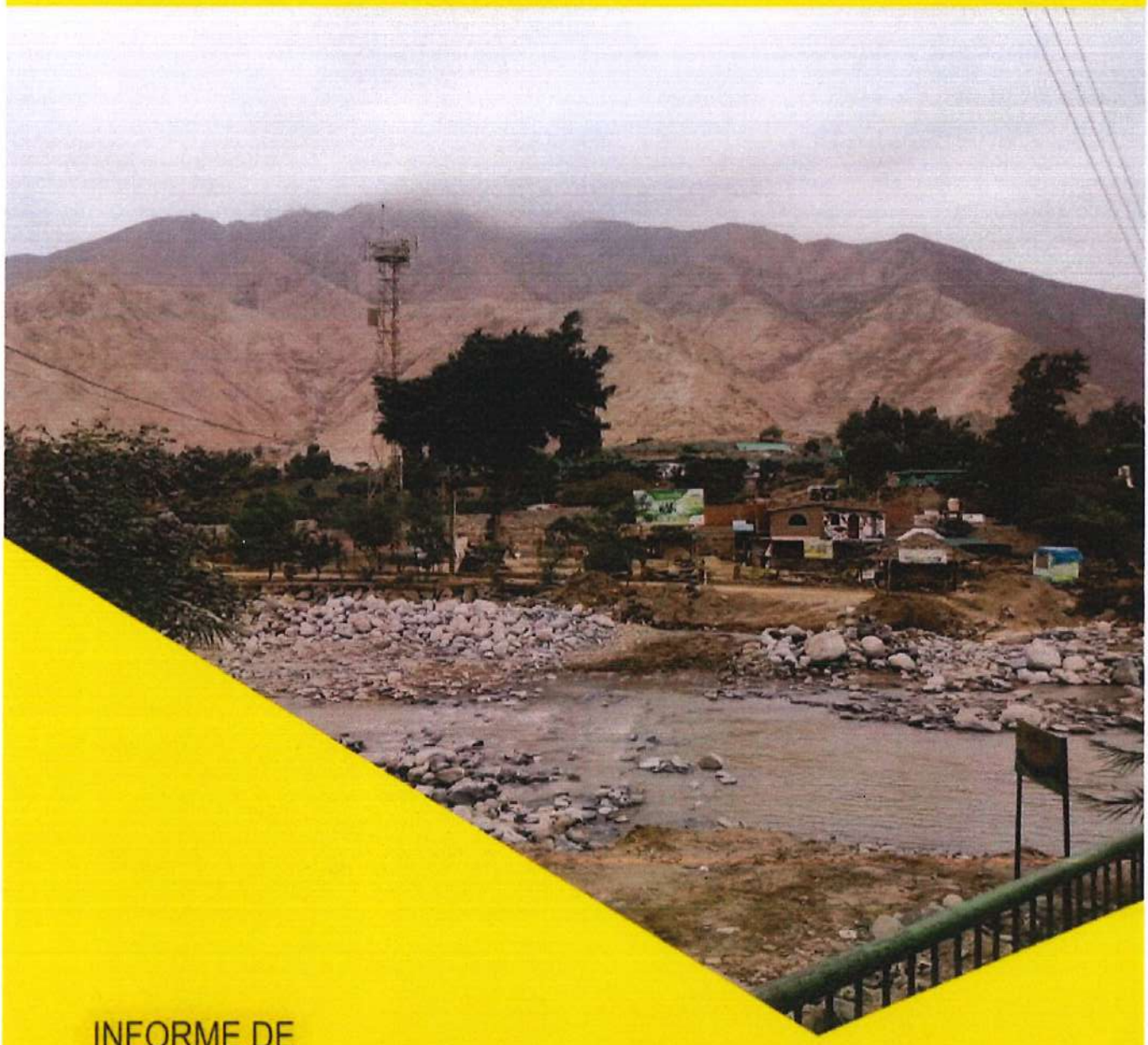
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA "LOS JARDINES DE CIENEGUILLA" / ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS DE VIVIENDA "LOS MOLLES DE COLLANAC"
ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS MOLLE ALTO / ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS DE VIVIENDA "MOLLE ALTO II ETAPA"



INFORME DE

EVALUACIÓN DEL RIESGO EN LA QUEBRADA MOLLE ALTO DEL DISTRITO DE CIENEGUILLA

FRENTE A FLUJO DE DETRITOS

LIMA
2023

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenómenos Naturales
R.J. N° 055-2015 CENEPRED/J

INFORME EVALUACION DE RIESGOS

Peligro Flujo de Detritos

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenómenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA QUEBRADA MOLLE ALTO EN EL DISTRITO DE CIENEGUILLA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA FRENTE AL PELIGRO DE MOVIMIENTO EN MASA DEL TIPO FLUJO DE DETRITOS

ELABORADO PARA

Asociación de Vivienda "Los Jardines de Cieneguilla"
Presidenta: Janne Flora Retamozo Mansilla

Asociación de Propietarios de Vivienda "Los Molles de Collanac"
Presidenta: Alejandra Ccapcha Ramos de Álvarez

Asociación de Propietarios "Molle Alto"
Presidente: Jorge Luis Barrera Arévalo

Asociación de Propietarios "Molle Alto II Etapa"
Presidenta: Carmen Rosa Zarabia Gómez

EQUIPO TÉCNICO

Ing Joan Tincopa Langle
Ing. Angers W. Espejo Pingus
Mag. Iván Hurtado León

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

INDICE GENERAL

Capítulo 1. Aspectos Generales **17**
Objetivo General *17*
Objetivos Específicos *17*
Capítulo 2. Situación General **19**
2.1. Ubicación Geográfica *19*
2.2 Características sociales *22*
2.3 Característica Económicas *23*
2.4 Características Físicas *24*
2.5 Condiciones Geológicas de la región *29*
2.6. Condiciones geológicas del área de estudio *30*
2.6 Condiciones geomorfológicas del área de estudio *41*
2.7 Condiciones de la pendiente en el área de estudio *46*
2.8 Condiciones climatológicas en el área de estudio *48*
Capítulo 3. Determinación del Nivel de Peligrosidad **57**
3.1 Metodología para la determinación del nivel de peligro *57*
3.2 Recopilación y análisis de información: *58*
3.3 Análisis de la Información *63*
3.6 Superávit de Precipitaciones *70*
3.7 Identificación del área de estudio y determinación del escenario *73*
Capítulo 4. Análisis de la Vulnerabilidad **102**
4,1 Identificación de elementos expuestos *103*
4.2 Análisis de los elementos expuestos *103*
4.3 Estratificación de los niveles de Vulnerabilidad *137*
Capítulo 5. Cálculo del Riesgo **143**
5.1 Valores y Niveles de Riesgo *143*
5.2 Matriz de Riesgo *143*
5.4 Cálculo de Daños y Pérdidas *149*
Medidas de Prevención y Reducción del riesgo *150*
Capítulo 6. Tolerancia de Daños y Pérdidas **162**
Glosario 165

INDICE DE MAPAS

Mapa 1 .Mapa de Ubicación *20*
Mapa 2. Mapa de Acceso a la Zona de Estudio *21*
Mapa 3. Mapa de Unidades Geológicas *37*

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 4. Mapa de Unidades Geomorfológicas 45

Mapa 5 Mapa de Pendientes 47

Mapa 6. Área deEstudio del Peligro 74

Mapa 7. Mapa Parámetro de Evaluación 97

Mapa 8. Mapa de Peligro 101

Mapa 9. Mapa de Vulnerabilidad en las Asociaciones 139

Mapa 10 Mapa de Vulnerabilidad de Asociación de Vivienda "Los Jardines de Cieneguilla" 140

Mapa 11. Mapa de Vulnerabilidad Asociación de Propietarios "Los Molles de Collanac" 141

Mapa 12. Mapa de Vulnerabilidad de Asociación de Propietarios "Molle Alto Etapa I y Etapa II" 142

Mapa 13. Mapa de Riesgos 148

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1 *Rutas de Acceso a la zona de estudio* 19

Tabla Nº 2 *Secuencia de la columna estratigráfica de la cuenca baja del rio Lurín* 30

Tabla Nº 3 *Áreas de la Unidades Geomorfológicas* 44

Tabla Nº 4 *Tipos de Pendiente en la zona objeto de estudio* 46

Tabla Nº 5 *Precipitación media mensual multianual (mm)* 50

Tabla Nº 6 *Diferencias Pluviométricas microcuencas en Lurín y Rímac* 52

Tabla Nº 7 *Zonas críticas identificadas en el distrito de Cieneguilla* 64

Tabla Nº 8 *Estabilidad según características de Fracturamiento* 65

Tabla Nº 9 *Estabilidad Geomorfológica* 66

Tabla Nº 10 *Tipo de Movimiento en Masa* 67

Tabla Nº 11 *Tabla Nº X Clasificación de Pendientes según Plano de Inclinación* 68

Tabla Nº 12 *Tabla Nº X Clasificación de Pendientes según Plano de Inclinación* 68

Tabla Nº 13 *Valores de probabilidad de precipitaciones por regiones* 72

Tabla Nº 15 *Probabilidad de precipitaciones por regiones según categorías* 72

Tabla Nº 16 *Susceptibilidad del Territorio* 86

Tabla Nº 17 *Intensidad del impacto por derrumbes* 96

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Tabla Nº 18 *Estratificación del peligro en la Quebrada Molle Alto* *100*

Tabla Nº 19 *Flujograma metodología de Vulnerabilidad* *102*

Tabla Nº 21 *Valor de la Vulnerabilidad* *136*

INDICE DE MATRICES

Matriz 1. Matriz de comparación de pares: Parámetros Condicionantes 87

Matriz 2. Matriz de normalización de Parámetros Condicionantes 87

Matriz 3. Matriz de comparación de pares: Parámetro Geología 88

Matriz 4. Matriz de normalización de Parámetro Geología 88

Matriz 5. Matriz de comparación de pares: Parámetro Geomorfología 89

Matriz 6. Matriz de normalización de Parámetro Geomorfología 89

Matriz 7. Matriz de comparación de pares: Parámetro Pendiente 90

Matriz 8. Matriz de normalización de Parámetro Pendiente 90

Matriz 9. Matriz de comparación de pares: Parámetro Pendiente 91

Matriz 10. Matriz de normalización de Parámetro Pendiente 91

Matriz 11. Matriz de comparación de pares: Parámetro Precipitación 94

Matriz 12. Matriz de normalización de Parámetro Precipitación 94

Matriz 13. Susceptibilidad frente a flujo de detritos 95

Matriz 14. Comparación de pares descriptores alcance del impacto 98

Matriz 15. Normalización descriptores alcance del impacto 98

Matriz 16. Aplicando el Parámetro de evaluación a Susceptibilidad 99

Matriz 17. Niveles del Peligro 99

Matriz 18. Comparación de pares dimensiones de vulnerabilidad 104

Matriz 19. Normalización dimensiones de vulnerabilidad 104

Matriz 20. Comparación de pares parámetros 105

Matriz 21. Normalización de Parámetros 105

Matriz 22. Comparación de pares parámetro exposición social: Grupo etario 106

Matriz 23. Normalización dimensión social parámetro exposición social: Grupo etario 106

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 24. Comparación de pares parámetros de fragilidad social 107
Matriz 25. Normalización dimensión social parámetros de fragilidad social 107
Matriz 26. Comparación de pares parámetro de fragilidad social: Abastecimiento de Agua 108
Matriz 27. Normalización dimensión social de fragilidad social: Abastecimiento de Agua 108
Matriz 28. Comparación de pares parámetro de fragilidad social: Servicios Higiénicos 109
Matriz 29. Normalización dimensión social de fragilidad social: Servicios Higiénicos 109
Matriz 30. Comparación de pares parámetro de fragilidad social: Alumbrado Público 110
Matriz 31. Normalización dimensión social de fragilidad social: Alumbrado Público 110
Matriz 32. Comparación de pares parámetros de resiliencia social 111
Matriz 33. Normalización dimensión social: parámetros de resiliencia 111
Matriz 34. Comparación de pares parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo 112
Matriz 35. Normalización parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo 112
Matriz 36. Comparación de pares parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo 113
Matriz 37. Normalización parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo 113
Matriz 38. Comparación de pares parámetro de resiliencia social: Organización Social 114
Matriz 39. Normalización parámetro de resiliencia social: Organización Social 114
Matriz 40. Comparación de pares parámetro de dimensión económica: Propiedad Expuesta 115
Matriz 41. Normalización parámetro de dimensión económica: Propiedad Expuesta 115
Matriz 42. Comparación de pares parámetro Exposición de la Propuesta urbanística 116
Matriz 43. Normalización parámetro de dimensión económica: Exposición de la Propuesta Urbanística 116
Matriz 44. Comparación de pares parámetro de dimensión económica: Fragilidad de Vivienda 117
Matriz 45. Normalización parámetro de dimensión económica: Fragilidad de Vivienda 117
Matriz 46. Comparación de pares Vivienda: Material de Construcción 118
Matriz 47. Normalización dimensión económica de Fragilidad de Vivienda: Material de Construcción 118
Matriz 48. Comparación de pares dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Cimentación 119
Matriz 49. Normalización dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Cimentación 119
Matriz 50. Comparación de pares Fragilidad Vivienda: Estado de Conservación 120
Matriz 51. Normalización dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Estado de Conservación 120
Matriz 52. Comparación de pares parámetro Fragilidad de la Propuesta urbanística 121
Matriz 53. Normalización dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística 121

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 54. Comparación de pares Fragilidad de la Propuesta urbanística: Drenaje Urbano 122

Matriz 55. Normalización Fragilidad de la Propuesta urbanística: Drenaje Urbano 122

Matriz 56. Comparación de pares en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Pendiente 123

Matriz 57. Normalización dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Pendiente 123

Matriz 58. Comparación de pares en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Materiales de calles y vías 124

Matriz 59. Normalización d Fragilidad de la Propuesta urbanística: Materiales de calles y vías 124

Matriz 60. Comparación de pares dimensión económica en Resiliencia de la Vivienda: Cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones 125

Matriz 61. Normalización parámetro de Resiliencia Económica de la Vivienda: Cumplimiento Reglamento Nacional de Edificaciones 125

Matriz 62. Comparación de pares dimensión económica en Resiliencia de las Calles y Avenidas 126

Matriz 63. Normalización parámetro de Resiliencia Calles y Vías: Mantenimiento Periódico 126

Matriz 64. Comparación de pares parámetro de dimensión ambiental: Exposición de ecosistemas 127

Matriz 65. Normalización dimensión ambiental parámetro exposición: Ecosistemas 127

Matriz 66. Comparación de pares parámetro de dimensión ambiental: Fragilidad de ecosistema 128

Matriz 67. Normalización dimensión ambiental parámetro Fragilidad de Ecosistema 128

Matriz 68. Comparación de pares parámetro de dimensión ambiental: Resiliencia en Ecosistema 129

Matriz 69. Normalización dimensión ambiental parámetro Resiliencia en Ecosistema 129

Matriz 70. Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Social 130

Matriz 71. Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica: Exposición 131

Matriz 72. Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica: Fragilidad 132

Matriz 73. Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica: Resiliencia 133

Matriz 74. Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Ambiental 134

Matriz 75. Matriz de Vulnerabilidad Total 135

Matriz 76. Niveles de Vulnerabilidad 136

Matriz 77. Estratificación de la Vulnerabilidad en la zona de estudio 137

Matriz 78. Calculo del Valor del Riesgo 143

Matriz 79. Niveles de Riesgo 143

Matriz 80. Riesgo según Peligrosidad vs Vulnerabilidad 144

Matriz 81. Matriz de Riesgo 144

Estratificación de los Niveles de Riesgo en el Sistema de Quebradas Molle Alto 146

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Presentación

La población del Perú enfrenta una realidad de altos niveles de vulnerabilidad. Tal es así que, la Política Nacional de Gestión del Riesgo al 2050 reconoce como problema público la "alta vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante el riesgo de desastres en el territorio" y señala como sus principales causas a la ocupación y uso inadecuado del territorio, la débil comprensión del riesgo de desastres en todas sus dimensiones, la débil gobernanza de la gestión del riesgo de desastres, la debilidad en la incorporación e integración de la gestión del riesgo de desastres en las inversiones públicas y privadas y la falta de eficacia y oportunidad para la respuesta y la recuperación post desastres

El presente informe de evaluación de riesgo contribuye a mejorar la comprensión de las causas directas e indirectas que configuran el riesgo que se presenta para los miembros de las asociaciones de propietarios de terrenos y viviendas emplazados en la parte baja del sistema de quebradas y torrenteras, del también denominado valle de Molle Alto, especialmente aquellos elementos ubicados en las rutas de los canales o abanico aluvial de los flujos provenientes de las partes altas de las quebradas que configuran el territorio de estudio. La zona en general es susceptible al peligro por geodinámica externa del tipo flujo de detritos y otros peligros asociados.

Asimismo, el presente estudio apoya en la comprensión de las características que determinan la susceptibilidad del sustrato donde se emplazan las asociaciones: Asociación de Vivienda "Los Jardines de Cieneguilla", Asociación de Propietarios de Vivienda "Los Molles de Collanac", Asociación de Propietarios "Molle Alto" y Asociación de Propietarios "Molle Alto II Etapa".y otras posesiones ubicadas en el área cercana a la desembocadura al rio Lurín, Es decir, describe los factores condicionantes del terreno que, frente a un estímulo hidrometeorológico –el cual actúa como factor desencadenante- genera un incremento significativo del caudal de agua pluvial que satura el suelo de las pendientes y genera una escorrentía de gran volumen y velocidad que discurre por un canal natural y forma un amplio cono de deyección, generando daños en la infraestructura implementada y probablemente daños en los futuros proyectos han implementar que se ubican en su ruta de escorrentía o en la zona del depósito aluvial.

El área evaluada corresponde al sistema de quebradas que conforman el parteaguas que limita con los distritos de Ate (Huaycan) y Chaclacayo con el distrito de Cieneguilla. Las asociaciones de propietarios de los terrenos afectados, actuando en concordancia a su rol como integrante del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre – SINAGERD, en el marco de la Ley 29664 y su reglamento DS 048-2011- PCM, a través de sus respectivas directivas, encargaron a GEOCIENCIAS EIRL la elaboración del Informe de Evaluación de Riesgos a fin de disponer de un instrumento técnico-científico que oriente sus decisiones respecto al futuro de sus inversiones en sus propiedades. GOECIENCIAS conformó un equipo técnico constituido por Ing. Angers William Pungus y el Mag. Iván Hurtado León, dirigidos por el Ing. Joan Tincopa Langle quien se constituyó en la zona de estudio para realizar las inspecciones de campo y los levantamientos de información necesarios a fin de realizar las evaluaciones, conclusiones y las recomendaciones respectivas.

El presente informe es el resultado final de los estudios, interpretaciones y análisis del equipo técnico de GEOCIENCIAS EIRL

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Introducción

La zona que actualmente conforma el distrito de Cieneguilla fue habitada desde hace varios siglos. Según documentos encontrados en Malache (Pachacamac), provenientes de las culturas locales preincas (antes del año 1470). Se conoce la influencia de la cultura Chavín donde se establecieron en sitios como las quebradas de Huaca Grande, Molle y las montañas en medio de Paquimilca, Huaycan y Río Seco.

Las primeras civilizaciones se establecieron en épocas temprana alrededor del siglo I y II, con la presencia de agricultores. No hay rastros de influencia de la cultura Wari, a diferencia de Pachacamac; la zona empezó a poblarse con clanes rurales dispersos. Alrededor de 1470 – 1533 la civilización incaica se estableció cultural y políticamente, pero fue limitada por la invasión española, época en que se estima vivían 25.000 personas.

En Cieneguilla, para los Periodos Tardíos[1], según Marcone[2], se encontró evidencia de personas viviendo en esta área. Estas personas forman parte de un fenómeno cultural-social que se desarrolló en la costa central peruana y que se ha identificado como Ychsma. Si bien estas agrupaciones que habitaban Cieneguilla serían parte del fenómeno Ychsma, el investigador considera que existe suficiente evidencia para pensar que se trata a la vez de un grupo, segmento o facción diferenciable dentro de los Ychsma, donde Cieneguilla, como espacio definido y único dentro de la Costa Central, condiciona y delinea a estas personas y sus relaciones con los otros grupos o facciones Ychsma. Es decir, lo Ychsma sería la suma de distintos grupos o facciones, que viven en diferentes áreas a través de una tradición cultural común, posiblemente gestada desde los fines del Horizonte Medio y que quizás tenga al Santuario de Pachacamac como eje articulador.

En Cieneguilla, donde se encuentra el sitio arqueológico de Panquilma, entre el cono de deyección y un recodo del río Lurín, donde el valle se angosta a la altura de Río Seco—, los sitios se presentan en su mayoría como multicomponentes y están relativamente seguidos, a diferencia del cono de deyección, esto imposibilita establecer una jerarquía entre los sitios. Los sitios que se ubican en este sector del valle son básicamente el sitio de Tijerales o Achotillo, Huaca Grande, Hacienda, Cervasi, Panquilma, Molle Alto, Villa Toledo, Huaycán de Cieneguilla, San Francisco y Río Seco (Figura N° 1), mostrando una densidad de sitios que no se explica solamente en el potencial agrícola de esta parte del valle, que es muy angosta.

[1] Horizonte Tardío (aC 1470-1533 d. C.).

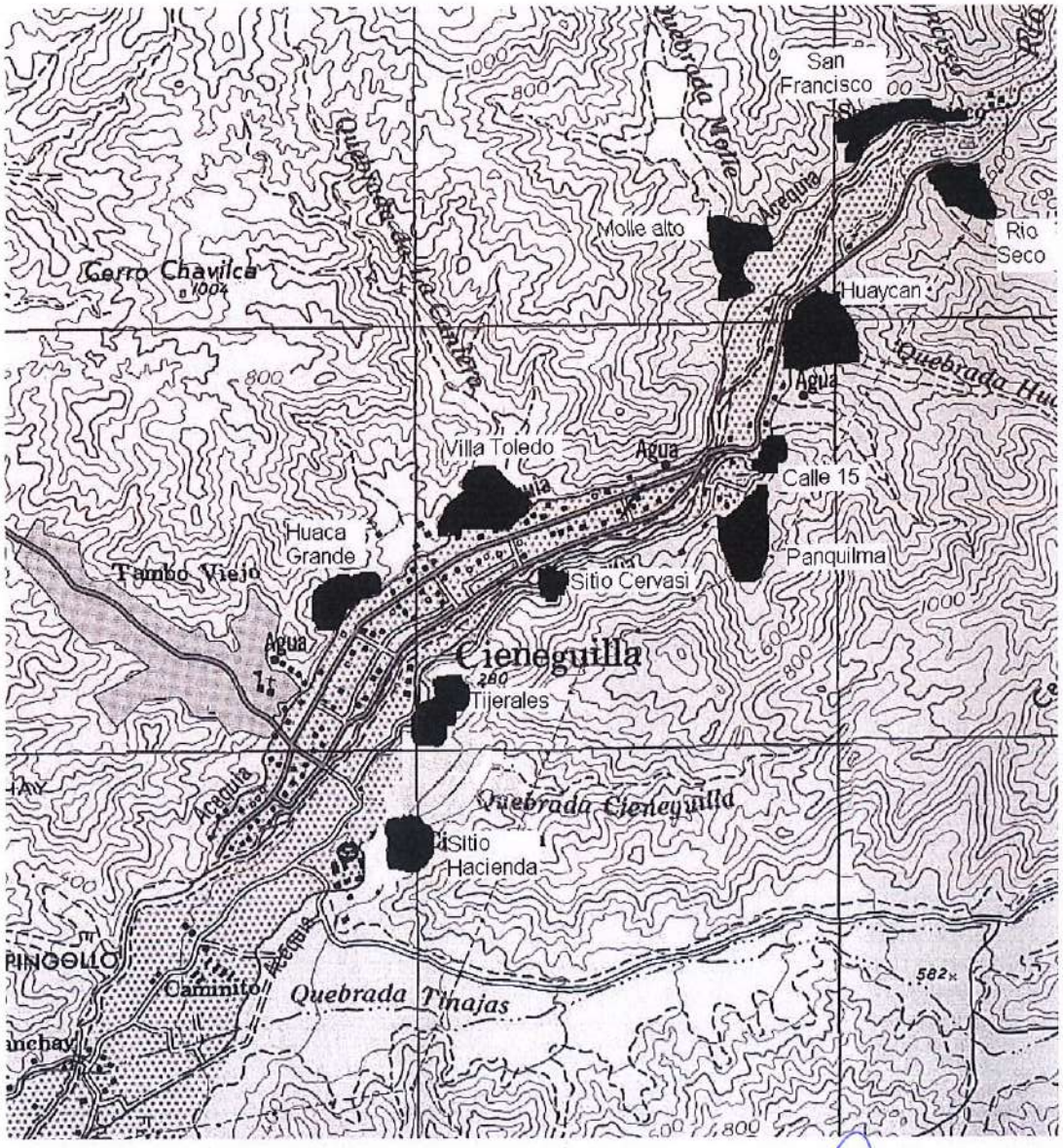
[2] **Giancarlo Marcone Flores** "Cieneguilla a la llegada de los Incas Aproximaciones desde la historia ecológica y la arqueológica" Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos No 33 -2004 Arqueología de la Costa Central del Perú en los Periodos Tardíos p. 715-734

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

La presencia Inca en el sector de Cieneguilla, parece presentar como único componente monumental al sector denominado Huaycán de Cieneguilla ubicado en la margen izquierda del rio Lurín, más o menos alineado en diagonal a Huaycán de Pariachi que pertenece y se ubica en la margen derecha del rio Rimac.

Entre estas dos quebradas se emplaza la Quebrada Molle situada en la margen derecha del rio Lurín que comparte sus nacientes con la cuenca del Rimac. La ubicación de la Quebrada Molle, que hace las veces de puente terrestre entre las cuencas del Lurín y Rimac por el acercamiento entre ambas a la altura de las coordenadas 303743.24 E y 8668955.95 S en una caprichosa configuración geográfica que hace suponer a los investigadores que, en el pasado prehispánico, las personas transitaron procedentes de ambas cuencas a través de este pasaje natural entre las quebradas Huaycán del Rímac y Molle (Marcone y López-Hurtado 2002: 389; Marcone 2004: 729; Ruales et al. 2014: 113), uniendo a las poblaciones prehispánicas de Huaycán de Pariachi y Molle, y desde éste último hacia la cercana Huaycán de Cieneguilla.

Figura Nº 1. Primeros Asentamientos Pre Incas en Cieneguilla

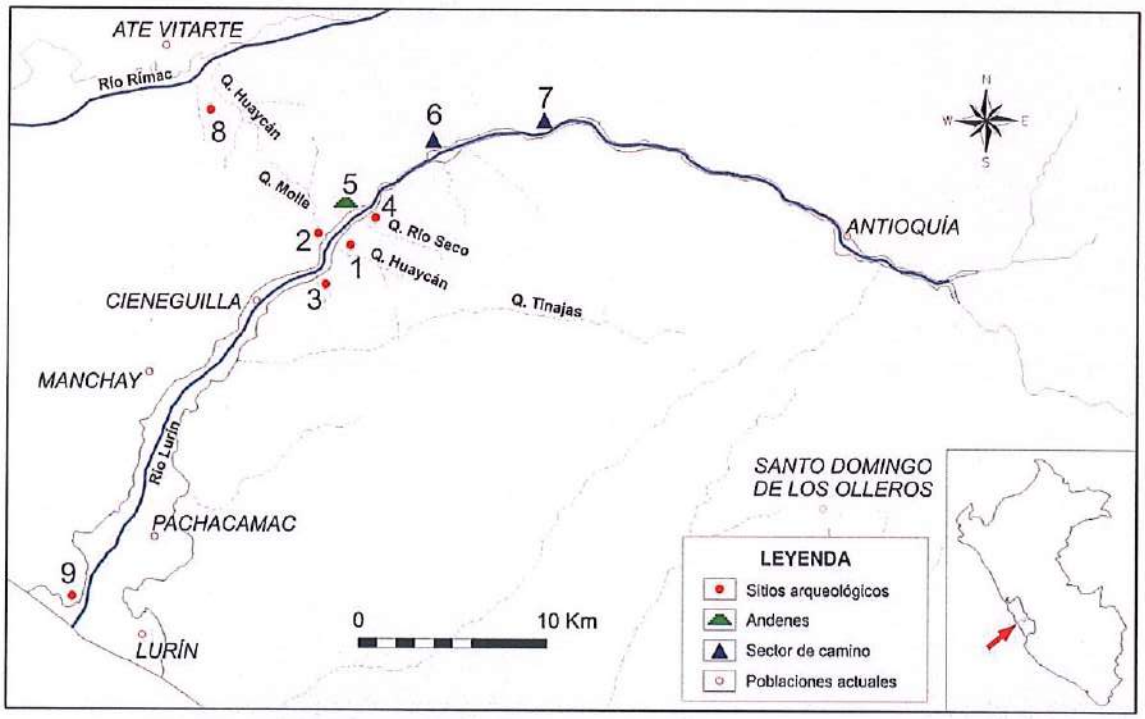


ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

No existen sitios Incas propiamente dichos, ni edificios en los otros sitios que puedan ser identificados con lo Inca. Esto lleva a suponer la utilización de una estrategia de control indirecto por parte de los incas que, lejos de necesitar un sitio Inca administrativo, preferían levantar edificios que marcaban su presencia y su control en los sitios locales existentes, estableciendo su poder a través de las jerarquías locales, para influir en sus culturas transformándolas. Es recién, en este momento y dentro de la nueva organización Inca, donde se puede proponer a Huaycán de Cieneguilla como un sitio que ocupa un peldaño más alto dentro de la jerarquía de sitios del sector. Antes de la edificación Inca en el sitio, no es sustentable afirmar que Huaycán sea más importante o este jerárquicamente por encima de sus similares.

Los estudios arqueológicos nos orientan sobre las rutas establecidas con fines estratégicos. Para nuestro estudio conviene reconocer la ruta de la quebrada de Molle, que une la quebrada denominada por los arqueólogos como "Huaycán del Rímac" con la hoy denominada "Huaycán[3] de Cieneguilla" como una evidencia de doble influencia de las condiciones climáticas y meteorológicas que se presentan el sistema de quebradas Molle Alto y la zona baja de o valle bajo de esta quebrada. La experiencia de las precipitaciones de marzo del 2023 nos invita a considerar una mayor influencia de las condiciones atmosféricas de la cuenca del rio Rímac sobre esta zona por sobre las condiciones climáticas que presentó la cuenca media del rio Lurín.

Figura N° 2. Las Quebradas Secas o Torrenteras en Cienguilla



Fuente: Ronald A. San Miguel Fernández: LA QUEBRADA DE HUAYCÁN DE CIENEGUILLA: GEOGRAFÍA FÍSICA DEL ENTORNO PAISAJÍSTICO DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA Proyecto Integral Huaycán de Cieneguilla Qhapaq Ñan – Sede Nacional

Se desconoce con claridad si existió algún uso específico de la ruta Molle-Huaycan en la etapa pre inca o pre hispánica. Sin embargo, la estructura política y administrativa pre Inca e Inca no está determinada en esta zona, quedando a propuestas de los investigadores algunos planteamientos. Rowstorosky propone,

[3] La palabra Huaycán se asemeja mucho a la palabra quechua (Szemiński 2006: 642, 644): "guayco", que se traduce como quebrada o valle entre dos montes, y que es el lugar por donde discurre el agua sobre todo en las épocas de fuertes lluvias, lo cual tiene sentido dada la naturaleza de la geografía en cuestión.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

básicamente sobre informaciones de Calancha y Albornoz, que los valles del Rímac y Lurín conformaban una unidad política, que luego de la llegada de los incas, se transformarían en una provincia (Rostworosky, 1972). Cornejo, complementa la información hablando de cuatro curacazgos bajo una sola hegemonía — que serían la base para la posterior división administrativa Inca en Guarangas— que son los pueblos de Pachacamac, Manchay, Caringas y Quilcayuna (Cornejo, 2000), posiblemente ubicados en lo que Marcone llama el cono de deyección. Sin embargo, no tenemos evidencias de su distribución física en el valle, ni qué sitios podrían corresponder a cada cacicazgo.

Con la llegada de los españoles, que tomaron posesión de estas tierras, desestructuraron su organización social, económica y cultural. En 1539, por estatuto del Consejo de la Ciudad de los Reyes, estos valles pasaron a ser propiedad de Don Nicolás de Rivera, "El Viejo". En 1565 el valle de Lurín, anexado al de Jauja, pasa a ser posesión de Lima, y en 1573 se funda el pueblo de Pachacamac. Recién en el año 1878 se define el Distrito de Pachacamac con sus anexos: Huaycan, Casa Vieja, Manchay, Cieneguilla, Casa Blanca, Venturosa y Tomina, todos con una localidad urbana de 435 habitantes y 823 zonas rurales.

Según Keith R[4]. para 1550 la tierra en el Perú tenía escaso o ningún valor para la mayoría de los españoles conquistadores. Sin embargo, la constante llegada de cada vez más españoles y por consiguiente mayores demandas de oportunidades sociales y económicas, propicio en principio, las actividades pecuarias con fines comerciales para luego ampliar a las actividades agrícolas mediante la consignación de tierras, tanto para la exportación como para el mercado interno, principalmente para la costa. El desarrollo agrícola de los valles costeros empezó a prosperar y la tenencia de la tierra fue acumulándose en unas pocas manos de españoles denominados hacendados.

Con derechos ampliamente reconocidos y con títulos saneados, las 21 haciendas existentes en 1821 experimentan, a lo largo de la época republicana, cambios motivados por herencia, ventas y, algunas veces, al inicio de la República, donaciones. Se someten a arrendamientos, sub-arrendamientos, hipotecas, censos y enfiteusis[5] sin que, en la mayoría de los casos, se afecten en su extensión y otros derechos. Las haciendas, poco a poco, iban mejorado su organización, servicios y productividad, al mismo tiempo que ampliaban sus áreas de cultivo. En diversas ocasiones hubo concentración de propiedades definitivas o por largos o cortos períodos: como al reunirse en una sola familia Retes y García Alonso desde 1855; o cuando Boza y San José entre 1870 y 1959 pertenecieron a una misma familia; o al, darse la breve unión de Caqui y Torreblanca en 1924., Ocurrió también fraccionamiento, como la separación de La Huaca y Jesús del Valle en 1880, o la división de Galeano por herencia.

La cuenca baja del rio Lurín ha sido testigo de muchos eventos históricos importantes. Durante la Guerra del Pacífico, tropas chilenas entraron por Lurín, a través de Manchay para acometer Lima, y en este entorno rural se presentó la batalla de Rinconada. En 1895, "La Hacienda" fue el campamento general de Nicolás de Piérola y sus legiones en su recorrido a Lima:

> ..."Algunos historiadores refieren que en 1895 la zona y particularmente la hacienda de Cieneguilla fue escogida como Cuartel General de Don Nicolás de Piérola y sus tropas, en tránsito hacia Lima, procedentes de Arequipa..."[6]

Hasta 1960, La Casa Hacienda de Cieneguilla vuelve a cobrar importancia cuando su propietario, Luis Ortiz de Zevallos, inicia un programa de lotización con miras a convertirlo en una zona residencial campestre. Fue precisamente esa gestión la que motivó la construcción del actual serpentín de acceso, en reemplazo del viejo camino que subía por las Pampas de Manchay.

---

[4] Robert G. Keith, *Origen del sistema de hacienda: El valle de Chancay* Instituto de Estudios Peruanos Lima, Perú 1968

[5] Es un contrato entre dos personas, donde una de ellas le concede a la otra un terreno para que ésta por un tiempo indefinido o determinado lo mejore y pague a cambio, un canon o pensión anual en dinero o en especie.

[6] informe inédito: "Perfil del Distrito de Cieneguilla", elaborado en 1997 por el Economista José Huanambal.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos [illegible]
R.J. N° 095-2019 CE[illegible]

En los años 50 del siglo pasado, Cieneguilla era una gran hacienda agrícola que estaba en manos de los hermanos Tovar[7]. En ese entonces, debían mucho dinero por numerosos créditos solicitados al Banco, por ello decidieron parcelar las tierras para venderlas y así solucionar su problema. La Hacienda, según explica Huanambal, "que antiguamente sembraba algodón, dejó de producir, quedando muchos jornaleros desempleados, quienes lograron obtener lotes para vivienda en algunas zonas de la denominada "Parcelación". Los hermanos Tovar hicieron una primera "Parcelación" para su venta, que llamaron "Primera Etapa de Cieneguilla", con terrenos de 10 mil metros cada uno. Los lotes estaban ubicados en la orilla derecha del río Lurín. La venta que se hizo de la Primera Etapa fue un éxito económico. Inmediatamente terminaron la Primera, hicieron la Segunda y la Tercera, con áreas de 1000 y 1500 m² cada una, pero las inundaciones del rio Lurín interrumpieron las pequeñas cosechas, lo cual afectaron los primeros entusiasmos por la tenencia de estas tierras.

En la década de los 60, después de la reforma agraria, se produjo una campaña de urbanización, formándose asentamientos compuestos principalmente por trabajadores de las haciendas, esfuerzo que rápidamente establecería a Cieneguilla como distrito. Es así que, el 3 de marzo de 1970 se creó el Distrito de Cieneguilla mediante Decreto Ley N° 18166 incorporando a los asentamientos como Huaycán, Chacra Alta y Tambo Viejo. Huanambal afirma que existen dos grupos de habitantes bien definidos: los de holgada posición económica y aquellos de situación media y precaria: "Esto crea dos diferencias, mucha gente compró lotes para granjas, para caballos y que con el tiempo se convirtieron en viviendas de personas con capacidad económica que vienen los fines de semana a descansar, mientras que otras conforman la clase media empobrecida".

Posteriormente, en 1980 se ubicó otra asociación con gran fuerza representativa de los trabajadores del sector salud, que impulsó con mucho entusiasmo y desprendimiento el desarrollo de la localidad. Se trataba de la Cooperativa de Vivienda y Bienestar Social "Cieneguilla". Conformada por 1,400 familias ubicadas en la zona denominada Pampas Tinajas, cerca al óvalo de Cieneguilla.

En los últimos años, una importante cantidad de títulos de propiedad, no han sido oficializados, es decir, no han sido inscritos en la Oficina del Registro Predial, por existir superposición de propietarios de terrenos, al no ser del Estado, sino que pertenecen a la Comunidad Campesina "Collanac" y "Parceladora Cieneguilla", su inmatriculación está pendiente, según información que obra en los Registros Públicos de Lima y Callao. En cuanto a su organización, Cieneguilla tiene en su totalidad 25 Centros Poblados, entre asociaciones y cooperativas de vivienda.

El actual distrito de Cieneguilla es centro de un importante flujo de inversiones en el área hotelera, de restaurantes campestres, con piscinas, campos deportivos, pequeños zoológicos y juegos infantiles que dinamizan la economía local. Al estar ubicado a 25 Km de la capital de Lima, se convierte en un lugar estratégico para la promoción de su desarrollo y centro de atracción turística.

Por sus características ambientales (incluyendo todos sus recursos naturales como el agua, la flora y la fauna) Cieneguilla se ha ganado el reconocimiento como Distrito Ambiental. Es así que, mediante el Acuerdo de Concejo N° 323, de fecha 2 de noviembre de 1990, el Concejo Provincial de Lima, declaró a Cieneguilla "Distrito Ecológico", por cuanto dispone de extensas áreas de reservas boscosas y zonas de recreación que contribuyen a disminuir los altos niveles de contaminación ambiental de la gran Lima Metropolitana.

Cieneguilla es un distrito del tipo A.O[8], es decir, es un distrito que forma parte de la Metrópoli que agrupa un volumen poblacional mayor a 500,000 habitantes Se corresponde con aquellos distritos que conforman la provincia de Lima y que cuentan con centros poblados que forman parte del mismo continuo urbano. La principal característica de estos distritos es que gran parte de su territorio se encuentra urbanizado o en

[7] En algunas zonas de Cieneguilla corría el rumor de dispuestas entre los hermanos Tovar y el Arq. Ortiz de Cevallos por superposición por terrenos.

[8] Resolución Viceministerial Nº 005-2019-PCM-DVGT Aprueban la "Tipología de Distritos" y la "Clasificación de los Distritos"

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

proceso de urbanización, y desde el punto de vista funcional, es un espacio que comparte redes de servicios, flujos económicos y actividades urbanas.

Cieneguilla está ubicada a 25 kilómetros del centro de Lima y ocupa el valle medio de la cuenca del río Lurín. Sufre constante peligro por los fenómenos naturales como los desbordes del río Lurín y las inundaciones que genera, además se han presentado emergencias por huaycos. Tiene un área de 240.33 Km² y se encuentra dividido de la siguiente forma:

- La Parcelación (1°, 2° y 3° Etapa);
- Centros Poblados Rurales de Tambo Viejo; Villa Toledo y Huaycán, los más antiguos.
- Centro Poblado de La Libertad, Río Seco y Los Ficus.
- Asentamientos Humanos: Magda Portal, Inmaculada Concepción, Sol Radiante
- y Nueva Gales.
- Agrupamientos de Viviendas: Asociación de Vivienda "Los Jardines de Cieneguilla", Asociación de Propietarios de Vivienda "Los Molles de Collanac", Asociación de Propietarios "Molle Alto", Asociación de Propietarios "Molle Alto II Etapa", las zonas denominadas Las Cumbres y La Frontera y otras posesiones ubicadas en el área cercana a la desembocadura al rio Lurín.

Cieneguilla limita por el norte con los distritos de Ate y Chaclacayo; por el este con el distrito de Antioquía (Prov. de Huarochirí); por el sur y oeste con el distrito de Pachacámac y se ubica en las coordenadas geográficas 12°07'04" y 76°48'45"

De acuerdo al último "Censo de Población", realizado en el 2017, por el Instituto de Estadística e Informática - INEI, el Distrito de Cieneguilla cuenta con un total de 34 684 habitantes que presentan las siguientes características: el 99 % de la población es urbana y el 0.1 % restante es rural. Según la población proyectada al 2022 el distrito de Cieneguilla cuenta con 39 055 en una densidad de 162 Hab/Km²

Históricamente, la política de desarrollo en el distrito de Cieneguilla ha buscado conciliar la protección del medio ambiente con el desarrollo urbano. Cieneguilla cuenta también con una gran cantidad de espacio desocupado, propiedad de la comunidad campesina de Collanac, por ello, esta comunidad es un actor clave en el proceso de urbanización o ruralidad del distrito.

De otra parte, la ocurrencia de eventos asociados fenómenos naturales tiene influencia en el distrito de Cieneguilla y por consiguiente en las asociaciones de propietarios, en sus viviendas construidas y aquellas que se proyecten construir en el área de estudio, debido a las probabilidades de afectación total o parcial frente a lluvias intensas que provocan flujos de detritos con las consiguientemente pérdidas que se deriven de sus impactos.

Las condiciones geológicas, geomorfológicas y la dinámica tectónica, como la presencia de un sistema de quebradas en la zona, incrementan o predisponen el potencial movimiento en masas de tipo flujo de detritos (huaycos) en épocas de lluvias intensas. El equipo técnico de GEOCIENCIAS EIRL ha realizado inspecciones de campo y levantamiento de información puntual. Entre las conclusiones, se considera que las condiciones geológicas en las laderas de los sectores evaluados, presentan diferentes niveles de peligro ante la saturación del suelo, que deviene en altas probabilidades de generar escorrentía y material de acarreo que requieren acciones preventivas y de control a fin de evitar o reducir las afectaciones a la población que se asiente en la zona baja. De igual modo, se ha de considerar la protección de la infraestructura social y privada, las vías o caminos que podrían sufrir limitaciones de transitabilidad y proteger sus redes para el desarrollo expresados en los procesos económicos que surgirán de implementar proyectos de casa huerta, viviendas familiares u otras infraestructuras, así como la búsqueda del equilibrio con los ecosistemas del entorno.

Los niveles de peligro no son homogéneos para todo el territorio. Del reconocimiento de campo y análisis de gabinete, se han obteniendo resultados que nos indican sobre un mayor nivel de peligrosidad en la zona correspondiente al cauce principal del sistema de quebradas y un peligro menor en aquellas zonas que

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Nat...
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

mantienen significativas distancias del mismo. Sucede lo mismo al revisar los resultados del análisis de vulnerabilidad, puesto que no existe una exposición actual de manera generalizada, ya que sólo un porcentaje menor ha levantado viviendas y dentro de este porcentaje hay diferencias respecto del tipo de construcción y el tipo de material utilizado. A lo largo del presente informe, se describen los resultados del análisis y estimación realizado.

En el primer capítulo se desarrollan los aspectos generales, entre los que se destacan los objetivos, tanto general como los específicos y la justificación que motiva el presente informe.

En el segundo capítulo, se describen las características generales del área de estudio, como la ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro, en el cual se identifica su área de influencia en función de sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de los niveles de peligrosidad expresada en un mapa de peligros.

En el cuarto capítulo, comprende el análisis de la vulnerabilidad, en sus tres dimensiones: social, económico y ambiental. Cada una de las dimensiones se evalúa en función de su fragilidad y su resiliencia para la definición de los niveles vulnerables expresada en un mapa de vulnerabilidad.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para el cálculo del riesgo. Que permite identificar los niveles de riesgo expresadas en un mapa de riesgos como resultado de interrelacionar peligros con vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, para determinar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas medidas de control.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Capítulo 1. Aspectos Generales

Objetivo General

Estimar los niveles de riesgo que afrontan las asociaciones de propietarios de terrenos en la cuenca baja o valle bajo del sistema de quebradas Molle Alto frente al peligro de movimientos en masa del tipo flujo de detritos en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima

Objetivos Específicos

1.2.1 Determinar los niveles de peligro que afrontan las asociaciones de vivienda asentadas en la cuenca baja o valle bajo del sistema de quebradas Molle Alto frente a movimientos en masa del tipo flujo de detritos en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima. Expresar los resultados en un mapa de peligros.

1.2.2 Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad que presentan los elementos expuesto que conforman las asociaciones de vivienda asentadas en la cuenca baja o valle bajo del sistema de quebradas Molle Alto frente a movimientos en masa del tipo flujo de detritos en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima. Expresar los resultados en un mapa de vulnerabilidad.

1.2.3 Estimar los niveles de riesgos que se presentan en las asociaciones de vivienda asentadas en la cuenca baja o valle bajo del sistema de quebradas Molle Alto frente a movimientos en masa del tipo flujo de detritos en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima. Expresar los resultados en un mapa de riesgos

1.2.4 Evaluar los niveles de aceptabilidad y tolerancia que afrontan las asociaciones de vivienda asentadas en la cuenca baja o valle bajo del sistema de quebradas Molle Alto frente a movimientos en masa del tipo flujo de detritos en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima, con el fin de establecer los controles de riesgo pertinentes.

Finalidad

Contribuir con un documento técnico que permita a las autoridades correspondientes comprender las causas que contribuyen con el riesgo en la zona evaluada y las consecuencias de ello, lo cual permitirá implementar acciones que reduzcan la vulnerabilidad o incrementen la resiliencia en los elementos expuestos.

Justificación

Estimar los niveles de riesgo y las acciones de prevención y reducción frente al peligro más recurrente que se presenta en la zona, el cual se corresponde con los movimientos en masa del tipo flujo de detritos en el sistema de Quebradas Molle Alto, en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima. En virtud de lo detallado, se justifica el presente informe.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Antecedentes

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, ente de carácter técnico – científico, publicó en el año 2014, como parte de sus proyectos GA-11 "Geología, Geomorfología y Peligros Geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao" y GA28 "Estudio Hidrogeológico de la cuenca del río Lurín" de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), el Informe Técnico A6647: "Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geo-Hidrológicos en la cuenca del rio Lurín". Para los estudios geológicos se tomó como referencia el Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica 25-i, 25-j. 24-i, 24-j - Boletín A 43, editados por el INGEMMET (1992). La información relevante para el distrito de Cieneguilla fue extraída y utilizada para la elaboración de la descripción geológica y peligros relacionados a eventos naturales en el presente informe

Atendiendo las solicitudes de cuatro asociaciones de propietarios en la zona, GEOCIENCIAS EIRL conformó un equipo técnico a cargo de Ing. Joan Tincopa Langle a fin de realizar inspecciones de campo, procesamiento de información en gabinete y cálculos de los parámetros, así como el análisis de los resultados y planteamiento de conclusiones con las recomendaciones respectivas, cuyos procesos y resultados se incluyen en el presente informe.

Marco Normativo

1. Ley Nª 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y sus modificatorias.
2. Ley Nª 30787, Ley que incorpora el enfoque de derechos en favor de las personas afectadas o damnificadas por desastres.
3. Decreto Supremo Nº 048-2011-PCM, que aprueba el reglamento de la Ley Nº 29664, Ley que crea el SINAGERD.
4. Decreto Supremo Nº 038-2021-PCM, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050
5. Decreto Supremo Nº 115-2022-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres -PLANAGERD 2022-2030.
6. Resolución Ministerial Nº 276-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos para la Constitución y Funcionamiento de los Grupos de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres en los Tres Niveles de Gobierno.
7. Resolución Ministerial Nº 334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
8. Resolución Ministerial Nº 220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
9. Resolución Ministerial Nº 222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Capítulo 2. Situación General

2.1. Ubicación Geográfica

El área de estudio corresponde a la cuenca baja o valle bajo del sistema de quebradas Molle Alto, políticamente se localiza en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima, alrededor de la coordenada central (UTM WGS 84) 305822.70 E y 8667007.08 S

La zona privada se conforma por las siguientes asociaciones:

- Asociación de Vivienda "Los Jardines de Cieneguilla"
- Asociación de Propietarios de Vivienda "Los Molles de Collanac"
- Asociación de Propietarios Molle Alto
- Asociación de Propietarios Molle Alto II Etapa

2.1.1. Límites del área de estudio

- Limita por el Norte con los Distritos de Ate y Chaclacayo
- Limita por el Este con el Distrito de Antioquía (Prov. de Huarochirí);
- Limita por el Sur y Oeste con el Distrito de Pachacámac

2.1.2 Vías de Acceso

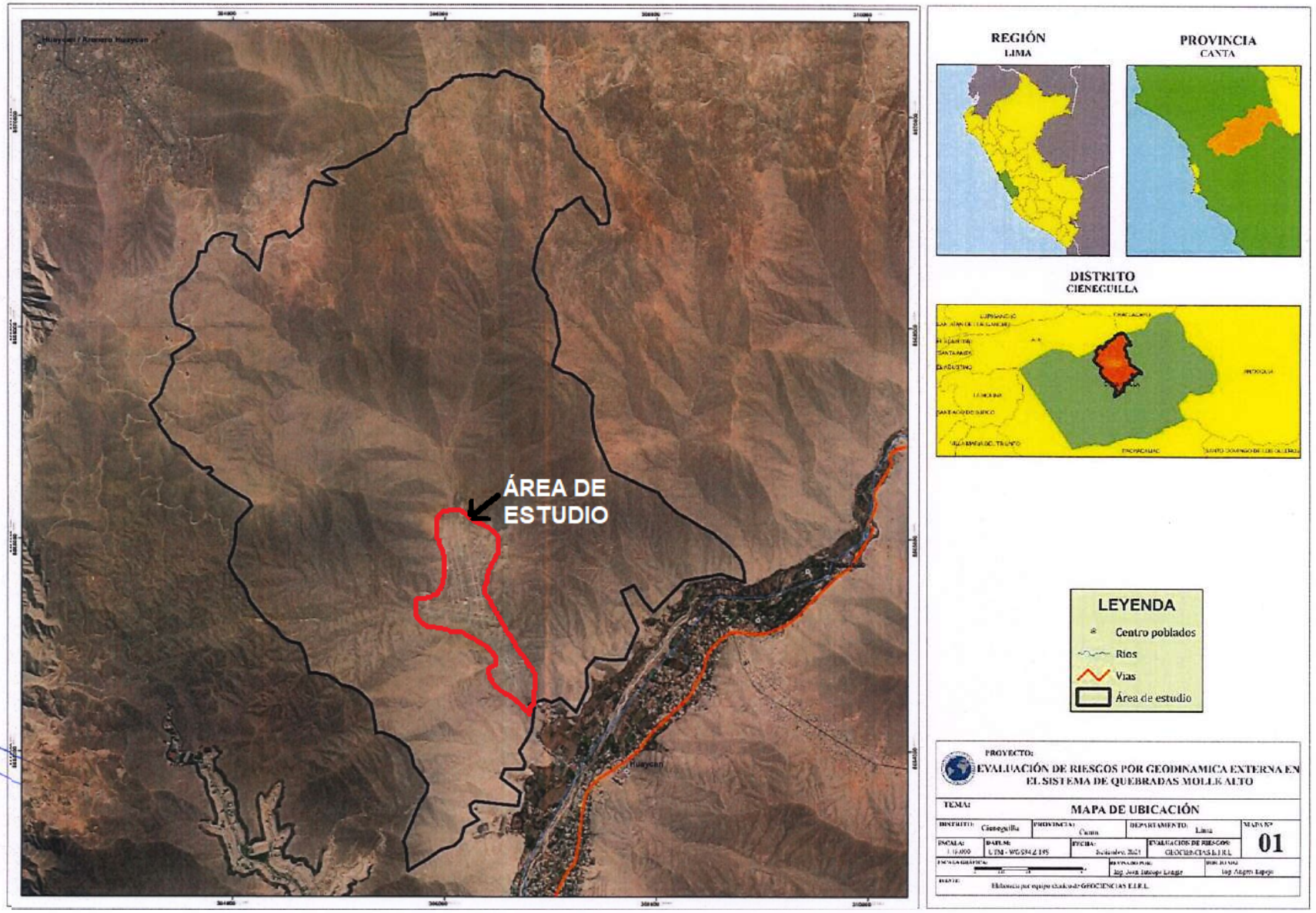
Se accede al área de estudio desde Lima, a través de la vía que une La Molina con Cieneguilla hasta la altura del Km 27,5 tomando como referencia el paradero Meza de Piedra. El acceso es a través de dos vías, los cuales son:

Tabla N° 1 Rutas de Acceso a la zona de estudio

RUTA	VIA	DISTANCIA (KM)	TIEMPO
LIMA - MOLLE ALTO	ASFALTADA	55	1 HRS
MOLLE ALTO - LOS JARDINES .	AFIRMADA	2.5	0.2 HRS

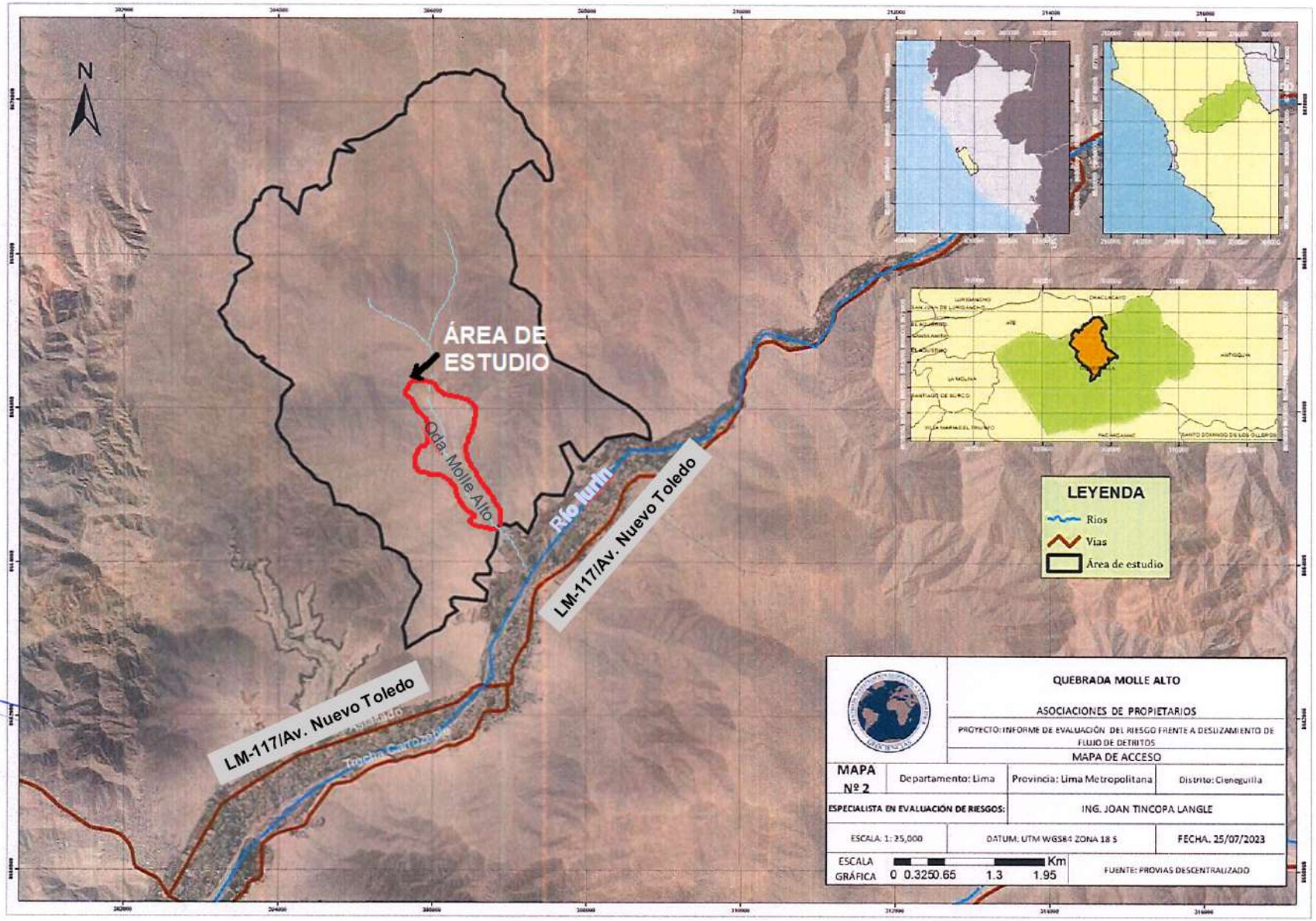
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 1. Mapa de Ubicación



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 2. Mapa de Acceso a la Zona de Estudio



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

2.2 Características sociales

2.2.1 Población

La población que conforman las asociaciones propietarias de terrenos emplazados en la cuenca baja del sistema de quebradas de Molle Ato tiene una población aproximada a 3000 familias que se distribuyen de la siguiente manera:

- Asociación de Vivienda "Los Jardines de Cieneguilla" con 1445 propietarios
- Asociación de Propietarios de Vivienda "Los Molles de Collanac" con 700 propietarios
- Asociación de Propietarios Molle Alto con 266 propietarios
- Asociación de Propietarios Molle Alto II Etapa con 138 propietarios

Por lo anterior, el universo de propietarios bordea los 2,549 asociados. No se han identificado pobladores pertenecientes a pueblos indígenas u originarios en la zona. En la visita de campo se observó algunos pobladores emplazados en las zonas altas de manera aislada con aparentes actividades pecuarias bajo condiciones informales.

2.2.2 Infraestructura social

Según el levantamiento de información en campo, a nivel de componentes, realizado mediante registros en fichas de información correspondiente a la infraestructura social y luego de su respectiva tabulación digital, se concluye que la población de propietarios tiene una infraestructura social aproximada de cuatrocientas construcciones orientadas a la vivienda. De los cuales, un importante porcentaje de ellas evidencia daños estructurales mayores, propios del impacto físico del flujo de detritos en sus paredes y cimientos. Si bien, se han identificado algunas construcciones con elementos de materiales de concreto reforzado y mampostería, se observa una predominancia del uso de materiales pre fabricados del tipo Dry Wall, materiales contraplacados de madera, tripley o machimbrado. En algunos casos techos de calaminas.

Los materiales de construcción de los inmuebles obedecen a la habitabilidad actual de algunos propietarios de los terrenos, muy pocos han decidido residir de manera continua y han levantado construcciones de uno o dos pisos con materiales nobles. Otros, también viven de manera permanente pero sus construcciones han sido elevadas de manera mixta. Algunos tienen elementos de cimentación con paredes de ladrillo pandereta y otros han conformado losas como pisos y paredes perimetrales con diversos materiales. Muchos propietarios que aún no viven en la zona se han preocupado por cercar sus propiedades con algún material ligero y otros tantos solo señalizarlo con líneas y marcas perimétricas. En los planos de los proyectos de habilitación se han considerado áreas destinadas a salud, educación, local comunal y parques como espacios recreativos.

2.2.3 Abastecimiento de agua

Según levantamiento de información en campo, realizado mediante observación directa, registro en fichas de información y luego de su respectiva tabulación digital, se concluye que: la principal fuente actual de suministro de agua potable por parte de las asociaciones proviene de la compra de agua de camiones cisternas. Los que cuentan con este servicio son alrededor del 100%. Se observa una alta densidad de tanques elevados para el almacenamiento de agua.

2.2.4. Disponibilidad de servicios higiénicos

Según levantamiento de información en campo, realizado mediante observación directa, registro en fichas de información y luego de su respectiva tabulación digital, se concluye que la población no dispone de red de alcantarillado y servicio higiénicos. Sin embargo, se observa el levantamiento de infraestructura física de servicios higiénicos (baños y lavaderos), los mismos que se mantienen en buen estado sin mayor afectación por los impactos del huayco. Cabe mencionar que, si bien se han implementado infraestructura

de servicios higiénicos, aún la población de propietarios no cuenta con acceso a desagüe. Por ello, los propietarios que residen permanentemente han implementado silos en sus viviendas.

2.2.5 Tipo de alumbrado

Según levantamiento de información en campo realizado mediante observación directa, registro en fichas de información en la población de propietarios de las asociaciones en el área de estudio y luego de su respectiva tabulación digital, se concluye que: la principal fuente de suministro de energía eléctrica proviene de la autogeneración (sistemas de energía fotovoltaica y motores de grupos electrógenos).

2.2.6 Educación

Los propietarios miembros de las asociaciones, provienen de diversos sectores de la sociedad. La gran mayoría cuenta con formación profesional y técnica, todos con educación secundaria. Tienen medios de comunicación entre ellos a través de una red de mensajería donde se reúnen y se comunican, creando un tejido social fuerte y continuo. Manifiestan conciencia de las implicancias del riesgo que enfrentan por fenómenos naturales y los desequilibrios del cambio climático sobre sus inversiones, por ello, existe una cultura de capacitación y preparación constante frente a posibles eventos que constituyen amenazas para la integridad de las personas y de su infraestructura. Consecuencia de su nivel de educación, han establecido lazos de integración social entre ellos y articulación con las autoridades del distrito de Cieneguilla y de la provincia de Lima.

2.2.7 Salud

La población no cuenta actualmente con servicios de salud para asistencia de la población. El lugar más cercano para acceso a servicios de salud el Centro de Salud Colca. En sus proyectos de habilitación consideran espacios destinados a servicios de salud que atienda la demanda que se presente.

2.2.8 Infraestructura Vial

La zona de estudio está conectada a través de la Avenida Nueva Toledo desde donde se interconecta con la infraestructura de la red vial distrital y provincial. En la zona de estudio las asociaciones de propietarios han dispuesto un trazado urbano básico que une a las asociaciones a través de una vía común a todas, a la cual han denominado Av. Las Palmeras, que inicia desde el fondo de la cuenca baja hasta las riberas del rio Lurín y se conecta con la Av. Nuevo Toledo. El trazado urbano se basa generalmente en el damero tradicional, es decir, una retícula de calles rectas y perpendiculares que limitan las propiedades y experimenta distintas variaciones. Así, este trazado de proyecto urbano, sencillo y homogéneo, se adapta a las diferencias de espacio que la topografía y la configuración geográfica les impone.

2.3 Característica Económicas

2.3.1 Actividades Económicas

Los miembros de las asociaciones de propietarios, provienen de diversos sectores de la sociedad. Una significativa cantidad de ellos realiza actividades económicas mediante servicios profesionales de consultorías en un variado espectro de especialidades. Otro importante grupo de propietarios realiza actividades relacionados al suministro y comercio de bienes y servicios. Un tercer grupo de propietarios son empleados formales de entidades públicas y privadas. Existe un cuarto grupo de propietarios cuyas limitaciones económicas se han visto reflejadas a resultas de los impactos de la reciente pandemia del COVIS 19 y los impactos de las anomalías climáticas que se presentaron en la temporada de lluvias 2022-2023. En líneas generales, se tratan de familias con recursos escasos pero que han superado la línea de la pobreza y orientan sus esfuerzos hacia el crecimiento económico basados en la aplicación de

conocimientos y habilidades como primer impulso apoyado por un grupo de emprendedores que abordan el comercio de bienes y servicios. El grupo etario mayor de 65 años, en su gran mayoría en situación de jubilados, se corresponden con un porcentaje mucho menor.

2.3.2 Población

Si bien la población presente en la zona de estudio es aún muy reducida, la población real que se proyecta constituiría la población efectiva, una vez que se consolide sus proyectos de habilitación o la construcción de los inmuebles de todas sus propiedades, estaría conformada entre las 10,000 y 15,000 habitantes permanentes y un promedio de 2,000 a 3,000 habitantes transitorios. De los datos obtenidos y procesados, los miembros de las asociaciones de propietarios son cabezas de familia, constituidas entre 2 y 6 personas, con grupos etarios diversos, siendo los grupos etarios más preponderante entre 13 y 54 años. Es muy probable que esta densidad poblacional se materialice en un horizonte no mayor a los próximos 5 años.

2.4 Características Físicas

La zona de estudio se emplaza en las estribaciones de los andes centrales occidentales del Perú, que han sido estudiados desde inicios de siglo XX. Es Steinman (1929) quien reporta en un mapa los afloramientos reconocidos hasta ese momento, posteriormente fueron McLauglin (1923), Benavides (1956), Wilson (1963) quienes establecieron las bases de la estratigrafía para el Perú central y septentrional, mientras que para el sur del Perú son los trabajos de Benavides (1962) y Vicente (1981) quienes resumieron la estratigrafía de la parte meridional; en la región altiplánica es Newel (1949) quien sienta la estratigrafía para el altiplano, posteriormente Laubacher (1978) y Laubacher et al (1990) cartografía regionalmente dicha nomenclatura estratigráfica, el que es modificado ligeramente por Ellinson (1985) y posteriormente Sempere et al (2000) discuten las proposiciones anteriores; mientras que para la región de la cuenca oriental son los trabajos de Kummel (1946 y 1948), Zegarra (1964) y Soto (1979) quienes establecen una nomenclatura estratigráfica para el oriente peruano[9].

El desarrollo andino se inicia en el Paleozoico superior, continúa en el Mesozoico y adquiere su forma definitiva en el Cenozoico (Terciario), prologándose hasta la actualidad. En la evolución moderna de los Andes se evidencian principalmente abundantes fallas recientes y pliegues, el levantamiento de la "Superficie Puna" de edad pliocuaternaria, el vulcanismo cuaternario y el levantamiento de las terrazas marinas (tablazos); así como la actividad sísmica y volcánica que ocurre en el Perú, caracterizando a los Andes como un activo cinturón sísmico.

El dominio continental andino es un imponente volumen montañoso elevado paralelamente al borde sudamericano. En el territorio peruano se impone desde su borde costero hasta la planicie amazónica, con un ancho aproximado de 400 Km en el norte y centro y unos 600 Km en el sur. Las series sedimentarias correspondientes al sistema cretáceo en Los Andes peruanos, que se ubican en el lado occidental de la margen andina, yacen en discordancia sobre terrenos de diferentes edades. Desde el Precámbrico hasta el Jurásico superior, según el lugar que estudiamos. Por ejemplo, para el centro y norte del lado oriental de Los Andes peruanos hay casi consenso sobre el sustrato pre cámbrico y en el sur del lado oriental sobre sustratos paleozoicos.

Según Jacay, sobre la paleo plataforma estable del lado occidental de Los Andes peruano se presentan esencialmente tres grandes secuencias:

- Una secuencia inferior (Berriasiano-Aptiano) que por parte pertenece a la plataforma siliciclástica que conforman el delta del Grupo Goyllarisquizga y sus equivalentes laterales según su ubicación;

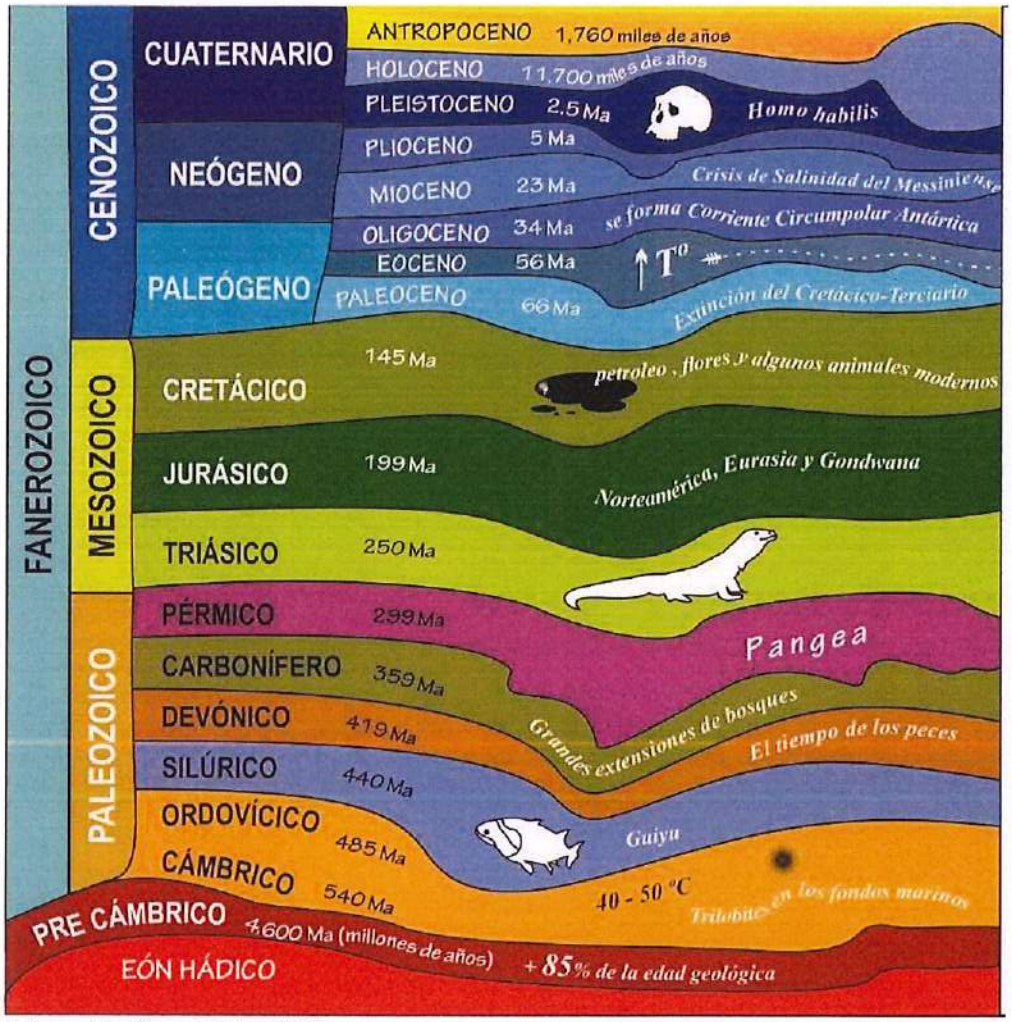
[9] Javier Jacay, Análisis de la sedimentación del sistema cretáceo de los andes del Perú central. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG Vol. 8, N.° 15, 49-59 (2005) Universidad Nacional Mayor de San Marcos

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

- Una segunda secuencia corresponde del Albiano-Turoniano al Campaniano que pertenece a una gran plataforma carbonatada epicontinental y

- Una tercera secuencia al tope del Cretáceo superior (Campaniano-Maestrichiano) compuesta por las series rojas continentales que pertenecen a procesos de inversión tectónica y transición a cuencas de antepaís[10].

Figura Nº 3. Esquema de las Eras y sub divisiones geológicas



Elaboración: Geociencias EIRL

El consenso, como resultado de los estudios a la fecha, establece que cordillera de los andes inició su formación hace aproximadamente 130 millones de años[11] [12] llegando a presentar una fisonomía muy similar a la actual hace un millón de años, producto de levantamientos, vulcanismo emergente, plegamiento y replegamiento, produciendo una serie de fallas con presencia de esquistos (rocas foliadas), rocas intrusivas (plutones) y grandes depósitos sedimentarios producto de la erosión de las cumbres glaciares y montañas. Los indicios y estudios indican que, al ser una cadena montañosa

[10] Una Cuenca de Antepaís (Foreland) es una depresión de la corteza continental localizada en el frente de una cadena montañosa en formación, la cual es causada por la colisión de placas tectónicas

[11] En el Cretácico inferior.

[12] El Gran Cañón del Colorado permite ver sus paredes de rocas de hace 2,000 millones de años.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CE

relativamente joven aún se mantiene activa. Es decir, en algunos tramos sigue ascendiendo y en otros presenta hundimientos. Además de los desplazamientos verticales de la corteza andina también se han identificado los desplazamientos horizontales a consecuencia de las fallas o fracturas, sea por gelifracción y/o descomprensión.

La zona de estudio forma parte de la gran estructura geológica en la cual se asienta el valle de Lurín, así como otros valles de la costa central peruana. Se trata del Batolito Costero o Batolito de la Costa, es una gran formación granítica intrusiva originada en el período Cretácico, hace unos 90 a 120 millones de años que se manifiestan en grandes masas rocosas de naturaleza ígnea plutónica y que se extiende desde el norte al sur, entre la Cordillera de los Andes y la costa del Perú. Son rocas intrusivas clasificadas como granodioritas, dioritas y tonalitas (Gargate et al. 2010: 14)

Mayormente, las rocas intrusivas han sido meteorizadas mecánicamente por su exposición al aire y la humedad, además de la dinámica tectónica, propios de los ambientes andinos. La erosión eólica y pluvial desprende materiales de las unidades alteradas y los transporta ladera abajo, constituyendo estos los sedimentos que se depositan por gravedad.

Por otra parte, los depósitos sedimentarios, se conforman las gravas, arenas, limos y arcillas que junto a los sedimentos orgánicos crean las condiciones de suelos fértiles para cultivos y micro ecosistemas de flora y fauna. La secuencia de ascensiones y hundimientos creó cuencas que fueron ocupadas por el mar y sus sedimentos marinos. Luego al retirarse el mar por ascensos tectónicos estos sedimentos marinos soportaron nuevos depósitos de la erosión continental, tanto de rocas metamórficas como de las plutónicas. Se suman a ello, los procesos de trasgresión[13] sedimentaria oriental al occidental. Es así, que la conformación de estratos, pliegues y sedimentos se han clasificado en unidades geológicas denominadas grupos y formaciones, que nos orientan en la historia geológica del territorio y al mismo tiempo nos permiten comprender la dinámica de sus taludes y la comprensión de los riesgos por deslizamientos. Por ejemplo, en el área de estudio los deslizamientos históricos no tienen una causa única o común, sino más bien la confluencia de varias razones, entre ellas: la limitada altura de la capa freática que facilita la pronta saturación del suelo que luego de la infiltración del agua continua de lluvia influye en la generación de la escorrentía superficial, cuya velocidad y presión estará relacionada con las pendientes y topografía de la zona. Igualmente, en tiempos más actuales, conocemos que una de las causas es la débil resistencia al corte frente a determinadas intervenciones antrópicas.

En el Albiano deviene un ciclo sedimentario-volcánico con un volcanismo continuo hasta probablemente el Cenomaniano[14], se presenta controlado por la presencia de diferentes focos de emisión magmática ubicados en el sector oriental del área de estudio. Este ciclo está representado por el Grupo Casma el mismo que, tanto al norte como al sur de Lima ha sido diferenciado en varias formaciones, caracterizadas por secuencias litológicas diferenciables y cartografiables, constituyendo unidades lito-estratigráficas, pero que en gran parte se componen de una acumulación volcánica monótona sin fósiles y pobremente estratificadas, lo que dificulta su correlación con las formaciones sedimentarias que tienen límites de base y tope reconocidos.

La sedimentación mesozoica al Este, es cubierta de manera discordante por la serie continental Terciaria representada por una gruesa acumulación, predominantemente volcánica, que ocupa el sector Este y Noreste del área de estudio. El Batolito de la Costa ha intruido al paquete sedimentario y volcánico causando un metamorfismo térmico notable, silificificando las rocas pre-existentes y/o dando lugar a pizarras, cuarcitas y mármoles. Asf mismo es importante anotar que para toda el área, el emplazamiento de numerosos diques adesíticos, vinculados al magmatismo de Casma o a manifestaciones tardías del Batolito.

En el área de estudio, se reconoce geológicamente el Grupo Casma que ha sido dividido en unidades litoestratigráficas definidas por una secuencia volcánico-sedimentaria en la parte inferior y otra

[13] Trasgrede, invade.

[14] Boletín Nº 43 Serie A Carta Geológica Nacional. Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica

ING. JOAN TINCOPA LANDEO
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

netamente volcánica en la parte superior. Así, al Sur de Lima (sector costanero del cuadrángulo de Lurín) se reconoce la Formación Chilca, sobreyaciendo condordante una serie volcánica masiva que se conoce como Volcánico Quilmaná.

En el volcánico Quilmaná, litológicamente, constituido por lavas andesíticas poco estratificados de textura porfirítica, destacan las plagioclasas en una pasta fina o microcristallna de coloración gris a gris. Su potencia alcanza los 700 m. Se trata de rocas con alta dureza que presenta fracturas y deformaciones, lo cual implica riesgo de inestabilidad. Puede generar derrubios o presentar desmoronamientos que se depositan sobre las superficies de sus laderas. Esto conlleva la generación de movimientos en masas en aquellas zonas con pendientes muy pronunciadas.

En una gran proporción de la zona de estudio se identifica la Super Unidad Patap que la conforman la superfamilia de cuerpos de gabros y dioritas (grabodiorita), las más antiguas del Batolito, emplazados en el lado occidental de la cordillera, con Intervalos que pueden variar entre 84 y 102 m.a. (PITCHER W. 1985).

Tambien acompaña la Superunidad Santa Rosa del Cretáceo Superior, constituida por cuerpos tonalítico-dioríticos y tonalítico-granodioríticos, tiene una gran extensión dentro de los cuadrángulos de Chancay y Chosica formando el segmento de Lima, pasando hasta las quebrada Tinajas (cuadrángulo de Lurín). Se emplazan con posterioridad a los gabros y dioritas, a los que intruye con contactos definidos y casi verticales. Ha sido dividida a manera de sub-unidades en cuerpos oscuros (diorita-tonalitas) y cuerpos claros (tonalita-granodioritas) los mismos que guardan consanguinidad química, textural y de ernplazamiento. Asimismo, intruyen a las secuencias mesozoicas del Volcánico Quilmaná (sedimentos cretáceos y volcánicos) del Cretaceo Inferior.

La configuración geomorfológica ha determinado la sedimentación más o menos amplia de depósitos fluviales en el piso de las quebradas provenientes del arrastre por lluvia de los materiales de erosión de los cuerpos intrusivos y las lavas andesíticas. Mientras que, en la cuenca alta y media, la configuración dendrítica del drenaje ha influido en la conformación de depósitos aluviales y coluvio-deluviales.

El paisaje topográfico del área específica del estudio, deviene en un relieve moderadamente accidentado y semi árido. La humedad en la parte alta de las microcuencas de recolección permite un ecosistema de Lomas[15] incipiente y presenta pisos deyectivos áridos en la parte baja. Se advierte un sistema de drenaje tipo dendrítico que nace en sus divisorias y se unen para formar un cauce principal estrecho. Las laderas en los flancos de las quebradas presentan pendientes moderadas. El conjunto reúne varias quebradas secas que en algunas oportunidades se activan cuando se presentan precipitaciones extraordinarias produciendo huaycos. Actualmente predomina la erosión eólica y debido a los episodios pluviales se generan cárcavas. En la zona alta se puede apreciar "testigos" geológicos de acuitardos y niveles freáticos superficiales. Se advierten huellas de topografía aguda, con estructuras tabulares debido a un moderado diaclasamiento. La capa superficial considerada como el suelo, según la clasificación edafológica está conformada por suelos Leptosoles. Este tipo de suelo es muy somero (delgado) sobre roca continua y son extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos jóvenes y azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Además, son de drenaje libre, poca retención de agua, sostiene una vegetación baja, abundantes en zonas erosionadas y no son muy aptos para la agricultura, pero si para la vegetación de pradera natural.

Las poblaciones propietarias de los terrenos en la zona baja se encuentran sobre depósitos del Cuaternario hasta el Reciente[16], los cuales están suprayaciendo a rocas sedimentarias, lavas

[15] Las Lomas Costeras son ecosistemas endémicos, propios de la costa de Perú y Chile, que tienen la característica de ser estacionales, quiere decir, que poseen características cambiantes según la estación del año. Así, en invierno presenta una variada vegetación, a causa de la niebla que llega a las lomas costeras, mientras que, en verano, la vegetación se reduce al punto de ser escasa a simple vista.

[16] Reciente: Hace 6000 años.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

andesiticas y material proveniente de las rocas intrusivas (cantos rodados, grava, arenas y arcillas) del Plioceno-Pleistoceno hace 5 millones de años.

Los suelos del Reciente son cohesivos formados por depósitos de material coluvio-aluvial que se han formado durante el período Cuaternario, producto de las lluvias que erosionaron las laderas de las estribaciones. La variada composición de estos depósitos incluye fragmentos irregulares de rocas de gran tamaño, que nos orienta a estimar la magnitud de los fenómenos pluviales y sus efectos erosivos en la zona (Guerrero 2001: 12). El fondo de las quebradas está compuesto de sucesivas capas o estratos que llegan a alcanzar incluso los veinte metros de altura (Bueno 1995: 112). Sobre la capa de fundación, existen depósitos antrópicos en un espesor delgado, no mayor a los 3 m. Es un suelo en continuo proceso de compactación por lo que se requiere estudiar su capacidad de carga.

Figura N° 4. Vestigios arqueológicos con fines preventivos

Localización de algunas de las manifestaciones arquitectónicas en Huaycán de Cieneguilla utilizadas como medidas de prevención ante eventos naturales (Modelado por E. Maquera, 2013)

Se observan huellas de actividad de geodinámica externa por flujos de detritos y depósitos aluviales en los flancos de las laderas, altas y bajas. Algunos los materiales muestran actividad reciente, de reducida potencia, y en otros, la magnitud de los fenómenos está oculto por la gran actividad dinámica después del último período glaciar hace 10,000 años.

El horizonte del área de estudio distingue algunos remanentes arqueológicos que proponen un emplazamiento de las poblaciones pre hispánicas como Huaycán de Cieneguilla situada en la desembocadura de una quebrada, al igual que muchas otras poblaciones prehispánicas vecinas. Podemos observar que el lugar escogido para las construcciones destinadas para viviendas se encuentra sobre una suerte de terraza de topografía relativamente horizontal, con cierta inclinación en descenso hacia la desembocadura de la quebrada, y que estuvo por encima del nivel de su cauce principal, lo cual le brindó protección ante las esporádicas avenidas de agua y lodo en épocas muy lluviosas. No se descartan, sin embargo, la presencia de ciertos espacios construidos cerca al cauce de

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

la quebrada, los cuales podrían haber tenido otro tipo de funcionalidad distinta a la de residencia, y que tal vez podrían corresponder a evidencias de las primeras etapas de construcción dentro del asentamiento (Mackie 2018).

Actualmente, el paisaje natural de la zona de estudio lo conforman quebradas y macizos que son parte de las estribaciones andinas occidentales y contrasta con el entorno verde que corresponde al fondo del valle del rio Lurín, que está conformado por un suelo fértil (fluvisol) de origen aluvial surcado por el paso del río procedente de las alturas andinas.

2.5 Condiciones Geológicas de la región

La historia geológica de la cordillera andina indica que, durante el mesozoico, debido a movimientos epirogénicos[17] la región sufrió frecuentes levantamientos y hundimientos desde el cretácico al paleógeno. En el cretácico inferior se presentó un proceso de acumulación de sedimentos en mares poco profundos, alternando lavas volcánicas de tipo andesítico[18] con las areniscas[19] y lutitas[20]. Un posible movimiento orogénico[21] seguido por una intrusión granítica en dos fases (granodiorita[22] y granito[23]) con subsecuente volcanismo submarino, cuya lava afectó la región con materiales plutónicos.

Los batolitos están constituidos por varios plutones, asociados en el espacio y en el tiempo. La cantidad de plutones está relacionada con el tamaño del batolito. Batolitos de gran extensión, como el batolito de la Costa de Perú que a su vez integran el batolito andino, llegan a tener más de 1000 plutones. Los batolitos se forman como consecuencia de una intensa actividad magmática[24], relativamente continua en el tiempo, caracterizada por pulsos de variada magnitud, que se suceden en forma intermitente. El tiempo que tarda en emplazarse un batolito es del orden de millones de años. El emplazamiento del batolito de la Costa de Perú comenzó en el Cretácico inferior y finalizó en el Mioceno, con una duración aproximada de 70 Ma. Durante este lapso se registraron varios pulsos, separados por periodos de menor actividad. Durante el Oligoceno, en el batolito de la Costa la actividad magmática disminuyó considerablemente registrándose muy pocos plutones. En este aspecto refleja la disminución generalizada de la actividad magmática en toda la Cordillera de Los Andes.

Un conjunto de plutones de características y edades similares constituyen una superunidad. El concepto de Superunidad fue creado para agrupar los plutones del Batolito de la Costa de Perú. Una síntesis de sus características se discute en Pitcher et al. (1985, p. 94). El concepto de Superunidad también incluye el concepto de cosanguineidad, y que está relacionada a una evolución magmática común, con una cierta coherencia química. Una Superunidad está constituida por Unidades, cada una de ellas representa un pulso magmático. Como mínimo una Unidad puede estar constituida por un Plutón, no siendo raras las unidades constituidas por varios plutones. Unidad es equivalente a Formación. Las variaciones en composición y textura en el interior de cada Plutón son inherentes a su dinámica interna y se describen como facies.

En cada Superunidad hay una variación progresiva en la composición de los pulsos magmáticos pasando de composiciones intermedias a ácidas. La Superunidad que le sucede en el tiempo repite en forma similar

[17] Movimientos de ascenso/descenso lentos y sostenidos (no repentinos) que pueden tener como consecuencia el basculamiento (inclinación) de una estructura.
[18] Lava que se enfría a temperaturas medias
[19] Roca producto del proceso de acumulación de sedimentos con intersticios (poros).
[20] Roca producto del proceso de acumulación de sedimentos muy finos, en algunos casos con materia orgánica. Sus intersticios son muy pequeños, por tanto, es poco permeable.
[21] Son movimientos muy violentos y de tipo regional debido fundamentalmente al movimiento generado por la tectónica de placas. Tipos de deformaciones orogénicas: ondulamiento y plegamiento (anticlinales y sinclinales).
[22] La granodiorita es una roca intermedia entre el granito y la diorita y su textura es generalmente gruesa.
[23] El granito es muy importante como roca estructuralmente sana, dura y relativamente resistente a la descomposición.
[24] **Eduardo Jorge Llambías** Geología de los cuerpos ígneos. Universidad Nacional de La Plata - CONICET

ING. JOAN TINCOPA LANGUI
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

este ciclo, pero a medida que la Superunidad es más joven, mayor es la proporción de rocas ácidas que participan.

Las unidades geológicas que conforman la columna estratigráfica del distrito de Cieneguilla está constituida por las unidades que integran Grupos y Formaciones geológicas. De piso a techo se tiene en su base las rocas metamórficas del Grupo Casma, seguido de rocas sedimentarias clásticas (continentales) y secuencia de lavas andesiticas del Grupo Quilmana, a este Grupo se superpone la Super Unidad Patap de secuencias de rocas grabodioritas, luego el Grupo Santa Rosa yace concordantemente sobre el Patap involucrando toda la serie con dioritas. Asimismo, sobreyace a estas formaciones una gruesa secuencia de coluvios y depósitos aluviales que se manifiestan presentes en el área de estudio.

2.6. Condiciones geológicas del área de estudio

La parte baja de la cuenca del rio Lurín presenta un ambiente estratigráfico producto de los depósitos de la erosión eólica, pluvial y fluvial, mientras que los sistemas de quebradas en ambos márgenes responden a una geodinámica interna con influencia de los eventos meteorológicos. Así tenemos que las capas sedimentarias en las llanuras aluviales responden a procesos distintos, pero están relacionadas con los procesos de las quebradas y cárcavas de las estribaciones andinas.

2.6.1. Condiciones Estratigráficas

La cuenca baja del rio Lurín, cuyo alcance abarca el distrito de Cieneguilla, presenta una serie de unidades estratigráficas que permiten interpretar los procesos de sedimentación desde el Cretácico inferior Los estudios de Tuesta, Alván, Baez y Jacay[25] advierten que la secuencia de la columna estratigráfica del distrito de Cieneguilla está constituida por cinco (5) unidades, algunas de estas unidades se subdividen en unidades más específicas con orientación litológica y objetiva.

Tabla Nº 2 Secuencia de la columna estratigráfica de la cuenca baja del rio Lurín

Unidad	Sub Unidad	Descripción
Unidad I Esta unidad se registra desde el inicio de la columna hasta los 200 m. Corresponde a una asociación de facies típicas mareales con presencia de intercalaciones volcánicas y una fuente de aporte no muy lejana al depósito. Se relaciona con un ambiente de playa.	*Sub Unidad a-1*	Caracterizada por contener facies de areniscas cuarzosas grises, de granos sub-redondeadas y con tendencia grano-decreciente en estratos de 30 cm con laminaciones finas paralelas; estas capas van reduciendo sus espesores hasta llegar a un promedio de 20 cm, donde las areniscas son de grano fino y subangular, de color oscuro, intercalándose con limolitas que presentan estructuras de tracción al SE y laminación paralela.
	Sub Unidad b-1	Seguidamente y en concordancia se observan rocas volcánicas de color verde muy oscuro. Los 100 metros superiores están caracterizados por areniscas estrato-crecientes de grano sub-redondeado fino a medio, y con laminaciones paralelas a ligeramente ondeadas, presenta intercalaciones esporádicas de limolitas de color rojizo presentando en las areniscas, estructuras de forma de anillos (anillos de Liesegang) hacia el contacto con las limolitas.Los estratos de areniscas se hacen más potentes y se forman feldespatos, de color crema y granos de cuarzo y fragmentos líticos de 2 mm, con esporádicas venillas de calcita y cuarzo, las cuales se ubican en capas centimétricas grano crecientes. Estas características se observan en los últimos 60 m de la sub unidad SUb-1
Unidad II		Esta unidad va desde los 200 a 305 m de la columna, que inicia con la presencia de rocas volcánicas las cuales se intercalan con calcarenitas de

[25] **Tuesta Sotil, José Antonio.** Interpretación Sedimentológica para el Cretácico Inferior en el curso bajo del valle del rio Lurín

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

El ambiente de sedimentación se desarrolló con la presencia de barras carbonáticas progradantes, que se desarrollan en un ambiente subaereo con influencia de coladas de lavas esporádicas y poca variación en la sedimentación.		textura sacariodea, de grano medio sub-anguloso, con fuerte reacción al ácido clorhídrico (HCl), presentando un color verdoso producto de la cloritización. Luego se tiene un intrusivo granodiorítico aflorando en estas intercalaciones de rocas volcánicas con sedimentitas, seguido de capas de Chert color gris verdoso y textura masiva, intercalando con calcarenitas que presentan laminaciones oblicuas y paralelas con estructura algarea. El final de esta secuencia está representado por la intercalación de calcarenitas con fuerte reacción al HCl y areniscas grises oscuras muy compactas
Unidad III Esta unidad se describe desde los 305 hasta los 480 m. Corresponde al desarrollo de zonas reductoras como lo es un "lagoon", con una migración de barras, las cuales dejan notar la presencia de una plataforma distal somera que migra al final del evento nuevamente a una zona de barra carbonática.	*Sub Unidad a-3:*	Inicia con un paquete de lutitas gris oscuras con laminación paralela, la cual termina con una capa de Chert masivo piritizado, seguido por margas de color gris oscuro y calizas con granulometria muy fina (mudstone) con abundante pirita diseminada, venillas de cuarzo y óxidos de Hierro. La sedimentación continua con lutitas y limolitas con alto contenido de pirita en diseminaciones.
	Sub Unidad b-3:	Un paquete de 110 m caracteriza a una secuencia de calizas grises muy oscuras con laminaciones onduladas, estratificadas en bancos potentes, presenta fuerte reacción al HCl, estas capas actualmente muestran una topografía abrupta en las alturas de Manchay. Se nota también la presencia de cristales de calcita recristalizada. Aparecen algunos bancos de areniscas calcáreas con laminación paralela, las cuales se intercalan con calizas mudstone grises oscuras que contienen cristales de calcita radiado y limoarillitas negras con pirita diseminada. Los últimos 30 m de esta secuencia están caracterizados por calizas de color gris a muy oscuro y laminaciones onduladas muy finas.
Unidad IV Representada desde los 480 m hasta los 715 m. Muestra semejanza a la unidad anterior, ya que el ambiente inicial corresponde a una zona reductora con la presencia de barras carbonáticas, que migran constantemente y son depositadas en un ambiente sedimentario con mayor actividad que la anterior , evidenciado por la presencia de estratos de arena de grano fino dentro de secuencias calcáreas, las cuales presentan pequeñas corrientes de turbidez.	*Sub Unidad a-4*	Inicia con la intercalación de margas que representan laminación fina ondulada con delgadas capas de limoarcillitas calcáreas con pequeños micropliegues y slumps de coloración gris oscuro. La sedimentación continua con lutitas negras que tienen laminación paralela, areniscas intercaladas con calcarenitas que presentan lentes areniscosos de grano muy fino, laminación horizontal formando estructuras en boundinage donde cada segmento (boudin) mide aproximadamente 30 cm de largo y 18 cm de ancho.
	Sub Unidad b-4:	Lutitas de color negro con intercalaciones de limoarcillitas de color gris oscuro, ambas presentan laminación paralela fina. Los últimos 40 m de esta secuencia se caracteriza por presentar lutitas muy oscuras y deformadas donde no se aprecian laminaciones ya que se encuentran en una zona de falla.
	Sub Unidad c.4:	inicia con la intercalación de margas con poca reacción al HCl en la base, la cual se intensifica al contacto con calizas areniscosas con laminación paralela, bastante compactas y lutitas negras con abundante pirita diseminada y venillas de calcita recritalizada. La presencia de una falla inversa de orientación N165° y 72° SW se ubica en contacto de las lutitas y un paquete de margas registrado por 15 m que termina con otro juego de fallas inversas de orientación N65° y 40° NW
Unidad V Representada los últimos 115 m. Corresponde a una zona de plataforma distal somera, con algunos lentes de areniscas ubicados en los carbonatos, que transicionalmente pasan a formar parte de una zona de talud donde se depositaron lutitas negras en las cuales se aprecian "slums" y plegamientos sedimentarios.	*Sub Unidad a.5*	Inicia con la intercalación de calizas que varían de mudstone a packstone y cambia gradualmente a lutitas negras con laminación paralela fina, seguido por calizas con nódulos calcáreos y algunos lentes de arenisca fina calcárea. Estos bancos de calizas bastante compactas y algo bituminoso pasan a ser principalmente mudstone por espacio de 30 m y presenta laminación horizontal muy fina (milimétrica).
	Sub Unidad b.5	Los últimos 60 m caracterizan un cambio transicional de calizas a lutitas intercaladas con limoarcillitas como reacción al contacto con HCl y laminación fina horizontal.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

2.6.2 Unidades Geológicas

En el área de estudio afloran rocas de naturaleza sedimentaria, volcánica e intrusiva, según el boletín A-43 de la carta geológica nacional (cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica - INGEMMET, 1992). Las unidades geológicas identificadas en la zona de estudio son las siguientes:

Grupo Casma (Ki-chil)

Las sucesiones volcánicas y volcanosedimentarias del Cretácico inferior (Albiano – Cenomaniano) de la región costera del Perú Central (Lima-Ancash), llamadas Grupo Casma fueron depositadas en dos subcuencas denominadas subcuenca Cañete y subcuenca Huarmey (Cobbing et al, 1981). La sucesión estratigráfica en ambas subcuencas presenta series volcánicas y volcanosedimentarias.

La sucesión sedimentaria del Grupo Casma presente en la región costera del Perú central, está compuesta por lavas almohadilladas y brechas que se intercalan con delgados niveles sedimentarios, seguido de una potente sucesión de depósitos de areniscas volcanoclásticas. Las deformaciones sedimentarias (slumps y megaturbiditas) presentes en diferentes niveles estratigráficos, son manifestaciones de una fuerte actividad tectónica distensiva para la cuenca Casma.

Formación Quilmana

Según Mamani et al., (2021), esta unidad está conformada por afloramientos dominados por derrames de lavas andesíticas con algunos niveles sedimentarios de calizas, lutitas y areniscas. Estas rocas se encuentran muy fracturadas, con espaciamientos muy próximos entre sí (0.05 a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (0.1-1.0 mm). Además, se encuentran altamente meteorizadas, es decir más del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo. Gran parte del área del sistema de quebradas Molle Alto presenta este tipo de unidad geológica.

Super Unidad Patap

Afloramientos rocosos constituido por gabros y dioritas, las más antiguas del Batolito. Los gabros tienen minerales que varían texturalmente de grano medio a grueso conteniendo plagioclasas en un 30 %. Intruyen a las rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico a las que metamorfizan. Las dioritas presentan un color gris oscuro con grano fino a medio, muestran adiciones de cuarzo en los contactos con las tonalitas de la super unidad Santa Rosa.

Intrusivo Granodiorita

Estas intruyen a rocas calizas. Estas rocas forman las colinas de mayor altimetría del distrito. Siguiendo los datos de Eeckhout[26], "la roca predominante en el valle medio es la tonalita (granodiorita). Ella ha sido utilizada como material de construcción en el transcurso de los períodos prehispánicos. La andesita se encuentra bajo la forma de venas dentro de la granodiorita pero así como cantos rodados en la ribera del río. Esta también fue usada como material de construcción y en diversos utensilios. El cuarzo aparece como vena dentro de la granodiorita".

Super Unidad Santa Rosa

Afloramientos rocosos constituidos por cuerpos tonalíticos – dioríticos y tonalíticos – granodioríticos, tienen una gran extensión. Se emplazaron posteriormente a los gabros y dioritas de la super unidad Patap. Se le divide en cuerpos oscuros (diorita – tonalitas) y cuerpos claros (tonalita – granodioritas).

[26] Eeckhout 1997, Pachacamac (Cote centrale du, Perú). Aspects du fonctionnement, du développement et del'influence du site durant'Intermediaire Récent (ca 900 – 1470). Tesis Doctoral de la Universidad Libre de Bruxelles. 4 vol. Bruxelles.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Aflora a ambos lados de la carretera que une los distritos de La Molina con Cieneguilla, en la dirección NO-SE; se evidencian pequeños stocks gabro dioríticos, conformados preferentemente por gabro dioritas y pequeños afloramientos de dioritas.

Intrusivo Diorítico – Granodiorítico

Afloran pequeños cuerpos de rocas ígneas intrusivas, mayormente del tipo gabro – diorita y granodiorita. Ocurren en forma de stocks y cuerpos menores, estructura maciza, fracturada en bloques. Sus condiciones geomecánicas y geotécnicas son buenas, resistencia media a muy dura. Condiciones geotécnicas favorables para diversas obras civiles. Superficialmente se presentan alteradas.

Depósitos

Están conformados por depósitos aluviales y eólicos. Estos depósitos están constituidos por materiales acarreados por el rio Lurín y sus tributarios que bajan de la vertiente occidental andina cortando a las rocas terciarias, mesozoicas y Batolito Costanero, habiéndose depositado una parte en el trayecto y gran parte a lo largo y ancho de sus abanicos aluviales, dentro de ellos tenemos: aluviales pleistocénicos (más antiguos) y aluviales recientes.

Importantes aportes de estos materiales fueron acarreados por las escorrentías de las quebradas, hoy en su mayoría secas. Cuando estas quebradas son sometidas a precipitaciones intensas se producen corrientes lodosas y huaycos, es decir acarrean sedimentos de gravas, arenas, limo y arcillas, además de fragmentos irregulares de rocas volcánicas erosionados de los flancos de las quebradas y transportados por torrentes desde el periodo Cuaternario.

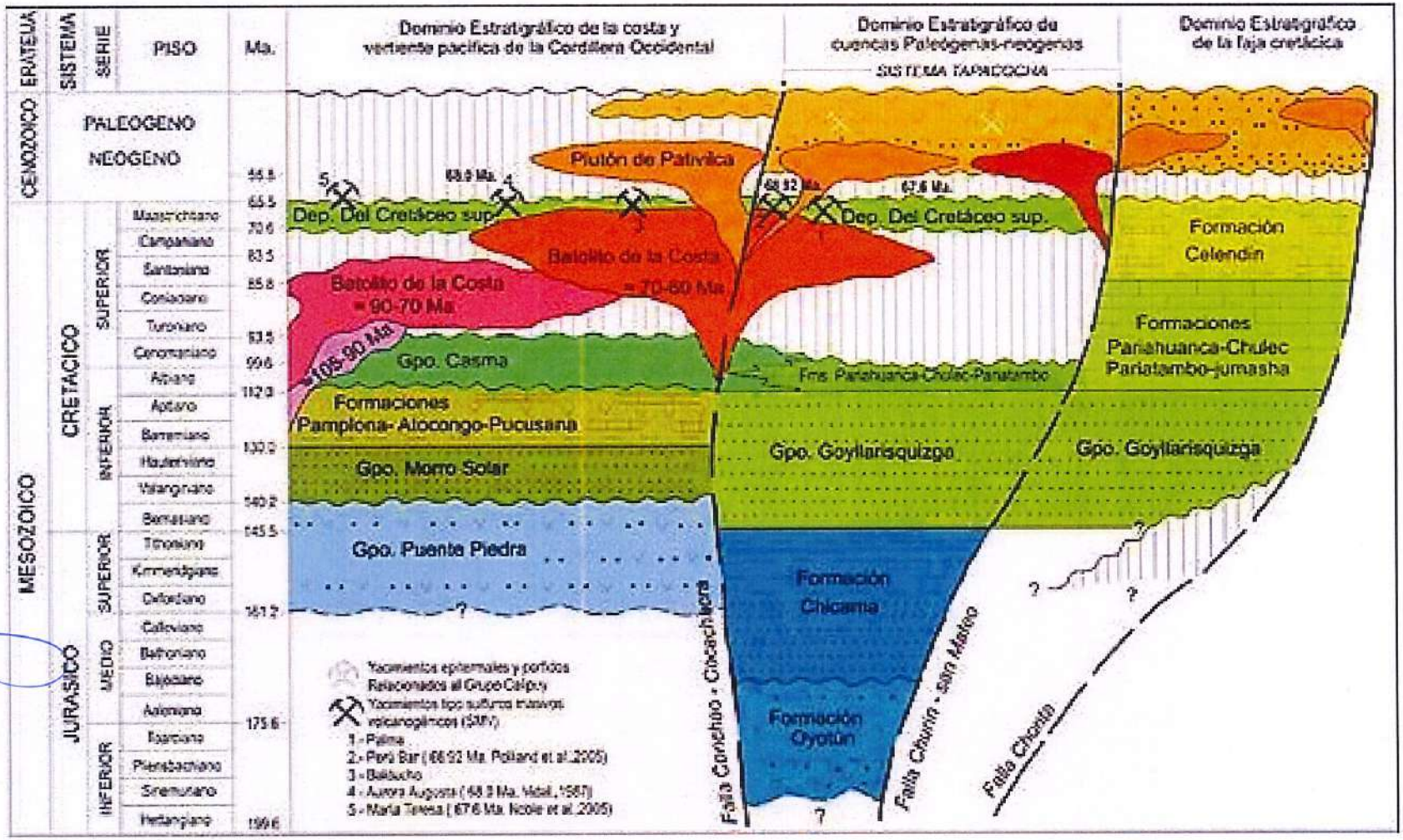
Depósitos aluviales pleistocénicos
La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos vistos a través de terrazas, cortes y perforaciones comprende conglomerados, conteniendo cantos de diferentes tipos y rocas especialmente intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas cuando se trata de depósitos de conos aluviales desérticos debido al poco transporte, arenas con diferentes granulometrías y en menor proporción limos y arcillas. Todos estos materiales se encuentran intercalados formando paquetes de grosores considerables,

Depósitos aluviales recientes
Los materiales constituyentes son principalmente cantos y gravas subredondeadas con buena selección en algunos casos de matriz arenosa; se los puede considerar como depósitos fluvioaluviales; generalmente ofrecen condiciones desfavorables para la agricultura por ser muy pedregosos.

Depósitos coluviales
Son provenientes de los escarpes de las laderas de los cerros como material de escombros por efecto de la gravedad, están constituido por gravas y bloques sub angulosos en una matriz arenosa limosa.

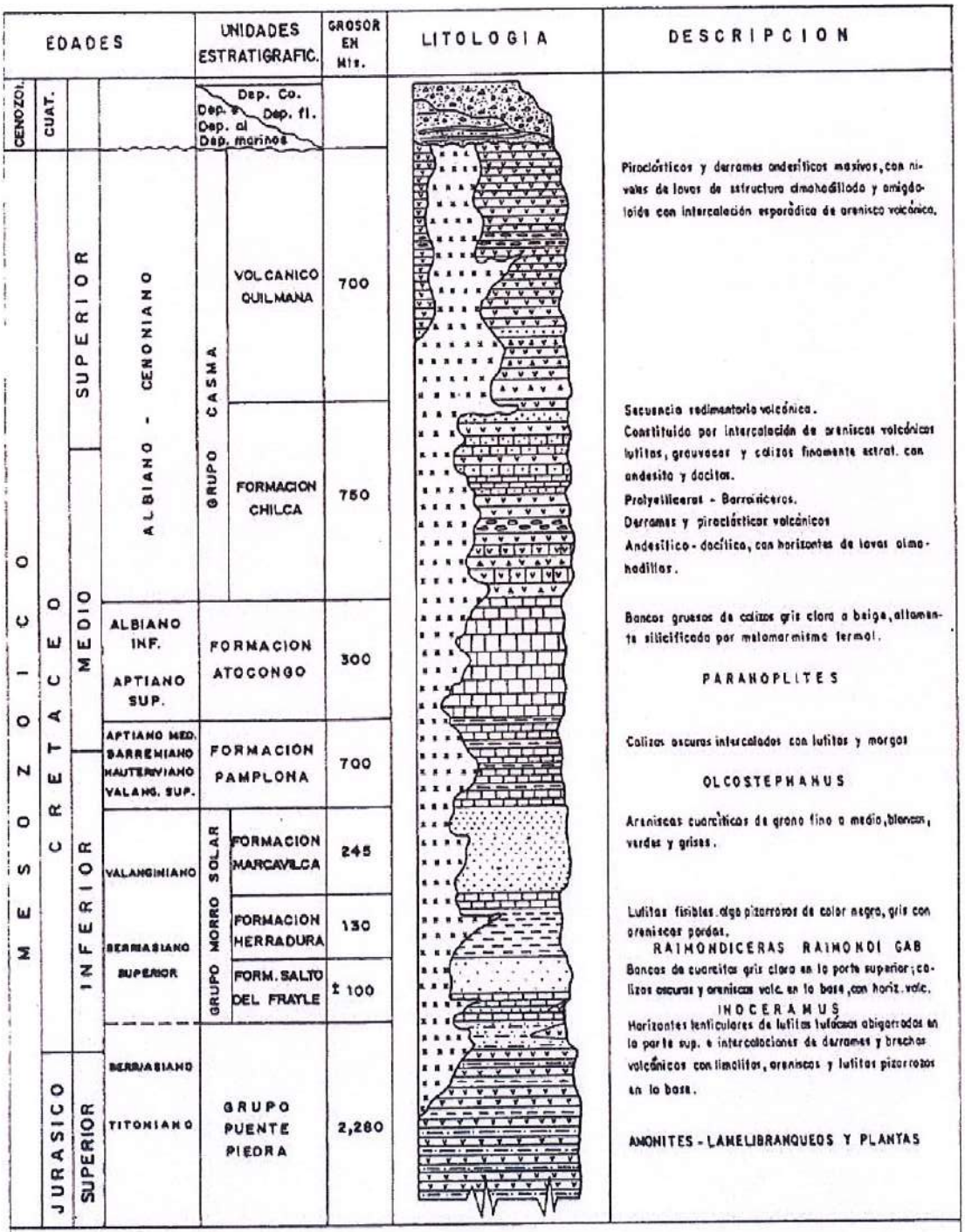
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Figura Nº 5. Esquema del Batolito de la Costa Peruana



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED. J

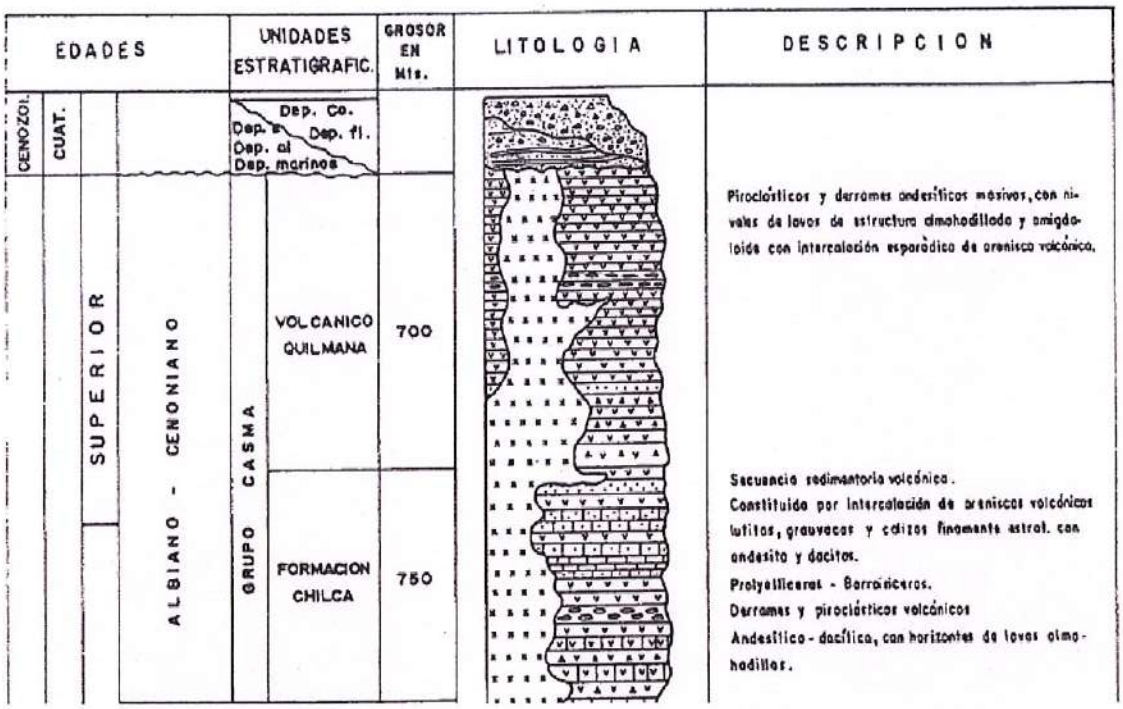
Figura Nº 6. Aproximaciones de la Estratigrafía Regional Lima- Lurín



Columna Estratigrafica Generalizada de Chancay – Chosica
Lima – Lurin
(zona — costera)

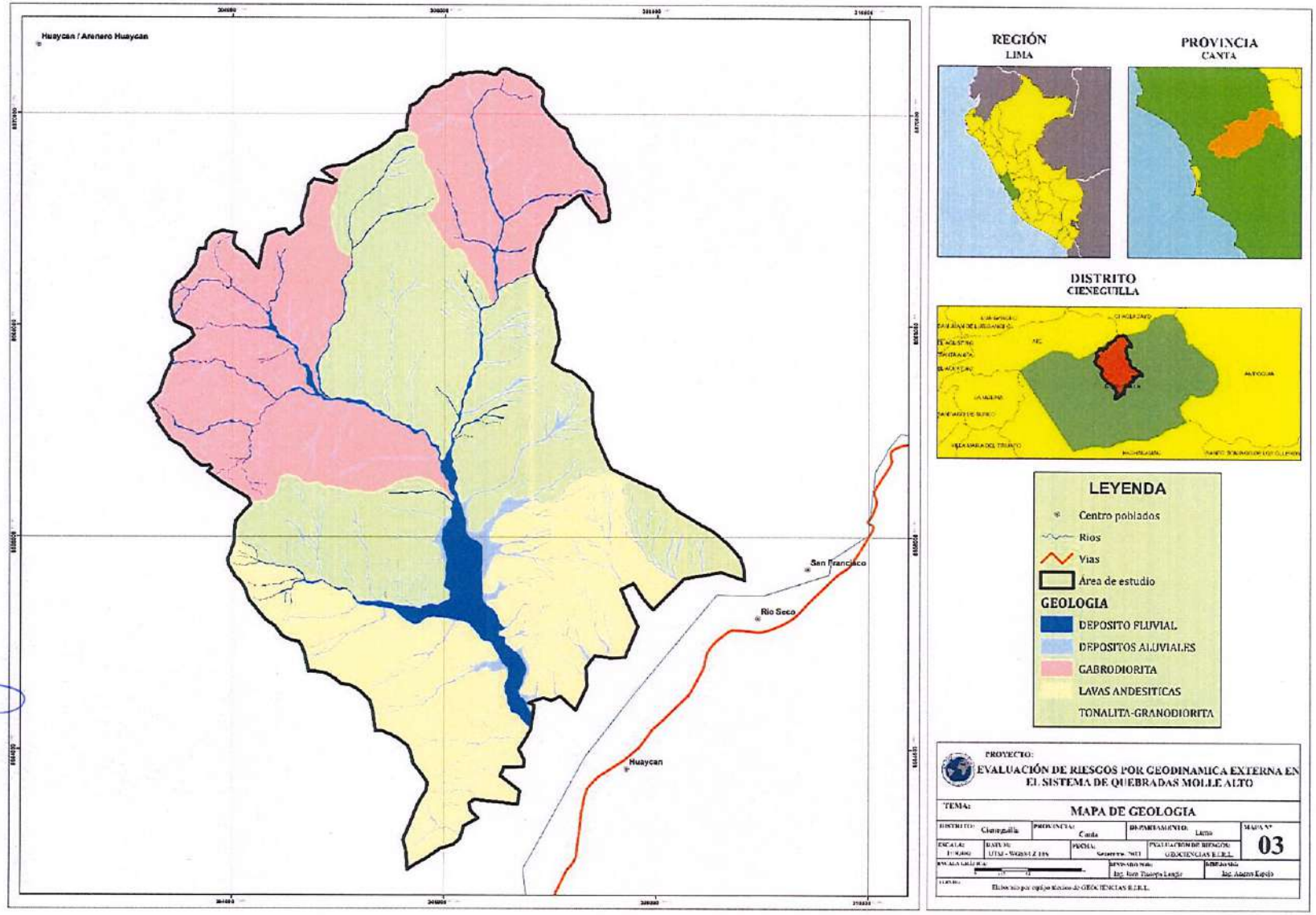
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos N...
R.J. N° 095-2019 CE...

Figura N° 7. Aproximaciones de la Estratigrafía del Grupo Casma y depósitos recientes



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Mapa 3. Mapa de Unidades Geológicas

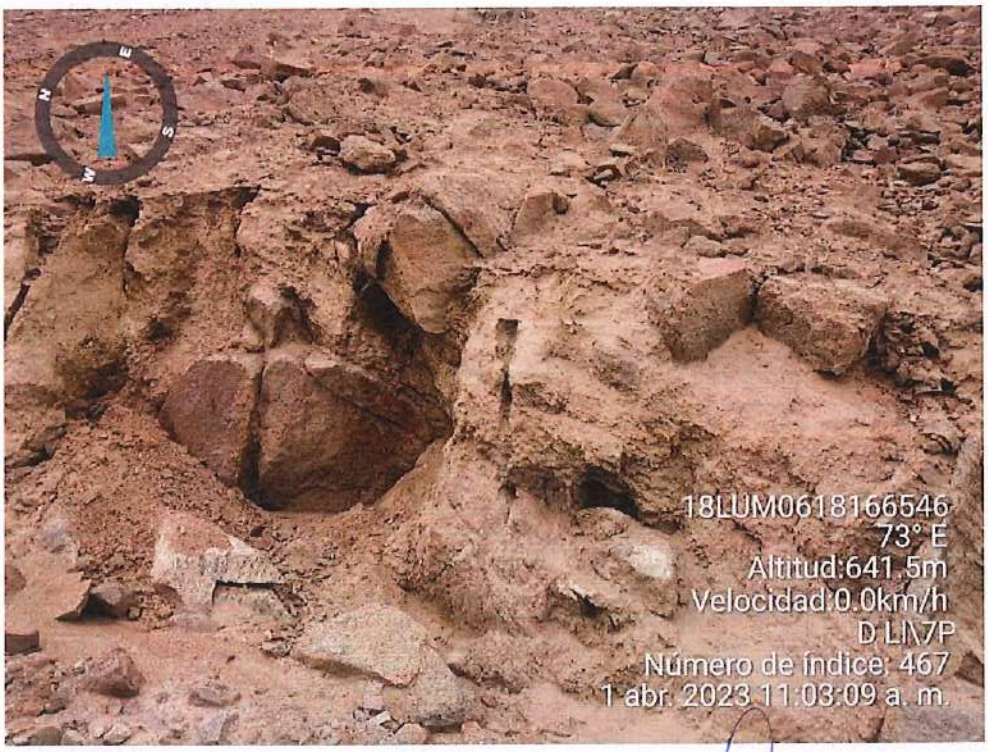


ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de...
Originados por Fenom...
R.J. N° 095-201...

Fotografía N° 1 Formación Quilmana

Vista frontal de Sustrato rocoso conformado por afloramientos de lavas andesíticas de la Formación Quilmaná. Estas rocas se presentan muy fracturadas y altamente meteorizadas

Fotografía N° 2 Grupo Casma - Quilmana



Afloramiento rocoso conformado por afloramientos de lavas andesíticas en matriz areno limosa

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Fotografía Nª 3 Entorno Zona Asociación Collanac

Parte baja de las lomas y colinas cubiertas con material coluvial y afloramiento de macizo rocoso fracturado y erosionado en la parte alta

Fotografía Nª 4 Intrusiones Granodioritas en Quebrada Molle Alto

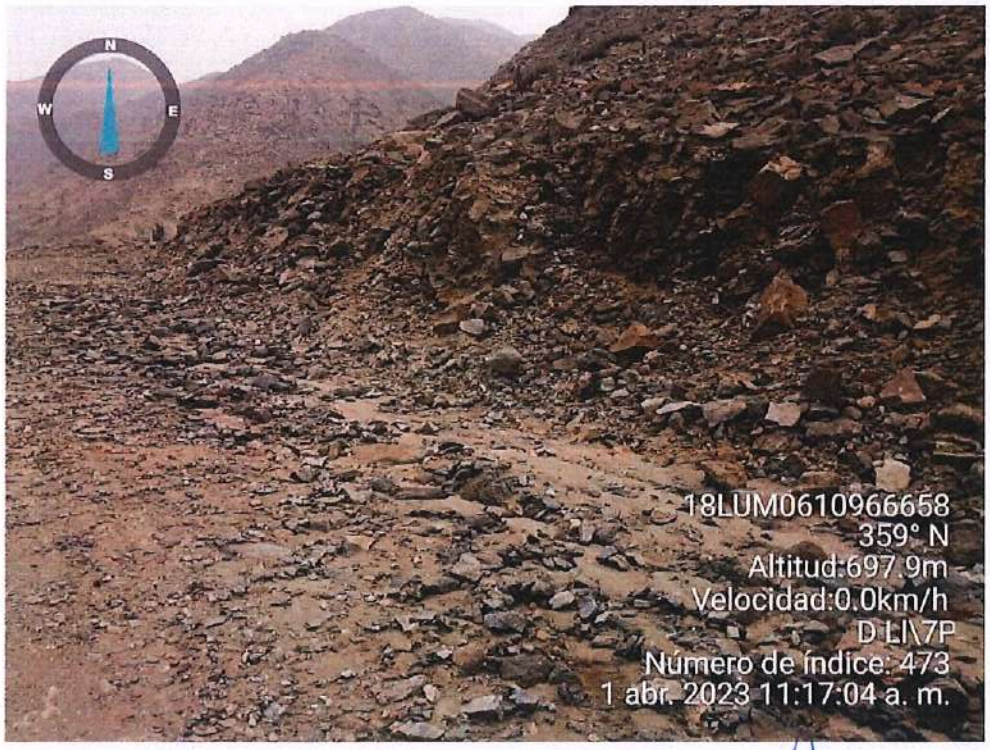
Afloramientos granitoides en la cuenca media de la Quebrada Molle Alto

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Nat
R.J. N° 095-2019 CE

Fotografía Nª 5 Entorno zona media de la Quebrada Molle Alto

Deposición de materiales es por la repentina pérdida de velocidad de la corriente y la filtración de agua en el sedimento poroso. Depósitos suelen ser gravas y arenas mixtas.

Fotografía Nª 6 Entorno zona media de la Quebrada Molle Alto



Acumulación estratificada de material coluvial deluvial. Estos sedimentos son frecuentemente alterados por procesos eólicos

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

2.6 Condiciones geomorfológicas del área de estudio

Los sistemas geomorfológicos son el conjunto de elementos, agentes y procesos morfogenéticos[27] en equilibrio que actúan combinadamente sobre la corteza terrestre generando las formas del relieve, imprimiendo en ellas, características propias del equilibrio sistémico[28]. La capacidad de transformación de un sistema geomórfico puede expresarse de dos procesos: primero por la velocidad de evacuación del sedimento y, segunda, por la energía consumida en mantenerlo y transformarlo. Así, la literatura advierte que ambos procesos se encuentran en equilibrio geomorfológico.

Según Chorley (1971) podemos identificar 8 tipos de equilibrios[29]

1. Equilibrio estático cuando en el sistema no tiene lugar ningún cambio a lo largo del tiempo.
2. Equilibrio estable cuando hay una tendencia a volver a su estado primitivo después de un pequeño disturbio.
3. Equilibrio inestable se presenta cuando un pequeño disturbio fuerza al sistema a un nuevo estado de equilibrio en el que se estabiliza.
4. El equilibrio metaestable se produce cuando un sistema atraviesa un umbral externo o interno del sistema.
5. El sistema estacionario existe cuando un sistema fluctúa constantemente alrededor de un estado de equilibrio medio.
6. Equilibrio termodinámico, constituye la tendencia de algunos sistemas hacia un estado de entropía máximo.
7. Equilibrio dinámico consiste en una serie de fluctuaciones en torno a un estado medio que cambia en una dirección determinada
8. El equilibrio dinámico metaestable combina las tendencias dinámicas y metaestables con fluctuaciones alrededor en la que se atraviesan umbrales.

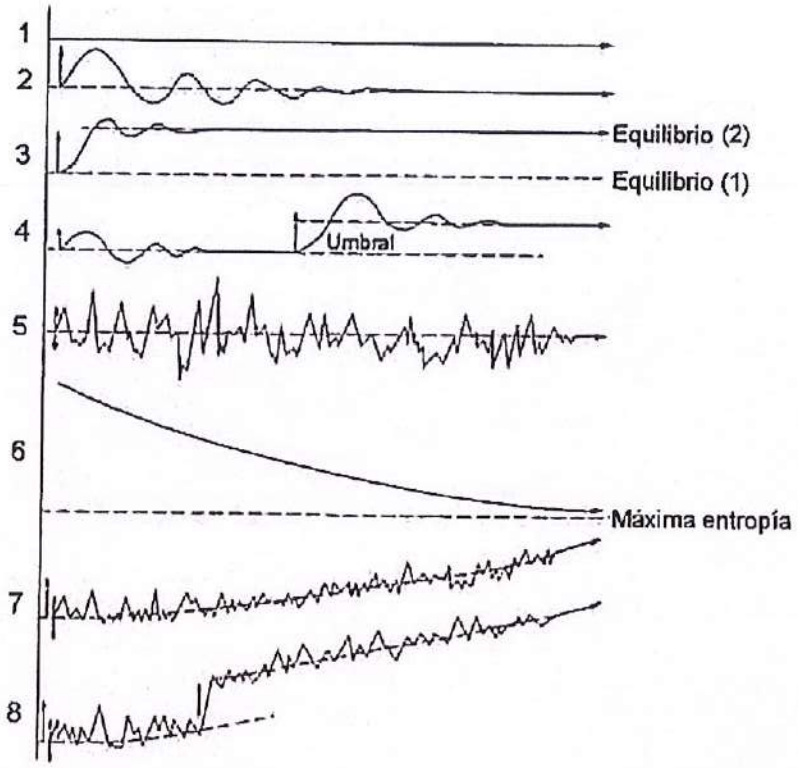
Muchas de las formas del relieve se encuentran en equilibrio dinámico, en el que los procesos operan, pero los elementos activos del sistema están en equilibrio entre sí. Si se produce una modificación se genera una inestabilidad en el medio que interviene en las fuerzas actuantes. El sistema es afectado por factores extrínsecos o influencias de alguna de las propiedades internas del sistema. Pudiendo actuar ambos de manera recíproca.

Las condiciones de inestabilidad intrínseca se pueden presentar porque sus propiedades operan en los umbrales de erosión, en condiciones de alta energía topográfica en laderas (tectónica violenta o incisión fluvial) y por ambientes climáticos de gran energía (lluvias intensas o vientos huracanados). Generalmente la sensibilidad al cambio geomorfológico es mayor frente a los impulsos externos y responden rápidamente a los procesos predominantes. Por ejemplo, a las intervenciones antrópicas se crean condiciones de fragilidad, por lo cual es necesario aplicar técnicas sobre el conocimiento geotécnico a fin de mantener los equilibrios naturales.

[27] Los procesos geomorfogenéticos son los procesos de meteorización, transporte y acumulación de sedimentos responsables del modelado del relieve de una porción del territorio.
[28] Grove Karl Gilbert Informe sobre la geología de las montañas Henry (1877); Monografía No. 1 del Servicio Geológico de los Estados Unidos " Lake Bonneville". 1890. 438 p.
[29] Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones. Javier de Predraza G. Ed. Rueda. Madrid 1996

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Figura N° 8. Condiciones de Equilibrio Geomorfológico



Para el caso del área de estudio que comprende sistemas de quebradas, la mayor parte de la superficie está formada por laderas y puede considerarse uno de los componentes fundamentales del relieve. Lastimosamente, el estudio de los mecanismos de funcionamientos en laderas no es conocido a nivel de detalle, puesto que los estudios en estos relieves aún están en pleno desarrollo. Sin embargo, se conoce que las fuerzas morfo genéticas que se ejercen en una ladera son la componente perpendicular, que incluye a los procesos de meteorización y formación de la película compuesta por los materiales resultado de la meteorización (edafogénesis) y la componente paralela referida al trasporte de materiales por acción de la gravedad.

La evolución de la ladera dependerá de la interdependencia de estas componentes, que en estado de equilibrio se denomina balance morfogénetico. Cuando la componente perpendicular es superior a la paralela, el regolito no se moviliza totalmente ladera abajo. Sucede lo contrario si la componente paralela es mayor a la perpendicular, en este caso el regolito se denuda rápidamente y se estabiliza al aflorar la roca coherente. En el caso de laderas cuyas rocas coherentes son su principal material, será necesario grandes fuerzas actuantes de meteorización. Por el contrario, en el caso de laderas compuestas por materiales coluviales y deluviales, los procesos de intemperización actúan fácilmente. Dependiendo de la porosidad de los materiales, su saturación se verá comprometida en la medida que los poros sean ocupados en su totalidad por el agua. Actúa en sinergia la permeabilidad de los materiales.

Las laderas están constituidas de dos tipos de materiales: rocas y suelos, que tienen propiedades mecánicas distintas y evolucionan de diferente manera. Las rocas son materiales consolidados y coherentes mientras que los suelos son materiales no consolidados (regolito y depósitos superficiales) con débil resistencia mecánica y mayor porosidad.

Además de la variable precipitación, la temperatura también es una variable que ejerce influencia importante, especialmente en el marco del cambio climático, puesto que influye en los procesos

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

geomorfológicos en las laderas y en los cursos de agua de los sistemas fluviales, ríos principales y afluentes, alterando tanto las formas del relieve como los procesos. Entonces, el cambio en la cantidad y el tipo de precipitación alterará las tasas y la magnitud de la meteorización, la erosión, el transporte y la deposición. A su vez, esto dará como resultado cambios en los accidentes geográficos. Las variaciones o incrementos en la producción de sedimentos y la escorrentía de las laderas pueden ser inducidas por el cambio climático.

La topografía de las quebradas está de alguna manera subordinada a la litología que la compone. En el área de estudio se presentan calizas, cuarcitas y rocas instrusivas por lo cual encontramos relieves abruptos. Muchas de las actividades realizadas por el hombre influyen también sobre los distintos sistemas naturales. Es común observar deslizamientos en zonas de intervención antrópica por construcción de obras lineales (carreteras, canales, sistemas de tuberías, etc.), construcción de viviendas y otros. Estas circunstancias facilitan la movilización superficial o profunda de la capa alterada en laderas.

Con respecto del fondo o piso de las quebradas Bueno[30] (2012) plantea que las quebradas laterales han sido las mayores proveedoras de los materiales conglomerados del subsuelo del valle Lurín y no la fuerza de empuje fluvial. La contrastación analítica con el valle bajo, donde no hay convergencia de quebradas laterales, permite plantear que los materiales conglomerados del subsuelo del valle medio provienen en su mayor cantidad de las quebradas laterales de Cieneguilla vertientes al fondo del cauce colector mayor. La llanura intramontana frente a Collanac es una enorme formación detrítica conglomerada, testigo y evidencia de antiguas e intensas precipitaciones pluviales en la zona, cuenca y región.

Para el presente estudio, se realizó una visita técnica donde la inspección de campo permitió identificar entre el sistema de montañas los rastros testigos de los deslizamientos antiguos y contemporáneos a consecuencia de las filtraciones provenientes de precipitaciones sobre material fracturado o fisurado que causa perdida de cohesión. Los flujos de detritos presentan condiciones previas que los favorecen. Por ejemplo, laderas con bloques fracturados, laderas con potentes regolitos,[31] laderas sin vegetación, laderas de margas[32] y argilitas[33] y sustratos rocosos con estratificación horizontal. Las intervenciones del hombre mediante cortes en laderas y/o las labores subterráneas también tienen un nivel de influencia. Probablemente, las causas operen todas de cierta forma como un conjunto de factores detonantes.

2.6.1. Unidades Geomorfológicas

La zona de estudio se identifican dos quebradas principales que nacen en zonas de pendiente abrupta y pendiente fuerte que van suavizando a moderadas pendientes al mismo tiempo que configuran dos gargantas que presentan un sistema juvenil de drenaje dendrítico que confluyen en un cauce principal a través de amplias **Terrazas** que se presentan escalonadamente desde los piedemontes en contacto con la **Llanura Aluvial** hasta las **Colinas** en la zona alta y de las colinas de roca volcano-sedimentaria hasta las **Montañas** de rocas intrusivas. Al extenderse en la parte baja y atravesando los **Conos Aluviales** se genera un cono deyectivo de forma alargada que junto al sistema de quebradas resulta en una microcuenca lateral que se integra a la cuenca mayor formada por el rio Lurín.

Por su naturaleza geomorfológica los depósitos coluviales van conformando formas esparcidas sin conocidos espesores ya que corresponden a acumulaciones locales con transporte lento, pero

[30] **Bueno M.** Geomorfología, eventos climáticos y ocupaciones humanas en la comarca de Cieneguilla. Ciencias Sociales Vol. 1 Núm. 1 (1995)

[31] Regolito es un término usado para designar la capa de materiales no consolidados, alterados, como fragmentos de roca y granos minerales, que descansa sobre roca sólida inalterada

[32] Es un tipo de roca que contiene arcilla y carbonato de calcio. Se forma a partir de la erosión de otras rocas durante la meteorización; A medida que las rocas se erosionan, pequeñas partículas sedimentarias (arena, limo y arcilla) se apilan unas sobre otras. Finalmente, estas partículas sedimentarias se compactan para formar una nueva roca.

[33] La argilita es una roca sedimentaria de grano fino compuesta predominantemente de partículas de arcilla endurecida. Las rocas arcillosas son básicamente lodos y limos litificados.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

ocasionalmente rápido frente a intensas precipitaciones. La presencia de algunos mantos de detritos en las laderas indica la ocurrencia de flujos puntuales históricos. Los depósitos coluviales son aquellos depósitos que se encuentran acumulados en las laderas y en los piedemontes, como material de escombros constituidos por bloques de gravas, guijarros con clastos sub angulosos a angulosos y matriz areno-limosa que han sufrido transporte. Los depósitos de esta unidad son conformados por depósitos de movimientos de masa antiguos, como huaycos y derrumbes. Estos depósitos no consolidados de origen volcánico, heterométricos con matriz areno-arcillosa, se consideran suelos no competentes, susceptibles a la generación de movimientos en masa (Vílchez et al., 2019), se formaron por la acción de movimientos en masa antiguos (gravitacionales y fluvio-gravitacionales). Geo dinámicamente, este tipo de depósitos se pueden asociar a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo derrumbes, caída de rocas y flujos de detritos.

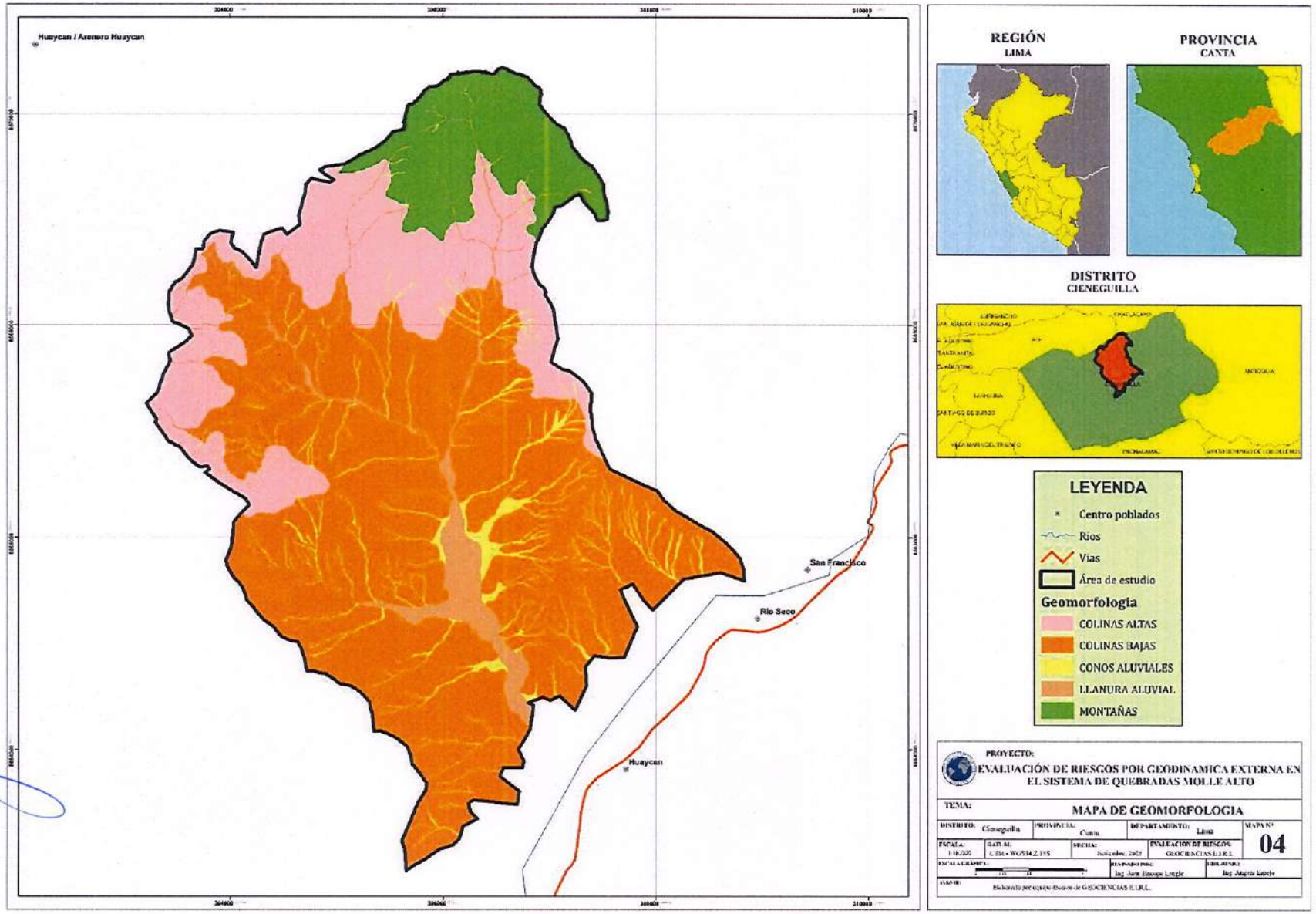
Tabla Nº 3 Áreas de la Unidades Geomorfológicas

Unidad Geomorfológica	Simbología	Area_Km2	% del Total
Conos aluviales		0.763278	3.7%
Llanura aluvial		0.963041	4.7%
Montañas		2.018749	9.9%
Colinas		4.209232	20.6%
Terrazas		12.478501	61.1%
	100%	67.39	100.00

La determinación por áreas geomorfológicas indica que más del 60% de la zona de estudio la conforman Terrazas, principalmente sedimentarias o volcano sedimentarias y un fondo aluvial (llanura) que se corresponde con la acumulación del material transportado que se une al río Lurín como un afluente de descarga en épocas de lluvias torrenciales. La zona donde se emplazan las posesiones de las asociaciones de propietarios se asientan principalmente en la llanura aluvial. Para observar el conjunto de las unidades geomorfológicas ver Mapa Nº 4 de Unidades Geomorfológicas.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 4. Mapa de Unidades Geomorfológicas



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

2.7 Condiciones de la pendiente en el área de estudio

Como mencionamos anteriormente, la topografía de las quebradas en el área de estudio está subordinada a la litología que las compone. En el área de estudio se presentan dioritas, granodioritas, tonalitas y rocas volcánicas conformada por calizas, lutitas y areniscas. por lo cual encontramos tramos con relieves moderados. Por ello. El rango de pendientes en el área de evaluación es variable; presenta mayor frecuencia en rangos que van desde 25° a 35°, mientras que el área que corresponde al piedemonte presenta una variada topografía tendiente a la llanura con pendientes menores a 5°. Algunas áreas y tramos en las laderas de la zona de estudio presentan pendientes abruptas con pendientes mayores a 35°. Entre las zonas críticas, definidas así luego de la observación y la lectura cartográfica, se observa la combinación de pendientes con valores superiores a los 25°. En las zonas donde se han formado la acumulación de derrumbes antiguos y depósitos coluviales se evidencia pendientes moderadas que, bajo algún factor desencadenante, como lluvias intensas o sismos, podrían generar movimientos en masa del tipo derrumbes de rocas y/o flujos de detritos.

Para el presente estudio se ha considerado, un rango de valores para las pendientes mayores a 35° como las zonas críticas. En la zona de estudio estas pendientes se presentan en las zonas colectoras de la microcuenca, sobre geología de rocas intrusivas. Esto implica, una mayor cantidad de agua para la escorrentía superficial y al mismo tiempo una mayor velocidad y presión sobre el sustrato.

Para la determinación de los rangos de la pendiente se utilizó un Modelo de Elevación Digital DEM del GG RASTER con información del geoservidor del Ministerio del Ambiente - MINAM Perú, a los cuales se aplicaron geoprocesos para las curvas de nivel y se reclasificaron para identificar las pendientes predominantes en el área de estudio. Luego, de ello, se compararon los resultados según los rangos establecidos como descriptores para el presente estudio, los cuales se presentan a continuación:

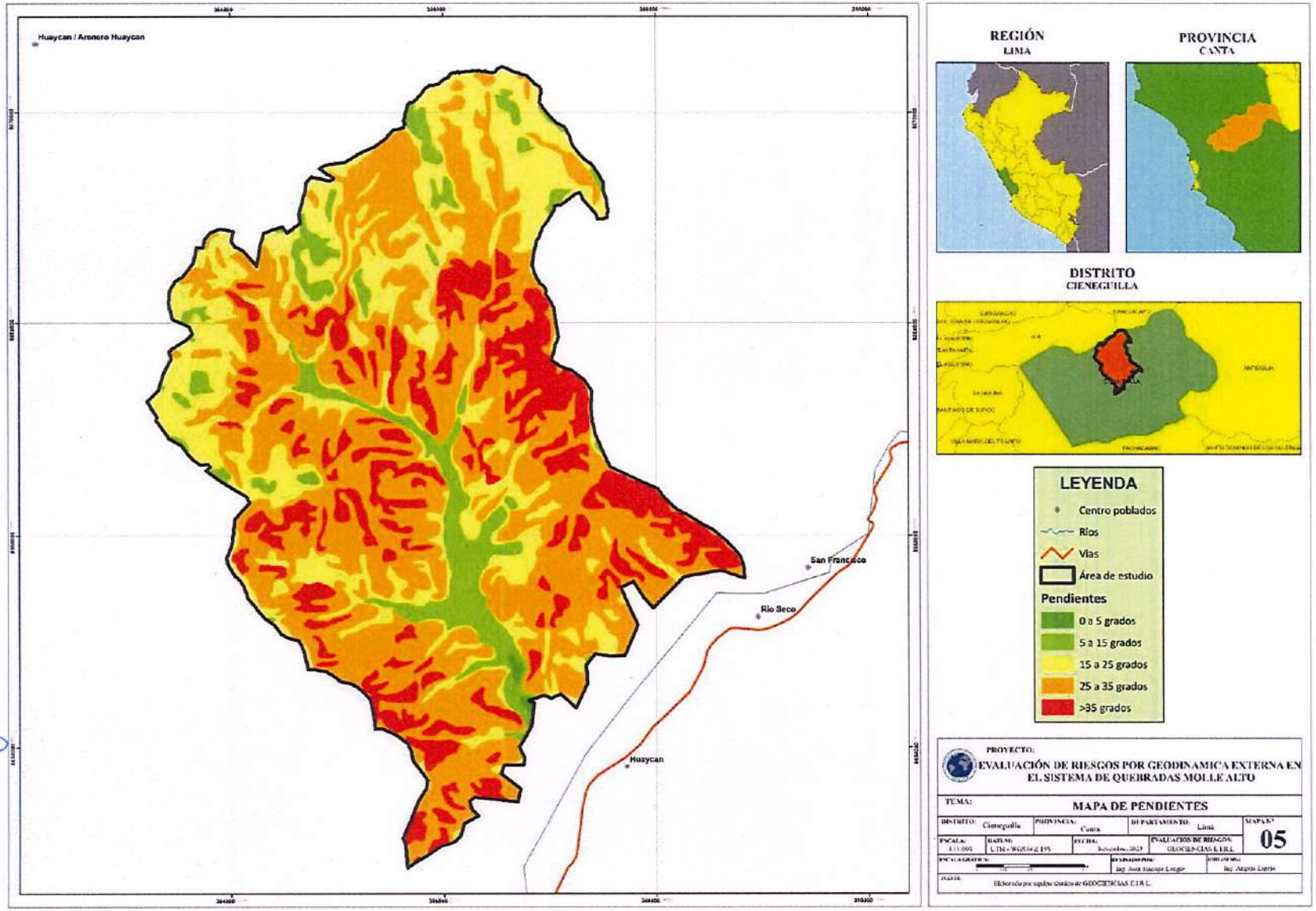
Tabla N° 4 Tipos de Pendiente en la zona objeto de estudio

Tipo de pendiente	Expresada en Grados	Descripción
Pendiente muy escarpada	>35°	Indica escarpes muy fuerte en las laderas y tiene una influencia muy alta para la susceptibilidad de los desplazamientos en masa.
Pendiente abrupta	25°-35°	Tiene influencia alta en la susceptibilidad a los movimientos en masa, representando en el terrenos laderas escarpadas de montañas y colinas.
Pendiente fuerte	15°-25°	Tiene influencia media en la susceptibilidad a los movimientos en masa. Se representa en el terreno de laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas.
Pendiente moderada	5°-15°	Tiene influencia baja en la susceptibilidad a los movimientos en masa, se representa en el fondo del valle y los taludes detríticos.
Pendiente suave	0°-5°	Áreas de muy baja influencia en la susceptibilidad a los movimientos en masa. Sin embargo es el área donde se explayan los sedimentos arrastrados, representa los conos de deyección de los cursos esporádicos y frecuentes.

Elaboración: Geociencias EIRL

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 5. Mapa de Pendientes



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED - J

2.8 Condiciones climatológicas en el área de estudio

Como resultado del trabajo técnico que el SENAMHI ha desarrollado desde el año 2017 para la actualización del Mapa de Clasificación Climática del Perú, se llegó a definir treinta y ocho (38) tipos de climas a nivel nacional, 11 tipos de climas más respecto a la versión de 1988, esto se debe a que el mapa actualizado cuenta con un mayor número de Estaciones Meteorológicas de observación a nivel nacional y también en zonas de frontera, además de haberse implementado técnicas estadísticas e interpolación más sofisticadas y un proceso de validación en campo con expertos locales.

En la vertiente centro-occidental de los Andes se ubica el departamento de Lima. Sus condiciones climáticas están determinadas por su cercanía al mar al oeste y la altitud hacia el este, que definen 12 tipos de climas. El clima predominante y que abarca alrededor del 50% de su ámbito, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1 500 m s. n. m., es el tipo E(d)B', clima árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Lima, capital del país, es una de las ciudades más grandes del mundo ubicada en un desierto, donde al año solo precipita 8 mm en forma de lloviznas, con un máximo de 1 a 2 mm entre julio y setiembre. La estacionalidad de las temperaturas del aire está fuertemente regulada por el mar adyacente. Las temperaturas máximas en la estación de Campo de Marte fluctúan en el año entre 18 °C en agosto y 26.7°C en febrero, mientras que la temperatura mínima oscila entre 13.5 °C en agosto y 19°C en febrero.

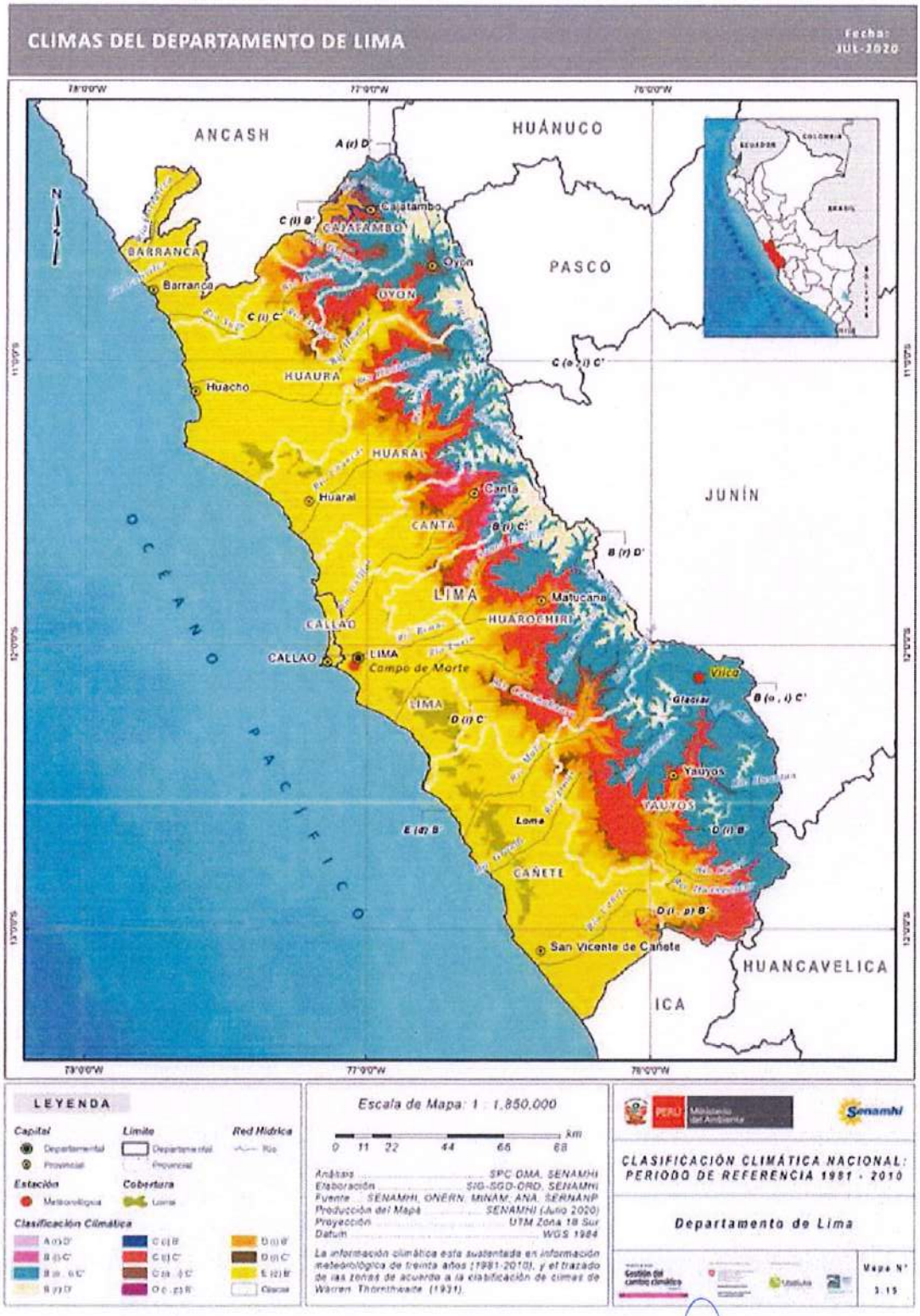
El tipo de clima, E(d)B´, se extiende desde la provincia de Cañete al sur hasta la provincia de Barranca al norte, y en esta franja árida se forman estacionalmente, en pequeñas áreas discontinuas, los ecosistemas de "lomas" en las provincias de Cañete, Lima, Huaral y Huaura, desarrolladas por influencia de neblinas y lloviznas invernales, creando un entorno fresco y húmedo en medio del desierto.

Sobre los 1 500 m s. n. m. y conforme se incrementa la altitud hacia el este, aparecen los climas semiáridos, D(i)B', D(i,p)B' y D(i) C', templados y fríos, respectivamente, que se emplazan en la parte media de las cuencas hidrográficas. Conforme se asciende, se presentan los climas semisecos con invierno seco, y frío, C(i)C'; semiseco y frío, con otoño e inviernos secos, C(o,i)C'; y semiseco con invierno seco, y templado, C(i)B'. Estos climas tienen una mayor proyección en las provincias de Oyón al norte y Yauyos al sur.

El clima predominante en Cieneguilla es el tipo E(d) B'1 H3 Zona desértica semicálida, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, y con humedad relativa calificada como húmeda. Corresponden este tipo de clima a los lugares tales como: Talara, Bayóvar, Jayanca, Ferreñafe, Tinajones, Lambayeque, Chiclayo, Pimentel, Cayaltí, Casa Grande, Cartavio, Jequetepeque, Laredo Trujillo, Paramonga, Huacho, Lomas de Lachay, Huaral, Lima Metropolitana, Cañete, Pampa de Majes, Vítor, La Joya, Moquegua, Pisco, Ocucaje, Palpa y Tacna.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Figura Nº 9. Clasificación Climática en el Departamento de Lima



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Precipitación:

De acuerdo a la información disponible, la precipitación pluvial en la cuenca del río Lurín varía desde escasos milímetros en la costa árida y desértica hasta un promedio de 650 milímetros en el sector de puna con una altitud aproximada de 5,000 m.s.n.m. De acuerdo a la distribución general de las lluvias, la cuenca puede dividirse, desde el punto de vista hidrológico, en dos sectores; uno, que sería el sector denominado "cuenca seca", comprendido entre el litoral marino y la costa que legando a alcanzar hasta los 2,000 y 2,500 m.s.n.m., siendo sus precipitaciones anuales del orden de 0 mm en la faja litoral y de 250 mm en el nivel altitudinal superior, por lo que, esta área carece de escorrentía superficial y su aporte efectivo hacia el caudal de los ríos es prácticamente nulo.

El otro sector, denominado "cuenca húmeda", comprendido entre el límite superior de la "cuenca seca" y la divisoria de aguas, variando sus parámetros pluviales entre 250 mm en el nivel altitudinal inferior y alrededor de 650 mm anuales, en el nivel altitudinal superior, constituyéndose de esta manera en el área de verdadero aporte de escorrentía superficial y subterránea. (INRENA, 2004)

Las estaciones ubicadas en los sectores andinos presentan un régimen pluvial netamente de verano, ya que las lluvias tienen sus inicios en los meses primaverales y van cobrando mayor intensidad en el mes de febrero, para luego decrecer casi bruscamente durante el mes de abril, en que se inicia un periodo de estiaje que se caracteriza por la ocurrencia de precipitaciones muy escasas o por la ausencia definitiva de estas en algunos meses, especialmente durante los meses más fríos de junio y agosto. (INRENA, 2004)

Es conveniente anotar que la franja próxima al litoral marino está influenciada, en lo que a precipitación pluvial se refiere, tanto por la condensación de las neblinas invernales de la costa (junio-agosto) procedentes del océano Pacifico como por las lluvias veraniegas de los Andes (enero-marzo), cuando éstas eventualmente avanzan hacia el litoral. (INRENA, 2004).

Para la zona de estudio es parte de la subcuenca Medio Bajo Lurín con el código de unidad hidrográfica UH 13755343[34], desde donde se ubica la estación de monitoreo Manchay. Se obtienen datos de precipitación media mensual multianual (mm) bajo métodos de interpolación, de lo cual se estima una precipitación total anual de 61 mm

Tabla N° 5 Precipitación media mensual multianual (mm)

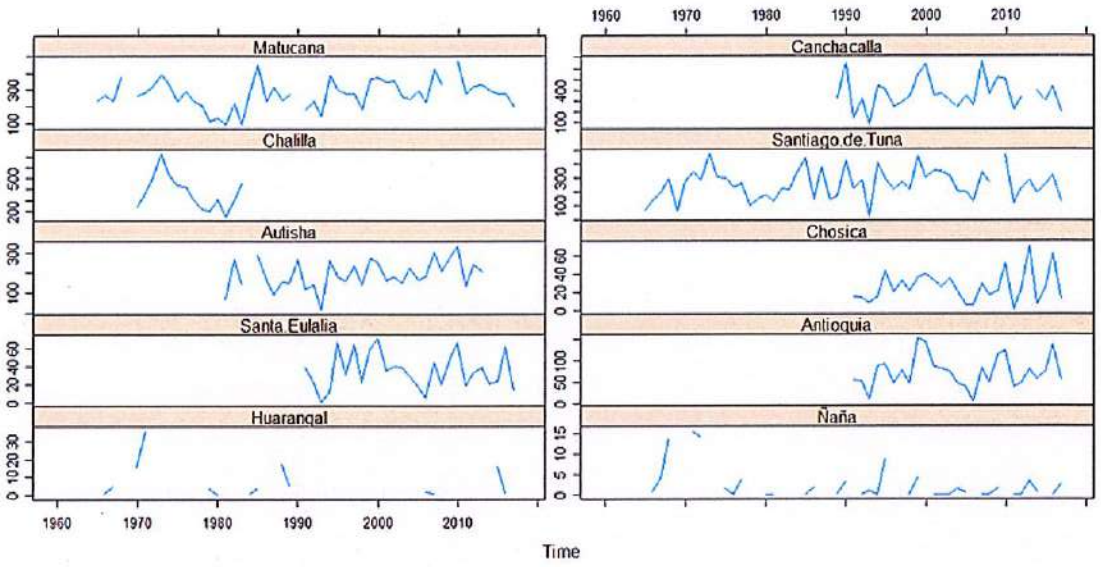
Precipitación media mensual multianual (mm) micro cuenca Lurín Bajo Medio													
Micro Cuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Lurín Bajo Medio	12	22	15	6	0	0	0	0	0	0	0	5	61

De otro lado, los datos de precipitación provenientes de la cuenca del Rimac, especialmente los registros de la Estación Ñana y la Estación Chosica ayudan a la interpolación para estimar las precipitaciones en la zona de estudio. Esto, debido a la proximidad de la microcuenca Molle con la subcuenca que se ubican en la parte media baja de la cuenca del rio RImac.

[34] INGEMMET, Boletín Serie H: Hidrogeología No 11. Pág. 36

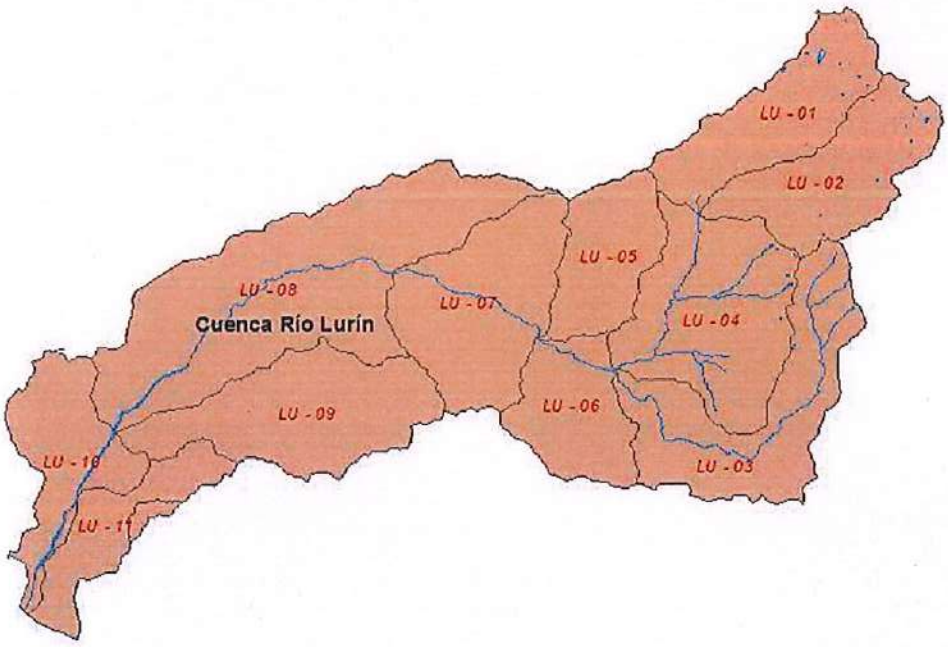
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Figura Nº 10. Series de tiempo anuales que incluyen la estación pluviométrica de Ñaña y Chosica con datos de interés para la zona de estudio



Fuente: GIZ, & CHIRILU), O. d. A. C. R. L. (. (2019). Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro.

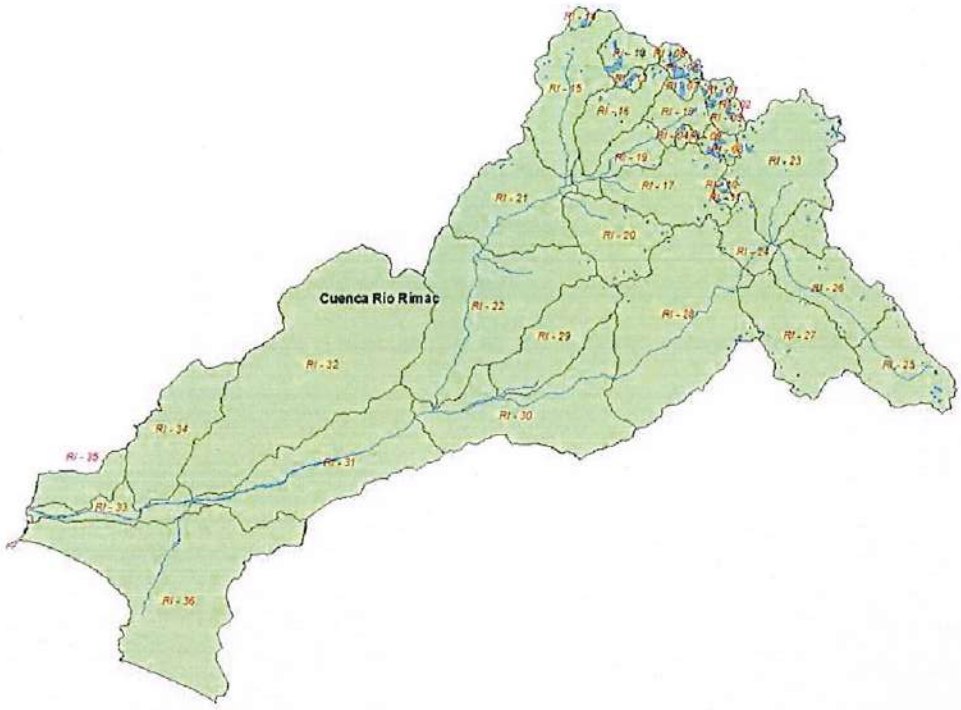
Figura Nº 11. Distribución de microcuencas. Cuenca del río Lurín



Nombre	Código	Área (km²)	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (msnm)	Detalles
Lurín 08	LU – 08	327.20	-12. 04	-76.70	**1162.78**	Estación hidrométrica Manchay (Operativa).

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Figura Nº 12. Distribución de microcuencas. Cuenca del río Rímac



Nombre	Código	Área (km²)	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (msnm)	Detalles
Rimac 30	RI – 30	**229.18**	-11. 92	-76.54	**1473.78**	Estación hidrométrica Chosica (Operativa)
Rimac 29	RI – 29	116.04	-11. 84	-76.52	3090.16	Microcuenca del río Canchacalla

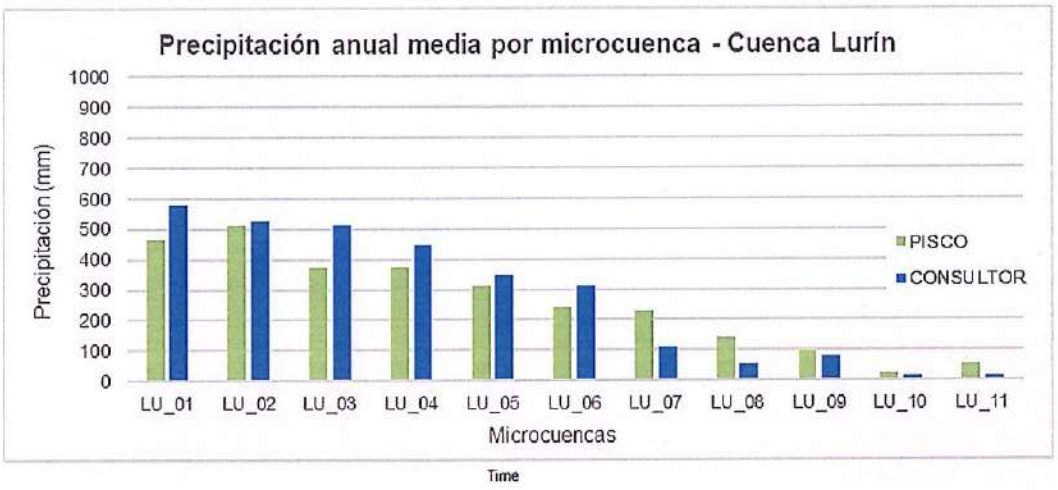
Tabla Nº 6 Diferencias Pluviométricas microcuencas en Lurín y Rímac

Precipitación media mensual multianual (mm) micro cuenca Lurín Bajo Medio													
Micro Cuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Lurín Bajo Medio	12	22	15	6	0	0	0	0	0	0	0	5	61
Rimac 30	**27**	**48**	**33**	**13**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**10**	**133**
Rimac 29	95	128	152	26	2	0	0	0	2	12	13	56	487

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

A mediados del año 2014, el Perú obtiene la primera base de datos espacial de precipitación a paso de tiempo mensual, a una resolución de grilla de 0.05° para una serie que se inicia en enero de 1981. Dichos datos son parte de la base de datos denominada PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations), siglas en Inglés. El producto PISCOpd ha permitido la generación de umbrales de precipitación extrema considerando valores de percentiles diarios de lluvia a 75%, 90%, 95% y 99%

Figura N° 13. Comparación entre los resultados del producto PISCO (SENAMHI) con los resultados del estudio: Modelo WEAP para la cuenca Lurín.



Fuente: GIZ, & CHIRILU), O.d. A.C.R.L. (2019). Modelo WEAP para cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro. Pág. 92

Humedad Relativa:

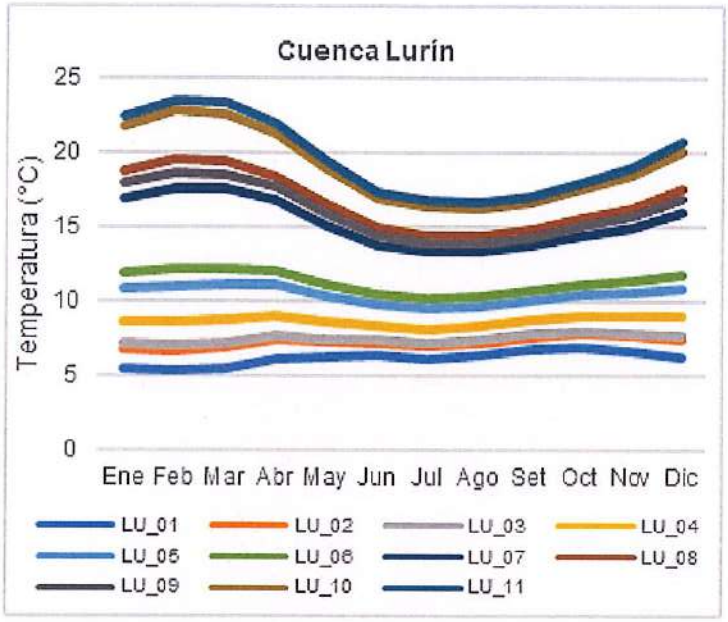
Los valores diarios de la humedad por lo general siguen los ciclos de la temperatura. Durante el día el valor de la humedad es bajo, mientras que en la noche tiende a aumentar como consecuencia de las temperaturas más bajas. Se consideran rangos aceptables de humedad relativa entre 81 a 84% H.R. para la costa, mientras que en sector de sierra dicho promedio se estima entre 65% H.R. (INRENA, 2004)

Vientos:

La velocidad del viento es el promedio del movimiento del aire durante un período de tiempo preestablecido. Puede medirse de varias maneras. Esta es una variable con muy poca información puesto que las estaciones presentes en el ámbito de las cuencas no cuentan con los equipos para medirlo. En el ámbito de la zona de estudio los valores de velocidad de viento varían mes a mes, acentuándose los valores más altos durante los meses de agosto hasta diciembre entre los 3 m/s y los 4 m/s

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

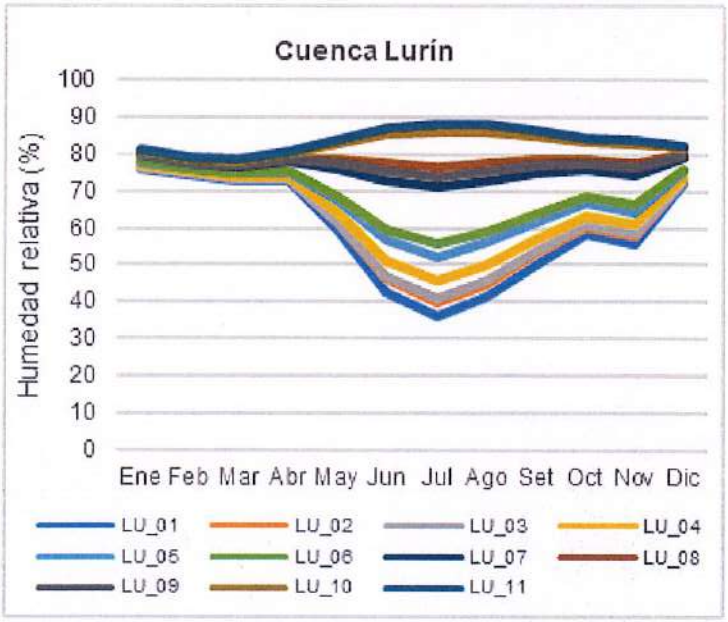
Figura N° 14. Variación de la temperatura media mensual micro cuenca Lurín



Para este estudio, se considera la tendencia de la Temperatura en la microcuenca LU-08 que pertenece a la subcuenca Medio Bajo Lurín.

Fuente: GIZ, & CHIRILU), O. d. A. C. R. L. (. (2019). Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro. Pág. 117

Figura N° 15. Variación de la Humedad Relativa media mensual Lurín

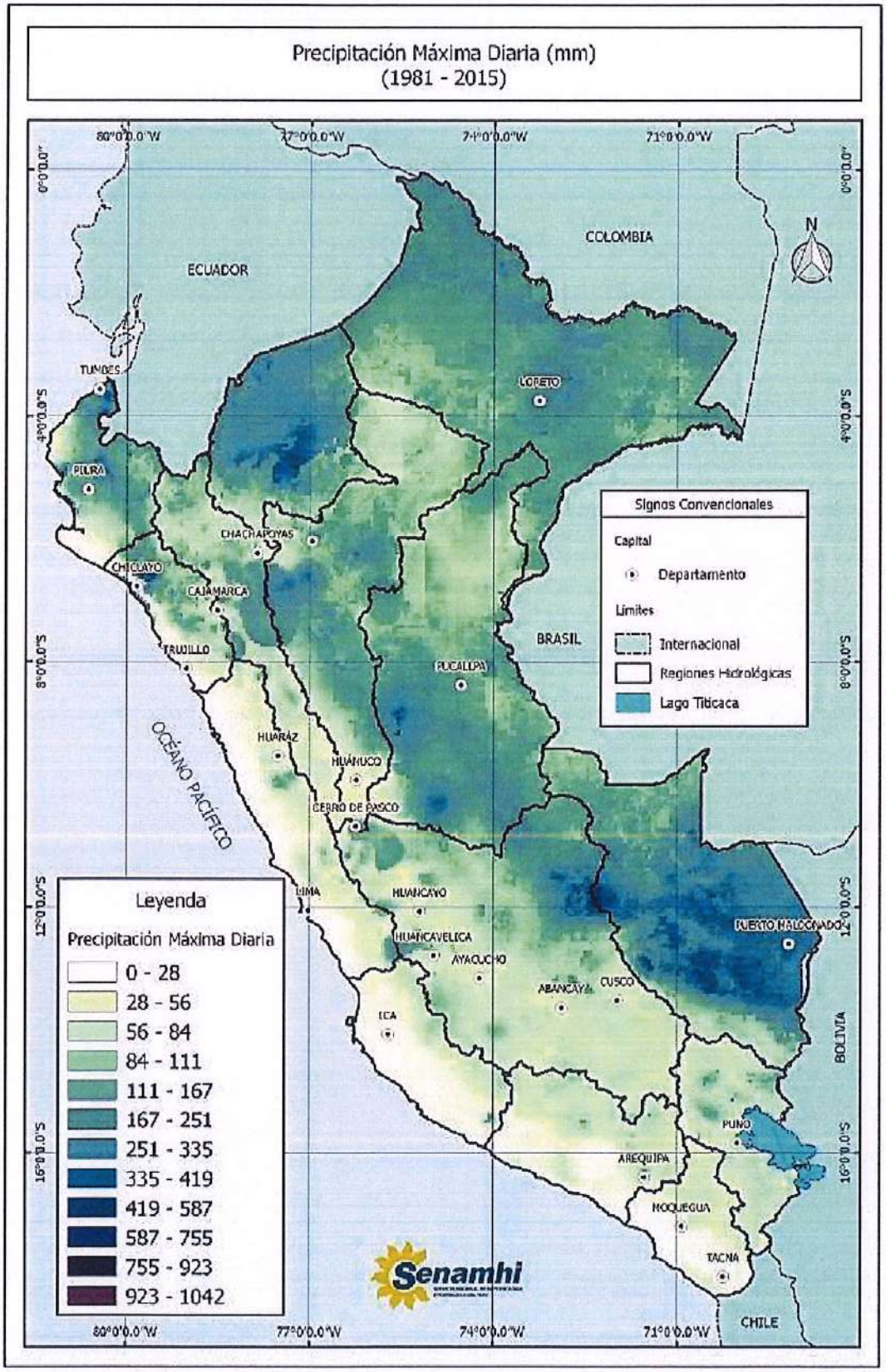


Para este estudio, se considera la tendencia de la Humedad Relativa en la microcuenca LU-08 que pertenece a la subcuenca Medio Bajo Lurín

Fuente: GIZ, & CHIRILU), O. d. A. C. R. L. (. (2019). Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro. pág. 118

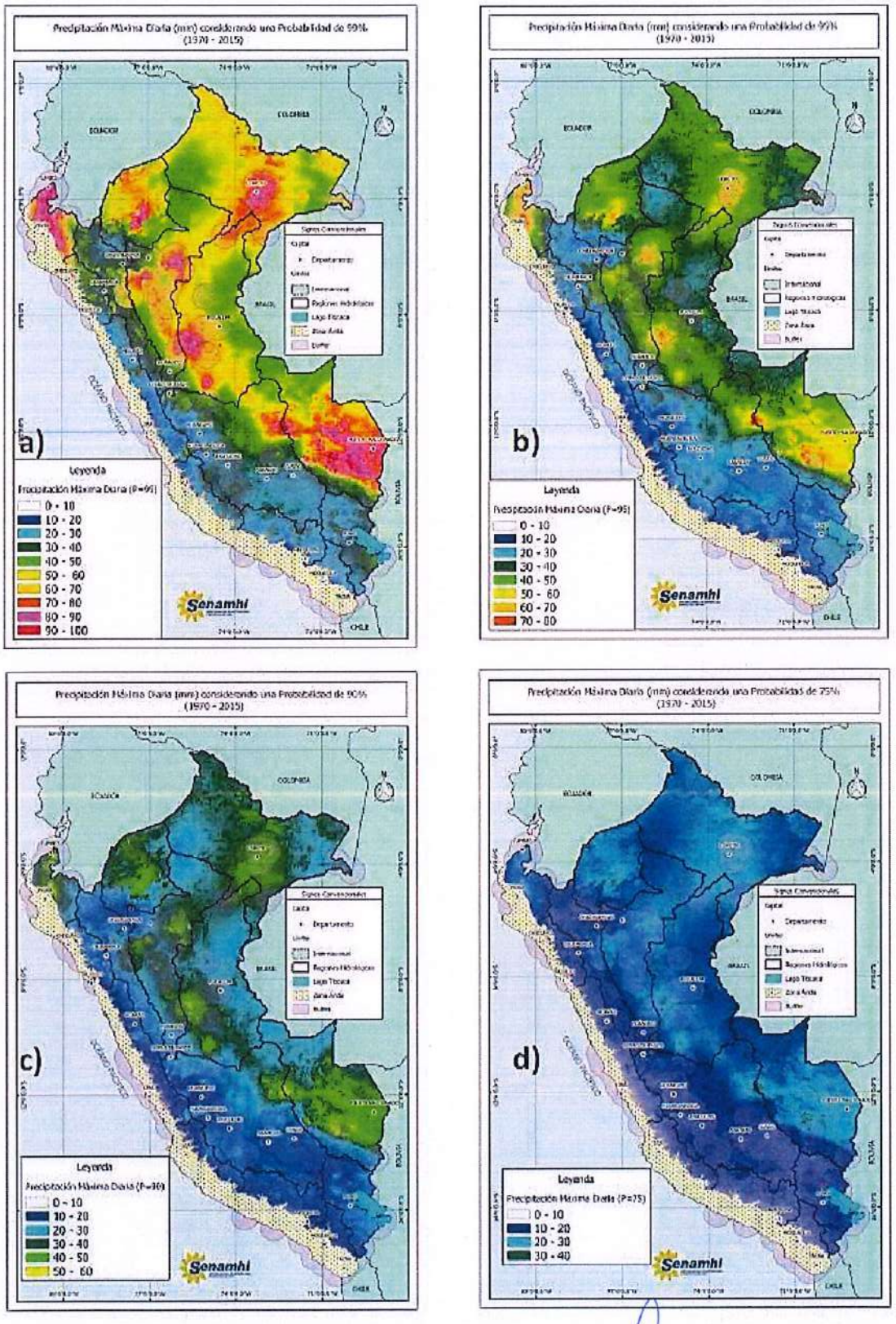
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Figura Nº 16. Mapa de Precipitación Máxima Maximorum de PISCO Pd (1981-2015).



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Figura Nº 17. Mapa de umbrales grillados a nivel nacional generados al combinar umbrales de estaciones climatológicas de largo período de información (1970-2015)



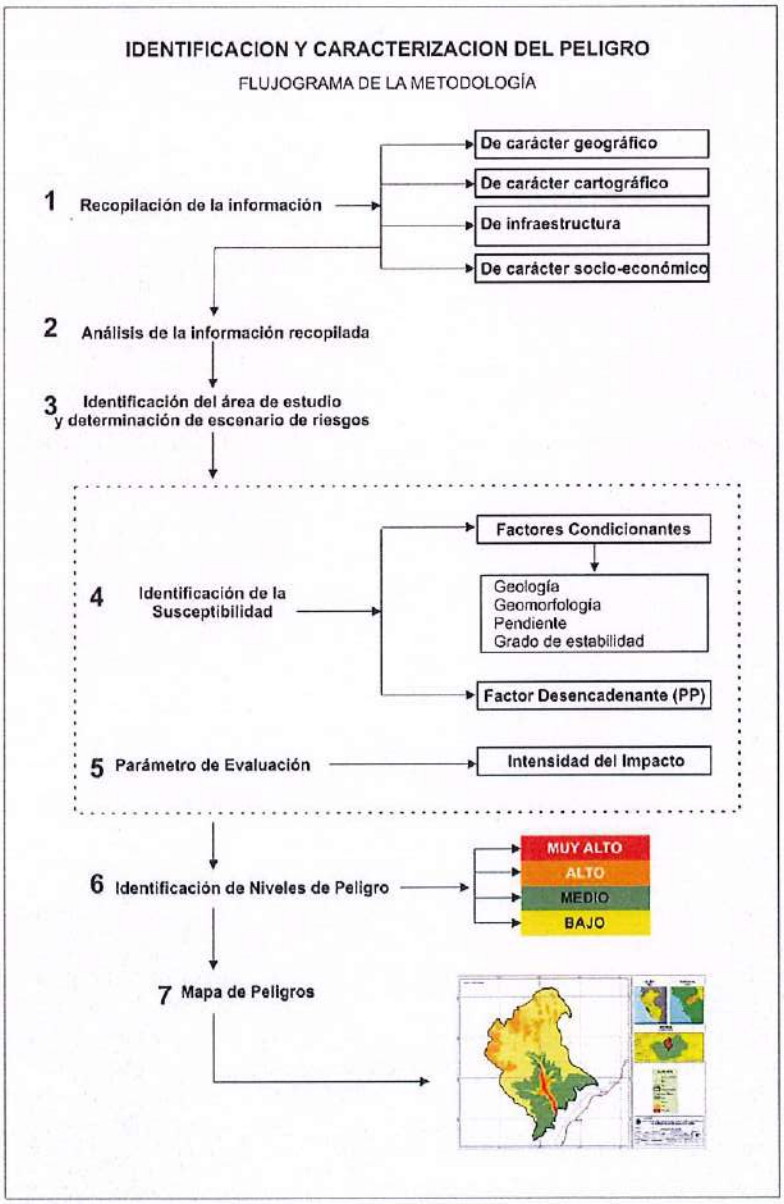
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Capítulo 3. Determinación del Nivel de Peligrosidad

3.1 Metodología para la determinación del nivel de peligro

Para el desarrollo de la identificación y caracterización del peligro se utilizó la metodología sugerida por el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales descrita en el Gráfico Nº 10, según los lineamientos elaborados por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED[35].

Figura Nº 18. Identificación y Caracterización del Peligro



[35] Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED. Lima: CENEPRED - Dirección de Gestión de Procesos, 2014. 245 p.; tab. ilus.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

3.2 Recopilación y análisis de información:

3.2.1 Recopilación de la Información

Consistió en el acopio de la información cartográfica y bibliográfica contenida en estudios, informes técnicos y/o similares, relacionados básicamente a geología, geomorfología, topografía, suelos y lo referente a los pronósticos de precipitaciones en relación a la evaluación del área de interés y sus alrededores más cercanos. Se ha revisado la información sobre:

- Geología de los Cuadrángulos de Lurín. Boletín N° A 043 INGEMMET, donde se destaca la información regional de los aspectos geológicos y estructurales.
- Estudio-de-microzonificación sísmica y-analisis de riesgo en el distrito de Cieneguilla Tomo II estudios de diagnóstico tectónica cenozoica de la margen continental peruana. Trabajo de investigación relacionada de la evolución tectónica del cenozoico que han influenciado en la distribución de los materiales del cuaternario en la costa del Perú, tema presentada por José Macharé, M. Sébrier, David Huamán & J. L. Mercier, Tomo Nª 76, Boletín Soc. Geol. Perú Nov. 1986.
- Geología del Perú Central. Boletín N° 55, Serie A, INGEMMET 1995. Trabajo de investigación donde los diferentes capítulos han sido desarrollados por destacados geólogos de INGEMMET, Estratigrafía, Geología Histórica y Evolución Tectónica, Osear Palacios y Néstor Chacón; Geomorfología y Tectónica, Néstor Chacón; Rocas Igneas, Agapito Sánchez, y Geología Económica, Samuel Canchaya y Alberto Aranda.
- Informe Técnico A66047: Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos e Hidrogeológicos en la cuenca del rio Lurín. INGEMMET 2014 El informe identifica las zonas o áreas consideradas como críticas, con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada, que muestran una recurrencia en algunos casos periódica a excepcional y, donde es necesario considerarlas dentro de los planes o políticas locales sobre prevención y atención de desastres. El documento presenta las principales zonas a ser afectadas durante la temporada de lluvias en la cuenca del río Lurín.

La información anterior ha permitido consolidar los estudios geológicos básicos del distrito y el área de estudio, y además comprender como los materiales terrestres que se distribuyen en este espacio han sido sometidos a procesos morfo tectónicos particulares. Asimismo, en esta fase del estudio; fue importante la información relacionada a los procesos exógenos y endógenos para la conformación del relieve, que permitió enmarcar la evaluación del riesgo en función de las zonas susceptibles a riesgos por movimientos en masa, que han sido estudiados con anterioridad por equipos técnicos de profesionales del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET.

Adicionalmente, la información revisada y compilada para generación de la cartografía son:

- Carta Nacional - Esc.1/100 000 del Instituto Geográfico Nacional
- Carta Geológico – Esc. 1/100 000 del INGEMMET
- Carta Geológico – Esc. 1/50 000 del INGEMMET
- Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica 25-i, 25-j. 24-i, 24-j - [Boletín A 43], editados por el INGEMMET (1992).
- Imágenes Satelitales Landsat

Para los trabajos de elaboración del mapa base y los respectivos mapas temáticos se establecieron los siguientes criterios:

- Recopilar la información cartográfica existente.
- Reconocimiento general del área de trabajo
- Edición de la cartografía digital, separación en capas: manzanas, vías, etc.
- Conversión a formato shapefile desde el formato dwg.
- Unión de coberturas de diferentes fuentes cartográficas

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

- Generación de topología de polígonos de unidades georreferenciadas
- Modificación de la cartografía según información recogida en campo
- Generación de bases de datos
- Digitalización de elementos expuestos en los sectores según componente minero.

Para el caso de los aspectos hidroclimáticos se han tomado como fuentes de información a las instituciones públicas (SENAMHI, INEI, INGEMMET, entre otros. Por ejemplo:

- Escenario Probabilístico de Lluvias 2024. Informe Técnico N°10-2023/SENAMHI-DMA-SPC-PE. Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica DMA Subdirección de Predicción Climática SENAMHI-Perú que presenta el escenario probabilístico de lluvias para el verano 2024, el cual está basado en el pronóstico extendido de la temperatura superficial del mar (TSM) proveniente de los modelos climáticos globales correspondiente a los Multi-ensablados norteamericanos[36], con la participación de especialistas del SENAMHI (Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental atmosférica y las Direcciones Zonales).

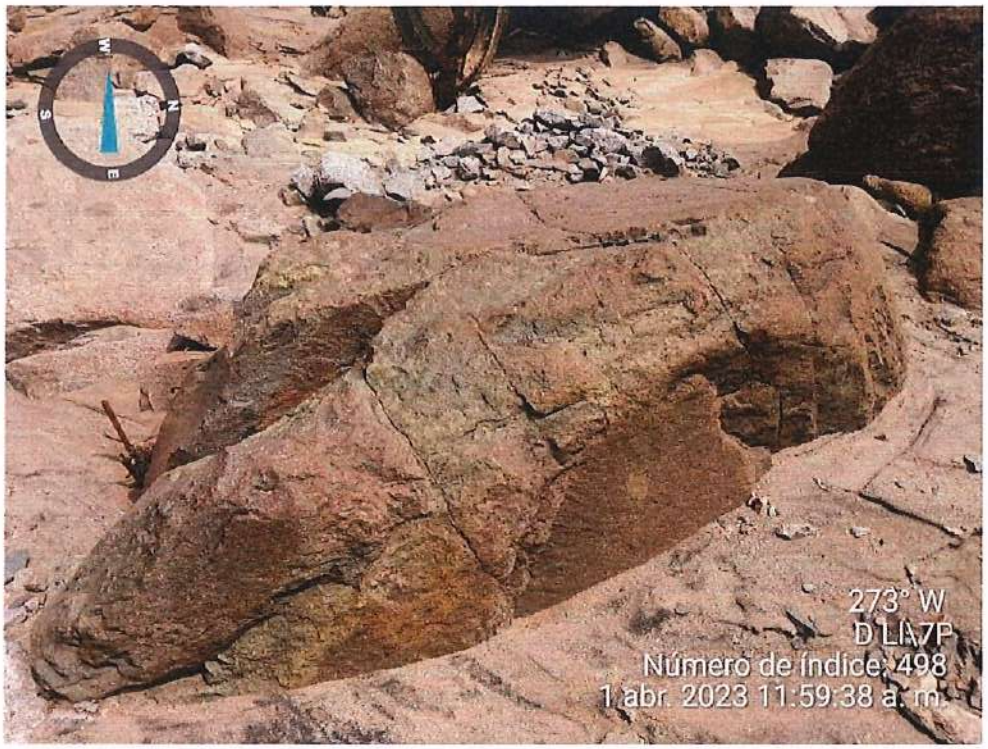
Igualmente, se realizaron visitas de campo y se recogió información mediante inspecciones de las áreas relevantes referidas a deslizamientos previos, áreas de probables impactos, y el contexto geográfico y territorial en general.

Una importante fuente de información también lo constituyó el resultado de las visitas de campo donde se recogieron datos de orden ambiental, socio-económico y ecológico. La observación y registros en campo, permitieron recoger datos e información para nuestro sentido de indagación que apoye el análisis y la evaluación de aquellos aspectos relevantes para el presente informe. Ello implicó focalizar la atención de manera intencional sobre algunos segmentos de la realidad que consideramos gravitantes, tratando de capturar sus elementos constitutivos y la manera cómo interactúan entre sí, con el fin de reconstruir inductivamente la dinámica de la zona de estudio tanto social como económica, así como los aspectos ambientales en que se enmarca el riesgo en la zona.

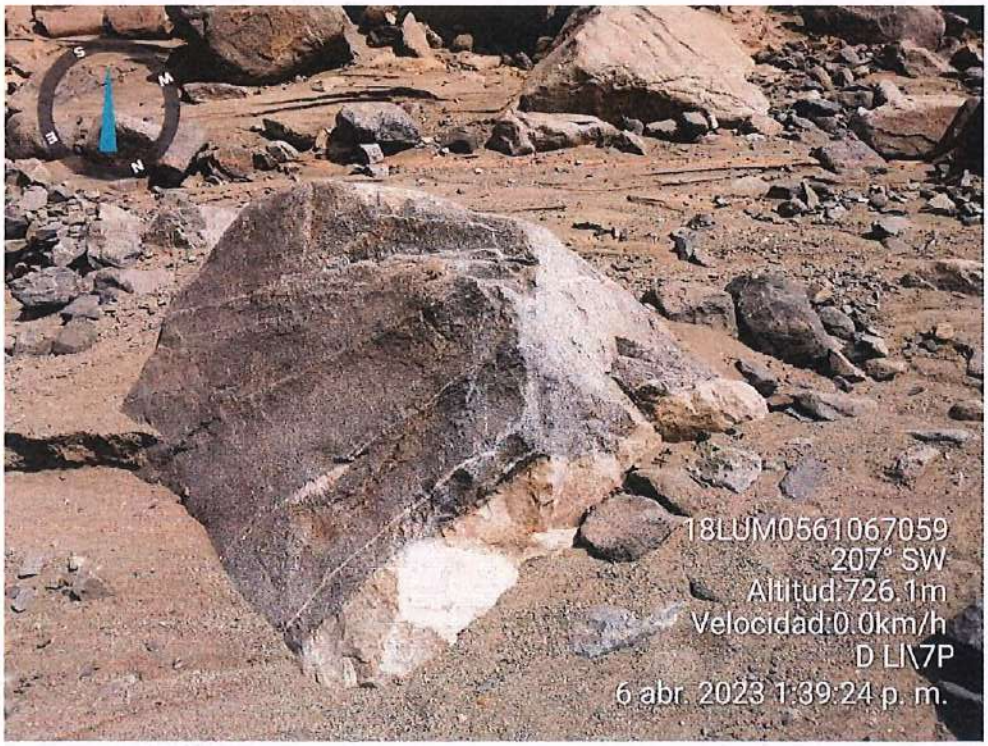
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Natur...
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

[36] NorthAmericanMulti-ModelEnsemble(NMME,porsussiglaseninglés).Link:https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.Models/.NMME/

Fotografía N°15 Bloque rocoso tipo brecha con rastros de violenta erosión mecánica



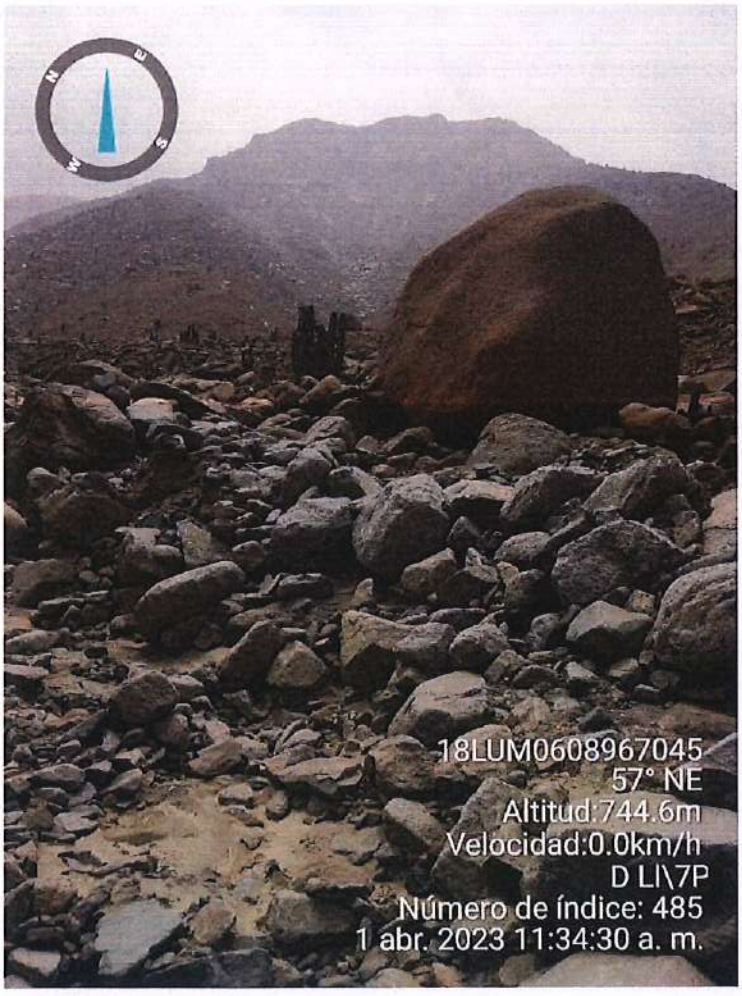
Fotografía N°16 Bloque de afloramiento con rastros de erosión mecánica



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Fotografía Nº17 Rocas redondeadas de gran tamaña

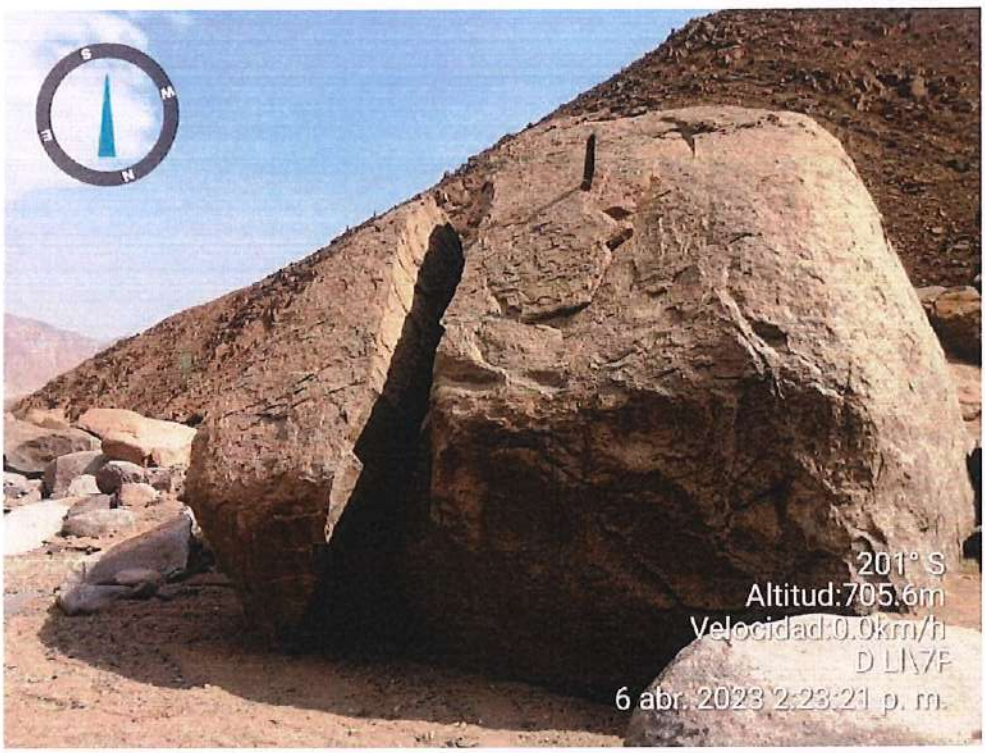
Fotografía Nº18 Grandes rocas redondeadas



"Piedra bola" probablemente por la cristalización de lava y ceniza volcánica.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Fotografía N°18 Grandes rocas fracturadas totalmente por impacto



Las grandes rocas con formas redondeadas probablemente por la cristalización de lava y ceniza volcánica.

Fotografía N°18 campos rocosos angulares y cantos rodados

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3.3 Análisis de la Información

El material originario de las formaciones geológicas, en la mayor parte del área de estudio, son los que contribuyen a la diversidad de elementos presentes. Es así que tenemos materiales de fácil erosión afectados en el proceso de meteorización, transporte y sedimentación y grandes rocas plutónicas que apenas afloran en la superficie de los estratos superiores y en algunos lugares han emergido completamente y se ha transportado algunos metros para estacionarse en las zonas altas de pendiente suavizada.

La morfología actual de la zona de estudio está relacionada con la última etapa de levantamiento de los Andes, así como a los procesos hidrometeorológicos relacionados a las precipitaciones (líquidas) generando erosión pluvial cuyos depósitos están vinculados a los movimientos en masa antiguos y recientes (flujos y derrumbes), producto de la actividad geodinámica de la zona. Los depósitos de movimientos en masa evidencian la geodinámica de la zona en el pasado y son claramente diferenciables en el área.

Las ocurrencias de procesos de movimientos en masa pueden suscitarse intempestivamente y luego el macizo o el talud puede comportarse aparentemente en forma estable. Sin embargo, indicios de carácter geológico, geomorfológico y altimétricos muestran que estos eventos se encuentran en real movimiento de forma natural, a veces imperceptibles. Los grandes eventos suelen ser incentivados o detonados por agentes externos de carácter natural como lluvias y sismos, o acciones del hombre (antrópicas), por ejemplo, al modificar laderas por la construcción de carreteras.

La zona de estudio presenta una configuración del tipo torrentera. Con un fondo de sedimentos predominante cerrado en la parte baja y con márgenes constituidos por laderas con pendientes moderadas, Sin duda la zona está afectado por una geodinámica potencialmente activa, con características de susceptibilidad variada hacia la desestabilización de las capas superficiales del suelo, en algunas áreas bien identificadas por sus evidencias de erosión y deslizamientos superficiales. Por lo tanto, la condición natural de la zona tiene predisposición frente a diversos fenómenos propios de la geodinámica exógena como derrumbes, deslizamientos y flujos. Se estima predominantemente, el peligro en un **Nivel Medio** en las zonas altas y medias de la microcuenca y niveles **Alto** y **Nivel Muy Alto** en el cono de deyección.

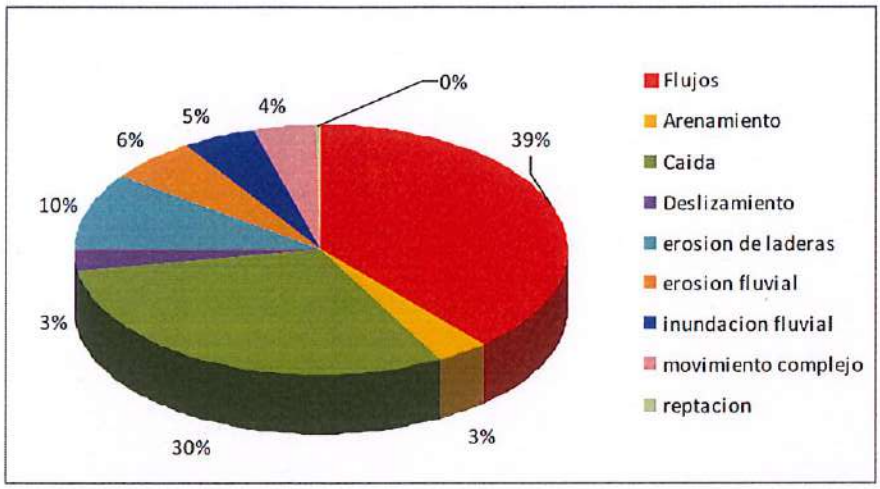
En el 2014, en INGEMMET se desarrolló el Informe Técnico A6647: "Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos e Geo-Hidrológicos en la Cuenca del Río Lurín". Dicho reporte detalla que en la cuenca del río Lurín se han registrado 130 flujos (122 flujos de detritos, 4 flujos de lodo y 4 avalanchas), 67 caídas de rocas, 35 derrumbes, 16 inundaciones fluviales, 20 procesos de erosión fluvial, 33 procesos de erosión de ladera y 10 deslizamientos. En menor cantidad se han inventariado: 1 proceso de reptación, 11 arenamientos y 14 movimientos complejos. En total se tiene registrados 337 fenómenos. De dicho inventario se obtuvo la estadística resumida en el Gráfico 16 de la cual se establece que en la cuenca del río Lurín existe una mayor frecuencia de flujos y caídas con 39% y 30% respectivamente.

En el mismo estudio, se indica que la provincia de Lima presenta 21 zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos que corresponden a los distritos de Chorrillos, Villa El Salvador, Lurín, Villa Maria del Triunfo, Cieneguilla y Pachacamác. La mayoría de ellas corresponde a flujos y caídas de rocas. En cuanto, a la identificación de las zonas críticas en el distrito de Cieneguilla, el estudio de INGEMMET considera tres lugares en los cuales se han de tomar acciones preventivas y correctivas. Entre ellas, se hace mención de la parte baja de la zona de estudio del presente informe.

Entre las conclusiones del Informe Técnico A6647, es pertinente extraer que: "Los flujos de detritos registrados en la parte alta y media de la cuenca se producirán periódicamente en época de lluvias. Sin embargo, las quebradas "secas" de la parte baja probablemente se activarán cuando se produzcan lluvias excepcionales

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Figura N° 19. Número de movimientos en masa ocurridos en la Cuenca del Río Lurín



Fuente: Informe Técnico A6647: "Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos e Geo-Hidrológicos en la Cuenca del Río Lurín

Los procesos que interactúan entre la tectónica y los agentes erosivos, tanto en situaciones de equilibrio dinámico como a consecuencia de los fenómenos extremos, condicionan de manera principal los relieves de la corteza terrestre en el área de estudio. Sin embargo, en algunos casos las anomalías climáticas y las actividades antrópicas surgen con nuevos factores condicionantes, y en ocasiones como desencadenantes. Estudios previos advierten de la susceptibilidad natural en el distrito de Cieneguilla frente a movimientos en masa asociados a flujos y derrumbes[37] sobre la base de sus características físicas. Esto ocasiona preocupación en los centros poblados que se asientan en las terrazas y laderas de los cerros y en algunos se estiman riesgos mortales.

Tabla N° 7 Zonas críticas identificadas en el distrito de Cieneguilla

Sector	Peligro geológico/geo hidrológico	Recomendación
A la altura del puente de ingreso a la Quebrada Tinajas	Erosión fluvial	Construir puente. Canalizar cauce del río y colocar muros
Quebrada Tinajas	Flujo de detritos/Caída de rocas	Desatar los bloques sueltos, colocar mallas para contener los bloques menores. Reubicar viviendas en el cauce y no permitir expansión en el sector. Construir muros transversales en las quebradas a fin de atenuar sus efectos ante lluvias de tipo excepcional.
Fundo Molle a la altura del Malecón Lurín	Erosión fluvial/Inundación	Necesita defensa ribereña y mejorar protección a bases del puente.

Elaboración: Geociencias EIRL
Fuente: (*) Identificados durante los trabajos del estudio de Riesgos geológicos en la franja 3 (INGEMMET, 2003)

[37] Informe Técnico de Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Lima. Pag. 30-33 Lima 2014

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Natur...
R.J. N° 095-2019 CENEPR...

Las poblaciones peri urbanas ubicadas en las zonas de las estribaciones andina del distrito de Cieneguilla asumen estos riesgos como una categoría más del conjunto de vulnerabilidades que deben soportar. Desde una mirada en el marco de la gestión del riesgo de desastres, se puede afirmar que la zona de estudio, que comprende el sistema de quebradas de Molle Alto presenta un nivel de susceptibilidad **ALTA** en áreas extensas y **MUY ALTA** en zonas específicas.

Considerando que las condiciones geodinámicas de algunas zonas del área de estudio son susceptibles a la reducción de su resistencia y pueden presentar fallamientos en determinadas áreas, a consecuencia de episodios de lluvias intensas, es que se plantea como principal peligro la ocurrencia de flujos de detritos (huaycos).

3.4 Factores Condicionantes

Para los efectos del presente informe, se han considerado la susceptibilidad del área con mayor peso sobre sus factores condicionantes, los cuales tienen origen natural como los procesos morfo tectónicos que involucran la geología y la geomorfología además de las condiciones topográficas expresadas en las pendientes a lo cual se agregan las características de fracturamiento.[38]

Tabla Nº 8 Estabilidad según características de Fracturamiento

Grado de Estabilidad	Descripción	Símbolos Estabilidad
Muy Baja	Laderas con zonas de fallamiento, fuertemente fracturadas, discontinuidades desfavorables, alta intemperizacion, masas de suelo con baja compacidad con vestigios de deslizamientos y/o derrumbes y saturadas.	MB
Baja	Laderas con fallas, altamente fracturadas, discontinuidades desfavorables, meteorizacion moderada a alta, intemperización alta, masas de suelo con baja a media compacidad, con vestigios de deslizamientos y/o derrumbes, saturadas.	B
Moderada	Laderas con fallas, moderadamente fracturadas, intemperización moderada, masas de suelo con compacidad media, con vestigios de deslizamientos y/o derrumbes y saturación media.	MD
Alta	Laderas sin falla, frecuencia de discontinuidades baja, intemperización moderada a baja, masas de suelo con media a alta compacidad, sin vestigios de deslizamientos y/o derrumbes, no saturadas.	A
Muy Alta	Laderas sin falla, frecuencia de discontinuidades baja, intemperización débil y masas de suelo con alta compacidad, sin vestigios de deslizamientos y/o derrumbes, seco.	MA

Adaptado (Jaime Suárez, 2012).

El área de estudio es básicamente de geografía poco accidentada, con algunas pendientes abruptas y en muchos tramos se torna pendientes moderadas con cierta sinuosidad. El material de las laderas es rocoso y fracturado. En algunos sectores los estratos rocosos están cubiertos de areniscas y calizas meteorizadas.

[38] Pérdida de la continuidad entre dos partes del cuerpo rocoso.

ING. JOAN TINCOPA LANCLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

La superficie se compone de suelos granulares con presencia de bolones sub angulares de diversos tamaños. También existen estratos someros de material orgánico superficial y zonas de filtraciones sin llegar a ser acuíferos. Los estratos muestran un nivel cualitativo de compacidad que varía de semi compacto a compacto, se puede inferir que existen niveles de compacidad baja, por ejemplo, en los suelos del piso o fondo de las quebradas. También hay presencia de suelos finos constituidos por arenas y arcillas.

La razón principal de la aparición de inestabilidades superficiales suele estar relacionada con una degradación de la zona debido a fenómenos de fracturamiento. Dicha degradación hace que la resistencia del terreno en la zona superficial se vea reducida, de forma que el coeficiente de seguridad sea sometido a presiones y ocasione deslizamientos de rocas y suelos. Los criterios para determinar el grado de estabilidad en el área de estudio son las condiciones visuales de roca y suelo en los afloramientos rocosos y las paredes de las colinas y terrazas, así como los materiales de depósitos recientes sobre las laderas, observando las zonas de fracturas, discontinuidades, los efectos del intemperismo, de la erosión y saturación de las condiciones presentes.

Para las unidades geomorfológicas se consideran las características geodinámicas que inciden en su estabilidad. Entendiendo la estabilidad como la ausencia de acciones erosivas significativas que puedan modificar el terreno. Teóricamente, la clasificación califica los sectores mediante denominaciones cualitativas en cuatro niveles: áreas estables, áreas ligeramente inestables, áreas medianamente inestables y áreas inestables. De esta manera, se puede calificar a una zona de estudio como Medianamente Inestable, porque se constata que presenta acciones erosivas de consideración por el riesgo que dichas acciones representan para las futuras poblaciones que se asienten en el piso o fondo de las quebradas, para la infraestructura pública y privada y para el medio ambiente.

Tabla Nº 9 Estabilidad Geomorfológica

Grado de Estabilidad Física	Unidad Fisiográfica	Procesos Erosivos	Símbolos Estabilidad	Riesgo Físico
ÁREAS ESTABLES	Terrazas medias onduladas (Tmo)	Escorrentía laminar y concentrada de ligera intensidad.	E	Bajo a muy Bajo
	Terrazas altas onduladas (Tao)			
	Terrazas altas disectadas (Tad)	Escorrentía concentrada.		
AREAS LIGERAMENTE INESTABLES	Lomadas en sedimentos cuaternarios (Lq)	Escorrentía laminar de ligera intensidad.	LI-1	Bajo
	Lomadas en rocas terciarias (Lt)	Moderado potencial erosivo en caso de deforestación.		
	Colinas bajas ligeramente disectadas en sedimentos cuaternarios (Cb1q)	Escorrentía laminar y concentrada de mediana intensidad; pequeños derrumbes localizados.	LI-2	Medio
	Colinas bajas ligeramente disectadas en rocas terciarias (Cb1t)	Moderado a alto potencial erosivo en caso de deforestación.		
AREAS MEDIANAMENTE INESTABLES	Terrazas bajas eventualmente inundables (Tb1)	Fuerte escorrentía laminar y concentrada; frecuentes pequeños derrumbes. Alto	MI-2	Alto
	Colinas bajas moderadamente disectadas en			

ING. JOAN TINCOPA LANDEO
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

	sedimentos cuaternarios (Cb2q)	potencial erosivo en caso de deforestación.		
	Colinas bajas moderadamente disectadas en rocas terciarias (Cb2t)			
	Colinas altas ligeramente disectadas en sedimentos cuaternarios (Ca1q)			
	Colinas altas fuertemente disectadas en sedimentos cuaternarios (Ca2q)			
	Colinas altas ligeramente disectadas en rocas terciarias (Ca1t)			
	Colinas altas fuertemente disectadas en rocas terciarias (Ca2t)			
ÁREAS INESTABLES	Vertientes montañosas ligeramente accidentadas (Vml)	Escorrentía laminar y concentrada muy intensa.	I-1	**Alto** a **Muy Alto**
	Vertientes montañosas moderadamente accidentadas (Vmm)	Frecuentes derrumbes y deslizamientos de pequeña magnitud.	I-2	
	Vertientes montañosas fuertemente accidentadas (Vmf)	Muy alto potencial erosivo	I-3	
	Terrazas bajas inundables (Tbi)	Intensa erosión fluvial (inundaciones y socavamientos)	I-4	

Elaboración: J. Tincopa Langle
Fuente: Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno VILLOTA, Hugo. 1997

Del resultado del análisis se determinaron los descriptores según el grado de estabilidad en función de las siguientes consideraciones:

Tabla N° 10 Tipo de Movimiento en Masa

Tipo de Movimiento en Masa	Grado de Estabilidad de Laderas
Derrumbes Complejos	Muy Baja
Derrumbes de Rocas	Baja
Deslizamientos	Moderada
Erosión de laderas	Alta
Movimientos no Significativos	Muy Alta

Para la clasificación de las pendientes, se ha tomado como referencia los criterios del Reglamento de Clasificación de Tierras del DS N°062/75-AG; que han permitido una re-clasificación de pendientes. Los criterios de la mencionada ley se presentan en la Tabla N° 11 y en la Tabla 12 se presentan los resultados en función de los descriptores necesarios para su comparación de pares y determinación de los vectores de priorización.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Tabla Nº 11 Tabla Nº X Clasificación de Pendientes según Plano de Inclinación

Rango		Clase de Pendiente	Descripción
Porcentaje	Grados		
0-2%	0 - 0,9°	A	Plana o casi a nivel
2-4%	0,9° - 1,8°	B	Ligeramente inclinado
4.-8%	1,8° - 3,6°	C	Moderadamente inclinada
8.-15%	3,6° - 7,8°	D	Fuertemente inclinada
15-25%	7,8° - 11,3°	E	Moderadamente empinada
25-50 %	11,3° - 22,5°	F	Empinada
50-75%	22,5° - 33,8°	G	Fuertemente empinada
>75%	**33,8° <**	**H**	**Extremadamente empinada**

Tabla Nº 12 Tabla Nº X Clasificación de Pendientes según Plano de Inclinación

Tipo de pendiente	Expresada en Grados	Descripción
Pendiente muy escarpada	>35°	Indica escarpes muy fuerte en las laderas y tiene una influencia muy alta para la susceptibilidad de los desplazamientos en masa.
Pendiente abrupta	25°-35°	Tiene influencia alta en la susceptibilidad a los movimientos en masa, representando en el terrenos laderas escarpadas de montañas y colinas.
Pendiente fuerte	15°-25°	Tiene influencia media en la susceptibilidad a los movimientos en masa. Se representa en el terreno de laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas.
Pendiente moderada	5°-15°	Tiene influencia baja en la susceptibilidad a los movimientos en masa, se representa en el fondo del valle y los taludes detríticos.
Pendiente suave	0°-5°	Áreas de muy baja influencia en la susceptibilidad a los movimientos en masa. Sin embargo es el área donde se explayan los sedimentos arrastrados, representa los conos de deyección de los cursos esporádicos y frecuentes.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

3.5 Precipitaciones como desencadenante

En la experiencia peruana frente al denominado Niño Costero en el año 2017, diversos puntos críticos en el sistema de montañas fueron desestabilizados. A este escenario se suma lo experimentado en los primeros meses del 2023, que se incrementaron los vientos intensos que exacerbaron las lluvias debido a un calentamiento anómalo de la temperatura del mar frente a la zona norte del Perú. El calentamiento del mar y el paso de una onda tropical conocida como oscilación Madden Julian provocaron el desarrollo e intensificación del "ciclón" (baja atmosférica), denominado Yaku (agua, en lengua kichwa), que apareció frente a las costas de Perú y Ecuador. Los alcances de este fenómeno incluyeron impactos negativos en los territorios de los departamentos de la costa norte y centro del país, generando inundaciones en un lapso de tiempo muy corto, casi de manera paralela, en distintos centros poblados de varios distritos donde se reactivaron muchas quebradas secas. La probabilidad de una nueva ocurrencia de este fenómeno climático es muy incierta. Los consensos mundiales en relación a la variabilidad climática y el denominado cambio climático anuncian mayores niveles de temperatura en el planeta, especialmente en la capa de interacción océano-atmosfera. Ahora bien, que los regímenes pluviales han de variar es una probabilidad que revierte menos incertidumbre para los científicos del clima, especialmente para el Panel Intergubernamental para el Cambio climático – IPCC, quienes en su último reporte advierten las consecuencias para el ambiente y la sociedad de una irreversible escalada de emisiones de gases de efecto invernadero[39], cuyas consecuencias implican, entre otras, el aumento de las frecuencias y la intensidad de las precipitaciones.

Es ampliamente aceptado que los movimientos en masa a consecuencia de sismos o por la saturación del suelo, causado por lluvias u otros eventos climáticos, provocan deslizamientos, licuación de arenas y colapso de suelos. Tanto el sismo como la saturación del suelo tienen un doble efecto negativo: debilitan la resistencia del suelo al corte e incrementan la carga que actúa sobre él. Cuando la carga supera la resistencia se producen el deslizamiento de los materiales depositados en las pendientes[40]. Los antecedentes geológicos e hidrológicos en la zona de estudio, nos ayudan a plantear ambas probabilidades como factores desencadenantes de movimientos en masa. Mediante el análisis y comparación de eventos históricos, se considera que el factor desencadenante de mayor influencia para desencadenar movimientos en masa son las precipitaciones, principalmente extraordinarias[41]. Así, también que, entre los distintos tipos de movimientos en masa, son los flujos de detritos el tipo más probable de ocurrencia en situaciones donde los volúmenes de precipitaciones se presentan con gran intensidad durante periodos cortos de tiempo en zonas susceptibles.

El agua de lluvia ingresa por los intersticios, también en las fracturas, y drena debajo de la superficie hasta que la capacidad de almacenamiento del suelo no permite más infiltración, provocando que el agua fluya en la superficie de las laderas. En circunstancias donde las precipitaciones son extremas, una mayor escorrentía superficial se genera y con ello se incrementa la erosión del material en laderas con suelo suelto o rocas inestables, generando socavación y/o disolución en los componentes del talud.

Por otro lado, históricamente se ha considerado a las eventuales lluvias extraordinarias como desencadenante de los movimientos en masa en quebradas secas, pues incrementan los esfuerzos en los poros e intersticios de sus perfiles geológicos provocando escorrentía superficial intensa que arrastra material pétreo creando un flujo de detritos que eleva su poder de erosión y fuerza. Este informe, plantea el escenario de riesgo por precipitación extrema equivalente a los 50 mm/día, considerando que los registros de precipitación en las estaciones de Naña y Chosica muestran mayores promedios acumulados para el periodo 2022-2023 y un incremento notable de precipitación en la segunda semana de marzo (ver gráfico N° 16). Este escenario, sería el desencadenante de movimientos en masa asociados a flujo de detritos en el sistema de quebradas Molle Alto. Se agregan consideraciones por los deslizamientos antiguos que circundan la localidad, ya que pueden reactivarse, incluso por menores niveles de precipitación debido

[39] IPCC Cambio Climático 2021: Bases de las Ciencias Físicas https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FAQ
[40] J. Kuroiwa. Reducción de Desastres. PNUD 2001. Lima, Perú
[41] También denominadas lluvias atípicas. Se refiere a las precipitaciones abundantes que superan la media histórica más una desviación estándar de precipitación en un punto determinado. Pueden presentarse tanto en la temporada de lluvias o fuera de ella.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

a una mayor saturación del suelo o importantes presiones en los poros ocasionando derrumbes dentro de algunos sectores del área de estudio.

Las precipitaciones extremas son fenómenos relacionados a la humedad relativa presente y a las variaciones bruscas de temperaturas que conforman Sistemas Convectivos de Mesoescala, SCM, entendidas como estructuras tormentosas de grandes proporciones. En este sentido, los fenómenos convectivos o tormentosos no tienen mayor incidencia en el departamento Lima. Sin embargo, la experiencia de los primeros meses del 2023 nos advierte de la potencialidad de la presencia de este tipo de fenómeno meteorológico. Los fenómenos convectivos son los que nos afectan de forma directa y condicionan el tiempo adverso en muchas zonas del planeta. En situaciones atmosféricas que acumulan energía se presentan condiciones propicias para liberar dicha energía mediante producción de lluvias intensas. Su respectivo desencadenante es denominado Depresión Aislada de Niveles Altos – DANA[42]. Es recomendable profundizar en el monitoreo de estas variables a fin de prevenir el peligro y desarrollar sistemas de alerta temprana.

3.6 Superávit de Precipitaciones

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, como proveedor de servicios climáticos, pone a disposición de los usuarios, el escenario probabilístico de lluvias para el verano 2024[43], el cual está basado en el pronóstico extendido de la temperatura superficial del mar (TSM) proveniente de los modelos climáticos globales norteamericanos, siendo actualizados cada mes hasta noviembre.

En su informe SENAMHI presenta el pronóstico climático probabilístico para el trimestre enero – marzo de 2024 que se elaboró con el software CPT (Climate Predictability Tool), herramienta computacional basada en metodologías estadísticas desarrolladas por la International Research Institute for Climate and Society, The Earth Institute of Columbia University. Asimismo, SENAMHI explica que el proceso metodológico principal consistió en el downscaling estadístico de datos grillados pronosticados de TSM sobre el Pacifico tropical y el Atlántico tropical norte, a modo de estimar el comportamiento de las precipitaciones para el periodo objetivo. También presenta la agrupación de los pronósticos probabilísticos por regiones del Perú[44]; sectores costa, sierra (occidental y oriental), y selva (alta y baja), divididos en zonas norte, centro y sur, respectivamente. Este procedimiento se diseñó a modo de presentar un resultado macro a nivel nacional de las posibles condiciones de precipitación para el periodo enero – marzo de 2024.

Pronóstico de lluvias

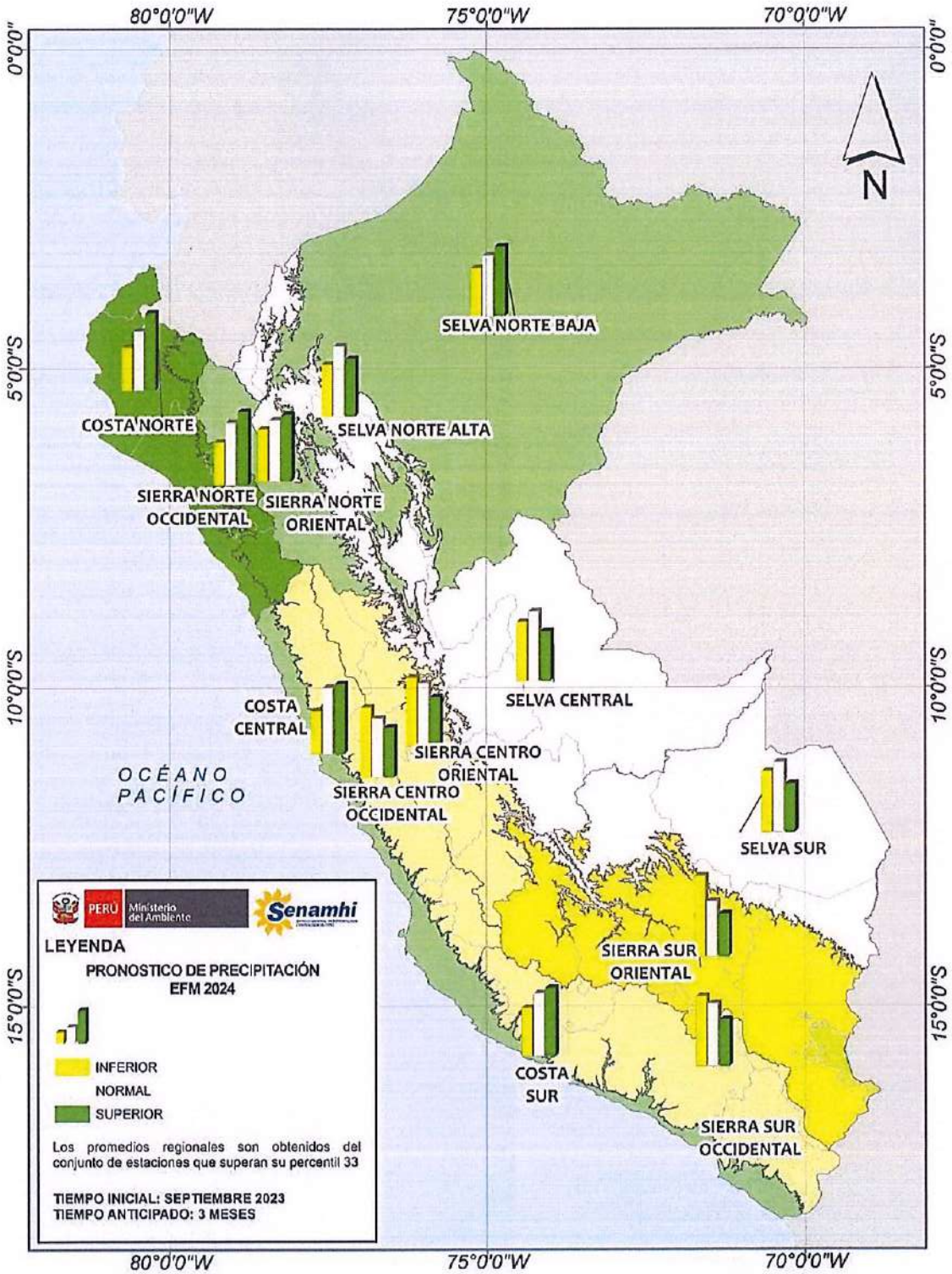
En la costa central hasta los 1000 msnm se prevé que las lluvias varíen dentro de sus rangos sobre normales con una probabilidad de ocurrencia de 39%, seguido de un escenario que contempla condiciones normales con una probabilidad de 37%.

En la sierra central occidental, que incluye las partes altas de Lima y Ancash, se esperan **lluvias inferiores a sus rangos normales** con una probabilidad de ocurrencia de 39%, seguido de un escenario que prevé lluvias dentro de sus rangos normales con 33% de probabilidad.

[42] DANA es un sistema atmosférico frío que se presenta en los niveles medios y altos de la atmósfera (entre 5 km y 10 km aproximadamente) y permite transportar mayor humedad de la Amazonía hacia los Andes.
[43] Informe Técnico N°10-2023/SENAMHI-DMA-SPC-PE
[44] Sectorización climática del territorio peruano. Nota Técnica N° 001-2020/SENAMHI/DMA/SPC.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenómenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Figura N° 20. Mapa pronóstico probabilístico de lluvias para el verano 2024



Pronósticos por regiones a nivel nacional. Tonalidades de color amarillo, indican un probable escenario de acumulados de lluvias inferiores a lo normal, en color verde indica un probable escenario sobre lo normal y en blanco señala un probable escenario de lluvias dentro de su rango normal.

Fuente: Informe Técnico N°01-2023/SENAMHI-DMA-SPC-PE

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Tabla N° 13 Valores de probabilidad de precipitaciones por regiones

REGIONES	PROBABILIDADES (%)			ESCENARIO	UMBRALES(mm)	
	INFERIOR	NORMAL	SUPERIOR		P33*	P66*
COSTA NORTE	24	33	43	SUPERIOR	98.1	255.5
COSTA CENTRO	24	37	39	SUPERIOR	4.3	8.8
COSTA SUR	27	35	38	SUPERIOR	2.2	6.5
SIERRA NORTE OCCIDENTAL	24	35	41	SUPERIOR	322.0	555.1
SIERRA NORTE ORIENTAL	29	34	37	SUPERIOR	259.4	391.0
SIERRA CENTRO OCCIDENTAL	39	33	28	INFERIOR	216.9	341.1
SIERRA CENTRO ORIENTAL	38	35	27	INFERIOR	303.4	402.6
SIERRA SUR OCCIDENTAL	39	35	26	INFERIOR	176.3	267.3
SIERRA SUR ORIENTAL	45	31	24	INFERIOR	362.7	455.3
SELVA NORTE ALTA	29	39	32	NORMAL	249.5	383.7
SELVA NORTE BAJA	27	34	39	SUPERIOR	548.8	679.3
SELVA CENTRAL **	33	39	28	NORMAL	793.0	931.0
SELVA SUR **	34	39	27	NORMAL	838.0	967.0

Probabilidad de precipitaciones por regiones según categorías (inferior, normal y superior) del pronóstico de lluvias para el trimestre enero-marzo 2024

* P33 umbral inferior definido estadísticamente con el percentil 33.

* P66 umbral superior definido estadísticamente con el percentil 66.

* El pronóstico de selva centro y sur fueron estimados en base a revisión de pronósticos (dinámicos) de fuentes externas y los umbrales fueron estimados en base a datos de lluvia estimada PISCO (Aybar et al .2019 -DOI :10 .1080/02626667.2019 .1649411).

Fuente: Informe Técnico N°10-2023/SENAMHI-DMA-SPC-PE

Consideraciones

El escenario actual de lluvias para el verano de 2024 (promedio de enero a marzo) sugiere que es más probable que como consecuencia de la alta probabilidad del desarrollo de El Niño en el Pacífico central, el Niño costero (región Niño 1+2) se prolongaría hasta el verano de 2024; las magnitudes más probables serían moderada (51 %) y fuerte (35 %). Pese a la reciente disminución de las anomalías de la temperatura superficial del mar, las condiciones cálidas fuertes se mantendrían hasta noviembre. Se recuerda que la confiabilidad de los pronósticos aumenta conforme se acorta el tiempo de anticipación, por lo que se recomienda hacer seguimiento de los avisos y las actualizaciones de los pronósticos, incluido el climático, del SENAMHI. Este escenario de lluvias es consistente con la actual presencia de Fenómeno El Niño en el Pacífico ecuatorial, el cual se extendería hasta el verano 2024 (Comunicado Oficial ENFEN N°15-2023).

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3.7 Identificación del área de estudio y determinación del escenario

El área de estudió de riesgos comprende las zonas que se han determinado como susceptibles de presentar eventos adversos a causa de fenómenos naturales asociados a la geodinámica externa del tipo flujo de detritos. Esta zona comprende las estribaciones andinas que conforman el sistema de quebradas de Molle Alto y el área del cono deyectivo. La unidad de estudio conforma la microcuenca lateral la subcuenca Medio Bajo Lurín con el código de unidad hidrográfica UH 13755343 en la margen derecha de la cuenca del rio Lurín. El área comprende el entorno geográfico, el emplazamiento de los proyectos de viviendas.

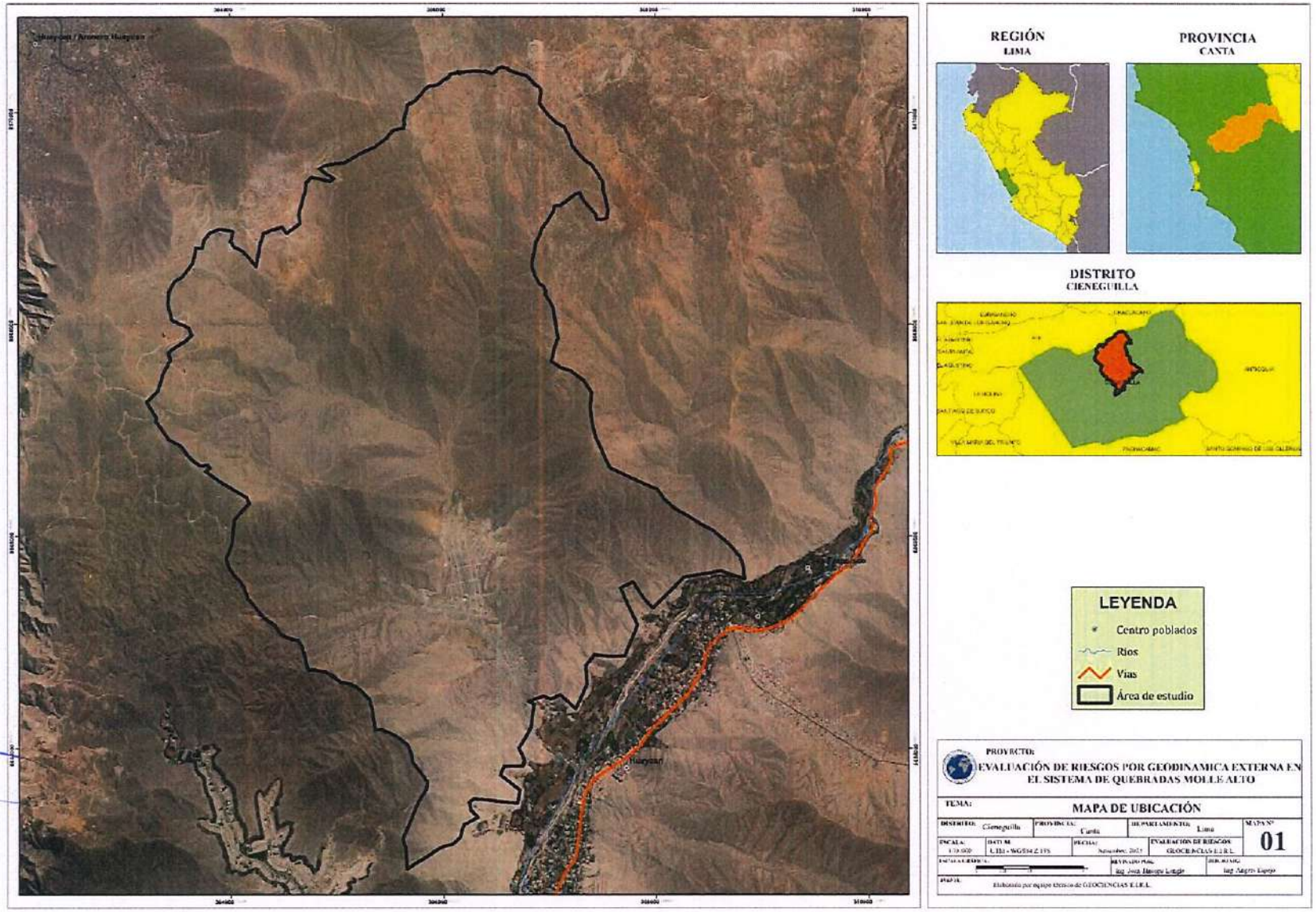
Actualmente, la zona está prácticamente en condiciones naturales con mayor influencia antrópica en la zona baja de la microcuenca, Por decisión de las asociaciones de propietarios, la actual y futura presencia de población en la zona baja está supeditada a la implementación de una serie de medidas del tipo administrativas e ingenieriles. Por esta razón, en términos metodológicos no existe prácticamente gran exposición al no verificarse elementos expuestos como población, infraestructura y viviendas. Sin embargo, las directivas de las asociaciones de propietarios indican que existen alrededor de 2500 propiedades que en algún momento se han de implementar con viviendas, vías de acceso, inversiones comerciales, entre otros. Esto implica que la actual exposición podría influir en los resultados con un sesgo hacia el riesgo, por ello, se ha considerado un escenario de exposición teniendo en cuenta la totalidad de las propiedades en la zona de influencia del flujo de detritos, en consideración a la información recabada de la muestra de propietarios sobre su ubicación y condiciones socio-económicas.

Con respecto al factor desencadenante, es aceptado que las lluvias en régimen excepcional propician condiciones para la generación de torrentes o flujos de detritos. Siendo la zona de estudio receptora de mínimas cantidades de precipitaciones en situaciones estándar o normales, la posibilidad de experimentar nuevas precipitaciones extraordinarias es incierta pero probable. Es una posibilidad que se presenta en cada año entre los meses de febrero y marzo. Por esta razón, el presente estudio ha considerado un escenario de precipitaciones extremas de 55 mm/día o su acumulado en tres días.

Un escenario con este nivel de precipitación extremo conlleva a planificar el territorio y plantear intervenciones conservadoras, que incrementan la capacidad de resiliencia de las personas y sus inversiones. También incentiva la reducción de la fragilidad cumpliendo con los estándares y reglamentaciones de la construcción resiliente.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 6. Área de Estudio del Peligro



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3.7.1 Determinación del escenario

Este informe, plantea el escenario de precipitación extrema de 55 mm/día, que sólo sucedería en un superávit respecto del promedio mensual en la temporada de lluvias. Este sería el principal desencadenante de movimientos en masa asociados a flujo de detritos en el área evaluada, considerando que derrumbes antiguos que circunda la localidad pueden reactivarse por incentivo hídrico y ocasionar daños y pérdidas en la población presente y futura, en las vías vecinales y en las viviendas asentadas actualmente y en las futuras proyectadas según sus planos presentados.

Diversos estudios globales relacionados a deslizamientos por precipitaciones intensas, plantean un rango de precipitación crítico entre 50 mm/dia y 100 mm/dia. En otros casos han correlacionado parámetros de precipitación y umbrales de intensidad del orden de 1.8 mm en 10 minutos. Por otro lado, los efectos más intensos pueden bordear cuando la intensidad alcanza los 5 mm en 10 minutos. Algunas clasificaciones plantean los siguientes niveles[45]:

- Avenidas de magnitud baja: 5 mm/10 min
- Avenidas de magnitud media: 10 mm/10 min
- Avenidas de magnitud alta:105 mm/ min

Estos indicadores se han de tomar como referencia, pues las condiciones geológicas y litológicas responden junto a otros factores de resistencia frente al corte. En Cantabria (España), por ejemplo, se generan movimientos de tierra en taludes artificiales con bajos valores de intensidad de lluvia (valores medios de intensidad de precipitación próximos a 45,55 mm/24 h), pero para la mayoría de los casos son necesarios más de 4 días de precipitaciones. Eventos de gran magnitud se han experimentado con precipitaciones >100 mm / 24 h[46]. Otro factor importante relacionado con la precipitación es la velocidad, que se acepta como preocupante a partir de 1 mm/seg

Un trabajo muy interesante, fue el realizado por Shakoor y Smithmyer (2005). Este estudio se basó en analizar la cantidad de precipitación necesaria para desencadenar roturas en depósitos coluviales (en Marietta, Ohio, USA), usando los datos de precipitaciones tomados a 24, 48 y 72 horas antes de la rotura. En este estudio se plantea que las roturas correspondían fundamentalmente con movimientos traslacionales y se originaban a poca profundidad, a lo largo del contacto entre el depósito superficial y la roca del sustrato, por lo que pueden ser estudiados aplicando los modelos de talud infinito. También indica que el material deslizado tenga un grado de saturación muy alto, entre el 90 y 100%, considerando los ángulos de pendiente de la ladera. Como información a considerar describe que las roturas están influenciadas por la vegetación, al notar que las grietas se desvían en las proximidades de masas arboladas y arbustos.

En la necesidad de disponer de un indicador clave para determinación del riesgo, se analizó el concepto de umbral de precipitación. Un umbral es el nivel mínimo o máximo de alguna magnitud a partir del cual un proceso tiene lugar (Reichenbach, 1998). Así, para el caso de los deslizamientos, por debajo de este umbral las probabilidades de que se produzca un deslizamiento serian mínimas, mientras que por encima la posibilidad de eventos es alta. El umbral mínimo debe representar la cantidad de lluvia por encima de la cual la probabilidad de ocurrencia de un evento aumenta drásticamente. Así mismo, el umbral máximo representaría la cantidad de lluvia en la cual ha ocurrido el mayor porcentaje de eventos. Conociendo el umbral se puede pronosticar a corto plazo y con ello apoyar los sistemas de alerta temprana.

Se ha considerado el escenario de precipitaciones mayores a 50 mm/día considerando este nivel de precipitación como el ocurrido en la segunda semana de marzo del 2023 que desencadenó deslizamientos

[45] **García López-Davalillo** Proyecto: Análisis de la Vulnerabilidad por movimientos de ladera: Desarrollo de las metodologías para la evaluación y cartografía de la vulnerabilidad. Instituto Geológico y Minero de España. Sistema de información documental

[46] Deslizamiento de Sarno en Italia, 1998 frente a precipitaciones 140 mm/día. 138 personas fallecieron.

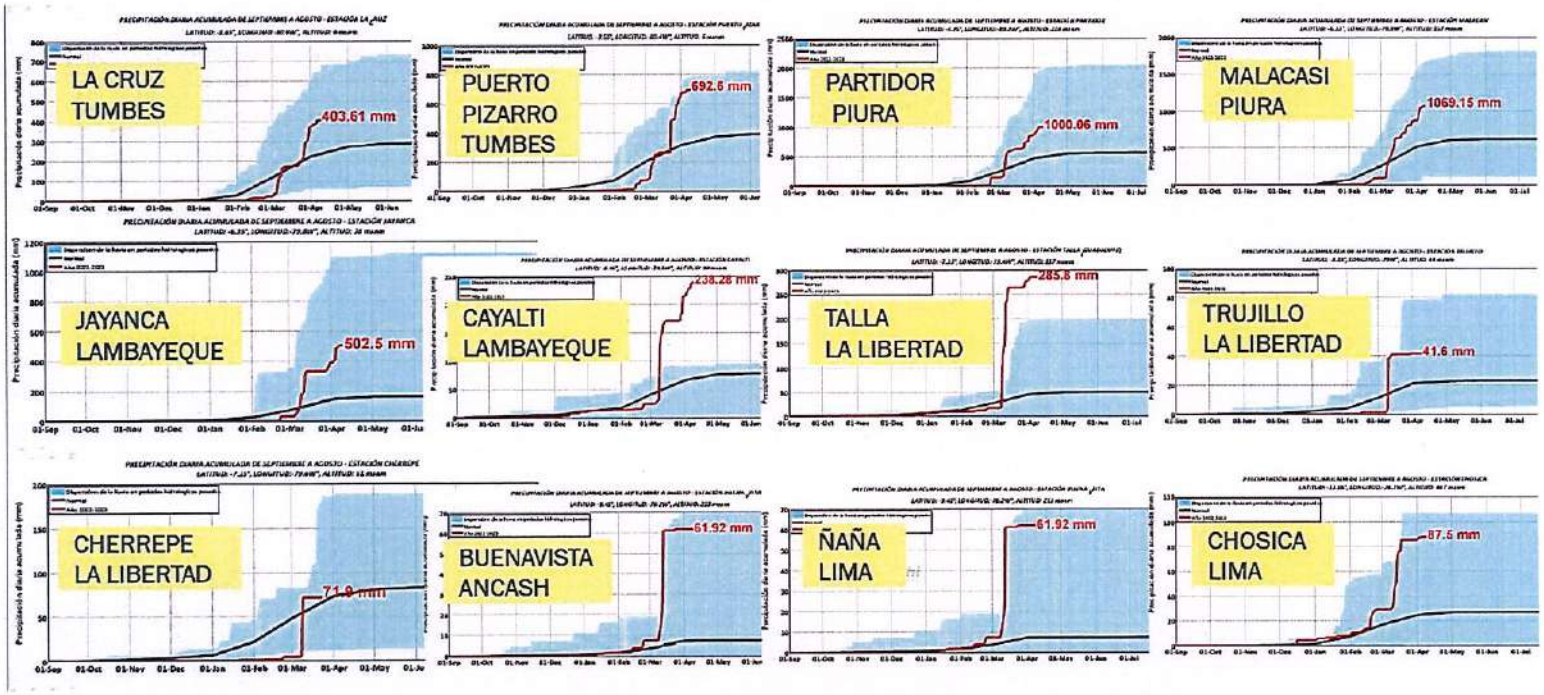
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

de gran magnitud en varias quebradas secas, incluyendo la quebrada de Molle Alto. Este escenario se relaciona con:

- La geología, la geomorfología y la pendiente, considerando que el suelo poco consolidado en algunas áreas enmarcado en un accidente geográfico de fuerte influencia geomorfológica. Por tanto, los aspectos hidrológicos son extremadamente importantes en la conformación de las unidades geomorfológicas. Para el caso específico de esta zona, sus laderas en la cuenca receptora lo conforman secuencias de rocas intrusivas, sobre los cuales la saturación incrementa los esfuerzos sobre los estratos inferiores cuyos materiales son conglomerados de diferentes diámetros, compuestos por cantos y gravas angulosas en una matriz areno - limosa de grano medio a grueso, con materiales finos. Estas condiciones unidas a la pendiente condicionan la estabilidad de algunas laderas.
- Los materiales sueltos por deslizamientos antiguos crean condiciones para la acumulación y arrastre de los detritos, lo cual incrementan los riesgos frente a un flujo muy cargado y veloz.
- Las actividades antrópicas de alguna forma crean situaciones de riesgo e incrementan las probabilidades respecto a la desestabilización de las laderas con el consiguiente deslizamiento que causaría daños y pérdidas a la misma infraestructura.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED J

Figura N° 21. Acumulados diarios de precipitación Septiembre 2022-Abril 2023 en la Costa del Perú



Fuente: Monitoreo de lluvias a nivel nacional 2022 – 2023 Al 09 de abril de 2023 N°037-2023-SENAMHI/DMA/SPC

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3.7.3 Identificación del Peligro

Para identificar y caracterizar el peligro, además de la información generada por las entidades técnico-científicas, se ha realizado un cartografiado para identificar las principales áreas peligrosas y aplicado el Proceso de Análisis Jerárquico-AHP[47] para la determinación de los niveles de peligros que podrían afectar los elementos expuestos frente a la ocurrencia de movimientos en masa del tipo flujo de detritos.

3.7.4 Caracterización del peligro

La ocurrencia de procesos de movimientos en masa, como los deslizamientos son comunes en las vertientes y valles de la cordillera andina. Estos procesos geodinámicos pueden perdurar en el tiempo y comportarse aparentemente en forma estable. Sin embargo, indicios de carácter geológico y geomorfológico muestran que estos eventos se encuentran en real movimiento de forma natural, a veces imperceptibles. Estos eventos suelen ser incentivados o detonados por agentes externos de carácter natural como lluvias y sismos, o acciones del hombre (antrópico) como puede ser por la modificación de taludes, riego inadecuado, etc. (Zavala, 2008).

En diversas locaciones de la zona estudiada, se aprecian movimientos en masa antiguos evidenciando los procesos morfo tectónicos muy dinámicos en esta zona, incluso impulsada por las actividades antrópicas. Los deslizamientos son uno de los fenómenos naturales que pueden constituirse en desastres cuando afectan a la infraestructura, a las viviendas o al medio ambiente. Los deslizamientos son inherentes a las montañas, aunque algunas zonas son más proclives a ellos. Las denominadas laderas son las inclinaciones del plano de las montañas que se van formando de manera natural. Cuando el hombre interviene en ellas modificándolas, se denomina talud de corte o simplemente talud. Tanto las laderas como los taludes que han permanecido "estables" por mucho tiempo pueden fallar debido a cambios en la topografía, por las vibraciones sísmicas, por los flujos de agua subterránea, por los cambios en la resistencia del suelo o procesos de meteorización que debilitan su estabilidad y se generan deslizamientos.

Los movimientos en masa consisten en movimientos de roca, roca y suelo, flujos, cuesta abajo por el plano de inclinación del talud o ladera. Generalmente se deslizan por gravedad sobre su superficie de falla. La superficie de falla es el área del terreno debajo de material que se desplaza. El suelo en la superficie de falla no se mueve mientras que el suelo que se encuentra encima es el que se desplaza.

Una causa importante que incrementa la desestabilidad, y por consiguiente el derrumbe o deslizamiento, son las presiones a causa del agua. Una significativa cantidad de fallas en los taludes están relacionadas de una u otra forma, con el agua. El agua es un importante factor de influencia en la reducción de la resistencia del suelo. Igualmente, está relacionada con varios tipos de carga que aumentan los esfuerzos en los taludes, actuando como un factor desencadenante debido a los siguientes efectos:

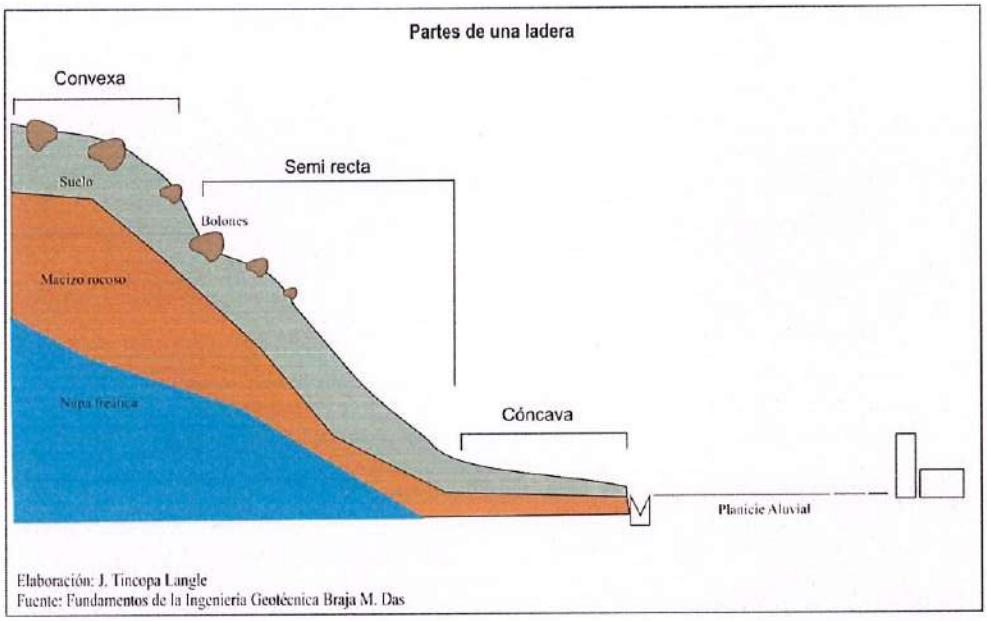
a) Aumento de peso del suelo. Los sedimentos tienen poros y cuando estos se llenan de agua, el peso unitario aumenta considerablemente.
b) Disminución de la resistencia por el agua absorbida. Debido a las fuerzas electro químicas, el agua es absorbida fácilmente y se adhiere a los bordes y caras de las partículas de arcilla causando la disminución de la resistencia.
c) Efecto de Disolución. El agua al fluir a través de los poros, disuelve los minerales que unen las partículas. Por tanto, disminuye la resistencia y facilitando la falla.

[47] La metodología AHP (Saaty, 1980,1990) es utilizada en problemas en los cuales necesitan evaluarse aspectos tanto cualitativos como cuantitativos. La técnica AHP ayuda a los analistas a organizar los aspectos críticos de un problema en una estructura jerárquica similar a la estructura de un árbol familiar, reduciendo las decisiones complejas a una serie de comparaciones que permiten la jerarquización de los diferentes aspectos (criterios) evaluados.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

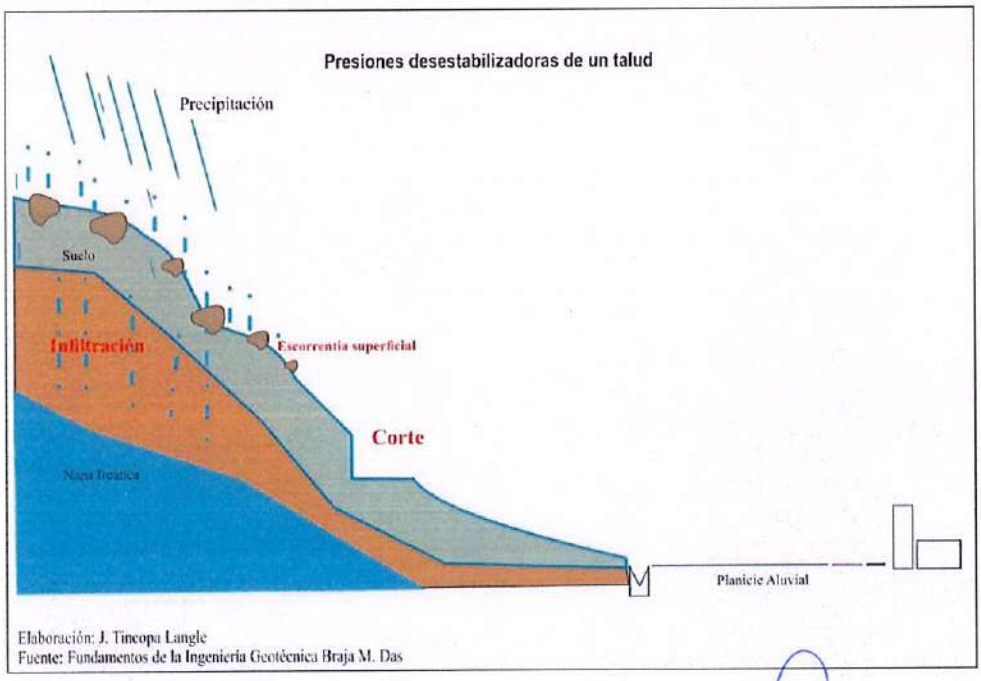
d) Erosión interna. El agua al fluir puede generar pequeñas cavidades, las cuales pueden inducir la falla.

Figura N° 22. Equilibrios de fuerzas en ladera y taludes



Elaboración: J. Tincopa Langle
Fuente: Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica Braja M. Das

Figura N° 23. Presiones para el desequilibrio de fuerzas en ladera y taludes

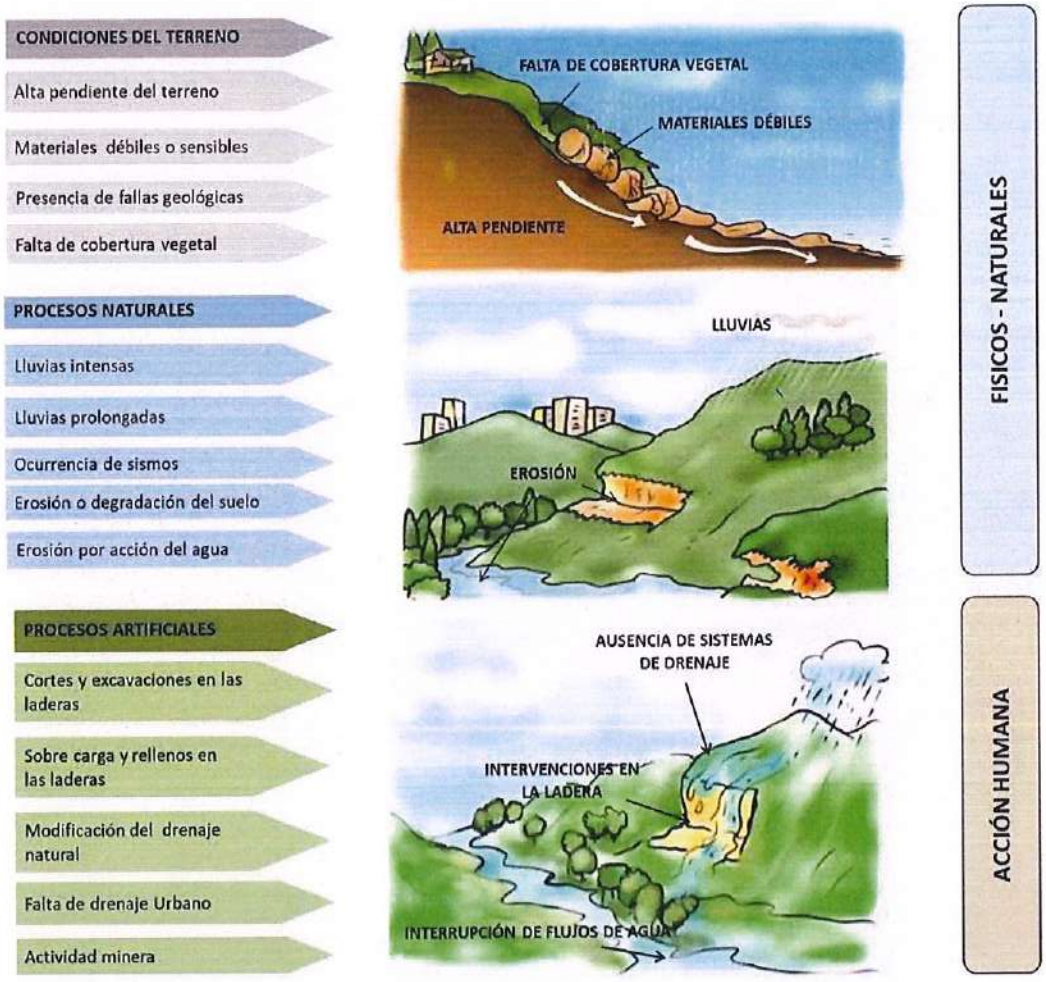


Elaboración: J. Tincopa Langle
Fuente: Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica Braja M. Das

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Para el caso de los flujos de detritos, la erosión de las laderas contribuye a la remoción de los materiales coluviales poco consolidados que aportan el material detrítico cuyo transporte es facilitado por los materiales finos que actúan como lubricante para el trasporte de las rocas y cantos. El material de arrastre en la zona de estudio se identifica principalmente en la zona media y en la zona próxima al piedemonte donde se han acumulado una significativa cantidad de rocas de diversos tamaños.

Figura N° 24. Factores que propician los movimientos en masa



El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, cumpliendo sus funciones inherentes como ente técnico-científico del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD) desde el 2011, ha estudiado los riesgos geológicos en la región Lima, cuyas conclusiones advierten que, en sus trabajos de campo destinados a la evaluación de peligros geológicos se nota un desconocimiento de la población, acerca de los procesos naturales que causan desastres.

Desde el punto de vista estructural, la zona se divide en dos: una zona de rocas intrusivas y una zona sedimentaria de rocas volcánicas plegada con sobre escurrimientos. Desde el enfoque geodinámico, ambas zonas presentan procesos de erosión y meteorización que afectan en mayor o menor grado la litología,

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres Originados por Fenomenos
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

presentando como consecuencia niveles de susceptibilidad para los deslizamientos y caídas de bloques de roca. En cuento a las condiciones geomorfológicas y según la inclinación de sus pendientes, se observa la concentración de los flujos de detritos hacia la zona más baja del cono de deyección, en cuya ruta de desplazamiento profundiza el suelo artificial (relleno) en una altura que supera el metro con un ancho promedio de 5 metros que al levantar el material poco compactado del fondo traslada hacia adelante una masa de piedra y lodo que destruye a su paso instalaciones superficiales, genera colapso de paredes cuyos materiales son livianos o ladrillos inadecuados y levanta pisos sin los adecuados cimientos.

Formación del flujo de detritos

Cuando se inicia la lluvia, las primeras gotas empapan las laderas y el fondo de la cuenca, a la vez en las pequeñas depresiones de poca área y profundidad se almacena agua. Estas depresiones se encuentran en varias partes a lo largo de la quebrada; en algunos tramos hay obstrucción del canal natural por la presencia de grandes bloques de rocas formando pequeñas represas en diferentes puntos (Martínez, 1999).

A medida que arrecia la precipitación, el agua penetra cada vez más profundamente en el terreno y las depresiones se van colmatando y saturándose de agua tanto en las laderas como en el cauce, luego las aguas de escorrentía comienzan a fluir cuesta abajo de las laderas, la mayor parte de ellas se dirigen hacia las cárcavas y al fondo de las quebradas, removiendo el material de acuerdo a su competencia, desde bloques grandes de roca hasta arcillas. El resultado de estas complejas interacciones es que se forma un frente de agua con lodos que desciende con gran velocidad y fuerza.

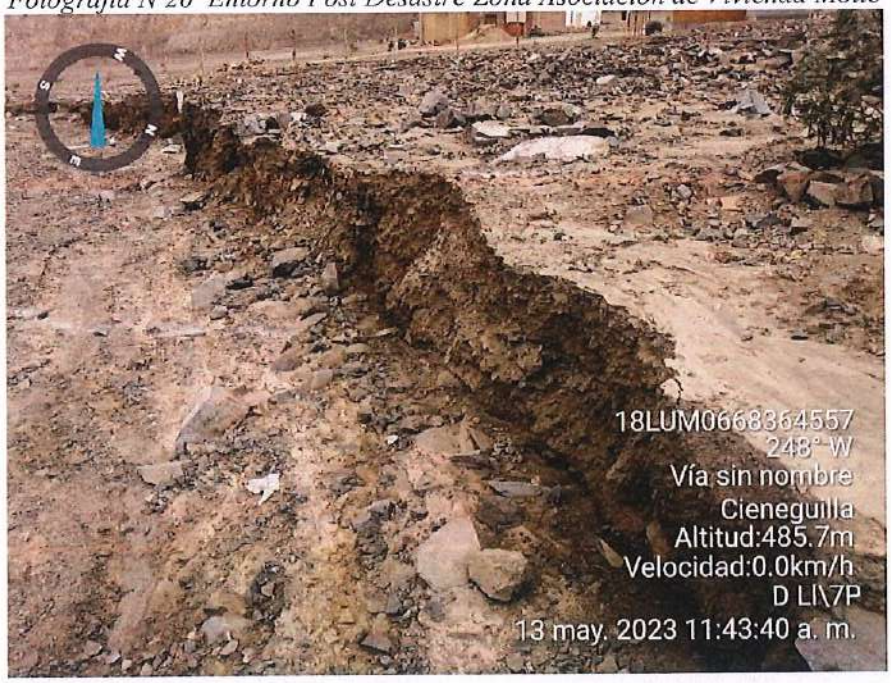
El agua lleva bloques que comienzan a rodar y se golpean entre ellos, generando un flujo turbulento y ruidoso que provoca vibración en su travesía, la cual incide en la caída de material debilitado en los bordes del canal; a su paso el flujo genera un socavamiento erosivo; lo que incrementa su carga y fuerza que finalmente se ralentiza por rozamiento en el cono de deyección.

En función de los informes mencionados y las consideraciones al interior del equipo técnico asignado por GEOCIENCIAS EIR, existe consenso que las características litológicas, estructurales y topográficas, sumadas a las condiciones climáticas locales, configuran las condicionantes para la ocurrencia de flujo de detritos en la zona baja de la denominada Quebrada Molle Alto.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Fotografía N°19 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Vivienda Molle

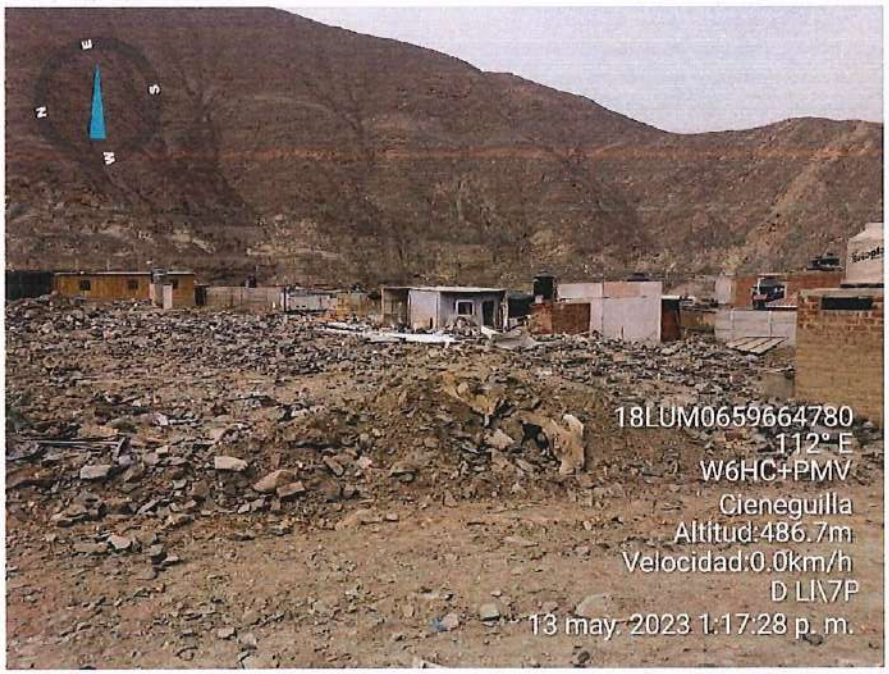
Fotografía N°20 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Vivienda Molle



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Fotografía N°21 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Vivienda Molle

Fotografía N°22 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Vivienda Molle



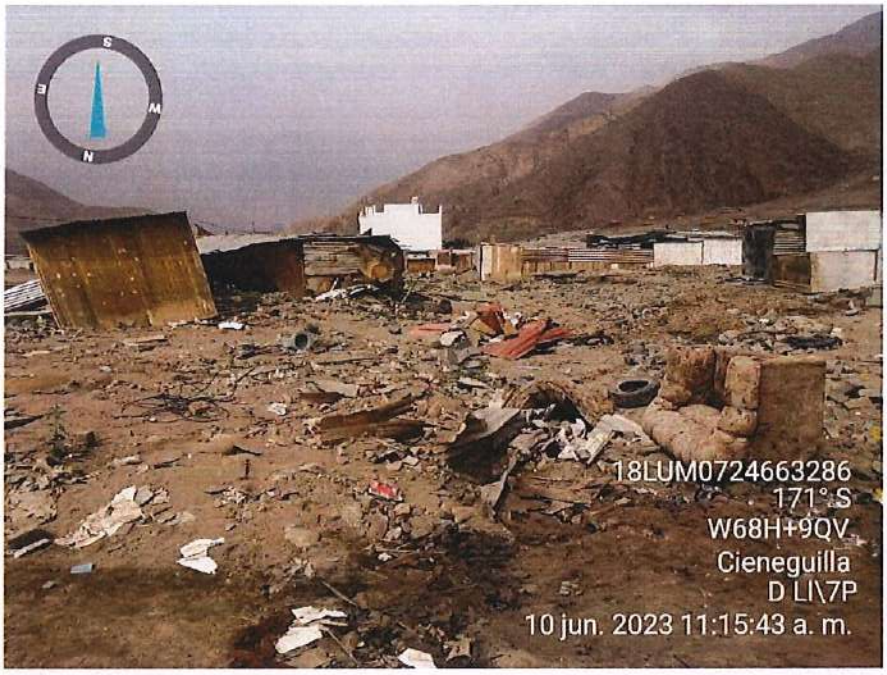
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Fotografía N°23 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Propietarios Collanac

Fotografía N°24 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Propietarios Collanac

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Fotografía Nº25 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Vivienda Los Jardines



Fotografía Nº26 Entorno Post Desastre Zona Asociación de Vivienda Los Jardines

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

3.8. Determinación de la susceptibilidad en el área de estudio

Para la determinación de la susceptibilidad de un área de estudio, se identifican los factores condicionantes del espacio territorial. Es decir, aquellas características naturales del terreno que le son intrínsecas. Entre ellas, la geología, la geomorfología, la pendiente y el grado de estabilidad de las laderas. De todas estas características, algunas tienen una mayor preponderancia con respecto de otras, por lo cual se asignan pesos según el análisis que se realice. De otro lado, el factor desencadenante es aquella condición que "gatilla" sobre los factores condicionantes y por ello, favorece o estimula la reacción o activación del peligro.

3.8.1. Factores de la susceptibilidad en el territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio frente a los movimientos en masa asociado a flujo de detritos[48], se consideraron los siguientes factores:

Tabla N° 14 Susceptibilidad del Territorio

Factores Condicionantes				Factor Desencadenante
Geología	Geomorfología	Pendiente	Grado de Estabilidad en laderas	Precipitación

Elaboración: Equipo Técnico de Geociencias EIRL

[48] Detrito o detritus (del latín detrītus, "desgastado") en referencia a la descomposición de una roca sólida en partículas. En ciencias de la tierra se usa en plural (detritos) y como adjetivo (detrítico).

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

3.8.2 Análisis de los factores condicionantes

Para la determinación de la importancia relativa de los factores condicionantes en el área de influencia frente a los movimientos en masa asociado a flujo de detritos, se utilizó el proceso de análisis jerárquico: El Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analytic Hierarchy Process, 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que el equipo o el evaluador que aplique el método realice evaluaciones lo más objetivas posibles respecto a la importancia relativa de cada uno de los parámetros y sus descriptores que considera tienen mayor relevancia con respecto a otros parámetros y descriptores en una misma categoría. El resultado resulta en una jerarquización de la importancia o influencia que presenta cada parámetro y cada descriptor en la contribución al peligro. Para ello se procede mediante dos fases:

1. Elaboración de matrices de comparación de pares: donde se asignan los pesos a los parámetros y sus descriptores, definidos para cada factor condicionante. Se organizan de mayor a menor significancia.

2. Elaboración de matrices de normalización: donde se obtienen los valores resultantes (vector de priorización) para cada parámetro y descriptor resultado de la comparación de pares. Se organizan de mayor a menor significancia.

A continuación, se presentan los siguientes resultados para cada parámetro:

Matriz 1.Matriz de comparación de pares: Parámetros Condicionantes

PARÁMETRO	Pendiente	Geomorfología	Geología	Estabilidad Geodinámica
Pendiente	1.00	2.00	4.00	6.00
Geomorfología	0.50	1.00	2.00	4.00
Geología	0.25	0.50	1.00	2.00
Estabilidad Geodinamica	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.92	3.75	7.50	13.00
1/SUMA	0.52	0.27	0.13	0.08

Matriz 2.Matriz de normalización de Parámetros Condicionantes

PARÁMETRO	Pendiente	Geomorfología	Geología	Estabilidad Geodinámica	Vector Priorización
Pendiente	0.522	0.533	0.533	0.462	0.512
Geomorfología	0.261	0.267	0.267	0.308	0.275
Geología	0.130	0.133	0.133	0.154	0.138
Estabilidad Geodinamica	0.087	0.067	0.067	0.077	0.074

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 3.Matriz de comparación de pares: Parámetro Geología

GEOLOGÍA	Depósitos Aluviales	Depósito Fluvial	Lavas Andesiticas	Tonalita - Granodiorita	Gabro diorita
Depósitos Aluviales	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Depósito Fluvial	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
Lavas Andesiticas	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
Tonalita - Granodiorita	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Gabro diorita	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.73	9.58	15.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Matriz 4.Matriz de normalización de Parámetro Geología

GEOLOGÍA	Depósito Fluvial	Depósitos Aluviales	Tonalita Granodiorita	Gabrodiorita	Lavas Andesiticas	Vector Priorización
Depósitos Aluviales	0.56	0.63	0.52	0.46	0.38	0.510
Depósito Fluvial	0.19	0.21	0.31	0.26	0.29	0.253
Lavas Andesiticas	0.11	0.07	0.10	0.20	0.17	0.130
Tonalita - Granodiorita	0.08	0.05	0.03	0.07	0.13	0.072
Gabrodiorita	0.06	0.03	0.03	0.02	0.04	0.036

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 5.Matriz de comparación de pares: Parámetro Geomorfología

GEOMORFOLOGÍA	Llanura aluvial	Conos aluviales	Colinas Bajas	Colinas Altas	Montañas
Llanura aluvial	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Conos aluviales	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Colinas Bajas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Colinas Altas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Montañas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Matriz 6.Matriz de normalización de Parámetro Geomorfología

GEOMORFOLOGÍA	Llanura aluvial	Conos aluviales	Colinas bajas	Colinas altas	Montañas	Vector Priorización
Llanura aluvial	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
Conos aluviales	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
Colinas bajas	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
Colinas altas	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Montañas	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

ING. JOAN TINCOPA LANCLE
Evaluador de Riesgos de Desastr
Originados por Fenomenos Natur
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 7.Matriz de comparación de pares: Parámetro Pendiente

PENDIENTES	< 5°	5° - 15°	15° - 25°	25° - 35°	> 35°
< 5°	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
5° - 15°	0.50	1.00	3.00	6.00	7.00
15° - 25°	0.20	0.33	1.00	2.00	3.00
25° - 35°	0.14	0.17	0.50	1.00	2.00
> 35°	0.11	0.14	0.33	0.20	1.00
SUMA	1.95	3.64	9.83	16.20	22.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.05

Matriz 8.Matriz de normalización de Parámetro Pendiente

PENDIENTES	< 5°	5° - 15°	15° - 25°	25° - 35°	> 35°	Vector Priorización
< 5°	0.512	0.549	0.508	0.432	0.409	0.482
5° - 15°	0.256	0.275	0.305	0.370	0.318	0.305
15° - 25°	0.102	0.092	0.102	0.123	0.136	0.111
25° - 35°	0.073	0.046	0.051	0.062	0.091	0.064
> 35°	0.057	0.039	0.034	0.012	0.045	0.038

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 9.Matriz de comparación de pares: Parámetro Pendiente

GEODINAMICA	Áreas inestables	Áreas medianamente inestables	Áreas ligeramente inestables - medio	Áreas ligeramente inestables - bajo	Áreas estables
Áreas inestables	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Áreas medianamente inestables	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
Áreas ligeramente inestables - medio	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Áreas ligeramente inestables - bajo	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Áreas estables	0.13	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.73	8.58	14.33	23.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

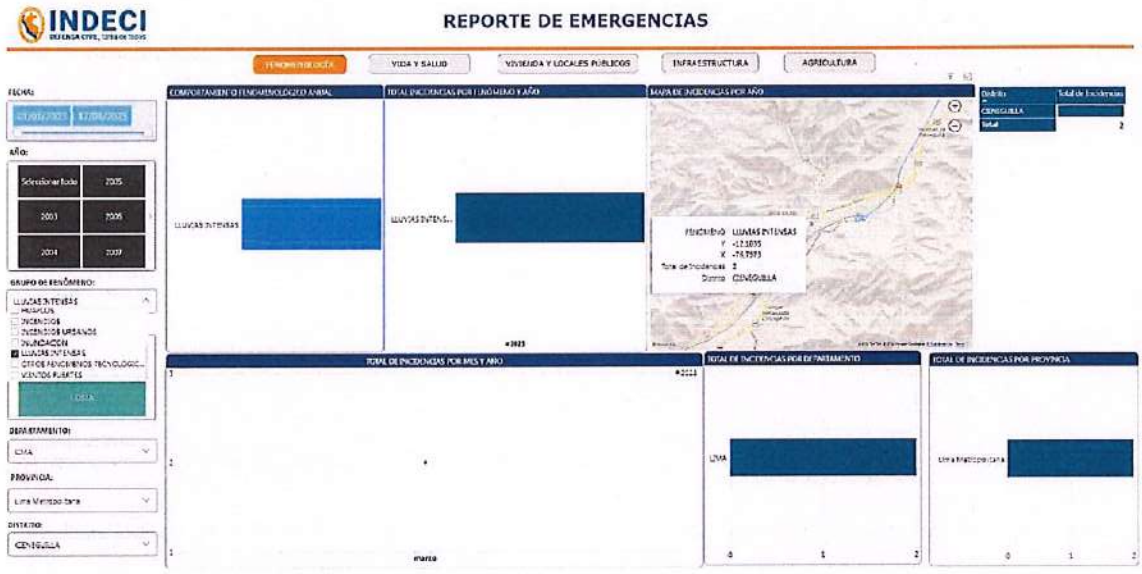
Matriz 10. Matriz de normalización de Parámetro Pendiente

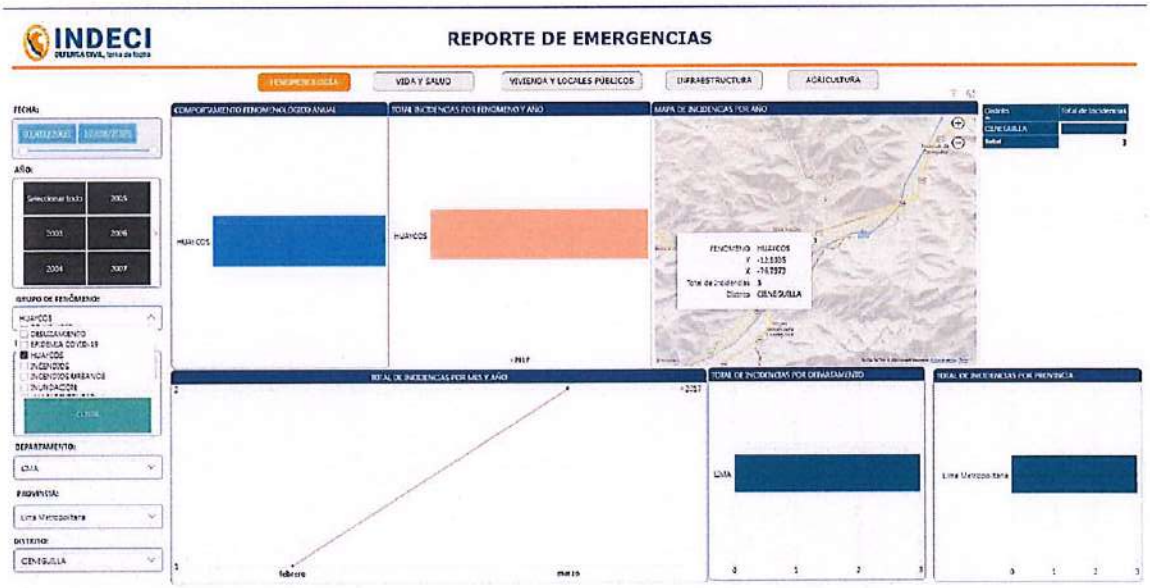
Geodinámica	Áreas inestables	Áreas medianamente inestables	Áreas ligeramente inestables - medio	Áreas ligeramente inestables - bajo	Áreas estables	Vector priorización
Áreas inestables	0.49	0.54	0.47	0.42	0.35	0.452
Áreas medianamente inestables	0.24	0.27	0.35	0.28	0.30	0.289
Áreas ligeramente inestables - medio	0.12	0.09	0.12	0.21	0.17	0.142
Áreas ligeramente inestables - bajo	0.08	0.07	0.04	0.07	0.13	0.078
Áreas estables	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.039

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3.8.3 Análisis del factor desencadenante

El reporte de emergencias del Instituto Nacional de Defensa Civil no reporta emergencias registradas en el SINPAD desde el año 2003 al 2023. Es decir, no existe evidencias de eventos catastróficos a consecuencia de lluvias intensas, salvo en marzo del 2023. Esta falta de registros puede deberse a fallas humanas, en el sentido que sucedieron emergencias, pero no fueron debidamente registradas. Para el caso de huaycos, aparecen los registros de tres emergencias (1 en febrero y 2 en marzo del 2017) en el marco del fenómeno denominado El Niño Costero.





ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED - J

Del análisis se desprende que, aunque la zona presenta condiciones geográficas inherentes o favorables para eventos desastrosos a consecuencia de fenómenos naturales extremos, estos se presentan con muy baja incidencia. Esto presenta una ventana de oportunidades para la implementación de medidas preventivas y correctivas que reduzcan el riesgo de la población expuesta y de las inversiones en infraestructura social, pública y privada.

Al carecer la zona de estudio de equipos de medición hidrometeorológica no se dispone de registros de precipitaciones, por lo cual, se ha considerado los valores de precipitación de la segunda semana de marzo del 2023 por la naturaleza excepcional de su ocurrencia, con precipitaciones mayores a los 50 mm. Sin embargo, 3 o 4 días seguidos de precipitación podrían acumulan y sobrepasan los 50 mm. Por lo cual, un umbral para nuestro escenario no sólo referiría al volumen de precipitación sino al número de días seguidos de precipitación que acumulen o sobrepasen los 50 mm. Por tanto, el escenario propuesto es un umbral mínimo de 50 mm/día o el acumulado de 3 días seguidos que superen los 50 mm. Para la determinación de la importancia relativa del factor desencadenante en el área de influencia frente a los movimientos en masa asociado a flujo de detritos, se utilizó el proceso de análisis jerárquico obteniendo los siguientes resultados:

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 11. Matriz de comparación de pares: Parámetro Precipitación

PRECIPITACIÓN	55 mm	45 mm	30 mm	20 mm	< 20 mm
55 mm	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
45 mm	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
30 mm	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
20 mm	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
< 20 mm	0.17	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.12	3.95	7.75	12.50	18.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.13	0.08	0.06

Matriz 12. Matriz de normalización de Parámetro Precipitación

PRECIPITACIÓN	55 mm	45 mm	30 mm	20 mm	< 20 mm	Vector Priorización
55 mm	0.472	0.506	0.516	0.400	0.333	0.446
45 mm	0.236	0.253	0.258	0.320	0.278	0.269
30 mm	0.118	0.127	0.129	0.160	0.222	0.151
20 mm	0.094	0.063	0.065	0.080	0.111	0.083
< 20 mm	0.079	0.051	0.032	0.040	0.056	0.051

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

El resultado del producto del valor total de los factores condicionantes y del factor desencadenante se denominada susceptibilidad del área de estudio, terreno analizado o espacio territorial. Dicho resultado debe ser complementado con un nuevo parámetro, esta vez denominado de Evaluación. Se definen los pesos, tanto para valor total de la susceptibilidad como para el parámetro de evaluación. En el presente estudio, se consideró un peso de 0.40 para la susceptibilidad y 0.60 para el parámetro de evaluación.

Matriz 13. Susceptibilidad frente a flujo de detritos

FACTOR CONDICIONANTE (FC)										FACTOR DESENCADENANTE (FD)				SUSCEPTIBILIDAD (S)	
Estabilidad geodinámica		Pendiente		Geología		Geomorfología		VALOR	PESO	PRECIPITACIÓN		VALOR	PESO	VALOR	PESO
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Peso	Valor				
0.074	0.452	**0.512**	0.482	**0.138**	0.510	**0.275**	0.503	0.456	**0.45**	**1.000**	0.446	0.446	**0.55**	0.450	0.45
0.074	0.289	**0.512**	0.305	**0.138**	0.253	**0.275**	0.260	0.263	**0.45**	**1.000**	0.269	0.269	**0.55**	0.266	0.45
0.074	0.142	**0.512**	0.111	**0.138**	0.130	**0.275**	0.134	0.112	**0.45**	**1.000**	0.151	0.151	**0.55**	0.133	0.45
0.074	0.078	**0.512**	0.064	**0.138**	0.072	**0.275**	0.068	0.062	**0.45**	**1.000**	0.083	0.083	**0.55**	0.073	0.45
0.074	0.039	**0.512**	0.038	**0.138**	0.036	**0.275**	0.035	0.034	**0.45**	**1.000**	0.051	0.051	**0.55**	0.044	0.45

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3.5 Ponderación del parámetro de evaluación.

Se consideró como parámetro de evaluación al alcance espacial del flujo de detritos, entendiéndola como el alcance de afectación en los elementos expuestos. Para la presente evaluación se definieron los descriptores considerando la distancia de los elementos expuestos frente el alcance físico del flujo de detritos

Tabla Nº 15 Intensidad del impacto por derrumbes

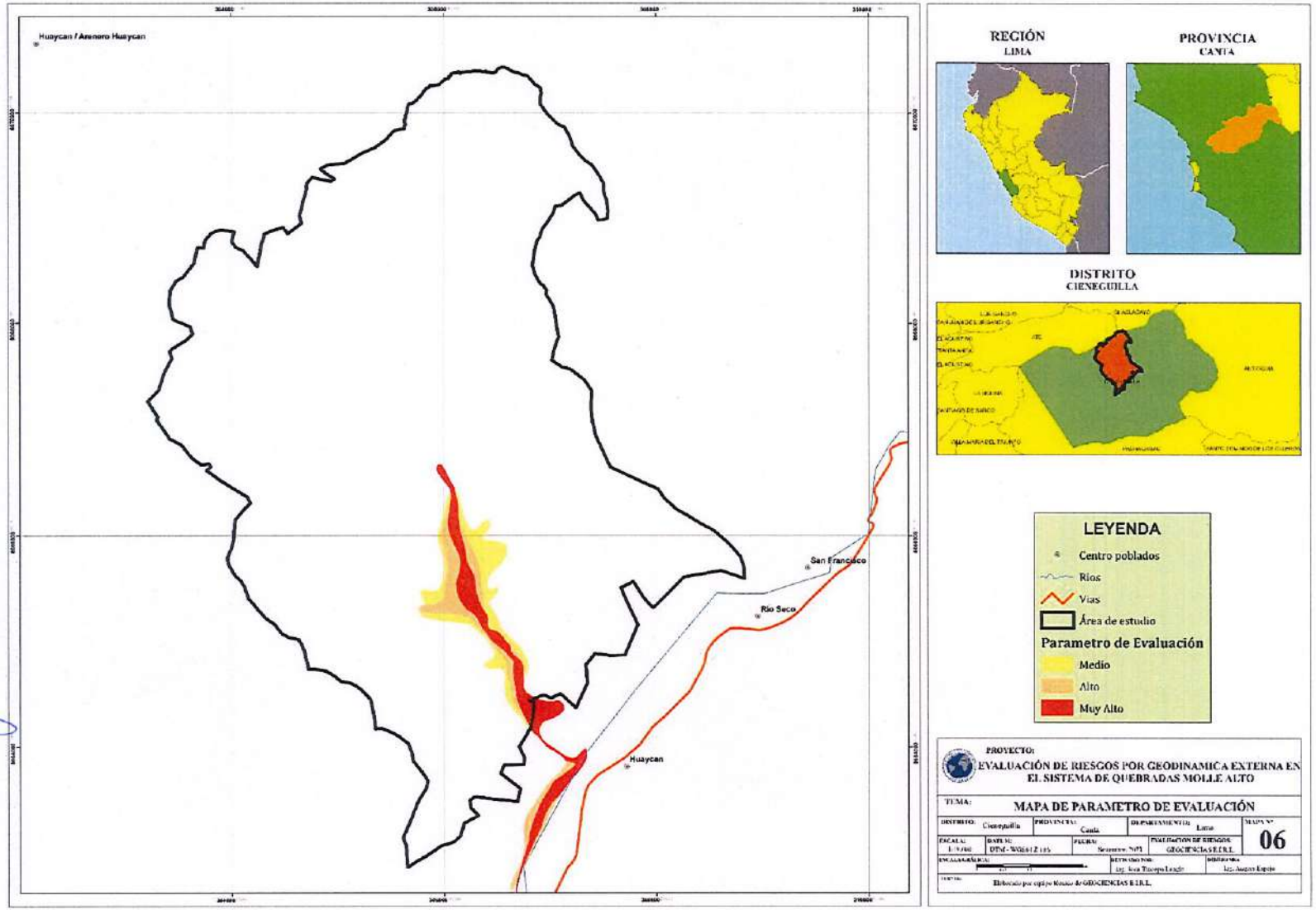
Descriptor	Descripción
Área de alcance de impactos total	Catástrofe muy violenta. Los edificios y viviendas expuestas son destruidos por impacto o alcance del material movilizado. Muchos muertos. Escapar es poco probable frente a la velocidad del deslizamiento (>5 m/s)
Área de alcance de impactos entre 80 y 60 % del total	La evacuación es posible. Las viviendas, edificios o infraestructuras son destruidos. Algunas infraestructuras en el área de impacto requieren ser mantenidas frecuentemente.
Área de alcance de impactos entre 60 y 40 % del total	**Pueden realizarse intervenciones durante el impacto, las estructuras menos vulnerables y/o temporales pueden mantenerse con trabajos de mantenimiento frecuente. Los daños pueden ser remediados.**
Área de alcance de impactos entre 40 y 20 % del total	Estructuras permanentes no sufren daños significativos y si lo sufren requieren reparaciones menores.
Área de alcance de impactos menor al 20 % del total	Sin daños en construcciones realizadas con precauciones

Elaboración: Geociencias EIRL
Adaptado de Cruden y Varnes (1996)

Es importante considerar, que estas clasificaciones son aproximaciones y que se han de evaluar según la realidad de cada zona o área de estudio. En algunos lugares, un gran deslizamiento podría no producir victimas mientras que, en otros volúmenes de poco material, pero de gran velocidad pueden traerse abajo construcciones sin cimientos o materiales sencillos.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 7. Mapa Parámetro de Evaluación



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED/J

Para la obtención de los pesos ponderados de este parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico, los resultados obtenidos son los siguientes:

Matriz 14. Comparación de pares descriptores alcance del impacto

Alcance del impacto	> de 80 m	60m - 80m	40m - 60m	20m - 40 m	< a 20 m
> de 80 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
60m - 80m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
40m - 60m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
20m - 40 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
< a 20 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Matriz 15. Normalización descriptores alcance del impacto

Alcance de Inundación	> de 80 m	60m - 80m	40m - 60m	20m - 40 m	< de 20 m	Vector Priorización
> de 80 m	0.560	0.642	0.515	0.457	0.360	0.507
60m - 80m	0.187	0.214	0.309	0.326	0.280	0.263
40m - 60m	0.112	0.071	0.103	0.130	0.200	0.123
20m - 40 m	0.080	0.043	0.052	0.065	0.120	0.072
< de 20 m	0.062	0.031	0.021	0.022	0.040	0.035
	0.560	0.642	0.515	0.457	0.360	0.507

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 16. Aplicando el Parámetro de evaluación a Susceptibilidad

SUSCEPTIBILIDAD (S)	
VALOR	PESO
0.450	0.45
0.266	0.45
0.133	0.45
0.073	0.45
0.044	0.45

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)				VALOR DE PELIGRO
Alcance del impacto		VALOR	PESO	(VALOR S*PESO S+(VALOR PE*PESO PE)
Peso	Valor			
1.000	0.507	0.507	0.55	0.481
1.000	0.263	0.263	0.55	0.265
1.000	0.123	0.123	0.55	0.128
1.000	0.072	0.072	0.55	0.072
1.000	0.035	0.035	0.55	0.039

Donde:

S = Susceptibilidad PE= Parámetro de Evaluación

3.6 Niveles de Peligro

Teniendo los resultados de los valores totales, tanto para la susceptibilidad como del parámetro de evaluación, se obtienen los valores de peligro como la sumatoria de cada uno de sus descriptores y pesos ponderados. En el siguiente cuadro se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos luego de aplicar los parámetros de evaluación a los resultados de la susceptibilidad:

Matriz 17. Niveles del Peligro

RANGO			NIVELES DE PELIGRO
0.265	≤ P ≤	0.481	MUY ALTO
0.128	≤ P <	0.265	ALTO
0.072	≤ P <	0.128	MEDIO
0.039	≤ P <	0.072	BAJO

Los valores de peligro encontrados en áreas medias y pie de monte de la zona de estudio se encuentran entre el rango de 0.265 ≤ P < 0.481. Por tanto, presenta un valor de Peligro **MUY ALTO**. El área de la parte baja y fondo de las quebradas presentan características cuyos resultados del proceso de análisis jerárquico se encuentran en el rango 0.148 ≤ P < 0.265, por lo cual presentan un nivel de Peligro **ALTO**.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3.9 Estratificación de los niveles de Peligro

En el siguiente cuadro se describe la estratificación de los niveles de peligro y sus respectivos rangos de valores obtenidos al aplicar el parámetro de evaluación a los valores totales obtenidos de la susceptibilidad.

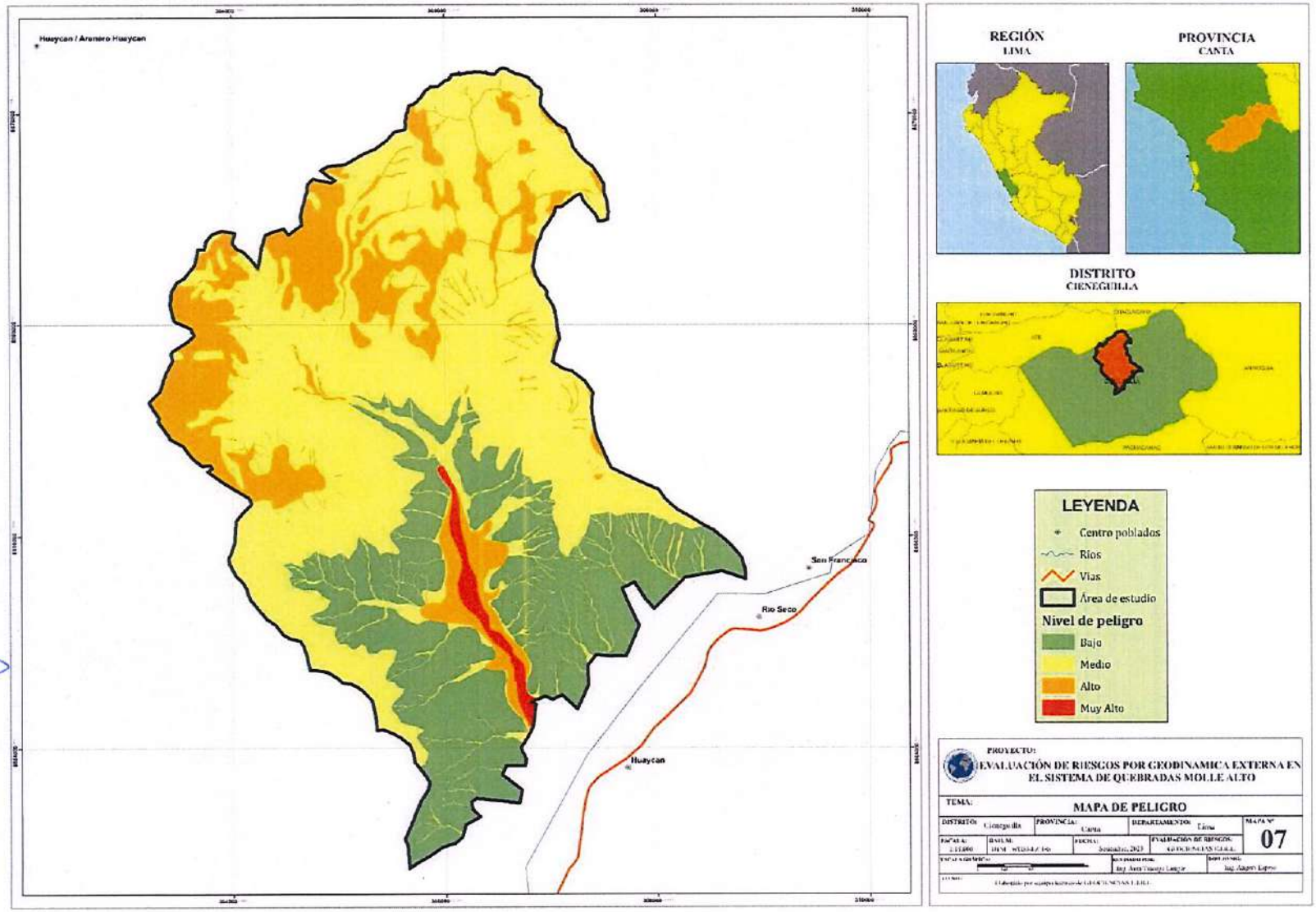
Tabla Nº 16 Estratificación del peligro en la Quebrada Molle Alto

Nivel de Peligro	Descripción	Rango
Muy Alto	Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm con pendiente menor a los 15°; montañas en roca volcano-sedimentaria y depósitos del Reciente con muy bajo nivel de estabilidad, catástrofe muy violenta. Los edificios y viviendas sin cimientos expuestos son destruidos por impacto o alcance del material movilizado. Posibles muertos.	$0.265 \leq P \leq 0.481$
Alto	Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm o acumulada en 3 días seguidos, con pendiente menor a los 15°; Montañas en roca volcano-sedimentaria y depósitos del Reciente con bajo nivel de estabilidad. La evacuación es posible. Algunas infraestructuras en el área de impacto requieren ser mantenidas frecuentemente.	$0.128 \leq P < 0.265$
Medio	Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm con pendiente con pendiente entre 15° y 25°. Montañas en roca volcano-sedimentaria y terrazas con depósitos del reciente. Se estima un buen o regular nivel de estabilidad. Pueden realizarse intervenciones durante el impacto, las estructuras menos vulnerables y/o temporales pueden mantenerse con trabajos de mantenimiento. Los daños pueden ser remediados	$0.072 \leq P < 0.128$
Bajo	Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm con pendiente mayores a los 15 grados; rocas volcánicas con buen nivel de estabilidad. Estructuras y componentes no sufren ningún daños en construcciones realizadas con precauciones	$0.039 \leq P < 0.072$

Elaboración: Equipo técnico

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED

Mapa 8. Mapa de Peligro



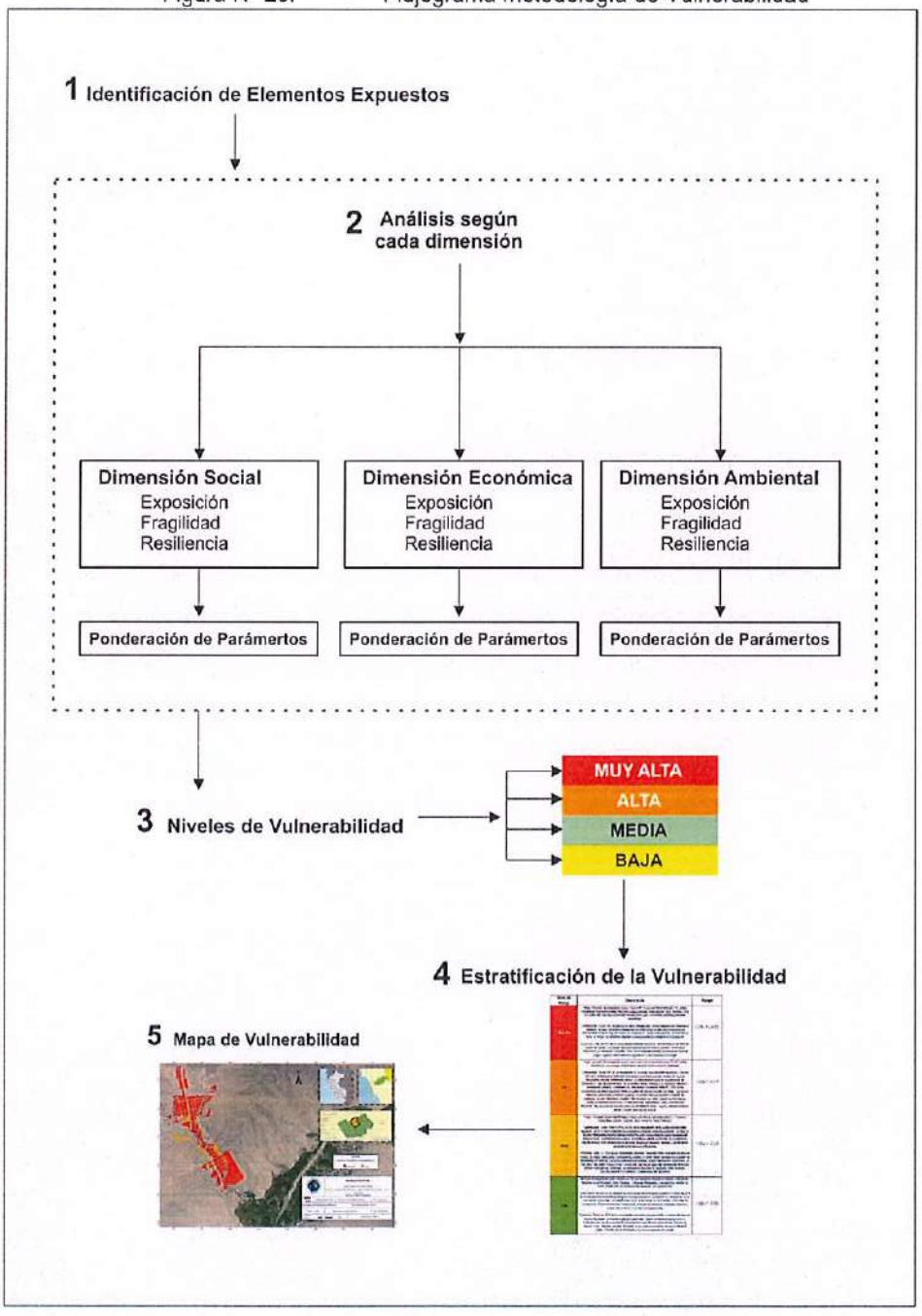
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019-CENEPRED-J

o

Capítulo 4. Análisis de la Vulnerabilidad

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de estudio se ha utilizado la siguiente metodología:

Figura Nº 25. Flujograma metodología de Vulnerabilidad



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

En concordancia con la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050, mediante el análisis de la vulnerabilidad en la zona de estudio se pretende mejorar la comprensión del riesgo para la toma de decisiones a nivel de los grupos de interés y de las autoridades en los tres niveles del Estado considerando perfeccionar la ocupación y el uso del suelo en Molle Alto, con especial énfasis en contribuir al desarrollo sustentable del distrito de Cieneguilla.

4,1 Identificación de elementos expuestos

Según el marco normativo del Perú, elementos de riesgo o expuesto hace referencia al contexto social, material y ambiental presentado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico. Así, en la zona de estudio los elementos expuestos en el área evaluada, han sido identificados mediante visita de campo, y reconocimiento visual con apoyo de las directivas y miembros de las asociaciones de la zona. Mediante la información proporcionada por los propietarios se recogió datos relacionados al número de personas que se encuentra habitualmente instalados en la zona.

Con afán de mejorar el análisis se solicitó los planos de los proyectos que se han considerado implementar, los cuales fueron proporcionados por los interesados. En dichos planos se observa proyectos de traza urbana, con calles y avenidas y áreas destinadas al esparcimiento y a la salud. Aun cuando la infraestructura no existe, al menos en condiciones formales, se procedió a considerarlas para el presente estudio e informe puesto que, en los resultados de las estimaciones de riesgo se acercan más a la realidad en la medida que contempla estos elementos expuestos.

También se recogió información de las características de las instalaciones actuales, materiales de construcción predominante, acceso a servicios básicos y métodos constructivos. Se identificó que existen algunos medios de vida instalados (pequeñas bodegas de abastos) y espacios sociales, así como una vía vecinal principal y algunas áreas verdes, entre otros.

4.2 Análisis de los elementos expuestos

Se ha considerado realizar el análisis de los factores de vulnerabilidad según las dimensiones sociales y económicas de los miembros de las asociaciones de propietarios de terrenos en el área de estudio, según las condiciones actuales de sus lotes y las condiciones futuras que plantean en sus proyectos, incluyendo el actual acceso a servicios públicos o privados según su manifestación para cada asociación de vivienda. También se considerado la dimensión ambiental principalmente en las partes altas y medias del sistema de quebradas donde se verifica ecosistemas propios de ambiente árido y semi árido.

Las familias establecidas y las que aún no han levantado inmuebles, se diferencian de otros asentamientos en su calidad de posesionarios formales, puesto que según sus manifestaciones han adquirido áreas bajo modalidades de compra-venta a propietarios privados. Esto no implica que en su condición de posesionarios del sector privado estén desprotegidos frente a los impactos de la naturaleza, como es el caso de los peligros asociados a fenómenos naturales. Con mayor razón si se trata de riesgos frente a eventos que guardan una amplia incertidumbre. Sin embargo, de cara a la potencial afectación cada vez más recurrente, se hace necesario conocer los factores que inciden en su vulnerabilidad, principalmente los relacionados a la exposición física, la fragilidad de las estructuras patrimoniales y públicas a fin de reducir dichos factores e incrementar los factores favorables que generan resiliencia. Por ello, se incluyeron estos parámetros con sus respectivos descriptores y pesos ponderados que fueron procesados utilizando el método de análisis jerárquico, el cual de alguna manera cuantifica las subjetividades que se presentan de cada unidad espacial (160 m2) para establecer niveles de vulnerabilidad que representen a cada una de las asociaciones.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenómenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Análisis de las dimensiones de vulnerabilidad

Matriz 18. Comparación de pares dimensiones de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD	SOCIAL	ECONOMICA	AMBIENTAL
SOCIAL	1.00	3.00	5.00
ECONOMICA	0.33	1.00	3.00
AMBIENTAL	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Matriz 19. Normalización dimensiones de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD	SOCIAL	ECONOMICA	AMBIENTAL	Vector Priorización
SOCIAL	0.652	0.692	0.556	0.633
ECONOMICA	0.217	0.231	0.333	0.260
AMBIENTAL	0.130	0.077	0.111	0.106

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 20. Comparación de pares parámetros

PARÁMETRO	EXPOSICION	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
EXPOSICION	1.00	3.00	5.00
FRAGILIDAD	0.33	1.00	3.00
RESILIENCIA	0.20	0.33	1.00

Matriz 21. Normalización de Parámetros

PARÁMETRO	EXPOSICION	FRAGILIDAD	RESILIENCIA	Vector Priorización
EXPOSICION	0.652	0.692	0.556	0.633
FRAGILIDAD	0.217	0.231	0.333	0.260
RESILIENCIA	0.130	0.077	0.111	0.106

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 22. Comparación de pares parámetro exposición social: Grupo etario

GRUPO ETÁREO	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y entre 55 a 64 años	De 13 - a 18 años y entre 40 a 54 años	De 19 a 25 años/26 a 39 años	Sin ningún grupo etario
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
De 6 a 12 años y entre 55 a 64 años	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 13 - a 18 años y entre 40 a 54 años	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
De 19 a 25 años/26 a 39 años	0.20	0.25	0.33	1.00	2.00
Sin ningún grupo etario	0.13	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.16	3.78	6.58	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.09	0.06

Matriz 23. Normalización dimensión social parámetro exposición social: Grupo etario

GRUPO ETÁREO	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y entre 55 a 64 años	De 13 - a 18 años y entre 40 a 54 años	De 19 a 25 años/26 a 39 años	Sin ningún grupo etario	Vector Priorización
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.463	0.529	0.456	0.435	0.389	0.454
De 6 a 12 años y entre 55 a 64 años	0.232	0.264	0.304	0.261	0.278	0.268
De 13 - a 18 años y entre 40 a 54 años	0.154	0.088	0.152	0.174	0.167	0.147
De 19 a 25 años/26 a 39 años	0.093	0.066	0.051	0.087	0.111	0.081
Sin ningun grupo etario	0.058	0.053	0.038	0.043	0.056	0.050

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 24. Comparación de pares parámetros de fragilidad social

PARAMETRO	ABASTECIMIENTO DE AGUA	SERVICIOS HIGIÉNICOS	TIPO DE ALUMBRADO
ABASTECIMIENTO DE AGUA	1.00	3.00	5.00
SERVICIOS HIGIÉNICOS	0.33	1.00	3.00
TIPO DE ALUMBRADO	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Matriz 25. Normalización dimensión social parámetros de fragilidad social

PARAMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDA	TIPO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	NIVELES (PISOS) DE LA VIVIENDA	Vector Priorización
ABASTECIMIENTO DE AGUA	0.652	0.692	0.556	0.633
SERVICIOS HIGIÉNICOS	0.217	0.231	0.333	0.260
TIPO DE ALUMBRADO	0.130	0.077	0.111	0.106

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 26. *Comparación de pares parámetro de fragilidad social: Abastecimiento de Agua*

ABASTECIMIENTO DE AGUA	Rio, Acequia, Manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pileta de uso público	Red Pública por horas	Red Pública permanente
Rio, Acequia, Manantial o similar	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Camión cisterna u otro similar	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Pileta de uso público	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Red Pública por horas	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Red Pública permanente	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Matriz 27. *Normalización dimensión social de fragilidad social: Abastecimiento de Agua*

ABASTECIMIENTO DE AGUA	Rio, Acequia, Manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pileta de uso público	Red Pública por horas	Red Pública permanente	Vector Priorización
Rio, Acequia, Manantial o similar	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Camión cisterna u otro similar	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Pileta de uso público	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Red Pública por horas	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Red Pública permanente	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 28. *Comparación de pares parámetro de fragilidad social: Servicios Higiénicos*

SERVICIOS HIGIÉNICOS	No tiene	Rio, acequia o canal	Letrina	Pozo ciego	Red pública de desagüe
No tiene	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Rio, acequia o canal	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Letrina	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
Pozo ciego	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Red pública de desagüe	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.75	6.75	10.50	15.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.15	0.10	0.07

Matriz 29. *Normalización dimensión social de fragilidad social: Servicios Higiénicos*

SERVICIOS HIGIÉNICOS	No tiene	Rio, acequia o canal	Letrina	Pozo ciego	Red pública de desagüe	Vector Priorización
No tiene	0.460	0.533	0.444	0.381	0.333	0.430
Rio, acequia o canal	0.230	0.267	0.296	0.286	0.267	0.269
Letrina	0.153	0.089	0.148	0.190	0.200	0.156
Pozo ciego	0.092	0.067	0.074	0.095	0.133	0.092
Red pública de desagüe	0.066	0.044	0.037	0.048	0.067	0.052

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 30. *Comparación de pares parámetro de fragilidad social: Alumbrado Público*

TIPO DE ALUMBRADO	No tiene	Vela u Otro	Generador, gas o lámpara	Kerosene, mechero, lamparín	Energía Eléctrica
No tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vela u Otro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Generador, gas o lámpara	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Kerosene, mechero, lamparín	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
Energía Eléctrica	0.13	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.91	4.78	9.83	16.50	25.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.10	0.06	0.04

Matriz 31. *Normalización dimensión social de fragilidad social: Alumbrado Público*

TIPO DE ALUMBRADO	Vela u Otro	Generador, gas o lámpara	Kerosene, mechero, lamparín	Energía Eléctrica por horas	Energía Eléctrica permanente	Vector Priorización
Vela u Otro	0.524	0.627	0.508	0.424	0.360	0.489
Generador, gas o lámpara	0.175	0.209	0.305	0.303	0.280	0.254
Kerosene, mechero, lamparín	0.131	0.070	0.102	0.182	0.200	0.137
Energía Eléctrica por horas	0.105	0.052	0.051	0.061	0.120	0.078
Energía Eléctrica permanente	0.066	0.042	0.034	0.030	0.040	0.042

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 32. *Comparación de pares parámetros de resiliencia social*

PARÁMETRO	Experiencia y conocimiento para hacer frente al riesgo	Capacitación en temas de riesgo de desastres	Organización Social	Conocimientos y técnicas ancestrales para reducir los riesgos
Experiencia y conocimiento para hacer frente al riesgo	1.00	3.00	5.00	7.00
Capacitación en temas de riesgo de desastres	0.33	1.00	3.00	5.00
Organización Social	0.20	0.33	1.00	3.00
Conocimientos y técnicas ancestrales para reducir los riesgos	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Matriz 33. *Normalización dimensión social: parámetros de resiliencia*

PARÁMETRO	Experiencia y conocimiento para hacer frente al riesgo	Capacitación en temas de riesgo de desastres	Organización social	Capacidad económica para hacer frente al riesgo	Vector Priorización
Experiencia y conocimiento para hacer frente al riesgo	0.597	0.662	0.536	0.438	0.558
Capacitación en temas de riesgo de desastres	0.199	0.221	0.321	0.313	0.263
Organización social	0.119	0.074	0.107	0.188	0.122
Capacidad económica para hacer frente al riesgo	0.085	0.044	0.036	0.063	0.057

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 34. *Comparación de pares parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo*

Experiencia y conocimiento para hacer frente al riesgo	Muy bueno	Bueno	Regular	Básico	Deficiente
Muy bueno	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Bueno	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Básico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Deficiente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Matriz 35. *Normalización parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo*

Experiencia y conocimiento para hacer frente al riesgo	Muy bueno	Bueno	Regular	Básico	Deficiente	Vector Priorización
Muy bueno	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Bueno	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Básico	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Deficiente	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 36. *Comparación de pares parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo*

Capacitación en temas de riesgo de desastres	1 vez al año	1 vez cada 2 años	1 vez cada 3 años	1 vez cada 5 años	Nunca
1 vez al año	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
1 vez cada 2 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
1 vez cada 3 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
1 vez cada 5 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Nunca	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Matriz 37. *Normalización parámetro de resiliencia social: Conocimiento frente al riesgo*

Capacitación en temas de riesgo de desastres	1 vez al año	1 vez cada 2 años	1 vez cada 3 años	1 vez cada 5 años	Nunca	Vector Priorización
1 vez al año	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
1 vez cada 2 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
1 vez cada 3 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
1 vez cada 5 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Nunca	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 38. Comparación de pares parámetro de resiliencia social: Organización Social

ORGANIZACIÓN SOCIAL	Participa activamente con entidades relacionadas con la gestión de desastres	Es brigadista comunitario	Articula con las brigadas de emergencia local	Dispone de un sistema de alerta temprana	No es brigadista, no articula, no tiene un sistema de alerta
Participa activamente con entidades relacionadas con la gestión de desastres	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Es brigadista comunitario	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Articula con las brigadas de emergencia local	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Dispone de un sistema de alerta temprana	0.25	0.33	0.50	1.00	3.00
No es brigadista, no articula, no tiene un sistema de alerta	0.20	0.25	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.33	16.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.06

Matriz 39. Normalización parámetro de resiliencia social: Organización Social

ORGANIZACIÓN COMUNITARIA	Participa activamente con entidades relacionadas con la gestión de desastres	Es brigadista comunitario	Articula con las brigadas de emergencia local	Dispone de un sistema de alerta temprana	No es brigadista, no articula, no tiene un sistema de alerta	Vector Priorización
Participa activamente con entidades relacionadas con la gestión de desastres	0.438	0.490	0.439	0.387	0.313	0.413
Es brigadista comunitario	0.219	0.245	0.293	0.290	0.250	0.259
Articula con las brigadas de emergencia local	0.146	0.122	0.146	0.194	0.188	0.159
Dispone de un sistema de alerta temprana	0.109	0.082	0.073	0.097	0.188	0.110
No es brigadista, no articula, no tiene un sistema de alerta	0.088	0.061	0.049	0.032	0.063	0.058

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 40. *Comparación de pares parámetro de dimensión económica: Propiedad Expuesta*

Propiedad Expuesta	En zona de peligro Muy Alto	En zona de peligro Alto	En zona de peligro Medio	En zona de peligro Bajo	En zona no peligrosa
En zona de peligro Muy Alto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
En zona de peligro Alto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
En zona de peligro Medio	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
En zona de peligro Bajo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
En zona no peligrosa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Matriz 41. *Normalización parámetro de dimensión económica: Propiedad Expuesta*

VIVIENDA EXPUESTA	En zona de peligro Muy Alto	En zona de peligro Alto	En zona de peligro Medio	En zona de peligro Bajo	En zona no peligrosa	Vector Priorización
En zona de peligro Muy Alto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
En zona de peligro Alto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
En zona de peligro Medio	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
En zona de peligro Bajo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
En zona no peligrosa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 42. Comparación de pares parámetro de dimensión económica: Exposición de la Propuesta urbanística

Propuesta Urbanística	En zona de peligro Muy Alto	En zona de peligro Alto	En zona de peligro Medio	En zona de peligro Bajo	En zona no peligrosa
En zona de peligro Muy Alto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
En zona de peligro Alto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
En zona de peligro Medio	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
En zona de peligro Bajo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
En zona no peligrosa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Matriz 43. Normalización parámetro de dimensión económica: Exposición de la Propuesta Urbanística

Propuesta Urbanística	En zona de peligro Muy Alto	En zona de peligro Alto	En zona de peligro Medio	En zona de peligro Bajo	En zona no peligrosa	Vector Priorización
En zona de peligro Muy Alto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
En zona de peligro Alto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
En zona de peligro Medio	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
En zona de peligro Bajo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
En zona no peligrosa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 44. Comparación de pares parámetro de dimensión económica: Fragilidad de Vivienda

Parámetro	Tipo de material de construcción de la vivienda	Cimentación	Estado de Conservación
Tipo de material de construcción de la vivienda	1.00	3.00	5.00
Cimentación	0.33	1.00	3.00
Estado de Conservación	0.20	0.33	1.00
Suma	1.53	4.33	9.00
1/suma	0.65	0.23	0.11

Matriz 45. Normalización parámetro de dimensión económica: Fragilidad de Vivienda

PARAMETRO	Tipo de material de construcción de la vivienda	Cimentación	Estado de Conservación	Vector Priorización
Tipo de material de construcción de la vivienda	0.652	0.692	0.556	0.633
Cimentación	0.217	0.231	0.333	0.260
Estado de Conservación	0.130	0.077	0.111	0.106

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 46. Comparación de pares dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Material de Construcción

Tipo de material de construcción de la vivienda	Rustico o improvisado (Plástico y cartón)	Madera y esteras	Tapial o adobe	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto
Rustico o improvisado (Plástico y cartón)	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Madera y esteras	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Tapial o adobe	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Concreto	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	3.78	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.09	0.06

Matriz 47. Normalización dimensión económica de Fragilidad de Vivienda: Material de Construcción

TIPO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	Rustico o improvisado (plástico y cartón)	Madera y esteras	Tapial o adobe	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto	Vector Priorización
Rustico o improvisado (plástico y cartón)	0.466	0.529	0.439	0.435	0.389	0.452
Madera y esteras	0.233	0.264	0.293	0.261	0.278	0.266
Tapial o adobe	0.155	0.088	0.146	0.174	0.167	0.146
Ladrillo o bloque de cemento	0.093	0.066	0.073	0.087	0.111	0.086
Concreto Armado	0.052	0.053	0.049	0.043	0.056	0.050

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED.J

Matriz 48. *Comparación de pares dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Cimentación*

Cimientación	Sin Cimiento	Loza	Zapatas	Zapatas con amarre	Zapatas, amarre y plataforma
Sin Cimientos	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Loza	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Zapatas	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Zapatas con amarre	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Zapatas, amarre y plataforma	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Matriz 49. *Normalización dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Cimentación*

Cimentación	Sin Cimiento	Loza	Zapatas	Zapatas con amarre	Zapatas, amarre y plataforma	Vector Priorización
Sin Cimiento	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
Loza	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
Zapatas	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
Zapatas con amarre	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Zapatas, amarre y plataforma	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 50. *Comparación de pares dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Estado de Conservación*

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Muy Buena
Muy Mala	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Mala	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Buena	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy Buena	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.20	4.08	6.83	11.50	16.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.09	0.06

Matriz 51. *Normalización dimensión económica de Fragilidad Vivienda: Estado de Conservación*

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Muy Buena	Vector Priorización
Muy Mala	0.455	0.490	0.439	0.435	0.375	0.439
Mala	0.227	0.245	0.293	0.261	0.250	0.255
Regular	0.152	0.122	0.146	0.174	0.188	0.156
Buena	0.091	0.082	0.073	0.087	0.125	0.092
Muy Buena	0.076	0.061	0.049	0.043	0.063	0.058

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 52. Comparación de pares parámetro de dimensión económica: Fragilidad de la Propuesta urbanística

Parámetro	Drenaje urbano	Pendiente	Materiales
Drenaje urbano	1.00	3.00	5.00
Pendiente	0.33	1.00	3.00
Materiales de calles y vías	0.20	0.33	1.00
Suma	1.53	4.33	9.00
1/suma	0.65	0.23	0.11

Matriz 53. Normalización dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística

Parámetro	Drenaje urbano	Pendiente	Materiales de calles y vías	Vector Priorización
Drenaje urbano	0.652	0.692	0.556	0.633
Pendiente	0.217	0.231	0.333	0.260
Materiales de calles y vías	0.130	0.077	0.111	0.106

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Natur...
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 54. *Comparación de pares dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Drenaje Urbano*

DRENAJE URBANO	Sin drenaje	Canales rústicos	Drenaje urbano mixto	Drenaje urbano pluvial	Drenaje urbano sostenible
Sin drenaje	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Canales rústicos	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Drenaje urbano mixto	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
Drenaje urbano pluvial	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Drenaje urbano sostenible	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	3.78	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.09	0.06

Matriz 55. *Normalización dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Drenaje Urbano*

DRENAJE URBANO	Sin drenaje	Canales rústicos	Drenaje urbano mixto	Drenaje urbano pluvial	Drenaje urbano sostenible	Vector Priorización
Sin drenaje	0.466	0.529	0.439	0.435	0.389	0.452
Canales rústicos	0.233	0.264	0.293	0.261	0.278	0.266
Drenaje urbano mixto	0.155	0.088	0.146	0.174	0.167	0.146
Drenaje urbano pluvial	0.093	0.066	0.073	0.087	0.111	0.086
Drenaje urbano sostenible	0.052	0.053	0.049	0.043	0.056	0.050

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 56. *Comparación de pares dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Pendiente*

PENDIENTE	> 19 %	19 - 12 %	12 - 6 %	4 - 6 %	< 4 %
> 19 %	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
19 - 12 %	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
12 - 6 %	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
4 - 6 %	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
< 4 %	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	3.78	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.09	0.06

Matriz 57. *Normalización dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Pendiente*

PENDIENTE	> 19 %	19 - 12 %	12 - 6 %	4 - 6 %	< 4 %	Vector Priorización
> 19 %	0.466	0.529	0.439	0.435	0.389	0.452
19 - 12 %	0.233	0.264	0.293	0.261	0.278	0.266
12 - 6 %	0.155	0.088	0.146	0.174	0.167	0.146
4 - 6 %	0.093	0.066	0.073	0.087	0.111	0.086
< 4 %	0.052	0.053	0.049	0.043	0.056	0.050

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 58. *Comparación de pares dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Materiales de calles y vías*

MATERIALES	Sin afirmado	Afirmado	Enrocados	Hormigón y cemento	Asfalto
Sin afirmado	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Afirmado	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Enrocados	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
Hormigón y cemento	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Asfalto	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	3.78	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.09	0.06

Matriz 59. *Normalización dimensión económica en Fragilidad de la Propuesta urbanística: Materiales de calles y vías*

MATERIALES	Sin afirmado	Afirmado	Enrocados	Hormigón y cemento	Asfalto	Vector Priorización
Sin afirmado	0.466	0.529	0.439	0.435	0.389	0.452
Afirmado	0.233	0.264	0.293	0.261	0.278	0.266
Enrocados	0.155	0.088	0.146	0.174	0.167	0.146
Hormigón y cemento	0.093	0.066	0.073	0.087	0.111	0.086
Asfalto	0.052	0.053	0.049	0.043	0.056	0.050

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 60. Comparación de pares dimensión económica en Resiliencia de la Vivienda: Cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones

CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	Reglamento estrictamente cumplido	Reglamento moderadamente (70%) cumplido	Reglamento medianamente (50%) cumplido	Reglamento apenas (30%) cumplido	Reglamento no considerado
Reglamento estrictamente cumplido	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Reglamento moderadamente (70%) cumplido	0.50	1.00	3.00	4.00	5.00
Reglamento medianamente (50%) cumplido	0.33	0.33	1.00	2.00	4.00
Reglamento apenas (30%) cumplido	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Reglamento no considerado	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.78	7.75	12.50	19.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.13	0.08	0.05

Matriz 61. Normalización parámetro de Resiliencia Económica de la Vivienda: Cumplimiento Reglamento Nacional de Edificaciones

Cumplimiento del reglamento nacional de edificaciones	Reglamento estrictamente cumplido	Reglamento moderadamente (70%) cumplido	Reglamento medianamente (50%) cumplido	Reglamento apenas (30%) cumplido	Reglamento no considerado	Reglamento estrictamente cumplido
Reglamento estrictamente cumplido	0.460	0.529	0.387	0.400	0.368	0.429
Reglamento moderadamente (70%) cumplido	0.230	0.264	0.387	0.320	0.263	0.293
Reglamento medianamente (50%) cumplido	0.153	0.088	0.129	0.160	0.211	0.148
Reglamento apenas (30%) cumplido	0.092	0.066	0.065	0.080	0.105	0.082
Reglamento no considerado	0.066	0.053	0.032	0.040	0.053	0.049

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 62. *Comparación de pares dimensión económica en Resiliencia de las Calles y Avenidas*

MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE AVENIDAS Y CALLES	Abandono total	Sin mantenimiento por largos periodos	Ocasionalmente	Cada dos años	Una vez al año
Abandono total	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Sin mantenimiento por largos periodos	0.50	1.00	3.00	4.00	5.00
Ocasionalmente	0.33	0.33	1.00	2.00	4.00
Cada dos años	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Una vez al año	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.78	7.75	12.50	19.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.13	0.08	0.05

Matriz 63. *Normalización parámetro de Resiliencia Económica de las Calles y Vías: Mantenimiento Periódico*

Mantenimiento periódico de avenidas y calles	Abandono total	Sin mantenimiento por largos periodos	Ocasionalmente	Cada dos años	Una vez al año	Vector Priorización
Abandono total	0.460	0.529	0.387	0.400	0.368	0.429
Sin mantenimiento por largos periodos	0.230	0.264	0.387	0.320	0.263	0.293
Ocasionalmente	0.153	0.088	0.129	0.160	0.211	0.148
Cada dos años	0.092	0.066	0.065	0.080	0.105	0.082
Una vez al año	0.066	0.053	0.032	0.040	0.053	0.049

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 64. *Comparación de pares parámetro de dimensión ambiental: Exposición de ecosistemas*

EXPOSICION DE ECOSISTEMAS	En zona de peligro Muy Alto	En zona de peligro Alto	En zona de peligro Medio	En zona de peligro Bajo	En zona no peligrosa
En zona de peligro Muy Alto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
En zona de peligro Alto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
En zona de peligro Medio	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
En zona de peligro Bajo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
En zona no peligrosa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Matriz 65. *Normalización dimensión ambiental parámetro exposición: Ecosistemas*

EXPOSICIÓN DE Ecosistemas	En zona de peligro Muy Alto	En zona de peligro Alto	En zona de peligro Medio	En zona de peligro Bajo	En zona no peligrosa	Vector Priorización
En zona de peligro Muy Alto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
En zona de peligro Alto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
En zona de peligro Medio	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
En zona de peligro Bajo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
En zona no peligrosa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 66. *Comparación de pares parámetro de dimensión ambiental: Fragilidad de ecosistema*

RESISTENCIA DEL ECOSISTEMA DE FLORA CACTACEA A LA INUNDACIÓN	El 100% de tolerancia ecológica	El 80% de tolerancia ecológica	El 60% de tolerancia ecológica	El 40% de tolerancia ecológica	Menos del 40% de tolerancia ecológica
El 100% de tolerancia ecológica	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
El 80% de tolerancia ecológica	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
El 60% de tolerancia ecológica	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
El 40% de tolerancia ecológica	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Menos del 40% de tolerancia ecológica	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Matriz 67. *Normalización dimensión ambiental parámetro Fragilidad de Ecosistema*

RESISTENCIA DEL ECOSISTEMA DE FLORA CACTACEA A LA INUNDACIÓN	El 100% de tolerancia ecológica	El 80% de tolerancia ecológica	El 60% de tolerancia ecológica	El 40% de tolerancia ecológica	Menos del 40% de tolerancia ecológica	Vector Priorización
El 100% de tolerancia ecológica	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
El 80% de tolerancia ecológica	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
El 60% de tolerancia ecológica	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
El 40% de tolerancia ecológica	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Menos del 40% de tolerancia ecologica	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 68. Comparación de pares parámetro de dimensión ambiental: Resiliencia en Ecosistema

TIEMPO DE RESTAURACIÓN NATURAL DE LA CACTACEA	< 2.5 años de recuperación natural	2.5 - 5 años de recuperación natural	5 - 10 años de recuperación natural	10 - 20 años de recuperación natural	> 20 años de recuperación natural
< 2.5 años de recuperación natural	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
2.5 - 5 años de recuperación natural	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
5 - 10 años de recuperación natural	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
10 - 20 años de recuperación natural	0.17	0.25	0.50	1.00	5.00
> 20 años de recuperación natural	0.13	0.17	0.25	0.20	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.20	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.08	0.04

Matriz 69. Normalización dimensión ambiental parámetro Resiliencia en Ecosistema

TIEMPO DE RESTAURACIÓN NATURAL DE LA CACTACEA	< 2.5 años de recuperación natural	2.5 - 5 años de recuperación natural	5 - 10 años de recuperación natural	10 - 20 años de recuperación natural	> 20 años de recuperación natural	Vector Priorizacion
< 2.5 años de recuperación natural	0.490	0.511	0.516	0.455	0.333	0.461
2.5 - 5 años de recuperación natural	0.245	0.255	0.258	0.303	0.250	0.262
5 - 10 años de recuperación natural	0.122	0.128	0.129	0.152	0.167	0.139
10 - 20 años de recuperación natural	0.082	0.064	0.065	0.076	0.208	0.099
> 20 años de recuperación natural	0.061	0.043	0.032	0.015	0.042	0.039

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED.J

Matriz 70. *Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Social*

EXPOSICIÓN		VALOR DE LA EXPOSICION SOCIAL	PESO DE LA EXPOSICIÓN SOCIAL	FRAGILIDAD (SOCIAL)						VALOR DE LA FRAGILIDAD SOCIAL	PESO DE LA FRAFILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA (SOCIAL)							
GRUPO ETARIO (1)				ABASTECIMIENTO DE AGUA		SERVICIOS HIGIÉNICOS		TIPO DE ALUMBRADO				EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTO PARA HACER FRENTE AL RIESGO		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE RIESGO DE DESASTRES		ORGANIZACIÓN COMUNITARIA		CONOCIMIENTOS Y TECNICAS ANCESTRALES PARA REDUCIR LOS RIESGOS	
Ppar (1)	Pdesc			Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc
1.00	0.454	0.454	0.633	0.633	0.416	0.260	0.430	0.106	0.489	0.428	0.260	0.558	0.503	0.263	0.503	0.122	0.413	0.057	0.462
1.00	0.268	0.268	0.633	0.633	0.262	0.260	0.269	0.106	0.254	0.263	0.260	0.558	0.260	0.263	0.260	0.122	0.259	0.057	0.261
1.00	0.147	0.147	0.633	0.633	0.161	0.260	0.156	0.106	0.137	0.157	0.260	0.558	0.134	0.263	0.134	0.122	0.159	0.057	0.145
1.00	0.081	0.081	0.633	0.633	0.099	0.260	0.092	0.106	0.078	0.095	0.260	0.558	0.068	0.263	0.068	0.122	0.110	0.057	0.087
1.00	0.050	0.050	0.633	0.633	0.062	0.260	0.052	0.106	0.042	0.058	0.260	0.558	0.035	0.263	0.035	0.122	0.058	0.057	0.045

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Natur
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 71. *Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica: Exposición*

EXPOSICIÓN				VALOR DE LA EXPOSICION ECONOMICA	PESO DE LA EXPOSICIÓN ECONOMICA
VIVIENDA EXPUESTA		AVENIDAD Y CALLES EXPUESTA			
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc		
0.55	0.503	0.45	0.503	0.503	0.633
0.55	0.260	0.45	0.260	0.260	0.633
0.55	0.134	0.45	0.134	0.134	0.633
0.55	0.068	0.45	0.068	0.068	0.633
0.55	0.035	0.45	0.035	0.035	0.633

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 72. *Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica: Fragilidad*

FRAGILIDAD VIVIENDA						VALOR DE LA FRAGILIDAD DE LA VIVIENDA	PESO DE LA FRAGILIDAD DE LA VIVIENDA	FRAGILIDAD CALLES Y AVENIDAS					
TIPO DE MATERIAL DE LA VIVIENDA		ESTADO DE CONSERVACIÓN		CIMIENTO				DRENAJE		PENDIENTE		MATERIALES	
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc
0.633	0.452	0.260	0.439	0.106	0.468	0.450	0.55	0.633	0.452	0.260	0.452	0.106	0.452
0.633	0.266	0.260	0.255	0.106	0.268	0.263	0.55	0.633	0.266	0.260	0.266	0.106	0.266
0.633	0.146	0.260	0.156	0.106	0.144	0.148	0.55	0.633	0.146	0.260	0.146	0.106	0.146
0.633	0.086	0.260	0.092	0.106	0.076	0.086	0.55	0.633	0.086	0.260	0.086	0.106	0.086
0.633	0.050	0.260	0.058	0.106	0.044	0.052	0.55	0.633	0.050	0.260	0.050	0.106	0.050

VALOR DE LA FRAGILIDAD DE CALLES Y AVENIDAD	PESO DE LA FRAGILIDAD DE CALLES Y AVENIDAD	VALOR DE LA FRAGILIDAD ECONOMICA	PESO DE LA FRAGILIDAD ECONOMICA
0.452	0.45	0.451	0.260
0.266	0.55	0.291	0.260
0.146	0.55	0.162	0.260
0.086	0.55	0.095	0.260
0.050	0.55	0.056	0.260

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Matriz 73. *Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica: Resiliencia*

RESILIENCIA DE LA VIVIENDA		VALOR DE LA RESILIENCIA DE LA VIVIENDA	PESO DE LA RESILIENCIA DE LA VIVIENDA	RESILIENCIA DE AVENIDAD Y CALLES		VALOR DE LA RESILIENCIA DE CALLES Y AVENIDAS	PESO DE LA RESILIENCIA DE CALLES Y AVENIDAD
CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES				MANTENIMIENTO PERIODICO DE AVENIDAS Y CALLES			
Ppar (1)	Pdesc			Ppar (1)	Pdesc		
1.000	0.429	0.429	0.55	1.000	0.429	0.429	0.45
1.000	0.293	0.293	0.55	1.000	0.293	0.293	0.45
1.000	0.148	0.148	0.55	1.000	0.148	0.148	0.45
1.000	0.082	0.082	0.55	1.000	0.082	0.082	0.45
1.000	0.049	0.049	0.55	1.000	0.049	0.049	0.45

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 74. Matriz de Vulnerabilidad en la Dimensión Ambiental

EXPOSICIÓN		VALOR DE LA EXPOSICION AMBIENTAL	PESO DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL	FRAGILIDAD		VALOR DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL	PESO DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL	RESILIENCIA		VALOR DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL	PESO DE LARESILIENCIA AMBIENTAL
Exposición de las cactáceas al peligro				Resistencia del ecosistema de flora cactácea a la inundación				Tiempo de restauración natural de la cactácea			
Ppar (1)	Pdesc			Ppar (1)	Pdesc			Ppar (1)	Pdesc		
1.000	0.503	0.503	0.618	1.000	0.444	0.444	0.255	1.000	0.461	0.461	0.127
1.000	0.260	0.260	0.618	1.000	0.262	0.262	0.255	1.000	0.262	0.262	0.127
1.000	0.134	0.134	0.618	1.000	0.153	0.153	0.255	1.000	0.139	0.139	0.127
1.000	0.068	0.068	0.618	1.000	0.089	0.089	0.255	1.000	0.099	0.099	0.127
1.000	0.035	0.035	0.618	1.000	0.053	0.053	0.255	1.000	0.039	0.039	0.127

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED.J

Matriz 75. Matriz de Vulnerabilidad Total

VALOR DE LA DIMENSION SOCIAL	PESO DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	VALOR DE DIMENSIÓN ECONOMICA	PESO DE DIMENSIÓN ECONOMICA	VALOR DE DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DE DIMENSIÓN AMBIENTAL	VALOR DE LA VULNERABILIDAD
0.709	0.633	0.481	0.260	0.482	0.106	**0.435**
0.403	0.633	0.272	0.260	0.261	0.106	**0.302**
0.221	0.633	0.143	0.260	0.140	0.106	**0.135**
0.123	0.633	0.076	0.260	0.077	0.106	**0.101**
0.071	0.633	0.042	0.260	0.040	0.106	**0.005**

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED/J

Niveles de Vulnerabilidad

En el siguiente cuadro se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de aplicar el proceso de análisis jerárquico multi criterio (Matriz SAATY).

Tabla Nº 17 Valores de la Vulnerabilidad

Valor de la Vulnerabilidad
0.435
0.302
0.135
0.101
0.005

Matriz 76. Niveles de Vulnerabilidad

MATRIZ DE NIVELES DE VULNERABILIDAD			
RANGO			NIVELES DE VULNERABILIDAD
0.302	≤V≤	0.435	MUY ALTO
0.135	≤V<	0.302	ALTO
0.101	≤V<	0.135	MEDIO
0.005	≤V<	0.101	BAJO

Los valores predominantes de vulnerabilidad encontrados en los elementos expuestos en la zona de estudio se encuentran entre el rango de $0.192 \leq P < 0.354$. Por tanto, predomina un valor de Vulnerabilidad ALTA y algunas áreas presentan condiciones que resultan en valores dentro del rango $0.106 \leq V < 0.192$ que implican un nivel de Vulnerabilidad MEDIA.

..

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED

4.3 Estratificación de los niveles de Vulnerabilidad

En el siguiente cuadro se muestra la estratificación de los niveles de vulnerabilidad obtenidos:

Matriz 77. Estratificación de la Vulnerabilidad en la zona de estudio

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción	Rango
Muy Alta	Social: Muy alta exposición de grupos etarios menores de 5 años y mayores de 65 años. Sin acceso a servicios básicos. Sin recursos económicos y/o financieros. Tejido social inexistente. Sin precauciones o entrenamiento para afrontar emergencias. Económico: las viviendas e infraestructura vial presentan 100% de exposición frente al alcance del área del impacto del peligro. Materiales de las viviendas ligeros y levantadas mediante autoconstrucción. Sin drenaje urbano. Ambiental: Los ecosistemas de cactáceas en exposición frente al peligro. Con débil tolerancia ecológica y muy lenta recuperación natural.	0.302 ≤ P ≤ 0.435
Alta	Social: Alta exposición de grupos etarios entre 6 a 12 años y entre 55 a 64 años. Con limitado acceso a servicios básicos. Limitados recursos económicos y/o financieros. Grupos sociales organizados con algunas precauciones y entrenamiento para afrontar emergencias. Económico: las viviendas e infraestructura vial presentan más del 50% de exposición frente al alcance del área del impacto del peligro. Materiales de las viviendas ligeros y levantadas mediante autoconstrucción. Sin drenaje urbano. Ambiental: Los ecosistemas de cactáceas en exposición frente al peligro. Con moderada tolerancia ecológica y lenta recuperación natural.	0.135 ≤ P < 0.302
Media	Social: Moderada exposición con grupos etarios principalmente entre 13 y 54 años. Con limitado acceso a servicios básicos. Limitados recursos económicos, pero con acceso a recursos financieros. Grupos sociales organizados y articulados con las autoridades para afrontar emergencias. Económico: las viviendas e infraestructura vial presentan más del 50% de exposición frente al alcance del área del impacto del peligro. Materiales de las viviendas levantadas con algunas consideraciones al	0.101 ≤ P < 0.135

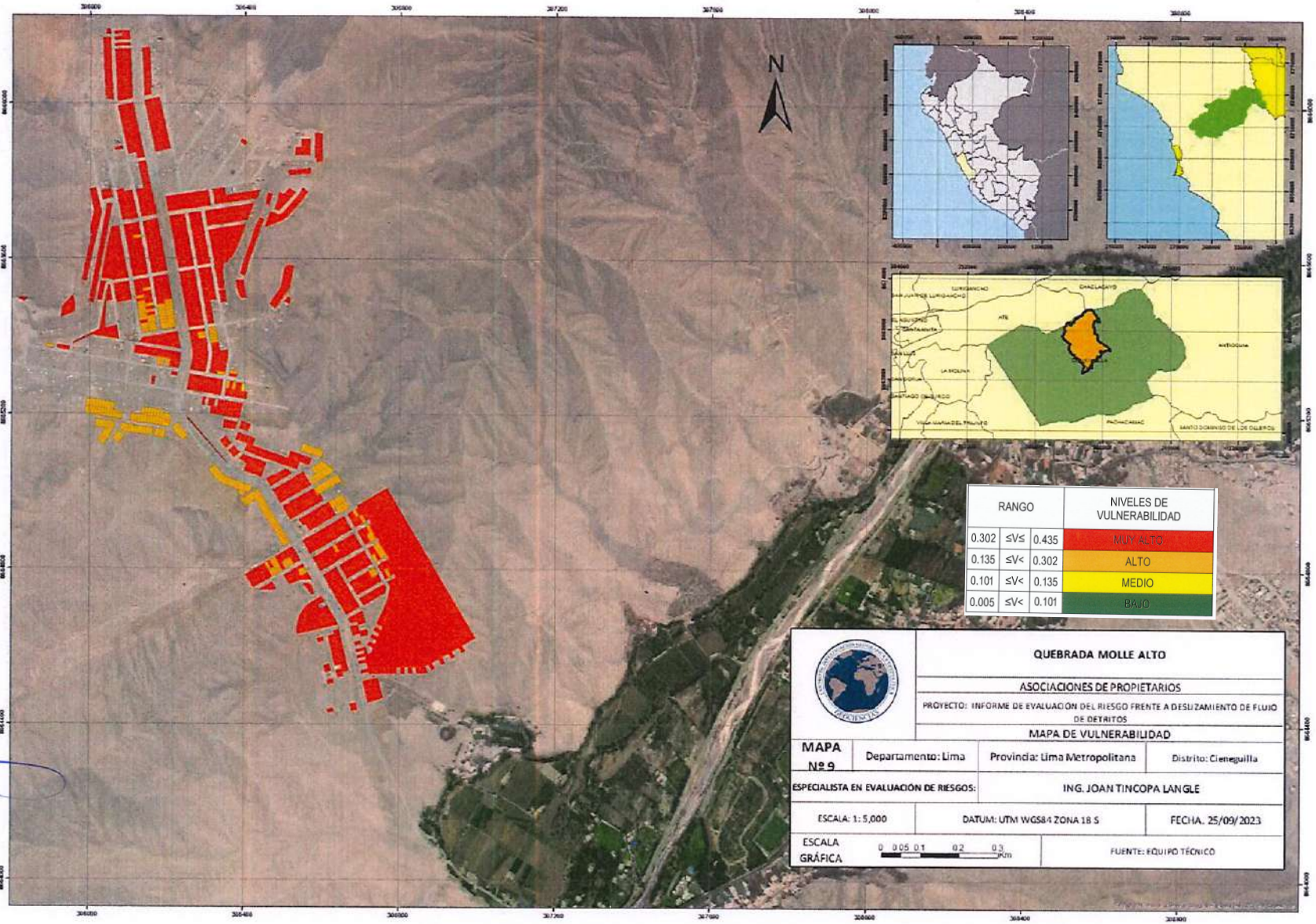
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED.J

	Reglamento Nacional de Edificaciones. Sin drenaje urbano. Ambiental: Los ecosistemas de cactáceas en exposición frente al peligro. Con moderada tolerancia ecológica y lenta recuperación natural.	
Baja	Social: Moderada exposición con grupos etarios principalmente entre 13 y 54 años. Con acceso a servicios básicos. Con disponibilidad de recursos económicos y financieros. Grupos sociales organizados y articulados con las autoridades para afrontar emergencias. Económico: las viviendas e infraestructura vial presentan algún nivel exposición frente al alcance del área del impacto del peligro. Materiales de las viviendas levantadas con todas las consideraciones al Reglamento Nacional de Edificaciones. Con drenaje urbano incipiente. Ambiental: Los ecosistemas de cactáceas en exposición frente al peligro. Con moderada tolerancia ecológica y lenta recuperación natural.	0.005 ≤ P < 0.101

Elaboración: Equipo técnico

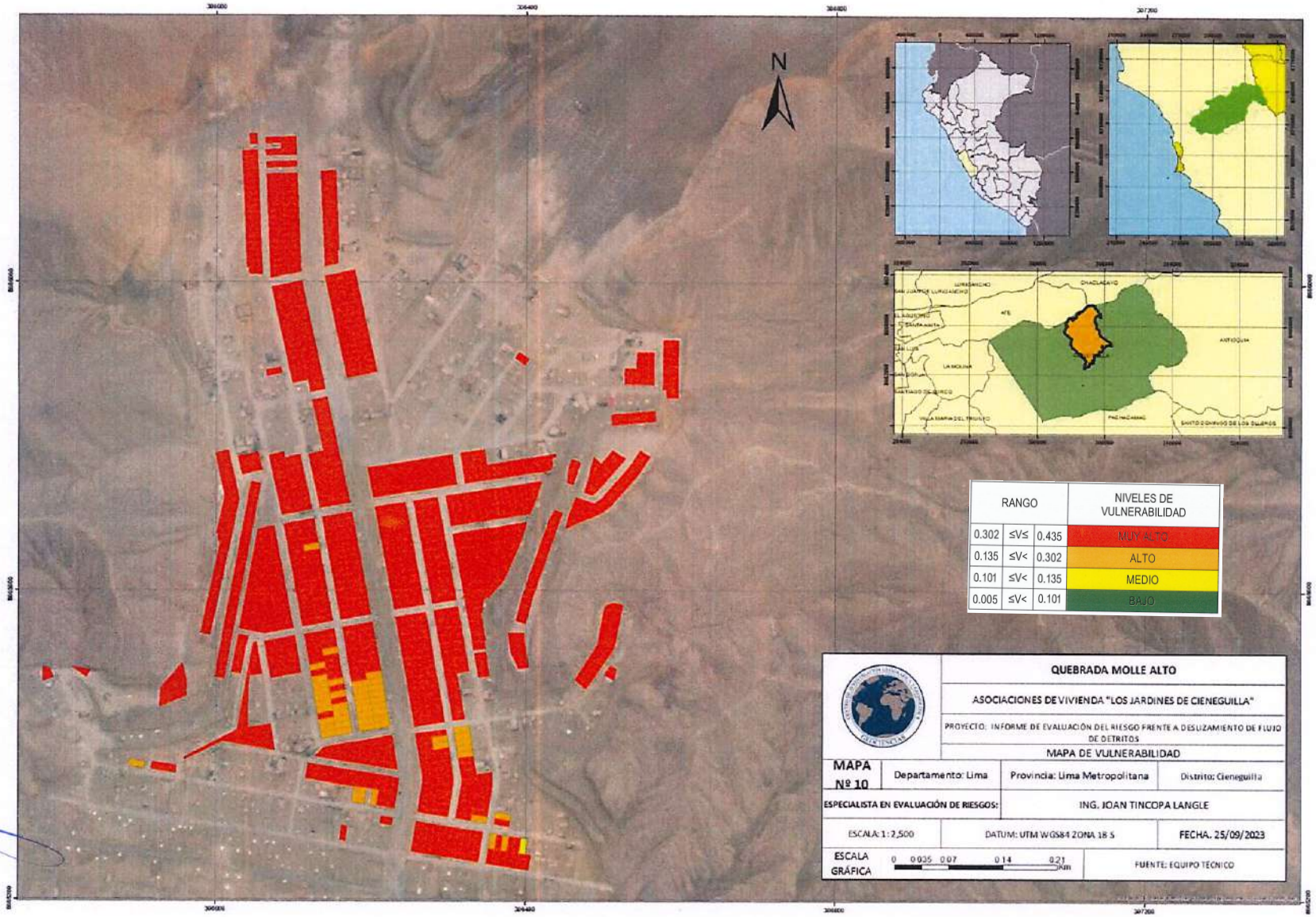
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 9. Mapa de Vulnerabilidad en las Asociaciones



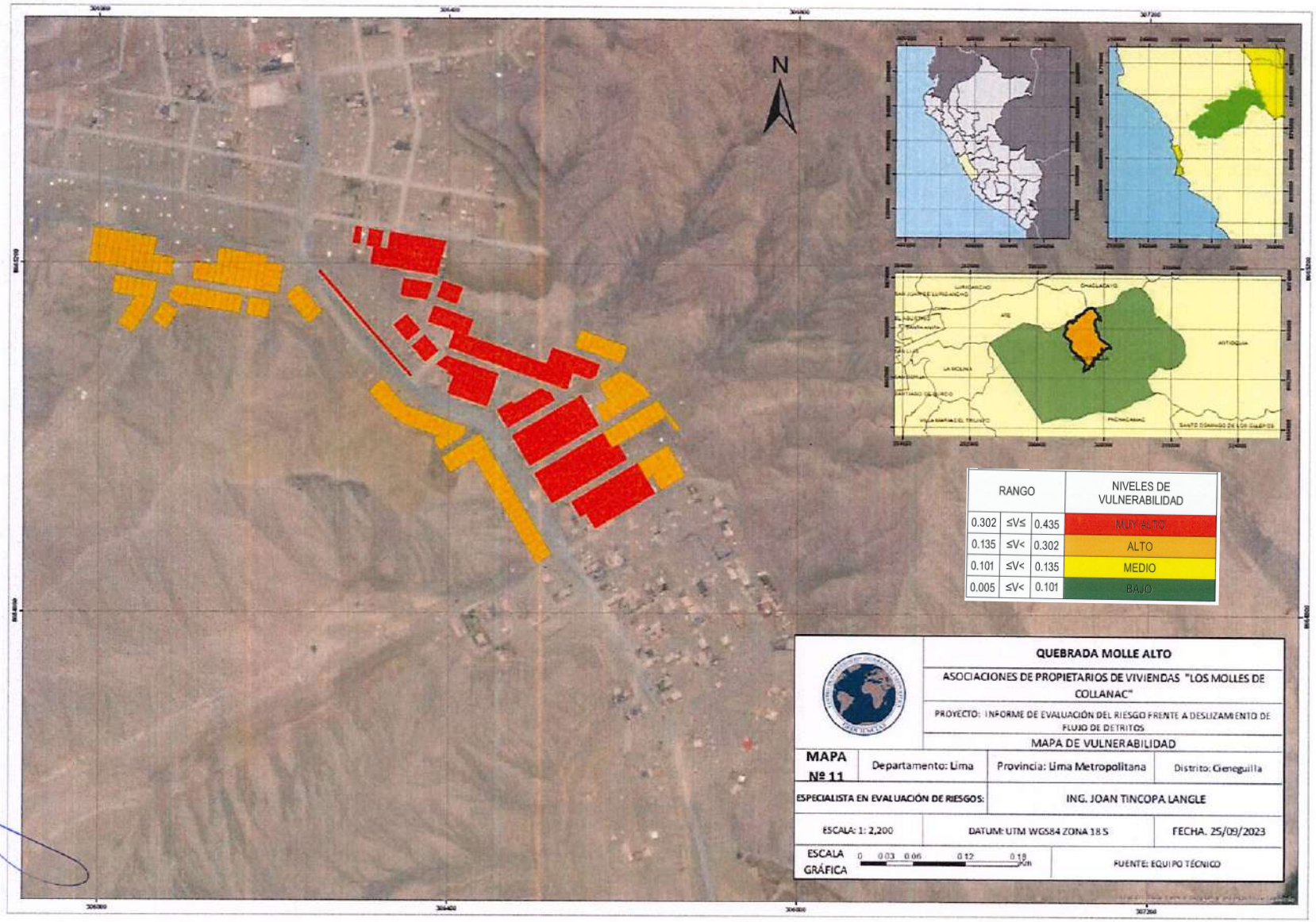
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Mapa 10. Mapa de Vulnerabilidad de Asociación de Vivienda "Los Jardines de Cieneguilla"



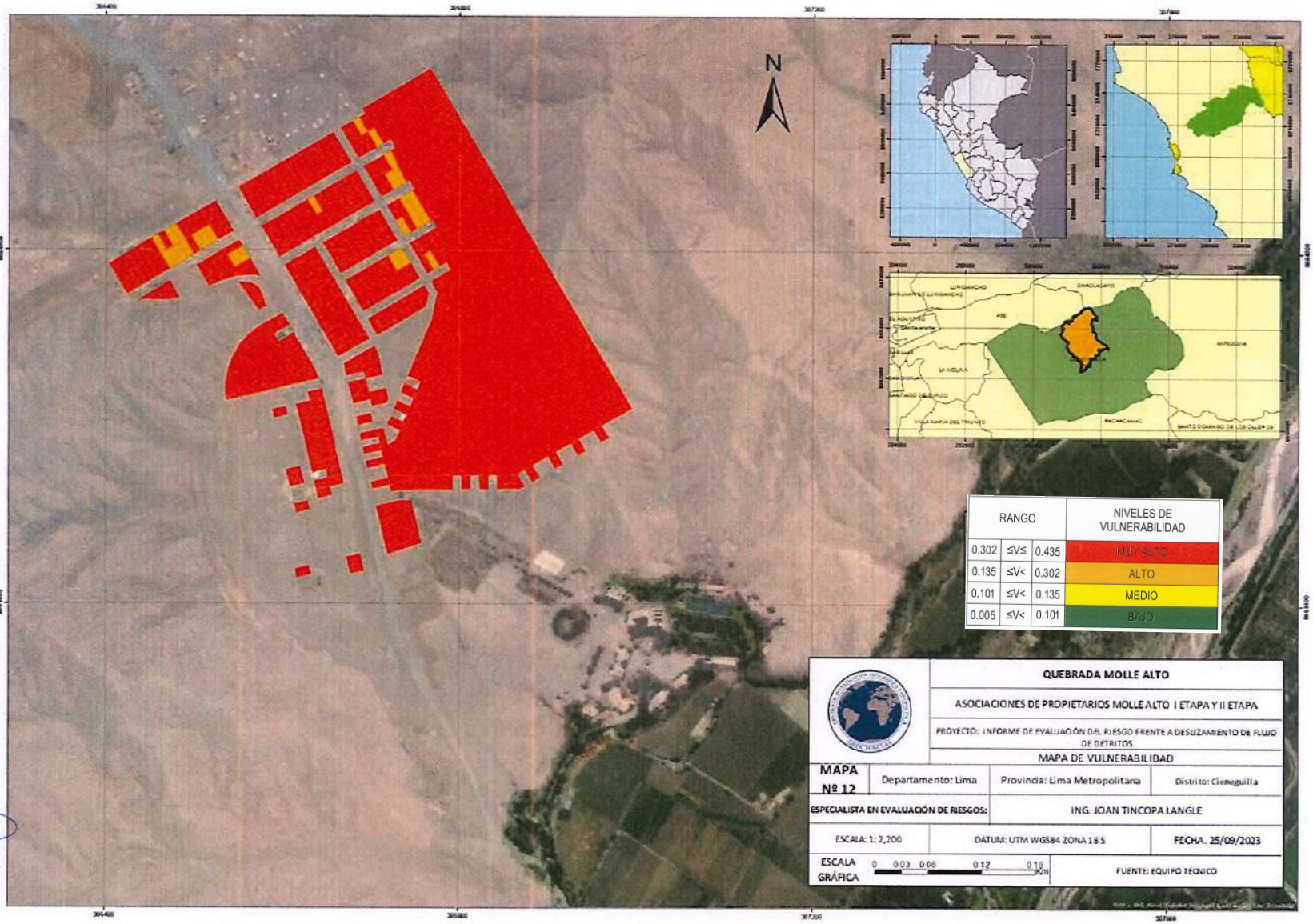
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J Nº 095-2019 CENEPRED/J

Mapa 11. Mapa de Vulnerabilidad de Asociación de Propietarios "Los Molles de Collanac"



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED.J

Mapa 12. Mapa de Vulnerabilidad de Asociación de Propietarios "Molle Alto Etapa I y Etapa II"



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Capítulo 5. Cálculo del Riesgo

La metodología, nos indica que los valores obtenidos de la identificación y caracterización del peligro nos permiten determinar los niveles del peligro; y de igual forma luego de analizar la vulnerabilidad y estratificar el correspondiente nivel de la misma, se relacionan el peligro con la vulnerabilidad mediante la aplicación de la fórmula del cálculo del riesgo:

$$R_{ie} \mid_t = f(P_i, V_e) \mid_t$$

Donde:

R= Riesgo.
f= En función
Pi =Peligro con la intensidad mayor o igual a **i** durante un período de exposición **t**
Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto **e**

5.1 Valores y Niveles de Riesgo

Los valores de riesgo en función de la vulnerabilidad que presentan los elementos expuestos en el Sistema de Quebradas Molle Alto frente al peligro de Movimientos en Masa asociado a Flujo de Detritos, son los siguientes:

Matriz 78. Calculo del Valor del Riesgo

VALOR DE PELIGRO	X	VALOR DE VULNERABILIDAD	=	VALOR DE RIESGO
0.481		0.435		**0.209**
0.265		0.302		**0.080**
0.128		0.135		**0.017**
0.072		0.101		**0.007**
0.039		0.005		**0.002**

Los niveles de riesgo que se consideran para evaluar el riesgo presente en el Sistema de Quebradas Molle Alto frente al peligro de Movimientos en Masa asociado a Flujo de Detritos, se encuentran en los siguientes rangos:

Matriz 79. Niveles de Riesgo

MUY ALTO	**0.080**	≤ R <	**0.209**
ALTO	**0.017**	≤ R <	**0.080**
MEDIO	**0.007**	≤ R <	**0.017**
BAJO	**0.002**	≤ R <	**0.007**

5.2 Matriz de Riesgo

La matriz de riesgo de doble entrada que considera la Peligrosidad vs Vulnerabilidad en el Sistema de Quebradas Molle Alto es la siguiente:

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

- Peligro entre el rango de $0.265 \leq P < 0.481$ que equivale a un nivel MUY ALTO
- Vulnerabilidad entre el rango de $0.192 \leq P < 0.354$ que equivale a un nivel ALTO
- Resultando de la intersección de ambos rangos el valor de 0.170

Matriz 80. Riesgo según Peligrosidad vs Vulnerabilidad

PELIGROSIDAD						
	Muy alto	0.481	0.051	0.092	0.170	0.301
	Alto	0.265	0.028	0.051	0.094	0.166
	Medio	0.128	0.014	0.025	0.045	0.080
	Bajo	0.072	0.008	0.014	0.0255	0.045
			0.106 Bajo	0.192 Medio	0.354 Alto	0.626 Muy Alto
			VULNERABILIDAD			

Siendo resultante de la matriz Peligrosidad vs Vulnerabilidad el valor de 0.170, le corresponde el Sistema de Quebradas Molle Alto el nivel de **Riesgo Muy Alto** frente al peligro de movimientos en masa del tipo flujo de detritos, tal como se verifica en la siguiente Matriz de Riesgo:

Matriz 81. Matriz de Riesgo

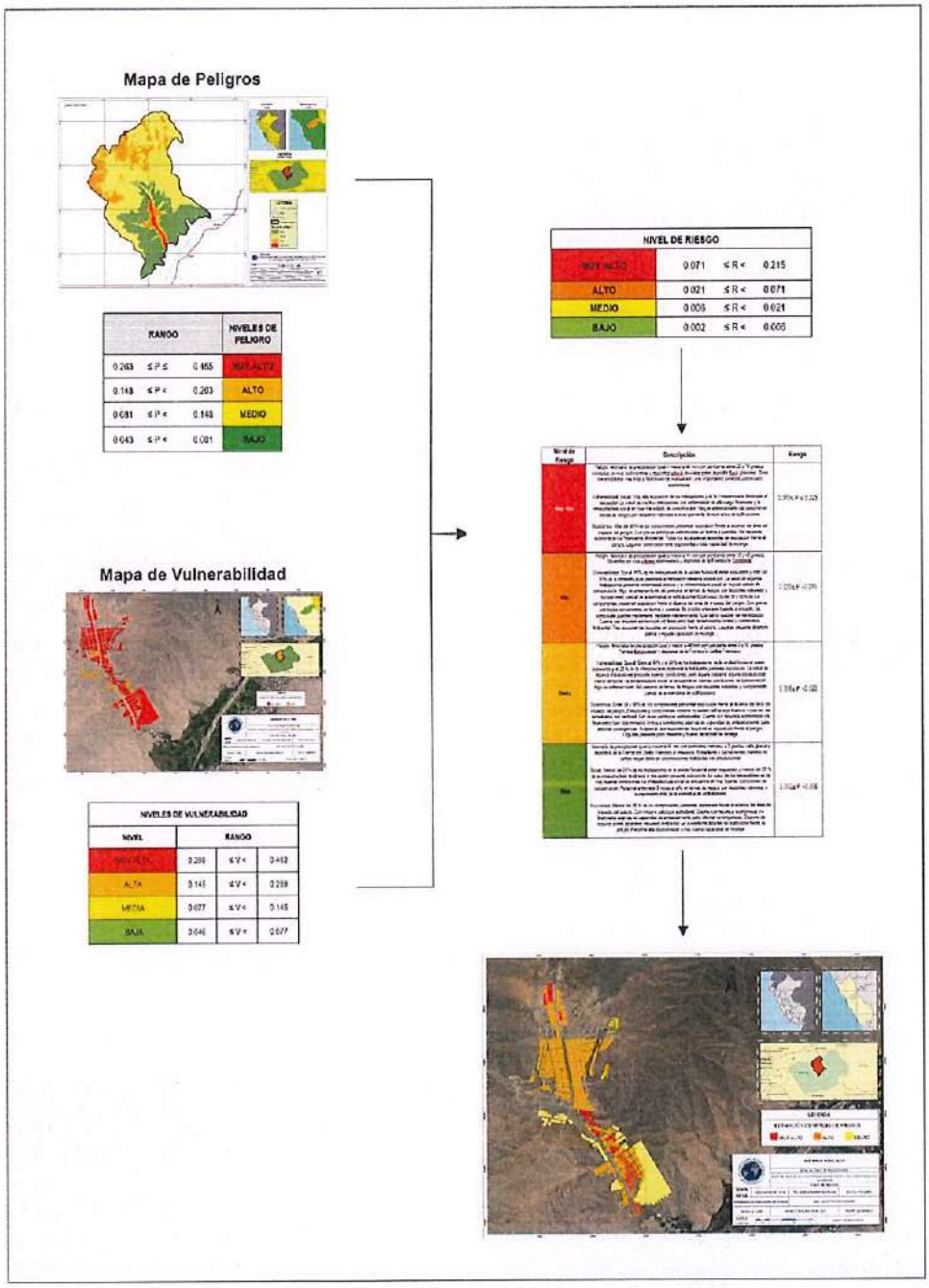
Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro ▲ / Vulnerabilidad ▶	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Determinados elementos expuestos presentan un nivel de RIESGO MUY ALTO, mientras que otros presentan niveles de RIESGO ALTO y RIESGO MEDIO.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Para la determinación del nivel del riesgo se utilizó el siguiente procedimiento:

Figura Nº 26. Cálculo del Riesgo



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. Nº 095-2019 CENEPRED-J

Tabla N° 18 Estratificación de los niveles de Riesgo

Estratificación de los Niveles de Riesgo en el Sistema de Quebradas Molle Alto

Nivel de Riesgo	Descripción	Rango
Muy Alto	Peligro: Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm en las zonas con pendiente entre 15° y 35° que generan escorrentía en las zonas de pendientes bajas; Montañas en roca sedimentaria y depósitos coluvio-aluviales sobre deposito fluvio glaciares. Vulnerabilidad: Social: Muy alta exposición de la población asentada en la zona del cono deyectivo. La infraestructura social en muy mal estado de conservación. Ningún entrenamiento de la población en temas de riesgos por desastres naturales e incumplimiento de normativa de edificaciones. Asentados en la zona del cono de deyección. Económico: Graves impactos y patologías estructurales en techos y paredes. Sin recursos económicos y/o financieros Ambiental: Todos los ecosistemas en la ruta del flujo son altamente impactados.	**0.080** ≤ R ≤ **0.209**
Alto	Peligro: Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm en las zonas con pendiente entre 15° y 35° que generan escorrentía en las zonas de pendientes bajas; Montañas en roca sedimentaria y depósitos coluvio-aluviales sobre deposito fluvio glaciares. Vulnerabilidad: Social Alta exposición de grupos etarios entre 6 a 12 años y entre 55 a 64 años. Grupos sociales organizados con algunas precauciones y entrenamiento para afrontar emergencias. Asentados en la zona del cono de deyección. Económico: La infraestructura social en muy mal estado de conservación. Con limitado acceso a servicios básicos. Limitados recursos económicos y/o financieros. Incumplimiento de normativa de edificaciones Ambiental: Algunos ecosistemas en la ruta del flujo son altamente impactados.	**0.017** ≤ R <**0.080**
Media	Peligro: Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm en las zonas con pendiente entre 15° y 35° que generan escorrentía en las zonas de pendientes bajas; Montañas en roca sedimentaria y depósitos coluvio-aluviales sobre deposito fluvio glaciares. Vulnerabilidad: Social Exposición de grupos etarios entre 13 a 64 años. Grupos sociales organizados con precauciones y entrenamiento para afrontar emergencias. Asentados en la zona del cono de deyección. Económico: La infraestructura social en muy mal estado de conservación. Con limitado acceso a servicios básicos. Limitados recursos económicos, pero con acceso a servicios financieros. Relativo cumplimiento de la normativa de edificaciones	**0.007** ≤ R <**0.017**

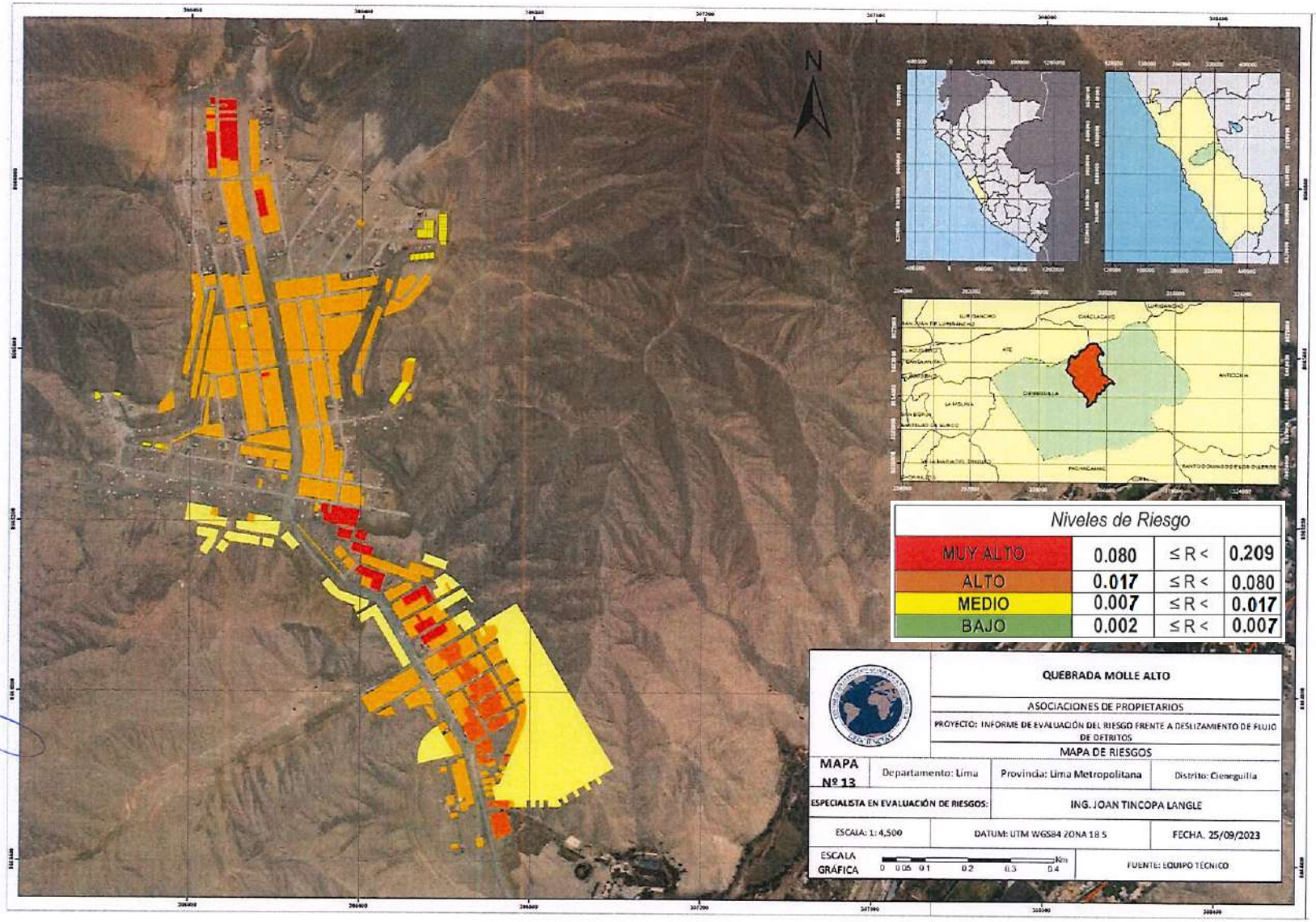
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

	Ambiental: Algunos ecosistemas en la ruta del flujo son altamente impactados.	
Baja	Peligro: Anomalía de precipitación igual o mayor a 55 mm en las zonas con pendiente entre 15° y 35° que generan escorrentía en las zonas de pendientes bajas; Montañas en roca sedimentaria y depósitos coluvio-aluviales sobre deposito fluvio glaciares. Vulnerabilidad: Social Exposición de grupos etarios entre 13 a 64 años. Grupos sociales organizados con precauciones y entrenamiento para afrontar emergencias. Asentados en las zonas próximas al cono de deyección. Económico: La infraestructura social en mal estado de conservación. Con limitado acceso a servicios básicos. Limitados recursos económicos, pero con acceso a servicios financieros. Cumplimiento relativo de la normativa de edificaciones Ambiental: Algunos ecosistemas en la ruta del flujo son altamente impactados.	$0.002 \leq R < 0.007$

Elaboración: Equipo Técnico

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Mapa 13. Mapa de Riesgos



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

5.4 Cálculo de Daños y Pérdidas

Según la evaluación de riesgos realizada en el área de propietarios según los planos de lotización presentados, se ha determinado que 11 inmuebles se encuentran en riesgo ALTO y 104 inmuebles tienen riesgo MEDIO.

Los daños y pérdidas probables que ocasionarían un desastre a consecuencia del flujo de detritos en la magnitud del evento experimentado en marzo del 2023, con alcance en todas las áreas de los propietarios, se estiman en un orden de S/. 1,416,772.00 (Un millón cuatros cientos dieciséis mil y setecientos setenta y dos soles). Este monto, ha sido el resultado de las cuantificaciones por daños en los componentes y pérdidas por atención de las emergencias, sin considerar los días perdidos de horas/hombre ni pérdidas por paralización de la producción. Los detalles aproximados se expresan en las siguientes tablas:

Cálculo de Daños y Pérdidas

Ítem	Componente	Zona	Nivel de Riesgo	DAÑOS	CANTIDAD (S/.)
Viviendas					
30	Construcciones	Los Jardines	**Muy Alto**	Afectación 100 %	1 500,000.00
50	Construcciones	Los Jardines	Alto	Afectación 99 y 50 %	500,000.00
90	Construcciones	Los Jardines	Medio	Afectación < 50 %	900,000.00
10	Construcciones	Los Molles de Collanac	**Muy Alto**	Afectación 100 %	300,000.00
20	Construcciones	Los Molles de Collanac	Alto	Afectación 99 y 50 %	200,000.00
70	Construcciones	Los Molles de Collanac	Medio	Afectación < 50 %	100,000.00
30	Construcciones	Molle Alto	**Muy Alto**	Afectación 99 y 50 %	1 500,000.00
				Sub Total	5 000,000.00
Áreas para servicios a la ciudad					
1	Parques	Los Jardines	Medio	Afectación 25%	10,000.00
2	Salud	Los Jardines	Medio	Afectación 25%	100,000.00
				Sub Total	110,000.00
Red Vial					
3 km	Av. Principal	Todas	Muy Alto	Afectación 100 %	3´000,000.00
Total de daños probables					8´220,000.00

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Medidas de Prevención y Reducción del riesgo

Las laderas tienen un valor intrínseco (de carácter paisajístico, geomorfológico, geológico, edáfico, etc.). En este sentido, su protección como valor ambiental y científico requiere de intervenciones cuidadosas, incluyendo las medidas de prevención. Es decir, si bien las intervenciones tienen como propósito evitar la exposición o el impacto en los elementos en riesgo, estas intervenciones deben al mismo tiempo considerar mantener los equilibrios de las fuerzas actuantes.

Por otra parte, la inestabilidad en algunos sectores de laderas y taludes implican la posibilidad de enfrentar consecuencias dramáticas. Por un lado, es una amenaza para la infraestructura y para las actividades de las poblaciones ubicadas al piedemonte o en las planicies y al mismo tiempo podrían generar sinergias negativas aguas debajo del cauce natural afectando territorios que no necesariamente son parte del área de influencia de las asociaciones de propietarios en el área de estudio. El proceso de erosión natural que afecta a las montañas y colinas es irreversible. Sin embargo, intervenciones ingenieriles contribuyen a ralentizar este proceso natural. En consecuencia, las intervenciones de protección constituyen una alternativa viable y segura.

Las precipitaciones, sobre todo las intensas o extraordinarias, actúan sobre las laderas, y el cauce de las quebradas secas, desplazando los grandes y medianos bloques de piedras y rocas de diversos diámetros que se encuentran en la zona alta y media de la microcuenca erosionando en su camino las zonas laterales; algunas rocas incluso de parten en dos o más pedazos mientras son arrasadas por la escorrentía hacia la parte baja. Por supuesto, el agua también traslada sedimentos en un flujo turbulento que configuran una mezcla de agua y arcillas, comúnmente llamado lodo. Mientras menos material pétreo trasladen las aguas, menos fuerza y menos presión generarán en las zonas laterales, en la zona baja y en la desembocadura.

Las intervenciones estructurales se centran en las técnicas de retención de los materiales frente a deslizamientos en laderas y/o taludes. Se suelen agrupar de acuerdo a diferentes criterios, tales como la función que realizan, su método de ejecución, etc. Una técnica de retención podría desempeñar más de una función. Por lo cual, a razón de la clasificación general de las técnicas de retención y de acuerdo a la función que desempeñan sobre el material a ser estabilizado (ver Gráfico N°15) se optará por intervenciones para reducir las fuerzas actuantes en las zonas susceptibles a desprendimientos y estructuras de retención en la zona baja.

Las intervenciones no estructurales se centran en el comportamiento y las actitudes de las personas. Se enlistan en una serie de buenas prácticas que buscan principalmente eliminar o reducir la exposición y la fragilidad de las personas y otros elementos expuestos. También se enfocan en la generación de la resiliencia mediante la acción colectiva que beneficia a sus miembros.

Medidas de Prevención de Orden No Estructural

Gran parte de la estrategia preventiva se sustenta en eliminar o reducir la exposición de las personas, de la infraestructura y de los medios de vida. También se incluyen los ecosistemas, como espacios de seres vivos que deben ser preservados. La medida por antonomasia es mantener distancias adecuadas, tanto para construir inmuebles como para implementar medios de vida respecto de la zona de escorrentía natural. La Autoridad Nacional del Agua - ANA es la entidad competente en la delimitación de fajas marginales[49] que constituyen bienes de dominio público hidráulico[50], caracterizados por ser inalienables (el estado no puede enajenar bienes), imprescriptibles (su posesión prolongado del tiempo no a da derecho a propiedad) e intangibles (existen actividades prohibidas) por tanto es una zona de reglamentación especial. Cabe mencionar que, al tratarse de un espacio de propiedad privada, estas consideraciones se aplican con algunas atingencias, puesto que el titular de un predio afectado con una faja marginal no resulta privado de su derecho de propiedad,

[49] Faja marginal es aquel espacio territorial próximo a un río, lago, quebrada o cualquier otra fuente de agua que no puede ser utilizada para un fin urbano o para el desarrollo de una actividad económica.
[50] Es importante considerar que los bienes hidráulicos pueden ser concedidos para su aprovechamiento económico

ING. JOAN TINCOPA LAN
Evaluador de Riesgos de Desas
Originados por Fenomenos N
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

sino que puede ejercer los atributos que le corresponden (uso, goce, disfrute y disposición), siempre que al hacerlo no afecte los fines para los cuales se delimitó la faja marginal.

Entonces, mantener distancias prudenciales de la posible ruta de escorrentía en épocas de lluvias extraordinarias es la primera medida de prevención. También, es posible la implementación de infraestructuras de control y conducción de las aguas, así como el control y retención de las rocas y de los sedimentos. Estas obras buscan reducir las fuerzas actuantes en un evento con características peligrosas como los huaycos. Por esta razón no se las relaciona con las medidas preventivas sino más con las medidas estructurales orientadas a la reducción del riesgo.

En seguida, una segunda medida de prevención de carácter no estructural lo constituye el uso adecuado del suelo. Es decir, determinar con meridiana claridad la vocación del suelo sobre el cual ejercen su dominio las asociaciones de propietarios de la zona de estudio. No es menos cierto que, la asignación del uso o vocación de uso del suelo se contraponga con la demanda del suelo para la expansión urbana. Aunque, dicha demanda no tiene necesariamente que contraponerse a la zonificación asignada, pues existe la posibilidad que los propietarios se adapten al tipo de zonificación asignada o si fuera el caso, correspondería iniciar los procesos formales y necesarios para un cambio de zonificación en congruencia con las expectativas de las asociaciones de propietarios de la zona de estudio y en armonía con los principios sustentables que ofrecen condiciones más seguras y resiliencia frente a los fenómenos naturales y sus anomalías.

Medidas de Prevención de Orden Estructural

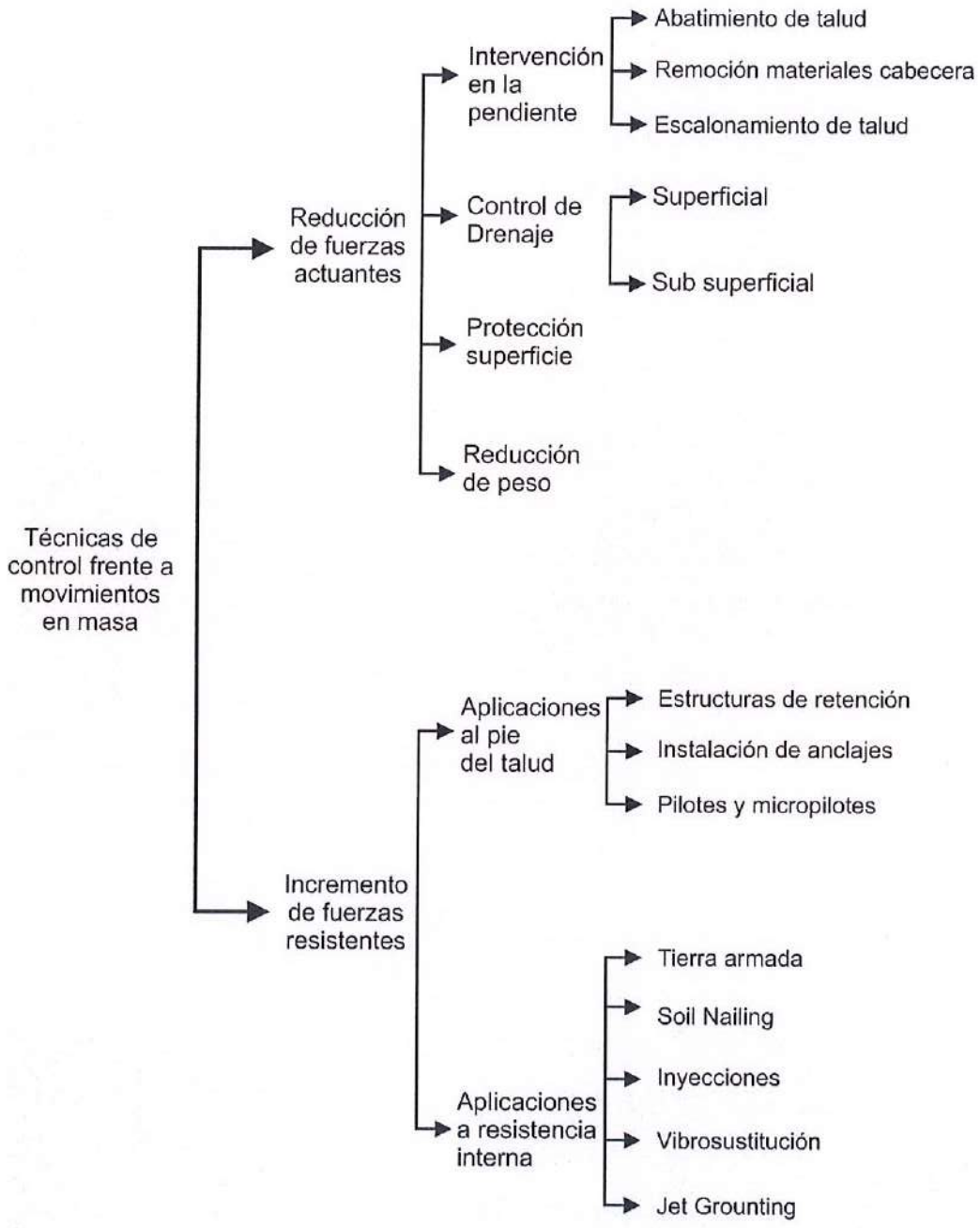
La condición de estructural se sustenta en la intervención física sobre el área de estudio. Es decir, se evidencia intervención o implementación física o ingenieril orientada a la prevención, lo que implica evitar la exposición al peligro mediante el uso adecuado del suelo o el espacio geográfico, En este orden de ideas, se consideran buenas practicas las relacionadas a la señalética que advierten de las zonas peligrosas que debemos evitar o exponerse durante el menor tiempo posible. También abarcan las orientaciones de la gestión de residuos municipales, domésticos y de construcciones, además de las fabriles. También son considerados como medidas de prevención estructurales, en el sentido que se asignan zonas de almacenamiento temporal de residuos, rellenos sanitarios para el tratamiento de residuos y/o espacios de escombreras para los residuos de las construcciones. Estas medidas pretenden evitar el incremento de volúmenes de materiales que se arrojan en los cauces secos mediante elementos disuasivos de comunicación (señalización) o la gestión eficiente de los procesos de recojo, segregación, tratamiento y disposición final de los residuos.

Los alcances de estas medidas abarcan una serie de elementos que cumplen con impedir o limitar el transitó o la instalación de personas, la construcción de infraestructura o la realización de actividades en zonas protegidas (hitos, barreras, delimitaciones perimétricas, etc) que se corresponden con zonas de peligro o con rutas de evacuación. De manera similar la identificación de zonas seguras mediante señalética sirve para familiarizar a las personas con la ubicación de los "puntos de reunión" post emergencia. La misma medida funciona con aquellos espacios geográficos que pueden ser aprovechados como albergues temporales y que se pretenda que la población memorice estos lugares a través de señalética de signos y mensajes de sensibilización.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Técnicas de control frente a movimientos en masa

Medidas de Control frente a Movimientos en Masa



Elaboración: J. Tincopa Langle

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

Medidas estructurales para la reducción del riesgo

Referencias: Maccaferri

Cuando nos referimos a la reducción del riesgo, asumimos la posibilidad de enfrentar un evento de gran impacto que ocasionará daños y pérdidas. En este caso, se trata de limitar el accionar de fenómeno, actuando sobre los factores condicionantes y también sobre los elementos expuestos. Para el caso de los flujos de detritos, las medidas estructurales se orientan a la reducción del volumen de agua que llegue a la parte baja, reteniéndola desde la parte de captación de la quebrada, es decir, desde el "parteaguas", zona alta y la zona media. Las soluciones que se implementen tendrán principalmente dos objetivos: favorecer la infiltración de la precipitación en el suelo y retener el mayor volumen de escorrentía. Indirectamente, el planteamiento de estas soluciones contribuye a reducir el volumen de materiales que arrastra la escorrentía, con lo cual, también se reducen las presiones del flujo de detritos que se forma (agua, piedras y sedimentos), se reduce el poder erosivo lateral y también se reduce el poder de impacto en la zona baja y en la desembocadura.

Se plantean las siguientes medidas estructurales para las quebradas:

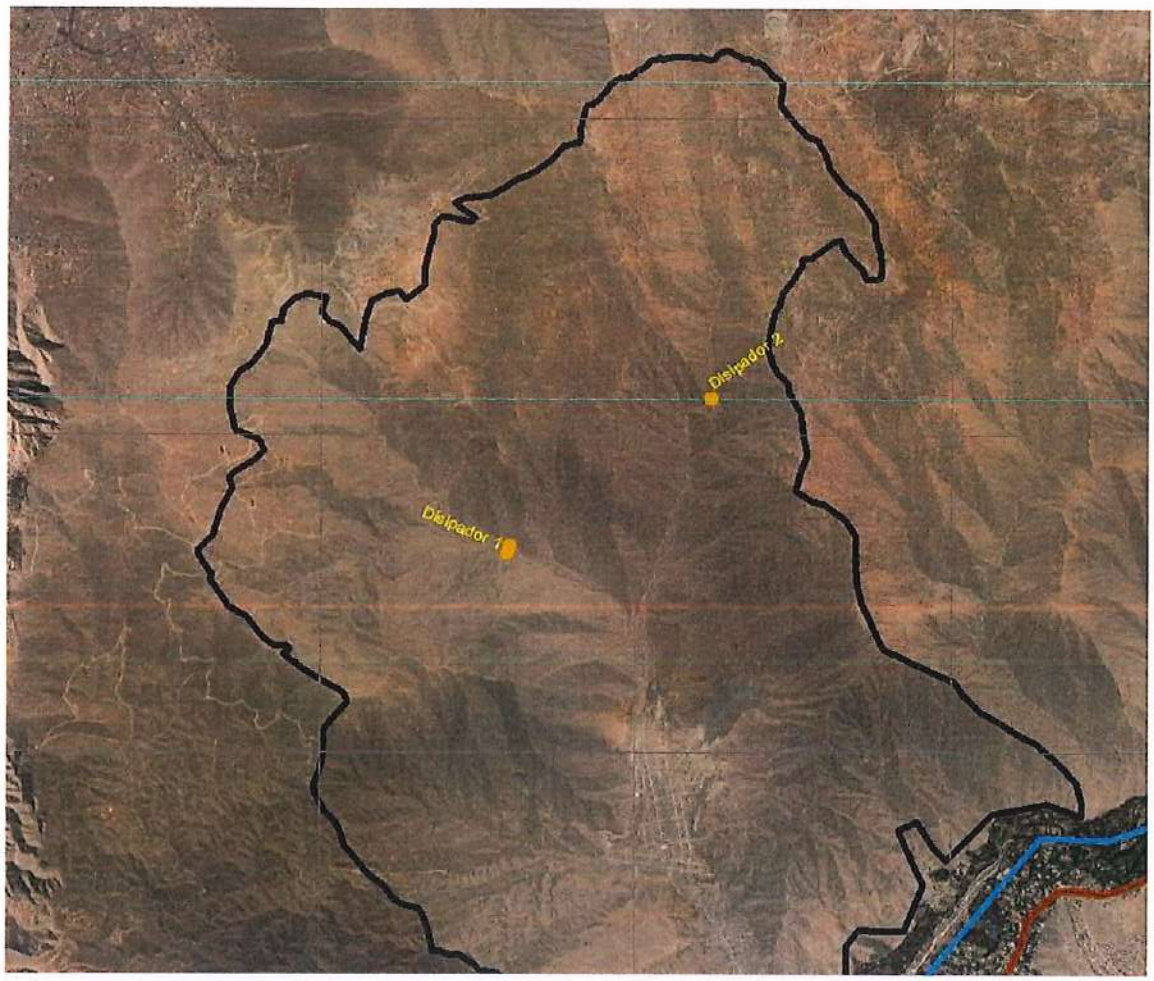
1. Reducción de las fuerzas actuantes mediante control del drenaje a través de obras tanto longitudinales como trasversales para reducir las presiones que actúan como agente desestabilizador en las superficies menos consolidados.

2. Entre las primeras medidas que apoyan la retención del agua de lluvia en la zona alta y media de la microcuenca, es la protección y generación de ecosistemas tipo lomas. Actualmente, las zonas altas evidencian vocación natural para la formación florística y plantas de tallo bajo. Estas evidencias, orientan la implementación de soluciones basadas en la naturaleza que contribuyan de manera eficiente a la retención del agua en el suelo. Gran parte del área de la microcuenca presentan espacios de retención de agua que luego se evapora. No se identifican acuíferos propiamente dichos, pero si acuitardos. Las intervenciones orientadas a la formación de ecosistemas crean condiciones efectivas y eficientes para la protección y estabilidad de las pendientes y la consolidación del suelo y rocas sobre el macizo rocoso.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

3. En las áreas de pendiente favorable, cuyas características naturales favorecen el almacenamiento temporal de agua y la retención de rocas, se recomienda instalar estructuras trapezoidales de contención (diques) cuyas medidas sean al menos de unos 5 m de ancho y 2m de altura, que, bajo condiciones de seguridad y mantenimiento periódico, actúan como elementos que disipan la energía del flujo, al mismo tiempo que protegen a la parte baja ante el incremento del volumen de escorrentía. Su principal función es retener pequeños volúmenes de agua, así como las rocas y los sedimentos que el flujo traslada aguas abajo. En estas intervenciones se aplican las mismas consideraciones administrativas, técnicas y operativas que regula la normativa para presas pequeñas.[51] Se sugiere considerar las siguientes localizaciones:

   Disipador 1: 305184 E - 8667272 N
   Disipador 2: 306476 E - 8668232 N



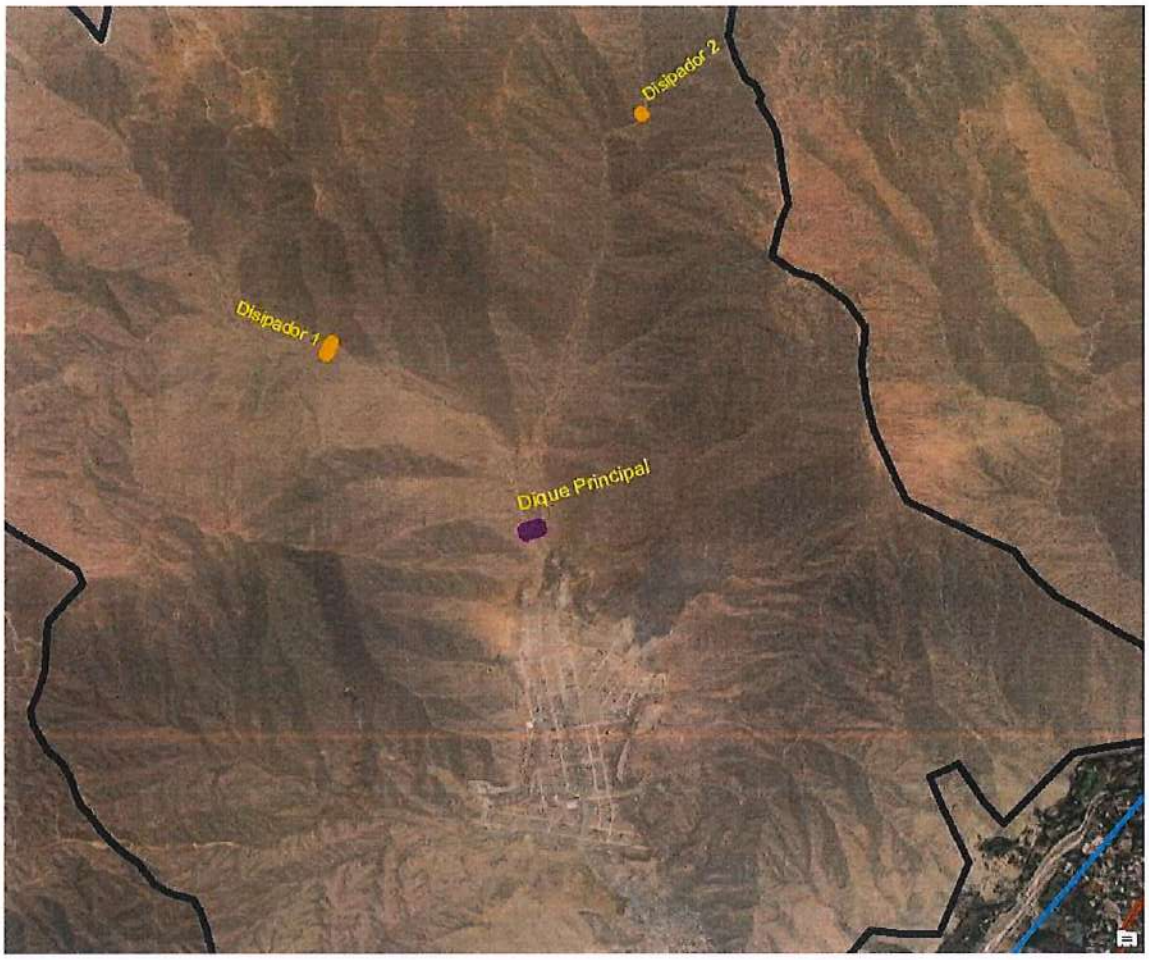
4. Los diques que se instalarían en las zonas medias de las microcuencas no tiene la capacidad de retener grandes volúmenes de agua, sino de contribuir con la reducción de la escorrentía y de los materiales (rocas y sedimentos) con lo cual también se reduce la presión de sus fuerzas. Es de esperar que el flujo que no se retenga en estas pequeñas estructuras siga su curso aguas abajo. Por ello, se sugiere considerar la construcción de un dique principal en la zona de unión de ambas torrenteras con una mayor capacidad de retención, tanto de agua como de rocas y sedimentos. Esta infraestructura debe disponer de aliviaderos, tal que se pueda controlar y retener la mayor cantidad posible de agua, sobre todo en un evento de precipitación

[51] Resolución Jefatural N° 272-2018-ANA

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED

intensa o extraordinaria. La utilidad efectiva de esta solución radica en las condiciones estrictas de seguridad que se apliquen en la presa, así como la supervisión e inspecciones periódicas de las condiciones estructurales. Los aliviaderos de emergencias también actúan eficientemente si el agua es desaguada y conducida hacia canales de derivación, con lo cual se incrementa la capacidad de retención del dique principal. Se sugiere considerar la siguiente localización:

Dique Principal: 306023 E - 8666524 N

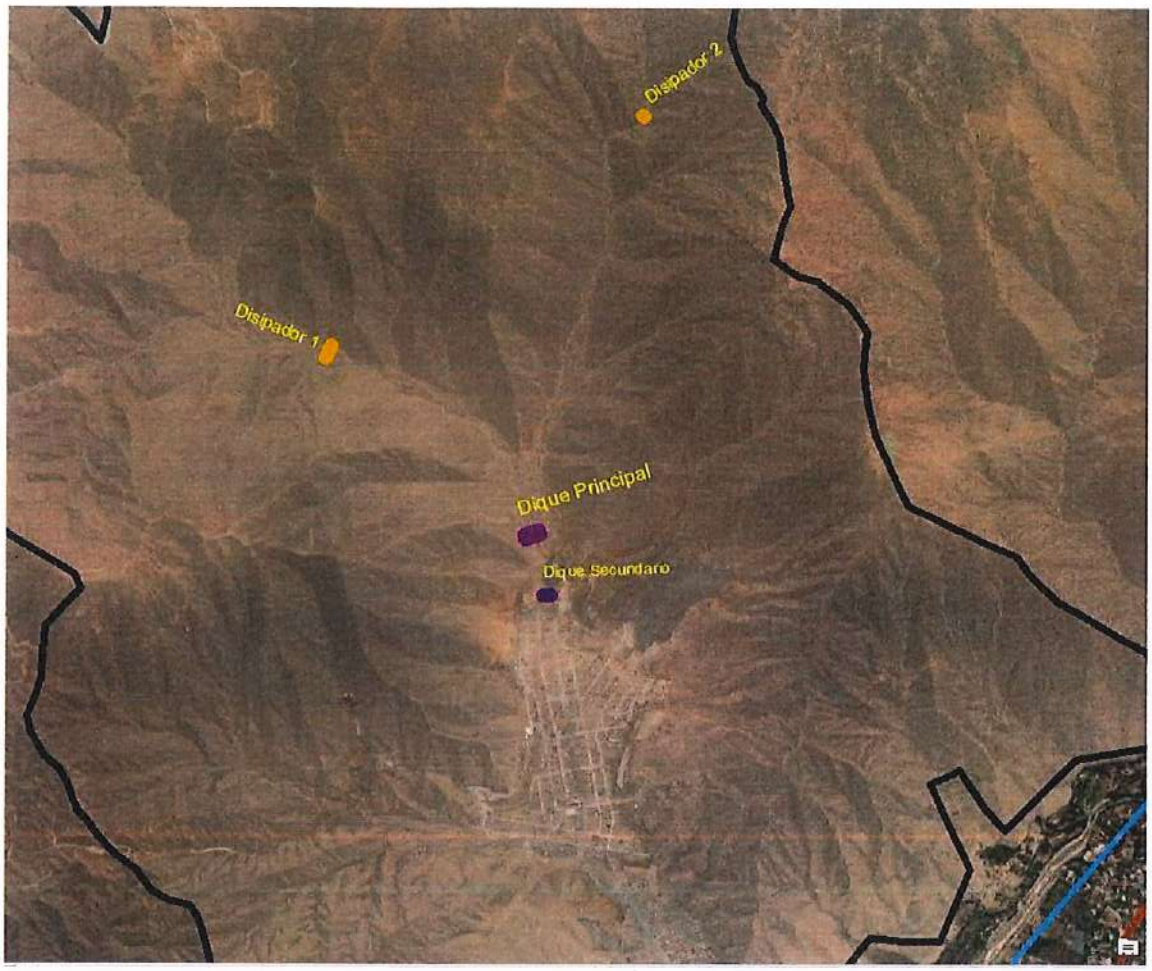


5. Dadas las condiciones que presentaría un escenario extraordinario de lluvias intensas, por anomalías climáticas, se recomienda la implementación de un dique de contingencia que, dado el caso, retenga los volúmenes de agua que constituyen superávit del dique principal. Esta infraestructura menor, estaría instalada aguas abajo del dique principal, pero con dirección en diagonal, tal que, su desagüe se oriente a desembocar en el rio Lurín. Este último dique, podría igualmente contar con aliviaderos de emergencia para ampliar la capacidad útil de la infraestructura.

   Se sugiere considerar la siguiente localización:

   Dique Secundario: 306091 E - 8666299 N

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

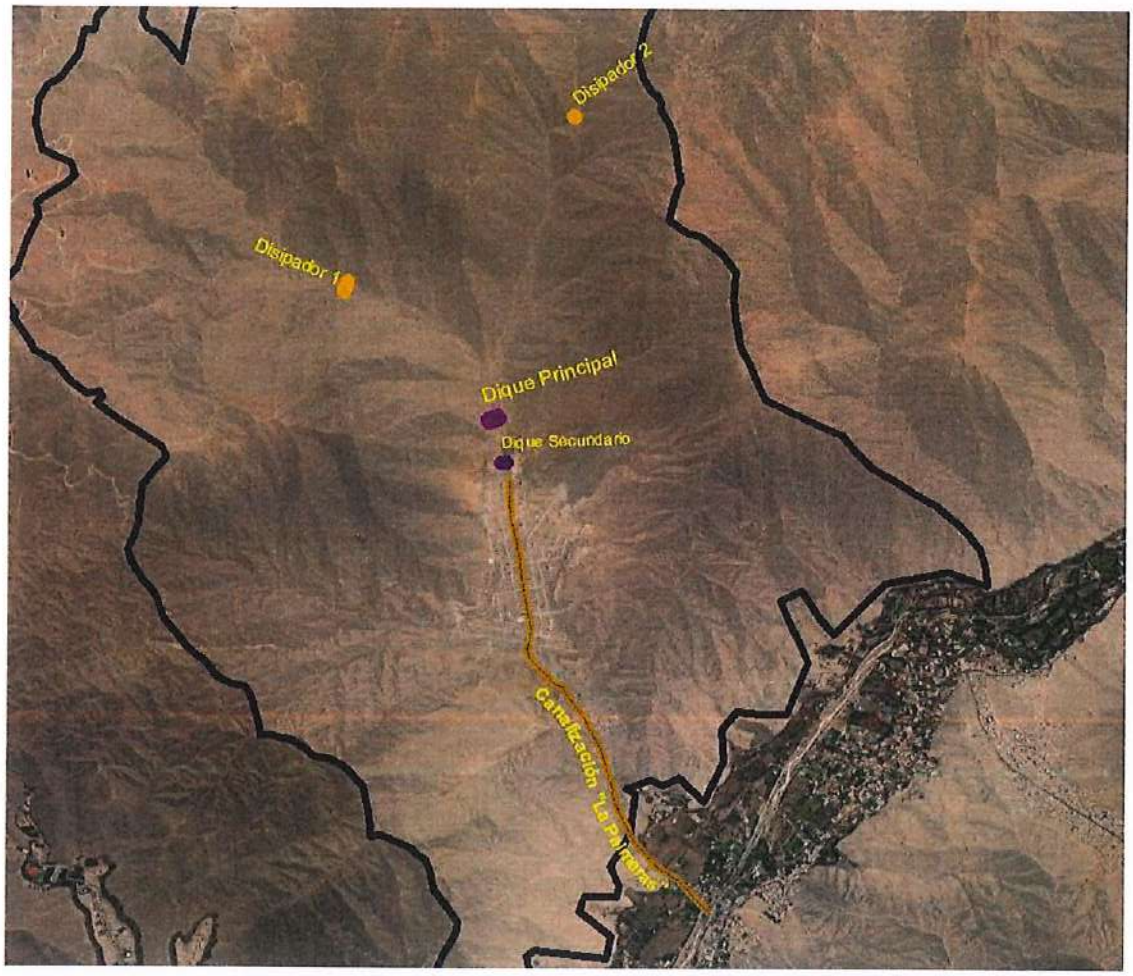


6. Mediante la implementación de las obras hidráulicas enlistadas se reducen los volúmenes de agua de escorrentía y su presión erosiva. Sin embargo, en un escenario de lluvias intensas, el volumen de agua retenido no será la totalidad, por lo cual, nos encontraremos frente a flujos importantes de agua y sedimentos (con menos piedras) que se deben controlar a fin de evitar su desborde y reducir el área de la zona inundable de la microcuenca. Por esta razón, se plantea como alternativa de solución la conducción del flujo desde el dique de contingencia hasta la desembocadura en el rio Lurín, a través de una estructura de canalización que contenga una altura promedio de 100 cm con un ancho no menor a los 30 m. Dicha estructura, coincide con la proyección de una vía en el proyecto urbano de las asociaciones de propietarios en la zona de estudio. Por ello, de lograr la implementación de la denominada "Av. Las Palmeras", esta tendría que diseñarse bajo una doble funcionabilidad: conducir el flujo de escorrentía desde el dique de contingencia hasta la desembocadura en el rio Lurín y al mismo tiempo servir de medio para la circulación e interconexión vial entre la zona con la red vial distrital y departamental.

7. Las precipitaciones no solo se presentan en la parte alta y media de la microcuenca, sino también en la parte baja, aunque en menor cantidad. Sin embargo, es preciso reducir la contribución de los volúmenes de

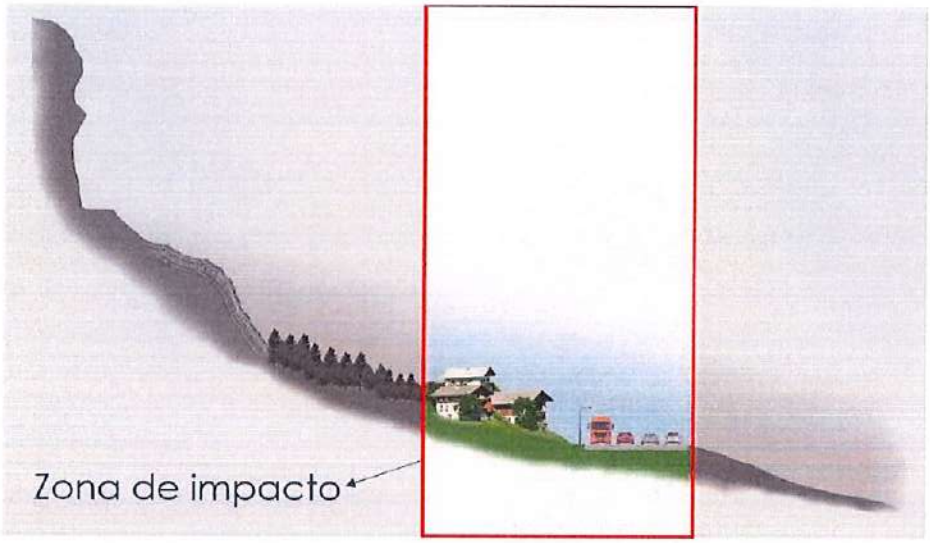
ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

agua que incrementen los caudales de flujo. Por esta razón, las obras de drenaje urbano serían de gran importancia para el desarrollo de proyectos urbanos en el área de estudio. El drenaje urbano es un sistema de tuberías y obras de almacenamiento y conducción del agua de lluvia. Su implementación reduce la posibilidad de aniegos y los daños que ocasiona en las viviendas y otras infraestructuras. El sistema de drenaje urbano puede ser independiente o combinarse con el sistema de saneamiento que se implemente para la gestión de aguas grises.



ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Medidas estructurales para la zona de impacto

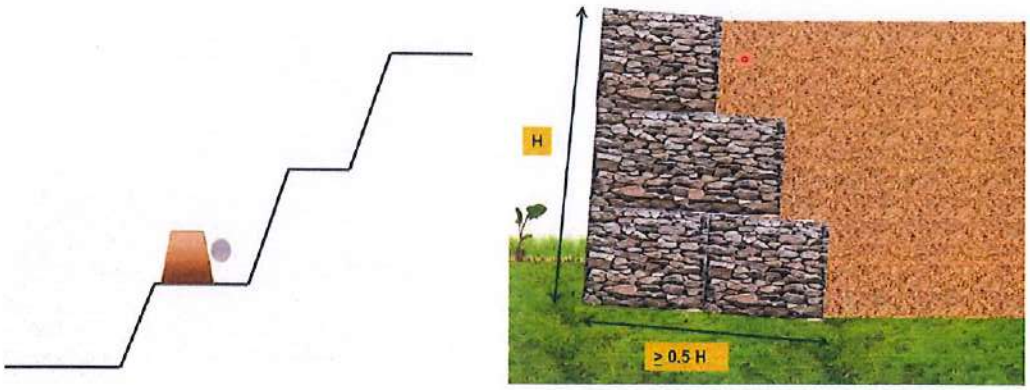


Referencias: Maccaferri

Las viviendas y otras infraestructuras que son expuestas frente a precipitaciones intensas, también deben considerar implementar medidas estructurales con el fin de reducir los riesgos a sufrir afectaciones por el probable impacto que afronten.

Se plantean las siguientes medidas estructurales para la zona baja de la microcuenca:

1. Barreras de protección: Tienen como función interceptar las trayectorias de los bloques rocosos de gran tamaño. El tipo de berrera dependerá de la energía de la caída de rocas. Existen soluciones que controlan energías de caída que van desde los 100 kJ a 850 kJ. Al detener los bloques desprendidos evitan el impacto y reducen los movimientos.



2. Las estructuras de contención mediante enmallado cumplen las funciones de protección siempre que la energía a contener sea menor a los 100 kJ. Identificando las zonas críticas, las barreras flexibles pueden proporcionar protección frente a movimientos en masa de energía limitada, Es deseable que sean fabricadas de alambre de acero de alta resistencia.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Sistema de mallas dinámicas para protección de deslizamientos y derrumbe en suelos

3. Muchas viviendas levantadas en la zona de impacto y que fueron total o parcialmente dañadas, evidencian la falta de una asesoría adecuada en sus sistemas de construcción. Principalmente, en lo que respecta a la cimentación. La protección de las estructuras se basa en un adecuado sistema de cimentación que cubre un amplio espectro de medidas o aplicaciones, entre ellas la cimentación mediante plataformas de amarre, las dimensiones de las zapatas, los micro pilotes y los sobre cimientos Un importante número de viviendas dañadas no han contado con algún tipo de cimentación, por lo cual su infraestructura levantada ha sido trasladada o destruida por la fuerza del flujo. De manera similar, los materiales empleados deben cumplir las funciones para lo cual fueron diseñados. Los denominados ladrillos "pandereta" han sido observados en cuanto a su función en muros portantes.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Medidas de Reducción de Orden No Estructural

El reto de la autoridad local, y del país en general, es la planificación de los centros poblados urbanos y rurales bajo consideraciones de seguridad frente a desastres, sostenibilidad y resiliencia, así como una orientación marcada hacia el conocimiento del riesgo.

En este sentido, las intervenciones de reducción del riesgo no estructurales se han de centrar en acciones orientadas al comportamiento de la población mediante estímulos positivos y/o negativos con objetivos de ordenamiento y planificación urbana y/o rural.

Se plantean las siguientes medidas no estructurales:

1. Implementar un sistema de monitoreo topográfico en las zonas identificadas como de mayor susceptibilidad ante flujo de detritos y derrumbes de rocas y suelos.

2. Como medidas prevención del riesgo se sugiere realizar estudios de suelos con fines de cimentación que apoye los diseños de nuevas intervenciones, nuevos componentes o nuevos proyectos con las medidas de seguridad adecuadas.

3. Se recomienda realizar y socializar los resultados de evaluaciones de riesgo asociados al presente estudio, a fin de identificar las medidas estructurales y no estructurales que se han de implementar en las instalaciones y en la infraestructura en general

4. Es importante contar con guías de acción que apoyen el comportamiento de los miembros de las asociaciones de propietarios en la zona de estudio, frente a peligros y riesgos asociados a fenómenos naturales.

5. Se recomienda no utilizar los terrenos inestables para actividades antrópicas. Si es necesario aplicar señalética, está debe ser colocada en localizaciones con cierta distancia del área de peligro.

6. Como actividades de reducción del riesgo se sugiere realizar inspecciones relacionadas a la seguridad de las pendientes a fin de identificar zonas críticas que ameritan ser intervenidas.

7. Implementar, en articulación con las entidades competentes (autoridad distrital, provincial o regional), la verificación del estado de formalización y/o saneamiento físico legal o catastro de límites que comprenden la zona de estudio.

8. Implementar por parte de la autoridad local, los instrumentos de acondicionamiento territorial, desarrollo urbano sostenible y ordenamiento territorial, para lograr una ocupación y uso racional del suelo, generando comunidades y poblaciones sostenibles y competitivas. Entre los objetivos principales, está el evitar las condiciones de vulnerabilidad o de amenazas en el territorio.

9. Realizar las coordinaciones entre la autoridad local y la comunidad en general para la implementación de un sistema de alerta temprana comunitario. De tal manera que la población maneje algún tipo de señal de alerta y alarma ante el inicio de huaycos, caídas de rocas incipientes o deslizamientos y coordinar labores de protección civil, incluyendo los planes de evacuación.

10. Realizar las coordinaciones entre la autoridad local y los funcionarios para la elaboración de un mapa comunitario que oriente la identificación de las zonas críticas frente a la posibilidad de afrontar huaycos, derrumbes de rocas y suelos y la identificación de las rutas y zonas seguras frente el inicio de la emergencia.

11. Realizar las coordinaciones entre la autoridad local y la población en general para la implementación de planes capacitación y sensibilización orientado a la prevención y la reducción del riesgo.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

12. Se sugiere considerar medidas de protección en relación a las zonas implementadas como paradero de vehículos menores y mayores. Así mismo, se sugiere la elaboración de estudios técnicos específicos que sustenten debidamente las instalaciones de las medidas estructurales en las zonas de riesgo MEDIO donde se encuentren expuestas familias y viviendas
13. Habilitar equipo de monitoreo, de lluvias intensas, interconectadas con las zonas de alto riesgo.
14. Identificar e implementar instalaciones de refugio comunitario en la zona de estudio, así como señalética de rutas de evacuación y zonas seguras.
15. Programar un calendario de visitas de inspección técnica en las zonas de riesgo Alto.
16. Realizar simulacros de evacuación dos veces al año.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Capítulo 6. Tolerancia de Daños y Pérdidas

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de evitar consecuencias o impactos negativos. Razón por la cual, el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por mínimo que sea, nunca será nulo. Por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas o correctivas. A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un riesgo incontrolable, y su diferencia con el mismo se le considera como un riesgo admisible o aceptable.

Por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, con el fin de que la obra pueda ser efectiva en la gran mayoría de los casos, es decir para los eventos más frecuentes.

Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

Del análisis realizado sobre los resultados en la zona de estudio se tiene que:

Matriz 82. Nivel de Consecuencia

Nivel de Consecuencia	Nivel	Valor
Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles. Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo	**Medio**	2

Matriz 83. Nivel de Frecuencia de la Consecuencia

Nivel de Consecuencia	Nivel	Valor
Puede ocurrir en circunstancias excepcionales	**Baja**	1

Por lo cual, al llevar estos valores a la Matriz de Consecuencias y Daños, se identifica la siguiente valoración:

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Matriz 84. Matriz de Consecuencias y Daños en la Quebrada Molle Alto en el distrito de Cieneguilla, provincia y departamento de Lima.

Consecuencia (nivel)	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
4	Alta	Alta	**Muy Alta**	**Muy Alta**
3	Media	Alta	Alta	**Muy Alta**
2	Media	Media	Alta	Alta
1	Baja	Media	Media	Alta
Frecuencias (nivel) ▶	1	2	3	4

De la matriz de consecuencias y daños en la zona denominada Quebrada Molle Alto en el distrito de Cieneguilla, en la provincia y departamento de Lima.se identifica la zona de daños y consecuencias con una valoración MEDIA. En consecuencia, se identifican la siguiente medida cualitativa:

Matriz 85. Medida Cualitativa de Consecuencias y Daños

Descripción	Descriptor	Nivel
A nivel de consecuencias: Requiere tratamiento médico en las personas afectadas y se consideran posibles pérdidas de bienes y altas pérdidas financieras.	**Medio**	2
A nivel de daños: tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas	**Bajo**	1

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

En función de estos resultados, determinamos la tolerabilidad del riesgo mediante la tabla de doble entrada:

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Matriz 86. Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

Descripción	Descriptor	Nivel
Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos..	Tolerable	2

Como la probabilidad del daño sea media y su frecuencia baja, se debe realizar un análisis del costo - beneficio o costo - efectividad con el que se pueda decidir entre reducir el riesgo, asumirlo o compartirlo.

Siendo que el nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia corresponde a RIESGO TOLERABLE entonces el nivel de priorización es:

Matriz 87. Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

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

Nivel de priorización III, lo cual implica que, si bien los riesgos pueden ser asumidos con los recursos económicos y financieros de los propietarios, se deben proyectar y presupuestar medidas estructurales y no estructurales por parte de los tres niveles de gobiernos, con los criterios de optimización de recursos, en cada presupuesto anual a fin de prevenir y reducir los riesgos frente a la probabilidad de impactos por flujos de detritos y derrumbes en las áreas identificadas puesto que, bajo un modelo sostenible la zona de estudio en general presenta un horizonte favorable para el aporte significativo hacia el desarrollo, el crecimiento ordenado del territorio y un entorno sustentable.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Glosario

Considerando que el presente informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones que no son necesariamente geólogos; es por ese motivo que se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

Análisis de Riesgos
Procedimiento técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres. El Análisis de Riesgo facilita la determinación del nivel del riesgo y la toma de decisiones.

Análisis de Vulnerabilidad
Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.

Cultura de Prevención
Es el conjunto de valores, principios, conocimientos y actitudes de una sociedad que le permiten identificar, prevenir, reducir, prepararse, reaccionar y recuperarse de las emergencias o desastres.

Desastre
Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de

Elementos en Riesgo o Expuestos
Es el contexto social, material y ambiental presentado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.

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

Exposición
Se genera por una relación no apropiada con el ambiente, a mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Aquí se analizan las unidades sociales expuestas (como la población, la familia y la comunidad), unidades productivas (terrenos, zonas agrícolas, etc.), servicios públicos, infraestructura u otros elementos, que están expuestas a los peligros identificados.

Fractura:
Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

Flujo:
Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

movimiento, ya se deslizamiento o una caída. Estos pueden ser canalizados (flujos de detritos o huaicos) y no canalizados (avalanchas).

Meteorización:
Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

Movimiento en masa:
Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos

.

Peligros geológicos:
Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, transtornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.

Susceptibilidad:
Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J

Impreso en Lima, 2023

ING. JOAN TINCOPA LANGLE
Evaluador de Riesgos de Desastres
Originados por Fenomenos Naturales
R.J. N° 095-2019 CENEPRED-J