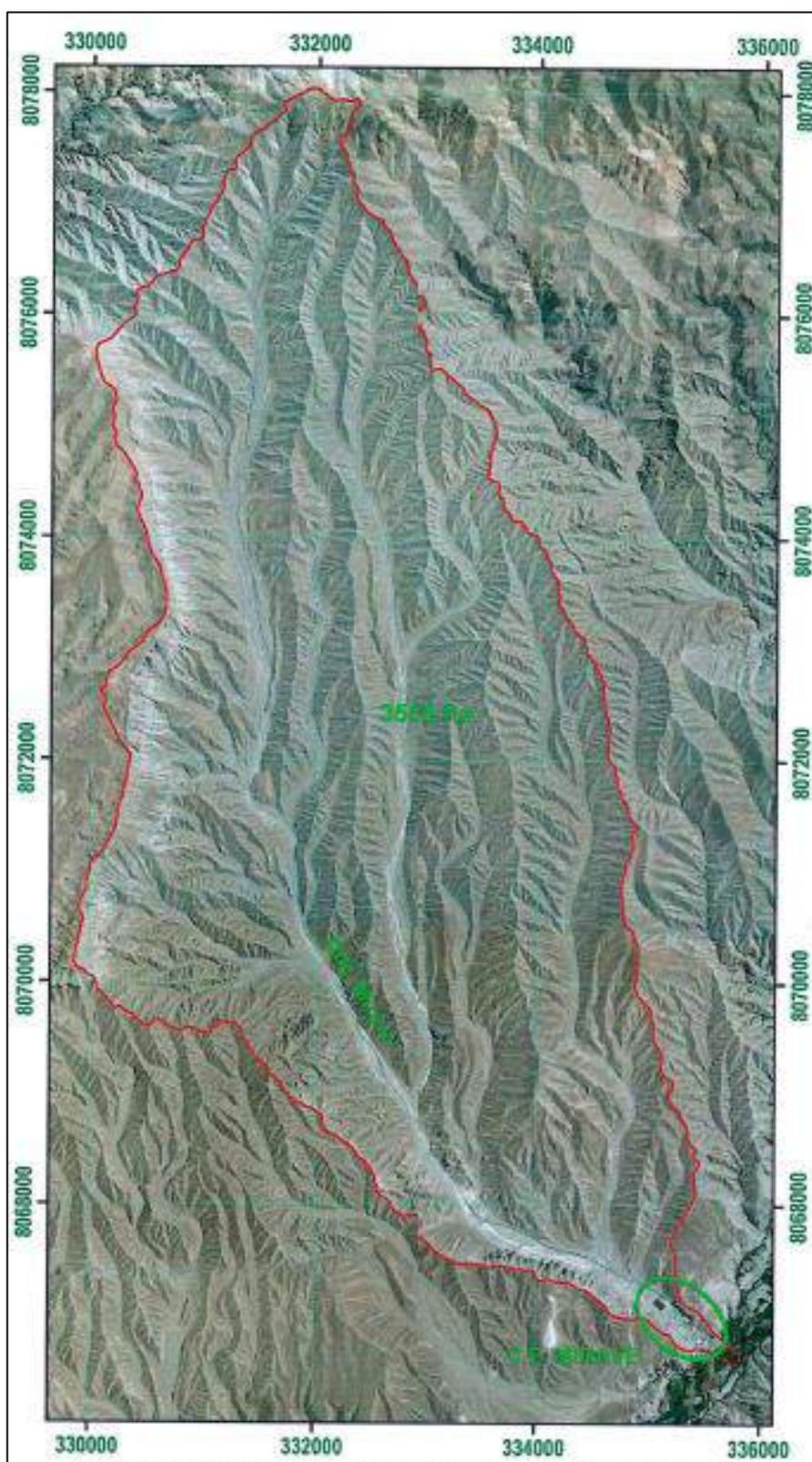
El área total de las microcuencas, tiene una extensión total de 572 km² (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

El excedente de agua existente en la micro cuenca de Curibaya y en los sectores de riego de Mirave y Oconhay, es artificial, y se debe a las aguas turbinadas de la laguna Aricota en las centrales hidroeléctricas Aricota I y II (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial, 2010).

Las microcuencas existentes están emplazados en una topografía muy agreste con pendientes medias comprendidas de 20 al 60 % (con promedios de 11 a 21%); con elevaciones medias del orden de 4500 msnm en la parte altoandina que es la zona húmeda del área de estudio, siendo la más representativa la microcuenca de Borogueña con un área de drenaje de 106.8 km² y con un caudal base del orden de 115 l/s en su momento más crítico de estiaje (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

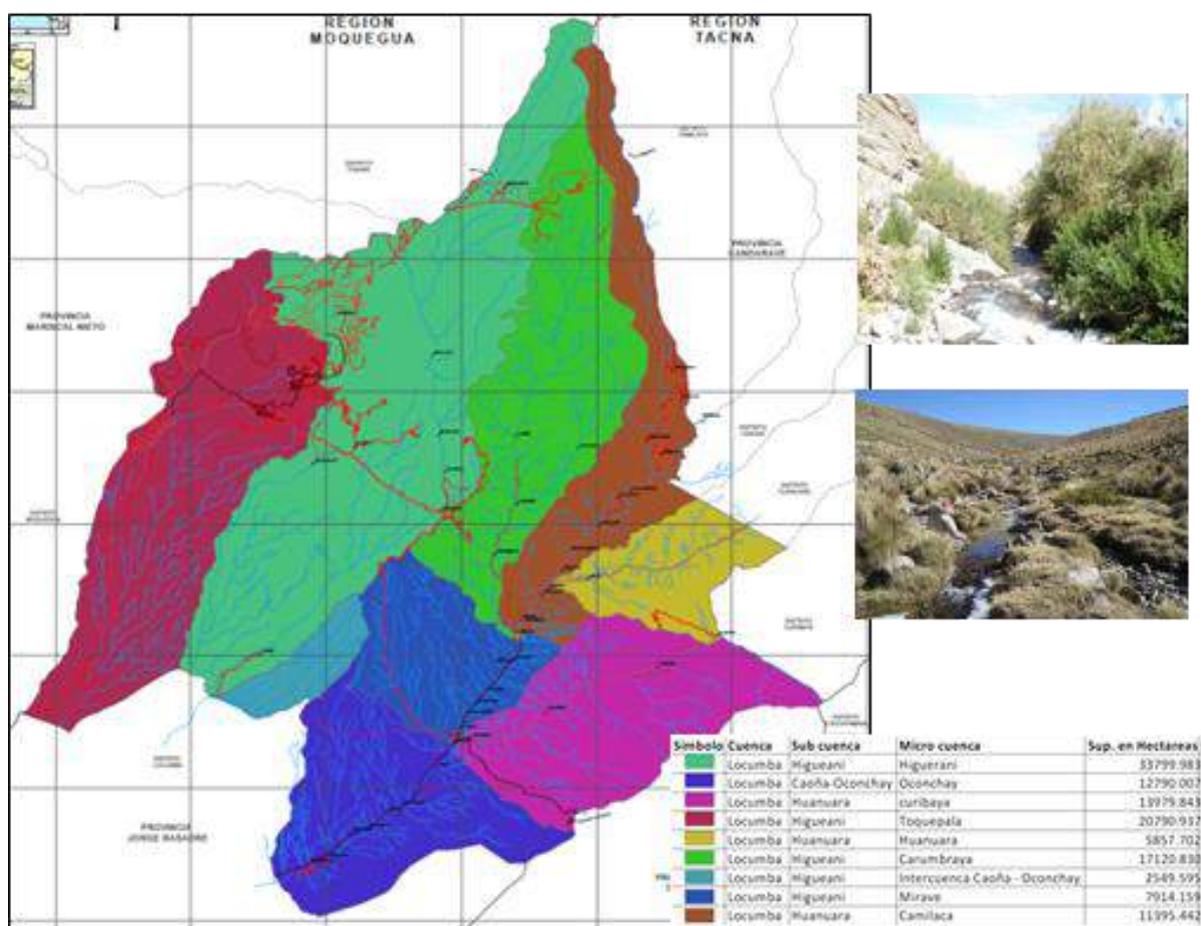
El recurso hídrico del distrito de Ilabaya se encuentra concentrado en el periodo de lluvias con un 70% de la masa anual; el mismo, que ocasiona múltiples daños a la infraestructura de riego y vial existente en el distrito (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

Mapa N° 5. Mapa de delimitación de la Microcuenca Mirave



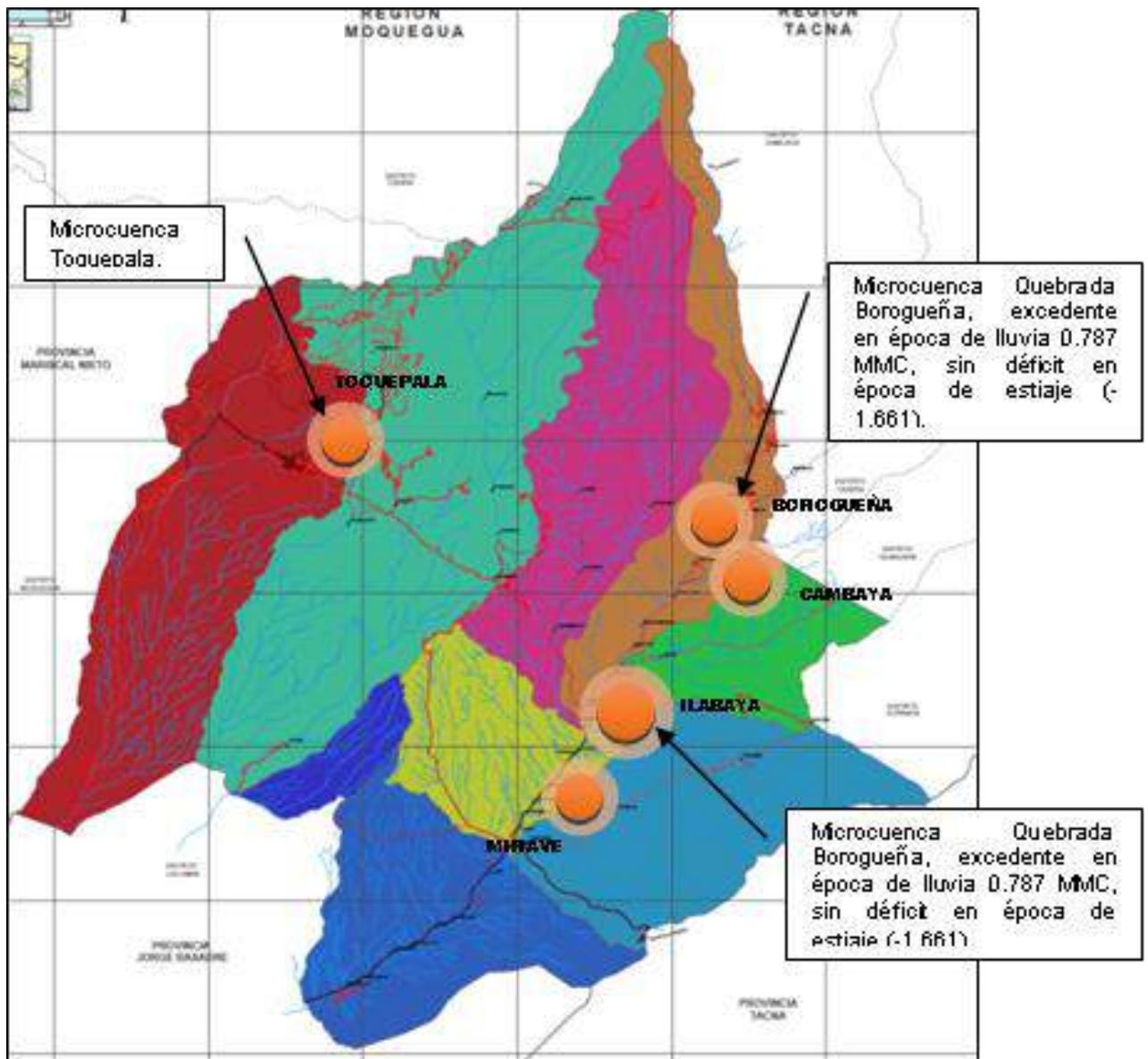
Fuente: INGEMMET- 2016

Mapa N° 6. Distribución de micro cuencas



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Mapa N° 7. Balance hídrico a nivel de micro cuencas



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

2.6. Geología y geomorfología

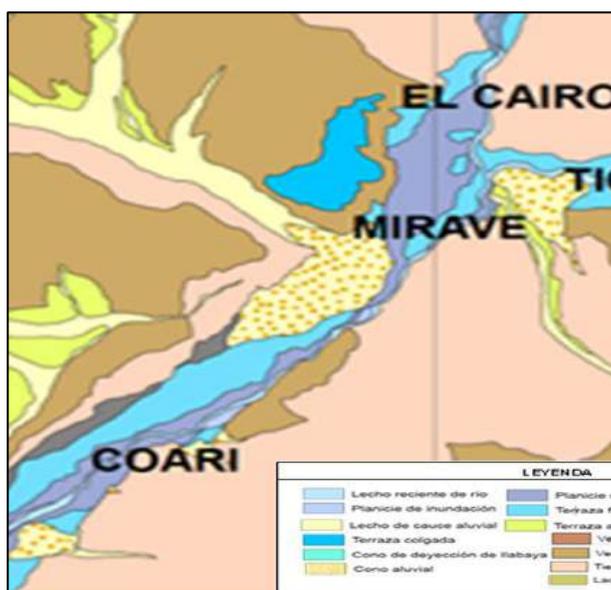
Desde el punto de vista morfoestructural regional, el área de estudio se ubica en la Cordillera Occidental del Perú disectada por varios cursos de ríos y quebradas; que determinan la formación de unidades geomorfológicas de valles que drenan en dirección sur-oeste hacia el Océano Pacífico, estos valles se forman por los ríos que labran su cauce en la planicie costanera. De acuerdo a las etapas del curso de los ríos los sectores de Ilabaya y Mirave se encuentran en la clasificación de valle estrecho inundable.

Cuadro N° 9. Clasificación geomorfológica de los sectores Ilabaya y Mirave

| Sector | Unidad | Proceso | Forma | Descripción |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--|--|
| Mirave | Valles | Fluvial Fluvio-aluvial | Lecho reciente de río | Zona por donde divagan los canales cubiertos por agua |
| | | | Planicie de Inundación | Zona inundable ante una eventual crecida de río |
| | | | Planicie de Inundación evento excepcional | Área marginal de poca altitud que es inundada excepcionalmente |
| | | | Terraza fluvial | Plataforma plana a ligeramente inclinada no inundable |
| | | | Terraza Colgada | Forma ligeramente inclinada encajada en las laderas del valle a 30 m de altura |
| | | | Cono de Eyección Ilabaya | Forma de abanico antigua e incisada generada por el río Calumbraya. |
| | Aluvial | Aluvial | Lecho de cauce aluvial | Cauce seco de fondo ancho, activo en eventos excepcionales de lluvias |
| | | | Terraza aluvial | Plataforma plana disectada observada en el fondo de un valle aluvial |
| | | | Cono Aluvial | Cono de deyectivo de quebrada seca con pendiente suave a moderada. |
| | Cordillera occidental | Denudaciona l estructural | Vertiente montañosa moderada | Relieve con elevaciones moderadas y pendientes entre 30° y 50°. |
| | | | Vertiente colinosa elevada | Relieve con elevaciones moderadas a 200 m y pendientes menores a 45°. |
| | | | Tierras malas | Relieve uniforme que presenta barrancos, cañones y formas de pináculos. |
| Morfo-dinámica actual | Antrópico | Ladera aterrazada | Relieve de corte y relleno sucesivo en forma de terrazas, con pendiente de 10° a 60° | |

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Mapa N° 8. Clasificación geomorfológica de los Sectores Ilabaya y Mirave



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

En la zona se exhibe tres explanadas con vertientes escarpadas o pendientes modeladas en rocas sedimentarias; los cauces de los ríos descienden con pendiente moderada hacia la vertiente del pacífico.

2.6.1 Unidades Geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio, considerando los criterios de control y clasificación de las unidades geomorfológicas se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 10. Unidades Geomorfológicas Identificadas

| Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional | | |
|--|---|--------|
| Unidad | Sub unidad | |
| Colinas | Colindas en roca sedimentaria | RCL-rs |
| Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional | | |
| Unidad | Sub unidad | |
| Piedemonte | Vertiente o pie de monte coluvio-deluvial | V-cd |
| | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial | P-at |
| Planicie | Terraza aluvial | T-al |
| | Terraza fluvial | T--fl |

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

- **Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

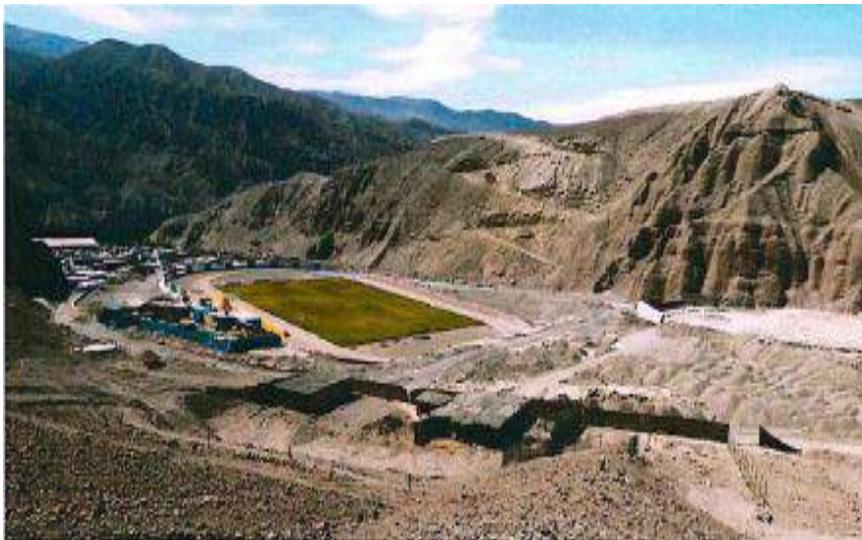
Resulta del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o

sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes. (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colina, superficies onduladas y lomadas.

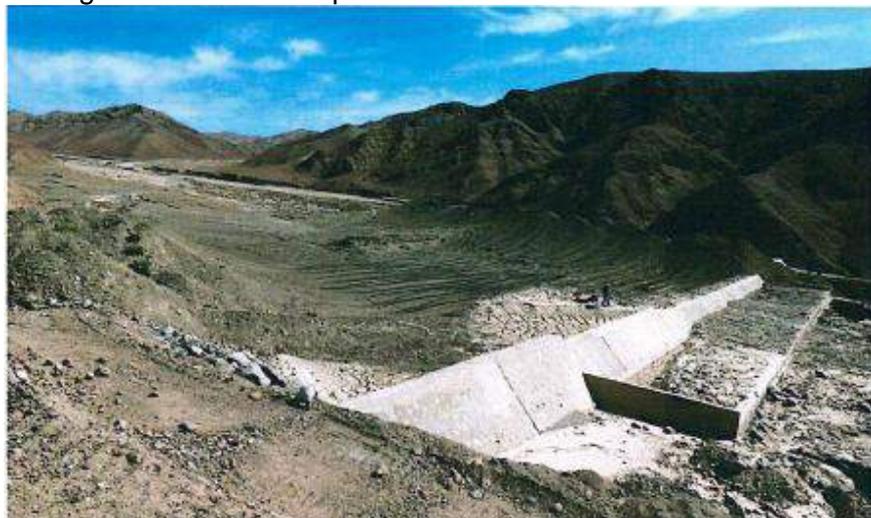
- ✓ **Unidad Colinas y lomadas /Colinas en roca Sedimentaria RCL-rs**
Afloramientos de roca sedimentaria reducida por procesos denudativos, conforman elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja

Foto N°1. Relieve de colinas y Lomadas modeladas en rocas sedimentarias, margen derecha de la quebrada Mirave.



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Foto N° 2. Relieve de colinas y Lomadas modeladas en rocas sedimentarias, margen derecha de la quebrada Mirave.



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

- **Geoformas de carácter deposicional o gradacional**

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomórfológicos a los que se puede denominar constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

- ✓ **Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)**

Acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes y caídas de rocas), por acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de las laderas.

- ✓ **Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at)**

Asociada a depósitos dejados por flujos de detritos y de lodos de tipo excepcional, de pendiente suave, menor a 5°.

Compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limoarenocilosa, depositado en forma de cono en la confluencia entre la quebrada Mirave y Río Salado. Sobre estos depósitos se asienta el área urbana del Centro poblado de Mirave.

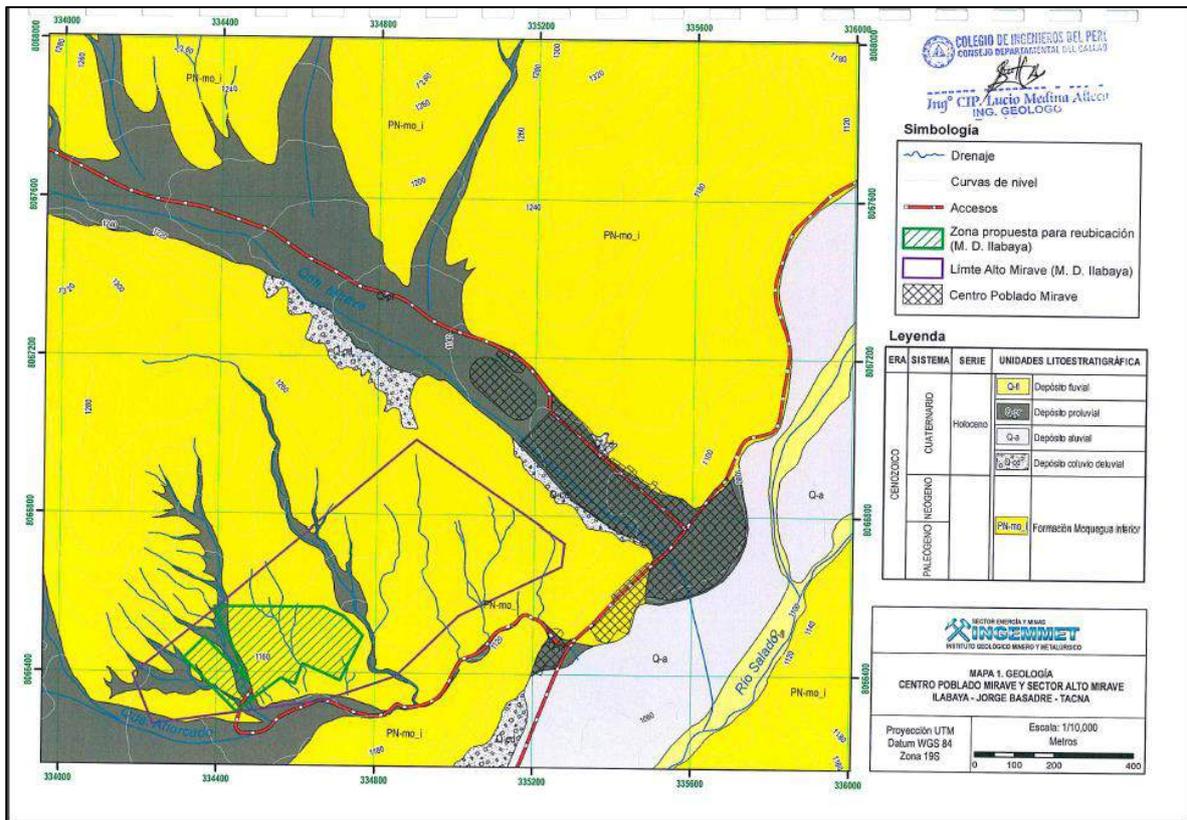
- ✓ **Terraza Aluvial (T-al)**

Proporciones de terreno dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, disectados por las corrientes de profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

- ✓ **Terraza fluvial (T-fl)**

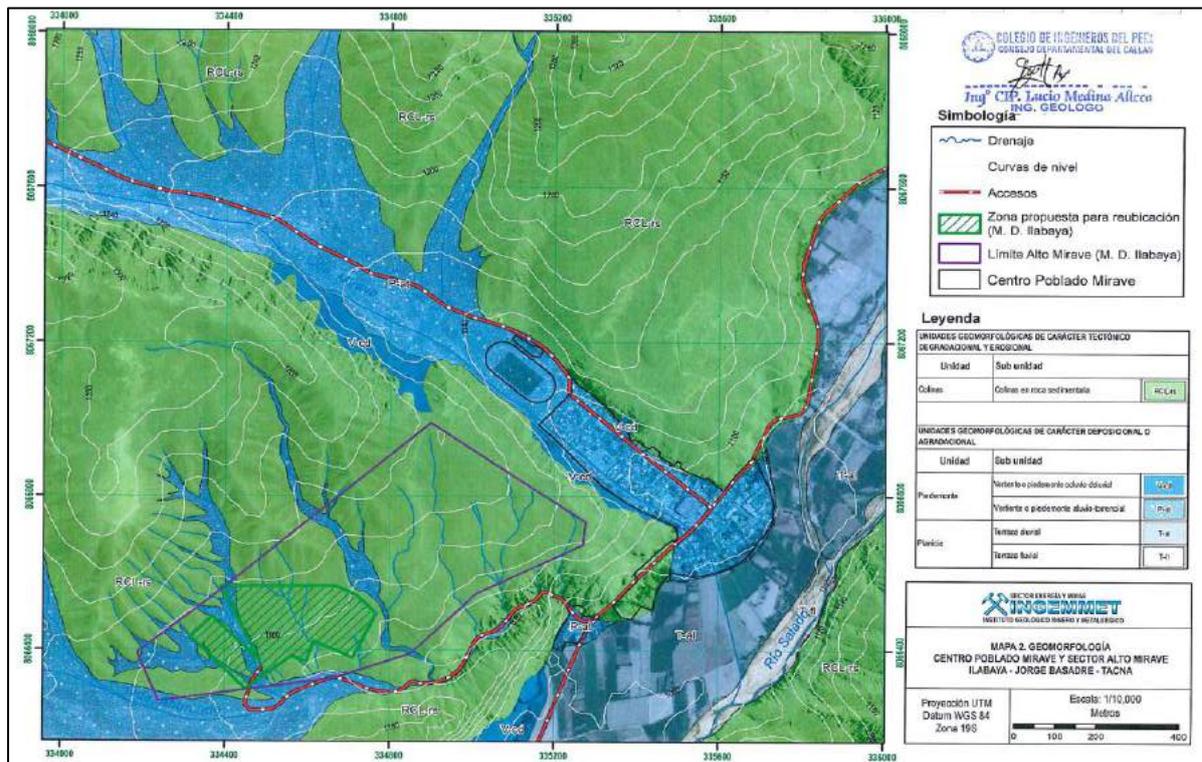
Caracterizadas por presentarse dentro del curso de los ríos, tiene su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente están compuestas por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos, gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Salado a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, y conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

Mapa N° 9. Geología del Centro Poblado Mirave



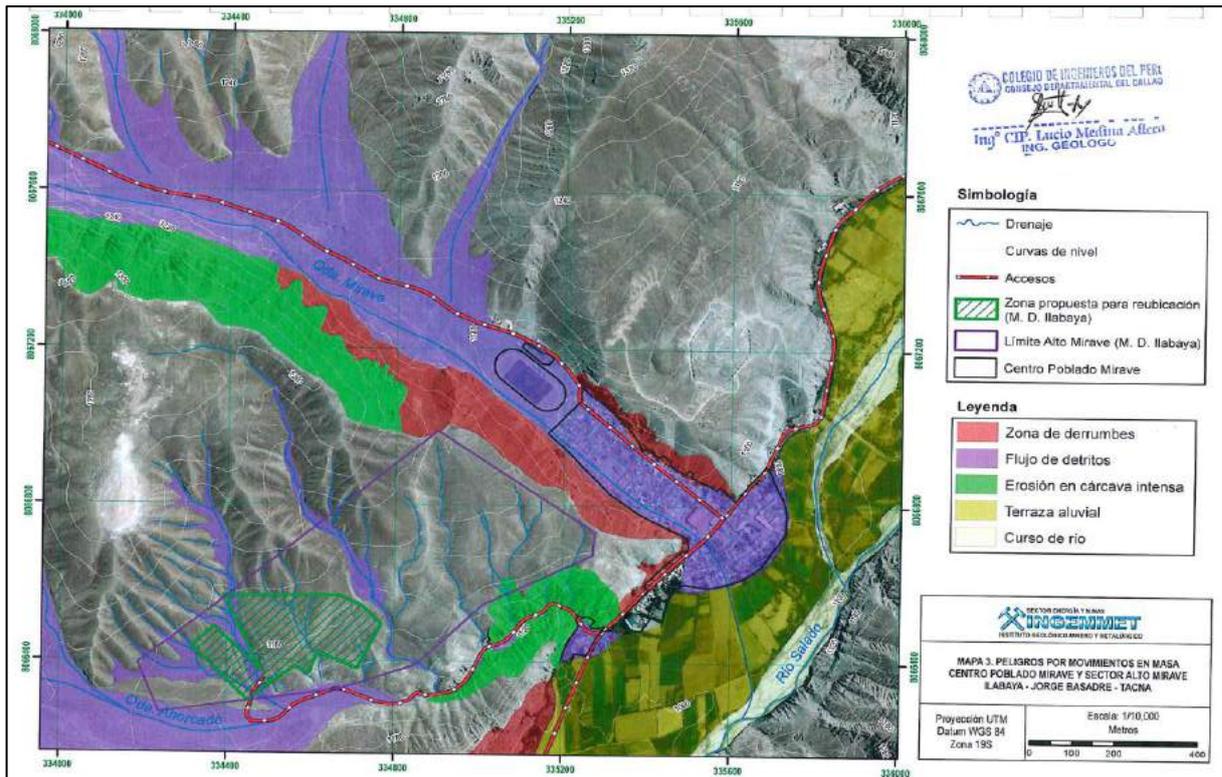
Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Mapa N° 10. Geomorfología del Centro Poblado Mirave



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Mapa N° 11. Peligros por Movimiento de masa centro poblado Mirave y sector Alto Mirave

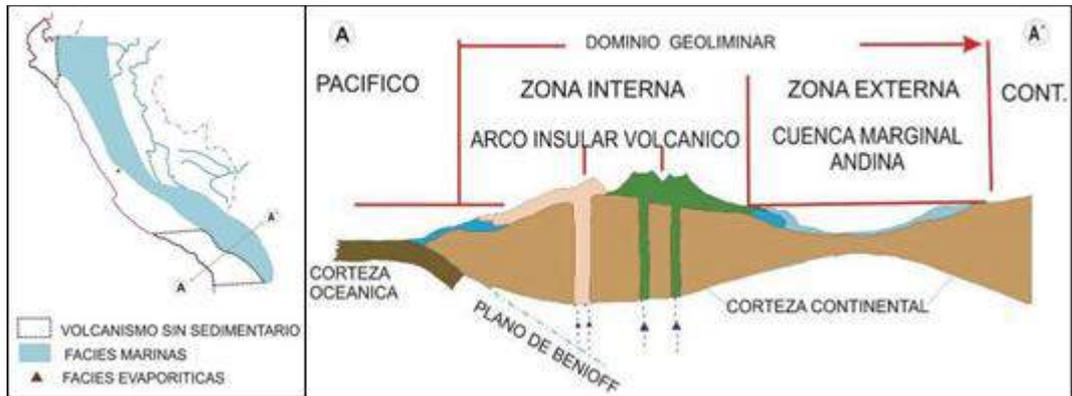


Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

2.6.2 unidades geológicas

El ciclo andino debuta en el Triásico Superior con la formación de un dispositivo paleogeográfico paralelo a la costa actual. Este dispositivo paleogeográfico se establece integralmente sobre un sustrato siálico constituido por la superposición de las orogenias precámbricas y hercinianas. Si bien existen variaciones locales, el dispositivo es válido para toda la extensión del territorio peruano. Se ha manifestado la actividad magmática desde los tiempos proterozoicos, siendo más persistente durante el cenozoico, se aprecia una migración de Oeste a Este como se aprecia en la Cordillera Occidental y el Altiplano, donde el magmatismo más joven aflora.

Gráfico N° 5. Facies del triásico superior

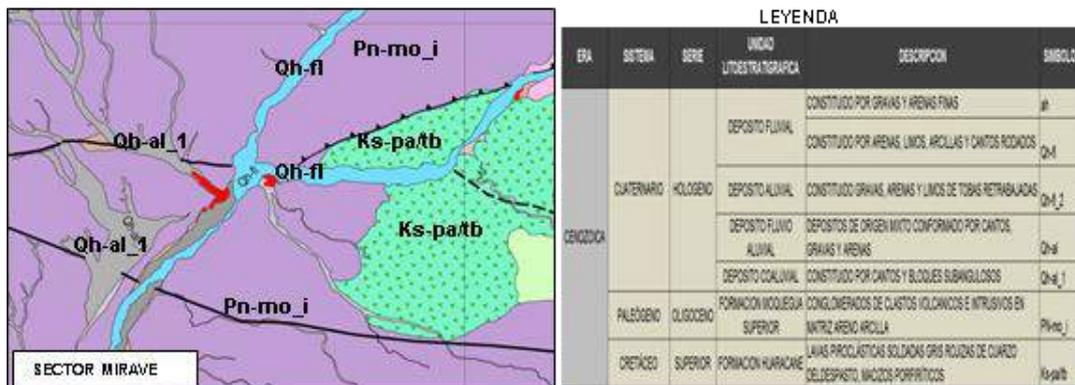


Fuente: Estudio temático de geología MZEE

La secuencia estratigráfica de la zona estudiada, incluye rocas cuyas edades van desde el mesozoico hasta el cenozoico, dispuestas en estrecha relación con las unidades geomorfológicas. En la zona de estudio se tiene:

- Mesozoico: Cretácico Inferior, constituido por una secuencia volcánica de composición andesítica, denominada Fm. Matalaque (Ki-ma). Cretácico Superior Grupo Toquepala dividido en cuatro formaciones: Huaracane, Inogoya, Paralaque y Quellaveco.
- Cenozoico Paleógeno, afloran la formación Quellaveco, la formación sotillo, la formación Moquegua inferior, la formación Moquegua superior.
- Cenozoico Neógeno, afloran la formación huaylillas y la formación millo.
- Cuaternario, consistente en los depósitos aluviales y morrenas.

Mapa N° 12. Clasificación geológica del sector de llabaya y Mirave



Fuente: Estudio temático de geología MZEE

Foto N° 3. Centro Poblado Mirave

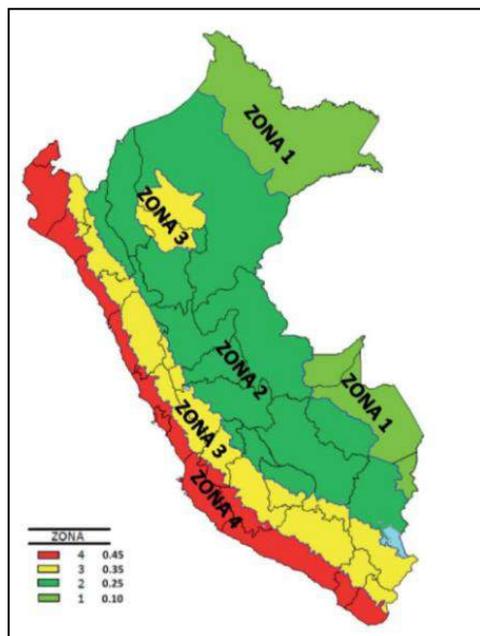


Fuente: Estudio temático de geología MZEE

2.7. Sismicidad

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos, según el mapa de zonificación sísmica del Perú, el Centro Poblado de Mirave, se encuentra en la Zona - 4, de Sismicidad Alta; le corresponde un factor de Zona Z (g) = 0.45. Su intensidad, aceleración, coeficiente de sacudida y desplazamiento máxima relativo, están supeditadas a las condiciones locales como las características físicas mecánicas del suelo etc.

Mapa N° 13. Mapa de Zonificación Sísmica del Perú – Norma 2016



| ZONA | Z |
|------|------|
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.10 |

Fuente: D.S. N° 03-2016-VIVIENDA; Modifica la Norma Técnica E.030° Diseño Sismoresistente.

2.7.1. Amplificación sísmica

Para determinar la amplificación sísmica se calculó de la capacidad portante de los suelos dentro de las áreas de los sectores de estudio, con base a la información recolectada en campo se determinaron las siguientes características:

Sector de Mirave

La zona urbana dentro del sector de Mirave presenta una capacidad de carga con valores que fluctúan entre los 3.01 Kg/cm² y los 4.00 Kg/cm², presentando una amplificación sísmica baja. (EOUR de Ilabaya 2014 -2024; Municipalidad Distrital Ilabaya, Octubre 2014)

Zona de amplificación sísmica media: conformada por depósitos de caída de origen deluvial, con clasificación geotécnica de arenas limosas (SM), con valores de 1.01 Kg/cm² hasta los 2.0 Kg/cm² de capacidades de carga se encuentra dentro de la clasificación geotécnica denominada II. Está ubicado en las laderas bajas de los cerros que se observan en la zona y cotas arriba de la carretera principal.

Zona de amplificación sísmica baja: conformada por los depósitos gravosos de origen aluvial, clasificados geotécnicamente como gravas pobremente graduados con limos (GP-GM), así como la formación Ts-Mo_i que se observan en la zona, pertenecen a la clasificación geotécnica denominada IV y V, con valores mayores a 3.01 Kg/cm² en capacidades de carga, el material gravoso se encuentra cubriendo todo el pueblo, desde cotas arriba de la quebrada, hasta zonas próximas al cauce del río Ilabaya, mientras que la Formación Moquegua se observa en todas las direcciones que se vean desde el pueblo.

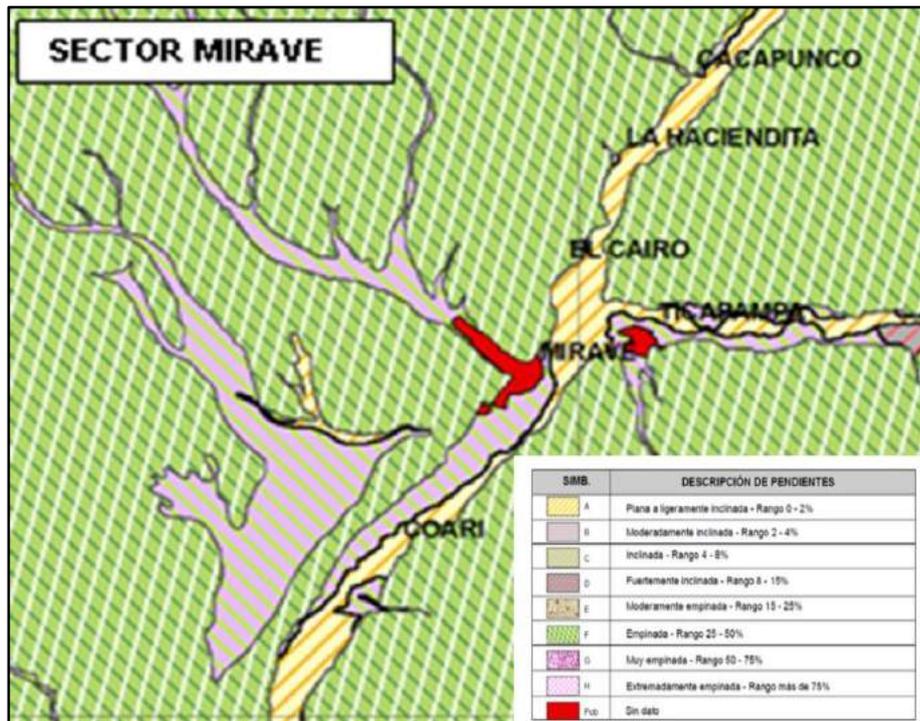
2.8. Topografía y pendiente

Debido a la acción erosiva ejercida por los ríos de las vertientes, se ha originado una topografía de quebradas y laderas con pendientes pronunciadas, con fondos estrechos, que en la mayoría de casos es ocupada por el cauce de los ríos, asimismo existen áreas suavemente onduladas correspondientes a superficies de erosión. De acuerdo a la sectorización se tienen las siguientes características:

Sector de Mirave:

- Plana o ligeramente inclinada en las zonas agrícolas de Mirave y Ticapampa, presenta una pendiente de 0-2%.
- Pendientes moderadamente inclinada en las zonas urbanas de Mirave y Ticapampa, zona denominada Mesa Chica, presenta una pendiente de 2-4%.
- Pendiente Empinada ubicado a los costados de la quebrada Mirave y Gallinazos así como a los costados de la zona agrícola, presenta una pendiente entre 25-50%.

Mapa N° 14. Clasificación de las pendientes en los sectores de Ilabaya y Mirave



Fuente: Estudio temático de geología MZEE- Año 2014

CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

3. DETERMINACION DEL PELIGRO

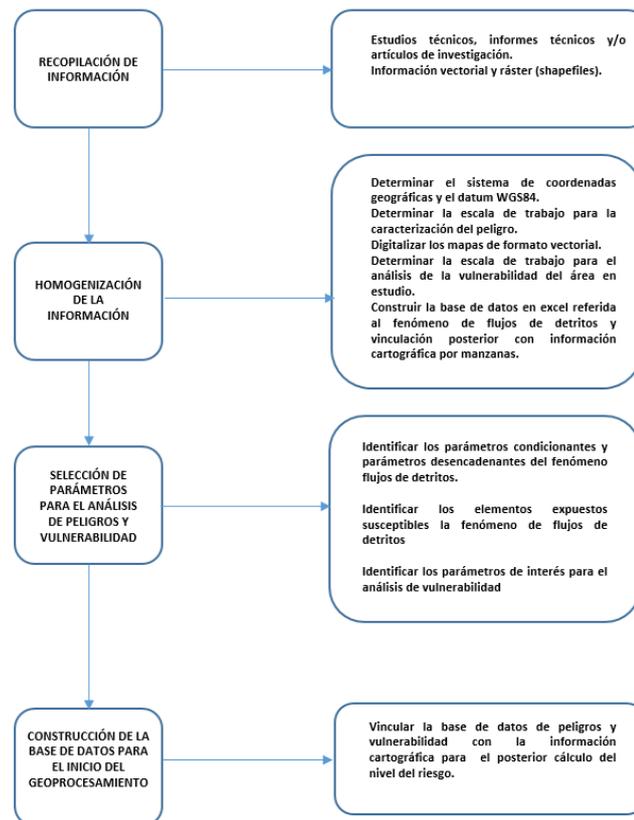
3.1. Metodología

3.1.1. Recopilación y análisis de información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI, ANA), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología, geología y geomorfología del área de influencia del fenómeno de flujos de detritos (Gráfica N° 6).

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Gráfico N° 6. Flujoograma general del proceso de análisis de información



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Para la evaluación geodinámica del lugar se contó con la siguiente información:

- Mapa geológico a escala 1: 100 000, del cuadrángulo de Moquegua (35-u), de INGEMMET (1992).

3.2. Identificación del área de influencia

El Centro Poblado de Mirave, distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. Se encuentra ubicado en la desembocadura de la microcuenca de la quebrada de Mirave, a una altitud de promedio de 1100 m.s.n.m.

La identificación del área de influencia se basa en un cartografiado detallado de los depósitos de flujos antiguos y recientes en el área evaluada. La zona de estudio, está compuesta por conglomerados redondeados y subredondeados con clastos polimícticos, que representan una superposición de materiales al suroeste, incrementándose la matriz arenosa con reducción de materiales gruesos en esta dirección.

Imagen N° 1. Centro poblado de Mirave y croquis de Nuevo Mirave



Fuente: Google Earth- Año 2016 adaptado por Municipalidad Distrital de Ilabaya

3.3. Susceptibilidad del territorio

La zona de estudio se encuentra en el sector suroccidental del Perú. Esta cuenta con una franja predominante en rocas volcánicas terciarias (de baja calidad) y escasas rocas sedimentarias, extendida entre el sur de Huancavelica, Arequipa, Moquegua y Tacna. En esta franja son conocidos los deslizamientos. (Mariño et al 2010).

Según el Informe Técnico de INGEMMET (2016), los movimientos de masa identificados dentro del área de estudio corresponden a flujos de detritos, derrumbe y erosión de cárcava.

Para efectos de informe de evaluación de riesgos sólo se ha considerado al originado por flujos de detritos en el Centro Poblado de Mirave.

INGEMMET menciona que los flujos de detritos son fenómenos naturales dentro del grupo de movimientos en masa que durante su desplazamiento se comportan como un fluido; pueden ser lentos, saturados o secos, canalizados y no canalizados. Su ocurrencia en la zona de Mirave está asociada a lluvias excepcionales. Se clasifican en flujos de detritos antiguos y recientes.

I. Factores condicionantes

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia del flujo de detritos; se consideraron los factores condicionantes del territorio propuestos por el INGEMMET, los cuales se muestran a continuación:

- Litología (calidad de las rocas y permeabilidad en algunas formaciones geológicas).
- Geomorfología.
- Pendiente.

Ponderación de factores condicionantes

Se muestra en forma general el proceso de cálculo de los pesos ponderados de los descriptores y se utiliza la tabla desarrollada por Saaty para indicar la importancia relativa de cada comparación de descriptores (ver cuadro N° 11).

Cuadro N° 11. Para la ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty.

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

Luego se desarrolla la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización para obtener los pesos ponderados (ver cuadros N°12 y N° 13) y su índice relación de consistencia (ver cuadro N° 14). Este proceso se repite para los descriptores que corresponde a los parámetros de pendiente, litología y morfología. Este mismo proceso se hará para cada uno de los parámetros y descriptores de los factores condicionantes y más adelante para el parámetro y descriptores del factor desencadenante.

Cuadro N° 12: Matriz de comparación de Pares

| <u>Matriz de comparación de pares</u> | | | |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|
| Parámetros | Pendiente | Litología | Morfología |
| Pendiente | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| Litología | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Geomorfología | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 13: Matriz de normalización

| <u>Matriz de normalización</u> | | | | |
|--------------------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| Parámetros | Pendiente | Litología | Morfología | Vector priorización |
| Pendiente | 0.545 | 0.571 | 0.500 | 0.539 |
| Litología | 0.273 | 0.286 | 0.333 | 0.297 |
| Geomorfología | 0.182 | 0.143 | 0.167 | 0.164 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 14: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.005 |
| Relación de consistencia < 0.04 | RC | 0.009 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

A. Pendiente

Indica los grados de inclinación del terreno frente a un plano horizontal. Los diferentes grados de pendiente condicionan los procesos geomorfológicos y los movimientos en masa. En base a la revisión de trabajos anteriores (Carrara et al, 1995; Fidel et al; 2006; Villacorta et al; 2015) se adoptaron los siguientes rangos:

- Muy altas pendientes: de 45° a más, indican escarpes muy fuertes en las laderas y tienen una influencia muy alta para la susceptibilidad a los movimientos en masa.
- Altas pendientes: de 45-35° tienen influencia alta en la susceptibilidad a los movimientos en masa, representando en el terreno laderas escarpadas de las montañas y colinas.
- Moderadas pendientes: 35-20° tienen influencia media en la susceptibilidad a los movimientos en masa. Se representan en el terreno en laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas.

- Bajas pendientes: entre 20 y 15°, representan una influencia baja en la susceptibilidad a los movimientos en masa, se representa en el fondo de valle y los taludes detríticos.
- Muy bajas pendientes: menores a 15°, áreas de muy baja influencia en la susceptibilidad a los movimientos en masa tipo caídas y derrumbes; sin embargo es el área donde se explayan los sedimentos arrastrados, representa los conos de deyección de los cursos esporádicos y frecuentes.

Cuadro N° 15: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | | | |
|--------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Pendiente | Mayor a 45° | 45° a 35° | 35° a 20° | 20° a 15° | Menor a 15° |
| Mayor a 45° | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| 45° a 35° | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 |
| 35° a 20° | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| 20° a 15° | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Menor a 15° | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 16: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|---------------------|
| Pendiente | Mayor a 45° | 45° a 35° | 35° a 20° | 20° a 15° | Menor a 15° | Vector priorización |
| Mayor a 45° | 0.438 | 0.490 | 0.439 | 0.381 | 0.333 | 0.416 |
| 45° a 35° | 0.219 | 0.245 | 0.293 | 0.286 | 0.267 | 0.262 |
| 35° a 20° | 0.146 | 0.122 | 0.146 | 0.190 | 0.200 | 0.161 |
| 20° a 15° | 0.109 | 0.082 | 0.073 | 0.095 | 0.133 | 0.099 |
| Menor a 15° | 0.088 | 0.061 | 0.049 | 0.048 | 0.067 | 0.062 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 17: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|--------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.017 |
| Relación de consistencia < 0.1 | RC | 0.015 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

B. Geomorfología

La secuencia estratigráfica de la zona estudiada, incluye rocas cuyas edades van desde el mesozoico hasta el cenozoico, dispuestas en estrecha relación con las unidades geomorfológicas.

Cuadro N° 18. Unidades geomorfológicas identificadas

| Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional | | |
|--|---|--------|
| Unidad | Sub unidad | |
| Colinas | Colindas en roca sedimentaria | RCL-rs |
| Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional | | |
| Unidad | Sub unidad | |
| Piedemonte | Vertiente o pie de monte coluvio-deluvial | V-cd |
| | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial | P-at |
| Planicie | Terraza aluvial | T-al |
| | Terraza fluvial | T-fl |

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

- **Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

Resulta del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes. (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colina, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene las siguientes unidades:

- ✓ **Unidad de colinas y lomadas**

Están representadas por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes grados de disección; de menor altura que una montaña (menos 300 metros desde el nivel de base local) y con inclinación de laderas promedio superior a 16% (FAO, 1968), conforman alineamientos de carácter estructural y denudativo. Esta unidad se ubica próxima a la unidad de montañas y viene a formar parte de las estribaciones andinas.

- ✓ **Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)**

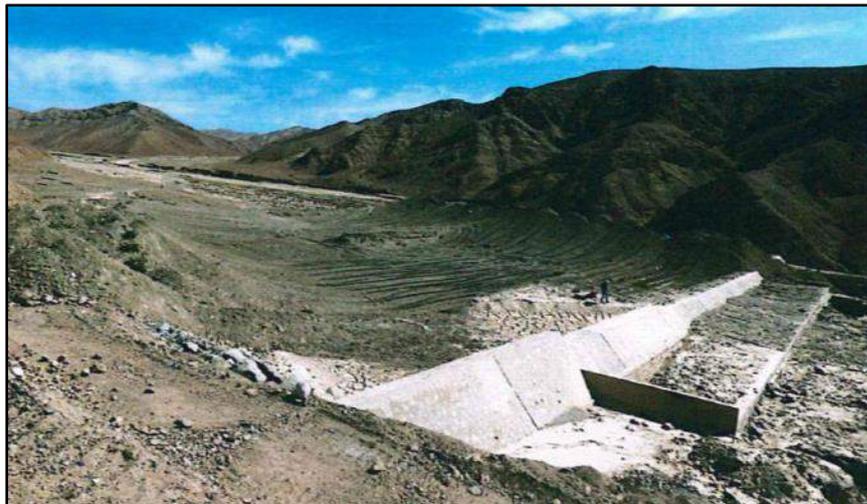
Corresponde a afloramiento de roca sedimentaria, residuos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja.

Foto 5. Relieve de colina y lomadas modeladas en rocas sedimentarias, ubicadas en la margen derecha de la quebrada Mirave



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Foto 6. Relieve de colina y lomadas modeladas en rocas sedimentarias, ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Mirave



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Geoformas de carácter deposicional o gradacional

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomórficos a los que se puede denominar constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes y caídas de rocas), así como también la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas.

Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at)

Esta unidad se encuentra asociada a los depósitos dejados por los flujos de detritos y de lodo de tipo excepcional. Tiene pendiente, suave menor a 5°.

Compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limoarenarcilloso depositado en forma de cono en la confluencia entre la quebrada de Mirave y río Salado.

Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

Terraza fluvial (T-fl)

Se caracteriza por representarse dentro del curso del río, sobre todo tienen su mayor extensión sobre los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, canto, gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Salado a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

Cuadro N° 19: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | | |
|---|--|------------------------------|---|-----------------|
| Geomorfología | Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos | Glacis, cono/abanico-aluvial | Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual | Terraza fluvial |
| Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 |
| Glacis, cono/abanico-aluvial | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Terraza fluvial | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 20: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | | |
|---|--|------------------------------|---|-----------------|---------------------|
| Geomorfología | Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos | Glacis, cono/abanico-aluvial | Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual | Terraza fluvial | Vector Priorización |
| Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos | 0.480 | 0.522 | 0.462 | 0.400 | 0.466 |
| Glacis, cono/abanico-aluvial | 0.240 | 0.261 | 0.308 | 0.300 | 0.277 |
| Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual | 0.160 | 0.130 | 0.154 | 0.200 | 0.161 |
| Terraza fluvial | 0.120 | 0.087 | 0.077 | 0.100 | 0.096 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 21: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.010 |
| Relación de consistencia < 0.08 | RC | 0.012 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

C. Litología

Los flujos antiguos cubren todo el valle de la Quebrada de Mirave y sus quebradas afluyentes. Su litología está compuesta por fragmentos de rocas, gravas, arenas soportadas en una matriz limosa (INGEMMET, 2016).

Unidades litológicas

Las características litológicas permiten entender como es el relieve, como es su comportamiento y cuál es su grado de resistencia física de la roca ante agentes erosivos, tectónicos y en general ante procesos de desestabilización, asimismo describe el factor estructural de estabilidad, calificado de acuerdo a las características físicas y químicas de la roca.

En la región de Tacna se distribuyen rocas y depósitos, los cuales están constituidos de minerales y mantienen orden y distribución que dependen de los procesos de formación de la roca.

Cuadro N° 22. Clasificación de Unidades Litológicas

| | |
|----------|---|
| Bajo | Rocas duras intrusivas de tipo granito, granodioritas. Se comportan muy estables y difícilmente erosivas. |
| Medio | Conglomerados basálticos, presencia de areniscas, esquistos y mica esquistos, secuencia de areniscas y lutitas, presencia de cuarcitas, pizarras. Se comportan con mediana estabilidad. |
| Alto | Materiales poco consolidados de arenas, limos y arcillas, clastos sub-redondeados y sub-angulosos. Presencia de areniscas cuarzosas. |
| Muy Alto | Depósitos sedimentarios poco consolidados, conglomerados moderadamente consolidados. Se comportan muy inestablemente y altamente erosivas. |

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Foto 7: Depósitos de flujos antiguos en quebrada de MIRAVE



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Geológicamente, el Centro Poblado de Mirave se encuentra asentado sobre depósitos proluviales compuestos por fragmentos rocosos polimícticos y heterométricos (bloques, bolos y detritos) soportados en matriz limoarenarcilloso. El origen de los depósitos corresponde a antiguas ocurrencias de flujos de detritos y de lodo proveniente de los afloramientos sedimentarios de la Formación Moquegua Inferior.

Cuadro N° 23: Matriz de comparación de Pares

| <u>Matriz de comparación de pares</u> | | | | |
|--|--|------------------------|----------------------|---------------------|
| Litología | Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales | Intrusivos fracturados | Intrusivos compactos | Depósitos fluviales |
| Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00 |
| Intrusivos fracturados | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| Intrusivos compactos | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Depósitos fluviales | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 24: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | | |
|--|--|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Litología | Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales | Intrusivos fracturados | Intrusivos compactos | Depósitos fluviales | Vector priorización |
| Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales | 0.513 | 0.533 | 0.533 | 0.417 | 0.499 |
| Intrusivos fracturados | 0.256 | 0.267 | 0.267 | 0.333 | 0.281 |
| Intrusivos compactos | 0.128 | 0.133 | 0.133 | 0.167 | 0.140 |
| Depósitos fluviales | 0.103 | 0.067 | 0.067 | 0.083 | 0.080 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 25: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.009 |
| Relación de consistencia < 0.08 | RC | 0.010 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

II. Factor desencadenante

2.1 Precipitación

Las lluvias intensas o precipitaciones intensas son un factor determinante para la generación de flujos de detritos y otros tipos de movimientos en masa. Se pueden generar en una cuenca en función al área de captación, las alturas, pendientes y cobertura vegetal (Faustino, 2006); la respuesta del evento de escorrentía se producirá de forma inmediata o tardará un tiempo hasta alcanzar el cauce de la quebrada a través del desplazamiento de un flujo por sus afluentes.

✓ Valoración de los rangos de precipitación a la inundación

En primer lugar ha sido necesario calcular las áreas ocupadas por cada episodio de inundación y las áreas de cada rango de precipitación. Luego se establece el peso (W) en función a la probabilidad de ocurrencia de una inundación en un área determinada como se expresa en la siguiente fórmula:

$$W = \sum_{ni=1} [P (A/Bi)] \times P (Bi)$$

Dónde:

W = Probabilidad de que un determinado píxel desarrolle flujos de detritos

$P(A/B_i)$ = Probabilidad de que una inundación (A) ocurra para cada clase de precipitación B

$P(B_i)$ = Probabilidad de ocurrencia de precipitaciones

Luego de esto, se transforma de información vectorial a matricial para poder hacer las operaciones algebraicas de geo-procesamiento. Para este estudio, el tamaño de píxel empleado al convertir los mapas a ráster ha sido de 50x50 m. Luego se asigna el valor del índice o probabilidad (peso W) obtenido para las unidades cartográficas del terreno.

Cuadro N° 25. Rangos de precipitación para el modelo de precipitación

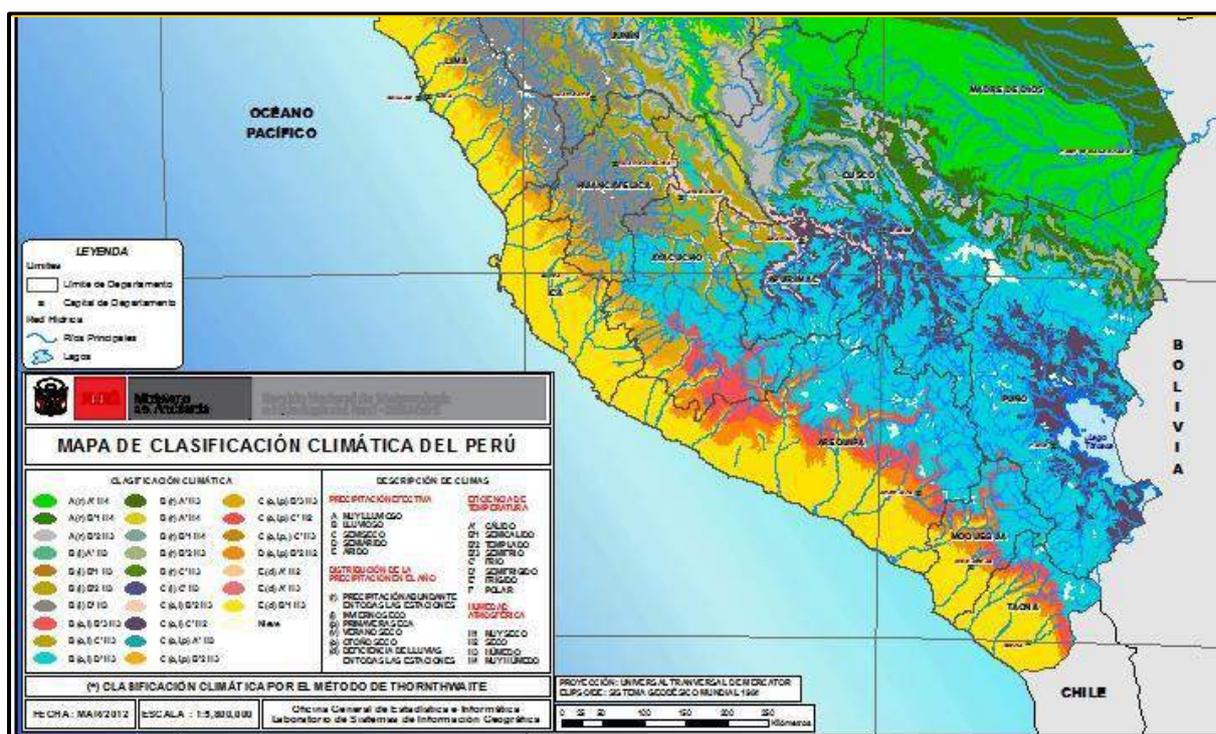
| ID | Rango de Precipitación (mm/año) |
|----|---------------------------------|
| 1 | 18-21 |
| 2 | 21-24 |
| 3 | 24-27 |
| | TOTAL |

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

✓ **Análisis de las condiciones climáticas en el centro poblado de Mirave:**

Durante el mes de enero, muchos patrones atmosféricos logran configurarse y/o posicionarse acorde con la estación estival del Hemisferio Sur, modulando la distribución espacial de las lluvias, temperaturas del aire, humedad, entre otras variables sobre el continente Sudamericano. En esta temporada, la Zona de Convergencia Intertropical se desplaza hacia el sur próximo a la línea ecuatorial, es notable la presencia de Zona de Convergencia del Atlántico Sur y un patrón de circulación anticiclónica de flujos de viento en altura (12 km) conocido como la Alta de Bolivia, se activa. Estos sistemas son los principales responsables de organizar la convección en gran parte del territorio nacional que propician el desarrollo de tormentas con importantes acumulados de lluvia.

Mapa N° 15. Mapa de clasificación climática



Fuente: SENAMHI

Ponderación del factor desencadenante

Se muestran al factor desencadenante precipitación en periodo lluvioso setiembre a marzo y sus descriptores ponderados (ver cuadros N° 26 y N° 27), el cual fue utilizado para la caracterización del peligro por flujos de detritos

Cuadro N° 26: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | | | |
|---|---------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Precipitación en periodo lluvioso setiembre a marzo | Mayor a 10 mm | Entre 5 mm a 10 mm | Entre 3 mm a 5 mm | Entre 1 mm a 3 mm | Menor 1 mm |
| Mayor a 10 mm | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| Entre 5 mm a 10 mm | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00 |
| Entre 3 mm a 5 mm | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| Entre 1 mm a 3 mm | 0.25 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Menor 1 mm | 0.20 | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilaya (2016)

Cuadro N° 27: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | | | |
|---|---------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------|---------------------|
| Precipitación en periodo lluvioso setiembre a marzo | Mayor a 10 mm | Entre 5 mm a 10 mm | Entre 3 mm a 5 mm | Entre 1 mm a 3 mm | Menor 1 mm | Vector priorización |
| Mayor a 10 mm | 0.438 | 0.506 | 0.456 | 0.324 | 0.278 | 0.400 |
| Entre 5 mm a 10 mm | 0.219 | 0.253 | 0.304 | 0.324 | 0.278 | 0.276 |
| Entre 3 mm a 5 mm | 0.146 | 0.127 | 0.152 | 0.243 | 0.222 | 0.178 |
| Entre 1 mm a 3 mm | 0.109 | 0.063 | 0.051 | 0.081 | 0.167 | 0.094 |
| Menor 1 mm | 0.088 | 0.051 | 0.038 | 0.027 | 0.056 | 0.052 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 28: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|--------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.052 |
| Relación de consistencia < 0.1 | RC | 0.047 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

3.4. Análisis de elementos expuestos

Se presenta los elementos expuestos susceptibles en el área de influencia del fenómeno a nivel social, a nivel económico. Se hace la consideración que a nivel ambiental no se encuentra con información disponible.

I. Elementos expuestos susceptibles a nivel social

Los cuadros a continuación muestran los principales elementos expuestos a nivel social en el área de evaluación. Ellas muestran a las instituciones educativas (públicas y privadas), así como a las viviendas y población

La población del centro poblado Mirave susceptible es de 882 habitantes, según fuente propia.

Cuadro N° 29 Población total, por área urbana y rural, y sexo en Distrito de Ilabaya

| Distrito | Total | Población | | Total | Urbana | | Total | Rural | |
|----------|-------|-----------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
| | | Hombres | Mujeres | | Hombres | Mujeres | | Hombres | Mujeres |
| Ilabaya | 4414 | 2572 | 1842 | 3595 | 2123 | 1472 | 819 | 449 | 370 |

* Población nominal censada

Fuente: INEI – Censo Nacional 2007, XI de la Población y IV de Vivienda

Cuadro N° 30. Edificaciones

| |
|---|
| N° edificaciones (incluye viviendas y otras edificaciones) |
| 270 |

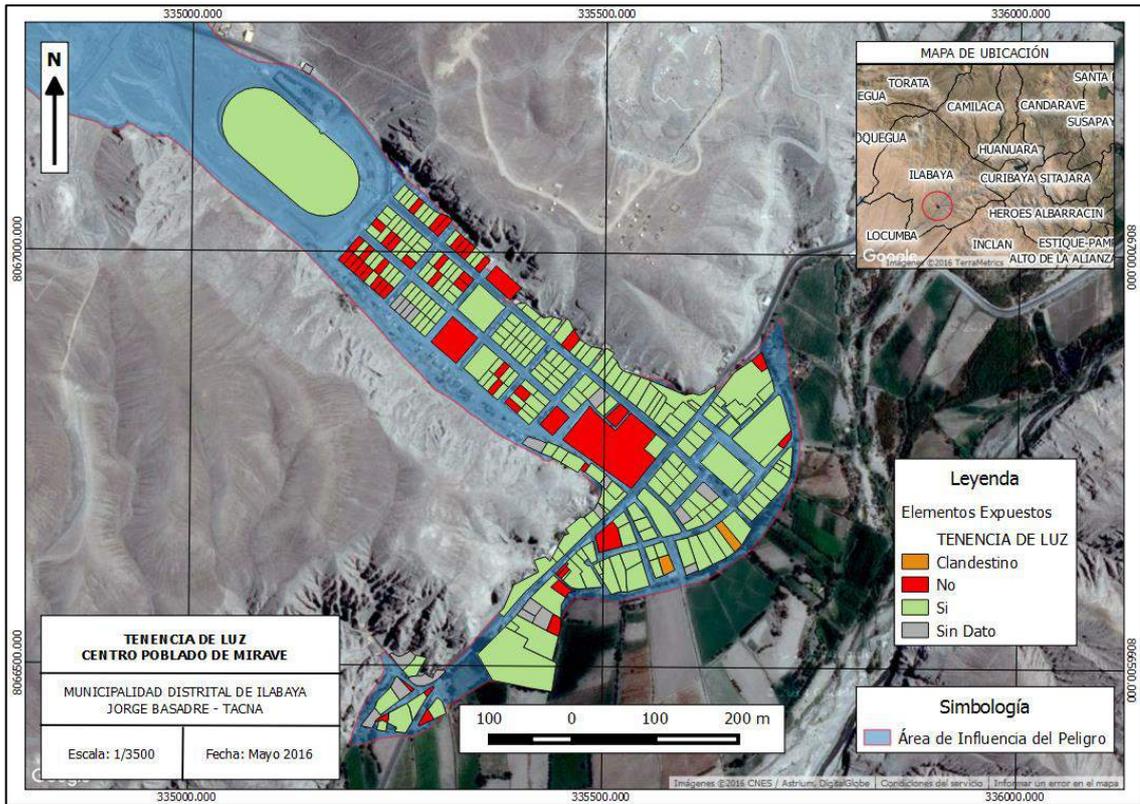
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 31. Instituciones educativas

| Instituciones Educativas | N° |
|--------------------------------------|----|
| I.E. 325 | 1 |
| I.E. 42028 Mariscal Guillermo Miller | 1 |
| I.E. Escuela Adventista Mirave | 1 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Mapa N° 16: Mapa de Elementos Expuestos – Mapa de edificaciones con tenencia de luz del Centro Poblado de Mirave



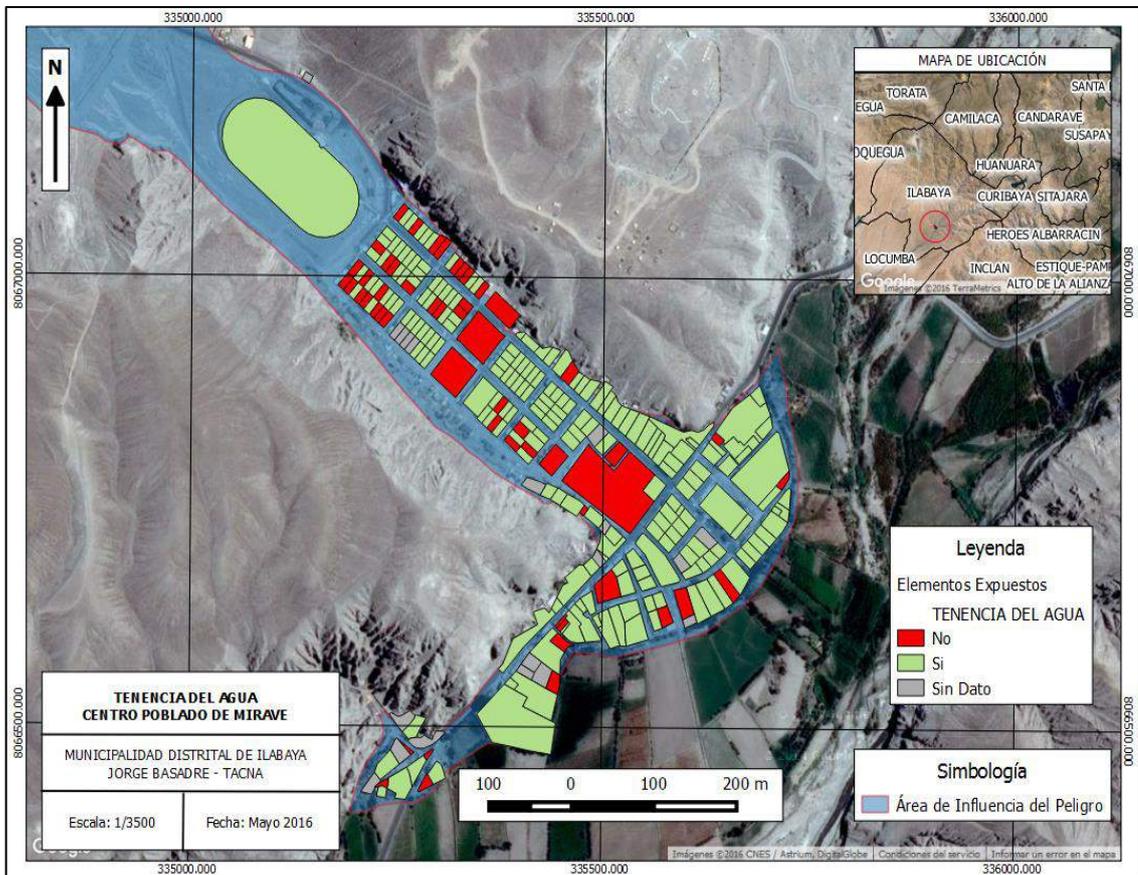
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 32. Edificaciones con tenencia de luz eléctrica

| Edificaciones con tenencia de luz eléctrica | N° |
|---|-----|
| Clandestina | 2 |
| No | 48 |
| Si | 201 |
| Sin dato | 19 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Mapa N° 17: Mapa de Elementos Expuestos – Mapa de edificaciones con tenencia de agua del Centro Poblado de Mirave



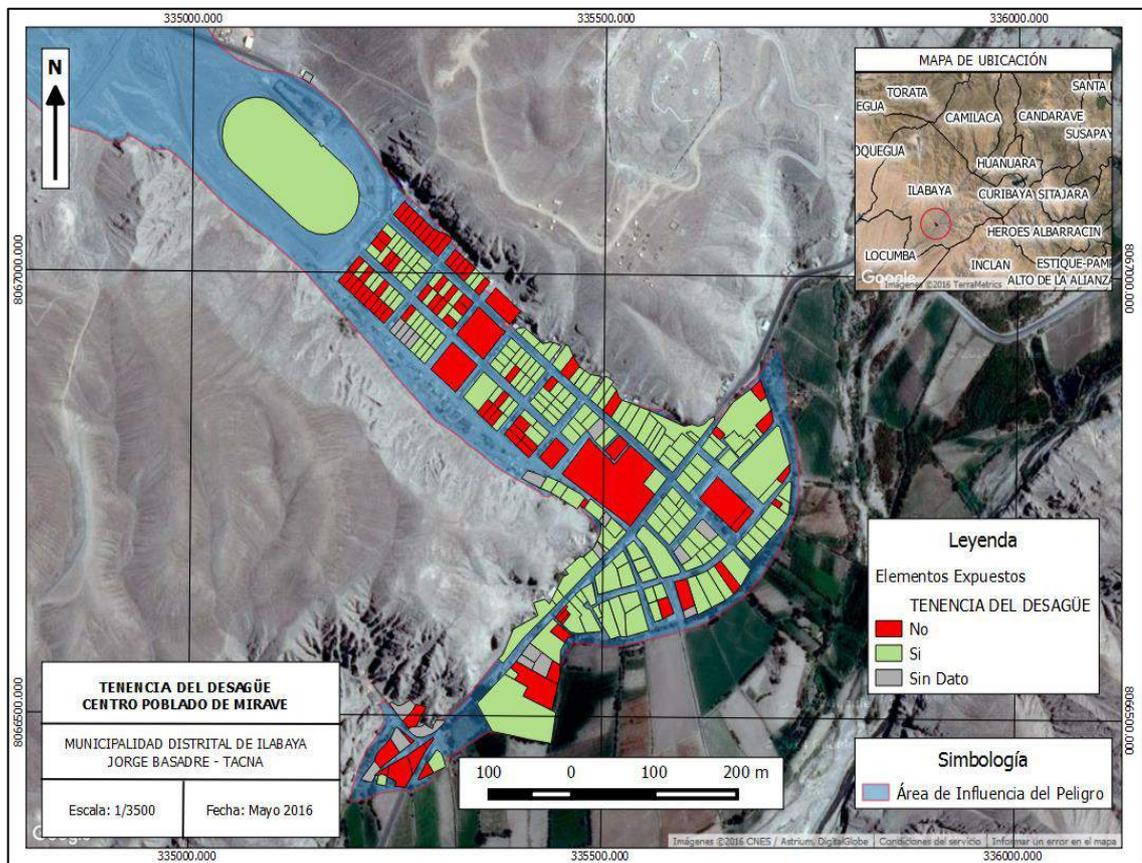
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 33. Edificaciones con tenencia de servicio de agua potable

| Edificaciones con tenencia de agua potable | N° |
|--|-----|
| No | 53 |
| Si | 198 |
| Sin dato | 19 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Mapa N° 18 Mapa de Elementos Expuestos – Mapa de edificaciones con tenencia de desagüe del Centro Poblado de Mirave



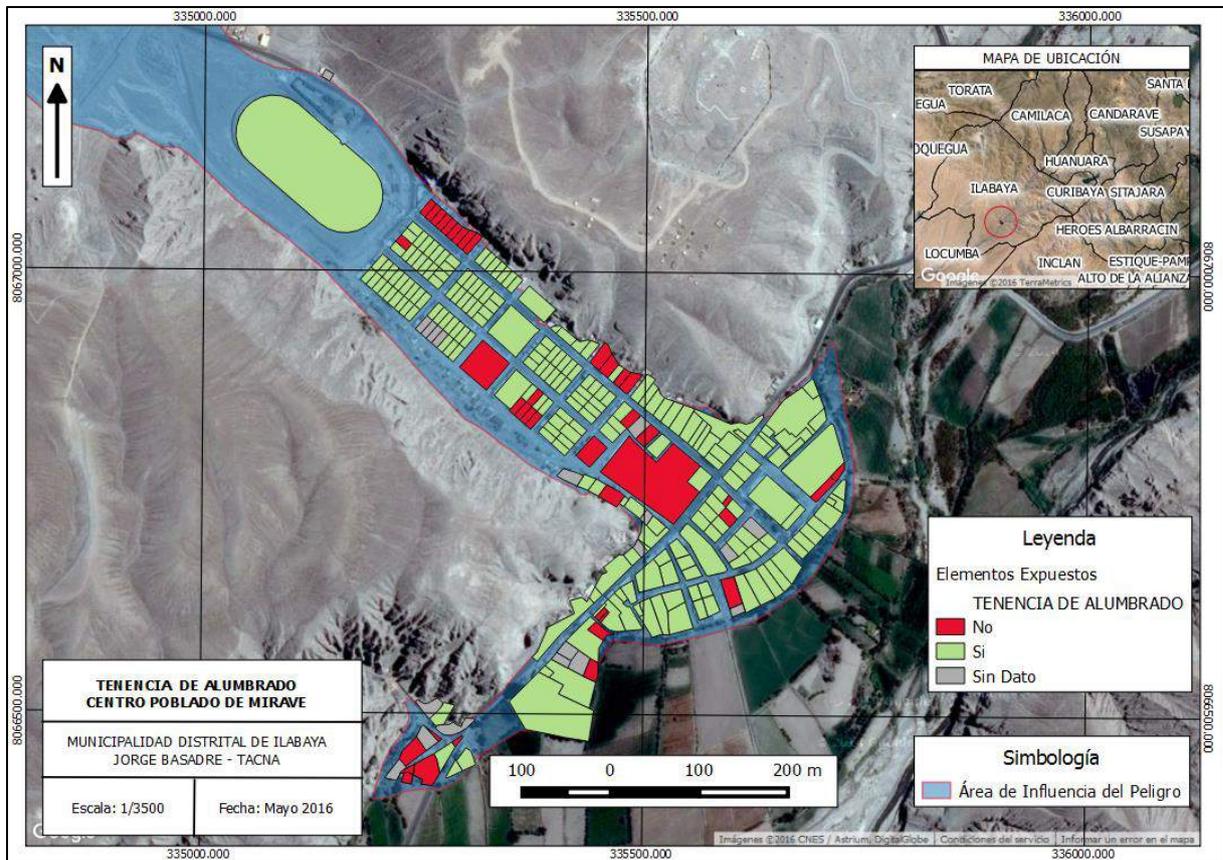
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 34. Edificaciones con acceso a desagüe público

| Edificaciones con acceso a desagüe publico | N° |
|--|-----|
| No | 83 |
| Si | 168 |
| Sin dato | 19 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Mapa N° 19 Mapa de Elementos Expuestos – Mapa de tenencia con alumbrado público del Centro Poblado de Mirave



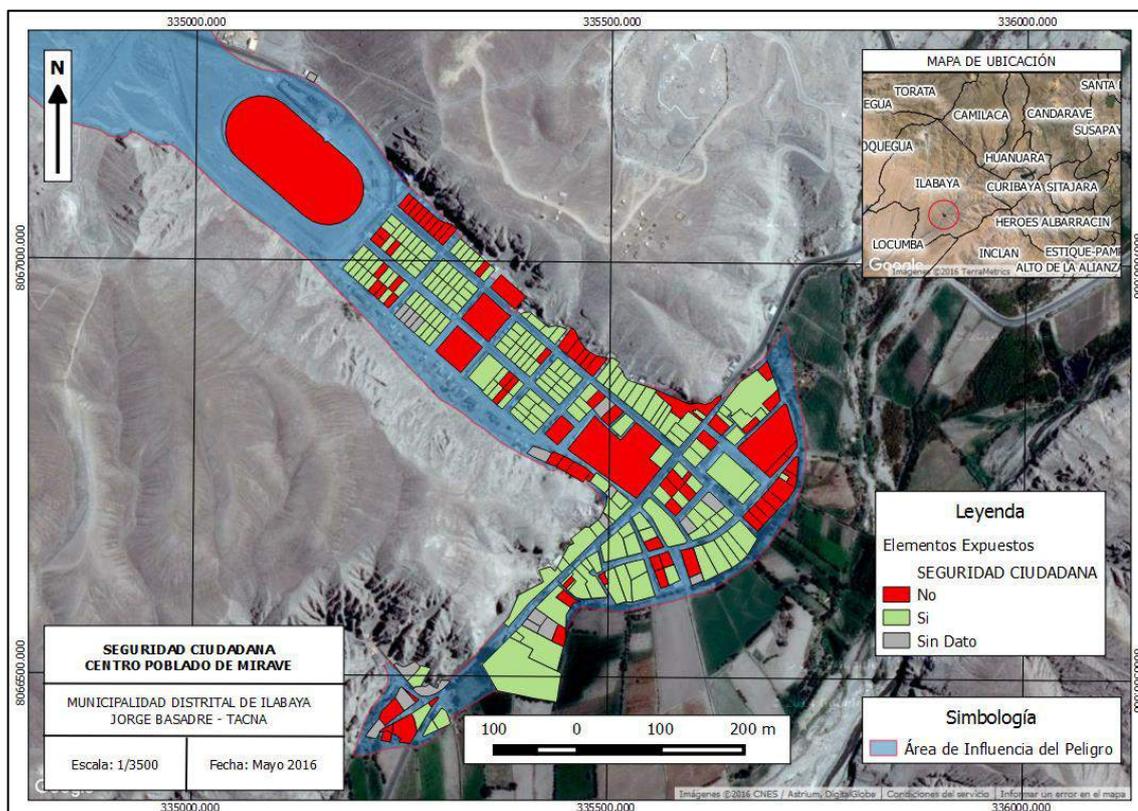
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 35. Edificaciones con alumbrado público

| Edificaciones con alumbrado público | N° |
|-------------------------------------|-----|
| No | 41 |
| Si | 210 |
| Sin dato | 19 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Mapa N° 20 Mapa de Elementos Expuestos – Mapa de viviendas con servicios de seguridad ciudadana del Centro Poblado de Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

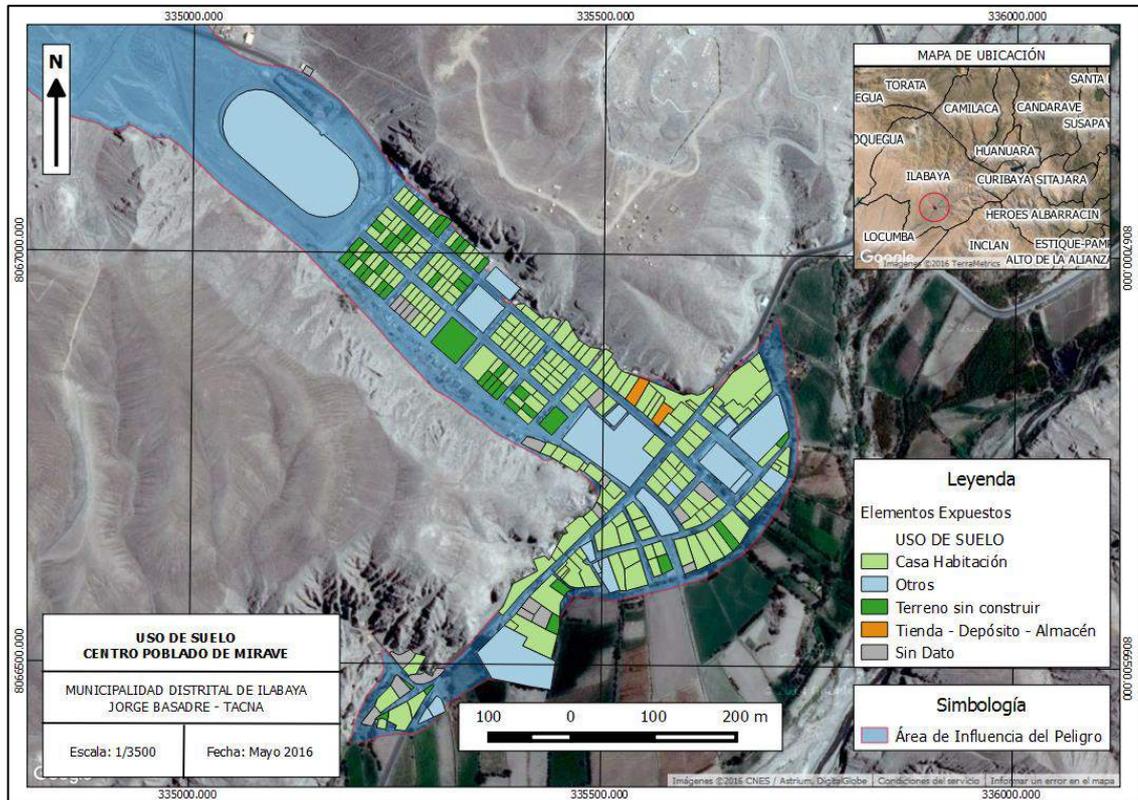
Cuadro N° 36. Edificaciones con servicio de seguridad ciudadana

| Edificaciones con servicio de seguridad ciudadana | N° |
|---|-----|
| No | 76 |
| Si | 175 |
| Sin dato | 19 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

II. Elementos expuestos susceptibles a nivel económico

Mapa N° 21 Mapa de Elementos Expuestos – Uso de suelo del Centro Poblado de Mirave



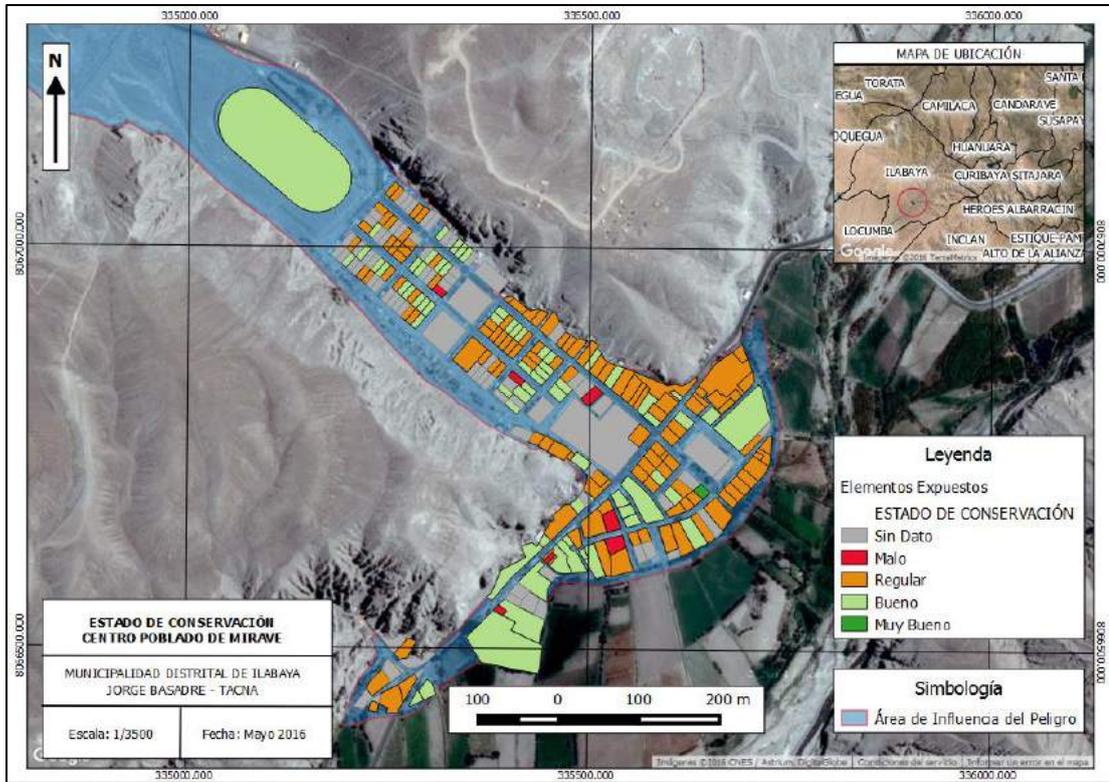
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 37. Uso de Suelo

| Uso de suelo | N° |
|-------------------------|-----|
| Casa habitación | 189 |
| Otros | 19 |
| Sin dato | 19 |
| Terreno sin construir | 41 |
| Tienda-depósito-almacén | 2 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Mapa N° 22 Mapa de Elementos Expuestos – Mapa de conservación de edificaciones del Centro Poblado de Mirave



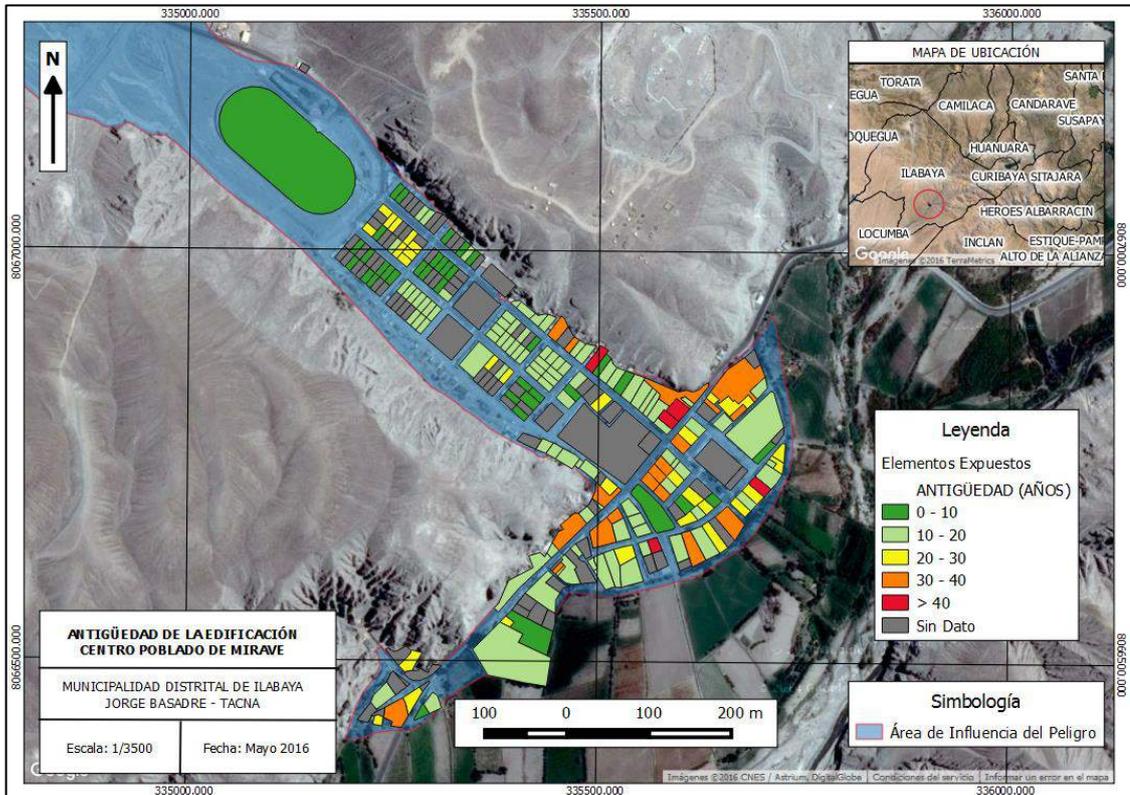
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 38. Estado de conservación de edificaciones

| Estado de conservación de edificaciones | N° |
|---|-----|
| Bueno | 67 |
| Malo | 7 |
| Muy bueno | 1 |
| Regular | 118 |
| Sin dato | 77 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Mapa N° 23 Mapa de Elementos Expuestos – Mapa de antigüedad de las edificaciones del Centro Poblado de Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 39. Estado de antigüedad de edificaciones

| Antigüedad de edificaciones (años) | N° |
|------------------------------------|----|
| 0 - 10 | 37 |
| 10 - 20 | 92 |
| 20 - 30 | 31 |
| 30 - 40 | 19 |
| > 40 | 6 |
| Sin dato | 85 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

3.5. Definición de escenarios

Se ha considerado el escenario más alto:

“Ante la presencia de lluvias intensas, la pendiente fuerte y alta presencia de materiales inconsolidados en laderas y cauces así como derrumbes en las cabeceras en la quebrada desembocadura de Mirave, se producirían la formación de flujos de detritos de tal magnitud que ocasionaría daños a los elementos expuestos a nivel social, económico y ambiental en el Centro Poblado de Mirave, distrito de Ilabaya”.

3.6. Niveles de peligro

Cuadro N° 40 Niveles de Peligros

| Nivel | Rango |
|----------|---------------------------|
| Muy alto | $0.273 \leq r \leq 0.425$ |
| Alto | $0.166 \leq r < 0.273$ |
| Medio | $0.093 \leq r < 0.166$ |
| Bajo | $0.043 \leq r < 0.093$ |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

3.7. Estratificación del nivel de peligros

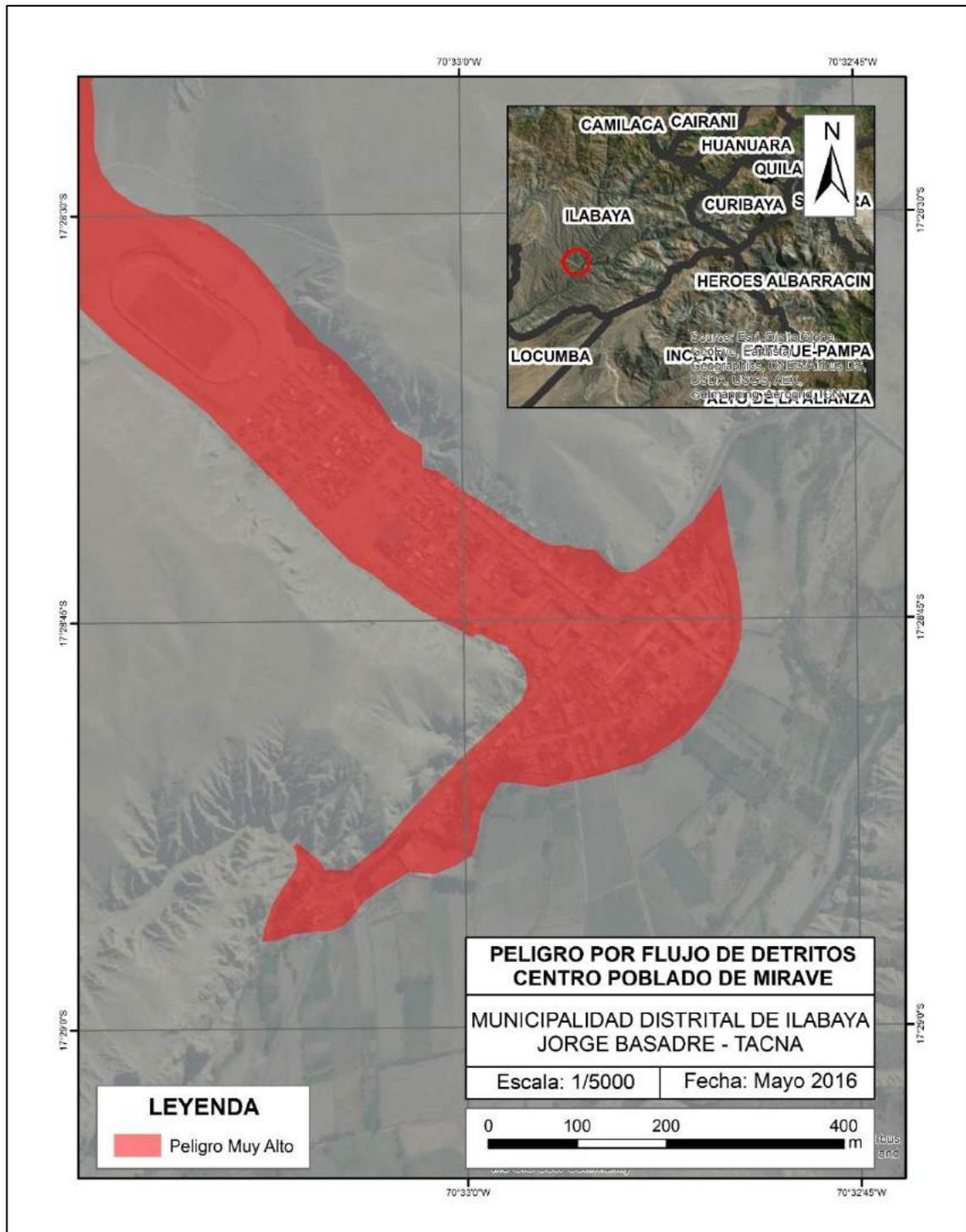
Cuadro N° 41 Matriz de Niveles de Peligros

| Descripción | Nivel de peligro |
|--|------------------|
| Zona con una pendiente fuerte, mayor a 45°. Muy alta presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de intensas lluvias, mayor a 10 mm en periodo lluvioso. | Muy alto |
| Zona con una pendiente entre 35° y 45°. Moderada presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; moderados derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 5 mm a 10 mm en periodo lluvioso. | Alto |
| Zona con una pendiente entre 15° y 35°. Regular presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; regulares derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 3 mm a 5 mm en periodo lluvioso. | Medio |
| Zona con pendiente entre 5° y 15°. Baja presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; ligeros derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de bajas lluvias, menor a 3 mm en periodo lluvioso. | Bajo |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya con información de INGEMMET.

3.8. Mapas de peligros por flujos de detritos en el centro poblado de Mirave

Mapa N° 24. Mapa de peligros por flujos de detritos en el centro poblado de Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

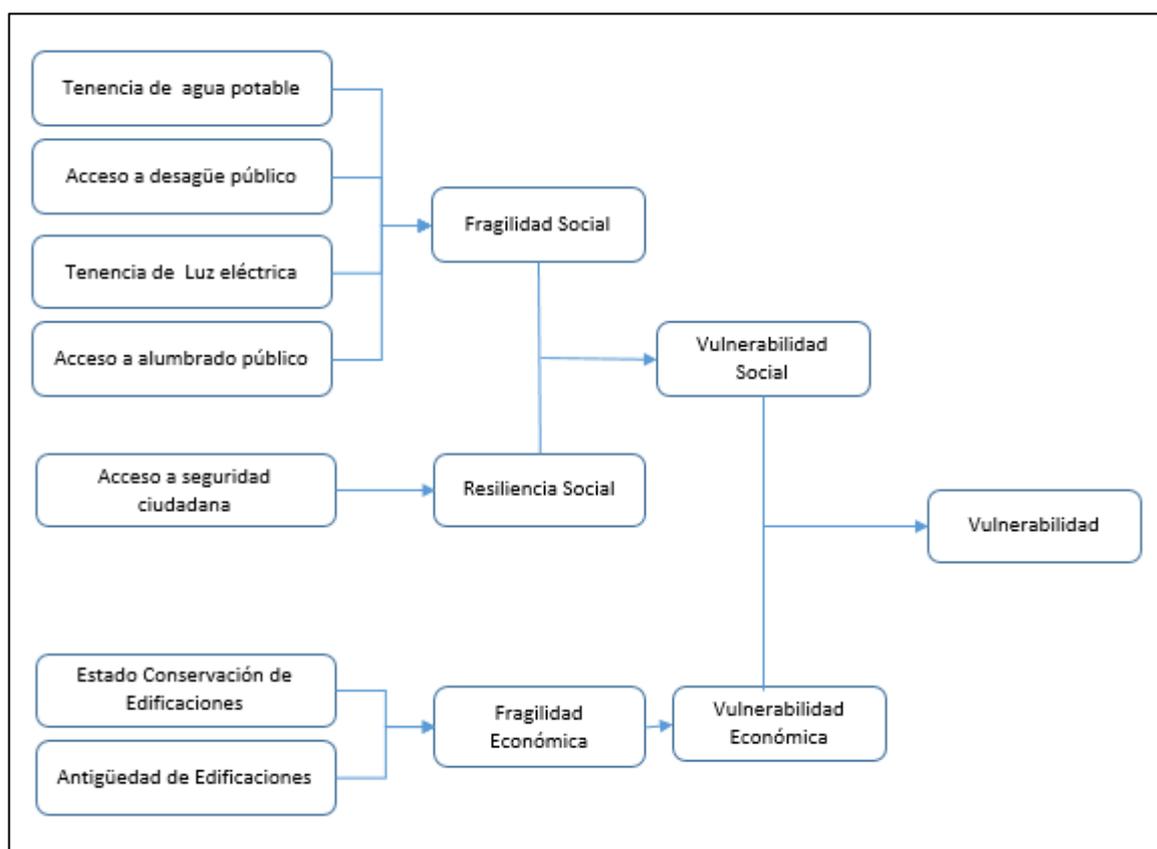
4. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

4.1. Análisis de vulnerabilidad del centro poblado de Mirave del Distrito de Ilabaya

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave, se consideró la dimensión social y económica.

El Grafico N° 8 presenta el Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave, en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, departamento de Tacna.

Grafico N° 8. Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.2. Análisis de la dimensión social

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características intrínsecas de la población de Mirave y su contribución al análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de fragilidad y resiliencia. El gráfico a continuación presenta dicho flujograma.

4.2.1. Análisis de fragilidad social

Para la determinación de la Fragilidad Social, se consideraron los siguientes parámetros:

- Tenencia de agua potable
- Acceso a desagüe público
- Tenencia de luz eléctrica
- Acceso a alumbrado público

A continuación se muestra el proceso de ponderación de los parámetros considerados

i. Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Social

Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty). Se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty (1980) que muestran valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro. Ver cuadro N° 11.

Cuadro N° 42: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Fragilidad social | Tenencia de agua potable | Acceso a desagüe público | Tenencia de luz eléctrica | Acceso a alumbrado público |
| Tenencia de agua potable | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 |
| Acceso a desagüe público | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| Tenencia de luz eléctrica | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Acceso a alumbrado público | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 43: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| Fragilidad social | Tenencia de agua potable | Acceso a desagüe público | Tenencia de luz eléctrica | Acceso a alumbrado público | Vector priorización |
| Tenencia de agua potable | 0.480 | 0.522 | 0.462 | 0.400 | 0.466 |
| Acceso a desagüe público | 0.240 | 0.261 | 0.308 | 0.300 | 0.277 |
| Tenencia de luz eléctrica | 0.160 | 0.130 | 0.154 | 0.200 | 0.161 |
| Acceso a alumbrado público | 0.120 | 0.087 | 0.077 | 0.100 | 0.096 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 44: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.010 |
| Relación de consistencia < 0.08 | RC | 0.012 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

ii. Ponderación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Social

Tenencia de agua potable

Cuadro N° 45: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | |
|--------------------------------|------|----------|------|
| Tenencia de agua potable | No | Sin dato | Si |
| No | 1.00 | 2.00 | 7.00 |
| Incierto | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Si | 0.14 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 46: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | |
|--------------------------|-------|----------|-------|---------------------|
| Tenencia de agua potable | No | Sin dato | Si | Vector priorización |
| No | 0.609 | 0.571 | 0.700 | 0.627 |
| Incierto | 0.304 | 0.286 | 0.200 | 0.263 |
| Si | 0.087 | 0.143 | 0.100 | 0.110 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 47: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.018 |
| Relación de consistencia < 0.04 | RC | 0.033 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Acceso a desagüe público

Cuadro N° 48: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | |
|--------------------------------|------|----------|------|
| Acceso a desagüe público | No | Sin dato | Si |
| No | 1.00 | 2.00 | 8.00 |
| Incierto | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| Si | 0.13 | 0.33 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 49: Matriz de normalización

| <u>Matriz de normalización</u> | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|-------|---------------------|
| Acceso a desagüe público | No | Sin dato | Si | Vector priorización |
| No | 0.615 | 0.600 | 0.667 | 0.627 |
| Incierto | 0.308 | 0.300 | 0.250 | 0.286 |
| Si | 0.077 | 0.100 | 0.083 | 0.087 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 50: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.005 |
| Relación de consistencia < 0.04 | RC | 0.009 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Tenencia de luz eléctrica

Cuadro N° 51: Matriz de comparación de Pares

| <u>Matriz de comparación de pares</u> | | | | | |
|---------------------------------------|------|-------------|----------------|----------|------|
| Tenencia de luz eléctrica | No | Clandestina | Poco frecuente | Incierto | Si |
| No | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 |
| Clandestina | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 |
| Poco frecuente | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| Incierto | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Si | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 52: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------------|----------------|----------|-------|---------------------|
| Tenencia de luz eléctrica | No | Clandestina | Poco frecuente | Incierto | Si | Vector priorización |
| No | 0.444 | 0.490 | 0.439 | 0.381 | 0.375 | 0.426 |
| Clandestina | 0.222 | 0.245 | 0.293 | 0.286 | 0.250 | 0.259 |
| Poco frecuente | 0.148 | 0.122 | 0.146 | 0.190 | 0.188 | 0.159 |
| Incierto | 0.111 | 0.082 | 0.073 | 0.095 | 0.125 | 0.097 |
| Si | 0.074 | 0.061 | 0.049 | 0.048 | 0.063 | 0.059 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 53: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|--------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.012 |
| Relación de consistencia < 0.1 | RC | 0.011 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Acceso a alumbrado público

Cuadro N° 54: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | |
|--------------------------------|------|----------|------|
| Acceso a alumbrado público | No | Sin dato | Si |
| No | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| Incierto | 0.33 | 1.00 | 2.00 |
| Si | 0.25 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 55: Matriz de normalización

| <u>Matriz de normalización</u> | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|-------|---------------------|
| Acceso a alumbrado publico | No | Sin dato | Si | Vector priorización |
| No | 0.632 | 0.667 | 0.571 | 0.623 |
| Incierto | 0.211 | 0.222 | 0.286 | 0.239 |
| Si | 0.158 | 0.111 | 0.143 | 0.137 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 56: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.009 |
| Relación de consistencia < 0.04 | RC | 0.017 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.2.2. Análisis de la resiliencia social

El parámetro considerado para el análisis de la resiliencia social es:

- Acceso a seguridad ciudadana.

Ponderación del parámetro y descriptores de Resiliencia Social

Acceso a servicio de seguridad ciudadana

Cuadro N° 57: Matriz de comparación de Pares

| <u>Matriz de comparación de pares</u> | | | |
|--|------|----------|------|
| Acceso a servicio de seguridad ciudadana | No | Sin dato | Si |
| No | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| Incierto | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Si | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 58: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | |
|--|-------|----------|-------|---------------------|
| Acceso a servicio de seguridad ciudadana | No | Sin dato | Si | Vector priorización |
| No | 0.545 | 0.571 | 0.500 | 0.539 |
| Incierto | 0.273 | 0.286 | 0.333 | 0.297 |
| Si | 0.182 | 0.143 | 0.167 | 0.164 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 59: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.005 |
| Relación de consistencia < 0.04 | RC | 0.009 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.3. Análisis de la dimensión económica

El análisis de la dimensión económica considera la fragilidad económica para este caso por no disponerse de mayor información.

4.3.1. Análisis de fragilidad económica

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad económica son: Estado Conservación y Antigüedad de Edificación.

Se muestra a continuación el proceso de ponderación de los mismos:

Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Económica

Estado de conservación edificaciones

Cuadro N° 60: Matriz de comparación de Pares

| Matriz de comparación de pares | | | | | |
|--------------------------------------|------|---------|----------|-------|-----------|
| Estado de conservación edificaciones | Malo | Regular | Sin dato | Bueno | Muy bueno |
| Malo | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 |
| Regular | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 |
| Incierto | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| Bueno | 0.20 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| Muy bueno | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 61: Matriz de normalización

| <u>Matriz de normalización</u> | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------|----------|-------|-----------|---------------------|
| Estado de conservación edificaciones | Malo | Regular | Sin dato | Bueno | Muy bueno | Vector priorización |
| Malo | 0.513 | 0.590 | 0.511 | 0.435 | 0.375 | 0.485 |
| Regular | 0.171 | 0.197 | 0.255 | 0.261 | 0.250 | 0.227 |
| Incierto | 0.128 | 0.098 | 0.128 | 0.174 | 0.188 | 0.143 |
| Bueno | 0.103 | 0.066 | 0.064 | 0.087 | 0.125 | 0.089 |
| Muy bueno | 0.085 | 0.049 | 0.043 | 0.043 | 0.063 | 0.057 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 62: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|--------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.025 |
| Relación de consistencia < 0.1 | RC | 0.022 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Antigüedad edificaciones (años)

Cuadro N° 63: Matriz de comparación de Pares

| <u>Matriz de comparación de pares</u> | | | | | |
|---------------------------------------|------|---------|---------|---------|--------|
| Antigüedad edificaciones (años) | > 40 | 30 - 40 | 20 - 30 | 10 - 20 | 0 - 10 |
| > 40 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 |
| 30 - 40 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00 |
| 20 - 30 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| 10 - 20 | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| 0 - 10 | 0.17 | 0.20 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 64: Matriz de normalización

| Matriz de normalización | | | | | | |
|---------------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------------------|
| Antigüedad edificaciones (años) | > 40 | 30 - 40 | 20 - 30 | 10 - 20 | 0 - 10 | Vector priorización |
| > 40 | 0.472 | 0.506 | 0.511 | 0.400 | 0.353 | 0.448 |
| 30 - 40 | 0.236 | 0.253 | 0.255 | 0.320 | 0.294 | 0.272 |
| 20 - 30 | 0.118 | 0.127 | 0.128 | 0.160 | 0.176 | 0.142 |
| 10 - 20 | 0.094 | 0.063 | 0.064 | 0.080 | 0.118 | 0.084 |
| 0 - 10 | 0.079 | 0.051 | 0.043 | 0.040 | 0.059 | 0.054 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 65: Índice y Relación de consistencia

| | | |
|--------------------------------|----|-------|
| Índice de consistencia | IC | 0.018 |
| Relación de consistencia < 0.1 | RC | 0.016 |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.4. Niveles de vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave

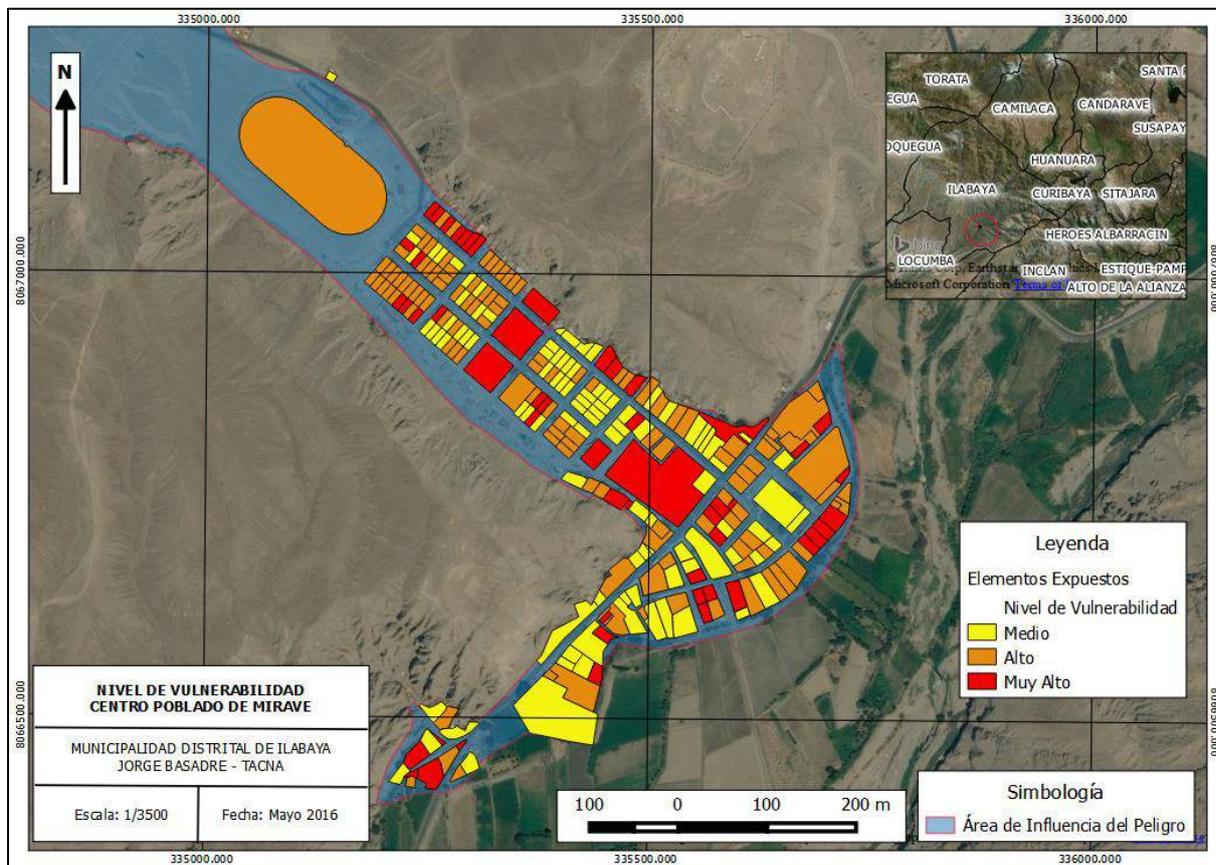
Cuadro N° 67. Niveles de Vulnerabilidad

| Niveles de vulnerabilidad | Rango |
|---------------------------|---------------------------|
| Muy alta | $0.260 \leq r \leq 0.502$ |
| Alta | $0.137 \leq r < 0.260$ |
| Media | $0.047 \leq r < 0.137$ |
| Baja | $0.030 \leq r < 0.047$ |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.5. Mapa de vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave

Mapa N° 25. Mapa de vulnerabilidad del Centro Poblado Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5. CALCULO DE RIESGOS

5.1. Cálculo de probables pérdidas

Se calcula que las probables pérdidas económicas de los elementos expuestos susceptibles al fenómeno de flujos de detritos asciende a s/. 20'800,980.00 a nivel del riesgo muy alto y alto.

A continuación se detallan en los cuadros siguientes el cálculo realizado.

Cuadro N° 68. Calculo de pérdidas de edificaciones

| Edificaciones | N° | Valor unitario (S /.) | Valor total (S /.) |
|---------------|-----|-----------------------|--------------------|
| Edificaciones | 270 | 67,256.00 | 18'159, 120.00 |

Fuente: V.U Para edificaciones de la sierra 01-31 marzo 2016

Cuadro N° 69. Calculo de pérdidas – Instituciones Educativas

| Institución educativa | N° | Valor unitario (S /.) | Valor total (S /.) |
|--------------------------------------|----|-----------------------|--------------------|
| I.E. 325 | 1 | 964 655.00 | 964 655.00 |
| I.E. 42028 Mariscal Guillermo Miller | 1 | 946 667.00 | 946 667.00 |
| I.E. Escuela Adventista Mirave | 1 | 730 538.00 | 730 538.00 |

Fuente: V.U Para edificaciones de la sierra 01-31 marzo 2016

5.2. CALCULO DEL RIESGO

5.2.1. Niveles del riesgo

Los niveles del riesgo por flujos de detritos en el Centro Poblado de Mirave en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 70. Niveles de Riesgo

| Nivel | Rango |
|----------|---------------------------|
| Muy alto | $0.071 \leq r \leq 0.213$ |
| Alto | $0.023 \leq r < 0.071$ |
| Medio | $0.004 \leq r < 0.023$ |
| Bajo | $0.001 \leq r < 0.004$ |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5.2.2. Estratificación del nivel del riesgo

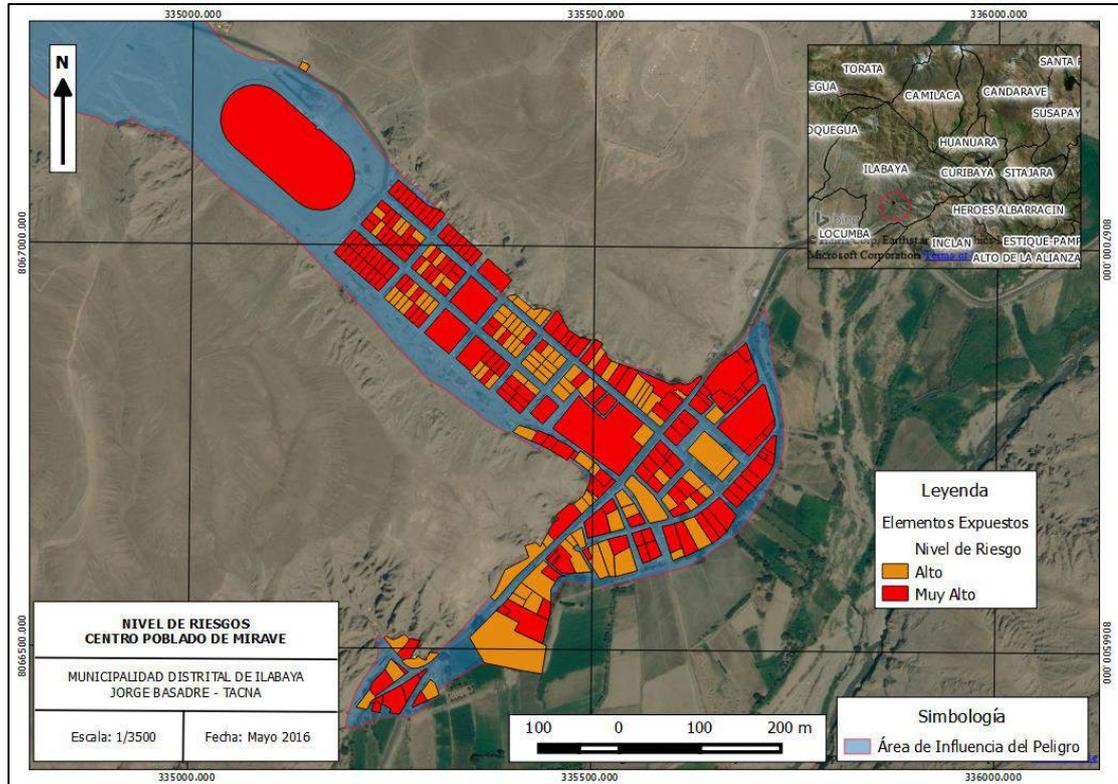
Cuadro N° 71. Matriz de niveles del riesgo

| Descripción | Nivel |
|--|----------|
| <p>Zona con una pendiente fuerte, mayor a 45°. Muy alta presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de intensas lluvias, mayor a 10 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas no tienen red pública de agua ni desagüe, ni red pública de luz eléctrica, sin acceso a alumbrado público. Viviendas con mal estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es mayor a 40 años. Sin acceso a servicio de seguridad ciudadana.</p> | Muy alto |
| <p>Zona con una pendiente entre 35° y 45°. Moderada presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; moderados derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 5 mm a 10 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas no tienen red pública de agua ni desagüe, con luz eléctrica clandestina, sin acceso a alumbrado público. Viviendas con regular estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es de 30 a 40 años. Con esporádico servicio de seguridad ciudadana.</p> | Alto |
| <p>Zona con una pendiente entre 15° y 35°. Regular presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; regulares derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 3 mm a 5 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas no tienen red pública de agua ni desagüe, con luz eléctrica clandestina, sin acceso a alumbrado público. Viviendas con incierto a buen estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es mayor a 40 años. Con incierto servicio de seguridad ciudadana.</p> | Medio |
| <p>Zona con pendiente entre 5° y 15°. Baja presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; ligeros derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de bajas lluvias, menor a 3 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas con red pública de agua y desagüe, con red pública de luz eléctrica, con acceso al alumbrado público. Viviendas con muy buen estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es mayor a 40 años. Con servicio de seguridad ciudadana.</p> | Bajo |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5.2.3. Mapa de riesgos por flujos de detritos del Centro Poblado de Mirave

Mapa N° 26. Mapa de riesgos del Centro Poblado Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5.2.4. Matriz de riesgo

La matriz de riesgos originados por flujos de detritos en el Centro Poblado de Mirave en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna es la siguiente:

Cuadro N° 72. Matriz de Riesgo

| | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| PMA | 0.425 | 0.020 | 0.058 | 0.110 | 0.213 |
| PA | 0.273 | 0.013 | 0.038 | 0.071 | 0.137 |
| PM | 0.166 | 0.008 | 0.023 | 0.043 | 0.083 |
| PB | 0.093 | 0.004 | 0.013 | 0.024 | 0.047 |
| | | 0.047 | 0.137 | 0.260 | 0.502 |
| | | VB | VM | VA | VMA |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

6. CONTROL DE RIESGOS

6.1. Aceptabilidad o tolerancia de riesgos

Peligro por Flujos de Detritos

Tipo de Peligro:

Geodinámica externa

Tipo de Fenómeno:

Flujos de detritos

Elementos Expuestos:

La población del Centro Poblado de Mirave en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna Las infraestructuras (vivienda, carreteras, instituciones educativas, entre otros).

Valoración de las Consecuencias:

Muy Alta

En consideración a lo considerado por INGEMMET (Lucio Medina Allca, Griselda Luque Poma, Febrero 2016)) los peligros asociados al fenómeno de flujos de detritos bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que encuentran a su paso.

Cuadro N° 73. Valoración de consecuencias

| Valor | Nivel | Descripción |
|-------|----------|--|
| 4 | Muy alta | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas. |
| 3 | Alta | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo. |
| 2 | Media | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles |
| 1 | Baja | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Valoración de Frecuencia de Recurrencia:

Muy Alta

Según INGEMMET (Lucio Medina Allca, Griselda Luque Poma, Febrero 2016), los flujos de detritos son muy recurrentes, por lo que la valoración de la frecuencia de recurrencia sería MUY ALTA.

Cuadro N° 74. Valoración de frecuencia de recurrencia

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

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Nivel de Consecuencia y Daño (Matriz):

Muy Alta

El nivel Muy Alta se obtiene al interceptar consecuencia (Muy Alta) y Frecuencia (Alta).

Cuadro N° 75. Nivel de Consecuencia y Daño

| Consecuencias | Nivel | Zona de consecuencias y daños | | | |
|---------------|------------|-------------------------------|-------|----------|----------|
| Muy alta | 4 | Alta | Alta | Muy alta | Muy alta |
| Alta | 3 | Media | Alta | Alta | Muy alta |
| Media | 2 | Media | Media | Alta | Alta |
| Baja | 1 | Baja | Media | Media | Alta |
| | Nivel | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Frecuencia | Baja | Media | Alta | Muy alta |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Aceptabilidad y/o Tolerancia:

Inadmisibile

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Muy Alta, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es Inadmisibile.

Cuadro N° 76. Aceptabilidad y/o Tolerancia

| Nivel | Descriptor | Descripción |
|-------|--------------|--|
| 4 | Inadmisibile | 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: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Matriz del Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia Del Riesgo:

Riesgo Muy Alto (Inadmisible)

Cuadro N° 77. Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

| | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Riesgo inaceptable | Riesgo inaceptable | Riesgo inadmisibile | Riesgo inadmisibile |
| Riesgo tolerable | Riesgo inaceptable | Riesgo inaceptable | Riesgo inadmisibile |
| Riesgo tolerable | Riesgo tolerable | Riesgo inaceptable | Riesgo inaceptable |
| Riesgo aceptable | Riesgo tolerable | Riesgo tolerable | Riesgo inaceptable |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Prioridad de Intervención:

Monitorear el fenómeno por flujos de detritos para la aplicación de la ley de reasentamiento poblacional para zonas de riesgo Muy Alto No Mitigable (Ley N° 29869).

Cuadro N° 78. Prioridad de Intervención

| Valor | Descriptor | Nivel de priorización |
|-------|-------------|-----------------------|
| 4 | Inadmisible | I |
| 3 | Inaceptable | II |
| 2 | Tolerable | III |
| 1 | Aceptable | IV |

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

7. CONCLUSIONES

- El Centro Poblado de Mirave se encuentra en Zona de MUY ALTO RIESGO ante flujos de detritos.
- 270 edificaciones y 3 Instituciones Educativas se encuentran en Zona de MUY ALTO RIESGO ante flujos de detritos.
- El cálculo de los probables pérdidas económicas asciende a S/. 20´800,980.00
- Según el Informe Técnico N° A 6705, Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mirave y Sector Alto Mirave, la población del Centro Poblado Mirave se encuentra asentada sobre depósitos de flujo de detritos antiguos; con tendencia a reactivarse y se encuentra en zona de peligro inminente que compromete la seguridad física de las viviendas, tierras de cultivo y toda la infraestructura presente, debida a la alta ocurrencia de flujos de detritos periódicos y/o excepcionales.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Ilabaya en sesión de consejo decrete que el Centro Poblado de Mirave que se ubica en zona de MUY ALTO RIESGO ante flujos de detritos sea considerada zona de MUY ALTO RIESGO NO MITIGABLE y proceder con la implementación de la Ley de Reasentamiento Poblacional.
- Reubicar la población del Centro Poblado Mirave al sector denominado Alto Mirave.
- Prohibir la construcción de viviendas en el fondo del valle y en la desembocadura de la quebrada Mirave.
- Prohibir la construcción de viviendas en la zona afectada por derrumbes y áreas adyacentes a las escarpas.

BIBLIOGRAFIA

- Informe Técnico N° A 6705, Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mirave y Sector Alto Mirave. INGEMMET. Lucio Medina Alca, Griselda Luque Poma. Febrero 2016
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Cruden, D. M. y Varnes D.J. 1996. "Landslide types and processes". In A. K. Turner y R.L. Schuster (Editores): Landslides. Investigation and mitigation. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press. Washington D.C. pp. 36-75
- Faustino, J. 2006. Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba – Costa Rica. 400 p.
- Fidel, L.; Zavala, B; Núñez, S. & Valenzuela, G. 2006. Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja No. 4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29. 383 pp.
- Hungr, O. & Evans, S.G. 2004. The occurrence and classification of massive rock slope failure. Felsbau 22: 16-23.
- Jakob M. and Hungr O. 2005. Debris-flow hazards and related phenomena. Praxis Springer. Berlin Heidelberg.
- Saaty T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Sepúlveda, S. A., Rebolledo, S., Toro, R. 2004. Catastrophic Debris Flow Hazards in Chile: The Case of the 2004 Flows in Lago Ranco. Departamento de Geología. Universidad de Chile.
- Varnes D. J. 1978. Slope movement types and processes. In: Schuster R. L. & Krizek R. J. Ed., Landslides, analysis and control. Transportation Research Board Sp. Rep. No. 176, Nat. Acad. of Sciences, pp. 11–33.
- Decreto Supremo N° 025-2015-PCM. Decreto Supremo que declara el Estado de Emergencia en el Centro Poblado de Mirave en el Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, del Departamento de Tacna. Diario El Peruano. 29 de marzo del 2015.
- Ordenanza Municipal N° 007-2009-MDI, de fecha 13 de octubre de 2009; Declara de interés local para el Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, el proceso de Micro Zonificación Ecológica y Económica, como herramienta para el Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y Rural.
- Ordenanza Municipal N° 002-2011-MDI, de fecha 10 de febrero de 2011; Aprueba la Declaración de Emergencia del Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, debido a los efectos causados por las constantes lluvias en los diferentes Centros Poblados y Anexos comprometidos del distrito.

- Ordenanza Municipal N° 001-2012-MDI, de fecha 05 de Enero de 2012; Aprueba la Declaración de Emergencia del Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, debido a los efectos causados por las constantes lluvias, para la rehabilitación de vías de comunicación de la jurisdicción del distrito.
- Municipalidad Distrital de Ilabaya Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano Rural División de Desarrollo Urbano Rural y Gestión Ambiental; Memoria Descriptiva de la propuesta ZEE del distrito de Ilabaya; Junio 2013.
- Ordenanza Municipal N° 002-2014-MDI, de fecha 31 de marzo de 2014; Aprueba la Propuesta de la Micro Zonificación Ecológica y Económica del Distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.
- Municipalidad Distrital de Ilabaya Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano Rural División de Desarrollo Urbano Rural y Gestión Ambiental; Esquema de Ordenamiento Urbano, Rural Ilabaya, 2014 - 2024, para los Centros Poblados de Ilabaya Capital, Mirave, Cambaya y Borongaña; Octubre de 2014.

ANEXO:

A. Calculo de niveles de peligros

- Ponderación de factores condicionantes y descriptores

| PENDIENTE | | LITOLOGIA | | GEOMORFOLOGIA | |
|-----------|------------|-----------|------------|---------------|------------|
| PARAMETRO | DESCRIPTOR | PARAMETRO | DESCRIPTOR | PARAMETRO | DESCRIPTOR |
| 0.539 | 0.416 | 0.297 | 0.499 | 0.164 | 0.466 |
| 0.539 | 0.262 | 0.297 | 0.281 | 0.164 | 0.277 |
| 0.539 | 0.161 | 0.297 | 0.140 | 0.164 | 0.161 |
| 0.539 | 0.099 | 0.297 | 0.080 | 0.164 | 0.096 |
| 0.539 | 0.062 | 0.297 | 0.000 | 0.164 | 0.000 |

- Ponderación de factor desencadenante y sus descriptores

| PRECIPITACION | |
|---------------|------------|
| PARAMETRO | DESCRIPTOR |
| 1 | 0.400 |
| 1 | 0.276 |
| 1 | 0.178 |
| 1 | 0.094 |
| 1 | 0.052 |

- Determinación de rangos y niveles de peligros

| FACTORES CONDICIONANTES | FACTORES DESENCADENANTES | RANGOS |
|----------------------------|-----------------------------|--------|
| 0.449 | 0.400 | 0.425 |
| 0.270 | 0.276 | 0.273 |
| 0.155 | 0.178 | 0.166 |
| 0.093 | 0.094 | 0.093 |
| 0.034 | 0.052 | 0.043 |

| NIVELES DE PELIGRO | RANGO |
|--------------------|---------------------------|
| MUY ALTO | $0.273 \leq R \leq 0.425$ |
| ALTO | $0.166 \leq R < 0.273$ |
| MEDIO | $0.093 \leq R < 0.166$ |
| BAJO | $0.043 \leq R < 0.093$ |

B. Calculo de niveles de vulnerabilidad del Centro Poblado de Mirave

- Ponderación de parámetros y descriptores de Fragilidad Social

| TENENCIA DE AGUA POTABLE | | ACCESO A DESAGUE PUBLICO | | TENENCIA DE LUZ ELECTRICA | | ACCESO A ALUMBRADO PÚBLICO | |
|--------------------------|---------|--------------------------|---------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|
| PARAM | DESCRIP | PARAM | DESCRIP | PARAM | DESCRIP | PARAM | DESCRIP |
| 0.466 | 0.627 | 0.277 | 0.627 | 0.161 | 0.426 | 0.096 | 0.623 |
| 0.466 | 0.263 | 0.277 | 0.286 | 0.161 | 0.259 | 0.096 | 0.239 |
| 0.466 | 0.110 | 0.277 | 0.087 | 0.161 | 0.159 | 0.096 | 0.137 |
| 0.466 | 0.000 | 0.277 | 0.000 | 0.161 | 0.097 | 0.096 | 0.000 |
| 0.466 | 0.000 | 0.277 | 0.000 | 0.161 | 0.059 | 0.096 | 0.000 |

- Ponderación de parámetro y descriptores de Resiliencia Social

| ACCESO A SEGURIDAD CIUDADANA | |
|------------------------------|---------|
| PARAM | DESCRIP |
| 1 | 0.539 |
| 1 | 0.297 |
| 1 | 0.164 |
| 1 | 0.000 |
| 1 | 0.000 |

- Cálculo de Vulnerabilidad Social

| FRAGILIDAD SOCIAL | RESILENCIA SOCIAL | VULNERABILIDAD SOCIAL |
|-------------------|-------------------|-----------------------|
| 0.534 | 0.539 | 0.537 |
| 0.244 | 0.297 | 0.270 |
| 0.101 | 0.164 | 0.132 |
| 0.016 | 0.000 | 0.008 |
| 0.009 | 0.000 | 0.005 |

- Ponderación de parámetros y descriptores de Fragilidad Económica

| ESTADO CONSERVACION DE EDIFICACIONES | | ANTIGÜEDAD DE EDIFICACIONES | |
|--------------------------------------|---------|-----------------------------|---------|
| PARAM | DESCRIP | PARAM | DESCRIP |
| 0.500 | 0.485 | 0.5 | 0.448 |
| 0.500 | 0.227 | 0.5 | 0.272 |
| 0.500 | 0.143 | 0.5 | 0.142 |
| 0.500 | 0.089 | 0.5 | 0.084 |
| 0.500 | 0.057 | 0.5 | 0.054 |

- Cálculo de Vulnerabilidad Económica

| VULNERABILIDAD ECONOMICA |
|--------------------------|
| 0.467 |
| 0.249 |
| 0.142 |
| 0.086 |
| 0.055 |

- Determinación de rangos y niveles de vulnerabilidad

| VULN SOCIAL | PESO | VULN ECONOMICA | PESO | VULNERABILIDAD |
|--------------|------|----------------|------|----------------|
| 0.537 | 0.5 | 0.467 | 0.5 | 0.502 |
| 0.270 | 0.5 | 0.249 | 0.5 | 0.260 |
| 0.132 | 0.5 | 0.142 | 0.5 | 0.137 |
| 0.008 | 0.5 | 0.086 | 0.5 | 0.047 |
| 0.005 | 0.5 | 0.055 | 0.5 | 0.030 |

| NIVELES DE VULNERABILIDAD | RANGO |
|---------------------------|-------------------|
| MUY ALTA | 0.260 < R ≤ 0.502 |
| ALTA | 0.137 < R ≤ 0.260 |
| MEDIA | 0.047 < R ≤ 0.137 |
| BAJA | 0.030 ≤ R < 0.047 |