



**INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE  
DETRITOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS  
QUEBRADAS: CAROSSIO Y LIBERTAD EN EL DISTRITO DE  
LURIGANCHO CHOSICA**

LIMA – PERÚ  
DICIEMBRE 2015

## ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

### **Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica**

Ing. Edward Miguel Pagaza Castillo

**Sub-Gerente de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica**

## PARTICIPACIÓN DE INSTITUCIONES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

### **INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO y METALÚRGICO – INGEMMET**

Ing. Lionel Virgilio Fidel Smoll

Ing. Sandra Paula Villacorta Chambi

Ing. Segundo Núñez Juárez

Bach. Christian Huezar Yarlequé

### **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – ANA**

Ing. Miguel Ángel Castillo Vizcarra

Ing. Silvia Ramos Tamayo

Ing. Jeanne Susan Quiñonez López

### **COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROSPAZIAL – CONIDA**

Ing. Jorge Pacheco Linares

Lic. José Jesús Pasapera Gonzales

Bach. Miguel Miranda Peña

## PARTICIPACIÓN DE ORGANISMOS PÚBLICOS

### **ORGANISMO DE FORMALIZACIÓN DE LA PROPIEDAD INFORMAL – COFOPRI**

Arq. Elena Delgadillo Castellanos

### **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI**

Lic. Carlos Aurelio Santur Alberca

### **MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO – MVCS-DGPPVU**

Ing. Jorge Chafloque Millones

## CONTENIDO

### **1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1. Objetivo
- 1.2. Justificación
- 1.3. Antecedentes

### **2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

- 2.1. Ubicación geográfica
- 2.2. Vías de acceso
- 2.3. Población
- 2.4. Climatología
- 2.5. Geomorfología y Geología

### **3. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD**

- 3.1. Metodología
- 3.2. Recopilación y análisis de información
- 3.3. Identificación del área de influencia de los flujos
- 3.4. Parámetros de evaluación del fenómeno
- 3.5. Susceptibilidad del territorio
  - I. Factores condicionantes
  - II. Factores desencadenantes
- 3.6. Análisis de elementos expuestos
- 3.7. Definición de escenarios
- 3.8. Estratificación del nivel de peligrosidad
- 3.9. Niveles de peligrosidad
- 3.10. Mapa de peligrosidad
- 3.11. Mapas de instituciones educativas expuestas al peligro por flujo de detritos

### **4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

- 4.1. Área de influencia de Quebrada Rayos de Sol, Carossio y Libertad del Distrito de Lurigancho Chosica
- 4.2. Vulnerabilidad Social
  - I. Análisis de fragilidad social
  - II. Análisis de resiliencia social
- 4.3. Vulnerabilidad Económica
  - I. Análisis de fragilidad económica
  - II. Análisis de resiliencia económica
- 4.4. Estratificación de la vulnerabilidad
- 4.5. Niveles de vulnerabilidad
- 4.6. Mapas de vulnerabilidad

**5. CÁLCULO DE RIESGOS**

- 5.1. Quebradas Carossio y Libertad del Distrito de Lurigancho Chosica
  - I. Estratificación de niveles de riesgos
  - II. Matriz de riesgo
  - III. Niveles de riesgos
  - IV. Mapas de niveles de riesgos
- 5.2. Cálculo de probables pérdidas

**6. CONTROL DE RIESGOS**

- 6.1 Aceptabilidad o tolerancia de riesgos

**7. CONCLUSIONES**

**8. RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXO**

**Listado de Mapas**

- Mapa N° 1. Ubicación Geográfica Distrito de Lurigancho Chosica
- Mapa N° 2: Distribución espacial de la precipitación total anual (mm) Isoyetas de la cuenca del rio Rímac
- Mapa N° 3: Distribución espacial de la temperatura media multianual (°C) Isotermas de la cuenca del rio Rímac
- Mapa N° 4. Distribución espacial de la temperatura máxima multianual (°C) Isotermas de la cuenca del rio Rímac
- Mapa N° 5: Distribución espacial de la temperatura mínima multianual (°C) Isotermas de la cuenca del rio Rímac
- Mapa N° 6. Mapa de unidades geomorfológicas
- Mapa N° 7. Mapa Geológico
- Mapa N° 8. Quebradas evaluadas en la presente evaluación
- Mapa N° 9. Extracto del mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa de Lima Metropolitana a escala 1/50 000
- Mapa 10. Mapa de susceptibilidad por flujos de detritos escala 1:10 000 en las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad.
- Mapa N° 11. Estimación con IDW de la precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 16 años en el área de las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad (Lurigancho Chosica). Con datos de SENAMHI, 2015
- Mapa N° 12. Distribución espacial de las lluvias, en el mes de marzo en la cuenca del rio Rímac
- Mapa N° 13. Mapa de elementos expuestos en el ámbito de los flujos de detritos
- Mapa N° 14. Mapa de peligrosidad por flujos de detritos para un periodo de retorno de 16 años en las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad
- Mapa N° 15. Mapa de Instituciones educativas expuestas al peligro por flujo de detritos. Quebrada Libertad
- Mapa N° 16. Mapa de Instituciones educativas expuestas al peligro por flujo de detritos. Quebrada Carossio
- Mapa N° 17. Vulnerabilidad Sector Quebrada Carossio
- Mapa N° 18. Vulnerabilidad Sector Quebrada Libertad
- Mapa N° 19. Vulnerabilidad Sector Quebrada Rayos de Sol
- Mapa N° 20. Riesgo Sector Quebrada Carossio
- Mapa N° 20a. Riesgo Sector Quebrada Carossio
- Mapa N° 20b. Riesgo Sector Quebrada Carossio
  
- Mapa N° 21. Riesgo Sector Quebrada Libertad
- Mapa N° 21a. Riesgo Sector Quebrada Libertad
- Mapa N° 21b. Riesgo Sector Quebrada Libertad

### Listado de Gráficos

- Gráfico N° 1. Precipitación multianual en la cuenca del río Rímac
- Gráfico N° 2. Comportamiento mensual de las precipitaciones y temperaturas del aire, en la zona alta de la cuenca del río Rímac
- Gráfico N° 3. Comportamiento mensual de las precipitaciones y temperatura del aire, en la zona media (parte baja) y zona baja de la cuenca del río Rímac
- Gráfico N° 4. Esquema de flujos canalizados y no canalizados
- Gráfico N° 5. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad
- Gráfico N° 6. Flujograma general del proceso de análisis de información
- Gráfico N° 7. Estación meteorológica Chosica
- Gráfico N° 8. Estación meteorológica Santa Eulalia
- Gráfico N° 9. Estación meteorológica Matucana
- Gráfico N° 10. Lluvias ocurridas el 23 de marzo
- Gráfico N° 11. Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad
- Gráfico N° 12. Flujograma general del análisis de la Dimensión Social
- Gráfico N° 13. Número de Manzanas Consolidadas por Grupo Etario
- Gráfico N° 14. Comparación de personas con y sin discapacidad
- Gráfico N° 15. Número de manzanas agrupadas por tipo de servicio de desagüe
- Gráfico N° 16. Número de manzanas agrupadas por tipo abastecimiento de agua
- Gráfico N° 17. Número de manzanas agrupadas de acuerdo al tipo de alumbrado
- Gráfico N° 18. Lotes por servicios básicos en zonas de evaluación
- Gráfico N° 19. Cuadro comparativo de personas Analfabetas y no Analfabetas
- Gráfico N° 20. Personas con y sin Seguro Social
- Gráfico N° 21. Flujograma de análisis de la dimensión económica del área de influencia de las quebradas: Rayos de Sol, Carossio y Libertad
- Gráfico N° 22. Material de estructura predominante a nivel de lote
- Gráfico N° 23. Estado de conservación de la edificación a nivel de lote
- Gráfico N° 24. Estado de la construcción a nivel de lote
- Gráfico N° 25. Número de manzanas de acuerdo al material predominante en paredes a nivel de manzanas
- Gráfico N° 26. Número de manzanas de acuerdo al material predominante en techos a nivel de manzanas
- Gráfico N° 27. Número de personas de acuerdo a su condición laboral
- Gráfico N° 28. Flujograma para la obtención del Nivel de Riesgo

**Lista de Fotos**

Foto N° 1. La pendiente de los cerros es elevada (entre 25 y 45 °) lo que contribuye a que el material suelto que cubre las laderas se desprenda por gravedad. Quebrada Rayos de Sol

**Listado de Cuadros**

- Cuadro N° 1. Análisis de las pendientes del terreno y su contribución a la susceptibilidad
- Cuadro N° 2. Análisis de las unidades geomorfológicas y su contribución a la susceptibilidad
- Cuadro N° 3. Análisis de las unidades Litológicas y su contribución a la susceptibilidad
- Cuadro N° 4. Análisis de las unidades hidrogeológicas y su contribución a la peligrosidad
- Cuadro N° 5. Pesos asociados a las capas empleadas en el análisis de susceptibilidad por flujos de detritos en el área evaluada
- Cuadro N° 6. Rangos de precipitación empleados para el modelo de precipitación
- Cuadro N° 7. Análisis de las unidades de precipitación y su contribución a la peligrosidad por flujos de detritos en el área evaluada
- Cuadro N° 8. Instituciones Educativas
- Cuadro N° 9. Centros de Salud
- Cuadro N° 10. Infraestructura Vial (km)
- Cuadro N° 11. Viviendas y Población totales
- Cuadro N° 12. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 13. Ponderación de los Parámetros Condicionantes
- Cuadro N° 14. Factor Condicionante: Pendiente
- Cuadro N° 15. Factor Condicionante: Geomorfología
- Cuadro N° 16. Factor Condicionante: Hidrogeológico
- Cuadro N° 17. Factor Condicionante: Litología
- Cuadro N° 18. Factor Desencadenante: Hidrometeorológico
- Cuadro N° 19. Matriz de Niveles de Peligrosidad
- Cuadro N° 20. Niveles de Peligrosidad
- Cuadro N° 21. Matriz de comparación de pares para la Fragilidad Social
- Cuadro N° 22. Parámetros ponderados
- Cuadro N° 23. Matriz de comparación de pares para Grupo Etario
- Cuadro N° 24. Sub-Parámetros ponderados
- Cuadro N° 25. Matriz de comparación de pares para Discapacidad
- Cuadro N° 26. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 27. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 28. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 29. Matriz de comparación de pares para sin conexión a red pública de agua
- Cuadro N° 30. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 31. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 32. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 33. Localización de centros poblados
- Cuadro N° 34. Lotes por servicios básicos en zonas de evaluación
- Cuadro N° 35. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 36. Parámetros ponderados
- Cuadro N° 37. Matriz de ponderación de pares
- Cuadro N° 38. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 39. Matriz de ponderación de pares
- Cuadro N° 40. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 41. Matriz de ponderación de pares
- Cuadro N° 42. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 43. Matriz de comparación de pares para fragilidad económica

- Cuadro N° 44. Parámetros ponderados para la fragilidad económica
- Cuadro N° 45. Material de estructura predominante a nivel de lote
- Cuadro N° 46. Estado de conservación de la edificación a nivel de lote
- Cuadro N° 47. Estado de la construcción a nivel de lote
- Cuadro N° 48. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 49. Sub-Parámetros ponderados
- Cuadro N° 50. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 51. Sub-Parámetros ponderados
- Cuadro N° 52. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 53. Sub-Parámetros ponderados
- Cuadro N° 54. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 55. Sub-Parámetros ponderados
- Cuadro N° 56. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 57. Sub-Parámetros ponderados
- Cuadro N° 58. Parámetros ponderados
- Cuadro N° 59. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 60. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 61. Matriz de comparación de pares
- Cuadro N° 62. Descriptores ponderados
- Cuadro N° 63. Matriz de niveles de vulnerabilidad
- Cuadro N° 64. Niveles de Vulnerabilidad
- Cuadro N° 65. Matriz de niveles de vulnerabilidad
- Cuadro N° 66. Matriz de Riesgo
- Cuadro N° 67. Niveles de Riesgo
- Cuadro N° 68. Cálculo de pérdidas – Viviendas
- Cuadro N° 69. Cálculo de pérdidas – Centros de Salud
- Cuadro N° 70. Cálculo de pérdidas – Instituciones Educativas
- Cuadro N° 71. Cálculo de pérdidas – Infraestructura Vial
- Cuadro N° 72. Valoración de consecuencias
- Cuadro N° 73. Valoración de frecuencia de recurrencia
- Cuadro N° 74. Nivel de Consecuencia y Daño
- Cuadro N° 75. Aceptabilidad y/o Tolerancia
- Cuadro N° 76. Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo
- Cuadro N° 77. Prioridad de Intervención

## 1. INTRODUCCIÓN

El lunes 23 de marzo del 2015 se presentaron lluvias anómalas que activaron las quebradas circundantes al área de influencia de las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad en el Distrito de Lurigancho Chosica, Provincia de Lima, ocasionando ocho (08) pérdidas humanas debido al arrastre de material (lodo y piedras) y flujos de agua, daños a la vivienda y vías de comunicación.

En ese contexto y en consideración del inciso 11.3 del artículo 11 de la Ley 29664 – Ley del SINAGERD, la Municipalidad Distrital de Chosica convocó al CENEPRED, las instituciones técnico científicas y los organismos públicos competentes para brindar asistencia técnica en la elaboración del Informe de Evaluación de Riesgos por Flujo de Detritos en el área de influencia de las quebradas de su jurisdicción: Rayos de Sol, Carossio y Libertad.

En el presente informe se caracteriza el fenómeno de flujo de detritos, se determina los factores de susceptibilidad del territorio, los niveles de peligrosidad, analiza la vulnerabilidad, los escenarios de riesgo pro flujos de detritos y se cuantifica las posibles pérdidas, tomando como referencia la metodología establecida por el CENEPRED y otras instituciones técnico-científicas.

### 1.1. OBJETIVO

Actualizar los niveles de riesgos por los flujos de detritos en el área de influencias de las quebradas Carossio y Libertad en el Distrito de Lurigancho Chosica a Diciembre 2015.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

Sustentar la implementación de acciones de prevención, reducción de riesgos y/o reconstrucción en el área afectada por los flujos de detritos, que contribuya en su proceso de desarrollo de manera sostenible.

### 1.3. ANTECEDENTES

Los flujos de detritos, comúnmente 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).

De acuerdo a INGEMMET, generalmente las zonas afectadas son espacios delimitados por una microcuenca, subcuenca, quebrada o riachuelo, siendo los principales daños, los que se producen en el cono o abanico deyectivo, parte terminal de depósito de un cauce tributario a otro. Los daños que producen son considerables,

por la gran energía y violenta aparición con que se presentan, destruyendo, arrasando o sepultando lo que encuentran en su paso, infraestructura urbana, vial, hidráulica y productiva agrícola.

Los huaycos son muy frecuentes y recurrentes en San Mateo, Tambo de Viso, Payhua, Cocachacra, Tornamesa, Cupíche, Santa Ana, Huallaringa, San Pedro de Mama, Pedregal, Quirio, Yanacoto, Rayos de Sol, California, Huaycoloro.

En 1981 las fuertes lluvias generaron flujos de detritos, deslizamientos y desbordes del río Rímac. Huaycos de 1983 (Fenómeno El Niño) en Santa Eulalia destruyeron parcialmente San José de Palle, las Kiskas y la Trinchera (70 viviendas).

En 1987, flujos de detritos arrasan y destruyen 250 viviendas en las quebradas Pedregal, Corrales y Quirio de Chosica (Cien muertos). En febrero del 2009 un pequeño flujo de detritos cobró una víctima en la zona de Quirio. Asimismo, a la altura del km 33 de la Carretera Central, grandes cantidades de lodo y piedras bloquearon calles y vías. En esa oportunidad también bajó flujo de detritos por la quebrada La Cantuta.

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

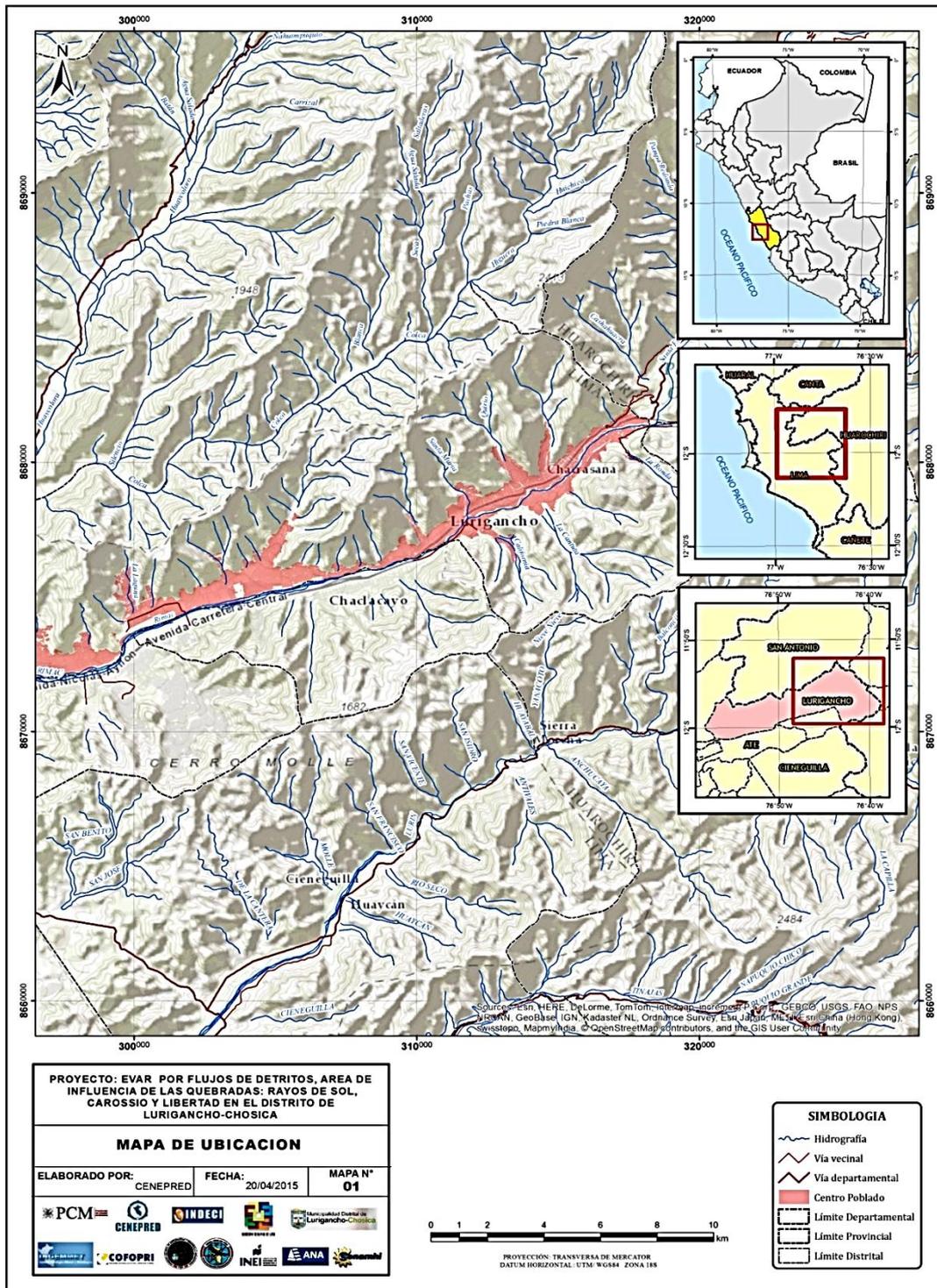
- Informe Técnico A6680: Informe técnico N° A6680. “Evaluación geodinámica de los Flujos de Detritos del 23/03/2015 entre las quebradas Rayos de Sol y Quirio (Chosica) y Cashahuacra (Santa Eulalia)” (Villcorta et al. 2015b).
- Flujos de detritos del 05/04/2012 entre las quebradas de la Ronda y los Cóndores, margen izquierda del río Rímac, características geodinámicas y evaluación del peligro Distritos: Chosica, Chaclacayo y Ricardo Palma (Zavala et al. 2012).
- Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac - Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac (ANA, 2010).
- Resolución ANA de las Fajas Marginales Quebradas Libertad y Carossio del año 2015.

## 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La capital del Distrito de Lurigancho Chosica se encuentra ubicada a una altitud de 911 msnm, con latitud Sur 11°56'14" y Longitud Oeste 76°42'13" en la Provincia de Lima, Región Lima (Mapa N° 1).

Mapa N° 1. Ubicación Geográfica Distrito de Lurigancho Chosica



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

## 2.2. VÍAS DE ACCESO

La vía de acceso principal la constituye la Carretera Central. La Av. Ramiro Prialé permite la conexión hacia el distrito de San Juan de Lurigancho ubicada a la entrada del distrito. Otras vías de acceso se encuentran con las avenidas Cajamarquilla y Pedro Ruiz Gallo, que la interconectan con la Carretera Central. Existen también puentes peatonales como lo son el Puente Ñaña, el puente de la Calle Azucenas y el Puente Huampaní.

## 2.3. POBLACIÓN

Los indicadores demográficos del Distrito de Lurigancho Chosica indican lo siguiente:

- Población (en miles): 207 070
- km<sup>2</sup>: 236.47
- Habitantes por km<sup>2</sup> : 875

Fuente: INEI - Proyección de población - Junio 2013 Elaboración: IDL-Seguridad Ciudadana Chosica

## 2.4. CLIMATOLOGÍA

El SENAMHI en base a la metodología empleada por Thornthwaite (ANA, 2010), clasificó a la cuenca del río Rímac, con las siguientes características climáticas:

- Para las zonas ubicadas en altitudes menores a 800 msnm la precipitación promedio es de 8 mm/año, la temperatura media y la humedad relativa alcanzan valores promedios de 18.4 °C y 81 %, respectivamente.
- En altitudes superiores a 800 msnm la precipitación se incrementa a 102 mm/año en promedio, acumulándose la mayor cantidad durante el verano. La temperatura media y la humedad relativa alcanzan valores promedios de 18 °C y 75%, respectivamente.
- La zona entre 2 000 y 3 000 msnm, es semi-seca; en los meses correspondiente a las estaciones de otoño, invierno y primavera constituyen el periodo seco o de estiaje, mientras en la estación de verano, periodo donde ocurre la mayor parte de la precipitación, acumulan en promedio anual la cantidad de 250 mm/año. La temperatura media para la zona alcanza un valor promedio de 14.2 °C y la humedad relativa un valor promedio de 69%.
- La zona comprendida entre las cotas de 3 000 y 4 000 msnm; es semi-seca, especialmente durante las estaciones de otoño, invierno y primavera; de igual forma que en las zonas anteriores, en verano ocurre la mayor parte de la precipitación acumulada anualmente; llegando a un promedio de 450 mm/año. Las temperaturas en esta región oscilan entre 12.0 °C y 7.5 °C, con un promedio de 9.8 °C; la humedad relativa es de 63% en promedio.

- La zona comprendida sobre los 4 000 msnm, es la región más lluviosa de la cuenca, y puede alcanzar precipitaciones anuales que superan los 1 000 mm/año, esta región presenta una precipitación promedio anual de 790 mm/año. Su clima es semifrío y en las partes más altas la temperatura llega a valores inferiores a 0 °C; la temperatura media de esta zona es de 2.3 °C en promedio, la humedad relativa alcanza un valor promedio de 63% (ANA, 2010).

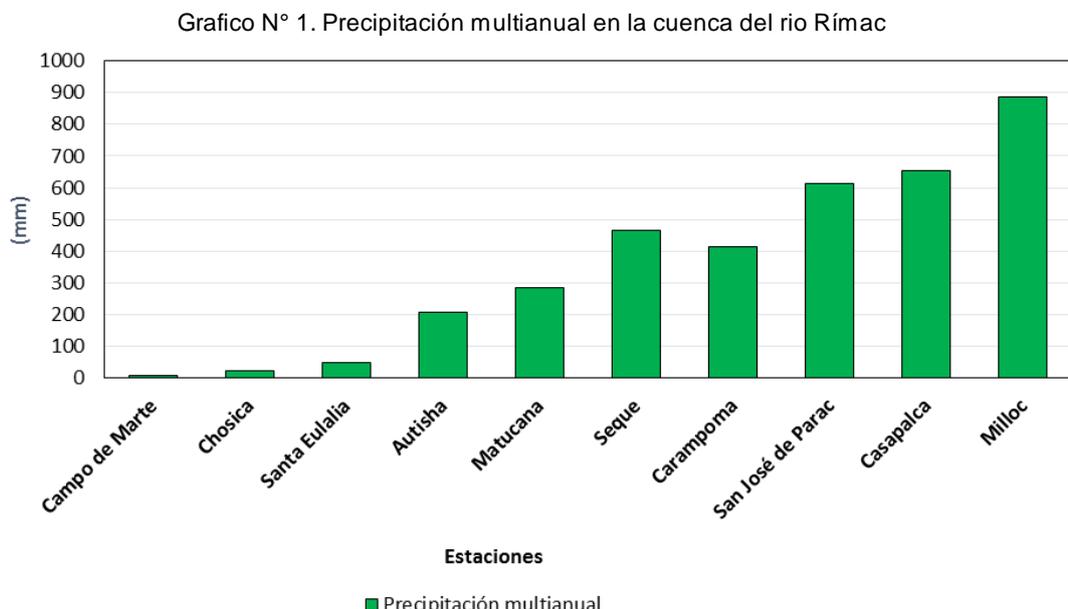
### 2.4.1. Parámetros Climatológicos

Los principales parámetros que definen o clasifican el clima de un lugar son la temperatura del aire y la precipitación

- **Precipitación**

La precipitación se considera como la primera variable hidrológica y es la entrada natural del agua, dentro del balance hídrico de los agro-ecosistemas y de las cuencas hidrográficas. El régimen de la precipitación, estará sujeta a las características climáticas estacionales de la zona.

Normalmente, las zonas ubicadas a mayor altitud presentan las mayores cantidades de lluvias. En la cuenca del río Rímac, de las estaciones meteorológicas consideradas en la presente evaluación (Seque, Carampoma, San José de Parac, Casapalca y Milloc), ubicadas a altitudes mayores a los 3 000 msnm presentan los mayores acumulados de las lluvias (Gráficos N° 1, 2 y 3).



Fuente: CENEPRED, con datos del SENAMHI

Distribución espacial de las precipitaciones: los mayores acumulados anuales se concentran en la parte alta de la cuenca, presentando los mayores valores (de hasta 1450 mm) en la zona sureste de la cuenca del río Rímac, ámbito comprendido entre

las cuencas de los ríos Mantaro y Mala; mientras en la zona noreste de la cuenca, (zona este de la cuenca del río Chillón) las precipitaciones totalizan cantidades de hasta 850 mm (Véase Mapa N° 2). En la parte media de la cuenca los totales anuales fluctúan desde los 40 mm a 700 mm y en la parte baja de la cuenca las lluvias presentan totales anuales de hasta 10 mm a excepción de la parte suroeste de la cuenca que presenta un total de 20 mm (distritos: Chorrillos, La Molina, Ate, Villa Salvador, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores).

### **Comportamiento mensual de la precipitación durante el año hidrológico (setiembre - agosto):**

Respecto a las precipitaciones, durante el año hidrológico (setiembre-agosto), las zonas ubicadas en altitudes mayores a los 3 000 msnm, las lluvias suelen presentarse desde el mes de diciembre y culminar en abril, presentando sus mayores intensidades entre los meses de enero a marzo.

En estaciones ubicadas en altitudes menores a los 3 000 msnm, las lluvias se presentan de diciembre a marzo, presentándose sus mayores intensidades entre los meses de enero a marzo, empezando a disminuir significativamente en abril.

Las zonas ubicadas en menores altitudes (entre 500 a 1 000 msnm) las lluvias se concentran propiamente en los meses de enero a marzo, presentando sus mayores cantidades en febrero. En los distritos de Santa Eulalia y Lurigancho las lluvias en febrero totalizan la cantidad de 16 y 9 mm respectivamente.

En la parte baja de la cuenca, no se presentan procesos para la ocurrencia de lluvias, solo se tiene la presencia de ella, por el fenómeno de trasvase (paso de humedad de la vertiente oriental hacia la vertiente occidental). El tipo de precipitación que se da en la parte baja es de tipo lloviznas (gotas pequeñas) que se presentan en la estación de invierno.

La distribución espacial y temporal del promedio multianual de la temperatura media del aire en la cuenca del río Rímac, muestra que en el mes de marzo se registra los mayores valores y la más baja en el mes de Julio, con valores que fluctúan de 10°C a 24°C: Los valores más bajos se presentan en las zonas ubicadas al sureste de la cuenca (temperaturas de hasta 10 °C), mientras los valores más altos se registran en la parte noroeste de la cuenca (temperaturas de hasta 28 °C). La temperatura media de las zonas de Chosica y Santa Eulalia están comprendidas entre los 18 °C a 20 °C (Véase Mapa N° 3).

Las temperaturas medias más bajas se producen en el mes de julio, mientras que las más elevadas se registran en los meses de noviembre a marzo, por lo general centradas en Enero.

La temperatura máxima multianual, se caracteriza por registrar un comportamiento variable a nivel espacial y temporal, teniéndose durante el mes febrero las mayores temperaturas y durante el mes de julio las menores temperaturas, estos valores fluctúan entre 4 °C a 31 °C (Mapa N° 4).

La temperatura máxima de las estaciones, presenta una variación térmica en forma mensual presentando una máxima media anual de 25.0°C, la mayor temperatura máxima se presenta en el mes de febrero con 29.9°C y la temperatura mínima se presenta en el mes de julio con 18.6°C.

La temperatura mínima multianual, registra un comportamiento variable en su distribución espacial y temporal, teniéndose durante el mes de julio las menores temperaturas y las mayores durante marzo que oscilan entre - 8°C y 19°C (Mapa N° 5).

En la parte alta de la cuenca del río Rímac se registra las temperaturas más bajas, específicamente en las zonas de Matucana, (10°C) Milloc, Mina Colqui (9.5°C) y en la cuenca del Mantaro en la estación de Marcapomacocha se presenta el valor mínimo de (-1.6°C).

## 2.5. GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA

Para la evaluación de la recurrencia de un flujo de detritos, es muy importante una caracterización geológica y geomorfológica detallada de sus eventos, lo que contribuye a un adecuado análisis del grado de peligro por flujos al que está expuesta un área determinada.

A escala regional, el área comprende parte de una cadena montañosa intrusiva de dirección NE-SO que involucra a los cerros de Quirio, Chosica y Cashahuacra, con altitudes de hasta 2400 m. Se han identificado en el área evaluada geoformas de origen denudacional, gravitacional y fluvio-aluvial

### 2.5.1 Unidades geomorfológicas

En el área evaluada se han identificado geoformas de origen denudacional, gravitacional y fluvio-aluvial que serán descritas a continuación.

- Geoformas de origen denudacional

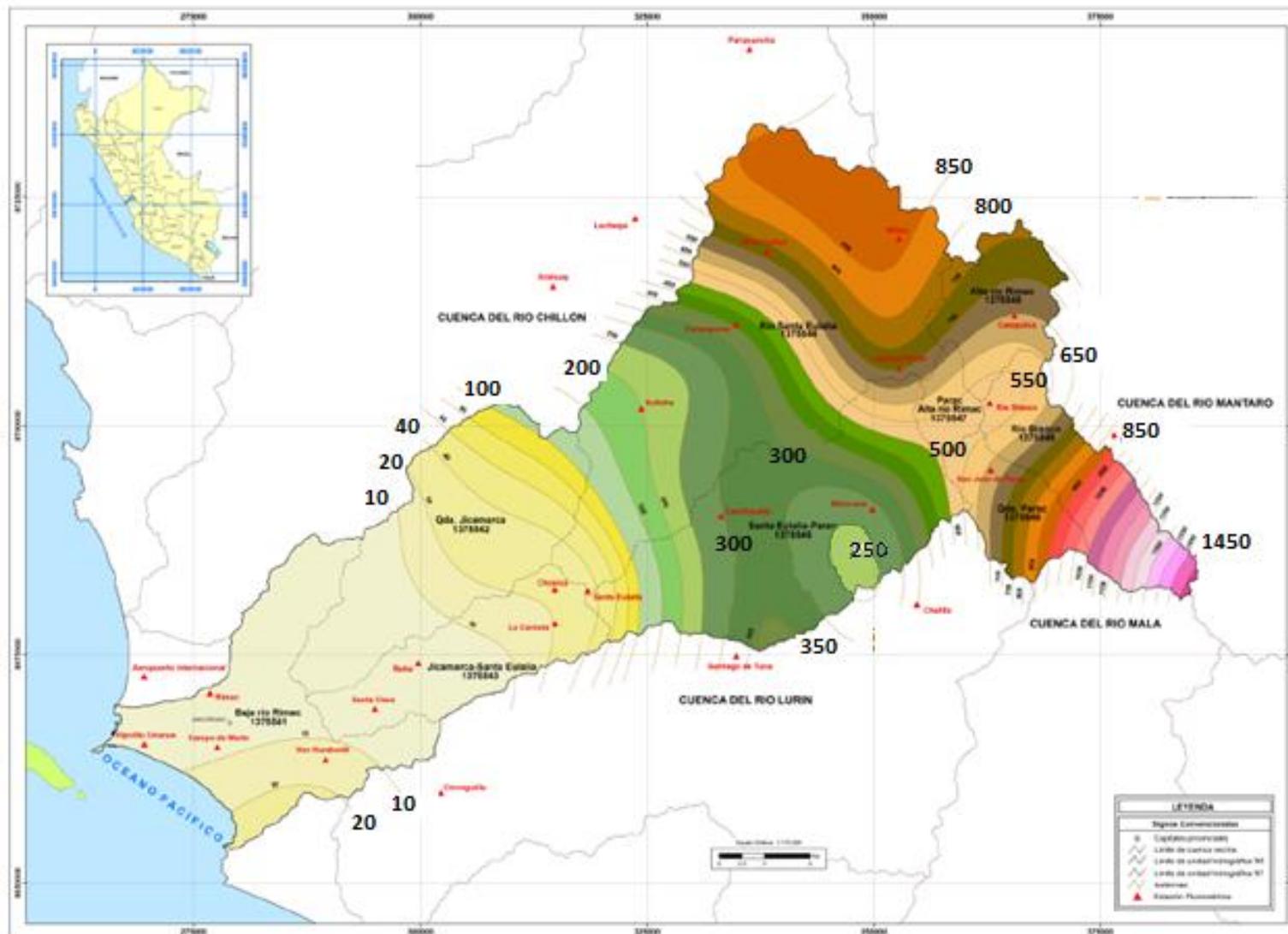
En el área evaluada las montañas y colinas han sido modeladas en rocas intrusivas (Mapa N° 6) alineadas con una dirección predominante NO-SE. Las crestas de esos relieves muestran vertientes de fuertes pendientes entre los 25° y 45° (Foto N° 1)

- Geoformas de origen gravitacional

El material residual, producto de la meteorización de las rocas intrusivas, es transportado por gravedad formando taludes y conos de detritos (Mapa N° 6) distribuidos en forma caótica en las vertientes.

## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

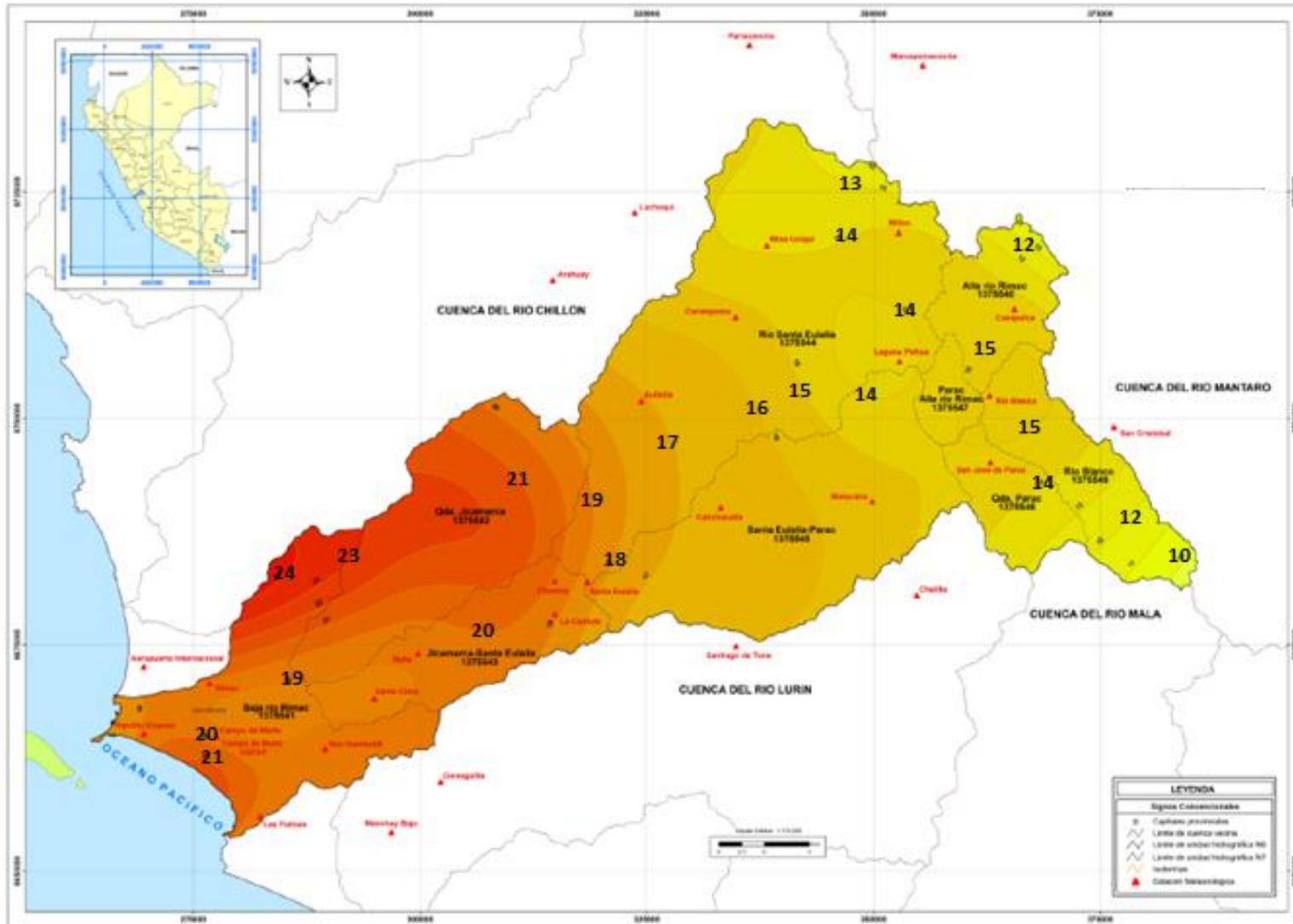
Mapa N° 2: Distribución espacial de la precipitación total anual (mm) Isoyetas de la cuenca del río Rímac



Fuente: ANA, 2010.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

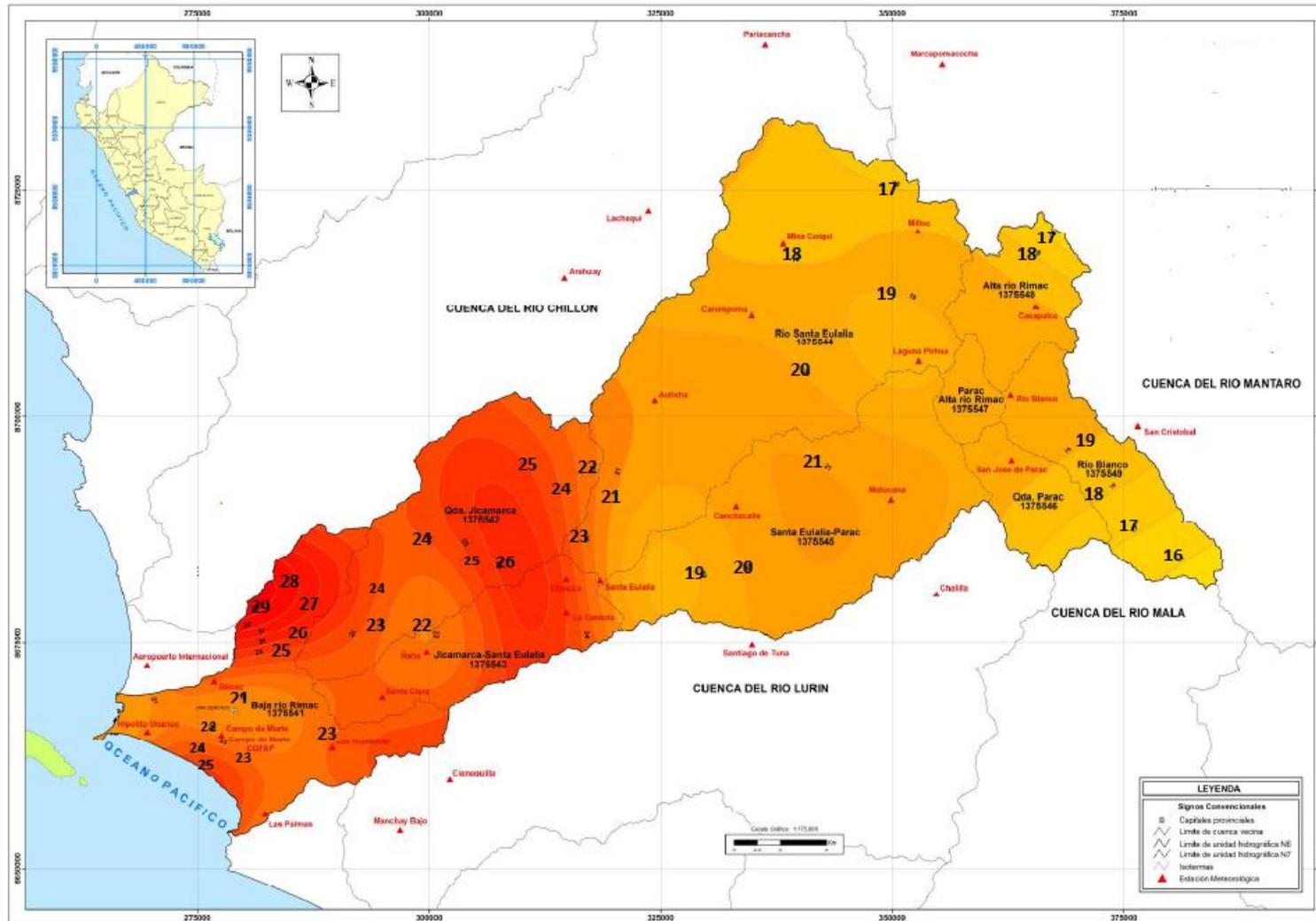
Mapa N° 3: Distribución espacial de la temperatura media multianual (°C) Isotermas de la cuenca del río Rímac



Fuente: ANA, 2010.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

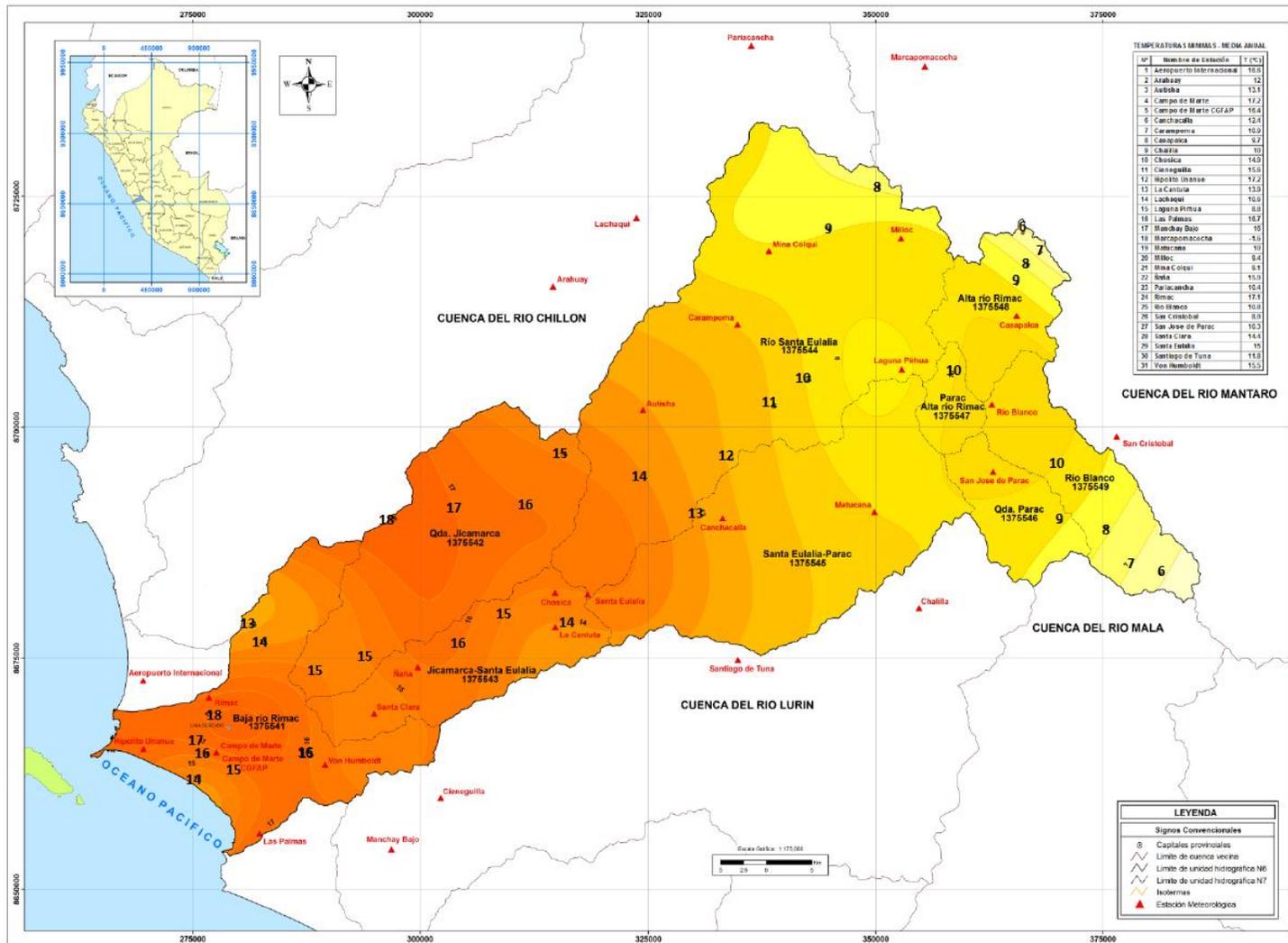
Mapa N° 4. Distribución espacial de la temperatura máxima multianual (°C) Isotermas de la cuenca del río Rímac



Fuente: ANA, 2010.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

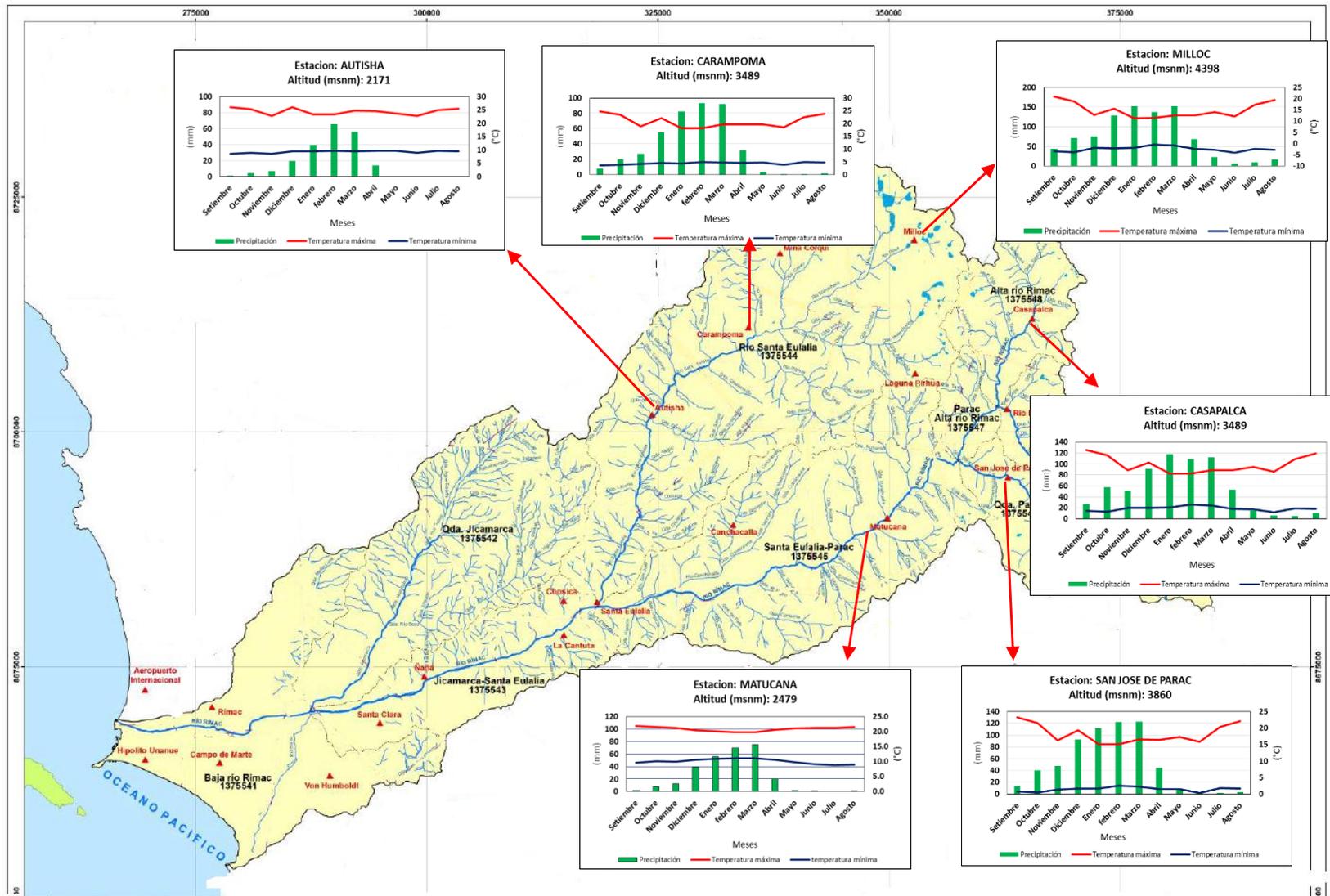
Mapa N° 5: Distribución espacial de la temperatura mínima multianual (°C) Isotermas de la cuenca del río Rímac



Fuente: ANA, 2010.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

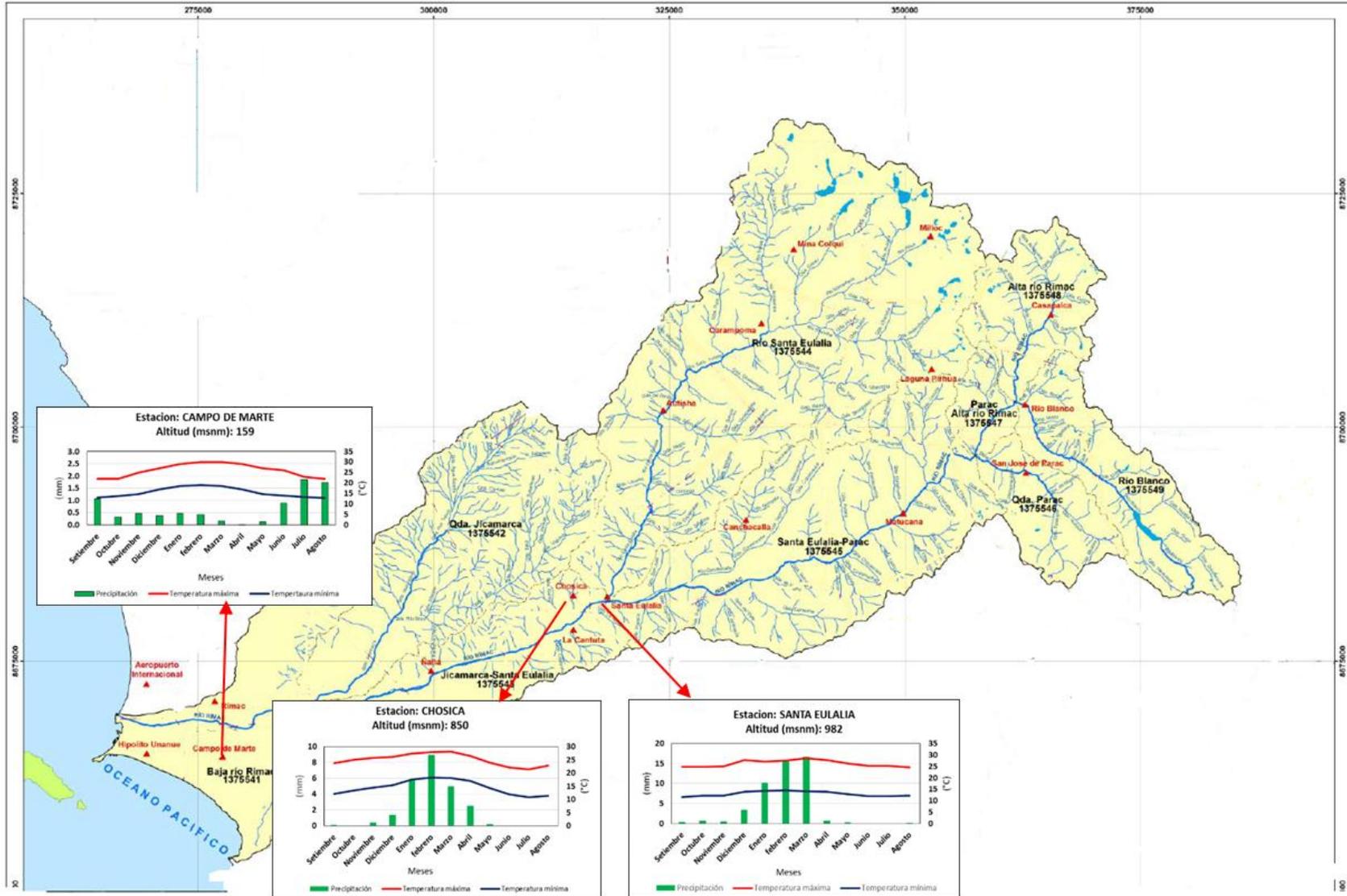
Gráfico N° 2. Comportamiento mensual de las precipitaciones y temperaturas del aire, en la zona alta de la cuenca del río Rímac



Fuente: CENEPRED, con datos del SENAMHI

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Gráfico N° 3. Comportamiento mensual de las precipitaciones y temperatura del aire, en la zona media (parte baja) y zona baja de la cuenca del río Rímac



Fuente: CENEPRED, con datos del SENAMHI

- Geoformas de origen fluvio-aluvial

En la región de Lima Metropolitana, la mayor parte del piedemonte de las estribaciones andinas está ocupado por abanicos aluviales y glacis (Villacorta et al., 2005). En el cauce y desembocadura de las quebradas que surcan a las estribaciones andinas, se concentra el material inconsolidado como resultado de los constantes flujos de detritos a través del tiempo geológico. A estos eventos se les denomina así porque durante su desplazamiento presentan un comportamiento semejante al de un fluido. Pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos y originarse a partir de otros procesos como los desprendimientos de rocas (Varnes, 1978). El potencial destructivo de estos procesos está dominado por su velocidad y la altura alcanzada por el material arrastrado. Por ello estos eventos tienen una gran cantidad de energía que pueden transportar grandes volúmenes de bloques de diferentes tamaños en grandes extensiones de recorrido.

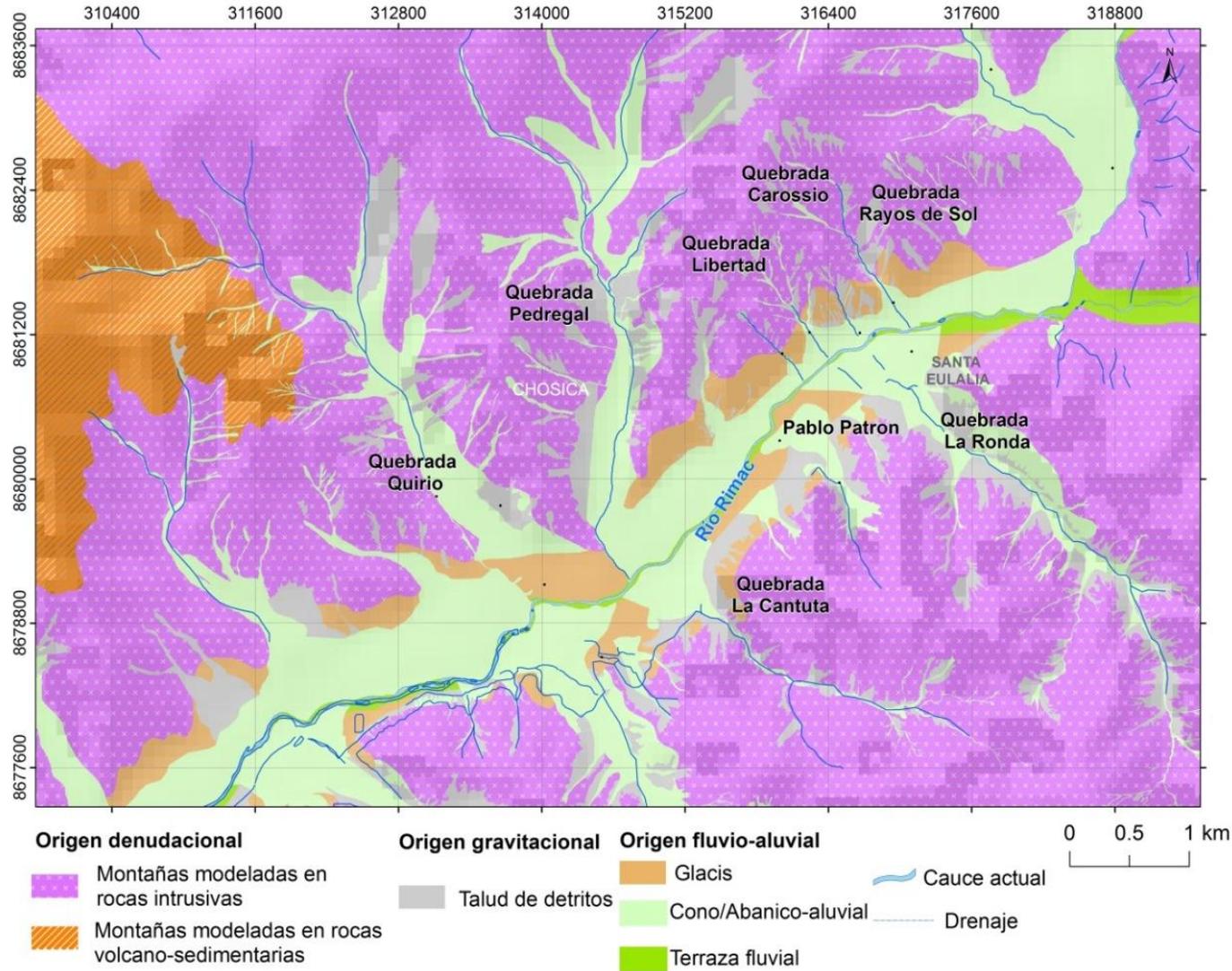
Según Hungr & Evans (2004) los flujos se pueden clasificar principalmente de acuerdo al tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral (canalizado o no canalizado, Gráfico N° 4). Por ejemplo se tienen flujos de detritos (huaicos), de lodo, avalanchas de detritos, de roca, etc.

### 2.5.2 Unidades geológicas

En el área evaluada se observan principalmente rocas intrusivas correspondientes a la Súper-Unidad Santa Rosa. Palacios et. al., 1992, reconocen en la zona una variación de intrusivos de composición tonalítica a gabrodiorítica (Mapa N° 7). Estas vertientes rocosas muestran crestas redondeadas como resultado de la meteorización a través del tiempo geológico. El substrato al estar meteorizado e intensamente fracturado, da origen a bloques, gravas, fragmentos rocosos y suelo arenoso susceptible a ser removido con aguas de lluvia.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 6. Mapa de unidades geomorfológicas



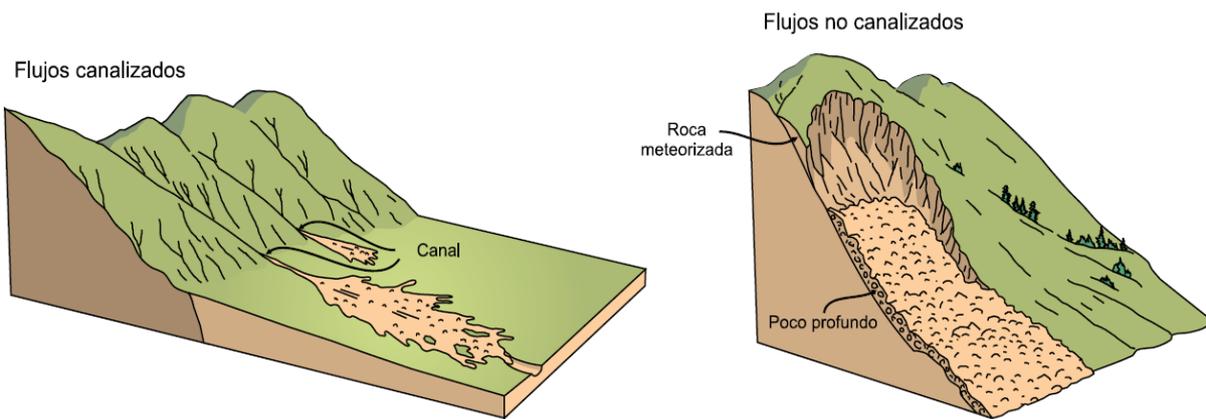
Fuente: Villacorta et al, 2015



Foto N° 1. La pendiente de los cerros es elevada (entre 25 y 45 °) lo que contribuye a que el material suelto que cubre las laderas se desprenda por gravedad. Quebrada Rayos de Sol

Fuente: Núñez et al (2015)

Gráfico N° 4. Esquema de flujos canalizados y no canalizados

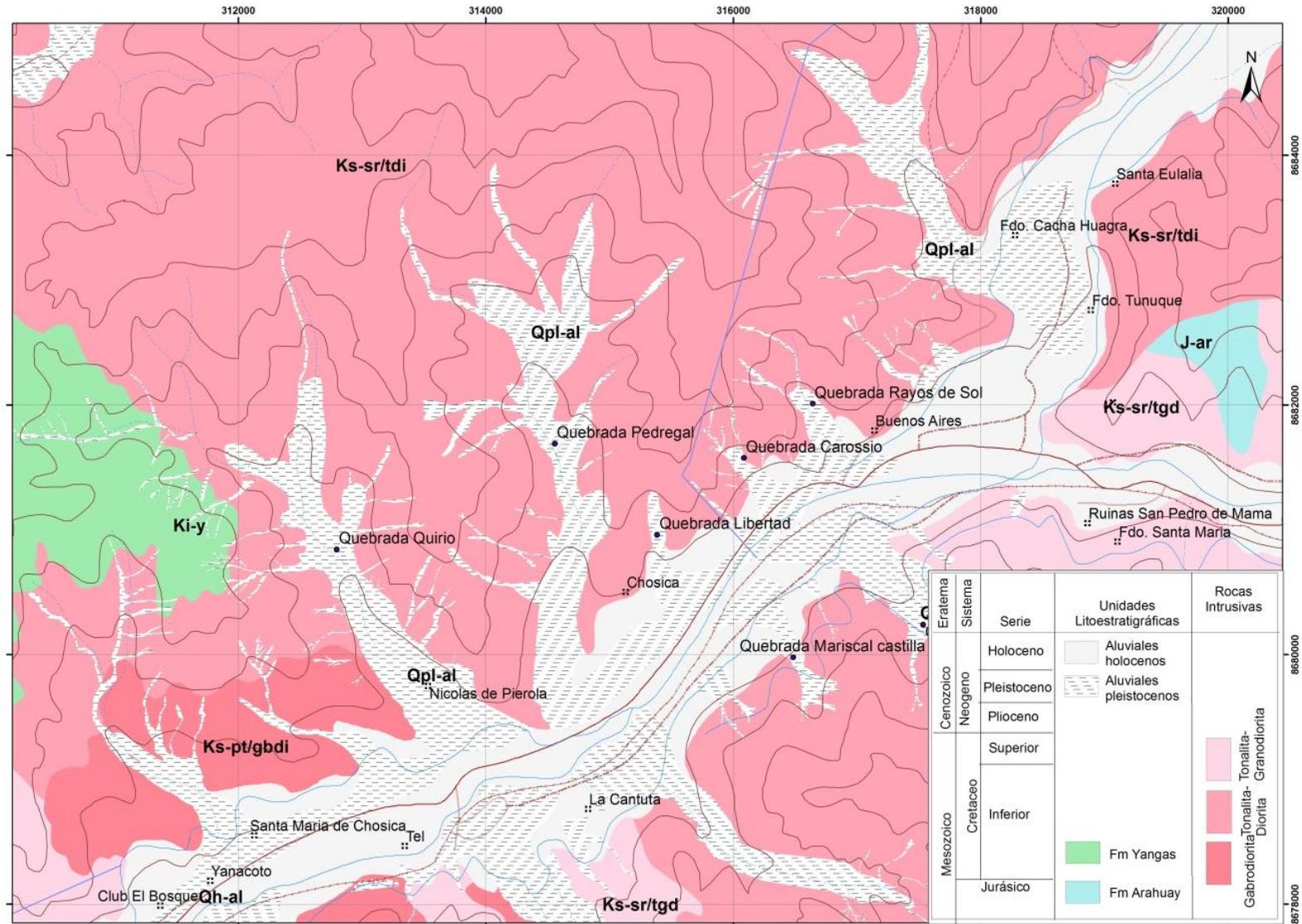


Fuente: Cruden y Varnes, 1996.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 7.  
Geológico

Mapa



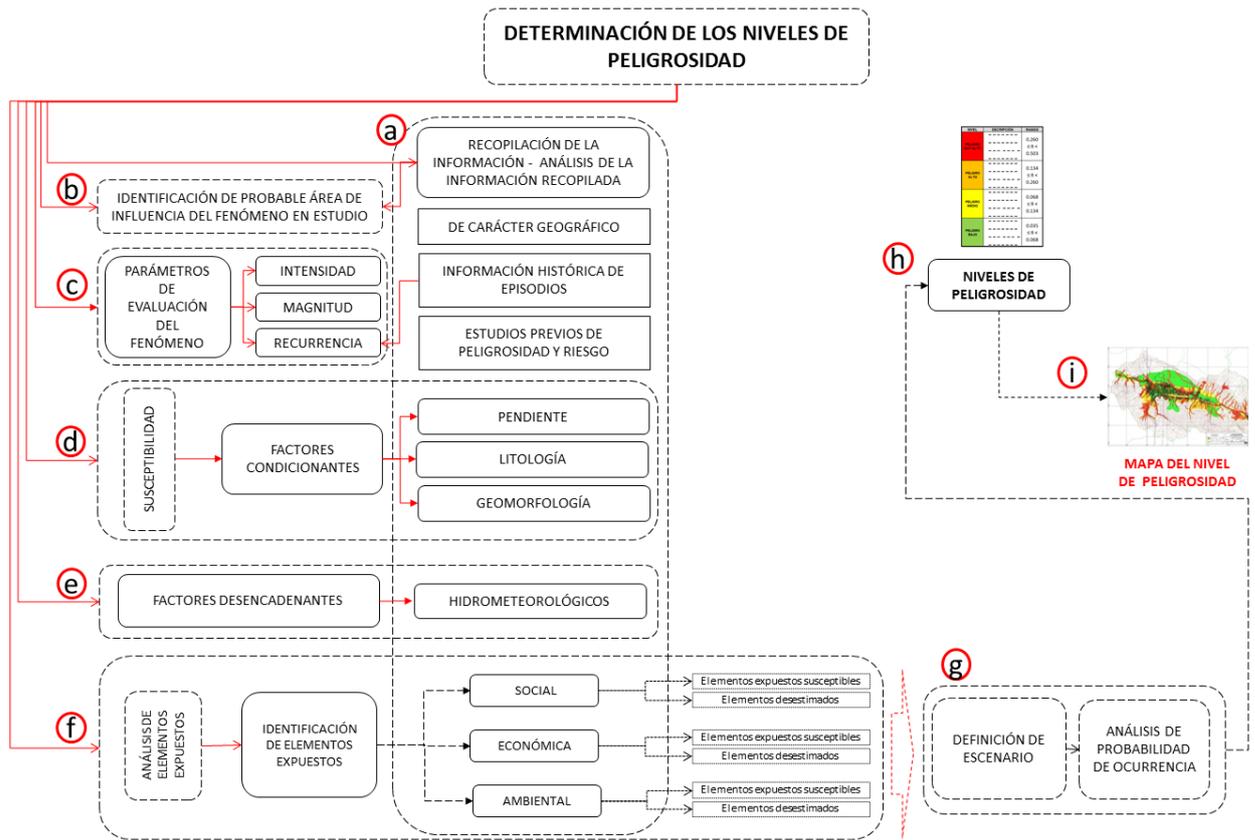
Fuente: Palacios et. al., 1992

### 3. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD

#### 3.1. METODOLOGÍA

Para determinar el nivel de peligrosidad por flujos de detritos, se utilizó la metodología descrita en el Gráfico N° 5.

Gráfico N° 5. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



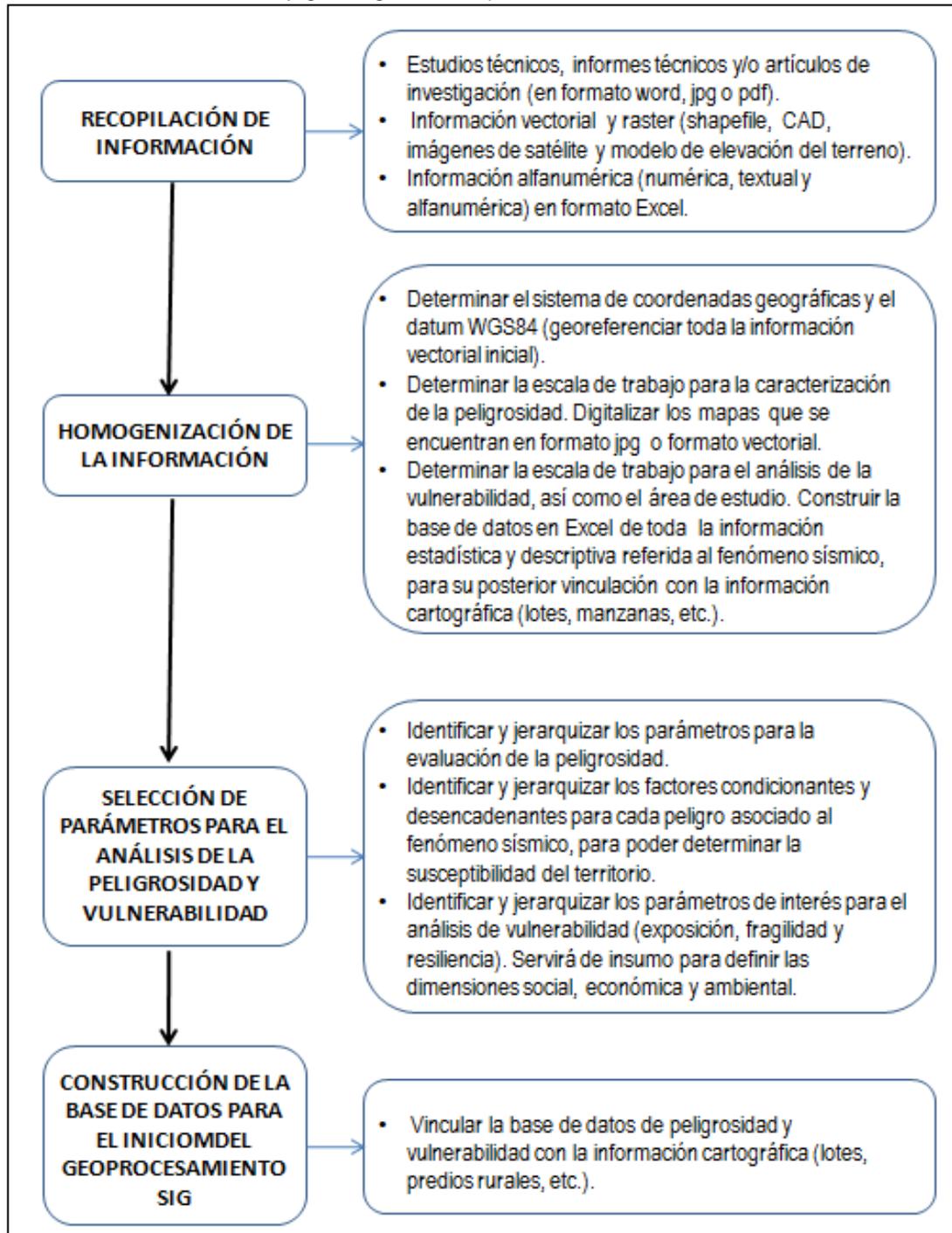
Fuente: CENEPRD, 2014.

#### 3.2. RECOPIACIÓN 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.

Grafico N° 6. Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: CENEPRED - INGEMMET

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

- Plano topográfico a escala 1:25 000 de la hoja 24j-II-SO del IGN.
- Mapa geológico a escala 1: 100 000, del cuadrángulo de Chosica (24-j), de INGEMMET (1992).
- Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2014).
- Inventario de peligros geológicos en el Estudio de Riesgo geológico de la Franja 4 (con datos del 2004-2005).
- Mapa de peligros geológicos de la cuenca del río Rímac a escala 1: 50 000, aguas arriba de Chaclacayo, levantada por INGEMMET en el 2008-2009.
- Ortomosaico de fotografías aéreas de alta resolución levantadas con UAV (Drone) del área de Chosica, proporcionado por el CENEPRED
- Levantamiento topográfico a baja altitud con UAV (Drone) del área de Chosica con nivel de detalle de 1 metro, proporcionado por el CENEPRED.
- Mosaico de fotografías aéreas de Chosica y Santa Eulalia proporcionada por la DVRA – FAP a través del CENEPRED.

### 3.3. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS FLUJOS

La identificación del área de influencia se basa en un cartografiado detallado de los depósitos de flujos antiguos y recientes en el área evaluada. Asimismo se han identificado los depósitos coluvio-deluviales correspondientes a las caídas de rocas y detritos y a los depósitos residuales movilizados por la escorrentía.

Los flujos evaluados en esta evaluación ocurrieron el 23 de marzo del 2015 en las quebradas Libertad, Carossio y Rayos de Sol (Mapa N° 8), las cuales tienen el aporte de quebradas secundarias que han incorporado material a sus cauces.

### 3.4. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL FENÓMENO

#### I. MAGNITUD

La estimación cuantitativa de la magnitud se realiza como una función de la velocidad del flujo de detritos y el volumen del mismo (Sepúlveda et al. 2004). La evaluación cualitativa de la magnitud está se realiza utilizando la tabla de clasificación establecida por Jakob (2005). La presente evaluación de riesgos no ha

realizado un análisis de la magnitud dado que no se cuenta con información básica necesaria.

### II. INTENSIDAD

La intensidad se mide de acuerdo a la concentración y volumen del flujo. Flujos de mayor concentración y mayor volumen tienen mayor capacidad de erosión (Sepúlveda et al. 2004). La presente evaluación de riesgos no ha realizado un análisis de la intensidad dado que no se cuenta con información básica necesaria.

### III. RECURRENCIA

En base de los registros históricos se establece que los flujos de detritos son altamente recurrentes en temporada de lluvias.

## 3.5. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

El mapa de susceptibilidad por movimientos en masa de Lima Metropolitana a escala 1/50 000, elaborado en base a la superposición de factores intrínsecos (características de las rocas: pendiente y formas del relieve; cobertura vegetal y uso de suelo; y características de retención o flujo de agua subterráneas en las rocas) revela que el área de las cabeceras de las quebradas Libertad, Carossio y Rayos de Sol presentan alta a muy alta susceptibilidad a la generación de flujos, derrumbes y caídas de rocas (Mapa N° 9).

En base al análisis de factores condicionantes se desea generar un mapa de susceptibilidad a una escala adecuada para la evaluación de la peligrosidad por flujos de detritos en las quebradas evaluadas. Para ello se debe tomar en cuenta los factores que condicionan su ocurrencia, como la fuerte pendiente, la presencia de materiales inconsolidados en laderas y cauces producto de los derrumbes en las cabeceras de las mismas, detonados por las intensas lluvias en la zona (Zavala et al., 2012).

### I. FACTORES CONDICIONANTES

Entre los factores condicionantes de los procesos evaluados se puede señalar a la pendiente de los terrenos, la geomorfología y la geología.

#### **Pendiente**

Este parámetro 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 desplazan los sedimentos arrastrados, representa los conos de deyección de los cursos esporádicos y frecuentes.

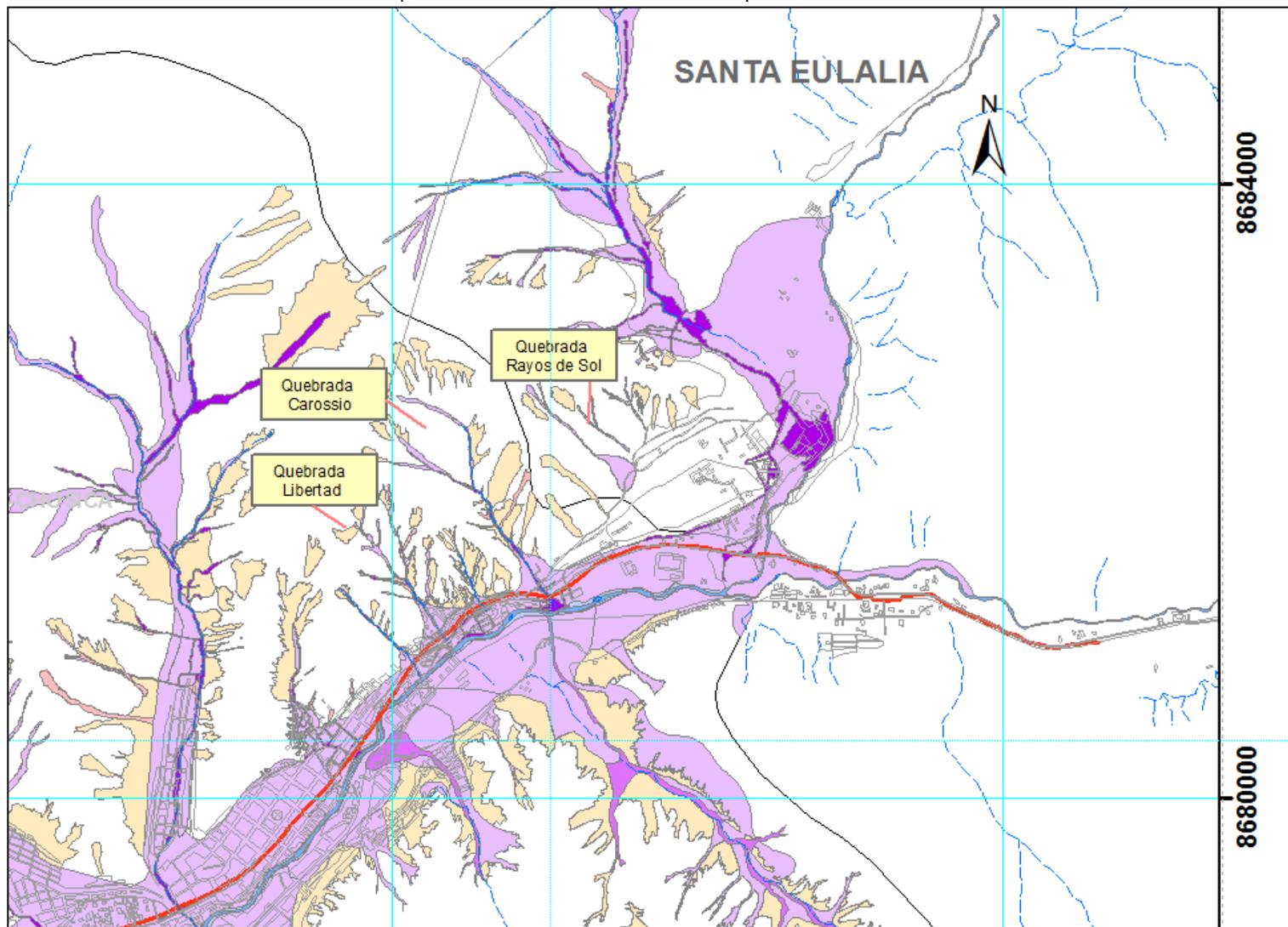
Se realizó el análisis de las pendientes del terreno a escala 1:10 000, donde se identificó la influencia de los flujos de detritos en cada una de los rangos establecidos. Luego de realizar los análisis estadísticos, se valora cada unidad en función de su participación en la peligrosidad del área (Cuadro N° 1).

**Cuadro N° 1. Análisis de las pendientes del terreno y su contribución a la susceptibilidad**

ID	RANGO	Área m <sup>2</sup>	Área de Flujos(m <sup>2</sup> ) en la unidad	Probabilidad MM en Unidad	Índice de Unidad Pend° (UL)	Probabilidad final (TOTAL)	Normalización	Índice de valoración
1	< 15°	558017.559	501175.281	0.898135323	0.159843302	0.143560915	143.5609154	5
2	20-15°	174972.424	86057.1851	0.491832845	0.050120591	0.024650953	24.65095296	3
3	35-20°	1692128.88	360219.51	0.212879477	0.484707807	0.103184344	103.1843442	4
4	45-35°	1050326.75	260326.292	0.247852672	0.300864539	0.07457008	74.57007989	4
5	> 45°	15583.1204	3546.19124	0.227566184	0.004463762	0.001015801	1.015801217	2
<b>TOTAL</b>		3491028.73						

Fuente: INGEMMET

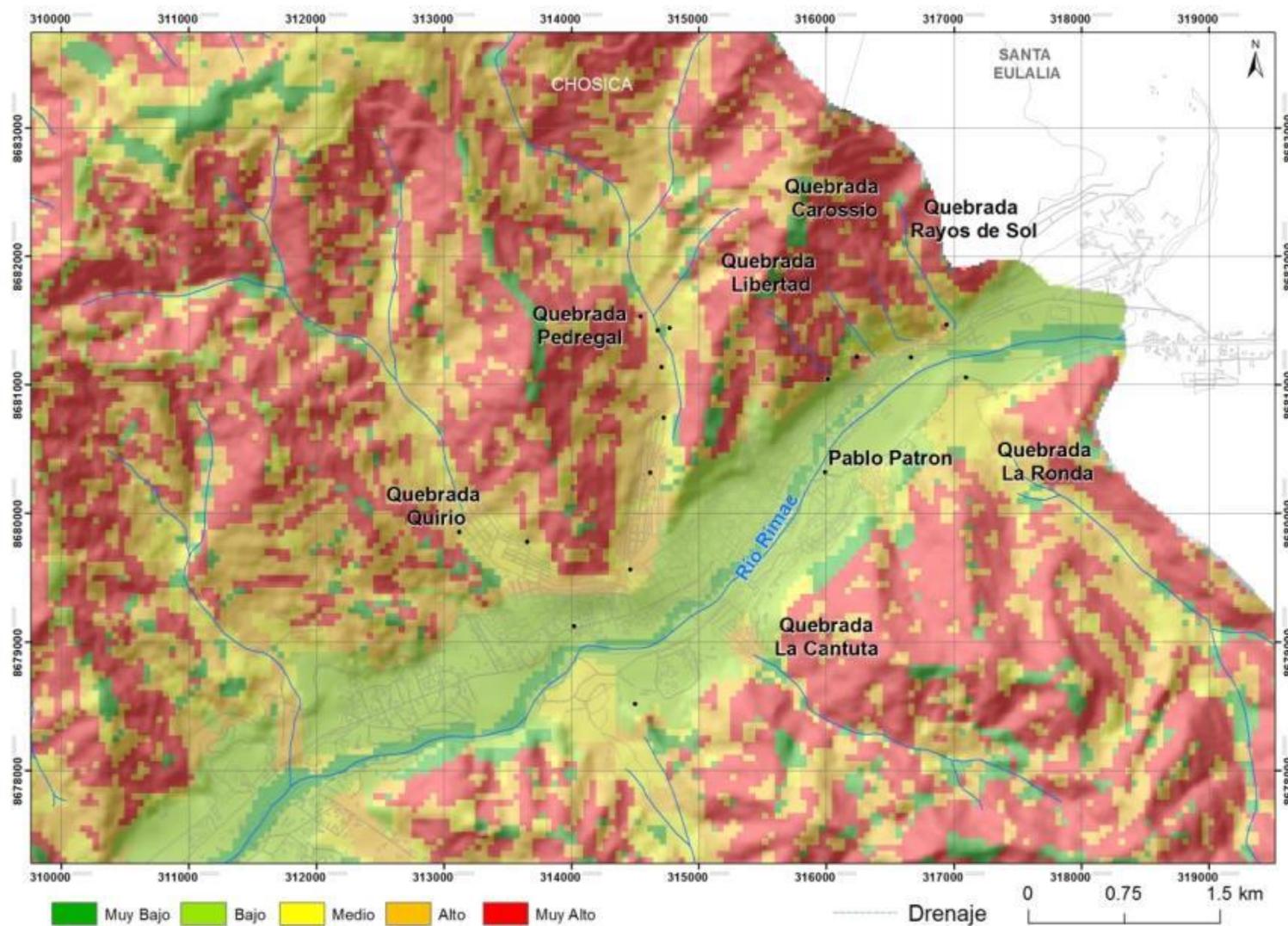
Mapa N° 8. Quebradas evaluadas en la presente evaluación



Fuente: Villacorta et al, 2015b

## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 9. Extracto del mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa de Lima Metropolitana a escala 1/50 000



Fuente: Villacorta et al. 2015a.

### Geomorfología

Las unidades geomorfológicas se han evaluado de acuerdo a su altura relativa, pendiente y asociación morfogenética que determinan la susceptibilidad a los flujos de detritos. Se realizó el análisis de las unidades geomorfológicas a escala 1:10 000, donde se identificaron 6 unidades y se prosiguió a identificar la influencia de los flujos de detritos en cada una de ellas. Luego de realizar los análisis estadísticos, se valora cada unidad en función de su participación en la peligrosidad del área.

Cuadro N° 2. Análisis de las unidades geomorfológicas y su contribución a la susceptibilidad

ID	Unidad Geomorfológica	Área m <sup>2</sup>	Área de Flujos(m <sup>2</sup> ) en la unidad	Probabilidad MM en Unidad	Índice de Unidad Geomorf (UL)	Probabilidad final (TOTAL)	Normalización	Índice de valoración
1	Glacis	1060736.65	60046.1978	0.056608016	0.30384644	0.017200144	7.20014425	2
2	Montañas intrusivas	2356210.37	24275.6125	0.010302821	0.674932964	0.006953713	9.53713184	3
3	Terraza fluvial	56923.7809	15302.9433	0.268832167	0.016305733	0.004383505	4.383505409	1
4	Depósitos proluviales recientes (Flujos de detritos actuales)	101584.33	101584.33	1	0.02909868	0.02909868	29.09867986	5
5	Depósitos coluviales	654561.51	54561.51	0.083355823	0.187498176	0.015629065	15.62906485	4
6	Depósitos proluviales antiguos (Flujos de detritos antiguos)	458288.29	50288.29	0.109730683	0.131276001	0.014405005	11.40500527	3
<b>TOTAL</b>		3491028.7						

Fuente: INGEMMET

### Unidades litológicas

Las unidades litológicas incluyen a los materiales del substrato rocoso y a los depósitos inconsolidados. La calificación ha tomado en cuenta su grado de meteorización, fractura, permeabilidad, etc. Se realizó el análisis de las unidades litológicas a escala 1:10 000 y se prosiguió a identificar la influencia de los flujos de detritos en cada una de ellas. Luego de realizar los análisis estadísticos, se valora cada unidad en función de su participación en la peligrosidad del área.

Cuadro N° 3. Análisis de las unidades Litológicas y su contribución a la susceptibilidad

ID	Unidad Litológica	Área m <sup>2</sup>	Área de Flujos(m <sup>2</sup> ) en la unidad	Probabilidad MM en Unidad	Índice de Unidad Litológica (UL)	Probabilidad final (TOTAL)	Normalización	Índice de valoración
1	Aluviales holocenos	1117600.17	75308.74	0.067384334	0.32013491	0.021572078	21.57207781	5
2	Depósitos fluvio-aluviales holocenos	17157.93	1985.34	0.115709517	0.004914863	0.000568696	0.56869637	1
3	Súper Unidad Sta. Rosa, monzogranito a adamelita	2356270.64	24312.35	0.010318148	0.674950228	0.006964236	6.96423616	2
<b>TOTAL</b>		3491028.73						

Fuente: INGEMMET

### Hidrogeología

Se realizó el análisis de las unidades hidrogeológicas a escala 1:10 000, donde se identificaron 2 unidades y se prosigió a identificar la influencia de los flujos de detritos en cada una de ellas. Luego de realizar los análisis estadísticos, se valora cada unidad en función de su participación en la peligrosidad del área.

Cuadro N° 4. Análisis de las unidades hidrogeológicas y su contribución a la peligrosidad

ID	Unidad Hidrogeológica	Área m <sup>2</sup>	Área de Flujos(m <sup>2</sup> ) en la unidad	Probabilidad MM en Unidad	Índice de Unidad Hidrogeo (UL)	Probabilidad final (TOTAL)	Normalización	Índice de valoración
1	Súper Unidad Santa Rosa, tonalita-diorita	2342806.56	23944.1992	0.010220306	0.671093464	0.00685878	6.858780333	1
2	Depósitos aluviales holocénicos	1148222.19	77662.2031	0.067636912	0.328906543	0.022246223	22.24622283	5
<b>TOTAL</b>		3491028.73						

Fuente: INGEMMET

### ❖ RANGOS DE INFLUENCIA EN CAPAS TEMÁTICAS

Luego de haber calculado los índices de valoración en las capas temáticas, se le asigna un peso de acuerdo a la influencia de cada capa temática en la susceptibilidad por flujos del área evaluada. Para este caso se asignaron los siguientes pesos:

Cuadro N° 5. Pesos asociados a las capas empleadas en el análisis de susceptibilidad por flujos de detritos en el área evaluada

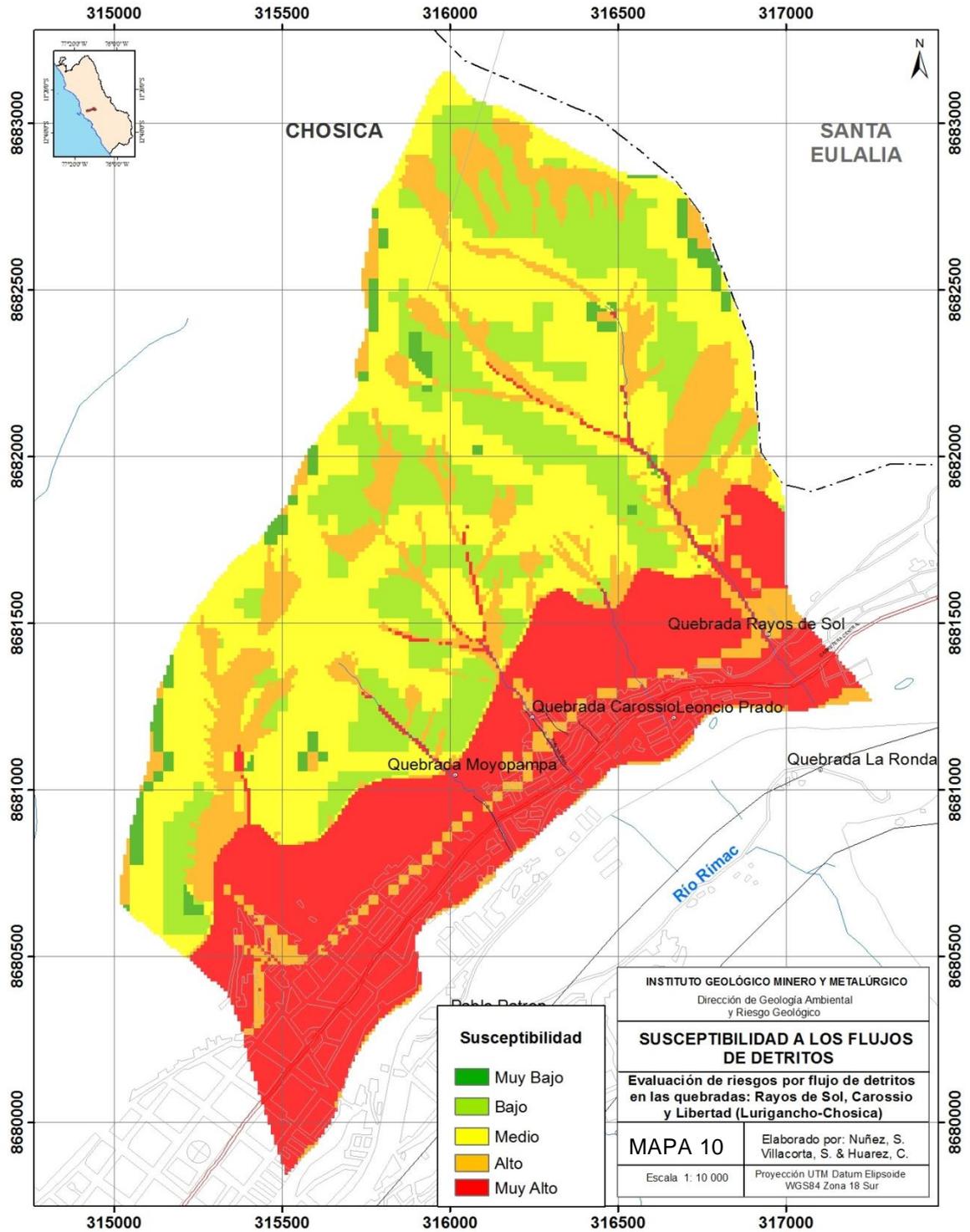
CAPAS DE INFORMACIÓN	INFLUENCIA DE CAPA TEMÁTICA	PORCENTAJE
Geomorfología	0.5	50%
Pendientes	0.275	27.5%
Litología	0.150	15%
Hidrogeología	0.075	7.5%
Total	1	100%

Fuente: INGEMMET

Al resultado se le reclasifica en cinco rangos de susceptibilidad empleando intervalos geométricos.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa 10. Mapa de susceptibilidad por flujos de detritos escala 1:10 000 en las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad.



Fuente: INGEMMET, 2015



## II. FACTORES DESENCADENANTES

### Precipitaciones

Las precipitaciones 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.

En la cuenca del Río Rímac es altamente recurrente la generación de flujos de detritos en temporada de lluvias, en ambas márgenes. La presencia de este fenómeno se da cada año y se incrementa cuando el fenómeno El niño se presenta en las costas peruanas (Zavala et al., 2012).

Al no contar con información de precipitaciones máximas en 24 horas para analizar la frecuencia de las lluvias en la región, se ha realizado un análisis de peligrosidad relativa considerando las precipitaciones promedio anuales para las estaciones que circundan el área evaluada. En base a la información aportada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Se interpoló con la herramienta IDW del ArcGIS versión 10.1.

#### - 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 formula:

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

Dónde:

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

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

P (Bi) = 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 pixel 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.

## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Cuadro N° 6. Rangos de precipitación empleados para el modelo de precipitación

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

Fuente: INGEMMET

La información de la precipitación máxima diaria proporcionada por el SENAMHI fue sometida al análisis de frecuencias y periodos de retorno considerando la distribución probabilística SQRTMAX por considerarse más adecuada para los datos obtenidos. El periodo de retorno hallado para la lluvia del día 23 de marzo en el área evaluada ha resultado de 16 años. Se interpolaron los datos de las estaciones Chosica, Santa Eulalia y La Cantuta con ArcGis versión 10.1 módulo 3D analysis IDW y se obtuvo el modelo del Mapa N° 11. Se identificaron 3 rangos itinerantes y se prosiguió a identificar la influencia que tuvieron en los flujos de detritos en el área de trabajo. Luego de realizar los análisis estadísticos, se valora cada unidad en función de su participación en la peligrosidad total.

Cuadro N° 7. Análisis de las unidades de precipitación y su contribución a la peligrosidad por flujos de detritos en el área evaluada

ID	Rango de Precipitación (mm/año)	Área m <sup>2</sup>	Área de Flujos (m <sup>2</sup> ) en la unidad	Probabilidad mm en Unidad	Índice de Unidad Pend° (UL)	Probabilidad final (TOTAL)	Normalización	Índice de valoración
1	18-21	1610470.90	318504.528	0.197771054	0.461317	0.091235149	9	3
2	21-24	1697390.66	773532.776	0.455718766	0.486215036	0.221577316	22	5
3	24-27	183167.20	121735.376	0.664613404	0.052467972	0.034870918	3	2
	<b>TOTAL</b>	3491028.73						

Fuente: INGEMMET

### - Análisis de las lluvias en el distrito de Lurigancho Chosica:

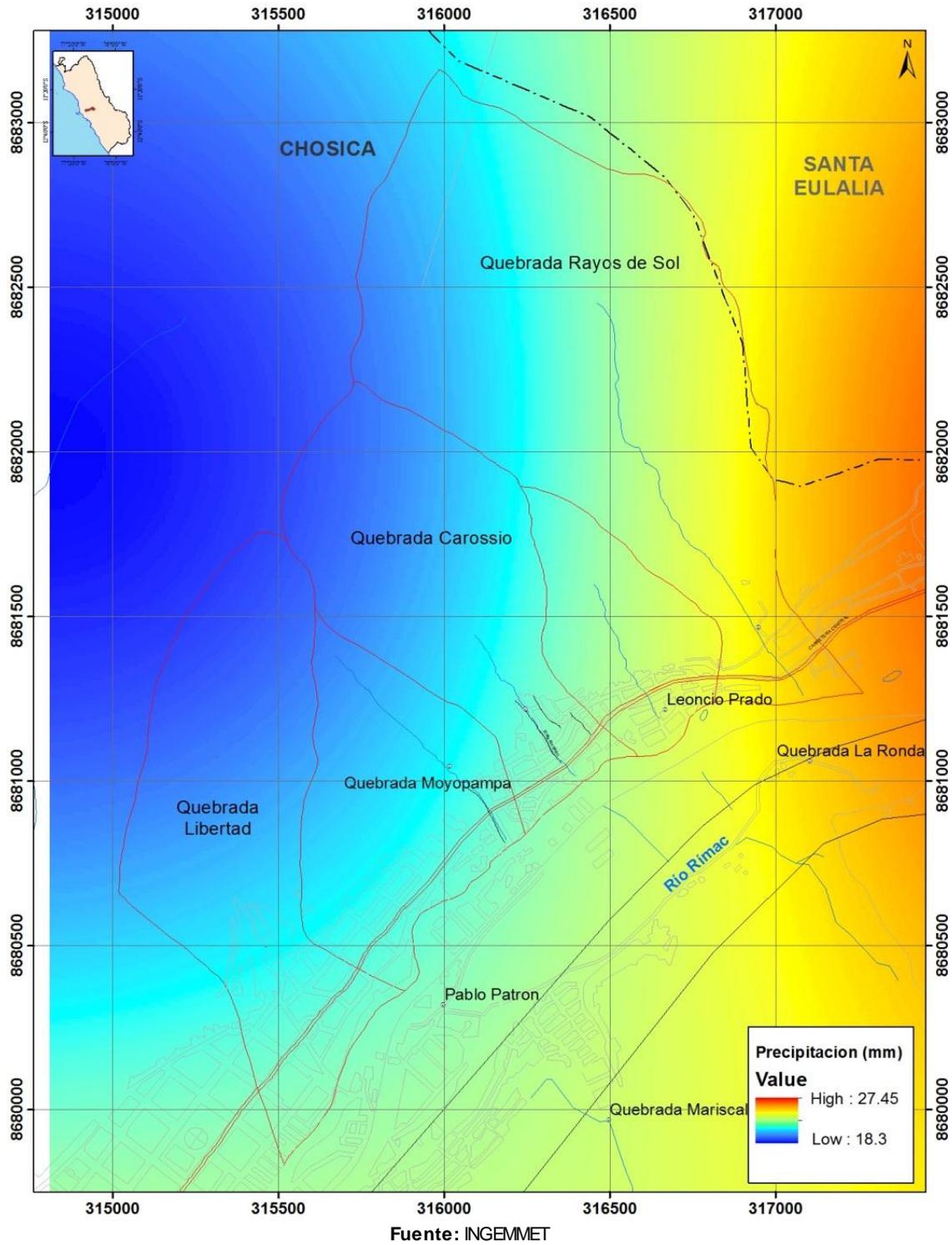
Normalmente para el mes de marzo las lluvias acumulan la cantidad de 5,7 mm, lo que indica que llueve 5.7 litros por metro cuadrado (lt/m<sup>2</sup>), durante el mes de marzo

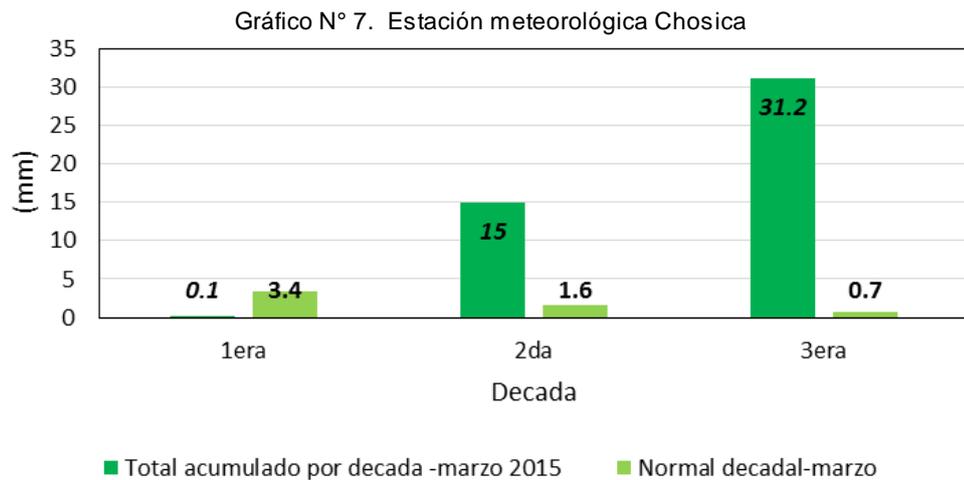
En marzo del 2015 las lluvias totalizaron la cantidad de 46.3 mm, en relación con su patrón del mes significó que llovió 712.3% más de lo esperado (Mapa N° 12). En forma decadal (promedio de 10 días) las lluvias totalizaron la cantidad de 0.1 mm, 15.0 mm y 31.2 mm, en la primera, segunda y tercera década, respectivamente, siendo sus normales decadales de 3.4 mm, 1.6 mm y 0.7 mm; respectivamente.

El día 23 de marzo del 2015, las lluvias en el distrito de Lurigancho acumularon la cantidad de 18.3 mm, siendo su normal para la tercera década (21 al 30 marzo) de 0.7 mm; lo que significó un exceso de 2 514 % respecto a su patrón decadal (Gráfico N° 7).

## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 11. Estimación con IDW de la precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 16 años en el área de las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad (Lurigancho Chosica). Con datos de SENAMHI, 2015





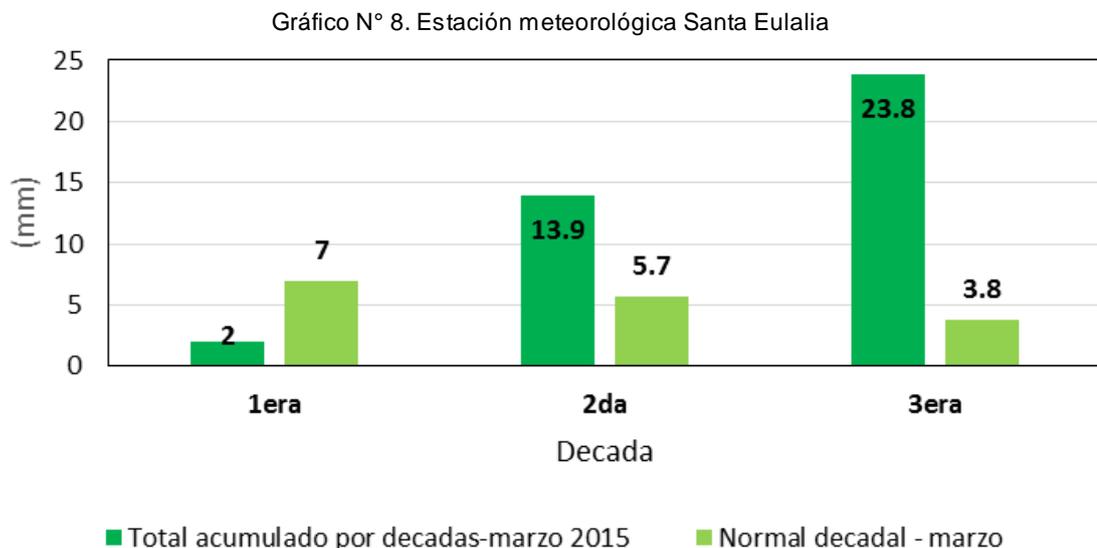
Fuente: CENEPRED, elaborado con datos proporcionados por SENAMHI

- **Análisis de las lluvias para el distrito de Santa Eulalia:**

Normalmente para el mes de marzo las lluvias acumulan la cantidad de 16.5 mm.

En marzo del 2015 las lluvias totalizaron la cantidad de 39.7 mm, lo que significó que llovió 140 % más sobre el patrón del mes (16.5 mm). En forma decadal las lluvias totalizaron la cantidad de 2 mm, 13.9 mm y 23.8 mm, en la primera, segunda y tercera década, respectivamente; siendo sus normales decadales de 7 mm, 5.7 mm y 3.8 mm; respectivamente.

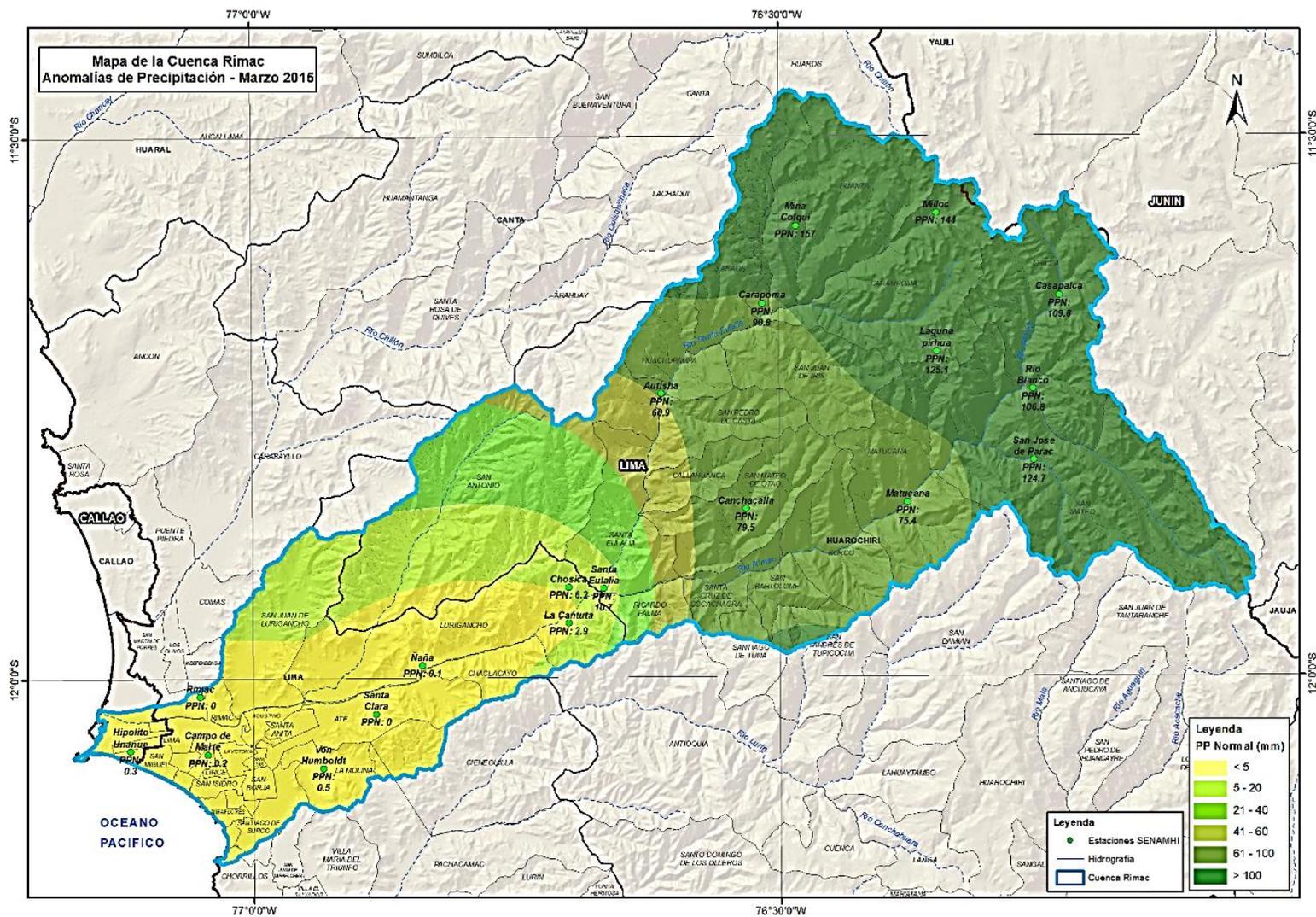
El día 23 de marzo del 2015, las lluvias en el distrito acumularon la cantidad de 17.2 mm, siendo lo normal en la tercera década (21 al 30 marzo) la cantidad de 3.8 mm; lo que presentó un exceso de 353% respecto a su patrón decadal (Gráfico N° 8).



Fuente: CENEPRED, elaborado con datos proporcionados por SENAMHI

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 12. Distribución espacial de las lluvias, en el mes de marzo en la cuenca del río Rímac



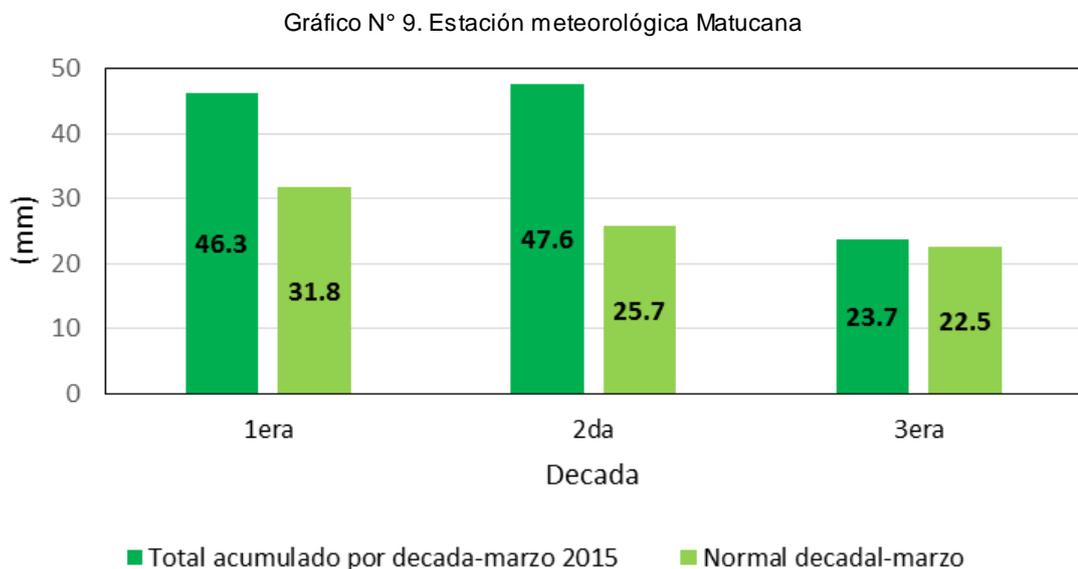
Fuente: CENEPRED, elaborados con datos del Estudio ANA-DCPRH-ALA CHILLÓN RIMAC LURIN.

- **Análisis de las lluvias para el distrito de Matucana:**

Normalmente para el mes de marzo las lluvias acumulan la cantidad de 80.0 mm.

En marzo del 2015 las lluvias totalizaron la cantidad de 117.6 mm lo que significó un exceso de 47 %, respecto a su normal mensual. Respecto a su comportamiento decadal, las lluvias totalizaron la cantidad de 46.3 mm, 47.6 mm y 23.7 mm, en la primera, segunda y tercera década, siendo sus normales decadales 31.8 mm, 25.7 mm y 22.5 mm; respectivamente.

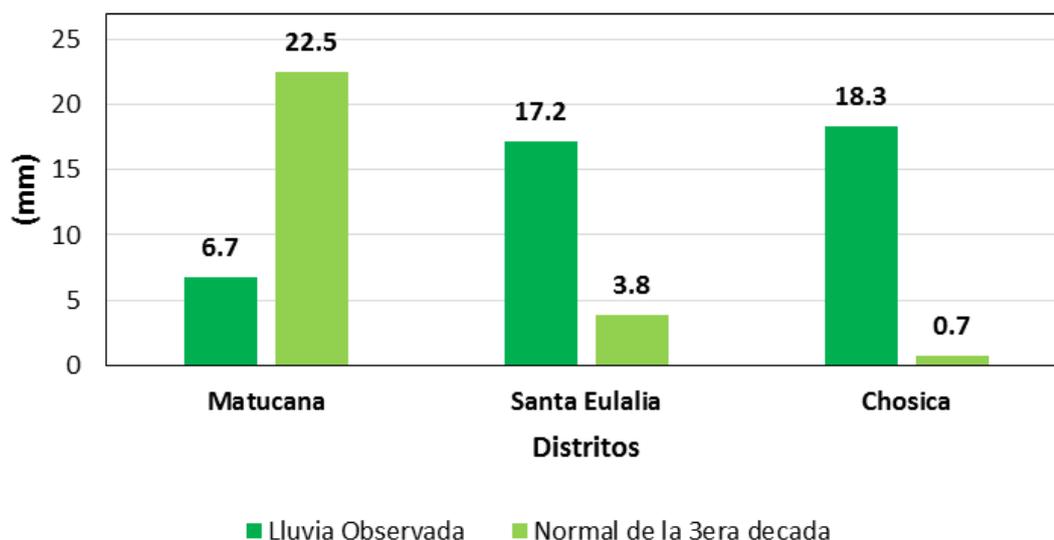
El día 23 de marzo del 2015, las lluvias en el distrito acumularon la cantidad de 6.7 mm, siendo lo normal en la tercera década (21 al 30 marzo) la cantidad de 22.5 mm; lo que significó un déficit del 70.0 %, en referencia a su patrón decadal (Gráfico N° 9).



Fuente: CENEPRED, elaborado con datos proporcionados por SENAMHI

El comportamiento de las lluvias en la tercera década del mes de marzo 2015, indica que las lluvias estuvieron concentradas en la parte baja (distritos de Lurigancho, Chaclacayo, Santa Eulalia, Ricardo Palma y San Antonio) de la cuenca media del río Rímac (Gráfico N° 10).

Gráfico N° 10. Lluvias ocurridas el 23 de marzo



Fuente: CENEPRED, elaborado con datos proporcionados por SENAMHI

### 3.6. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

El Mapa N° 13 presenta algunos los principales elementos expuestos en el área de influencia de los flujos de detritos, como son las instituciones educativas, los centros de salud y las vías asfaltadas nacional y local.

A continuación se presenta información detallada de los elementos expuestos susceptibles a nivel social y económico.

#### I. ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES A NIVEL SOCIAL

Las tablas 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 los centros de salud expuestos.

Cuadro N° 8. Instituciones Educativas

GESTIÓN	INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	BÁSICA ALTERNATIVA - CEBA
PUBLICA	1	3	1	0
PRIVADA	4	4	4	1
TOTALES	5	7	5	1

Fuente: MINEDU - CENEPRED

Cuadro N° 9. Centros de Salud

CENTROS DE SALUD O CENTROS MÉDICOS	HOSPITALES O CLÍNICAS DE ATENCIÓN GENERAL
1	1

Fuente: MINSA - CENEPRED

## II. ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES A NIVEL ECONÓMICO

Las tablas a continuación muestran los elementos expuestos a nivel económico, considerando la infraestructura vial afectada, las viviendas y población de las manzanas y lotes afectados. Se debe indicar que se ha utilizado información de COFOPRI del año 2014 y los datos del Censo 2007 del INEI.

Cuadro N° 10. Infraestructura Vial (km)

VÍA NACIONAL ASFALTADA	VÍA VECINAL ASFALTADA
1.646	1.125

Fuente: MTC – CENEPRED

Cuadro N° 11. Viviendas y Población totales

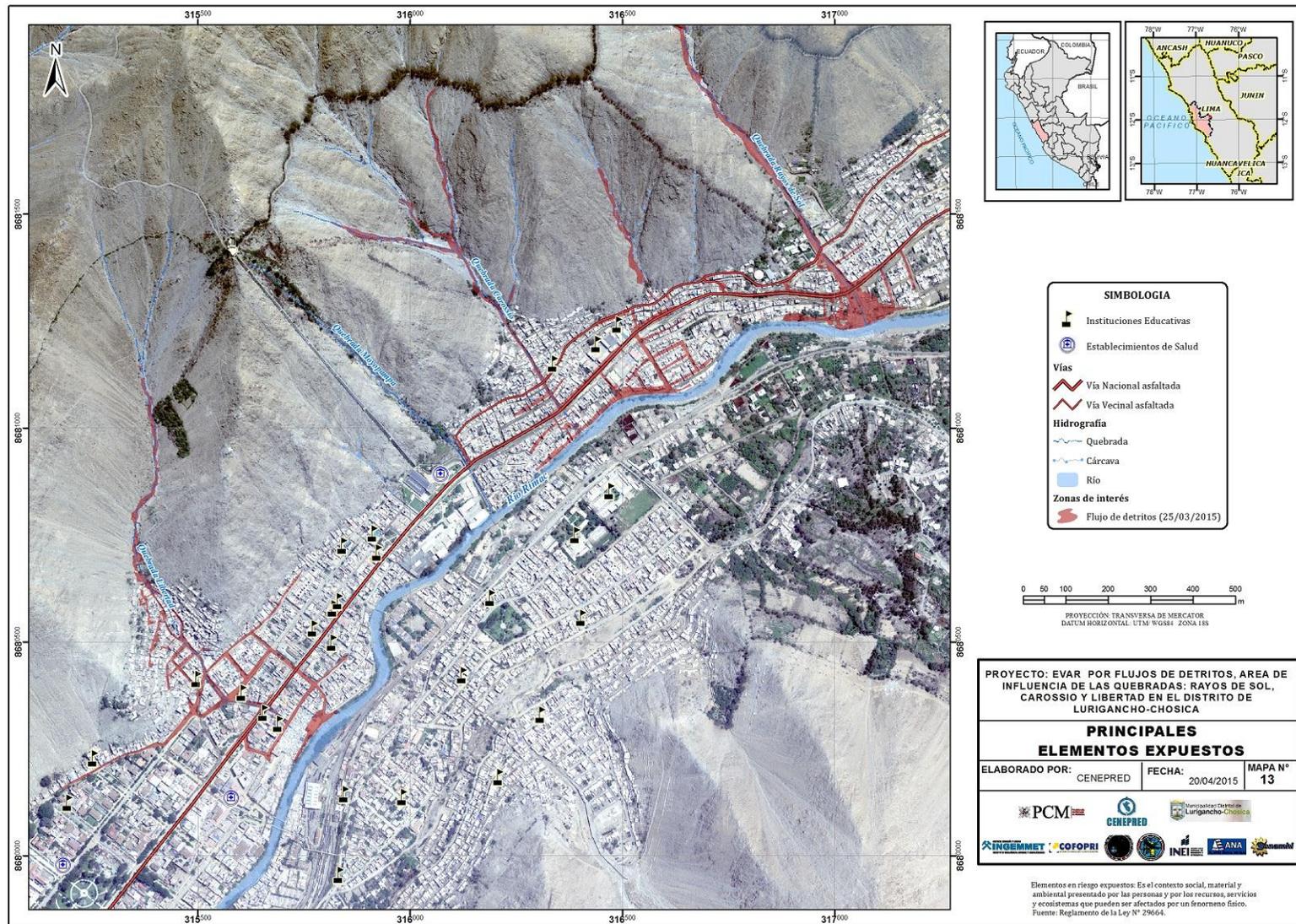
VIVIENDAS TOTALES	POBLACIÓN TOTAL
2126 (*)	9289 (**)

(\*) En las áreas afectadas. Fuente: COFOPRI – CENEPRED

(\*\*) En las áreas afectadas. Fuente: INEI – Censo 2007.

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 13. Mapa de elementos expuestos en el ámbito de los flujos de detritos



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Ponderación de Parámetros y Descriptores

Factores Condicionantes

Cuadro N° 12. Matriz de comparación de pares

PARÁMETRO	GEOMORFOLOGÍA	PENDIENTE	LITOLOGÍA	HIDROGEOLOGÍA
GEOMORFOLOGÍA	1.00	2.00	3.00	8.00
PENDIENTE	0.50	1.00	2.00	4.00
LITOLOGÍA	0.33	0.50	1.00	3.00
HIDROGEOLOGÍA	0.13	0.25	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Relación de consistencia: RC < 0.08 aceptable

Cuadro N° 13. Ponderación de los Parámetros Condicionantes

PARÁMETROS	VALOR PARA GEOPROCESAMIENTO-QGIS	VALOR PONDERACIÓN INGEMMET
Geomorfología	0.504	0.500
Pendiente	0.272	0.275
Litología	0.162	0.150
Hidrogeología	0.061	0.075

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Cuadro N° 14. Factor Condicionante: Pendiente

PENDIENTE		PONDERACIÓN: 0.272	
		VALOR PARA GEOPROCESAMIENTO-QGIS	VALOR PONDERACIÓN INGEMMET
DESCRIPTORES	Mayor a 45°	0.441	2
	45° a 35°	0.121	4
	35° a 20°	0.094	4
	20° a 15°	0.309	3
	Menor a 15°	0.035	5

Fuente: Municipalidad Distrital de - CENEPRD

Lurigancho Chosica

Relación de consistencia: RC < 0.1 aceptable



## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Cuadro N° 15. Factor Condicionante: Geomorfología

GEOMORFOLOGÍA		PONDERACIÓN: 0.504	
		VALOR PARA GEOPROCESAMIENTO-QGIS	VALOR PONDERACIÓN INGEMMET
<b>DESCRIPTORES</b>	Terraza fluvial	0.409	1
	Glacis	0.321	2
	Montañas intrusivas, Depósitos proluviales antiguos (Flujos de detritos antiguos)	0.148	3
	Depósitos coluviales	0.080	4
	Depósitos proluviales recientes (Flujos de detritos actuales)	0.042	5

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Relación de consistencia: RC < 0.1 aceptable
--

Cuadro N° 16. Factor Condicionante: Hidrogeológico

HIDROGEOLÓGICO		PONDERACIÓN: 0.061	
		VALOR PARA GEOPROCESAMIENTO-QGIS	VALOR PONDERACIÓN INGEMMET
<b>DESCRIP-TORES</b>	Súper Unidad Santa Rosa, tonalita-diorita	0.7	1
	Depósitos aluviales holocénicos	0.3	5

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cuadro N° 17. Factor Condicionante: Litología

LITOLOGÍA		PONDERACIÓN: 0.164	
		VALOR PARA GEOPROCESAMIENTO-QGIS	VALOR PONDERACIÓN INGEMMET
<b>DESCRIPTORES</b>	Depósitos fluvio-aluviales holocenos	0.605	1
	Súper Unidad Sta. Rosa, monzogranito a adamelita	0.334	2
	Aluviales holocenos	0.061	5

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Relación de consistencia: RC < 0.04 aceptable
---

**Factor Desencadenante**

Cuadro N° 18. Factor Desencadenante: Hidrometeorológico

PRECIPITACIÓN		PONDERACIÓN: 1.0
		VALOR PARA GEOPROCESAMIENTO-QGIS
DESCRIP-TORES	Precipitación Fuerte	0.669
	Precipitación Moderada	0.267
	Precipitación Leve	0.064

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Relación de consistencia: RC < 0.04 aceptable

**3.7. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS**

Se ha considerado el escenario muy alto:

“Ante la presencia de precipitaciones fuertes, con una pendiente mayor a 45°; con una geomorfología compuesta por depósitos aluviales, depósitos coluvio – deluviales y con una litología constituida por talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos; en laderas y cauces de las quebradas: Rayos de Sol, Carossio y Libertad, se produciría la formación de flujos de detritos que ocasionarían muy altos daños a los elementos expuestos a nivel social, económico y ambiental”

**3.8. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD**

Cuadro N° 19. Matriz de Niveles de Peligrosidad

DESCRIPCIÓN	NIVEL DE PELIGROSIDAD
Zonas con pendientes mayores a 35° y zonas menores de 20°, donde discurrieron los flujos de detritos del 23-03-2015 y en depósitos coluviales en las vertientes. Están compuestas de rocas intrusivas y depósitos aluviales holocénicos, de poca permeabilidad y con acuíferos recargados por infiltración del río; donde discurren las precipitaciones anómalas entre 27-18 mm/año.	<b>MUY ALTO</b>
Zonas con pendientes de 45°-20°, en zonas de depósitos coluviales. Están compuestas de rocas intrusivas, de poca permeabilidad, y donde se concentra las precipitaciones anómalas entre 24-18 mm/año.	<b>ALTO</b>
Zonas con pendientes entre 45°-20°, donde discurrieron los flujos de detritos del 23-03-2015 y se encuentran algunos depósitos coluviales en las vertientes. Su litología son depósitos aluviales holocénicos, de poca permeabilidad, y donde discurren las precipitaciones anómalas entre 24-21 mm/año.	<b>MEDIO</b>
Zonas con pendientes entre 35° y menores a 15°, donde se encuentran zonas de flujos antiguos y en las partes más altas de las laderas. Están compuestas de rocas intrusivas y de depósitos aluviales holocénicos, de poca permeabilidad con acuíferos recargados por filtraciones del río, y donde se concentra las precipitaciones anómalas entre 27-21 mm/año.	<b>BAJO</b>

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

### 3.9. NIVELES DE PELIGROSIDAD

Se presentan los valores de peligrosidad asociados a los niveles desde muy alto a bajo para el geoprocesamiento.

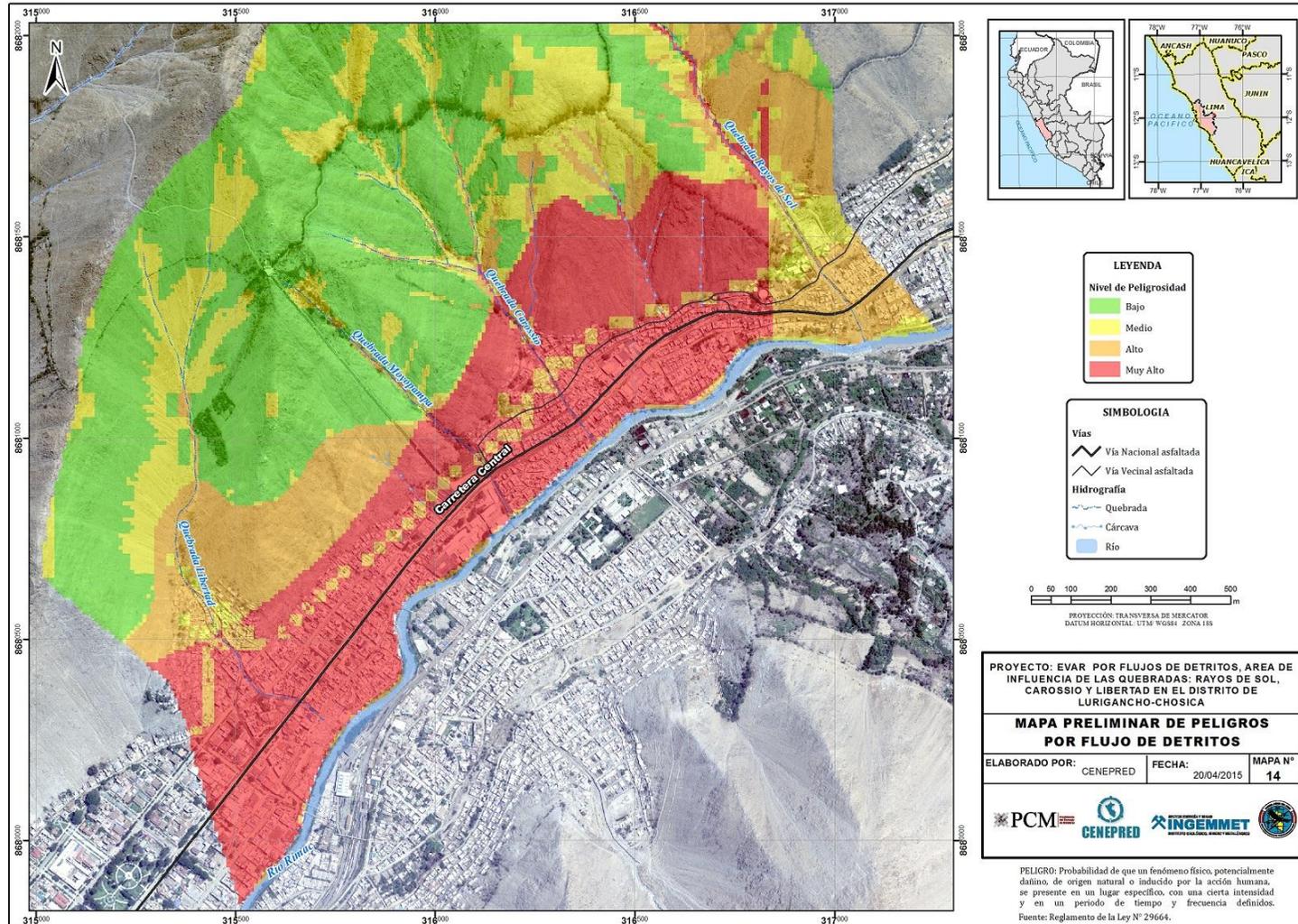
Cuadro N° 20. Niveles de Peligrosidad

<b>MUY ALTO</b>	$0.267 \leq R \leq 0.568$
<b>ALTO</b>	$0.087 \leq R < 0.267$
<b>MEDIO</b>	$0.062 \leq R < 0.087$
<b>BAJO</b>	$0.015 \leq R < 0.062$

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

## 3.10. MAPA DE PELIGROSIDAD

Mapa N° 14. Mapa de peligrosidad por flujos de detritos para un periodo de retorno de 16 años en las quebradas Rayos de Sol, Carosio y Libertad

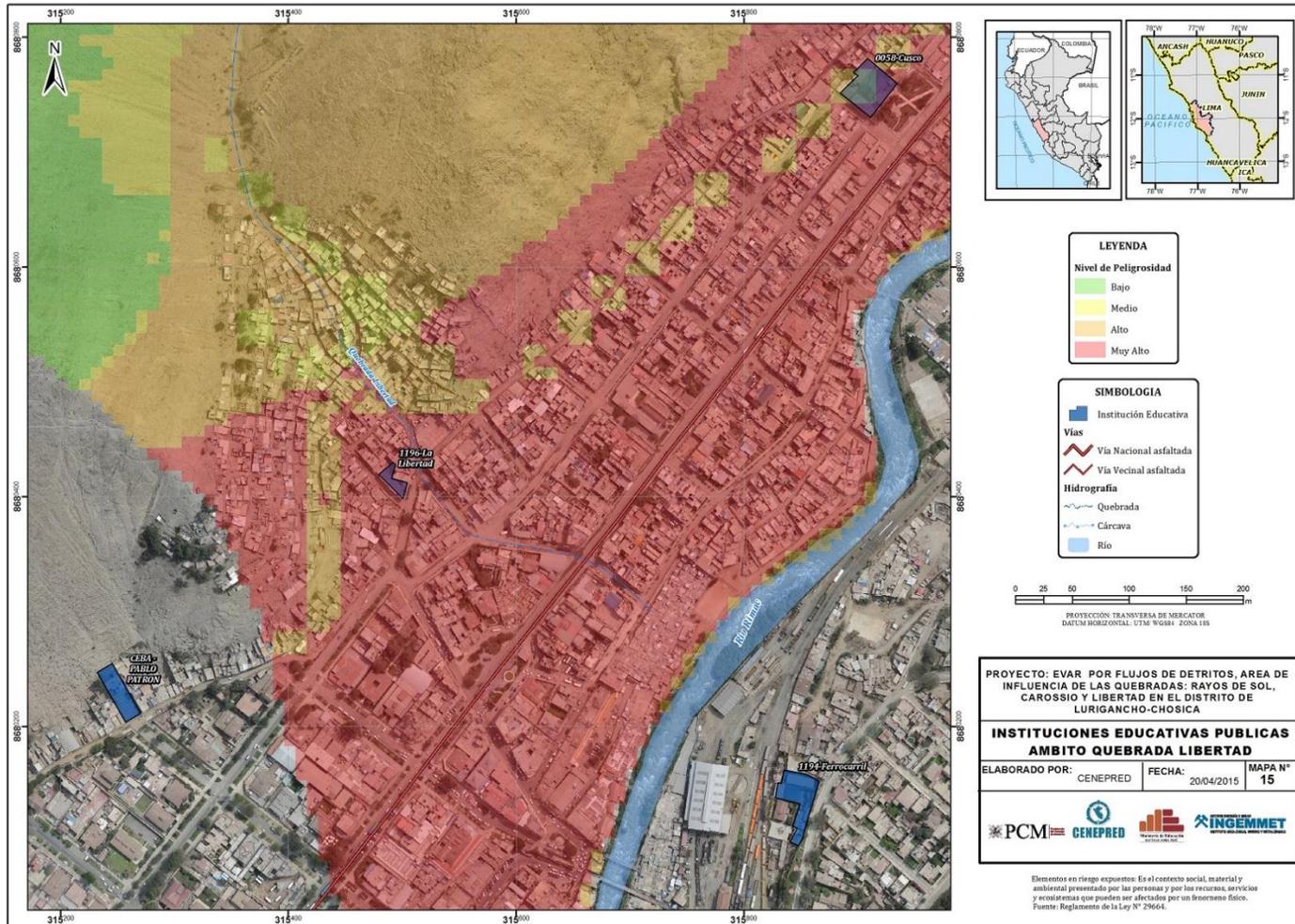


Fuente: INGEMMET, 2015

3.11. MAPAS DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS EXPUESTAS AL PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS

En el Anexo 3 se presenta un análisis detallado de la Instituciones Educativas Públicas expuestas a peligros.

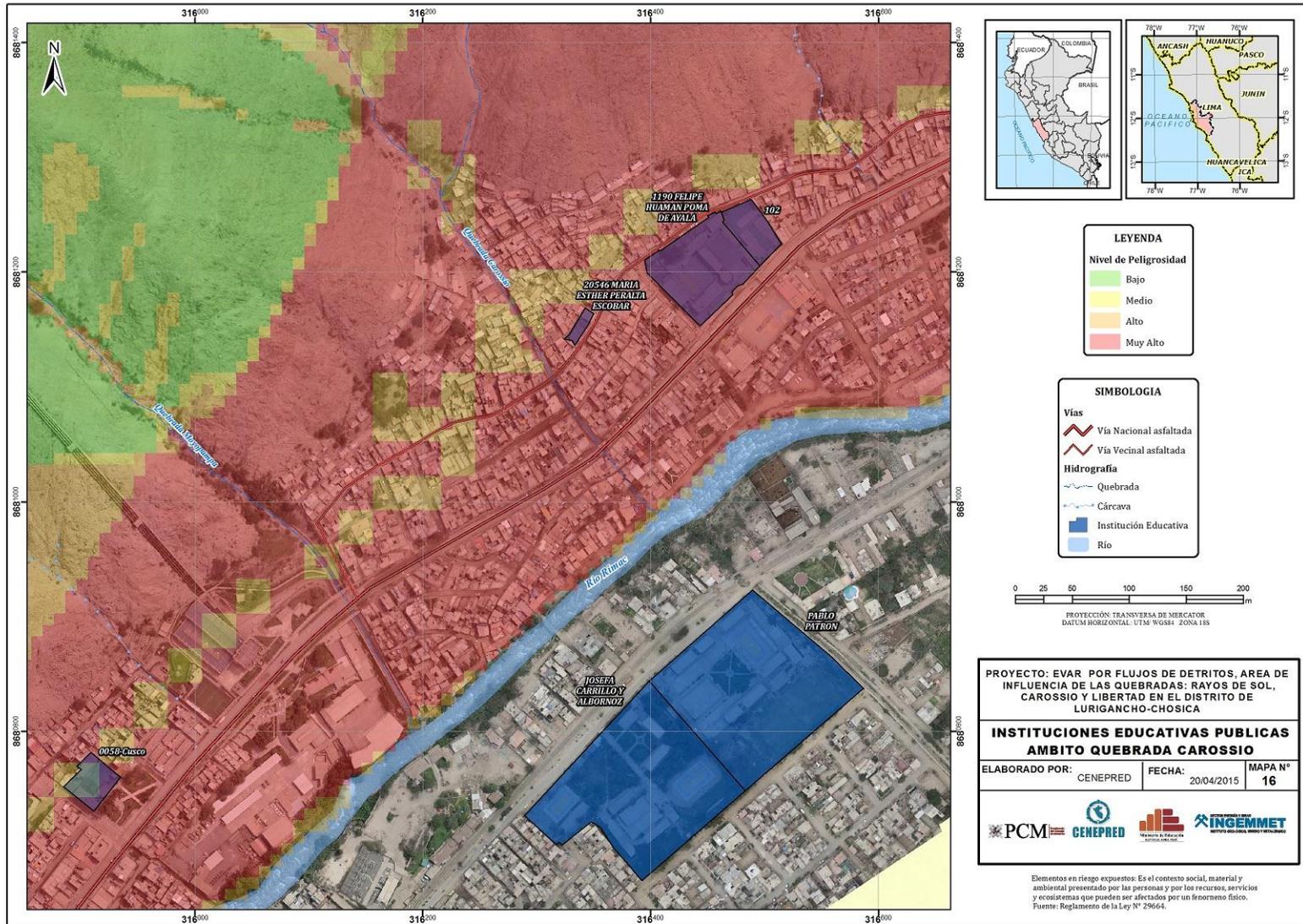
Mapa N° 15. Mapa de Instituciones educativas expuestas al peligro por flujo de detritos. Quebrada Libertad



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 16. Mapa de Instituciones educativas expuestas al peligro por flujo de detritos. Quebrada Carossio



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

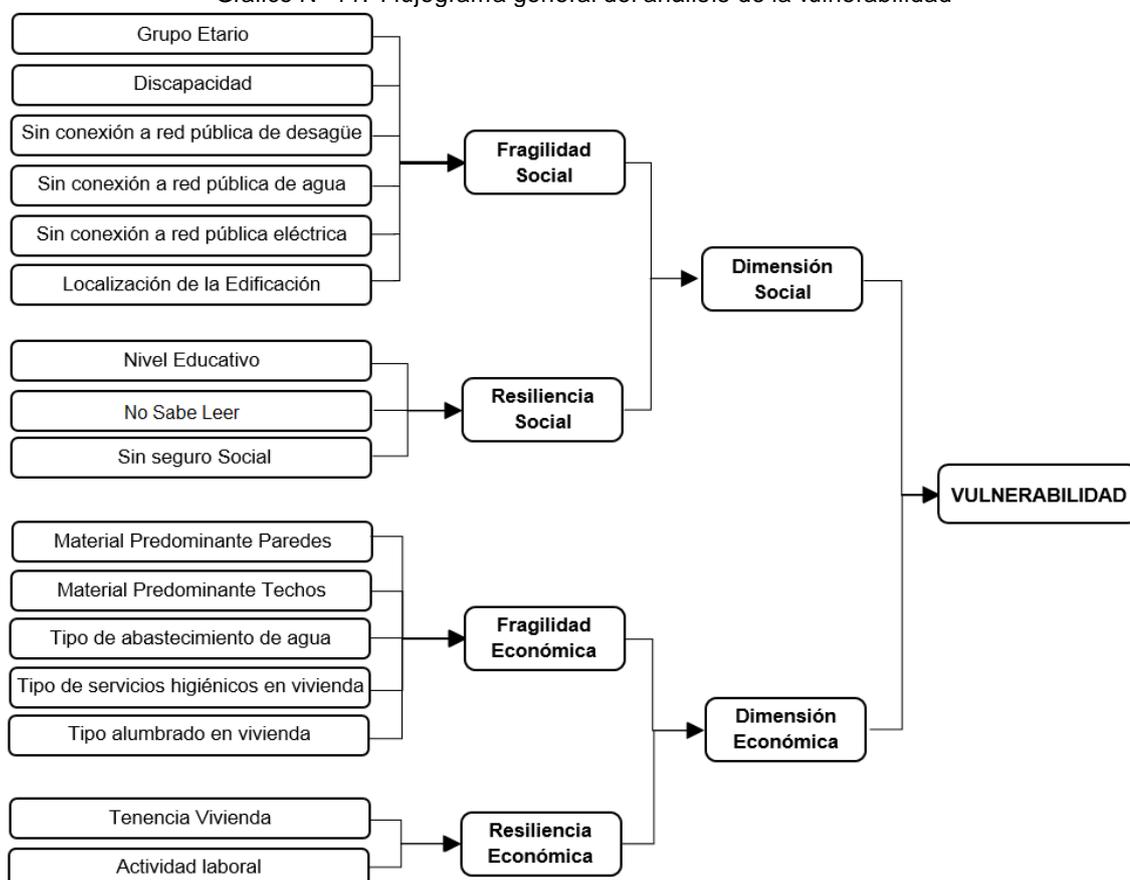
## 4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

### 4.1. ÁREA DE INFLUENCIA DE QUEBRADA RAYOS DE SOL, CAROSSIO Y LIBERTAD DEL DISTRITO DE LURIGANCHO CHOSICA

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área de influencia de las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad se consideró la dimensión social y económica. Se recopiló información cartográfica del INEI, así como información cartográfica y modelos de elevación digital proporcionada por CONIDA e información de la plataforma SIGRID del CENEPRED.

El Grafico N° 11 presenta el Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad del área de influencia de las quebradas de Rayos de Sol, Carossio y Libertad en el distrito de Lurigancho Chosica.

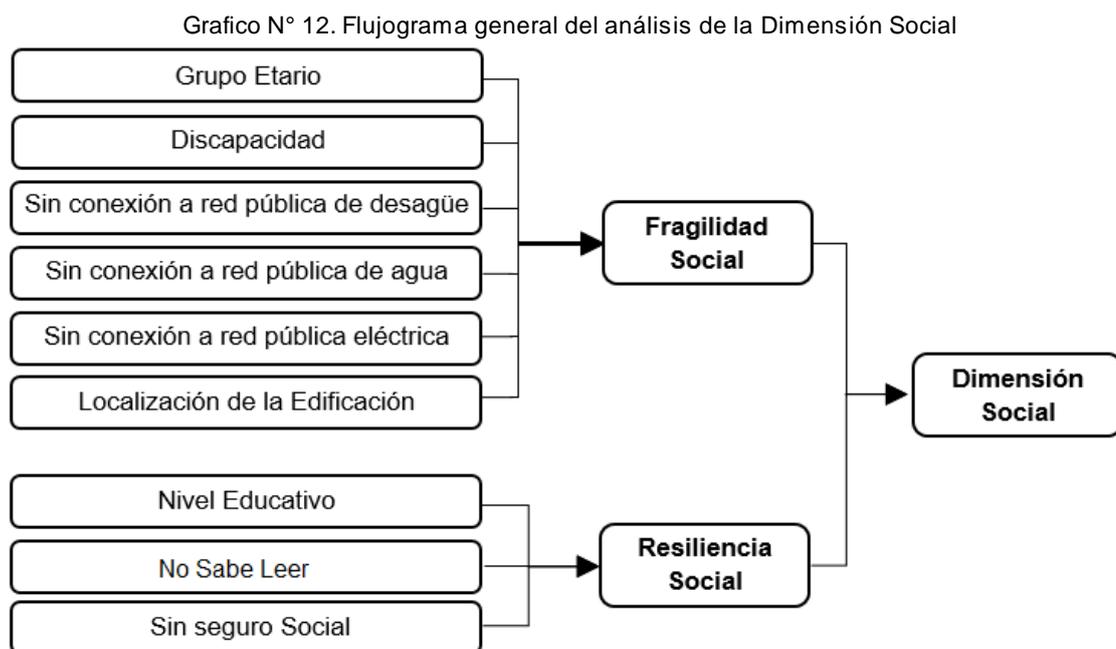
Grafico N° 11. Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

**4.2. VULNERABILIDAD SOCIAL**

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características intrínsecas de la población del área de influencia de las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad 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.



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

**I. ANÁLISIS DE FRAGILIDAD SOCIAL**

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son:

- Grupo Etario
- Discapacidad
- Sin conexión a red pública de desagüe
- Sin conexión a red pública de agua
- Sin conexión a red pública eléctrica
- Localización de la edificación

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

**Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Social**

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 (Anexo 1). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 6x6 (Anexo 2), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis. Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 6x6 el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados para la fragilidad social se presentan en la matriz de comparación de pares a continuación.

Cuadro N° 21. Matriz de comparación de pares para la Fragilidad Social

PARÁMETRO	GRUPO ETARIO	DISCAPACIDAD	SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA DE AGUA POTABLE	SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA DE DESAGÜE	SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA ELÉCTRICA	LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN
GRUPO ETARIO	1.000	0.333	4.000	5.000	6.000	0.250
DISCAPACIDAD	3.000	1.000	3.000	4.000	5.000	0.167
SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA DE AGUA POTABLE	0.250	0.333	1.000	2.000	3.000	0.125
SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA DE DESAGÜE	0.200	0.250	0.500	1.000	2.000	0.125
SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA ELÉCTRICA	0.167	0.200	0.333	0.500	1.000	0.125
LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	4.000	6.000	8.000	8.000	8.000	1.000

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,029
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,026

Cuadro N° 22. Parámetros ponderados

PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Grupo Etario	0.170
Discapacidad	0.190
Sin conexión a red pública de agua potable	0.069
Sin conexión a red pública de desagüe	0.047
Sin conexión a red pública eléctrica	0.033
Localización de la Edificación	0.491

Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica - CENEPRED

## Ponderación de los descriptores para la Fragilidad Social

- **GRUPO ETARIO**

Para este parámetro en particular, se agruparon en un solo Sub-Parámetro los grupos etarios de menores a un año y mayores a 65 años.

Cuadro N° 23. Matriz de comparación de pares para Grupo Etario

Grupo etario	< 1 y > 65 años	1 a 14 años	14-29 años	30-44 años	45-64 años
<b>&lt; 1 y &gt; 65 años</b>	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
<b>1 a 14 años</b>	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
<b>14-29 años</b>	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
<b>30-44 años</b>	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
<b>45-64 años</b>	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0.047
Relación de consistencia (RC <0.1)	<b>0.043</b>

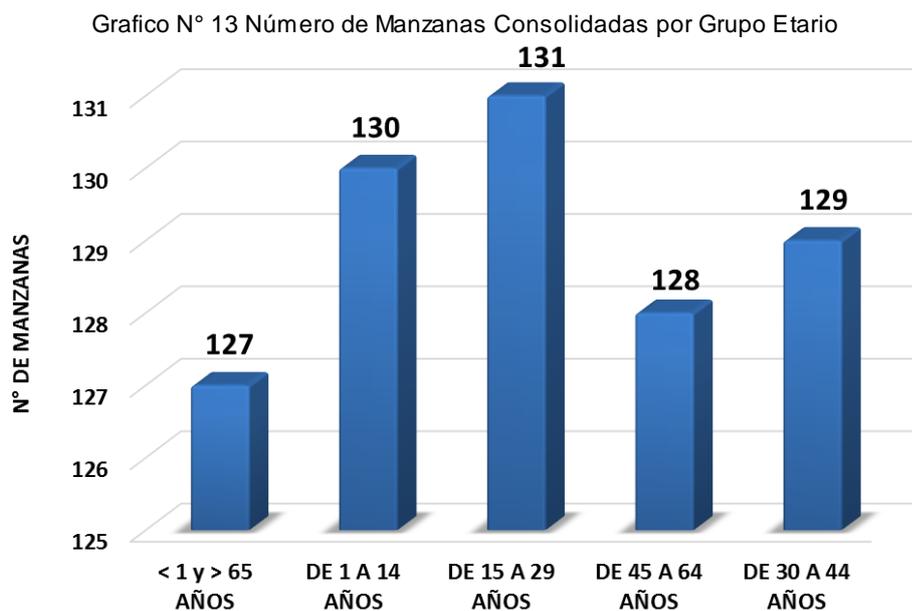
Cuadro N° 24. Sub-Parámetros ponderados

SUB-PARÁMETRO	PESO PONDERADO
<1 y >65 años	0.474
1 a 14 años	0.286
14-29 años	0.136
30-44 años	0.069
45-64 años	0.035

Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cada sub-parámetro cuenta con un conjunto de descriptores que fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “Natural Breaks (Jenks)” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Considerando la base de datos utilizada para el análisis se realizó un gráfica que muestra a continuación la cantidad de manzanas por grupo etario según información de INEI para el censo del 2007.



Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica - CENEPRED

• **DISCAPACIDAD**

Para este parámetro se consideró el número total de personas en el área de estudio con algún tipo de discapacidad: mental, de brazos y piernas, visual, auditiva o del habla. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 25. Matriz de comparación de pares para Discapacidad

DISCAPACIDAD	14 – 32	7 – 14	4 – 7	2 – 4	1 – 2
14 – 32	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
7 – 14	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
4 – 7	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
2 – 4	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
1 – 2	0.13	0.14	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

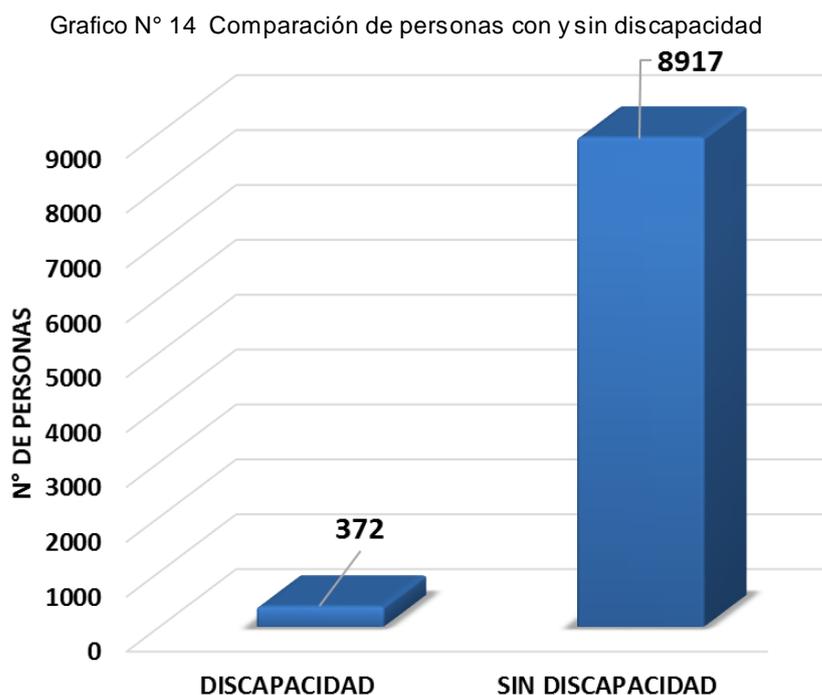
Índice de consistencia	0.010
Relación de consistencia (RC <0.1)	<b>0.009</b>

Cuadro N° 26. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
14 – 32	0.431
7 – 14	0.278
4 – 7	0.151
2 – 4	0.092
1 – 2	0.047

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

El gráfico a continuación muestra el número de personas con algún tipo de discapacidad respecto del total de población sin discapacidad en el área de estudio.



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

- SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA DE DESAGÜE**

Para este parámetro se ha considerado el número de pobladores que no tienen acceso a servicio de desagüe con una conexión a la red pública. En este parámetro están incluidos aquellos pobladores que utilizan pozos sépticos, pozos ciego o negro, letrinas, rio, acequia o canal y aquellos que simplemente no tienen. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 27. Matriz de comparación de pares

Sin conexión a red pública de desagüe	6 - 8	4 - 6	2 - 4	2	1
6 - 8	1.00	2.00	5.00	6.00	8.00
4 - 6	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
2 - 4	0.20	0.33	1.00	3.00	3.00
2	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
1	0.13	0.14	0.33	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Índice de consistencia	0,049
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,044

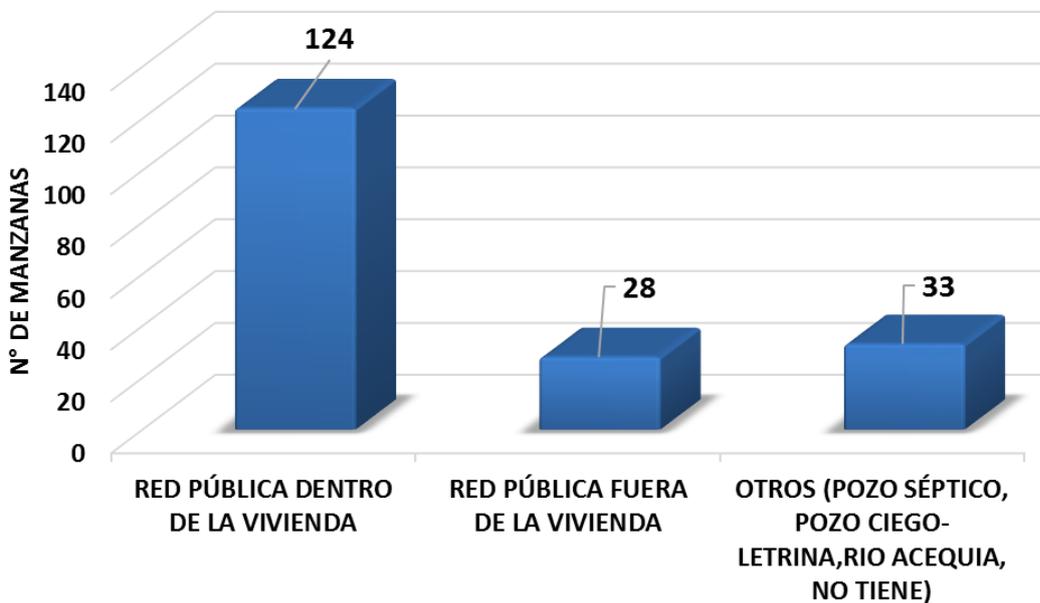
Cuadro N° 28. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
6 - 8	0.464
4 - 6	0.296
2 - 4	0.125
2	0.075
1	0.041

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

El gráfico a continuación muestra el número de manzanas en las que los pobladores tienen o no acceso a la red pública de desagüe y aquellas manzanas en las que hacen uso de pozos sépticos, etc.

Gráfico N° 15. Número de manzanas agrupadas por tipo de servicio de desagüe



**Fuente:** Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

• **SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA DE AGUA POTABLE**

Este parámetro ha considerado el número de pobladores que no tienen acceso a servicio de agua con una conexión a la red pública. En este parámetro están incluidas aquellos pobladores que sólo tienen agua utilizando pilón de uso público, camión-cisterna u otro similar, pozo, río, acequia, manantial o similar y otros. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 29. Matriz de comparación de pares para sin conexión a red pública de agua

SIN CONEXIÓN RED PÚBLICA DE AGUA EN VIVIENDA Y EN LA EDIFICACIÓN	22 - 29	11 - 22	6 - 11	3 - 6	1 - 3
22 - 29	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
11 - 22	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
6 - 11	0.20	0.33	1.00	3.00	3.00
3 - 6	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
1 - 3	0.13	0.14	0.33	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Índice de consistencia	0,065
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,058

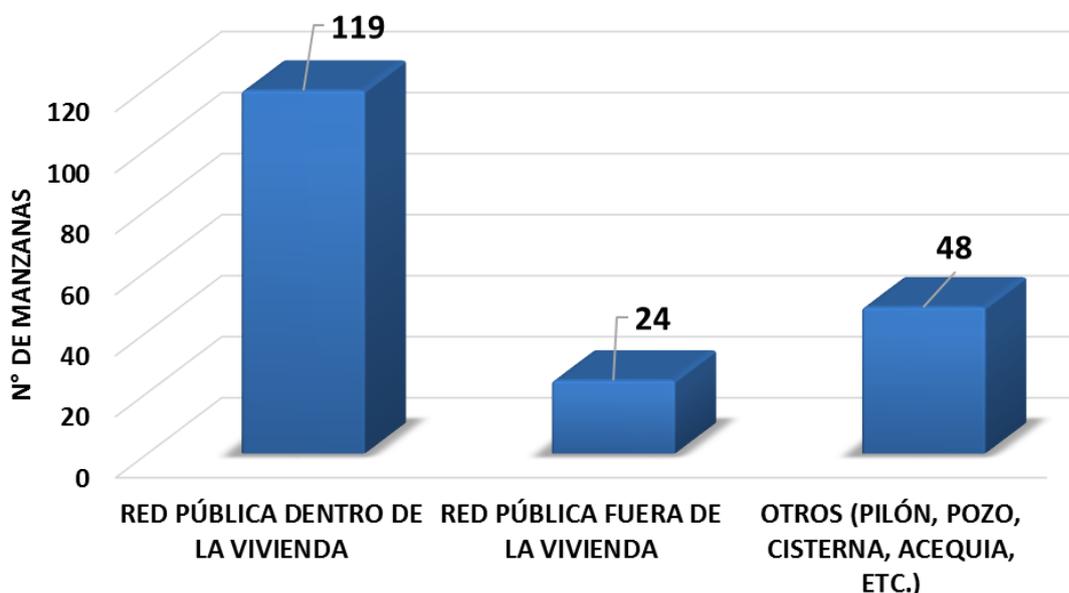
Cuadro N° 30. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
22 - 29	0.492
11 - 22	0.270
6 - 11	0.123
3 - 6	0.074
1 - 3	0.040

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

El gráfico a continuación muestra el número de manzanas en las que los pobladores tienen o no acceso a la red pública de agua y aquellas en las que hacen uso de pozos pilones, pozo, manantiales, camiones cisterna, etc.

Gráfico N° 16. Número de manzanas agrupadas por tipo abastecimiento de agua



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

- SIN CONEXIÓN A RED PÚBLICA ELÉCTRICA**

Este parámetro ha considerado el número de pobladores que no tienen acceso a servicio de alumbrado eléctrico con una conexión a la red pública. Están incluidas aquellas viviendas que tienen alumbrado utilizando kerosene, petróleo, gas, vela u otro. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 31. Matriz de comparación de pares

SIN CONEXION A RED PÚBLICA ELÉCTRICA	4 - 6	3 - 4	2 - 3	2	1
4 - 6	1.00	2.00	5.00	6.00	8.00
3 - 4	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
2 - 3	0.20	0.50	1.00	3.00	3.00
2	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
1	0.13	0.14	0.33	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,046
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,041

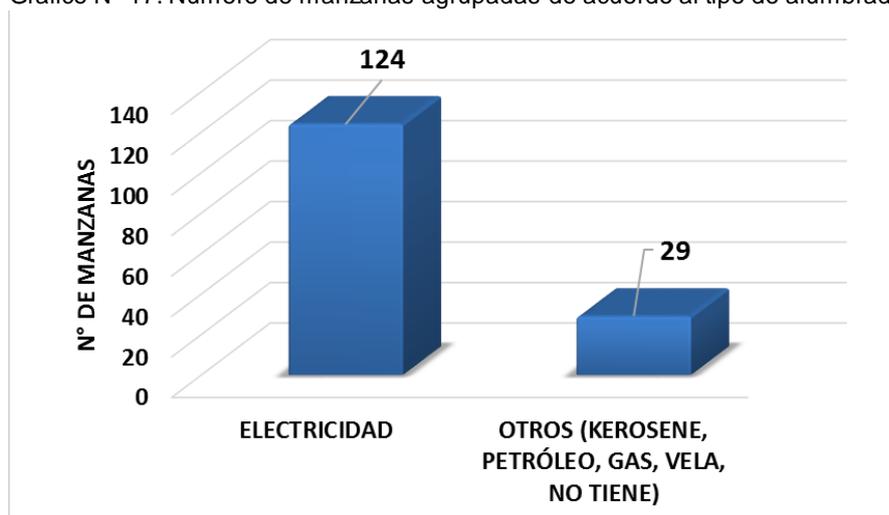
Cuadro N° 32. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
4 - 6	0.471
3 - 4	0.277
2 - 3	0.136
2	0.075
1	0.041

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

La gráfica a continuación muestra la forma en que los pobladores iluminan su vivienda, considerando una distribución a nivel de manzanas.

Grafico N° 17. Número de manzanas agrupadas de acuerdo al tipo de alumbrado



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

## • LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Dada la ubicación geográfica de las manzanas evaluadas se tomó como valor del descriptor común para todas, el correspondiente a “Muy cercana” (0 km a 0.2 km), es decir 0.503. Si bien el peso ponderado del Parámetro del cuadro N° 33 indica el valor de 0.643, (CENEPRED, 2014) la ponderación utilizando el análisis jerárquico asigna una ponderación de 0.491 en concordancia con los resultados del Cuadro N° 22.

## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Cuadro N° 33. Localización de centros poblados

PARÁMETRO		LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	FA11	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PFA11	0.503
	FA12	Cercana 0.2 km – 1 km	PFA12	0.260
	FA13	Medianamente cerca 1 – 3 km	PFA13	0.134
	FA14	Alejada 3 – 5 km	PFA14	0.068
	FA15	Muy alejada > 5 km	PFA15	0.035

Fuente: CENEPRD, 2014.

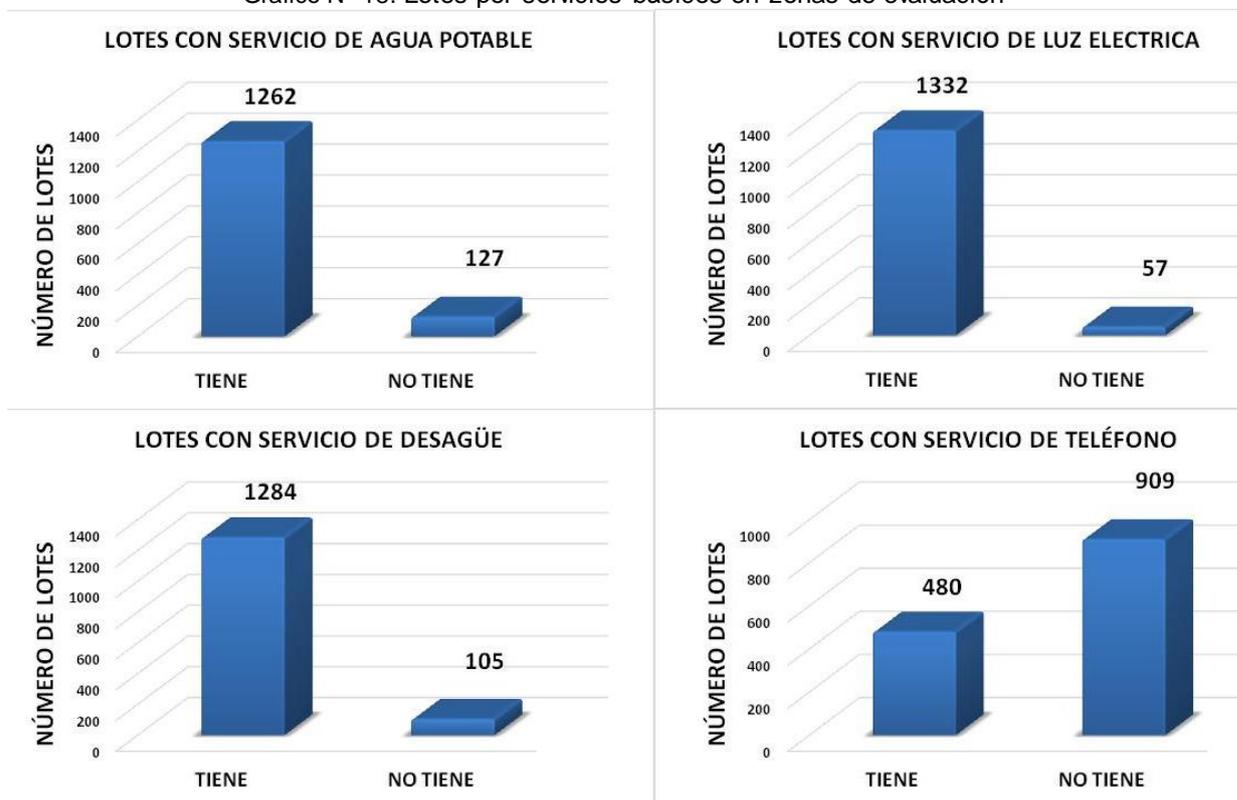
Finalmente el cuadro y gráfico a continuación presentan información de los servicios básicos de las personas a nivel de lotes considerando información de COFOPRI en la zona de evaluación.

Cuadro N° 34. Lotes por servicios básicos en zonas de evaluación

LOTES CON SERVICIO DE AGUA POTABLE		LOTES CON SERVICIO DE LUZ ELÉCTRICA		LOTES CON SERVICIO DE DESAGÜE		LOTE CON SERVICIO DE TELÉFONO	
TIENE	NO TIENE	TIENE	NO TIENE	TIENE	NO TIENE	TIENE	NO TIENE
1262	127	1332	57	1284	105	480	909

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Gráfico N° 18. Lotes por servicios básicos en zonas de evaluación



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

## II. ANÁLISIS DE RESILIENCIA SOCIAL

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: Nivel Educativo, No sabe leer, Sin seguro social.

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

### Ponderación de los parámetros de la Resiliencia Social

A continuación la matriz de comparación de pares para establecer la ponderación asociada a los niveles de resiliencia social.

Cuadro N° 35. Matriz de comparación de pares

PARÁMETRO	NIVEL EDUCATIVO	NO SABE LEER	SEGURO SOCIAL
NIVEL EDUCATIVO	1.00	2.00	7.00
NO SABE LEER	0.50	1.00	2.00
SIN SEGURO SOCIAL	0.14	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,018
Relación de consistencia (RC <0.04)	0,033

Cuadro N° 36. Parámetros ponderados

PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Nivel educativo	0.627
No sabe leer	0.263
Sin Seguro social	0.110

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

**Ponderación de los parámetros y descriptores de la Resiliencia Social**

Como se indicó previamente, los parámetros para el análisis de la resiliencia social que han sido considerados son: Nivel educativo, No saber leer y Sin seguro Social. A continuación se presenta el análisis jerárquico para los descriptores.

- **NIVEL EDUCATIVO**

Este parámetro considera el número de personas sin ningún tipo de educación a nivel de manzanas. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 37. Matriz de ponderación de pares

NIVEL EDUCATIVO	12 - 25	7 - 12	4 - 7	2 - 4	1 - 2
12 - 25	1.00	2.00	3.00	6.00	8.00
7 - 12	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
4 - 7	0.33	0.50	1.00	3.00	3.00
2 - 4	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
1 - 2	0.13	0.14	0.33	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,035
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,031

Cuadro N° 38. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
12 - 25	0.439
7 - 12	0.288
4 - 7	0.154
2 - 4	0.076
1 - 2	0.043

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

- NO SABE LEER**

Este parámetro considera el número de personas que no saben leer a nivel de manzanas. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 39. Matriz de ponderación de pares

NO SABE LEER	23 - 45	10 - 23	6 - 10	3 - 6	1 - 3
23 - 45	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
10 - 23	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
6 - 10	0.25	0.50	1.00	2.00	6.00
3 - 6	0.20	0.20	0.50	1.00	5.00
1 - 3	0.13	0.14	0.17	0.20	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

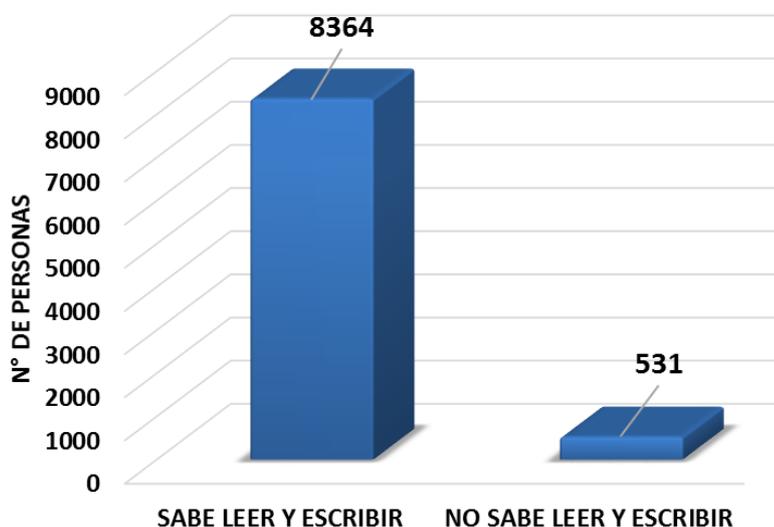
Índice de consistencia	0,061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,055

Cuadro N° 40. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
23 - 45	0.440
10 - 23	0.280
6 - 10	0.151
3 - 6	0.095
1 - 3	0.034

Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica - CENEPRED

Gráfico N° 19. Cuadro comparativo de personas Analfabetas y no Analfabetas .



Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica – CENEPRED

- SIN SEGURO SOCIAL**

Este parámetro considera el número de personas que no poseen ningún tipo de seguro social a nivel de manzanas. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 41. Matriz de ponderación de pares

SIN SEGURO SOCIAL	143 - 325	78 - 143	43 - 78	24 - 43	1 - 24
143 - 325	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
78 - 143	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
43 - 78	0.33	0.50	1.00	2.00	6.00
24 - 43	0.20	0.20	0.50	1.00	5.00
1 - 24	0.13	0.14	0.17	0.20	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica - CENEPRED

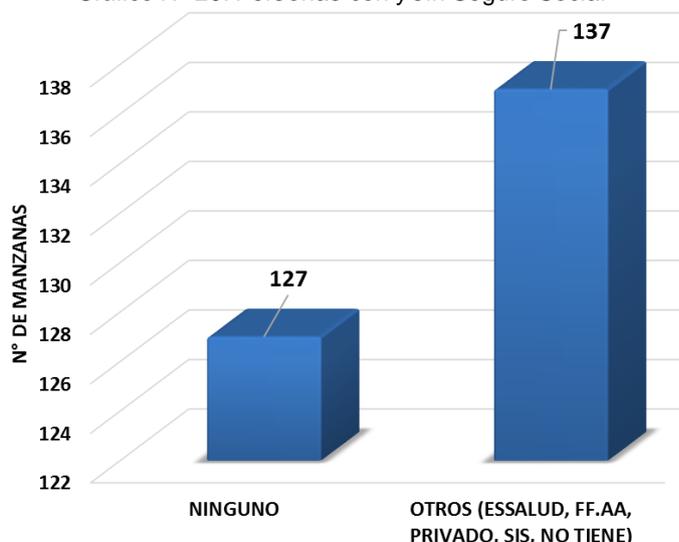
Índice de consistencia	0,054
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,048

Cuadro N° 42. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
143 - 325	0.422
78 - 143	0.286
53 - 78	0.162
32 - 53	0.096
1 - 32	0.034

Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica y CENEPRED

Gráfico N° 20. Personas con y sin Seguro Social



Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica y CENEPRED

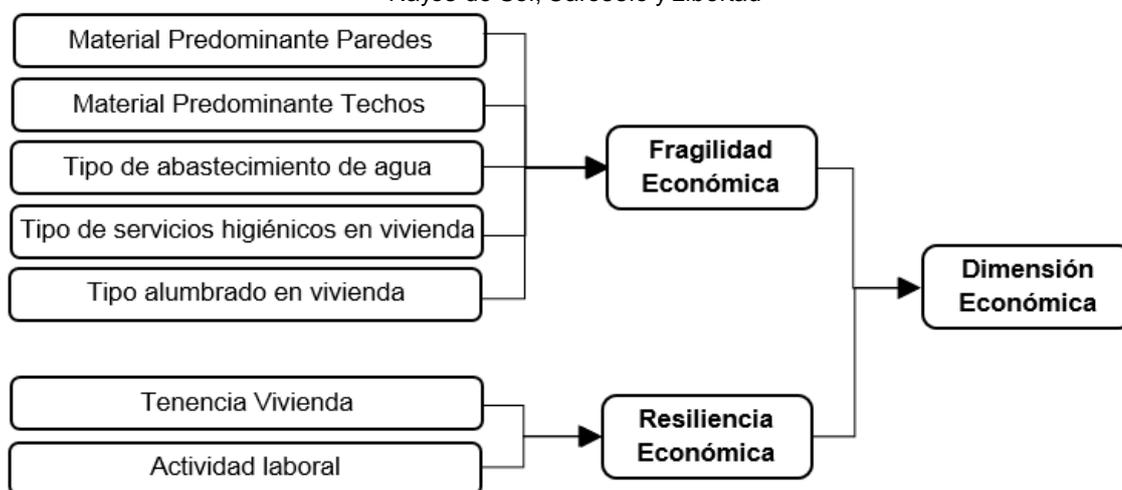
### 4.3. VULNERABILIDAD ECONÓMICA

El análisis de la dimensión económica considera características de las viviendas (dan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población).

Los parámetros considerados son: Material predominante en Paredes, Material predominante en Techos, Tipo de abastecimiento de agua en vivienda, tipo de servicios higiénicos en vivienda, tipo de alumbrado en vivienda, tenencia vivienda y actividad laboral en el último mes.

A continuación se presenta el flujograma de análisis de la dimensión social del área de influencia de las quebradas: Rayos de Sol, Carossio y Libertad (Gráfico N° 21).

Grafico N° 21. Flujograma de análisis de la dimensión económica del área de influencia de las quebradas: Rayos de Sol, Carossio y Libertad



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

**I. ANÁLISIS DE FRAGILIDAD ECONÓMICA**

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad económica son: material predominante de paredes, material predominante en techos, tipo de abastecimiento de agua en vivienda, tipo de servicios higiénicos en vivienda y tipo de alumbrado en vivienda. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio.

Para la ponderación de los parámetros se utiliza una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 43), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis.

Cuadro N° 43. Matriz de comparación de pares para fragilidad económica

PARÁMETROS	MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA	MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHO DE LA VIVIENDA	TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN VIVIENDA	TIPO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS EN VIVIENDA	TIPO DE ALUMBRADO EN VIVIENDA
MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHO DE LA VIVIENDA	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN VIVIENDA	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
TIPO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS EN VIVIENDA	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
TIPO DE ALUMBRADO EN VIVIENDA	0.11	0.14	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 44.

Cuadro N° 44. Parámetros ponderados para la fragilidad económica

PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Material predominante en las paredes exteriores de la vivienda	0.470
Material predominante en techo de la vivienda	0.265
Tipo de abastecimiento de agua	0.143
Tipo de servicios higiénicos en vivienda	0.078
Tipo de alumbrado en vivienda	0.044

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Índice de consistencia	0,007
Relación de consistencia (RC <0.1)	<b>0,007</b>

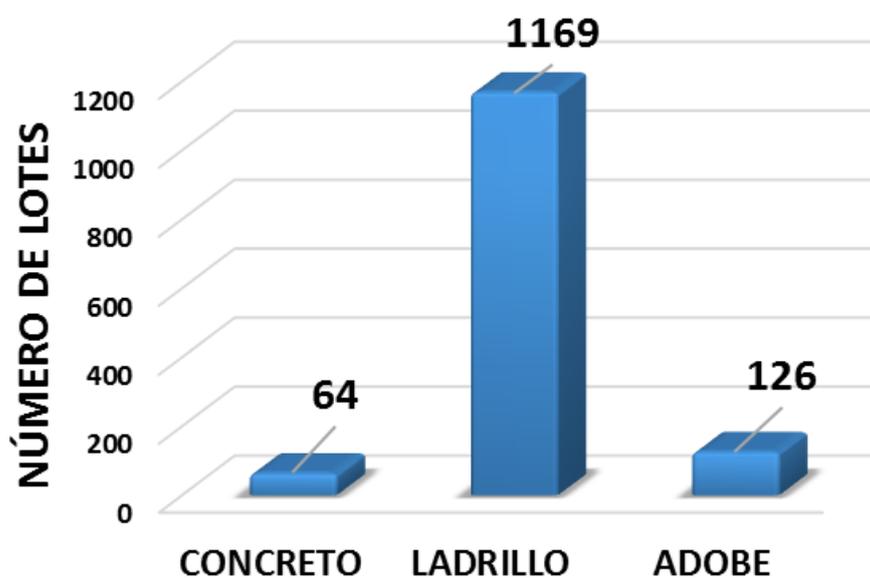
Información proporcionada por COFOPRI brindó datos relevantes para el análisis de la fragilidad económica a nivel de lotes. Los cuadros N° 45 al 47 y los gráficos del N° 22 al 24 muestran las principales características

Cuadro N° 45. Material de estructura predominante a nivel de lote

CONCRETO	LADRILLO	ADOBE
64	1169	126

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Gráfico N° 22. Material de estructura predominante a nivel de lote.



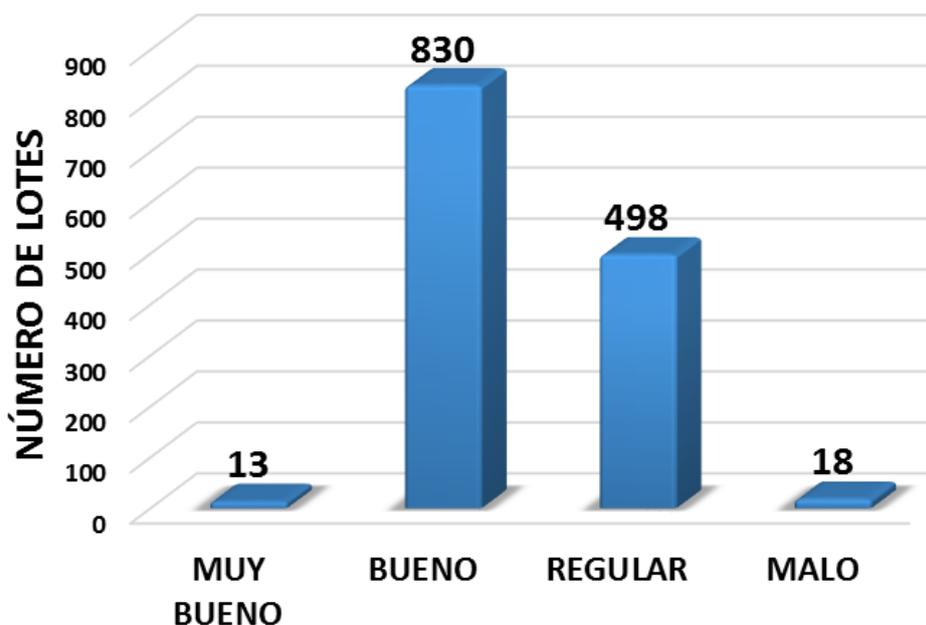
Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cuadro N° 46. Estado de conservación de la edificación a nivel de lote

MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
13	830	498	18

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Gráfico N° 23. Estado de conservación de la edificación a nivel de lote



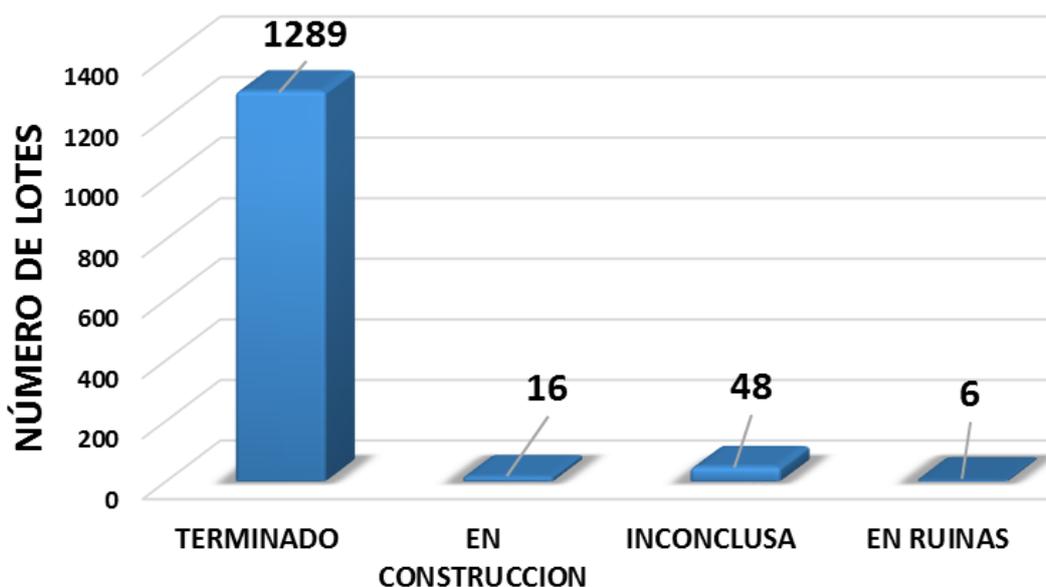
Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cuadro N° 47. Estado de la construcción a nivel de lote

TERMINADO	EN CONSTRUCCIÓN	INCONCLUSA	EN RUINAS
1289	16	48	6

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Gráfico N° 24. Estado de la construcción a nivel de lote



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

**Ponderación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Económica**

Los parámetros para el análisis de la fragilidad económica se han considerado: Material Predominante Paredes, Material Predominante Techos, Tipo de abastecimiento de agua en vivienda, Tipo de servicios higiénicos en vivienda y Tipo de alumbrado en vivienda.

- **MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA**

La matriz a continuación presenta al conjunto de sub-parámetros que muestran las principales características del material predominante en las paredes exteriores de las viviendas evaluadas. Cada sub-parámetro cuenta con un conjunto de descriptores que fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “Natural Breaks (Jenks)” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 48. Matriz de comparación de pares

MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA	MADERA, ESTERA, OTRO	QUINCHA (CAÑA DE BARRO), PIEDRA CON BARRO	ADOBE O TAPIA	PIEDRA O SILLAR CON CAL O CEMENTO	LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTO
MADERA, ESTERA, OTRO	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
QUINCHA (CANA DE BARRO), PIEDRA CON BARRO	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
ADOBE O TAPIA	0.25	0.50	1.00	3.00	4.00
PIEDRA O SILLAR CON CAL O CEMENTO	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTO	0.14	0.17	0.25	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Cuadro N° 49. Sub-Parámetros ponderados

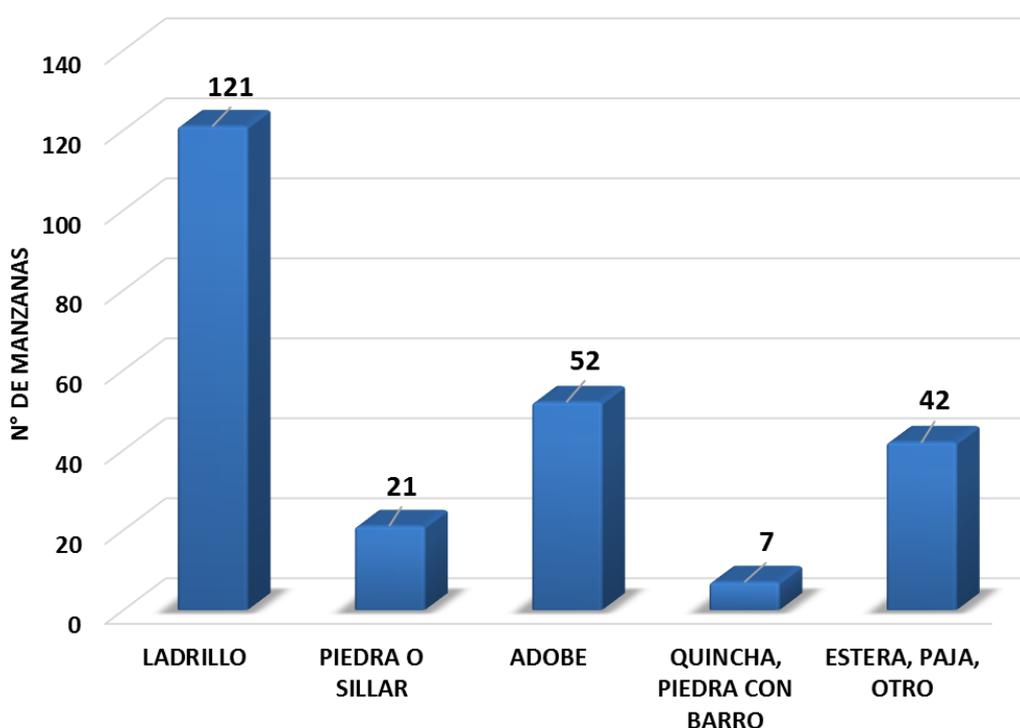
SUB-PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Madera, estera, otro	0.455
Quincha (caña de barro), piedra con barro	0.265
Adobe o tapia	0.156
Piedra o sillar con cal o cemento	0.080
Ladrillo o bloque de cemento	0.043

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Índice de consistencia	0,040
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,036

El gráfico a continuación muestra el material predominante en las paredes a nivel de manzanas en la zona de evaluación. Dicha estadística fue elaborada con datos del INEI del censo 2007.

Gráfico N° 25. Número de manzanas de acuerdo al material predominante en paredes a nivel de manzanas



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

- **MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS**

La matriz a continuación presenta al conjunto de sub-parámetros que muestran las principales características del material predominante en los techos de las viviendas evaluadas. Cada sub-parámetro cuenta con un conjunto de descriptores que fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

## EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Cuadro N° 50. Matriz de comparación de pares

MATERIAL PREDOMINANTE TECHOS	CAÑA O ESTERA CON TORTA DE BARRO, ESTERA, PAJAS HOJAS DE PALMERA Y OTRO MATERIAL	PLANCHA DE CALAMINA, FIBRA DE CEMENTO O SIMILARES	TEJAS	MADERA	CONCRETO ARMADO
CAÑA O ESTERA CON TORTA DE BARRO, ESTERA, PAJAS HOJAS DE PALMERA Y OTRO MATERIAL	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
PLANCHA DE CALAMINA, FIBRA DE CEMENTO O SIMILARES	0.33	1.00	2.00	3.00	7.00
TEJAS	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
MADERA	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
CONCRETO ARMADO	0.13	0.14	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cuadro N° 51. Sub-Parámetros ponderados

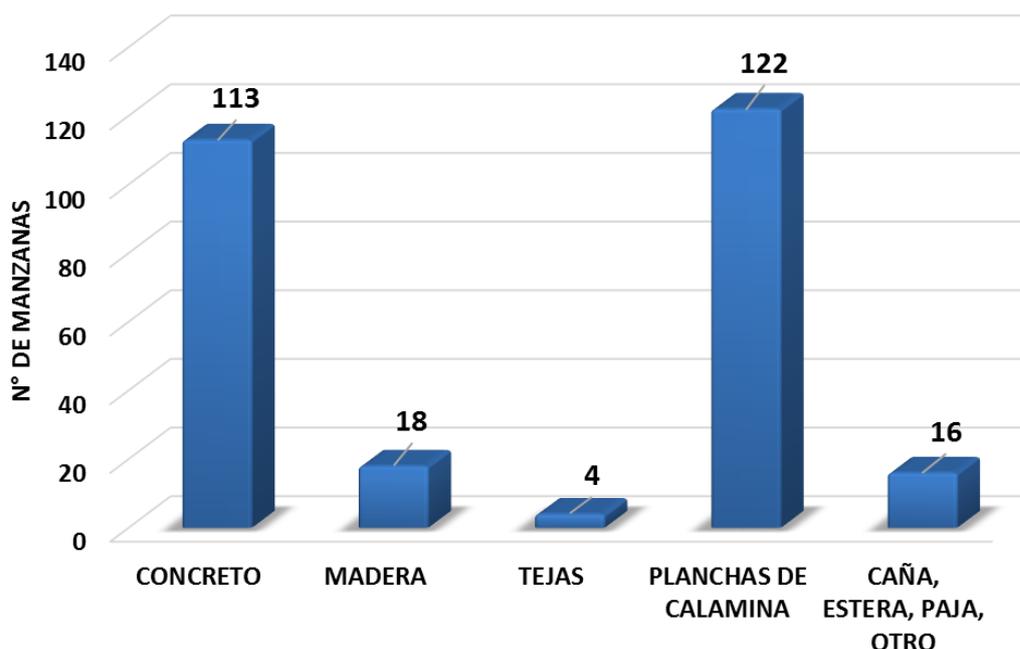
SUB-PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Caña o estera con torta de barro, estera, pajas hojas de palmera y otro material	0.516
Plancha de calamina, fibra de cemento o similares	0.237
Tejas	0.125
Madera	0.078
Concreto armado	0.045

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,022
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,020

El gráfico a continuación muestra el material predominante en los techos a nivel de manzanas en la zona de evaluación. Dicha estadística fue elaborada con datos del INEI del censo 2007.

Gráfico N° 26. Número de manzanas de acuerdo al material predominante en techos a nivel de manzanas



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

- TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN VIVIENDA**

La matriz a continuación muestra al conjunto de sub-parámetros que muestran los principales tipos de abastecimiento de agua de las viviendas evaluadas. Cada sub-parámetro cuenta con un conjunto de descriptores que fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 52. Matriz de comparación de pares

TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	RÍO, ACEQUIA, MANANTIAL, SIMILAR Y OTRO	POZO	CAMIÓN CISTERNA U OTRO SIMILAR	PILÓN DE USO PUBLICO	RED PÚBLICA DE AGUA EN VIVIENDA Y EN LA EDIFICACIÓN
RÍO, ACEQUIA, MANANTIAL, SIMILAR Y OTRO	1.00	3.00	6.00	7.00	8.00
POZO	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
CAMIÓN CISTERNA U OTRO SIMILAR	0.17	0.50	1.00	3.00	4.00
PILÓN DE USO PUBLICO	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
RED PÚBLICA DE AGUA EN VIVIENDA Y EN LA EDIFICACIÓN	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cuadro N° 53. Sub-Parámetros ponderados

SUB-PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Río, Acequia, Manantial, similar y otro	0.524
Pozo	0.227
Camión cisterna u otro similar	0.136
Pilón de uso publico	0.074
Red pública de agua en vivienda y en la edificación	0.040

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,056
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,051

• TIPO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS EN VIVIENDA

La matriz a continuación presenta al conjunto de sub-parámetros que muestran los principales tipos de servicios higiénicos con los que cuentan las viviendas evaluadas. Cada sub-parámetro cuenta con un conjunto de descriptores que fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 54. Matriz de comparación de pares

TIPO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS EN VIVIENDA	RIO ACEQUIA O CANAL O NO TIENE	POZO CIEGO O LETRINA	POZO SÉPTICO	RED PÚBLICA DESAGÜE FUERA VIVIENDA	RED PÚBLICA DESAGÜE DENTRO VIVIENDA
RIO ACEQUIA O CANAL O NO TIENE	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00
POZO CIEGO O LETRINA	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
POZO SÉPTICO	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
RED PÚBLICA DESAGÜE FUERA VIVIENDA	0.17	0.17	0.33	1.00	3.00
RED PÚBLICA DESAGÜE DENTRO VIVIENDA	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cuadro N° 55. Sub-Parámetros ponderados

SUB-PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Rio acequia o canal o no tiene	0.474
Pozo ciego o letrina	0.277
Pozo séptico	0.148
Red pública desagüe fuera vivienda	0.068
Red pública desagüe dentro vivienda	0.034

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Índice de consistencia	0.068
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.061

- TIPO DE ALUMBRADO EN VIVIENDA**

La matriz a continuación presenta al conjunto de sub-parámetros que muestran los principales tipos de alumbrados con los que cuentan las viviendas evaluadas. Cada sub-parámetro cuenta con un conjunto de descriptores que fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 56. Matriz de comparación de pares

TIPO DE ALUMBRADO EN VIVIENDA	NO TIENE	OTRO	VELA	KEROSENE, PETRÓLEO, GAS	ELECTRICIDAD
NO TIENE	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
OTRO	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
VELA	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
KEROSENE, PETRÓLEO, GAS	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
ELECTRICIDAD	0.14	0.17	0.25	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

Cuadro N° 57. Sub-Parámetros ponderados

SUB-PARÁMETROS	PESO PONDERADO
No tiene	0.476
Otro	0.260
Vela	0.144
Kerosene, petróleo, gas	0.078
Electricidad	0.042

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,066
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,059

## II. ANÁLISIS DE RESILIENCIA ECONÓMICA

Los parámetros considerados para el análisis de la resiliencia económica son: tenencia de vivienda y actividad laboral en el último mes. Estos parámetros se han ponderado directamente de acuerdo a su grado de importancia para el análisis.

Cuadro N° 58. Parámetros ponderados

PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Tenencia de vivienda	0.65
Actividad laboral en el último mes	0.35

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

- TENENCIA DE VIVIENDA**

Este parámetro considera el número de personas que cuentan con una vivienda alquilada o que se encuentran pagándola en cuotas. Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 59. Matriz de comparación de pares

TENENCIA DE VIVIENDA	28 - 71	13 - 28	8 - 13	4 - 8	1 - 4
28 - 71	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
13 - 28	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
8 - 13	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
4 - 8	0.20	0.33	0.50	1.00	5.00
1 - 4	0.13	0.14	0.33	0.20	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Cuadro N° 60. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
28- 71	0.437
13 - 28	0.267
8 - 13	0.146
4 - 8	0.109
1 - 4	0.040

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,041
Relación de consistencia (R< 0.1)	0,037

- ACTIVIDAD LABORAL EN ÚLTIMO MES**

Este parámetro considera el número de personas que cuentan con algún tipo de actividad laboral no remunerada o sin actividad laboral (trabajador familiar no remunerado, dedicado a los quehaceres del hogar, los desempleados, los jubilados, sin empleo y los estudiantes). Los descriptores mostrados fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “*Natural Breaks (Jenks)*” del software Quantum GIS ® versión 2.8.1 Wien.

Cuadro N° 61. Matriz de comparación de pares

ACTIVIDAD LABORAL EN EL ÚLTIMO MES	181 - 379	99 - 181	51 - 99	29 - 51	1 - 29
181 - 379	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
99 - 181	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
51 - 99	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
29 - 51	0.20	0.25	0.50	1.00	5.00
1 - 29	0.13	0.14	0.33	0.20	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital Lurigancho Chosica, CENEPRED

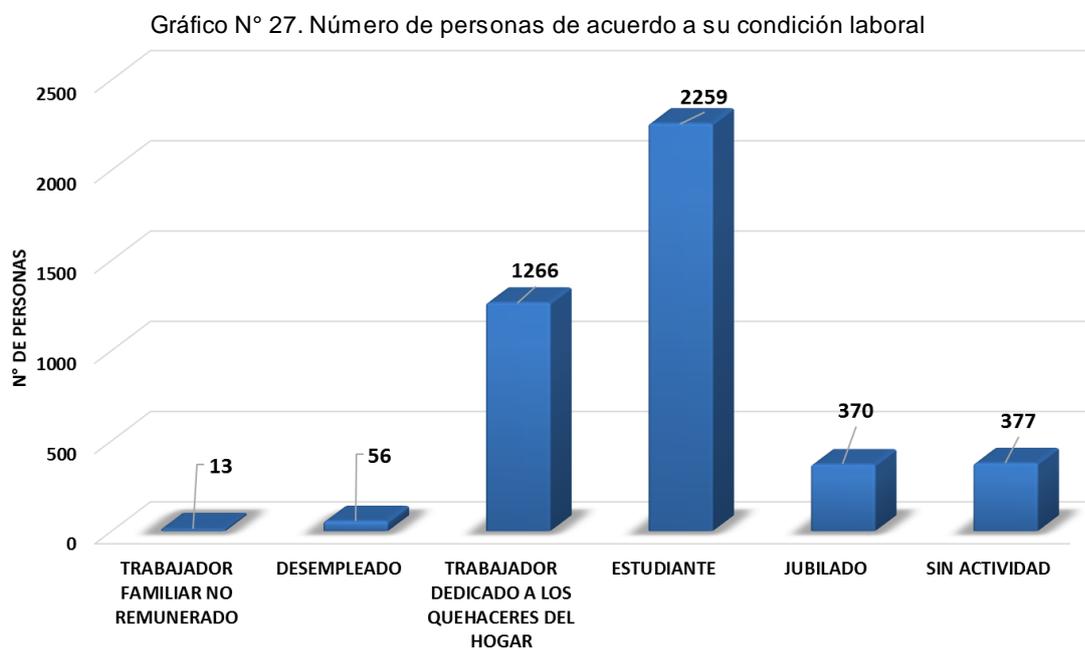
Cuadro N° 62. Descriptores ponderados

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
181 - 379	0.425
99 - 181	0.301
51 - 99	0.132
29 - 51	0.103
1 - 29	0.039

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

Índice de consistencia	0,054
Relación de consistencia < 0.01	0,049

El gráfico a continuación muestra el número de personas que cuentan con algún tipo de labor no remunerada o que no tienen actividad laboral. Dicha estadística fue elaborada con datos del INEI del censo 2007.



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

4.4. ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro N° 63. Matriz de niveles de vulnerabilidad

DESCRIPCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD
Población menor a 1 año de edad y mayor a 65 años. Concentración de discapacitados: 14 a 32. Entre 6 a 8 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 22 a 29 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 4 a 6 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 12 a 25 pobladores sin nivel educativo. Entre 23 a 45 pobladores no saben leer. Entre 143 a 325 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de madera, estera, otro. Viviendas con techo de caña o estera con torta de barro, hojas de palmera. Con tipo de abastecimiento de agua de fuente de río, acequia, manantial, similar. No tienen desagüe, usan los ríos, una acequia o canal. No tiene alumbrado en vivienda. Entre 28 a 71 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 181 a 379 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación muy cercana (0 km a 0.2 km) a la trayectoria de antiguos flujos de detritos.	<b>MUY ALTO</b>
Población entre 1 a 14 años. Concentración de discapacitados: 7 a 14. Entre 4 a 6 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 11 a 22 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 3 a 4 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 7 a 12 pobladores sin nivel educativo. Entre 10 a 23 pobladores no saben leer. Entre 78 a 143 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de quincha (caña de barro), piedra con barro. Viviendas con techo de plancha de calamina y fibra de cemento. Con tipo de abastecimiento de agua de pozo. Tienen pozo ciego o letrina como servicios higiénicos. Alumbrado con otros medios en vivienda. Entre 13 a 28 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 99 a 181 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación cercana (0.2 km a 1 km) de trayectoria de anteriores flujos de detritos o huaycos.	<b>ALTO</b>
Población entre 14 a 29 años de edad. Concentración de discapacitados: 4 a 7. Entre 6 a 8 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 6 a 11 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 2 a 3 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 4 a 7 pobladores sin nivel educativo. Entre 6 a 10 pobladores no saben leer. Entre 43 a 78 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de adobe o tapia. Viviendas con techo de tejas. Con tipo de abastecimiento de agua de camión cisterna o similar. Tienen pozo séptico como servicios higiénicos. Usan vela como medio de alumbrado en la vivienda. Entre 8 a 13 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 51 a 99 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación medianamente cercana (1 km a 3 km) de trayectoria de antiguos flujos de detritos o huaycos.	<b>MEDIO</b>
Población entre 30 a 64 años de edad. Concentración de discapacitados: 1 a 4. Entre 3 a 6 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 1 a 6 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 1 a 3 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 1 a 4 pobladores sin nivel educativo. Entre 1 a 6 pobladores no saben leer. Entre 1 a 43 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de piedra o sillar, ladrillo y/o cemento. Viviendas con techo de madera y/o concreto armado. Con tipo de abastecimiento de agua pilón de uso público, red pública de agua en vivienda y en la edificación. Tienen red pública de desagüe fuera o dentro de la vivienda. Tienen alumbrado eléctrico en vivienda o se alumbras utilizando kerosene o petróleo o gas. Entre 1 a 8 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 1 a 51 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación alejada y muy alejada (3 km a más de 5 km) de trayectoria de antiguos flujos de detritos o huaycos.	<b>BAJO</b>

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

## 4.5. NIVELES DE VULNERABILIDAD

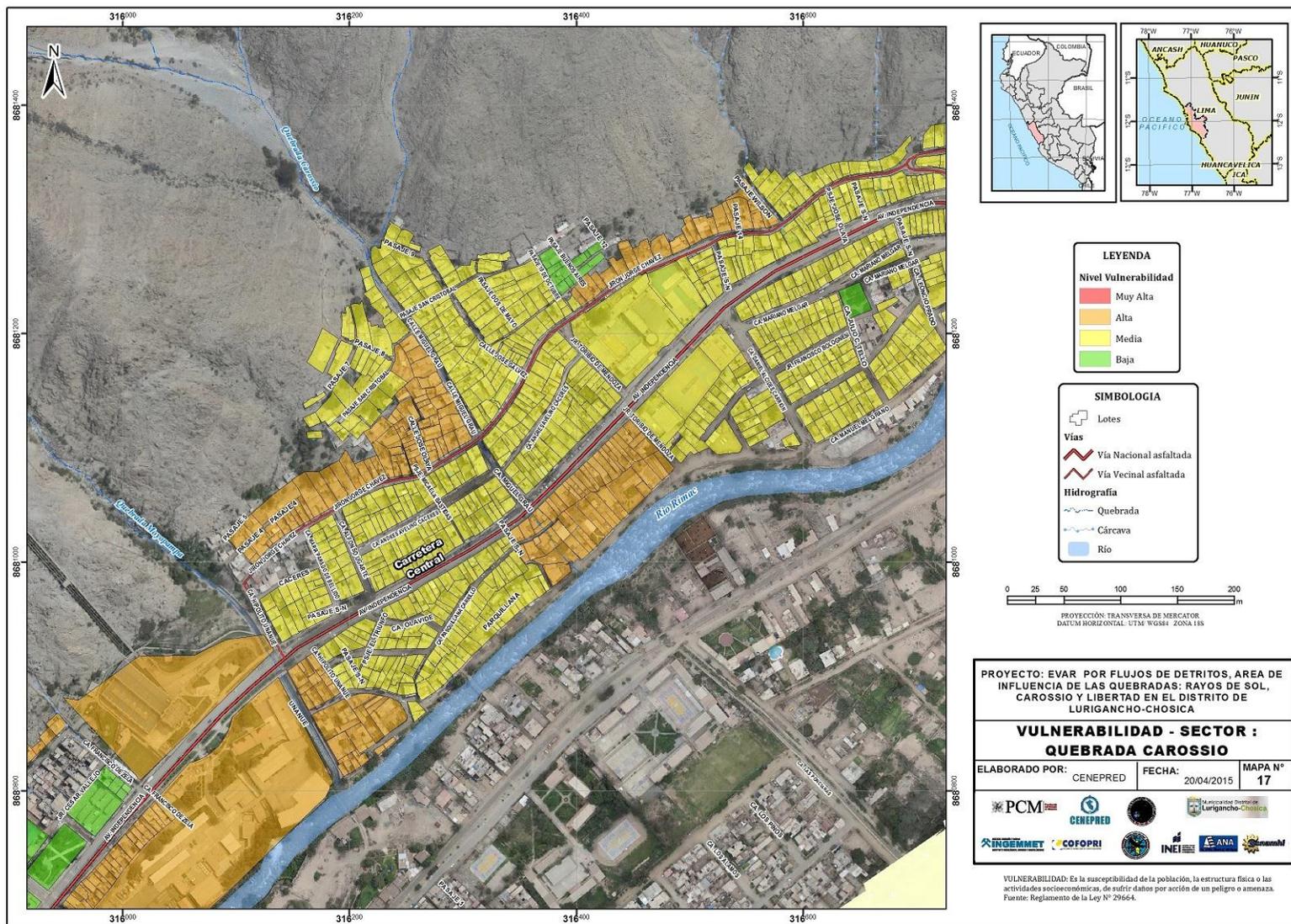
Cuadro N° 64. Niveles de Vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTO	$0.266 \leq R \leq 0.473$
ALTO	$0.134 \leq R < 0.266$
MEDIO	$0.082 \leq R < 0.134$
BAJO	$0.045 \leq R < 0.082$

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

## 4.6. MAPAS DE VULNERABILIDAD

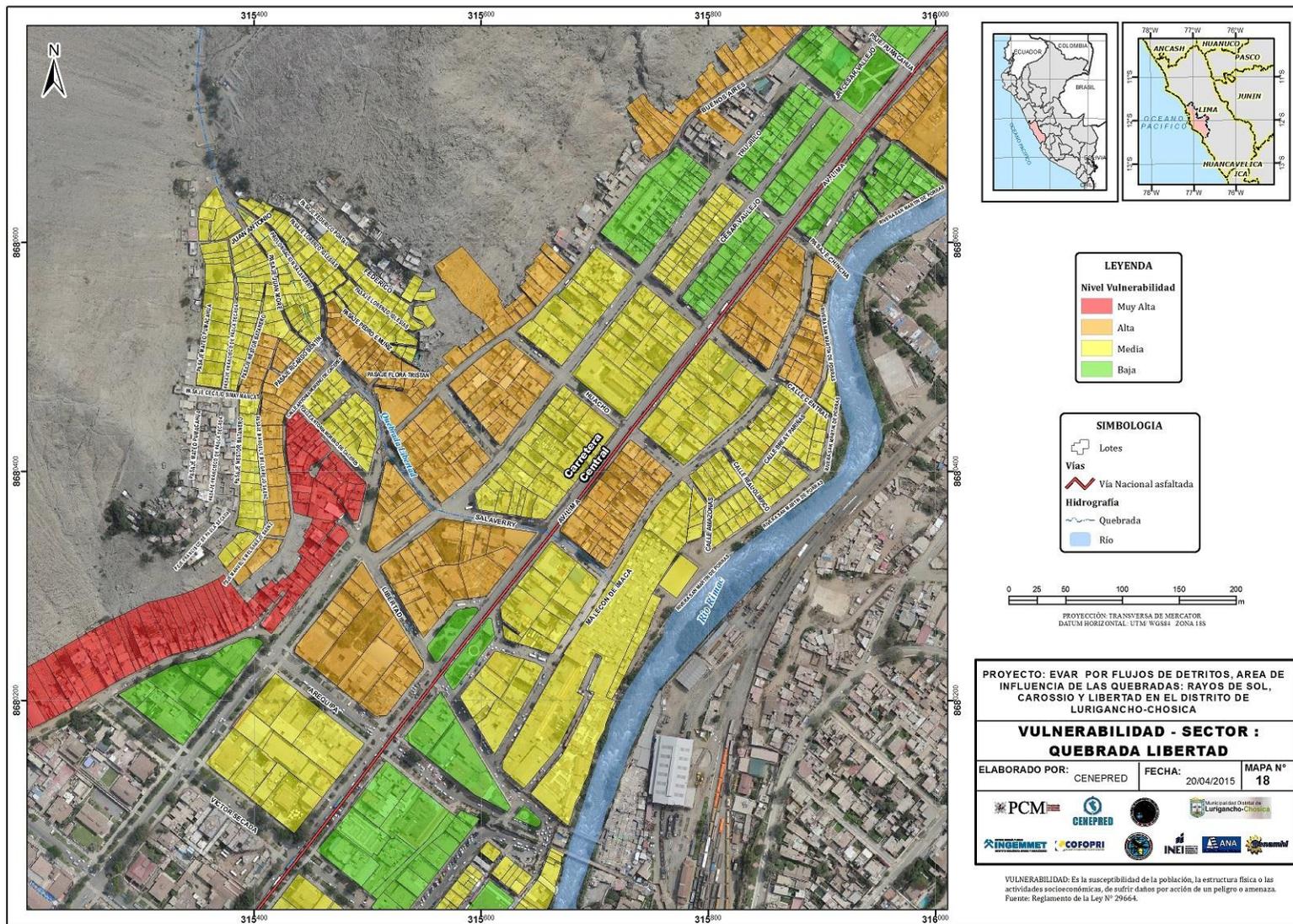
Mapa N° 17. Vulnerabilidad Sector Quebrada Carossio



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

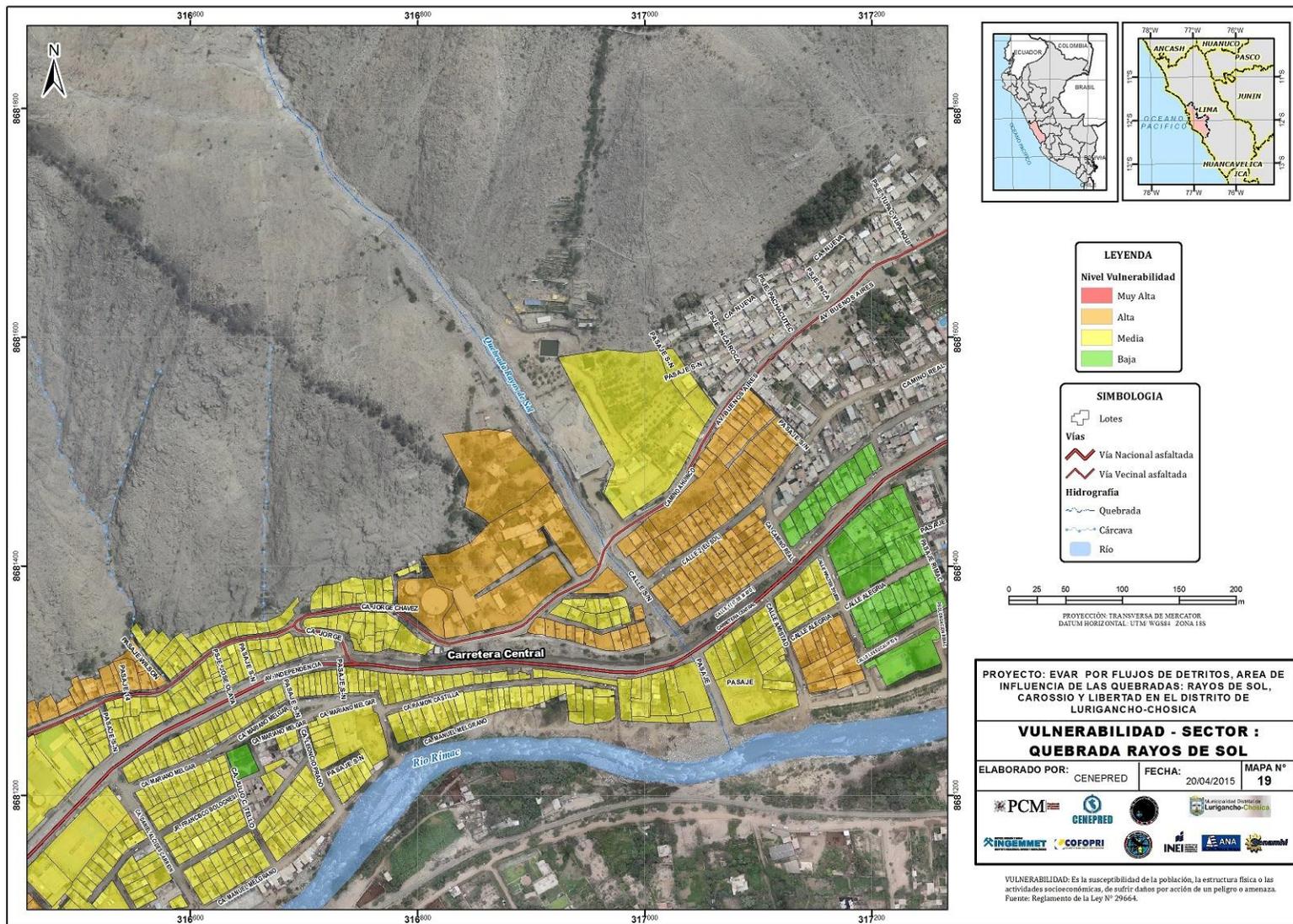
Mapa N° 18. Vulnerabilidad Sector Quebrada Libertad



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 19. Vulnerabilidad Sector Quebrada Rayos de Sol



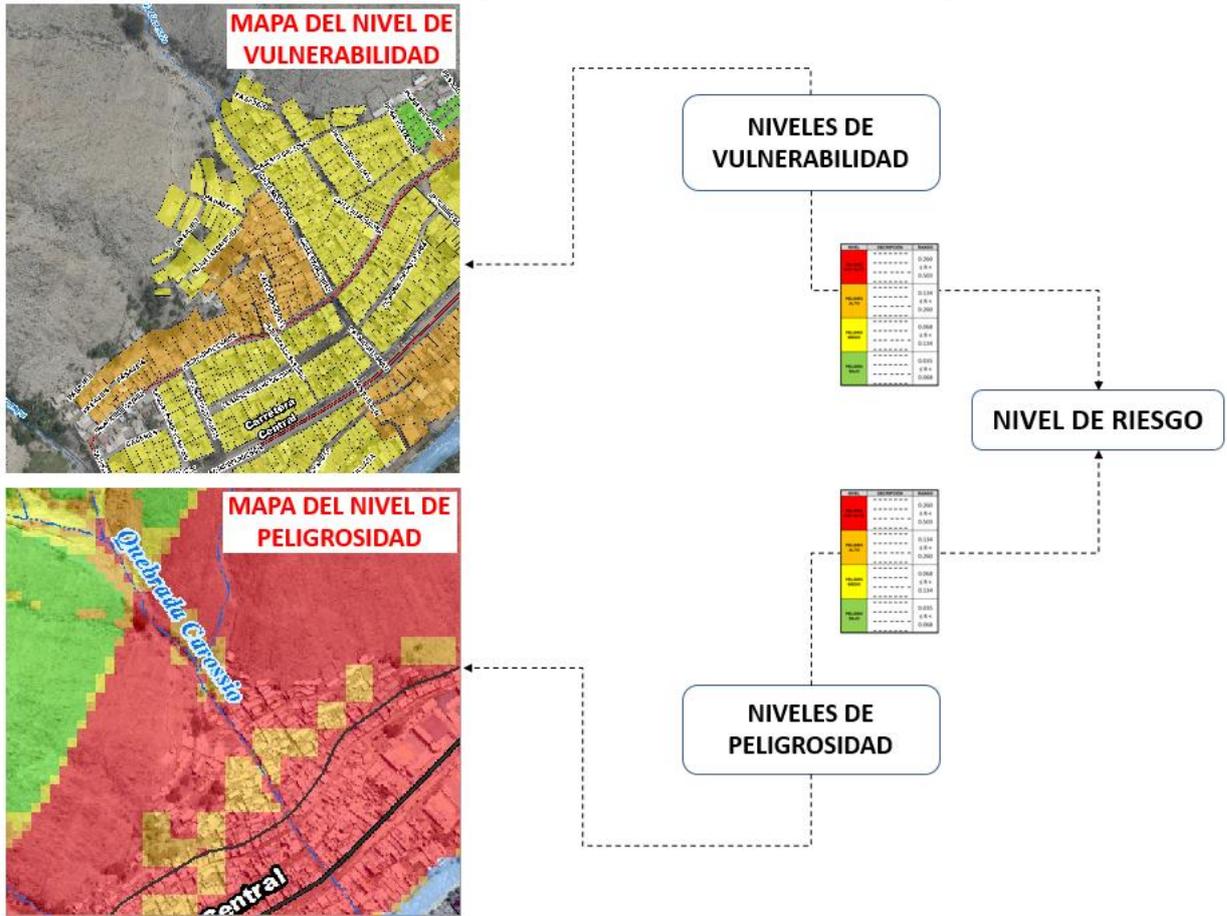
Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

## 5. CÁLCULO DE RIESGOS

### 5.1. QUEBRADAS RAYOS DE SOL, CAROSSIO Y LIBERTAD DEL DISTRITO DE LURIGANCHO CHOSICA

El gráfico a continuación presenta el flujograma para la obtención del Riesgo en concordancia con el Manual de para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del CENEPRED (2014).

Gráfico N° 28. Flujograma para la obtención del Nivel de Riesgo



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

I. ESTRATIFICACIÓN DE NIVELES DE RIESGOS

Cuadro N° 65. Matriz de niveles de vulnerabilidad

DESCRIPCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD
<p>Zonas con pendientes mayores a 35° y zonas menores de 20°, donde discurrieron los flujos de detritos del 23-03-2015 y en depósitos coluviales en las vertientes. Están compuestas de rocas intrusivas y depósitos aluviales holocénicos, de poca permeabilidad y con acuíferos recargados por infiltración del río; donde discurren las precipitaciones anómalas entre 27-18 mm/año. Precipitación fuerte. Población menor a 1 año de edad y mayor a 65 años. Concentración de discapacitados: 14 a 32. Entre 6 a 8 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 22 a 29 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 4 a 6 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 12 a 25 pobladores sin nivel educativo. Entre 23 a 45 pobladores no saben leer. Entre 143 a 325 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de madera, estera, otro. Viviendas con techo de caña o estera con torta de barro, hojas de palmera. Con tipo de abastecimiento de agua de fuente de río, acequia, manantial, similar. No tienen desagüe, usan los ríos, una acequia o canal. No tiene alumbrado en vivienda. Entre 28 a 71 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 181 a 379 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación muy cercana (0 km a 0.2 km) a la trayectoria de antiguos flujos de detritos.</p>	<b>MUY ALTO</b>
<p>Zonas con pendientes de 45°-20°, en zonas de depósitos coluviales. Están compuestas de rocas intrusivas, de poca permeabilidad, y donde se concentra las precipitaciones anómalas entre 24-18 mm/año. Precipitación moderada. Población entre 1 a 14 años. Concentración de discapacitados: 7 a 14. Entre 4 a 6 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 11 a 22 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 3 a 4 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 7 a 12 pobladores sin nivel educativo. Entre 10 a 23 pobladores no saben leer. Entre 78 a 143 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de quincha (caña de barro), piedra con barro. Viviendas con techo de plancha de calamina y fibra de cemento. Con tipo de abastecimiento de agua de pozo. Tienen pozo ciego o letrina como servicios higiénicos. Alumbrado con otros medios en vivienda. Entre 13 a 28 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 99 a 181 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación cercana (0.2 km a 1 km) de trayectoria de anteriores flujos de detritos o huaycos.</p>	<b>ALTO</b>
<p>Zonas con pendientes entre 45°-20°, donde discurrieron los flujos de detritos del 23-03-2015 y se encuentran algunos depósitos coluviales en las vertientes. Su litología son depósitos aluviales holocénicos, de poca permeabilidad, y donde discurren las precipitaciones anómalas entre 24-21 mm/año. Precipitación leve. Población entre 14 a 29 años de edad. Concentración de discapacitados: 4 a 7. Entre 6 a 8 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 6 a 11 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 2 a 3 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 4 a 7 pobladores sin nivel educativo. Entre 6 a 10 pobladores no saben leer. Entre 43 a 78 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de adobe o tapia. Viviendas con techo de tejas. Con tipo de abastecimiento de agua de camión cisterna o similar. Tienen pozo séptico como servicios higiénicos. Usan vela como medio de alumbrado en la vivienda. Entre 8 a 13 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 51 a 99 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación medianamente cercana (1 km a 3 km) de trayectoria de antiguos flujos de detritos o huaycos.</p>	<b>MEDIO</b>
<p>Zonas con pendientes entre 35° y menores a 15°, donde se encuentran zonas de flujos antiguos y en las partes más altas de las laderas. Están compuestas de rocas intrusivas y de depósitos aluviales holocénicos, de poca permeabilidad con acuíferos recargados por filtraciones del río, y donde se concentra las precipitaciones anómalas entre 27-21 mm/año. Precipitación leve. Población entre 30 a 64 años de edad. Concentración de discapacitados: 1 a 4. Entre 3 a 6 viviendas sin conexión a red pública de desagüe. Entre 1 a 6 viviendas sin conexión a red pública de agua potable. Entre 1 a 3 viviendas sin conexión a red pública eléctrica. Entre 1 a 4 pobladores sin nivel educativo. Entre 1 a 6 pobladores no saben leer. Entre 1 a 43 pobladores sin seguro social. Viviendas con pared de piedra o sillar, ladrillo y/o cemento. Viviendas con techo de madera y/o concreto armado. Con tipo de abastecimiento de agua pilón de uso público, red pública de agua en vivienda y en la edificación. Tienen red pública de desagüe fuera o dentro de la vivienda. Tienen alumbrado eléctrico en vivienda o se alumbran utilizando kerosene o petróleo o gas. Entre 1 a 8 pobladores sin tenencia de vivienda. Entre 1 a 51 personas sin actividad laboral. Viviendas con ubicación alejada y muy alejada (3 km a más de 5 km) de trayectoria de antiguos flujos de detritos o huaycos.</p>	<b>BAJO</b>

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRED

**II. MATRIZ DE RIESGO**

La matriz de riesgos originados por flujos de detritos en el área de influencia de las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad en el distrito de Lurigancho Chosica es la siguiente:

Cuadro N° 66. Matriz de Riesgo

<b>PMA</b>	<b>0.568</b>	<b>0.047</b>	<b>0.076</b>	<b>0.151</b>	<b>0.269</b>
<b>PA</b>	<b>0.267</b>	<b>0.022</b>	<b>0.036</b>	<b>0.071</b>	<b>0.126</b>
<b>PMA</b>	<b>0.087</b>	<b>0.007</b>	<b>0.012</b>	<b>0.023</b>	<b>0.041</b>
<b>PB</b>	<b>0.062</b>	<b>0.005</b>	<b>0.008</b>	<b>0.016</b>	<b>0.029</b>
		<b>0.082</b>	<b>0.134</b>	<b>0.266</b>	<b>0.473</b>
		<b>VB</b>	<b>VM</b>	<b>VA</b>	<b>VMA</b>

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

**III. NIVELES DE RIESGOS**

Los niveles de riesgos originados por flujos de detritos en el área de influencia de las quebradas Rayos de Sol, Carossio y Libertad en el distrito de Lurigancho Chosica.

Cuadro N° 67. Niveles de Riesgo

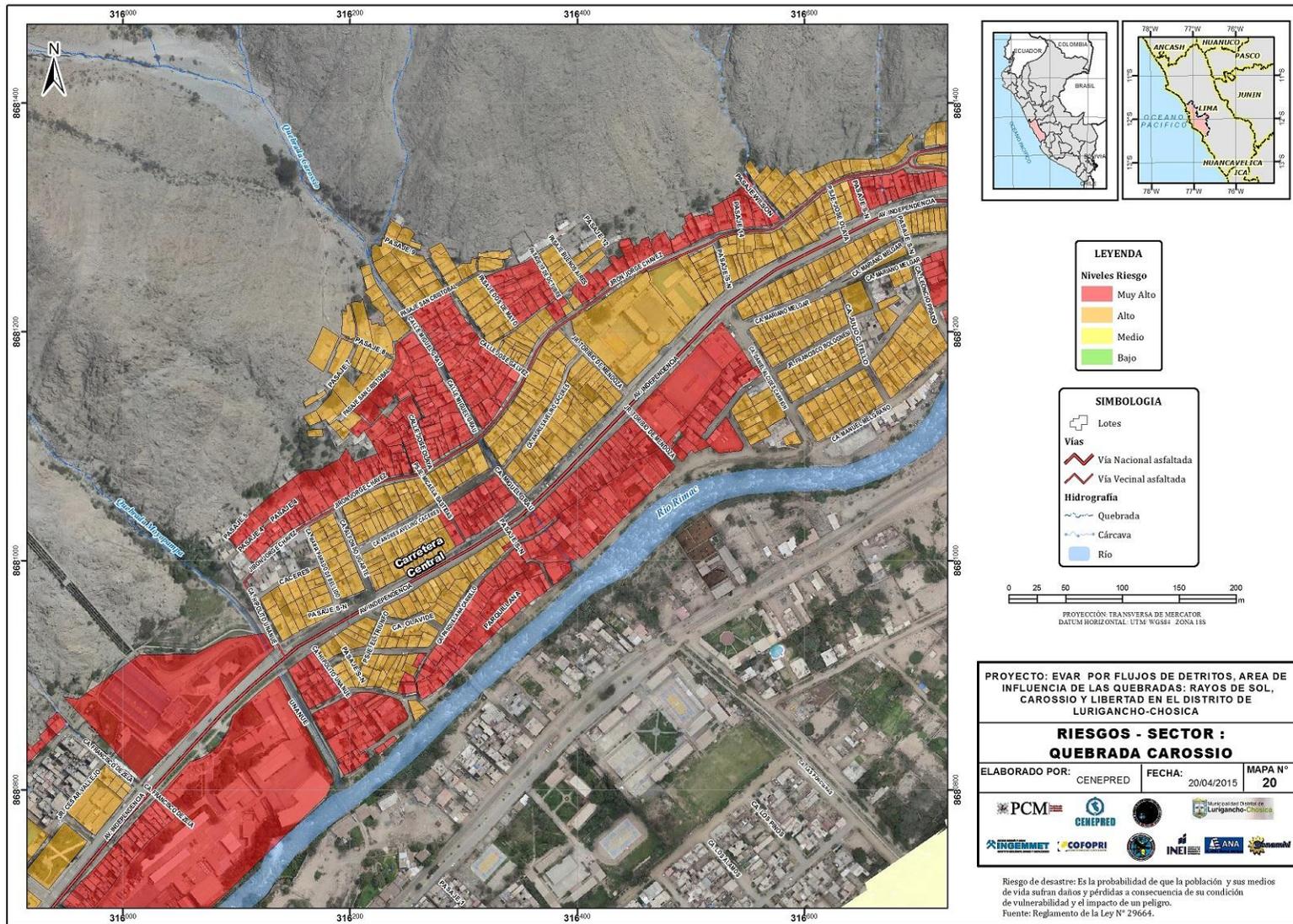
<b>NIVEL</b>	<b>RANGO</b>
<b>MUY ALTO</b>	$0.071 < R \leq 0.269$
<b>ALTO</b>	$0.012 < R \leq 0.071$
<b>MEDIO</b>	$0.005 < R \leq 0.012$
<b>BAJO</b>	$0.001 \leq R \leq 0.005$

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica - CENEPRD

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

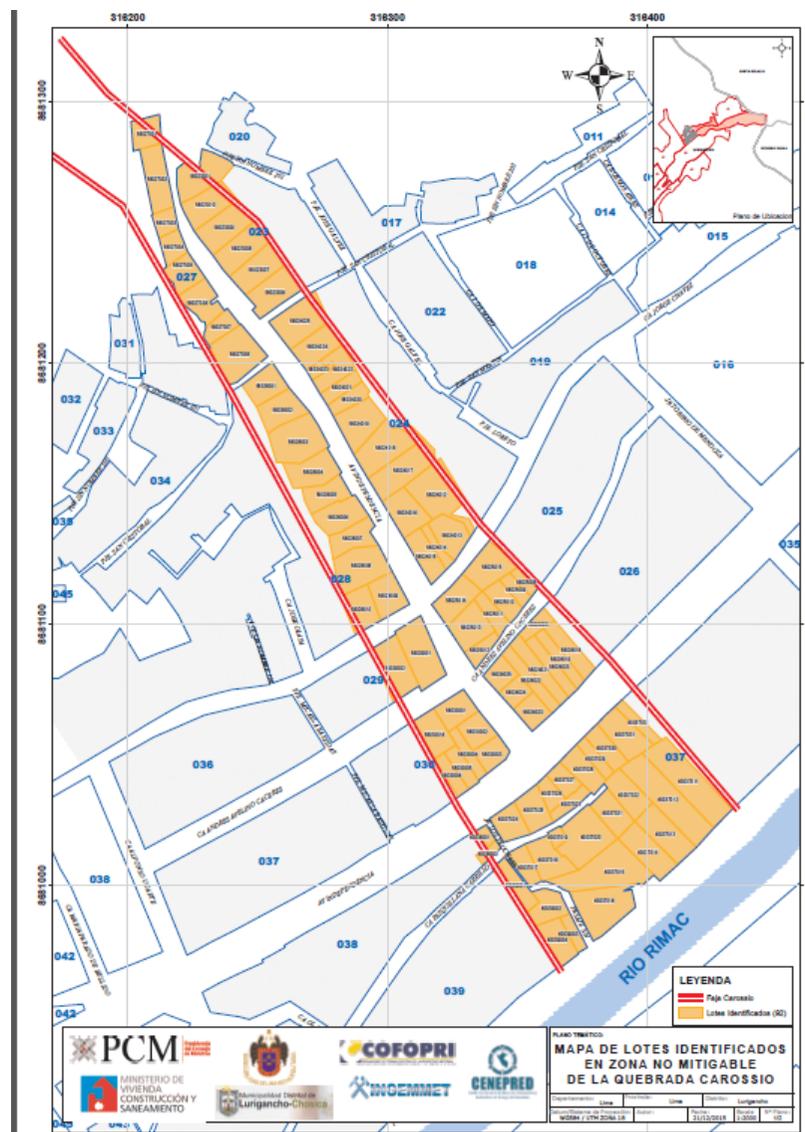
## IV. MAPAS DE NIVELES DE RIESGOS

Mapa N° 20. Riesgo Sector Quebrada Carossio (1era. Aproximación)



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica – CENEPRED

# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS



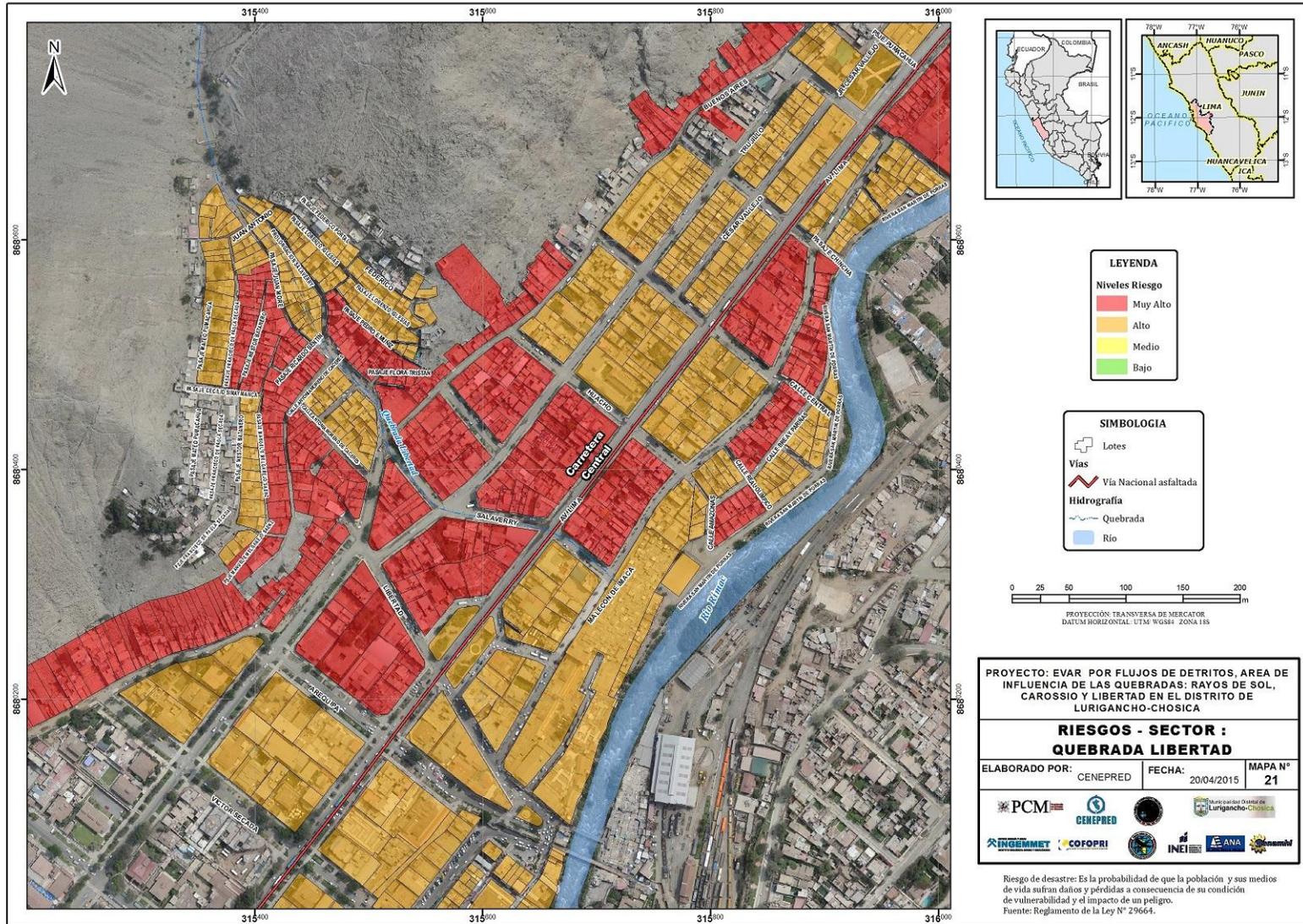
Mapa N° 20 a Faja Marginal - Quebrada Carossio y lotes comprendidos



Mapa N° 20b. Mapa de Riesgo actualizado al 28 dic 2015 – Quebrada Carossio y lotes comprendidos (Definitivo con datos ANA)

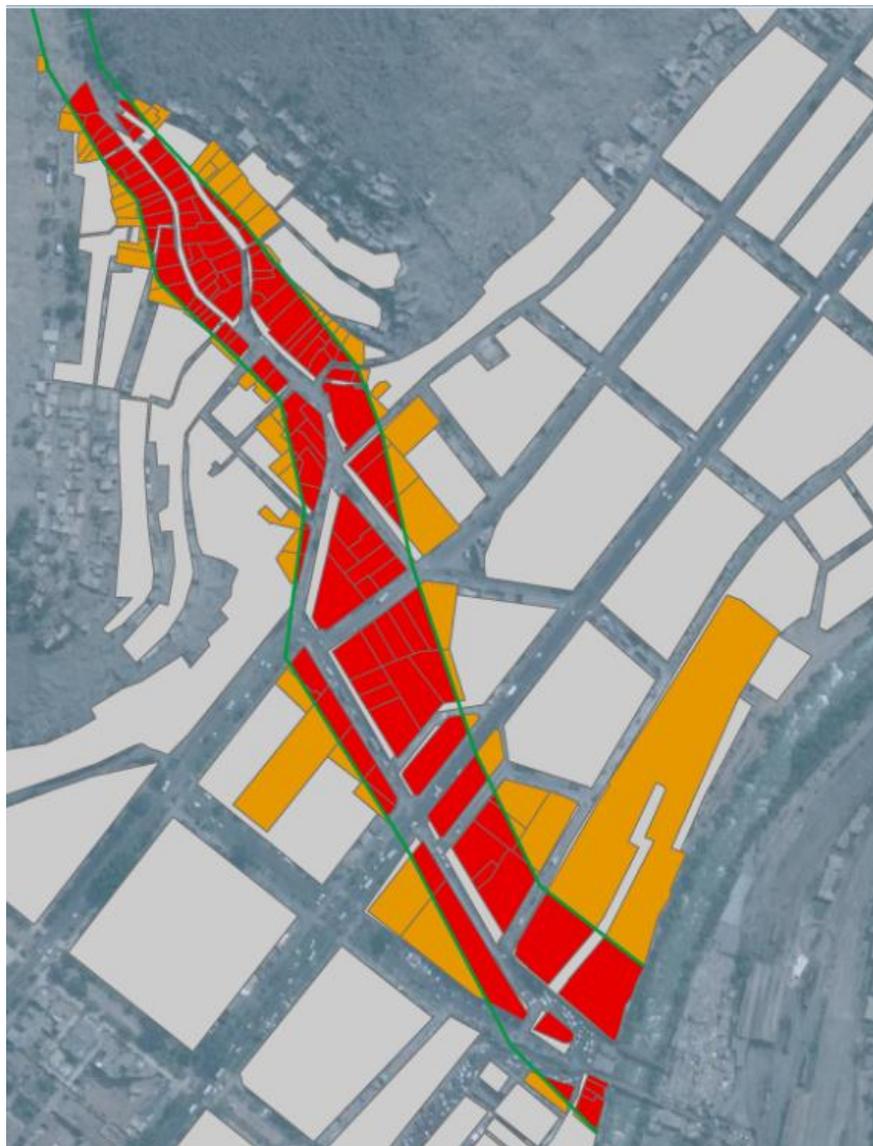
# EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 21. Riesgo Sector Quebrada Libertad (1era Aproximación)



Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica – CENEPRED





Mapa N° 21 b Mapa de Riesgo actualizado al 28 dic 2015 - Quebrada Libertad y lotes comprendidos (Definitivo con datos ANA)

5.2. MAPA DE RIESGO CONSIDERANDO FAJA MARGINAL DE LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (MAPA DEFINITIVO AL 28 DIC 2015).



### 5.3. 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/. 46 200 760.34.

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

Cuadro N° 68. Cálculo de pérdidas – Viviendas

VIVIENDAS	N°	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
Viviendas	2 126	10 059.59	21 386 688.00

**Fuente:** Valores unitarios oficiales de edificaciones para la Sierra al 31 de Octubre del 2014 según MVCS.

Cuadro N° 69. Cálculo de pérdidas – Centros de Salud

CENTROS DE SALUD	N°	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
Puesto de Salud MINSA	1	932 757.00	932 757.00
Puesto de Salud- MINSA	1	932 757.00	932 757.00

**Fuente:** Proyecto Código SNIP 2158626. Construcción y Equipamiento de Puesto de Salud. SIAF. Proyecto de Inversión Pública.

Cuadro N° 70. Cálculo de pérdidas – Instituciones Educativas

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	N°	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I. E. Inicial	5	964 655.00	4 823 275.00
I. E. Primaria	7	463 667.00	3 245 669.00
I. E. Secundaria	5	730 538.00	3 652 690.00
I. E. CEBA	1	4 246 964.00	4 246 964.00

**Fuente:** Proyecto Código SNIP 298495. Mejoramiento del servicio educativo de I.E. Inicial. SIAF. Proyecto de Inversión Pública.

**Fuente:** Proyecto Código SNIP 146793. Construcción de I.E. Primaria. SIAF. Proyecto de Inversión Pública.

**Fuente:** Proyecto Código SNIP 167373. Mejoramiento del servicio educativo de I.E. Secundaria. SIAF. Proyecto de Inversión Pública.

**Fuente:** Proyecto Código SNIP 168476. Construcción de Instituto Superior Tecnológico Público. SIAF. Proyecto de Inversión Pública.

Cuadro N° 71. Cálculo de pérdidas – Infraestructura Vial

INFRAESTRUCTURA VIAL	%	CANTIDAD (km)	TIPO DE MATERIAL	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
Carretera asfaltada (Carretera central)	100	1.6	asfalto	2 684 600.00	4 295 360.00
Carretera asfaltada vecinal	100	1.1	asfalto	2 684 600.00	2 684 600.00

**Fuente:** Plan Intermodal de Transportes del Perú - Ministerio de Transportes y Comunicaciones/OGPP 2/5 - 2 Informe Final - Parte 4, Apéndice 2/5. Consorcio BCEOM-GMI-WSA. Junio de 2005

## 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 distrito de Lurigancho Chosica.*
- *Las infraestructuras (vivienda, carreteras, instituciones educativas, entre otros).*

**Valoración de las Consecuencias:**

*Muy Alta*

En consideración a lo expuesto por Villacorta et al. (2015b) los peligros asociados al fenómeno de flujos de detritos bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que encuentran a su paso.

Cuadro N° 72. Valoración de consecuencias

VALOR	NIVELES	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: CENEPRED, 2014.

**Valoración de Frecuencia de Recurrencia:**

*Alta*

Según Zavala et al. (2012), los flujos de detritos son muy recurrentes, por lo que la valoración de la frecuencia de recurrencia sería ALTA.

Cuadro N° 73. Valoración de frecuencia de recurrencia

VALOR	NIVELES	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: CENEPRED, 2014.

**Nivel de Consecuencia y Daño (Matriz):**

*Muy Alta*

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

Cuadro N° 74. Nivel de Consecuencia y Daño

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTA	4	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
ALTA	3	ALTA	ALTA	ALTA	MUY ALTA
MEDIA	2	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
BAJA	1	BAJA	MEDIA	MEDIA	ALTA
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Fuente: CENEPRED, 2014

**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° 75. Aceptabilidad y/o Tolerancia

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	<b>INADMISIBLE</b>	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos
3	<b>INACEPTABLE</b>	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	<b>TOLERABLE</b>	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	<b>ACEPTABLE</b>	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRD, 2014.

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

*Riesgo Muy Alto (Inadmisibile)*

Cuadro N° 76. Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

<b>RIESGO INACEPTABLE</b>	<b>RIESGO INADMISIBLE</b>	<b>RIESGO INADMISIBLE</b>	<b>RIESGO INADMISIBLE</b>
<b>RIESGO INACEPTABLE</b>	<b>RIESGO INACEPTABLE</b>	<b>RIESGO INACEPTABLE</b>	<b>RIESGO INADMISIBLE</b>
<b>RIESGO TOLERABLE</b>	<b>RIESGO TOLERABLE</b>	<b>RIESGO INACEPTABLE</b>	<b>RIESGO INACEPTABLE</b>
<b>RIESGO ACEPTABLE</b>	<b>RIESGO TOLERABLE</b>	<b>RIESGO TOLERABLE</b>	<b>RIESGO INACEPTABLE</b>

Fuente: CENEPRD, 2014.

**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° 77. Prioridad de Intervención

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

Fuente: CENEPRED, 2014

## 7. CONCLUSIONES

1. El área de influencia de la Quebrada Carossio en el distrito de Lurigancho Chosica, existen 92 viviendas se encuentra en zona de nivel de riesgo MUY ALTO NO MITIGABLE ante el peligro por flujos de detritos.
2. El área de influencia de la Quebrada Libertad en el distrito de Lurigancho Chosica existen 139 lotes de viviendas en una zona de riesgo MUY ALTO NO MITIGABLE ante el peligro por flujos de detritos.

### 8. RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica considera a las zonas de Muy Alto Riesgo ante flujos de detritos en el área de influencia de las quebradas: Carossio, y Libertad en el Distrito de Lurigancho Chosica, considerando la faja marginal de la Autoridad Nacional del Agua como zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable y se declara para que proceda de acuerdo a la Ley N° 29869 - Ley de Reasentamiento Poblacional.
2. Es recomendable que la Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica realice el mantenimiento y limpieza de disipadores de energía a fin de minimizar la intensidad de caída de los flujos de detritos en su jurisdicción.
3. Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica empodere a la población asentada en estas quebradas como medida fundamental para mejorar su capacidad de respuesta, asimismo, evitar construir en zonas de cauce de quebradas, así como la capacitación en medidas de prevención.
4. Es muy necesario que el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) y la ANA (Autoridad Nacional del Agua) instalen estaciones de monitoreo. La Municipalidad de Lima Metropolitana y Lurigancho-Chosica por su parte deben completar con la instalación de los sistemas de alerta temprana que permitan tomar medidas efectivas de respuesta ante flujos de detritos en dicha zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua (ANA), Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos - Área de Aguas Superficiales. 2010. "Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac - Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac". Vol. I. 225 pp.
- Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F., Reichenbach, P. 1995. GIS technology in mapping landslide hazard. En: Carrara, A., Guzzetti, F. (Eds). Netherlands, Pág. 135-175.
- 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.
- Nuñez S, Villacorta S., Huarez C. 2015. Informe técnico N° A6680. "Evaluación geodinámica de los Flujos de Detritos del 23/03/2015 entre las quebradas Rayos de Sol y Quirio (Chosica) y Cashahuacra (Santa Eulalia)". INGEMMET. 61 pp.
- Palacios et al. 1992. Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Boletín N° 43, Serie A, INGEMMET, Carta Geológica Nacional.
- 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.
- Villacorta, S. Núñez, S., Pari, W., Benavente, C. & Fidel, L. 2015a. Geología, Geomorfología, Peligros Geológicos y Características Ingenierías Geológicas del Área de Lima Metropolitana y la región Callao. Boletín 59, Serie C. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
- Villacorta, S. Núñez, S. Huarez, C. 2015b. Evaluación geodinámica de los flujos de detritos del 24/03/2015 entre las quebradas rayos de sol y Quirio (Chosica) y Cashahuacra (Santa Eulalia). Informe técnico A 6680. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
- Zavala B., Vélchez M. y Núñez S. 2012. Informe técnico N° A6608. "Flujos de Detritos del 05/04/2012 entre las quebradas La Ronda y los Cóndores, margen izquierda del río Rímac, Características geodinámicas y Evaluación de Peligro. Distritos: Chosica, Chaclacayo y Ricardo Palma – Provincia Lurigancho – Región: Lima". INGEMMET. 49 pp.

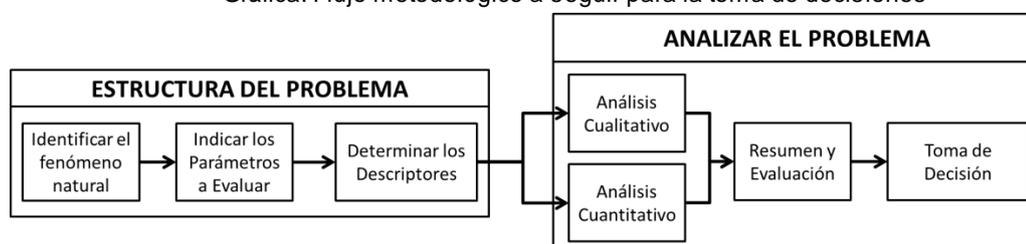
## ANEXO N° 1

## PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

## 1. Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)

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

Gráfica: Flujo metodológico a seguir para la toma de decisiones



Adaptado: Toskano (2005)

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

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó el PAJ (Saaty, 1980) por sus ventajas, flexibilidad y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión (Garfi and Ferret-Marti, 2011), la escala es la que se muestra en el cuadro A1.

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

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

- Presenta un sustento matemático;
- Permite desglosar y analizar un problema por partes;
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;

- Incluir la participación de equipos multidisciplinares y generar un consenso;
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso;
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad;
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

Cuadro A1. Escala de Saaty

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
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 adyacente, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: Saaty (1980)

## 2. Método Multicriterio

Para la ponderación de los criterios, sub criterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.)

que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. La matriz que se forma es una matriz cuadrada es decir el mismo número de filas y columnas.

La notación matemática sería:  $A = A_{ij} = A_{ij}$

Para el cálculo de los pesos ponderados:

**Primero:** Se construye la matriz de comparaciones pareadas, el que mostraría la comparación entre criterios, sub criterios y/o descriptores según el caso de interés. En el caso de ponderación de criterios esta matriz nos permite determinar la importancia de un criterio respecto a otro, lo que nos servirá posteriormente para la ponderación de criterios.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Sumamos verticalmente los elementos de cada columna. Así se obtienen los valores:

$$v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

**Segundo:** Construimos la matriz de comparaciones normalizada. El cual se obtiene de dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

**Tercero:** El siguiente paso consiste en obtener el vector prioridad el cual nos mostrará los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada:

Para ello se calcula el vector columna:

$$p = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Y se obtiene el vector de prioridades de los criterios:

$$p = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix}$$

Se debe indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n p_{c1i} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1$$

Para el cálculo de la Relación de Consistencia (RC).

Se pasa a la verificación de la posible existencia de consistencia entre los juicios expresados.

**Primero:** Multiplicar cada valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se deben sumar los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP).

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

**Segundo:** Dividir los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$VSP_{11} / p_{c11} = \lambda_1$$

$$VSP_{12} / p_{c12} = \lambda_2$$

.....

.....

.....

$$VSP_{1n} / p_{c1n} = \lambda_n$$

**Tercero:** Posteriormente se determina la lambda máxima  $\lambda_{max}$

$$\lambda_{max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)/n$$

Esto nos permite hallar el índice de consistencia

**Cuarto:** Calcular el Índice de Consistencia (IC):

$$IC = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$$

Esto nos permite hallar la relación de consistencia de la matriz para verificar si las decisiones fueron adecuadas.

**Quinto:** Determinar la Relación de Consistencia (RC);

$$RC = IC/IA$$

Donde IA es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria.

Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2001), son:

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

NOTA: Para matrices de 3 parámetros la RC debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10

**Referencias:**

- Aguarón, J. and Moreno-Jiménez, J. M., (2003). The geometric consistency index: Approximated thresholds. European Journal of Operational Research 147 (1), 137–145.
- Garfi, M., and Ferrer-Marti, L. (2011). Decision-making criteria and indicators for water and sanitation projects in developing countries. Water Science and Technology, 64(1), 83-101.
- Keeney. R.L. (1992). Value-Focused Thinking. A Path to Creative Decision Making. Harvard University Press, Cambridge.
- Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw -Hill Book Co., N.Y.
- Toskano G. B. (2005). El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Facultad de Ciencias Matemáticas. UNMSM – Perú.



## ANEXO N° 2

### MATRIZ DE 6x6

**Paso 01:** En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9. Véase Cuadro N° A1.

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

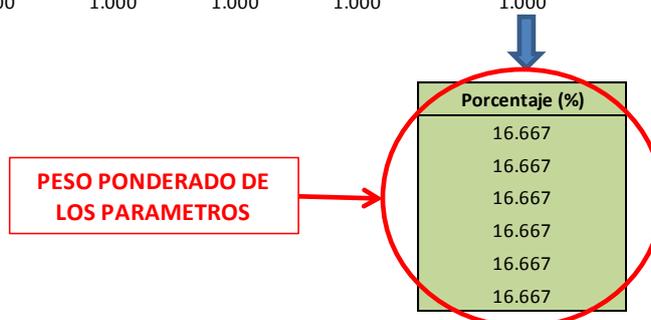
**MATRIZ DE COMPARACION DE PARES**

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

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

**MATRIZ DE NORMALIZACION**

PARAMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Vector Priorizacion
A1	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A2	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A3	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A4	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A5	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A6	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



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

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

Resultados de la operación de matrices						Vector Suma Ponderado
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000

**HALLANDO EL  $\lambda_{max}$**

	Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
<b>SUMA</b>	36.000
<b>PROMEDIO</b>	6.000

**ÍNDICE DE CONSISTENCIA**  
**RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R < 0.1)**

<b>IC</b>	0.000
<b>RC</b>	0.000

**ANEXO N° 3**

**Instituciones Educativas expuestas a peligro por flujos de detritos.**

Se presentan a continuación las tablas que muestran el análisis realizado para las Instituciones Educativas expuestas a peligros por flujo de detritos, en función de los resultados de la evaluación de la peligrosidad.

**Quebrada Libertad**

INSTITUCIONES EDUCATIVAS	NIVEL	SECTOR	UBICACIÓN	QUEBRADA	NIVEL DE PELIGRO
I.E. N° 1196 - La Libertad	Primaria	MINEDU-Público	Calle Nueva 185	LIBERTAD	<b>MUY ALTO</b>
I.E. N° 0058-CUSCO	Inicial, Jardín, Primaria	MINEDU-Público	Jirón Casma S/N	LIBERTAD	

Fuente: CENEPRED con datos de MINEDU.

**Quebrada Carossio**

INSTITUCIONES EDUCATIVAS	Nivel		Ubicación	QUEBRADA	NIVEL DE PELIGRO
I.E. N° 1190-FELIPE HUAMÁN POMA DE AYALA	Primaria, Secundaria	MINEDU-Público	Av. Independencia S/N	CAROSSIO	<b>MUY ALTO</b>
I.E. N° 102	Inicial				
I.E. N° 20546 MARIA ESTHER PERALTA ESCOBAR	Primaria		Jr. José Gálvez 100		

Fuente: CENEPRED con datos de MINEDU.

**Quebrada Rayos de Sol**

No presenta ninguna institución Educativas Pública expuesta a peligros por flujos de detritos.